



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ IV**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

## **ΓΑΛΑΚΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ-ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ**

Διπλωματική εργασία  
**ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ. Κ. ΚΛΑΨΗΣ**

Επιβλέπουσα:  
**Καθηγήτρια ΤΖΙΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

ΑΘΗΝΑ 2015

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έφτασε η στιγμή που ολοκλήρωσα την εκπόνηση την Διπλωματικής μου Εργασίας με τίτλο «Γαλακτοβιομηχανία-Νέες Τάσεις».

Μου ανατέθηκε από την Καθηγήτρια κα Κωνσταντίνα Τζιά.

Δεν βρίσκω λόγια να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την Καθηγήτριά μου. Παρόλα ταύτα θα ήθελα να της εκφράσω όχι ένα, αλλά δύο «ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ».

Το πρώτο «ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ» αφορά την προτροπή της αλλά και την επιμονή της, όταν πριν από 7 χρόνια σε ένα σεμινάριο εκπαιδευτικού χαρακτήρα που πραγματοποιήθηκε στη ΦΑΓΕ Α.Ε. Βιομηχανία Επεξεργασίας Γάλακτος, όπου εργαζομαι ως Τεχνολόγος Τροφίμων, όσον αφορά τον «Οργανοληπτικό έλεγχο» και ήταν ομιλήτρια, με παρακίνησε να διαβάσω και να δώσω κατατακτήριες εξετάσεις για να εισαχθώ στην Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο τρόπος ομιλίας της αλλά και η πειθώ της χαραχθήκαν μέσα μου με τέτοιο τρόπο που μετά από ένα χρόνο εντατικού διαβάσματος, έδωσα κατατακτήριες εξετάσεις και πέτυχα να εισαχθώ πρώτος στην Σχολή Χημικών Μηχανικών .

Το δεύτερο «ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ» αφορά την εμπιστοσύνη της για την ανάθεση της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, αλλά και την κατανόηση, την υπομονή και την διακριτικότητα της για την ολοκλήρωση της Διπλωματικής μου Εργασίας λόγω του ελάχιστου χρόνου που είχα επειδή εργαζόμουν παράλληλα.

Ακόμη , θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές της Σχολής των Χημικών Μηχανικών για τις γνώσεις που μου προσέφεραν και την διαλλακτικότητα που αντιμετώπισαν ορισμένα θέματα.

Θερμές ευχαριστίες θέλω να εκφράσω για :

- τον Διευθυντή του Ποιοτικού Ελέγχου-Έρευνας και Ανάπτυξης και Περιφερειακών Εργοστασίων της ΦΑΓΕ Α.Ε. κο Σπύρο Γιάνπαπα ,
- την Διευθύντρια του τμήματος Έρευνας και Ανάπτυξης της ΦΑΓΕ Α.Ε κα Ρούλα Κουρέλη και
- τους συναδέλφους μου στο τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης της ΦΑΓΕ Α.Ε κα Κων/να Κάππου και κο Σταύρο Χούλη, για την βοήθεια που μου προσέφεραν σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου.

Τέλος, έχω την ανάγκη να ευχαριστήσω δύο αγαπημένους φίλους : τον Κων/νο Ρεκλό και την Δώρα Πετρουδάκη που μου συμπαραστάθηκαν, όσο γινόταν, με τον καλύτερο τρόπο σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου .

Επαμεινώνδας Κ. Κλάψης

*«Η επιτυχία δεν είναι το κλειδί για την ευτυχία.  
Η ευτυχία είναι το κλειδί για την επιτυχία.  
Αν αγαπάς αυτό που κάνεις, θα είσαι επιτυχημένος»*

*Άλμπερτ Σβάϊτσερ  
(1875-1965)*

## ΣΚΟΠΟΣ – ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ενδιαφέρον των καταναλωτών ολοένα και εντείνεται σε ότι αφορά την υγιεινή διατροφή, με αποτέλεσμα να «απαιτούν» την παραγωγή προϊόντων που εκτός από την βασική θρεπτική αξία τους, να μπορούν να προστατεύουν το ανθρώπινο οργανισμό.

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν μία θέση στην διατροφή του ανθρώπου από τα πρώτα χρόνια του πολιτισμού στον πλανήτη. Ακόμη μετά από τόσες χιλιάδες χρόνια το γάλα και το γιαούρτι συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται στην διατροφή του ανθρώπου τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Είναι τρόφιμα μεγάλης θρεπτικής αξίας, γεγονός που οφείλεται στην πληθώρα των θρεπτικών συστατικών που περιέχουν.

Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν πραγματεύεται μόνο την τρέχουσα τεχνολογική μέθοδο με την οποία η βιομηχανία επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων παράγει τα προϊόντα της, αλλά και νέες τεχνολογικές τάσεις που εφαρμόζονται ή μπορεί να εφαρμοστούν κατά την παραγωγική διαδικασία στο γάλα και στο γιαούρτι.

Διαχωρίζεται σε τρία βασικά τμήματα.

Στο πρώτο τμήμα γίνεται αναφορά για την παραγωγική διαδικασία του γάλακτος καθώς και την παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού και τα είδη του όπως εφαρμόζονται σήμερα.

Επίσης γίνεται μία αναφορά για την Ανάλυση Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου ως εργαλείο διαχείρισης ποιότητας.

Στο δεύτερο τμήμα αναφέρονται και οι νέες τεχνολογικές τάσεις που εφαρμόζονται ή που θα εφαρμοστούν όσον αφορά:

- Τον μηχανολογικό εξοπλισμό
- Την διαδικασία του εμβολιασμού με νέα στελέχη
- Την χρήση νέων συστατικών στον σχεδιασμό ενός προϊόντος
- Την εφαρμογή CIP σε βυτιοφόρα οχήματα

Στο τρίτο τμήμα που είναι τα «Παραρτήματα», γίνεται αναφορά για στα άρθρα του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	ii
Σκοπός-Περίληψη	v
Περιεχόμενα	vi
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup>	
ΓΑΛΑ	1
1.1 Ιστορική αναδρομή	1
1.2 Ορισμός	2
1.3 Είδος θηλαστικού ζώου	3
1.4 Σύσταση & Ιδιότητες του γάλακτος	4
1.4.1 Νερό	5
1.4.2 Υδατάνθρακες (λακτόζη)	5
1.4.3 Πρωτεΐνες	7
1.4.4 Λιπαρά	9
1.4.5 Μέταλλα - Ιόντα	11
1.4.6 Βιταμίνες	12
1.4.6.1 Λιποδιαλυτές βιταμίνες	12
1.4.6.2 Υδατοδιαλυτές βιταμίνες	14
1.4.7 Ένζυμα γάλακτος	18
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup>	
2.1 Ανάλυση Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)	22
2.2 Κίνδυνοι και η σημασία τους στην γαλακτοβιομηχανία	36
2.2.1 HACCP στο γάλα -γιαούρτι	42
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup>	
3.1 Παραλαβή νωπού γάλακτος από παραγωγούς	44
3.1.1 Άμελξη-Αποθήκευση-Ψύξη γάλακτος (από τον παραγωγό)	44
3.2 Σταθμοί συλλογής γάλακτος	46
3.3 Επεξεργασία του νωπού γάλακτος στους σταθμούς συλλογής	46
3.3.1 Διήθηση (φιλτράρισμα) νωπού γάλακτος	47
3.3.2 Θέρμισμα νωπού γάλακτος	48
3.3.3 Ψύξη νωπού γάλακτος	48
3.4 Διάγραμμα ροής από την άμελξη του γάλακτος ως την μεταφορά του στην βιομηχανία	49
3.5 Επεξεργασία του γάλακτος στη βιομηχανία	50
3.5.1 Παραλαβή γάλακτος	50
3.5.2 Αποθήκευση γάλακτος	51
3.5.3 Διαύγαση	51
3.5.4 Τυποποίηση γάλακτος -Αποκορύφωση	52
3.5.5 Ομογενοποίηση γάλακτος	54
3.6 Θερμική επεξεργασία γάλακτος-Παστερίωση	57
3.7 Συσκευασία γάλακτος	60
3.7.1 Σκοπός της συσκευασίας γαλακτοκομικών προϊόντων	60
3.8 Αποθήκευση υπό ψύξη-Διάθεση	66

3.9	Διάγραμμα ροής γάλακτος στη Βιομηχανία	68
3.10	Βιβλιογραφία κεφαλαίων 1 <sup>ου</sup> - 3 <sup>ου</sup>	69

#### Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

##### ΓΙΑΟΥΡΤΙ

4.1	Γενικά	72
4.2	Ιστορική αναδρομή	72
4.3	Ετυμολογία και Ορισμός του γιαουρτιού	74
4.4	Είδη γιαουρτιού	74
4.5	Σύσταση γιαουρτιού	77
4.6	Παραγωγική διαδικασία γιαουρτιού	79
4.6.1	Αρχική επεξεργασία του γάλακτος	80
4.6.2	Τυποποίηση λιπαρών	80
4.6.3	Τυποποίηση πρωτεϊνών	80
4.6.3.1	Βρασμός	81
4.6.3.2	Προσθήκη σκόνης γάλακτος	81
4.6.3.3	Προσθήκη σκόνης/συμπυκνωμάτων πρωτεΐνης ορού γάλακτος	83
4.6.3.4	Προσθήκη σκόνης καζεΐνης	84
4.6.3.5	Προσθήκη σταθεροποιητών	84
4.6.3.6	Προσθήκη γλυκαντικών	87
4.6.3.7	Προσθήκη λοιπών ουσιών	88
4.6.4	Ομογενοποίηση	90
4.6.5	Θερμική κατεργασία	91
4.6.6	Ζύμωση γάλακτος προς γιαούρτι	93
4.6.6.1	Επιδράσεις των επιμέρους διαδικασιών παραγωγής στο σχηματισμό του πήγματος	96
4.6.7	Ψύξη	97
4.6.8	Προσθήκη φρούτων	98
4.6.9	Συσκευασία	99
4.6.10	Διάγραμμα ροής παραγωγής γιαουρτιού τύπου set	101
4.6.11	Διάγραμμα ροής παραγωγής συνεκτικού γιαουρτιού (στραγγιστό)	102
4.7	Βιβλιογραφία κεφαλαίου 4 <sup>ου</sup>	103

#### Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

##### ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ-ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

5.1	Εισαγωγή	106
5.2	Νέες τάσεις στον εξοπλισμό-άλλες μέθοδοι ομογενοποίησης	106
5.2.1	Μύλοι κολλοειδών	106
5.2.2	Υπέρυψηλή πίεση	107
5.2.3	Μικρορευστοποίηση	107
5.2.4	Υπέρηχοι υψηλής έντασης	108
5.2.5	Παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία	110
5.3	Νέες τάσεις κατά τον εμβολιασμό-Προβιοτικές καλλιέργειες	111
5.3.1	Ιστορική αναδρομή	111
5.3.2	Ορισμός	111
5.4	Οξυγαλακτικά βακτήρια	113
5.4.1	Εισαγωγή	113
5.4.2	Γένος Lactobacillus	114

5.4.2.1	Ομάδα <i>Lactobacillus Acidophilus</i>	115
5.4.2.2	Ομάδα <i>Lactobacillus Casei</i>	116
5.4.2.3	Ομάδα <i>Lactobacillus Reuteri/ Lactobacillus Fermentum</i>	117
5.4.3	Γένος <i>Bifidobacterium</i>	117
5.4.4	Γένος <i>Enterococcus</i>	119
5.5	Μηχανισμοί δράσεις προβιοτικών καλλιιεργειών	119
5.6	Προϊόντα με προσθήκη προβιοτικών καλλιιεργειών	122
5.6.1	Γάλα με <i>Lactobacillus Acidophilus</i>	122
5.6.2	Διάγραμμα ροής σε γάλα <i>Acidophilus</i>	123
5.6.3	Sweet <i>Acidophilus</i> milk	123
5.6.3.1	Διάγραμμα ροής σε Sweet <i>Acidophilus</i> milk	124
5.6.4	<i>Acidophilus</i> yoghurt	124
5.6.5	Προϊόντα με <i>Bifidobacterium</i> spp.	125
5.6.6	Γάλα <i>Bifidus</i>	125
5.6.6.1	Διάγραμμα ροής σε Γάλα <i>Bifidus</i>	126
5.6.7	Γιαούρτι <i>Bifidus</i>	126
5.6.7.1	Διάγραμμα ροής σε Γιαούρτι <i>Bifidus</i>	127
5.6.8	<i>Bifighurt</i>	127
5.6.9	Γιαούρτι <i>Acidophilus Bifidus</i>	127
5.6.9.1	Διάγραμμα ροής σε Γιαούρτι <i>Acidophilus Bifidus</i>	128
5.7	Νέες τάσεις στην σύσταση κατά τον σχεδιασμό ενός προϊόντος- Πρεβιοτικά συστατικά	129
5.7.1	Εισαγωγή	129
5.7.2	Ορισμός	129
5.7.3	Ολιγοσακχαρίτες	130
5.7.4	Μη εύπεπτοι ολιγοσακχαρίτες	130
5.7.5	Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες	131
5.7.6	Γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες	132
5.7.7	Λακτουλόζες	133
5.7.8	Ινουλίνες	133
5.7.9	Ισομαλτο-ολιγοσακχαρίτες	134
5.7.10	Ολιγοσακχαρίτες σόγιας	135
5.7.11	Ξυλο-ολιγοσακχαρίτες	135
5.7.12	Νέας γενιάς πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες	135
5.8	Συμβιοτικά	137
5.9	Προσθήκη ω-λιπαρών οξέων	138
5.10	Εφαρμογή CIP σε βυτιοφόρα οχήματα	138
5.10.1	Διάγραμμα ροής CIP συστήματος: γραμμής παραλαβής γάλακτος- βυτιοφόρου οχήματος	141
5.11	Βιβλιογραφία κεφαλαίου 5 <sup>ov</sup>	142
Παραρτήματα		
	Παράρτημα I	150
	Παράρτημα II	162





# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΓΑΛΑ

### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

**Γάλα** είναι το χαρακτηριστικό έκκριμα των θηλυκών θηλαστικών που προορίζεται για χρήση ως μοναδική πηγή θρεπτικών ουσιών για τα μικρά τους. Τα θηλαστικά εξελίχθηκαν από ορισμένα ερπετά κατά την πρώιμη περίοδο περίπου 200 εκατομμύρια χρόνια πριν, όμως το γάλα δεν χρησιμοποιείτο για την ανθρώπινη διατροφή μέχρι την εξημέρωση ορισμένων ειδών, αρχικά προβάτων και αιγών (10000 χρόνια πριν) στη συνέχεια βοοειδών και αργότερα βουβαλοειδών, καμήλων και αλόγων. Από τότε το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έγιναν σημαντικά στοιχεία στην ανθρώπινη διατροφή, ειδικά στην Ευρώπη, στη Βόρεια και Νότια Αμερική, στην Αυστραλία και στη Νέα Ζηλανδία.

Από ιστορική άποψη, η χρησιμοποίηση του γάλακτος άρχισε σχεδόν με την εξημέρωση των γαλακτοπαραγωγών ζώων. Η αξιοποίηση όμως του γάλακτος και η μεταποίησή του σε άλλα προϊόντα γινόταν με εμπειρικές μεθόδους στα πλαίσια της οικογενειακής οικονομίας.

Η Γαλακτοκομία ήταν αναπτυγμένη από την εποχή των Σουμερίων της Παλαιάς Μεσοποταμίας 6000 π.Χ. Σε ανάγλυφους ζωφόρους που βρέθηκαν σε ερείπια ναού της Μεσοποταμίας το 3100 π.Χ., διακρίνονται σκηνές αμέλγματος καθώς και σκεύη γάλακτος.

Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν το γάλα από το 3000 π.Χ. Από τα Ελληνικά κείμενα που σώζονται από το 1550 π.Χ., πολλοί Έλληνες και Ρωμαίοι συγγραφείς όπως ο Cato, ο Varo, ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος και ο Columella έγραψαν σχετικά με διάφορες πτυχές της γεωργίας, συμπεριλαμβανομένου και της παραγωγής γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων.

Η γαλακτοκομία παρουσιάζει μία άνθηση από την εμφάνιση του Χριστιανισμού ως το 15<sup>ο</sup> αιώνα. Από το 15<sup>ο</sup> αιώνα έως το 19<sup>ο</sup> αιώνα δεν παρατηρείται αισθητή πρόοδος.

Βιβλία σχετικά με διάφορες πτυχές της γαλακτοπαραγωγής δημοσιεύθηκαν στο τέλος της δέκατου ένατου αιώνα, ίσως από τα οποία το παλαιότερο είναι του Lehrbuch der Milchwirtschaft που δημοσιεύθηκε το 1870.

Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα η γαλακτοκομία εξοπλίζεται ταχύτατα και εμφανίζεται με αξιώσεις εξελιγμένης βιομηχανίας στις προηγμένες χώρες [1].

## 1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ



**Εικόνα 1:** Γάλα

Το γάλα είναι χαρακτηριστική έκκριση του μαστού των θηλαστικών ζώων και προορίζεται από τη φύση να αποτελέσει τη μοναδική τροφή των νεογνών τους στα πρώτα στάδια της ζωής τους. Αποτελεί την πιο πλήρη απλή φυσική τροφή, επειδή περιέχει συστατικά που εφοδιάζουν τον οργανισμό με ενέργεια (λίπος, λακτόζη), με δομικά συστατικά (πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα) και με επαρκείς ποσότητες βιταμινών και ιχνοστοιχείων για την πραγματοποίηση των βιοχημικών διεργασιών που είναι απαραίτητες για τη ζωή. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί και το γάλα άλλων θηλαστικών και μάλιστα σε όλες τις ηλικίες του. Τα πρώτα ζώα που εξημέρωσε για το σκοπό αυτό, 8.000-10.000 χρόνια πριν, ήταν πιθανόν τα πρόβατα και οι αίγες. Κατόπιν εξημερώθηκαν τα βοοειδή, τα οποία είναι σήμερα τα κύρια γαλακτοπαραγωγικά ζώα στον πλανήτη.

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius του FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), ως γάλα ορίζεται η φυσιολογική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται από μία ή περισσότερες αμέλξεις, χωρίς καμιά προσθήκη ή αφαίρεση, η οποία προορίζεται να καταναλωθεί ως πόσιμο γάλα ή για περαιτέρω επεξεργασία. Γαλακτοκομικό προϊόν είναι το προϊόν που προκύπτει από οποιαδήποτε επεξεργασία του γάλακτος, το οποίο μπορεί να περιέχει πρόσθετα τρόφιμα ή άλλα συστατικά απαραίτητα για την προετοιμασία του.

Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΠΤ Άρθρο 80, 2014) ορίζει ότι: «**Νωπό Γάλα** νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μίας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα (βλέπε παραρτημα Ι) [2].

### 1.3 ΕΙΔΟΣ ΘΗΛΑΣΤΙΚΟΥ ΖΩΟΥ

Ανάλογα με το είδος του θηλαστικού από το οποίο προέρχεται, το γάλα διαχωρίζεται σε :

- Αγελαδινό
- Πρόβειο
- Κατσικίσιο
- Βουβαλίσιο
- Από Όνο
- Ανθρώπινο και
- Σε γάλα που προέρχεται από άλλα είδη θηλαστικών (άλογο, καμήλα, τάρανδο κτλ.)

Το γάλα μπορεί να περιγραφεί ως ένα κολλοειδές εναιώρημα που περιέχει γαλακτωματοποιημένα σφαιρίδια λίπους, ετερογενή ομάδα πρωτεϊνών, τον υδατάνθρακα λακτόζη, άλατα, βιταμίνες και ένζυμα. Τα γάλατα των θηλαστικών που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα, έχουν παρόμοια γενικά χαρακτηριστικά και περιέχουν μεγάλη ποικιλία όμοιων συστατικών, σε σημαντικά διαφορετικές όμως αναλογίες.

Η χημική σύσταση του γάλακτος παρουσιάζει ποσοτικές διαφορές καθώς επίσης και διαφορές ως προς τη γεύση, την οσμή και το χρώμα, ανάλογα με το είδος του θηλαστικού από το οποίο προέρχεται [3].

**Πίνακας 1:** Μέση σύσταση (% w/v) γάλακτος διαφορετικών ειδών θηλαστικών ζώων [8].

Είδος Θηλαστικού	Λιπαρά	Καζεΐνη	Πρωτεΐνες Ορού	Λακτόζη	Στερεά Συστατικά	Τέφρα
Άνθρωπος	3,8	0,4	0,6	7,0	12,4	0,2
Αγελάδα	3,7	2,6	0,6	4,8	12,7	0,7
Αίγα	4,5	3,0	0,6	4,3	13,2	0,8
Πρόβατο	7,4	4,6	0,9	4,8	19,3	1,0
Βουβάλι	7,4	3,6	0,7	4,8	17,2	0,8
Όνος	1,4	1,0	1,0	7,4	11,7	0,5
Άλογο	1,7	1,3	1,2	6,0	10,8	0,5
Καμήλα	4,5	2,7	0,9	4,5	13,4	0,8
Τάρανδος	18,0	8,5	2,0	2,6	35,0	1,5
Πολική Αρκούδα	33,1	7,1	3,8	0,3	47,6	1,4

#### 1.4 ΣΥΣΤΑΣΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το γάλα αποτελεί το κατεξοχήν φυσικό γαλάκτωμα, είναι λιπαρό διασπαρμένο σε νερό (O/W) και παρουσιάζει επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω της πολυπλοκότητας της σύνθεσής του. Επιπλέον το γάλα, αν και βιολογικό υγρό και φυσικό γαλάκτωμα, παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα. Τα συστατικά από τα οποία αποτελείται το γάλα είναι, κατά μέσο όρο: 87.1% νερό, 4.0% λιπαρά, 3.3% πρωτεΐνες, 4.6% υδατάνθρακες (λακτόζη) καθώς και ιόντα (P, Na, K, Ca, Mg, Zn, Cl, CO<sub>3</sub>,SO<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>O(COO)<sub>3</sub>), βιταμίνες και ένζυμα σε ίχνη. Η σύνθεση του γαλακτος διαφέρει ανάλογα με το είδος, την ηλικία και τις συνθήκες διαβίωσης του ζώου από το οποίο προέρχεται.

Η παρουσία πολλών συστατικών στο γάλα είναι που προσδίδει σε αυτό τις ιδιότητές του, είτε αυτές είναι φυσικοχημικές είτε είναι θρεπτικές [4,5].

**Πίνακας 2:** Μέση σύσταση γαλακτος [6]

Συστατικά	Μέση περιεκτικότητα στο γάλα (% w/w)	Εύρος* (% w/w)	Μέση περιεκτικότητα επί ξηρού (% w/w)
Νερό	87.1	85.3–88.7	—
Στερεά συστατικά άνευ λίπους (ΣΥΑΛ)	8.9	7.9–10.0	—
Λιπαρά επί ξηρού	31	22–38	—
Λακτόζη	4.6	3.8–5.3	36
Λιπαρά	4.0	2.5–5.5	31
Πρωτεΐνες**	3.3	2.3–4.4	25
Καζεΐνη	2.6	1.7–3.5	20
Μεταλλικά συστατικά	0.7	0.57–0.83	5.4
Οργανικά οξέα	0.17	0.12–0.21	1.3
Άλλα	0.15	—	1.2

Σημείωση : Τυπικές τιμές για γάλατα πεδινών φυλών.

\* : Οι τιμές αυτές θα πρέπει σπάνια να τις υπερβαίνουμε

\*\* : Ενώσεις μη πρωτεϊνικού αζώτου δεν περιλαμβάνονται

### 1.4.1 NEPO

Το νερό είναι το σημαντικότερο και σε μεγαλύτερη αναλογία συστατικό του γάλακτος. Τα υπόλοιπα συστατικά είτε είναι διαλυμένα, διασκορπισμένα υπό μορφή κολλοειδούς ή γαλακτωματοποιημένα στο νερό.

Η διαθεσιμότητα νερού αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την αύξηση των μικροοργανισμών. Η διαθεσιμότητα του νερού δεν εξαρτάται μόνο από την περιεκτικότητα του γάλακτος σε νερό, αλλά και από τη συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών, όπως αλάτων, σακχάρων και άλλων υδατοδιαλυτών θρεπτικών στοιχείων. Αυτό οφείλεται στο ότι τα μόρια του νερού προσανατολίζονται προς τα μόρια των διαλυμένων ουσιών, με αποτέλεσμα το νερό που συνδέεται με αυτά να μην μπορεί να προσληφθεί από τους μικροοργανισμούς. Η διαθεσιμότητα του νερού εκφράζεται με το φυσικό όρο **ενεργότητα νερού (*Water activity -a<sub>w</sub>*)**. Η ενεργότητα νερού είναι το πηλίκο της τάσης των ατμών του νερού στο τροφίμο (P) δια της τάσης των ατμών του καθαρού νερού (P) στην ίδια θερμοκρασία:

**Τάση ατμών του νερού στο τρόφιμο (P)**

**Ενεργότητα H<sub>2</sub>O (a<sub>w</sub>) =**  $\frac{\text{_____}}{\text{_____}}$

**Τάση ατμών του καθαρού νερού (P<sub>w</sub>)**

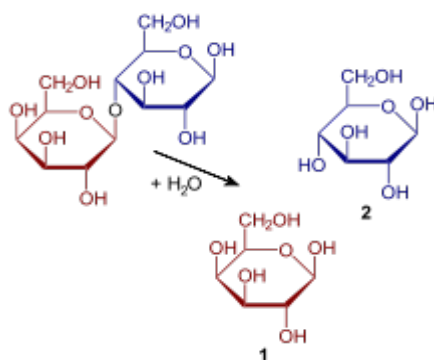
Ενεργότητα νερού (a<sub>w</sub>) ονομάζεται το μεταβολικά διαθέσιμο νερό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μικροοργανισμούς για την ανάπτυξή τους. Δύο δείγματα γάλακτος που έχουν την ίδια ποσότητα νερού δεν σημαίνει ότι έχουν και την ίδια ενεργότητα του νερού. Οι τιμές a<sub>w</sub> κυμαίνονται από 1 για το απεσταγμένο νερό μέχρι 0 για το ξηρό υπόστρωμα. Η a<sub>w</sub> πλησιάζει περισσότερο προς τη μονάδα όσο λιγότερα είναι τα εν διαλύσει συστατικά. Η ενεργότητα του νερού (a<sub>w</sub>) του γάλακτος είναι περίπου 0,993. Επιπλέον υπάρχει ένα μικρό ποσοστό νερού που βρίσκεται δεσμευμένο στις πρωτεΐνες ή στα λιποσφαίρια, το οποίο δεν είναι διαλύτης για τα λοιπά μόρια που βρίσκονται διαλυμένα στο γάλα [6, 7].

### 1.4.2 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΑΣ (ΛΑΚΤΟΖΗ)

Ο κυριότερος υδατάνθρακας που βρίσκεται στο γάλα είναι η **λακτόζη ή γαλακτοζάχαρο**. Η λακτόζη είναι δισακχαρίτης και αποτελείται από την ένωση των μονοσακχαριτών D-γαλακτόζης και D-γλυκόζης που συνδέονται μεταξύ τους με β 1-4 γλυκοζιτικό δεσμό.

Η παρουσία της λακτόζης στο γάλα, σε συνδυασμό με την παρουσία των πρωτεϊνών, είναι που προσδίδει στο γάλα τη θρεπτική του αξία. Η λακτόζη μεταβολίζεται από τον οργανισμό των θηλαστικών (νεογνών και μη) στον εντερικό σωλήνα με τη βοήθεια του ενζύμου β-D-γαλακτοσιδάση, το οποίο την διασπά σε γαλακτόζη και γλυκόζη. Η λακτόζη, λόγω των ιδιοτήτων της, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων και φαρμάκων [8].

Ο μοριακός τύπος της είναι :  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .



**Εικόνα 2:** Διάσπαση ενός μορίου λακτόζης, σε γαλακτόζη (1) και σε γλυκόζη (2).

Η μοριακή δομή της λακτόζης παρουσιάζει σημαντικές ιδιότητες με άμεσες συνέπειες. Η λακτόζη είναι ένα αναγωγικό σάκχαρο και εμφανίζει πολυστροφισμό. Αυτό σημαίνει ότι μέσω της ανοικτής αλδεϋδικής αλυσίδας, η αλδεϋδική ομάδα μπορεί να αντιδρά και ότι τα α- και β- ανωμερή μπορούν να περνούν από τη μία μορφή στην άλλη. Κατάλληλα αντιδραστήρια ή ένζυμα μπορούν να προκαλέσουν ήπια οξείδωση της λακτόζης, όπου η αλδεϋδική ομάδα μετατρέπεται σε μία ομάδα καρβοξυλίου. Με πιο έντονη οξείδωση διασπάται ο γλυκοζιτικός δεσμός και παράγονται καρβοξυλομάδες στα υπολειπόμενα σάκχαρα. Ήπια αναγωγή της λακτόζης μετατρέπει την αλδεϋδική ομάδα σε ομάδα αλκοόλης. Εντονότερη αναγωγή της λακτόζης, διασπά τον γλυκοζιτικό δεσμό και καταλήγει στο σχηματισμό ομάδων αλκοόλης στα υπολειπόμενα σάκχαρα.

Υδρόλυση της λακτόζης από οξύ δεν εμφανίζεται εύκολα. Αν εμφανιστεί (υψηλή θερμοκρασία, χαμηλό pH), θα λάβουν χώρα πολλές άλλες αντιδράσεις. Η λακτόζη μπορεί απλώς να υδρολύεται από το ένζυμο λακτάση (β-d-γαλακτοσιδάση). Αυτό το ένζυμο είναι εξαιρετικά ειδικό για τον β-1,4 δεσμό του υπολοίπου της γαλακτοπυρανόζης. Δρώντας επί της λακτόζης το ένζυμο παράγει εκτός από τη γλυκόζη και τη γαλακτόζη, μερικούς δι- και ολισακχαρίτες ξένους προς το γάλα [8].

Εκτός από τη λακτόζη, στο γάλα βρίσκονται και κάποιοι μονοσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες με όξινο χαρακτήρα και κάποιες γλυκοζυλ-ομάδες που βρίσκονται δεσμευμένες στις πρωτεΐνες και στα λιπίδια. Στο αγελαδινό γάλα έχουν ταυτοποιηθεί πέντε ολιγοσακχαρίτες

και όλοι έχουν στο μόριό τους τα μόρια της γαλακτόζης και της γλυκόζης, τους μονοσακχαρίτες από τους οποίους αποτελείται η λακτόζη [7].

Η λακτόζη είναι περίπου 0,3 φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη. Η γλυκιά της γεύση στο γάλα καλύπτεται από την πρωτεΐνη και κυρίως την καζεΐνη. Εξαιτίας αυτού, ο ορός γάλακτος έχει πιο γλυκιά γεύση από το γάλα. Το μίγμα της γλυκόζης και της γαλακτόζης που σχηματίζεται από την υδρόλυση της λακτόζης είναι πιο γλυκό από τη λακτόζη [8].

### 1.4.3 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Τα αζωτούχα συστατικά του γάλακτος αποτελούνται κατά 95% από πρωτεϊνικής φύσης συστατικά, ενώ το υπόλοιπο 5% είναι αζωτούχα συστατικά μικρού μοριακού βάρους. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος συγκροτούν ένα πολύπλοκο μίγμα, του οποίου τα επιμέρους συστατικά απομονώνονται δύσκολα και θεωρούνται από τους περισσότερους ερευνητές το πιο σημαντικό από τα συστατικά του γάλακτος, επειδή:

- είναι κύρια συστατικά του γάλακτος, η σταθερότητα των οποίων είναι αποτέλεσμα της μικκυλιακής δομής των καζεϊνών,
- έχουν μοναδικές ιδιότητες που επιτρέπουν τη μετατροπή του γάλακτος σε προϊόντα με εντελώς διαφορετικές ιδιότητες, όπως το γιαούρτι και το τυρί,
- οι θερμικές επεξεργασίες που εφαρμόζονται στο γάλα εξαρτώνται από τη σταθερότητα στη θέρμανση των πρωτεϊνικών του συστατικών,
- είναι από διατροφική άποψη το πιο σημαντικό συστατικό του γάλακτος καθώς εκτός από απαραίτητα αμινοξέα παρέχουν Ca και P στον οργανισμό, ενώ ορισμένες από αυτές παρουσιάζουν ειδικές βιολογικές δράσεις.

Εφόσον η βιοσύνθεση των πρωτεϊνών του γάλακτος ελέγχεται γενετικά, είναι αναμενόμενο ότι το γάλα διαφορετικών φυλών αλλά και διαφορετικών ατόμων της ίδιας φυλής μπορεί να περιέχει διαφορετική ποσότητα συνολικών ή επιμέρους πρωτεϊνών.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες εξαρτάται από το είδος του ζώου, π.χ. στο αγελαδινό γάλα είναι 3,2%, στο πρόβειο 5,6% και στο αίγιο 3,6% κατά μέσο όρο. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ανθρώπινο γάλα περιέχει σημαντικά μικρότερη ποσότητα πρωτεΐνης, 1%. Η περιεκτικότητα κάθε είδους γάλακτος σε αζωτούχα συστατικά επηρεάζεται κυρίως από τη φυλή και την ατομικότητα του ζώου, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, την κατάσταση υγείας του μαστού και τη διατροφή του ζώου. Εκτός από το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, η επίδραση των υπόλοιπων παραγόντων είναι λιγότερο έντονη σε σχέση με την επίδρασή τους στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος.



Οι πρωτεΐνες του γάλακτος χωρίζονται σε κατηγορίες. Οι κατηγορίες είναι οι καζεΐνες, οι πρωτεΐνες ορού, οι πρωτεΐνες που συμμετέχουν στο σχηματισμό της μεμβράνης που περιβάλλει τα λιποσφαιρία καθώς και ένζυμα. Οι καζεΐνες είναι οι:  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ - και  $\gamma$ -καζεΐνες. Οι καζεΐνες ορίζονται ως οι φωσφοροπρωτεΐνες που είναι αδιάλυτες καθιζάνουν σε pH 4,6 και θερμοκρασία 20°C.

Οι  $\alpha_{s1}$ -καζεΐνες απαριθμούν στην πολυπεπτιδική αλυσίδα τους 199 αμινοξέα και έχουν μοριακό βάρος 23.614 και απαντώνται σε 2 μορφές στο αγελαδινό γάλα, με διαφοροποίηση ως προς το ποσοστό φωσφορυλίωσης (8P και 9P αντίστοιχα).

Οι  $\alpha_{s2}$ -καζεΐνες αντίστοιχα σε 4 μορφές με 207 αμινοξέα στις αλυσίδες τους, μοριακό βάρος 25.230 και με 10, 11, 12 και 13 άτομα φωσφόρου. Να σημειωθεί ότι οι αλληλουχίες των αμινοξέων στις κύριες αλυσίδες των δύο ομάδων,  $\alpha_{s1}$  και  $\alpha_{s2}$  είναι ίδιες.

Οι  $\beta$ -καζεΐνες απαριθμούν 209 αμινοξέα στις αλυσίδες τους, έχουν μοριακό βάρος 23.983 και παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στις αλληλουχίες των αμινοξέων σε διάφορα σημεία των αλυσίδων. η αλυσίδα της  $\kappa$ -καζεΐνης αποτελείται από 169 αμινοξέα και έχει μοριακό βάρος 19.007. Τα καζεϊνικά μόρια βρίσκονται σε κolloειδή διασπορά στην υδατική φάση του γάλακτος σε μικύλια, γνωστά ως καζεϊνικά μικύλλια. Τα καζεϊνικά μικύλλια έχουν σφαιρικό σχήμα με διάμετρο από 50 έως 700 nm. Η ακριβής δομή των καζεϊνικών μικυλλίων δεν έχει διερευνηθεί πλήρως, μέχρι σήμερα έχει αποδεχθεί ότι αποτελούνται από σφαιρικές μονάδες πρωτεϊνών (υπο-μικύλλια διαμέτρου 8-20 nm) που συγκρατούνται από ιόντα, κυρίως ασβεστίου και φωσφόρου. Στην εξωτερική στοιβάδα κάθε μικκυλίου βρίσκονται κυρίως  $\kappa$ -καζεΐνες που είναι πιο υδρόφιλες από τις  $\alpha$ - και  $\beta$ - καζεΐνες και στο εσωτερικό βρίσκονται οι τελευταίες.

Τέλος, στις  $\gamma$ -καζεΐνες ανήκουν τα τμήματα της  $\beta$ -καζεΐνης, τα οποία είναι αποτέλεσμα της δράσης του ενδογενούς ενζύμου του γάλακτος, πλασμίνη.

Οι πρωτεΐνες ορού είναι οι πρωτεΐνες του γάλακτος που παραμένουν στον ορό μετά την καθίζηση των καζεϊνών σε pH 4,6 και θερμοκρασία 20°C. Οι επιμέρους κατηγορίες των πρωτεϊνών ορού είναι οι:  $\beta$ -γαλακτογλοβουλίνη,  $\alpha$ -γαλακταλβουμίνες, αλβουμίνες ορού και ανοσοφαιρίνες. Η κύρια πολυπεπτιδική αλυσίδα της  $\beta$ -γαλακτογλοβουλίνης αποτελείται από 162 αμινοξέα και έχει μοριακό βάρος 18.277. Οι  $\alpha$ -γαλακταλβουμίνες χωρίζονται σε 2 είδη, με κοινό αριθμό αμινοξέων στις αλυσίδες τους (123) και μοριακό βάρος 14.174, η διαφοροποίηση γίνεται στο 10<sup>ο</sup> αμινοξύ (γλουταμίνη αντί για αργινίνη).

Οι αλβουμίνες ορού παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια στη δομή τους, κάποιες μελέτες που έχουν γίνει έχουν βρει πολυπετιδικές αλυσίδες μέχρι και 582 αμινοξέων και μοριακά βάρη μέχρι και 66,267. Τέλος οι ανοσοσφαιρίνες είναι οι ίδιες πρωτεΐνες που συναντώνται στο αίμα θηλαστικών και είναι περίπλοκα συμπλέγματα με ανοσοποιητική δράση. Λόγω της περίπλοκης φύσης τους, οι τεχνικές ανίχνευσης και ταυτοποίησης που χρησιμοποιούνται για τις λοιπές πρωτεΐνες του γάλακτος δεν αποφέρουν σημαντικά αποτελέσματα [7, 9].

#### **1.4.4 ΛΙΠΑΡΑ**

Το *λίπος* ή τα *λιπαρά* του γάλακτος είναι κυρίως τριγλυκερίδια (97-98 % των συνολικών λιπαρών), φωσφολιπίδια (0,2-1%), διγλυκερίδια (0,28-0,59%), στερόλες (0,22-0,44%), ελεύθερα λιπαρά οξέα (0,1-0,4%), μονογλυκερίδια (0,01-0,03%), καροτινοειδή και λιποδιαλυτές βιταμίνες σε ίχνη. Τα κυριότερα από τα οξέα που συμμετέχουν στο σχηματισμό του λίπους του γάλακτος είναι κορεσμένα με αριθμό ατόμων άνθρακα C4-C20. Επίσης συμμετέχει και ένα ακόρεστο λιπαρό οξύ, το ελαϊκό. Εκτός από τα τριγλυκερίδια, μέσα στο λίπος, περιέχονται και ελεύθερα οξέα και γλυκερίνη που προέρχονται από την υδρόλυση των γλυκεριδίων [4].

#### **ΓΑΛΑΚΤΩΜΑ**

Το γαλάκτωμα αποτελείται από δύο μη αναμίξιμα υγρά (ή δύο φάσεις), με το ένα από τα δύο υγρά να διασπείρεται ως μικρά σφαιρικά σταγονίδια στο άλλο υγρό (Fribergetal., 2004; McClements, 2005). Στη βιομηχανία τροφίμων, τα δύο μη αναμίξιμα υγρά είναι συνήθως έλαιο και νερό, αλλά αυτό δεν είναι πάντοτε απαραίτητο (για παράδειγμα, μπορεί κανείς να παράγει «νερό-σε-νερό» γαλακτώματα) (Norton & Frith, 2001, Norton, Frith & Ablett, 2006). Η μέση διάμετρος των σταγονιδίων είναι από 0,1 έως 100 μm.

Τα γαλακτώματα ταξινομούνται σε:

1. Γαλάκτωμα που τα σταγονίδια ελαίου διασπείρονται σε μία υδατική φάση και είναι γνωστό ως ένα γαλάκτωμα έλαιο σε νερό (O/W) π.χ. γάλα, κρέμα γάλακτος, παγωτό, σάλτσες, μαγιονέζα, ποτά, σούπες, σάλτσες.

2. Γαλάκτωμα που τα σταγονίδια νερού διασπείρονται σε μία φάση ελαίου αναφέρεται ως νερό σε έλαιο (W/O) γαλάκτωμα, π.χ. βούτυρο, μαργαρίνη κτλ.

Το περιβάλλον στο οποίο γίνεται η διασπορά αναφέρεται ως "φάση διασποράς", "συνεχής φάση" ή "εξωτερική φάση", ενώ η φάση που διασπείρεται στο παραπάνω περιβάλλον αναφέρεται ως "διασπαρμένη φάση", "ασυνεχής φάση" ή «εσωτερική φάση".

Είναι επίσης δυνατό να δημιουργηθούν διαφόρων τύπων πολλαπλά γαλακτώματα, π.χ., έλαιο-σε-νερό-σε-έλαιο (O/W/O), νερό-σε-έλαιο-σε-νερό (W/O/W), έλαιο-σε-νερό-σε-νερό (O/W/W) (Fribergetal., 2004, Garti, 1997a, Garti, 1997b, Garti&Bisperink, 1998, Kim, Decker & McClements, 2006) [11].

Το γάλα, ως το κατεξοχήν φυσικό γαλάκτωμα, περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό (96%) των λιπαρών μορίων διεσπαρμένο στον όγκο του σε σχηματισμούς που ονομάζονται λιποσφαίρια, έτσι διατηρείται σε μία φάση χωρίς να διαχωρίζεται [11]. Η διάμετρος των λιποσφαιρίων, στο μη επεξεργασμένο γάλα, είναι από 0,1-20 μm με μέσο όρο 3-4 μm (ο μέσος όρος και η κλίμακα ποικίλουν ανάλογα με το είδος, τη διατροφή και την υγεία του ζώου, το στάδιο της γαλουχίας, κτλ.). Το γάλα περιέχει  $15 \times 10^9$  λιποσφαίρια ανά mL, με συνολικό εμβαδό διεπιφάνειας 1,2-2,5 m<sup>2</sup>/g λίπους. Αυτό το μεγάλο εμβαδό διεπιφάνειας σημαίνει ότι οι ιδιότητες της διαχωριστικής γαλακτωματοποιητικής επιφάνειας παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της συμπεριφοράς των λιποσφαιρίων. Η γαλακτωματοποίηση του λίπους στο γάλα επιτυγχάνεται με διάτμηση των λιποσφαιρίων.

Τα λιποσφαίρια αποτελούνται κατά 98% από τρυγλυκερίδια, το υπόλοιπο 2% απαρτίζεται από φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες, στερόλες, εστέρες στερολών και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπαρών μορίων βρίσκεται στο εσωτερικό των λιποσφαιρίων [11].

Το εξωτερικό των λιποσφαιρίων αποτελείται από μία μεμβράνη πάχους 10μm που δρα ως γαλακτωματοποιητής, ώστε να βρίσκονται τα λιπαρά μόρια διεσπαρμένα στο υδατικό περιβάλλον του γάλακτος. Η σύσταση της μεμβράνης των λιποσφαιρίων είναι κυρίως πρωτεϊνικής φύσης, αφού αποτελείται κατά μέσο όρο από 40% καζεϊνικά μόρια, επιπλέον υπάρχουν φωσφολιπίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα, στερόλες και υδρογονάνθρακες, δεσμευμένοι στις πρωτεΐνες και στα λιπαρά. Σύμφωνα με

μελέτες οι πρωτεΐνες που συμμετέχουν στο σχηματισμό της μεμβράνης που περιβάλλει τα λιποσφαίρια είναι κυρίως οι κ-,  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ - και β- καζεΐνες, αλλά και η β-γαλακτογλοβουλίνη, η αλβουμίνη ορού καθώς και τρεις ανοσοσφαιρίνες [13,14]. Τα λιποσφαίρια σχηματίζονται κατά την έκκριση του γάλακτος από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών, συγκεκριμένα στο σύμπλεγμα Golgi των μαστικών κυττάρων, κατά τη μετέπειτα πορεία το γάλακτος τα λιποσφαίρια κινούνται μέσα στον όγκο του γάλακτος με κίνηση Brown [7].

Κατά την κίνησή τους αυτή τα λιποσφαίρια συγκρούονται και, σύμφωνα με την αρχή Laplace, τα μεγαλύτερα απορροφούν τα μικρότερα, οπότε και συνεχώς μεγαλώνουν περισσότερο. Εν ευθέτω χρόνο όλα τα λιποσφαίρια θα ενωθούν και θα σχηματίσουν μία λιπαρή φάση μέσα στο γάλα η οποία θα αποκορυφωθεί λόγω διαφορετικού ειδικού βάρους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φυσική αποκορύφωση και έχει ως αποτέλεσμα να βάλλεται η σταθερότητα του γάλακτος, ως γαλάκτωμα, και να διαχωρίζεται σε 2 φάσεις: α) το αποβουτυρωμένο και β) την κρέμα. Διαφοροποιείται από τα τυπικά γαλακτώματα ελαίου σε νερό (O/W) όπου όταν, και αν, διασπαστούν οι δύο φάσεις θα είναι το νερό και το έλαιο, εν προκειμένω θα είναι η κρέμα που είναι τα λιποσφαίρια με τα περιεχόμενά τους και το αποβουτυρωμένο γάλα με καζεϊνικά μικύλλια, ελεύθερα μόρια πρωτεϊνών ορού, λακτόζη και λοιπά ιόντα [7].

#### 1.4.5 ΜΕΤΑΛΛΑ - ΙΟΝΤΑ

Τα κυριότερα κατιόντα που βρίσκονται στο γάλα είναι τα:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , και  $\text{Zn}^{2+}$ , ενώ από τα ανιόντα τα:  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $[\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COO})_3]^{3-}$ , επιπλέον υπάρχουν μικρές ποσότητες  $\text{NH}_2^+$  και  $\text{COO}^-$ . Τα περισσότερα ιόντα βρίσκονται διαλυμένα στο υδατικό διάλυμα του γάλακτος, εκτός από το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το κιτρικό ανιόν και το φωσφορικό ανιόν που εκτός από διαλυμένα στην υδατική φάση βρίσκονται και στα μικύλλια καζεΐνης [6, 7].

### 1.4.6 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Στο γάλα περιέχονται όλες οι βιταμίνες (**Πίνακας 3**), πολλές εκ των οποίων σε σημαντικές ποσότητες σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού (Recommended Daily Intake, RDI). Οι βιταμίνες χωρίζονται με βάση τη διαλυτότητά τους στο νερό, αφού δεν μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τις χημικές τους δομές. Η περιεκτικότητα του πρωτογάλακτος στις περισσότερες βιταμίνες είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή του κανονικού γάλακτος. Γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το βούτυρο και το τυρί, στα οποία περιλαμβάνεται το λίπος του γάλακτος, περιέχουν σχεδόν όλη την ποσότητα των λιποδιαλυτών βιταμινών που περιείχε το γάλα από το οποίο παρασκευάστηκαν, σε μεγαλύτερη μάλιστα αναλογία.

Οι βιταμίνες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) Στις Λιποδιαλυτές και β) στις υδατοδιαλυτές.

**Πίνακας 3:** Ενδεικτική περιεκτικότητα σε βιταμίνες του αγελαδινού και του ανθρώπινου γάλακτος (Walstra&Jennes, 1984, Fox & McSweeney, 1998).

Βιταμίνες	Περιεχόμενο (mg/L)		Ενδεικτική συνιστώμενη Ημερήσια πρόσληψη Ενηλίκων (RDI,mg/ημέρα)
	Αγελαδινό	Ανθρώπινο	
Βιταμίνη Α *	1,1	0,6	1,00
Βιταμίνη D	0,0006	0,0006	0,005
Βιταμίνη E	0,98	6,64	10,0
Βιταμίνη K	0,01	0,02	0,08
Θειαμίνη (B1)	0,44	0,16	1,40
Ριβοφλαβίνη (B2)	1,75	0,36	1,60
Νιασίνη	0,94	1,47	18,0
Παντοθενικό οξύ	3,46	1,84	5
Βιταμίνη B6	0,64	0,10	2,20
Βιοτίνη	0,031	0,008	0,15
Φολλικό οξύ	0,050	0,050	0,40
Κοβαλαμίνη (B12)	0,0043	0,0003	0,003
Ασκορβικό οξύ (C)	21	43	60

\*: ρετινόλη + β-καροτένιο/6

#### 1.4.6.1 ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

##### Βιταμίνη Α (Ρετινόλη)

Η βιταμίνη Α στο γάλα υπάρχει ως ρετινόλη, ως εστέρες της ρετινόλης και ως καροτένια. Το β-καροτένιο που είναι πολυμερές ισοπρενίων είναι προβιταμίνη Α και

μπορεί να διαχωρισθεί στη μέση αποδίδοντας 2 μόρια ρετινόλης. Τα καροτενοειδή συντίθενται από τα φυτά και τα ζώα τα προμηθεύονται από την τροφή. Η ενεργότητα της βιταμίνης A στο γάλα εκφράζεται λαμβάνοντας υπόψη και τα καροτένια (**Πίνακας 3**). Η συνήθης αναλογία καροτενίων προς ρετινόλη στο αγελαδινό γάλα είναι 1:2. Στην πράξη 6 μg β-καροτενίου αποδίδουν 1 μg ρετινόλης και 12 μg άλλων καροτενοειδών αποδίδουν επίσης 1 μg ρετινόλης, με αποτέλεσμα το 1 ισοδύναμο ρετινόλης (RE) να ορίζεται ως 1 μg ρετινόλης και 6 μg β-καροτενίου ή 12 μg άλλων καροτενοειδών

Το γάλα είναι από τις σημαντικότερες πηγές βιταμίνης A για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η συγκέντρωση της βιταμίνης A στο γάλα εξαρτάται από την ποσότητα των καροτενοειδών της τροφής και όπως είναι φυσικό είναι χαμηλότερη στο γάλα που παράγεται το χειμώνα. Εξαρτάται επίσης και από τη φυλή. Είναι γνωστό ότι οι αγελάδες των φυλών Jersey και Guernsey παράγουν γάλα με έντονα κίτρινο λίπος, καθώς μετατρέπουν λιγότερα καροτένια σε βιταμίνη A.

Η βιταμίνη A είναι σταθερή στις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος, μέχρι 100 °C και επιπλέον, δεν καταστρέφεται από τη UHT επεξεργασία. Απώλειες όμως συμβαίνουν κατά την αποθήκευση αυτού του τύπου γάλακτος σε θερμοκρασία δωματίου. Είναι ευαίσθητη στην παρουσία οξυγόνου και στο φως. Κατά την τυροκόμηση, το μεγαλύτερο μέρος της περνά στο τυρί, μαζί με το λίπος του γάλακτος.

### **Βιταμίνη D (Καλσιφερόλη)**

Στο γάλα υπάρχουν επίσης οι βιταμίνες D2 και D3. Η D2 ονομάζεται εργοκαλσιφερόλη και είναι συστατικό των φυτών, το οποίο σχηματίζεται με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην εργοστερόλη. Η βιταμίνη D3 (χοληκαλσιφερόλη) σχηματίζεται με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην 7-δεϋδροχολη-στερόλη. Στα ζώα σχηματίζεται, όταν το δέρμα εκτεθεί για αρκετές ημέρες στην ηλιακή ακτινοβολία και η συγκέντρωση της παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (~100-800 ng/L). Επομένως, η περιεκτικότητα του γάλακτος σε βιταμίνη D επηρεάζεται από τη διατροφή και την ποσότητα του ηλιακού φωτός που δέχτηκαν τα ζώα. Παρότι η συγκέντρωσή της στο γάλα είναι χαμηλή, είναι κρίσιμη για την απορρόφηση του ασβεστίου. Οι καλσιφερόλες είναι αντιραχητικές βιταμίνες και ο κύριος ρόλος τους είναι ο έλεγχος της πρόσληψης ασβεστίου από τα οστά,

ενισχύοντας την πρόσληψη του από το έντερο. Η βιταμίνη D δεν καταστρέφεται κατά τις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος. Καταστρέφεται μόνο μετά από παρατεταμένη έκθεση στο φως και στο οξυγόνο.

### **Βιταμίνη E (Τοκοφερόλες)**

Ο όρος βιταμίνη E αντιστοιχεί σε μία ομάδα τοκοφερολών, η κυριότερη από τις οποίες είναι η α-τοκοφερόλη. Είναι αντιοξειδωτικό συστατικό και προστατεύει τα λιπίδια και τις μεμβράνες του σώματος από τη φθορά που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες. Ένα μέρος της βρίσκεται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων και προστατεύει τα φωσφολιπίδια από την οξείδωση. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε βιταμίνη E είναι σχετικά χαμηλή σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού. Επηρεάζεται σε μικρό βαθμό από τη διατροφή και είναι λιγότερη στο γάλα που παράγεται το χειμώνα. Είναι σταθερή κατά τη θέρμανση σε θερμοκρασίες <100 °C. Μπορεί ωστόσο να καταστραφεί μερικά με εκτεταμένη έκθεση στο φως παρουσία οξυγόνου. Επιπλέον, προοξειδωτικοί παράγοντες όπως ο σίδηρος και ο χαλκός επιταχύνουν την οξείδωσή της.

### **Βιταμίνη K (Φυλλοκινόνη-Μενακινόνη)**

Η βιταμίνη αυτή υπάρχει σε μικρές ποσότητες στο γάλα. Η φυσιολογική της δράση εντοπίζεται στη διαδικασία πήξης του αίματος, καθώς είναι απαραίτητη για τη σύνθεση πρωτεϊνών που εμπλέκονται σε αυτή (όπως η προθρομβίνη). Ο άνθρωπος την προμηθεύεται από τα φυτά (φυλλοκινόνη) ή από μικροβιακή σύνθεση στο πεπτικό του σύστημα (μενακινόνη). Οι επεξεργασίες που εφαρμόζονται στο γάλα δεν φαίνεται να επηρεάζουν τη σταθερότητά της

#### **1.4.6.2 ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η βιταμίνη C και οι βιταμίνες της ομάδας B. Το γάλα είναι σημαντική πηγή πολλών βιταμινών της ομάδας αυτής (B1, B2, B12, φολλικό οξύ).

### **Βιταμίνη B1 (Θειαμίνη)**

Η θειαμίνη δρα ως συνένζυμο με τη μορφή της πυροφωσφορικής θειαμίνης στις αντιδράσεις μεταβολισμού των υδατανθράκων και η έλλειψή της προκαλεί τη γνωστή ασθένεια του νευρικού συστήματος beriberi. Το γάλα θεωρείται σημαντική πηγή θειαμίνης για τον άνθρωπο (~0,3-0,5 mg/L), η οποία βρίσκεται σε αυτό κατά τα 2/3 με την ελεύθερη μορφή της και κατά το 1/3 φωσφορυλιωμένη ή συνδεδεμένη σε πρωτεΐνες. Στο μεγαλύτερο ποσοστό της παράγεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, με αποτέλεσμα η διατροφή, η εποχή του έτους και η φυλή του ζώου να έχουν μικρή επίδραση στη συγκέντρωσή της. Είναι σταθερή κατά την παστερίωση και την UHT επεξεργασία του γάλακτος, αλλά η κλασική αποστείρωση προκαλεί μείωσή της κατά 20-45%. Είναι ευαίσθητη στην παρουσία οξυγόνου και στην έκθεση στο φως, σε μικρότερη όμως έκταση σε σχέση με τις άλλες φωτοευαίσθητες βιταμίνες.

### **Βιταμίνη B2 (Ριβοφλαβίνη)**

Από το μόριο της ριβοφλαβίνης προέρχονται οι προσθετικές ομάδες FMN (φλαβινομονονουκλεοτίδιο) και FAD (φλαβινοαδενινικό δινουκλεοτίδιο), οι οποίες συμμετέχουν σε πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις του μεταβολισμού. Στο γάλα η ριβοφλαβίνη υπάρχει κατά 65-95% με την ελεύθερη μορφή της, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό απαντάται με τη μορφή FMN και FAD. Είναι κιτρινοπράσινη χρωστική του ορού του γάλακτος και του τυρογάλακτος, που τους προσδίδει χαρακτηριστικό κιτρινωπό χρώμα και παλαιότερα ονομαζόταν λακτοφλαβίνη. Το γάλα είναι σημαντική πηγή ριβοφλαβίνης για τον άνθρωπο. Η συγκέντρωσή της είναι ~ 1,7 mg/L και επηρεάζεται σε μικρό βαθμό από την εποχή και τη φυλή του ζώου. Είναι σταθερή στη θέρμανση και στην παρουσία οξυγόνου, αλλά και το πιο φωτοευαίσθητο συστατικό του γάλακτος. Η έκθεσή της στο ηλιακό φως ή στο φως των χώρων διακίνησης και πώλησης του γάλακτος μπορεί να προκαλέσει αποικοδόμησή της, με αποτέλεσμα να προκαλείται οξείδωση καταρχήν της βιταμίνης C και κατόπιν άλλων συστατικών του γάλακτος όπως το φυλλικό οξύ, η μεθειονίνη, η κυστεΐνη και ίσως και των πρωτεϊνών του ορού. Συγκεκριμένα, απορροφά ακτινοβολία (μέγιστο στα 450 nm) και η διεγερμένη ριβοφλαβίνη (φωτο-οξείδωση) μπορεί να οξειδώσει το δεϋδρο-ασκορβικό οξύ. Αποτέλεσμα αυτών των αλλαγών, εκτός από την απώλεια της θρεπτικής αξίας, είναι και η δημιουργία ανεπιθύμητων οσμών που εμφανίζονται σε



μεταγενέστερο χρόνο στο γάλα. Σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο αυτό διαδραματίζει το είδος της συσκευασίας του γάλακτος.

### **Βιταμίνη B3 (Νιασίνη)**

Η νιασίνη (νικοτινικό οξύ + νικοτιναμίδιο) αποτελεί μέρος των συνενζύμων NAD (νικοτιναμιδο-αδενινο δινουκλεοτίδιο) και NADP (φωσφορικό νικοτιναμιδο-αδενινο δινουκλεοτίδιο). Η έλλειψή της προκαλεί τη γνωστή ασθένεια πελλάγρα. Στο γάλα ανιχνεύεται κυρίως με τη μορφή νικοτιναμιδίου σε συγκέντρωση χαμηλή σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού (~1-2 mg/L), η οποία δεν επηρεάζεται από τη φυλή, τη διατροφή, την εποχή και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Η χαμηλή της όμως συγκέντρωση αντισταθμίζεται από την τρυπτοφάνη των πρωτεϊνών του γάλακτος, από την οποία ο άνθρωπος και πολλά ζώα μπορούν να συνθέσουν νιασίνη. Είναι σταθερή κατά την έκθεση στο φως και στις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος, ακόμη και στην κλασική αποστείρωση.

### **Βιταμίνη B5 (Παντοθενικό οξύ)**

Η βιταμίνη αποτελεί μέρος του συνενζύμου A και επομένως συμμετέχει στο μεταβολισμό των λιπιδίων και των υδατανθράκων. Το γάλα περιέχει ~3,5 mg/L παντοθενικό οξύ που μπορεί να καλύψει μεγάλο μέρος των ανθρώπινων αναγκών. Η συγκέντρωσή του στο γάλα εξαρτάται από τη διατροφή, τη φυλή, την εποχή και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Είναι σταθερό στο φως και στις θερμικές επεξεργασίες που εφαρμόζονται στο γάλα.

### **Βιταμίνη B6 (Πυριδοξάλη, Πυριδοξίνη, Πυριδοξαμίνη)**

Η βιταμίνη συμμετέχει στη δομή των τρανσαμινασών. Στο γάλα απαντάται κυρίως με τη μορφή της πυριδοξάλης (80%) και το υπόλοιπο με τη μορφή της πυριδοξαμίνης. Η συγκέντρωσή της στο γάλα, είναι χαμηλή ~0,5 mg/L, ενώ στο πρωτόγαλα είναι σημαντικά υψηλότερη. Δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη φυλή και τη διατροφή. Η παστερίωση και η UHT επεξεργασία προκαλούν μικρές απώλειες. Εκτεταμένη καταστροφή της μπορεί να συμβεί ωστόσο κατά την αποθήκευση του UHT γάλακτος, ενώ παρουσιάζει και ιδιαίτερη ευαισθησία στην υπεριώδη ακτινοβολία.

### **Βιοτίνη**

Η βιοτίνη είναι προσθετική ομάδα καρβοξυλασών και βρίσκεται στο γάλα με την ελεύθερη μορφή της σε χαμηλές σχετικά συγκεντρώσεις (~20-40 μg/L) οι οποίες δεν

επηρεάζονται από τη διατροφή, τη φυλή, την εποχή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, τις θερμικές επεξεργασίες ή την έκθεση στο φως.

### **Φολλικό (φυλλικό) οξύ**

Το φολλικό οξύ παίζει ρόλο σε πολλές διαφορετικές μεταβολικές διαδικασίες και είναι κρίσιμος παράγοντας της αιμοποιητικής διαδικασίας, καθώς και της βιοσύνθεσης των νουκλεοτιδίων. Στο γάλα βρίσκεται συνδεδεμένο με ειδική πρωτεΐνη και η συγκέντρωση του είναι ~50-60 μg/L, η οποία δεν επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Το φολλικό οξύ είναι ευαίσθητο συστατικό. Είναι ανθεκτικό κατά την παστερίωση, είναι όμως ευαίσθητο στη UHT επεξεργασία, ενώ κατά την κλασική αποστείρωση καταστρέφεται κατά 50%. Είναι επίσης πολύ ευαίσθητο στην έκθεση στο φως αλλά και στην παρουσία οξυγόνου. Η παρουσία του ασκορβικού οξέος στο γάλα περιορίζει τις απώλειες σε φολλικό, καθώς μέσω της εύκολης οξειδωσης του περιορίζει το διαθέσιμο οξυγόνο.

### **Βιταμίνη B12 (Κοβαλαμίνη)**

Είναι η μοναδική βιταμίνη που περιέχει μέταλλο στο μόριο της Co, παρουσιάζει την πιο πολύπλοκη δομή και η έλλειψή της έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κακοήθους αναιμίας. Η βιταμίνη B12 λαμβάνεται από ζωικά τρόφιμα, στα οποία είναι συνδεδεμένη με πρωτεΐνες από τις οποίες αποσυνδέεται κατά την πέψη. Το γάλα είναι σημαντική πηγή κοβαλαμίνης (~ 4 μg/L) και η συγκέντρωση της εξαρτάται από τα επίπεδα Co στην τροφή των αγελάδων. Στο πρωτόγαλα υπάρχει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις. Είναι σχετικά σταθερή στην παστερίωση, όμως η UHT επεξεργασία και κυρίως η αποθήκευση του UHT γάλακτος προκαλούν σοβαρές απώλειες. Είναι όμως σταθερή στην επίδραση του φωτός.

### **Βιταμίνη C (Ασκορβικό οξύ)**

Το ασκορβικό οξύ διαδραματίζει όπως είναι γνωστό σημαντικό ρόλο σε πολλές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Είναι μεταξύ άλλων σημαντικός αντιοξειδωτικός παράγοντας για πολλά βιολογικά συστήματα και το ίδιο ισχύει και για το γάλα. Προέρχεται από την τροφή και από βιοσύνθεση στο σκύατι των ζώων. Από διατροφική άποψη, η παρουσία του ασκορβικού οξέος στο γάλα έχει μικρή σημασία, καθώς υπάρχει σε μικρές ποσότητες (~10-25 mg/L) σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού. Επιπλέον, είναι θερμοευαίσθητο

συστατικό. Ποσοστό του μεγαλύτερο από 75% επιζεί της παστερίωσης, αλλά η αποστείρωση μπορεί να επιφέρει πλήρη καταστροφή του.

Το ασκορβικό οξύ του γάλακτος ασκεί προστατευτικό ρόλο έναντι των οξειδώσεων άλλων συστατικών του. Αμέσως μετά την άμελξη οξειδώνεται. Η πρώτη μεταβολή είναι η αντιστρεπτή οξείδωση προς δεϋδρο-ασκορβικό παρουσία  $O_2$  και μεταλλικών ιόντων (κυρίως  $Cu^{2+}$  και  $Fe^{3+}$ ) και ουσιαστικά δeneπιφέρει απώλεια της βιταμίνης C. Η ισοροπία αυτής της αντίδρασης σταθεροποιεί το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh) του γάλακτος. Περαιτέρω όμως οξείδωση προς δικετογουλονικό οξύ είναι μη αντιστρεπτή και καταστρέφει τη βιταμίνη, ενώ στην πραγματικότητα καταστρέφει και το «ρυθμιστικό» ρόλο της προηγούμενης αντιστρεπτής αντίδρασης. Η μη αντιστρεπτή οξείδωση που πρακτικά καταστρέφει το ασκορβικό οξύ του γάλακτος, συμβαίνει παρουσία  $O_2$  και όταν η ριβοφλαβίνη του γάλακτος έχει οξειδωθεί εξαιτίας της επίδρασης του φωτός (φωτο-οξείδωση). Επομένως, η καταστροφή της ριβοφλαβίνης που προκαλείται από το φως προκαλεί οξείδωση του ασκορβικού, το οποίο πλέον δεν μπορεί να «προστατεύσει» το φολλικό οξύ από την οξείδωση.

#### 1.4.7 ENZYMA ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Στο γάλα εκτός από τα ενδογενή ή φυσικά ένζυμα που υπάρχουν σε αυτό όπως παραλαμβάνεται κατά την άμελξη του ζώου και τα οποία ανήκουν στα δευτερεύοντα συστατικά του γάλακτος, δραστηριοποιούνται και άλλα ένζυμα που προέρχονται από τους μικροοργανισμούς του.

Υπάρχουν σχεδόν 70 ενδογενή (φυσικά) ένζυμα στο γάλα, αλλά μόνο 20 περίπου εξ αυτών έχουν χαρακτηριστεί. Προέρχονται κυρίως από το αίμα του ζώου, από τα σωματικά ή από τα γαλακτικά κύτταρα και μπορεί να είναι συνδεδεμένα με διαφορετικά δομικά στοιχεία του γάλακτος. Αρκετά βρίσκονται στον **ορό του γάλακτος**, μερικά είναι συνδεδεμένα στα **καζεϊνικά μικκύλια** (πλασμίνη, λιποπρωτεϊνική λιπάση) και άλλα στη **μεμβράνη των λιποσφαιρίων** (π.χ. αλκαλική φωσφατάση, ζανθίνη-οξειδάση). Παρά τη μεγάλη ποικιλία ενζύμων που περιέχει, το γάλα δεν αλλοιώνεται εύκολα από αυτά, γιατί τα περισσότερα ανιχνεύονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και μερικά από αυτά δεν βρίσκονται με την ενεργή τους μορφή. Επιπλέον, οι συνθήκες στο γάλα δεν ευνοούν γενικά τη δράση τους. Η δραστηριότητα των περισσότερων ενδογενών ενζύμων του γάλακτος

διαφέρει μεταξύ των διαφόρων ειδών ζώων και για το ίδιο είδος διαφέρει σημαντικά μεταξύ μεμονωμένων ζώων, καθώς και κατά τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου. Αυξάνει δε σημαντικά όταν υπάρχουν μολύνσεις του μαστού των ζώων (μαστίτιδες). Αν και τα ένζυμα ανήκουν στα δευτερεύοντα συστατικά του γάλακτος από άποψη ποσότητας, έχουν πολύ μεγάλη σημασία για το γάλα και τα προϊόντα του:

- Είναι υπεύθυνα για την παραγωγή ουσιών γεύσης-αρώματος (επιθυμητών ή ανεπιθύμητων) στο γάλα και στα προϊόντα του, π.χ. λιποπρωτεϊνική λιπάση.
- Προκαλούν υδρόλυση των πρωτεϊνών (πρωτεόλυση) στο γάλα και τα προϊόντα του, όπως συμβαίνει π.χ. με τη δράση της πλασμίνης κατά την ωρίμαση πολλών τυριών.
- Όλα αδρανοποιούνται με τις διάφορες θερμικές κατεργασίες, όμως μερικά αδρανοποιούνται και με απλή παστερίωση. Η ευαισθησία τους στη θέρμανση είναι η βάση πολλών προσδιορισμών της έκτασης της θέρμανσης του γάλακτος π.χ. αλκαλική φωσφατάση.
- Έχουν αντιβακτηριακή δράση, π.χ. λυσοζύμη, λακτοϋπεροξειδάση.
- Μερικά από αυτά χρησιμοποιούνται ως δείκτες της κατάστασης υγείας του μαστού των ζώων.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα κυριότερα ενδογενή ένζυμα του γάλακτος και η σημασία τους.

Η **πλασμίνη** είναι υδρολάση (πρωτεάση τύπου σερίνης) και αποτελεί την κύρια ενδογενή πρωτεάση του γάλακτος. Η δράση της στο γάλα καθορίζεται από τη δράση άλλων ενδογενών ενζύμων (ενεργοποιητές του πλασμινογόνου), καθώς και συστατικών του γάλακτος που δρουν ως αναστολείς της (π.χ. πρωτεΐνες του ορού), με αποτέλεσμα συχνά να αναφέρεται ο όρος «σύστημα πλασμίνης». Υδρολύει κυρίως τη β-καζεΐνη με προϊόντα υδρόλυσης τις γ-καζεΐνες και μερικές πρωτεόζες-πεπτόνες. Υδρολύει επίσης και την  $\alpha_2$ -καζεΐνη. Συμμετέχει στην εξέλιξη της πρωτεόλυσης (δηλαδή στη μετατροπή των καζεϊνών σε πολυπεπίδια) κατά την ωρίμανση των τυριών. Είναι εξαιρετικά θερμοανθεκτική και έχει αναφερθεί ότι σχετίζεται με ελαττώματα που παρατηρούνται κατά την αποθήκευση του UHT γάλακτος, όπως πίκρισμα και δημιουργία πηγμάτων.

Η **λιποπρωτεϊνική λιπάση** είναι υδρολάση που η δράση της έγκειται στην απελευθέρωση λιπαρών οξέων από τις θέσεις 1 και 3 του τριγλυκεριδίου. Αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση του ελαττώματος της υδρολυτικής τάγγισης και της δυσάρεστης γεύσης-αρώματος. Για να δράσει πρέπει να προηγηθεί η ρήξη της μεμβράνης του λιποσφαιρίου, ώστε να έρθει σε επαφή με το υπόστρωμά της, αφού η ίδια βρίσκεται στο καζεϊνικό μικκύλιο. Ευτυχώς, το μεγαλύτερο μέρος της καταστρέφεται κατά την παστερίωση του γάλακτος.

Η **αλκαλική φωσφατάση** είναι υδρολάση που μπορεί κάτω από κατάλληλες συνθήκες, οι οποίες είναι δύσκολο να υπάρξουν στο γάλα και στα προϊόντα του, να αποφωσφορυλίωσε τις καζεΐνες. Έχει μεγάλη τεχνολογική σημασία, γιατί οι συνθήκες αδρανοποίησής της είναι λίγο υψηλότερες από αυτές που απαιτούνται για την αδρανοποίηση του πιο ανθεκτικού παθογόνου μικροοργανισμού του γάλακτος (*Mycobacterium tuberculosis*). Καταστρέφεται κατά την παστερίωση του γάλακτος και η αδρανοποίησή της χρησιμοποιείται από τη νομοθεσία ως δείκτης για την κανονική παστερίωση του γάλακτος.

Η **λακτοϋπεροξειδάση** ή **γαλακτοϋπεροξειδάση** είναι μία οξειδάση που παρουσιάζει αντιβακτηριακή δράση στο γάλα παρουσία χαμηλών συγκεντρώσεων  $H_2O_2$  και  $SCN^-$ . Η αντιβακτηριακή δράση του συστήματος αυτού (που υπάρχει και στο σάλιο) ενισχύεται και από τη δράση του ενζύμου ξανθίνη-οξειδάση. Επιζει της παστερίωσης του γάλακτος, αλλά καταστρέφεται σε υψηλότερες συνθήκες θέρμανσης. Χρησιμοποιείται από τη νομοθεσία ως δείκτης θερμικής επεξεργασίας σε συνθήκες εντονότερες από αυτές της παστερίωσης (π.χ. υψηλή παστερίωση). Είναι το ένζυμο με την υψηλότερη συγκέντρωση στο γάλα και αποτελεί ~0,5% των πρωτεϊνών του ορού (~0,1% των συνολικών πρωτεϊνών).

Η **καταλάση** είναι μία οξειδοοδουκτάση, της οποίας η συγκέντρωση αυξάνεται όταν αυξάνεται ο αριθμός των σωματικών κυττάρων στο γάλα. Επομένως, η αυξημένη δραστηριότητά της θεωρείται ένδειξη κακής υγείας του μαστού. Σήμερα ωστόσο σπάνια χρησιμοποιείται ως δείκτης για τη μαστίτιδα, καθώς η ποσότητά της επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, όπως η διατροφή και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου.

Η **ξανθίνη-οξειδάση** είναι οξειδοοδουκτάση που υπάρχει σε αξιόλογες ποσότητες στο αγελαδινό γάλα και σε πολύ χαμηλότερες στο γάλα προβάτων και αιγών. Συμμετέχει στη δομή της μεμβράνης των λιποσφαιρίων και φαίνεται ότι

διαδραματίζει κάποιο ρόλο κατά την έκκριση των λιποσφαιρίων από τα γαλακτικά κύτταρα. Μπορεί να δρα ως προοξειδωτικός παράγοντας κατά την αυτο-οξειδωση του λίπους του γάλακτος. Επεξεργασίες όπως η ομογενοποίηση και η ψύξη μπορούν να προκαλέσουν απελευθέρωσή της από τη μεμβράνη των λιποσφαιρίων.

Η **λυσοζύμη** είναι αντιβακτηριακό ένζυμο που υδρολύει τους πολυσακχαρίτες των κυτταρικών τοιχωμάτων των βακτηρίων. Υπάρχει σε μικρές ποσότητες στο αγελαδινό γάλα. Αντίθετα το ανθρώπινο γάλα περιέχει σημαντικές ποσότητες λυσοζύμης.

Άλλα ενδογενή ένζυμα του γάλακτος είναι διάφορες πρωτεάσες των λυσισωμάτων των σωματικών κυττάρων με κυριότερη την καθεψίνη D, η όξινη φωσφατάση, η αμυλάση, η ριβονουκλεάση, η γ-γλουταμυλ-τρανσφεράση, η οποία έχει προταθεί και ως δείκτης για τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος, η δισμουτάση των υπεροξειδίων, η οποία συμμετέχει στην αυτοοξειδωση των λιπών ως αντιοξειδωτικός παράγοντας, η οξειδάση των σουλφυδριλίων, η αλδολάση κ.α.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### HACCP

#### 2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

#### HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINT (HACCP)

Για τη διατήρηση και διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας των γαλακτοκομικών προϊόντων, είναι απαραίτητη η υιοθέτηση του HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) από όλες τις γαλακτοβιομηχανίες, ως εργαλείου διαχείρισης της ασφάλειας και ποιότητάς τους, στα πρότυπα ISO 22000 και ISO 9001.

Το HACCP είναι καταρχήν μία μέθοδος αναγνώρισης όλων των κινδύνων (Hazard Analysis) που αφορούν στην ασφάλεια, από το ακατέργαστο γάλα έως το συσκευασμένο γαλακτοκομικό προϊόν. Στη συνέχεια εκτιμά τους σχετικούς κινδύνους (Critical Control Point) και προσδιορίζει τις λειτουργίες όπου ο έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας θα είναι αποδοτικός.

Σε αυτό το σύστημα διασφάλισης της ασφάλειας περιλαμβάνονται οι παρακάτω 7 βασικές αρχές, οι οποίες μπορούν να δώσουν τη βάση εφαρμογής του συστήματος, από την παραγωγή στην κατανάλωση:

**1<sup>η</sup> Αρχή:** Προσδιορισμός των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με την παραγωγή των τροφίμων σε όλα τα στάδια, από την ανάπτυξη και συγκομιδή των πρώτων υλών, την παραγωγική διαδικασία, επεξεργασία και διανομή, μέχρι την τελική προετοιμασία και κατανάλωσή τους. Αξιολόγηση της πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων και προσδιορισμός των προληπτικών μέτρων για τον έλεγχό τους.

Ο σκοπός της ανάλυσης επικινδυνότητας (Hazard Analysis) είναι:

- Αναγνώριση πιθανώς επικίνδυνων πρώτων υλών και τροφίμων που μπορεί να περιέχουν τοξικές ουσίες, μεγάλο αριθμό παθογόνων μικροοργανισμών και/ή να ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Αναγνώριση των πιθανών πηγών και σταδίων μόλυνσης του τροφίμου με ανάλυση όλων των φάσεων της παραγωγής. Καθορισμός της πιθανότητας επιβίωσης ή πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών ή διατήρησης των χημικών και φυσικών κινδύνων κατά την παραγωγή, διανομή, αποθήκευση και

προετοιμασία για κατανάλωση του τροφίμου. Εκτίμηση της επικινδυνότητας και της σοβαρότητας των κινδύνων που αναγνωρίστηκαν.

Η ανάλυση αυτή πραγματοποιείται από μικροβιολόγο τροφίμων σε συνεργασία με ειδικευμένο προσωπικό σε θέματα παραγωγικής διαδικασίας και υγιεινής.

Απαιτούνται αρκετά προκαταρκτικά στάδια πριν τη διεξαγωγή της ανάλυσης επικινδυνότητας. Τα στάδια αυτά περιλαμβάνουν:

- Αναλυτική περιγραφή του προϊόντος
- Καταγραφή των πρώτων υλών και των συστατικών που απαιτούνται για την παραγωγή του προϊόντος
- Κατάστρωση του διαγράμματος ροής όλων των διεργασιών παραγωγής του Τροφίμου.

Αρχικό σημείο της ανάλυσης αποτελεί η απαρίθμηση των πρώτων υλών και συστατικών. Αν δεν είναι γνωστός ο συγκεκριμένος τρόπος συντήρησης ενός συστατικού, το συστατικό αυτό πρέπει να εκτιμάται για κάθε μία τεχνική συντήρησης του χωριστά.

Υπάρχουν οι :

- Ανάλυση επικινδυνότητας του τροφίμου

Αποτελείται από μία αξιολόγηση ενός συγκεκριμένου τροφίμου και των πρώτων υλών ή των συστατικών του, ώστε να καθοριστεί η πιθανότητα εμφάνισης βιολογικών (μολύνσεις ή δηλητηριάσεις), χημικών και φυσικών κινδύνων.

Η ανάλυση αυτή γίνεται σε δύο στάδια:

Στο πρώτο στάδιο κατατάσσεται το τρόφιμο και οι πρώτες ύλες ή τα συστατικά του σε σχέση με 6 χαρακτηριστικούς κινδύνους (A-F). Το τρόφιμο λαμβάνει ένα συν (+) εάν ικανοποιεί την κατηγορία του κινδύνου, ενώ λαμβάνει ένα μηδέν (0) εάν δεν την ικανοποιεί αντίστοιχα.

Το δεύτερο στάδιο αποτελεί την κατάταξη του τροφίμου, των πρώτων υλών και των συστατικών στις διάφορες κατηγορίες επικινδυνότητας (VI-0), η οποία βασίζεται στα αποτελέσματα του πρώτου σταδίου. Ο αριθμός των συν (+) καθορίζει την κατηγορία επικινδυνότητας του τροφίμου.



- Ανάλυση επικινδυνότητας της παραγωγής

Αναγνωρίζονται τα στάδια παραγωγής, όπου μπορεί να εμφανιστούν σημαντικοί κίνδυνοι. Οι κίνδυνοι είναι τέτοιας φύσης, ώστε η αποφυγή, η εξάλειψη ή η μείωσή τους σε επιθυμητά επίπεδα έχει αποφασιστική σημασία για την παραγωγή ενός ασφαλούς προϊόντος. Έτσι, κίνδυνοι με χαμηλή επικινδυνότητα και μικρή πιθανότητα εμφάνισης δεν υπάγονται στην κατηγορία αυτή.

Στη συνέχεια γίνεται αναγνώριση των προληπτικών μέτρων, δηλαδή των ενεργειών και δραστηριοτήτων που απαιτούνται για τον περιορισμό των κινδύνων ή τη μείωση της συχνότητας εμφάνισής τους σε αποδεκτά επίπεδα.

Η καταγραφή των προληπτικών μέτρων που εφαρμόζονται χωριστά, για κάθε κίνδυνο που έχει αναγνωρισθεί σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, γίνεται με τη χρήση πίνακα της ακόλουθης μορφής (φύλλο εργασίας του HACCP που στη συνέχεια συμπληρώνεται με στοιχεία και από τις υπόλοιπες αρχές.

ΣΤΑΔΙΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

**2<sup>η</sup> Αρχή:** Προσδιορισμός των σημείων/διεργασιών/φάσεων λειτουργίας που μπορούν να ελεγχθούν, για να εξαφανίσουν έναν κίνδυνο ή να ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα εμφάνισής του (Κρίσιμο Σημείο Ελέγχου-Critical Control Point-CCP).

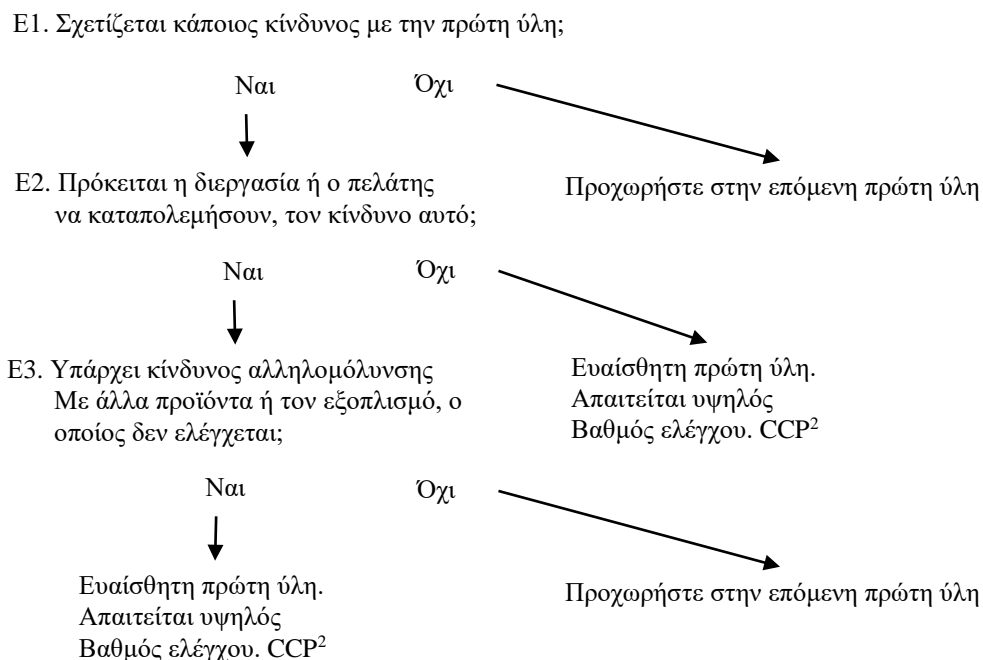
Λέγοντας «φάση λειτουργίας» σημαίνει κάθε στάδιο στην παραγωγή του τροφίμου, συμπεριλαμβανομένης της συγκομιδής και της παραλαβής των πρώτων υλών, της επεξεργασίας του τροφίμου, της μεταφοράς και αποθήκευσής του, της μεταχείρισής του από τον καταναλωτή κτλ.

Σύμφωνα με τη NACMCF (1992), ένα Κρίσιμο Σημείο Ελέγχου (CCP) ορίζεται ως το σημείο, η διεργασία ή η φάση λειτουργίας, στην οποία μπορεί να εφαρμοστεί έλεγχος και να προληφθεί, να εξαφανιστεί ή να μειωθεί σε αποδεκτά όρια ένας κίνδυνος της ασφάλειας του τροφίμου. Η απώλεια ελέγχου σε ένα CCP μπορεί να οδηγήσει σε μη αποδεκτή επικινδυνότητα για την ασφάλεια της υγείας του καταναλωτή.

Τα CCPs τοποθετούνται σε οποιοδήποτε σημείο της ροής διαδικασιών της παραγωγής, όπου πρέπει να αποτρέπονται, να εξαφανίζονται ή να μειώνονται σε επιτρεπτά όρια διάφοροι κίνδυνοι της ασφάλειας του τροφίμου.

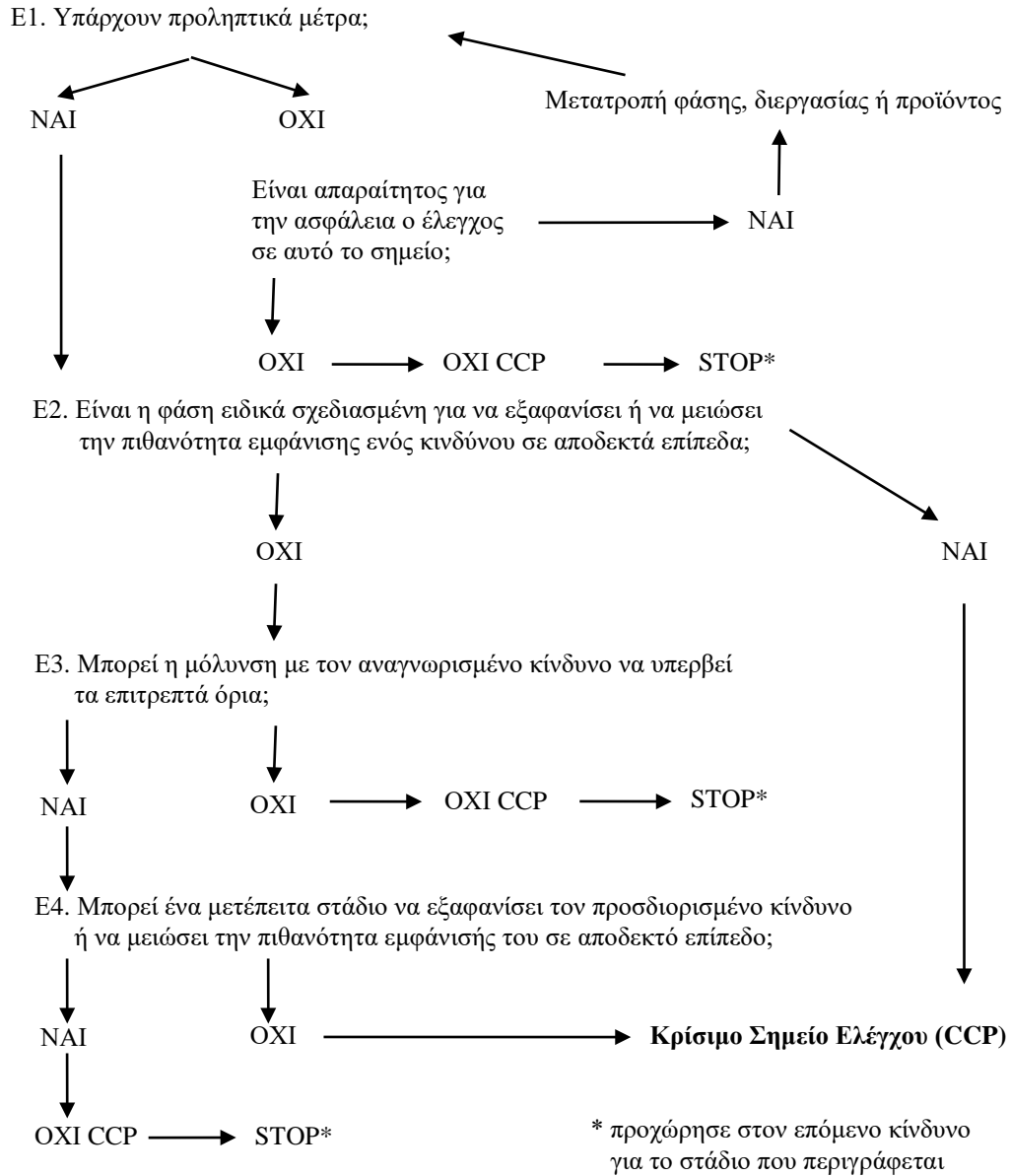
Ο προσδιορισμός των CCPs σε μία βιομηχανία ή εγκατάσταση προετοιμασίας και επεξεργασίας τροφίμων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή. Τα CCPs πρέπει να χρησιμοποιούνται με στόχο μόνο την ασφάλεια των τροφίμων και δεν πρέπει να συγχέονται με τα Σημεία Ελέγχου (Control Point - CP) που δεν σχετίζονται με την ασφάλεια και κατά συνέπεια δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε ένα σχέδιο HACCP. Ένα Σημείο Ελέγχου (CP) ορίζεται ως το σημείο, η διεργασία ή η φάση λειτουργίας, στην οποία μπορούν να ελεγχθούν βιολογικοί, χημικοί ή φυσικοί παράγοντες, αλλά η απώλεια ελέγχου δεν οδηγεί σε μη αποδεκτή επικινδυνότητα για την υγεία του καταναλωτή.

Για τον προσδιορισμό των CCPs απαιτείται απασχόληση διαφόρων επιστημόνων (π.χ. μικροβιολόγοι, τοξικολόγοι, μηχανικοί). Για τον προσδιορισμό των CCPs σε κάθε εγκατάσταση γίνεται χρήση του «διαγράμματος ή «δένδρου αποφάσεων» (CCP decision tree) για τις πρώτες ύλες (Σχήμα 1) και για στάδια την παραγωγική διαδικασία (Σχήμα 2).



<sup>2</sup>Ακολουθώντας την ανάλυση επικινδυνότητας, μπορεί να προκύψει ότι η εν λόγω πρώτη ύλη πρέπει να διαχειρίζεται ως CCP

**Σχήμα 1:** Διάγραμμα ή Δένδρο αποφάσεων για πρώτες ύλες



**Σχήμα 2 :** Διάγραμμα ή Δένδρο αποφάσεων για παραγωγική διαδικασία

Τα **CCPs** διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- **CCP1:** είναι ένα CCP που μπορεί να εξαφανίσει τελείως έναν ή περισσότερους κινδύνους. Ο έλεγχος του κινδύνου διασφαλίζεται με τη συνεχή παρακολούθηση παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία και ο χρόνος, που μπορεί να γίνει π.χ. στην περίπτωση μιας διεργασίας παστερίωσης.

- **CCP2:** είναι ένα CCP που μπορεί να μειώσει, αλλά όχι να εξαλείψει τελείως έναν κίνδυνο.

**3<sup>η</sup> Αρχή:** Καθορισμός των κρίσιμων ορίων (Critical Limits, CLs), τα οποία πρέπει να ικανοποιούνται, ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε CCP βρίσκεται υπό έλεγχο.

Ως κρίσιμο όριο (critical limit, CLs) ορίζεται το κριτήριο που πρέπει να ικανοποιείται για κάθε προληπτικό μέτρο που σχετίζεται με ένα CCP, ώστε να εξασφαλίζεται ο αποτελεσματικός έλεγχος του αντίστοιχου μικροβιολογικού, χημικού ή φυσικού κινδύνου. Κάθε CCP περιέχει ένα ή περισσότερα προληπτικά μέτρα, που πρέπει να ελέγχονται για να διασφαλίζεται η πρόληψη, η εξαφάνιση ή η μείωση των αναγνωρισμένων κινδύνων σε αποδεκτά επίπεδα.

Τα κρίσιμα όρια δεν πρέπει ποτέ να υπερβαίνονται. Αν ένα τουλάχιστον κρίσιμο όριο βρεθεί εκτός ελέγχου, τότε και το CCP, στο οποίο εφαρμόζεται, θα βρεθεί εκτός ελέγχου, με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης του αντίστοιχου κινδύνου στο τρόφιμο.

Οι πιο συνηθισμένες παράμετροι που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των κρίσιμων ορίων είναι:

- Θερμοκρασία
- Χρόνος
- Υγρασία
- Ενεργότητα του νερού ( $a_w$ )
- Οξύτητα
- pH
- Συγκέντρωση άλατος
- Ιξώδες
- Συντηρητικά

Κρίσιμες παράμετροι μπορεί να είναι και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως η υφή, η οσμή και η οπτική εμφάνιση, για τις οποίες πάντως πρέπει να υπάρχουν σαφείς προδιαγραφές σχετικά με την αποδεκτότητα ή μη του προϊόντος.

**4<sup>η</sup> Αρχή** : Εγκατάσταση ενός συστήματος παρακολούθησης (monitoring) των CCPs και των κρίσιμων ορίων τους (CLs). Καθιέρωση των διαδικασιών επεξεργασίας των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης, με σκοπό τη ρύθμιση της παραγωγής και τη διατήρηση αυτής υπό έλεγχο.

Η παρακολούθηση (monitoring) ορίζεται ως μία σχεδιασμένη αλληλουχία από παρατηρήσεις ή μετρήσεις που γίνονται με σκοπό να διαπιστωθεί, εάν ένα CCP βρίσκεται υπό έλεγχο, καθώς και για την παραγωγή αρχείων (καταγραφών) που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη μετέπειτα διεργασία της επαλήθευσης (verification). Η διεργασία της παρακολούθησης εκπληρώνει 3 βασικούς σκοπούς: .

1. Υποδεικνύει την τάση που υπάρχει για απώλεια ελέγχου σε ένα CCP (δηλαδή την τάση να ξεπεραστεί ένα κρίσιμο όριο), οπότε παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες πριν εμφανιστεί η απόκλιση στο CCP.
2. Υποδεικνύει την απώλεια ελέγχου σε ένα CCP (δηλαδή την υπέρβαση ενός κρίσιμου ορίου - εμφάνιση απόκλισης), οπότε πρέπει να ληφθούν οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες για να επανέλθει ο έλεγχος στο CCP.
3. Παρέχει την απαραίτητη αρχειοθέτηση, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στο στάδιο της επαλήθευσης του σχεδίου HACCP (αρχή 7η)

Ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την παρακολούθηση με βάση τις φυσικές και χημικές μετρήσεις αποτελεί το σύστημα συλλογής και καταγραφής των δεδομένων. Το πιο απλό σύστημα συλλογής δεδομένων είναι το Έντυπο Δεδομένων (**DataSheet**). Τα Έντυπα Δεδομένων καταγράφουν τις μετρήσεις σε απλή σειρά. Έτσι απαιτείται ικανοποιητική εκπαίδευση του προσωπικού που συλλέγει και παρακολουθεί τα δεδομένα, ώστε να μπορεί να τα αξιολογεί σωστά σε σχέση με τα κρίσιμα όρια.

**5<sup>η</sup> Αρχή** : Καθορισμός των διορθωτικών ενεργειών (corrective actions), που πρέπει να πραγματοποιούνται, όποτε το σύστημα παρακολούθησης δείχνει ότι ένα συγκεκριμένο CCP βρίσκεται εκτός ελέγχου, δηλαδή ότι εμφανίζεται απόκλιση από ένα καθορισμένο κρίσιμο όριο.

Το σύστημα HACCP έχει σχεδιαστεί με στόχο την παραγωγή ασφαλών τροφίμων, την αναγνώριση των πιθανών κινδύνων και τον καθορισμό των απαραίτητων ενεργειών για να αποφευχθεί η παρουσία αυτών στα τρόφιμα. Εάν η παραγωγική διαδικασία παρακολουθείται και ελέγχεται ιδανικά, τότε η αρχή 5 του HACCP δεν

έχει κανένα νόημα. Παρόλα αυτά, δεν επικρατούν πάντα οι ιδανικές συνθήκες και έτσι εμφανίζονται αποκλίσεις από τα καθορισμένα κρίσιμα όρια. Όταν τα αποτελέσματα του συστήματος παρακολούθησης υποδεικνύουν ότι ένα CCP βρίσκεται εκτός ελέγχου, τότε πρέπει να πραγματοποιούνται αμέσως οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Οι διορθωτικές ενέργειες εκπληρώνουν 3 βασικούς σκοπούς:

1. Παρέχουν τις απαραίτητες διορθώσεις στο προϊόν που παρήχθη υπό συνθήκες μειωμένης ασφάλειας.
2. Διορθώνουν την αιτία που προκάλεσε την απόκλιση από τα κρίσιμα όρια, ώστε να εξασφαλίζεται ότι το CCP βρίσκεται και πάλι υπό έλεγχο.
3. Καταγράφονται στα κατάλληλα αρχεία, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν κατά την επαλήθευση του συστήματος HACCP (αρχή 7η).

Όταν ο έλεγχος σε ένα CCP έχει απωλεστεί, δηλαδή όταν υπάρχει απόκλιση από τα κρίσιμα όρια, πρέπει να πραγματοποιούνται οι ακόλουθες διορθωτικές ενέργειες:

1. Σταμάτημα της διεργασίας, εάν αυτό κρίνεται απαραίτητο.
  2. Τοποθέτηση όλου του "ύποπτου" προϊόντος σε "θέση αναμονής" (onhold).
  3. Γρήγορη διόρθωση, ώστε η μετέπειτα παραγωγή να είναι ασφαλής και να μην εμφανιστούν και άλλες αποκλίσεις.
  4. Αναγνώριση και διόρθωση της βασικής αιτίας του προβλήματος, ώστε να μην εμφανιστούν μελλοντικά αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια.
  5. Διόρθωση του "ύποπτου" προϊόντος.
  6. Καταγραφή σε αρχεία του προβλήματος και των διορθωτικών ενεργειών που πραγματοποιούνται.
  7. Επανεξέταση και βελτίωση του σχεδίου HACCP, εάν αυτό κρίνεται απαραίτητο.
- Εξ αιτίας της μεγάλης ποικιλίας των CCPs για τα διάφορα τρόφιμα και του υψηλού αριθμού των πιθανών αποκλίσεων σε αυτά, πρέπει κατά την ανάπτυξη του σχεδίου HACCP να καθορίζονται οι διορθωτικές ενέργειες για τις πιο σημαντικές αποκλίσεις για κάθε CCP χωριστά. Το προσωπικό που αναλαμβάνει την υπευθυνότητα για την πραγματοποίηση των διορθωτικών ενεργειών πρέπει να έχει κατανοήσει πλήρως τόσο τη διεργασία, όσο και το προϊόν και το σχέδιο HACCP.

**6<sup>η</sup> Αρχή** : Εγκατάσταση ενός αποτελεσματικού συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής του σχεδίου HACCP.

Τα αρχεία αποτελούν τη γραπτή απόδειξη της πραγματοποίησης μίας ενέργειας. Η διεργασία της καταγραφής και της διατήρησης των αρχείων εξασφαλίζει ότι η γραπτή αυτή απόδειξη είναι διαθέσιμη για επιθεώρηση και ότι διατηρείται για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα. Το σύστημα αρχειοθέτησης αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του σχεδίου HACCP και περιλαμβάνει όλα τα αρχεία που σχετίζονται με τις χημικές, τις φυσικές ή τις μικροβιολογικές αναλύσεις στα CCPs, με τις αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια και τις διορθωτικές ενέργειες που πραγματοποιούνται, καθώς και με την τελική πορεία του προϊόντος.

Όλα τα αρχεία που σχετίζονται άμεσα με τα CCPs και τη λειτουργία τους πρέπει να είναι διαθέσιμα, εάν αυτά ζητηθούν, στους επιθεωρητές των διαφόρων Κρατικών Υπηρεσιών που έχουν την αρμοδιότητα να ελέγχουν τη σωστή ή μη λειτουργία του συστήματος HACCP μίας βιομηχανίας ή μίας εγκατάστασης επεξεργασίας τροφίμων. Τα αρχεία, τα οποία σχετίζονται με τη λειτουργικότητα (functionality) του συστήματος HACCP και με άλλες εχέμυθες πληροφορίες, δεν είναι απαραίτητο να είναι διαθέσιμα στις Υπηρεσίες ελέγχου. Τα αρχεία του συστήματος HACCP πρέπει να επιθεωρούνται, τόσο από τους αρμόδιους επιθεωρητές των διαφόρων Κρατικών Υπηρεσιών, όσο και από κατάλληλα εκπαιδευμένα και υπεύθυνα μέλη του προσωπικού της εταιρείας, προκειμένου να διασφαλίζεται η ικανοποίηση των κρίσιμων ορίων στα διάφορα CCPs και να διορθώνονται πιθανές αδυναμίες στο σύστημα αρχειοθέτησης και καταγραφής.

Οι κύριοι λόγοι που υπαγορεύουν την εγκατάσταση ενός συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής του σχεδίου HACCP είναι οι ακόλουθοι:

1. Τα αρχεία αποτελούν τη μόνη διαθέσιμη πηγή για την ανίχνευση της πορείας ενός συστατικού, μίας διεργασίας ή ενός τελικού προϊόντος. Εάν παρουσιαστούν προβλήματα και αμφιβολίες σχετικά με την ασφάλεια του προϊόντος, η επιθεώρηση των αρχείων αποτελεί το μοναδικό τρόπο για να εξασφαλιστεί ή και να αποδειχθεί ότι το προϊόν παρασκευάστηκε και μεταχειρίστηκε με σωστό τρόπο και σε συμφωνία με τις αρχές της HACCP και με το σχέδιο HACCP της εταιρείας.

Επίσης η ύπαρξη των αρχείων βοηθά στην ανάκληση ενός προϊόντος, στην περίπτωση που τεθεί θέμα ασφάλειας του στην αγορά.

2. Η διατήρηση αρχείων αποτελεί ένα βοηθητικό εργαλείο, με το οποίο μπορεί ένας χειριστής να πληροφορηθεί για τη λειτουργία ενός μηχανήματος και να διορθώσει τα πιθανά προβλήματα κατά τη λειτουργία αυτού που οδηγούν στην εμφάνιση αποκλίσεων από τα κρίσιμα όρια και την ιδανική λειτουργία. Τα αρχεία του τύπου αυτού έχουν διπλή λειτουργία: παρέχουν πληροφορίες για την απόδοση του μηχανήματος, καθώς και για τις πραγματοποιούμενες ενέργειες για τη διόρθωση μίας απόκλισης.
3. Η προσεκτική επιθεώρηση των σωστά καταγραμμένων και διατηρημένων αρχείων αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για την ανίχνευση των πιθανών προβλημάτων (απόκλιση από τα κρίσιμα όρια) και για την πραγματοποίηση των απαραίτητων διορθωτικών ενεργειών, πριν εμφανιστεί κίνδυνος για την υγεία των καταναλωτών.
4. Η εγκατάσταση ενός συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής του σχεδίου HACCP είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση των επιθεωρήσεων από τις αρμόδιες Κρατικές Υπηρεσίες.

Όπως καθορίζεται από Κανονισμούς, πρέπει να διατηρούνται αντίγραφα όλων των απαραίτητων αρχείων στην εκάστοτε βιομηχανία για ένα χρόνο από την ημέρα της παρασκευής του προϊόντος, και σε μία εύκολα προσπελάσιμη τοποθεσία για δύο επιπλέον χρόνια. Τα αρχεία πρέπει να διατηρούνται για τουλάχιστον τόσο χρόνο, όσος είναι ο χρόνος ζωής του προϊόντος. Όλα τα αρχεία του HACCP πρέπει να διατηρούνται χωριστά από τα αρχεία της Διασφάλισης Ποιότητας, προκειμένου οι επιθεωρητές των φορέων που είναι αρμόδιοι για την επιθεώρηση της εφαρμογής του συστήματος HACCP, να ελέγχουν κατά τις επιθεωρήσεις τους μόνο τα αρχεία που σχετίζονται με την ασφάλεια του προϊόντος. Τα αρχεία του HACCP πρέπει να περιέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:

1. Τίτλο και ημερομηνία του αρχείου
2. Προσδιορισμό του προϊόντος (κωδικό, ημερομηνία παρασκευής, ώρα, βάρος)
3. Χρησιμοποιούμενα υλικά και μηχανήματα
4. Πραγματοποιούμενες διεργασίες
5. Κρίσιμα όρια
6. Πραγματοποιούμενες - και από ποιον - διορθωτικές ενέργειες



7. Υπογραφή του χειριστή

8. Υπογραφή του επόπτη.

### ***Κατηγορίες αρχείων:***

Οι κυριότερες κατηγορίες αρχείων του HACCP είναι:

#### ***1. Αρχεία σχετικά με τις πρώτες ύλες***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- τα συστατικά, οι πρώτες ύλες, οι προδιαγραφές τους και η ικανοποίηση αυτών
- οι μετρήσεις της θερμοκρασίας αποθήκευσης για «θερμοευαίσθητα» συστατικά
- ο χρόνος αποθήκευσης για συστατικά με περιορισμένο χρόνο ζωής
- η περιγραφή του προϊόντος και η προοριζόμενη χρήση του
- η πηγή προέλευσης των πρώτων υλών.

#### ***2. Αρχεία σχετικά με τα CCPs***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- το διάγραμμα ροής της συνολικής παραγωγικής διαδικασίας
- η ανάλυση επικινδυνότητας και οι αναγνωρισμένοι κίνδυνοι, οι οποίοι μπορεί να είναι βιολογικής, χημικής ή φυσικής προέλευσης και να σχετίζονται με τις πρώτες ύλες, τις διεργασίες ή τη συσκευασία
- τα CCPs (διακρινόμενα σε CCP1 και σε CCP2) και οι κίνδυνοι με τους οποίους αυτά σχετίζονται.

#### ***3. Αρχεία σχετικά με τον καθορισμό των κρίσιμων ορίων***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- τα κρίσιμα όρια για όλα τα CCPs
- οι μελέτες, οι έρευνες, τα πειραματικά και τα βιβλιογραφικά δεδομένα που υποστηρίζουν την επιλογή των καθορισμένων κρίσιμων ορίων, σε συνδυασμό με την ακρίβεια, των αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των κρίσιμων ορίων.

#### ***4. Αρχεία σχετικά με την παρακολούθηση των CCPs***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- όλα τα αποτελέσματα κατά την παρακολούθηση των CCPs
- η συχνότητα πραγματοποίησης της παρακολούθησης των CCPs, καθώς και το προσωπικό που είναι υπεύθυνο γι' αυτήν
- οι αποδεκτές διακυμάνσεις στους κρίσιμους παράγοντες των CCPs. Το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την καταγραφή των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης στα CCPs πρέπει να γνωρίζει τη διαφορά ανάμεσα στις φυσιολογικές και αναπόφευκτες διακυμάνσεις και στις ενδείξεις απώλειας ελέγχου στα CCPs. Για το σκοπό αυτό πρέπει να τυπώνονται τα κρίσιμα όρια σε όλα τα έντυπα ή τις λίστες καταγραφής των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης.

Τα αρχεία παρακολούθησης των CCPs μπορεί να έχουν μία από τις ακόλουθες μορφές:

- Λίστας Ελέγχου (Checklist) για την οπτική παρακολούθηση
- Εντύπου Δεδομένων (DataSheet)
- Εντύπου Ελέγχου (CheckSheet)
- Διαγράμματος Ελέγχου (ControlChart)
- Εντύπου Εργαστηριακών Αναλύσεων (LaboratoryAnalysisSheet)

#### ***5. Αρχεία σχετικά με τις αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- όλες οι αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια των CCPs
- οι διορθωτικές ενέργειες που πραγματοποιούνται (ή έχει προγραμματισθεί να πραγματοποιούνται) κατά την εμφάνιση αποκλίσεων
- η πορεία του "ύποπτου" προϊόντος, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει την προώθησή του, την επανεπεξεργασία του ή την καταστροφή του.

#### ***6. Αρχεία σχετικά με τη συσκευασία και την αποθήκευση του τροφίμου***

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- οι προδιαγραφές των υλικών συσκευασίας και η ικανοποίηση αυτών
- οι μετρήσεις της θερμοκρασίας κατά την αποθήκευση και τη διανομή του προϊόντος
- πληροφορίες που εξασφαλίζουν, ότι κανένα προϊόν δεν προωθήθηκε μετά την ημερομηνία λήξης αυτού.

### **7. Αρχεία σχετικά με την πιστοποίηση του προγράμματος HACCP**

Στα αρχεία της κατηγορίας αυτής καταγράφονται:

- όλες οι διεργασίες που πιστοποιούν, ότι το πρόγραμμα HACCP λειτουργεί όπως έχει σχεδιαστεί. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν: οπτικές επιθεωρήσεις των διεργασιών, ελέγχους στα αρχεία HACCP της εταιρείας, καθώς και μικροβιολογικές - εργαστηριακές αναλύσεις τυχαίας συλλογής δειγμάτων (spotchecks), οι οποίες παρέχουν τις απαραίτητες αποδείξεις για την επάρκεια των πραγματοποιούμενων διεργασιών σε σχέση με την ασφάλεια των τελικών προϊόντων. Οι διεργασίες της πιστοποίησης πραγματοποιούνται τόσο από τους επιθεωρητές των αρμόδιων Υπηρεσιών (είτε υπό μορφή ρουτίνας, είτε εξαιτίας παραπόνων από καταναλωτές), όσο και από ειδικευμένο προσωπικό της εταιρείας, και
- όλες οι τροποποιήσεις στο σχέδιο HACCP, καθώς και οι πραγματοποιούμενες αλλαγές στα συστατικά, στο σχηματισμό του προϊόντος, στην παραγωγική διαδικασία ή στα υλικά συσκευασίας.

### **8. Αρχεία που περιγράφουν το σύστημα HACCP**

Στα αρχεία αυτά καταγράφονται:

- τα άτομα που αποτελούν την ομάδα HACCP
- οι υπευθυνότητες και οι αρμοδιότητες κάθε μέλους της ομάδας HACCP
- το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας μαζί με τα αναγνωρισμένα CCPs
- το Έντυπο ή Φύλλο Εργασίας του HACCP (HACCPworksheet)

**7<sup>η</sup> Αρχή** : Προσδιορισμός των διαδικασιών επαλήθευσης που επιβεβαιώνουν ότι το σύστημα HACCP λειτουργεί σωστά και αποτελεσματικά.

Το στάδιο της επαλήθευσης (verification) είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιτυχία ενός προγράμματος HACCP. Ο σκοπός της επαλήθευσης είναι:

α) η επιβεβαίωση ότι το σύστημα HACCP λειτουργεί σε συμφωνία με το σχέδιο HACCP και

β) η επιβεβαίωση ότι το σύστημα HACCP λειτουργεί σωστά και αποτελεσματικά. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως η παρακολούθηση των διεργασιών, ο έλεγχος των αρχείων και οι αναλύσεις τυχαία συλλεγόμενων δειγμάτων από το τελικό προϊόν, τις πρώτες ύλες ή τα ενδιάμεσα προϊόντα. Με τη διαδικασία αυτή διασφαλίζεται ότι το πρόγραμμα HACCP επιτυγχάνει το στόχο της παραγωγής ασφαλών τροφίμων.

Το στάδιο της επαλήθευσης περιλαμβάνει τις εξής διαδικασίες:

1. Αξιολόγηση του σχεδίου HACCP
2. Έλεγχο για την ικανοποίηση των καθορισμένων κρίσιμων ορίων
3. Επιβεβαίωση της καταλληλότητας των διεργασιών διαχείρισης (ρύθμισης) των αποκλίσεων από τα κρίσιμα όρια
4. Αξιολόγηση του συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής των δεδομένων
5. Επί τόπου επιθεώρηση της παραγωγικής διαδικασίας
6. Γραπτή αναφορά (αρχείο επαλήθευσης).

Η διεργασία της επαλήθευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί, τόσο από την ίδια τη βιομηχανία (ή από συμβούλους αυτής), όσο και από αρμόδιες Κρατικές Υπηρεσίες. Η επαλήθευση απασχολεί μία ομάδα κατάλληλα ειδικευμένου προσωπικού της βιομηχανίας, ικανού να ερευνά ποικιλία προβλημάτων του συστήματος. Η ομάδα αυτή μπορεί να περιλαμβάνει επόπτες των γραμμών παραγωγής, μηχανικούς της εγκατάστασης, μέλη του τμήματος Διασφάλισης Ποιότητας και συμβούλους με εμπειρία σε προγράμματα HACCP [15,20].

Ακολουθεί ο **Πίνακας 4** με τις επτά αρχές του συστήματος HACCP (συνοπτικά).

**Πίνακας 4:** Οι επτά αρχές του συστήματος HACCP

No	Αρχές συστήματος HACCP
1 <sup>η</sup>	Προσδιορισμός των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με την παραγωγή των τροφίμων σε όλα τα στάδια, μέχρι την τελική προετοιμασία και κατανάλωσή τους.
2 <sup>η</sup>	Προσδιορισμός των σημείων/διεργασιών/φάσεων λειτουργίας για να εξαφανίσουν έναν κίνδυνο ή να ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα εμφάνισής του (Κρίσιμο Σημείο Ελέγχου-Critical Control Point-CCP).
3 <sup>η</sup>	Καθορισμός των κρίσιμων ορίων (CriticalLimits),που πρέπει να ικανοποιούνται ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε CCP βρίσκεται υπό έλεγχο.
5 <sup>η</sup>	Εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης των CCPs και των κρίσιμων ορίων τους (CLs).
5 <sup>η</sup>	Καθορισμός διορθωτικών ενεργειών που πρέπει να πραγματοποιούνται όταν το σύστημα παρακολούθησης δείχνει ότι ένα συγκεκριμένο CCP εμφανίζει απόκλιση.
6 <sup>η</sup>	Εγκατάσταση συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής του σχεδίου HACCP.
7 <sup>η</sup>	Προσδιορισμός διαδικασιών επαλήθευσης για την επιβεβαίωση της σωστής και αποτελεσματικής λειτουργίας του συστήματος HACCP.

## 2.2 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΓΑΛΑΚΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

**Κίνδυνο** αποτελεί κάθε παράγοντας που μπορεί να είναι παρών σε ένα τρόφιμο και να βλάψει τον καταναλωτή είτε μέσω τραυματισμού είτε λόγω αρρώστιας. Οι κίνδυνοι μπορεί να είναι βιολογικοί, χημικοί ή φυσικοί και αποτελούν βάση για κάθε σύστημα HACCP. Γενικά ως εν δυνάμει **κίνδυνος** θεωρείται μία βιολογική, χημική ή φυσική ιδιότητα που μπορεί να καταστήσει ένα τρόφιμο μη ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση.

Οι χημικοί κίνδυνοι συχνά θεωρούνται ως οι πιο σημαντικοί από τον καταναλωτή όμως στην πραγματικότητα έχουν σχετικά χαμηλό δείκτη επικινδυνότητας στα επίπεδα βέβαια που εμφανίζονται στα τρόφιμα και προκαλούν προβλήματα. Αντίθετα

οι βιολογικοί κίνδυνοι από την άλλη συνήθως αποτελούν το μεγαλύτερο άμεσο κίνδυνο για τον καταναλωτή, εξαιτίας μίας πιθανής τροφικής δηλητηρίασης.

### ***Βιολογικοί κίνδυνοι***

Επειδή οι βιομηχανίες τροφίμων είναι ευάλωτες από έναν ή περισσότερους βιολογικούς κινδύνους, είτε σε επίπεδα νωπών προϊόντων είτε κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, ενδείκνυται ο σχεδιασμός του συστήματος HACCP για την προστασία τους. Οι βιολογικοί κίνδυνοι μπορεί να είναι μακροβιολογικοί ή μικροβιολογικοί.

Μακροβιολογικοί κίνδυνοι όπως η παρουσία μυγών ή εντόμων, αν και είναι δυσάρεστη, σπάνια προκαλεί κινδύνους στο προϊόν όσον αφορά τουλάχιστον την ασφάλειά του. Ωστόσο μία μύγα φέρει στο σώμα της 1.200.000 μικροοργανισμούς, μεταξύ των οποίων τα μικρόβια της χολέρας, του τετάνου, της φυματίωσης, του τυφοειδούς πυρετού και άλλων ασθενειών, τους οποίους και μεταφέρει στο τρόφιμο με τον εμετό, τα κόπρανα και την επαφή του σώματός της με το τρόφιμο.

Τα προβλήματα είναι ιδιαίτερα έντονα στις γαλακτοβιομηχανίες καθώς οι οσμές και οι χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες τους είναι ιδιαίτερα ελκυστικές για τις μύγες.

Αντίστοιχα προβλήματα βέβαια προκαλούνται και από άλλα έντομα, ίσως όχι σε τέτοιο βαθμό, όπως οι κατσαρίδες που είναι φορείς των μικροβίων όπως η σαλμονέλα, ο στρεπτόκοκκος, το μυκοβακτήριο της χολέρας και άλλα. Επίσης τα "ακίνδυνα" για όλους μυρμήγκια θεωρούνται ιδιαίτερος ανεπιθύμητα στις βιομηχανίες γάλακτος, διότι ρυπαίνουν τα σκεύη και τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα προϊόντα και επιπλέον προκαλούν ζημιές στα γαλακτοκομικά προϊόντα και τις πρώτες ύλες.

Γενικά, προβλήματα ανακύπτουν κυρίως σε νωπά τρόφιμα, έτοιμα για κατανάλωση. Αν το ίδιο έντομο ερχόταν σε επαφή με ένα κονσερβοποιημένο προϊόν πριν από τη θερμική επεξεργασία, τότε δεν θα υπήρχαν προβλήματα για την ασφάλεια του τροφίμου καθώς το τελικό προϊόν θα ήταν αποστειρωμένο.

Επειδή όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα να ελέγχεται ποια τρόφιμα θα έρθουν σε επαφή με ποια έντομα πρέπει να αποφεύγεται η επαφή των τροφίμων με έντομα καθ' όλα τα στάδια της επεξεργασίας τους.

Οι βιολογικοί κίνδυνοι εστιάζονται στους παθογόνους μικροοργανισμούς οι οποίοι προκαλούν τροφοδηλητηριάσεις έπειτα από κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων. Οι

τροφοδηλητηριάσεις που οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς, βακτήρια, μύκητες και ζύμες, διακρίνονται σε τροφολοιμώξεις και τροφοτοξινώσεις. Τροφολοιμώξη λαμβάνει χώρα, όταν η παραγωγή της τοξίνης γίνεται μέσα στο ανθρώπινο σώμα από μικροοργανισμούς που μεταφέρθηκαν σε αυτόν από τα τρόφιμα, και τροφοτοξίνωση όταν η τοξίνη παράγεται στο τρόφιμο από τους μικροοργανισμούς και καταναλώνεται ως έχει από τον άνθρωπο.

Η επικινδυνότητα είναι ιδιαίτερα αυξημένη στα τρόφιμα καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις η μόλυνσή τους με παθογόνους δεν συνοδεύεται από αλλοίωσή τους. Έτσι, αντίθετα με άλλες περιπτώσεις μολύνσεων από μικροοργανισμούς, ο καταναλωτής δεν προειδοποιείται από την εμφάνιση ή την οσμή και γεύση του τροφίμου.

Όταν απουσιάζουν εμπεριστατωμένες επιδημιολογικές μελέτες και αποδείξεις ενός μικροβιολογικού κινδύνου, οι τεχνικές πληροφορίες πρέπει να συλλέγονται από όλα τα στάδια που σχετίζονται με την παραγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση, διανομή και χρήση ενός συγκεκριμένου τροφίμου και μπορούν να οδηγήσουν στην πρόκλησή τους.

#### ***Μικροβιολογικοί κίνδυνοι γαλακτοκομικών***

Σε ευαίσθητα προϊόντα όπως είναι τα γαλακτομικά η επιμόλυνση αλλά και η επιβίωση παθογόνων μικροοργανισμών αποτελούν σοβαρό κίνδυνο και ενδιαφέρουν διεξοδικά κατά την εφαρμογή του συστήματος HACCP στις γαλακτοβιομηχανίες.

Τα γαλακτοκομικά θεωρήθηκαν στο παρελθόν υπεύθυνα για την πρόκληση σοβαρών δηλητηριάσεων και πολλών θανάτων. Έτσι από το 1984 στην Ευρώπη αλλά και στην Αμερική προκλήθηκαν συνολικά πάνω από 20.000 σαλμονελώσεις και καταγράφηκαν περισσότεροι από 78 θάνατοι από παστεριωμένο γάλα και διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα, κυρίως τυριά. Κατά την ίδια περίπου περίοδο αναφέρθηκαν περίπου 90 θάνατοι από *Listeria monocytogenes*. Επίσης το 1983 καταγράφηκαν σε διάφορες χώρες (Ολλανδία, Η.Π.Α., Γερμανία, Σουηδία) υψηλά ποσοστά τροφικών δηλητηριάσεων από το εντεροτοξινογόνο στέλεχος της *Escherichia coli*

Ένας σημαντικός κίνδυνος όσον αφορά την μόλυνση από το περιβάλλον αποτελεί η *Listeria monocytogenes* που υπάρχει σε όλες τις υγρές επιφάνειες των χώρους παρασκευής γαλακτοκομικών προϊόντων. Αυτό καταδεικνύεται από μία έρευνα που

έγινε στις Ηνωμένες Πολιτείες τα αποτελέσματα της οποίας έδειξαν ότι υπάρχει *Listeria* στους ακόλουθους χώρους:

- δάπεδα στους χώρους παραγωγής 17,9%
- δάπεδα στους χώρους ψύξης 27,9%
- δάπεδα στις εισόδους 17,2%
- πατάκια για σκούπισμα ποδιών και λεκάνες για καθαρισμό 12,0%
- άλλα δάπεδα 26,3%
- περιοχές εκτός παραγωγής 8,1%

Γενικά από την ανάλυση των δεδομένων φαίνεται ότι το 87% των περιοχών που βρέθηκαν θετικές στη *Listeria* ήταν υγρές επιφάνειες ενώ μόνο το 13% ήταν ξηρές, καταδεικνύοντας έτσι τις περιβαλλοντολογικές προτιμήσεις της *Listeria*. Άλλες έρευνες που έγιναν στην Ευρώπη έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα.

Οι παραπάνω δύο μικροοργανισμοί δεν αποτελούν τους μοναδικούς παθογόνους στα τρόφιμα. Έτσι πολύ συχνά εμφανίζονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα σαλμονέλες όπως η *S. Typhi* και *S. Paratyphi* που προκαλούν τυφοειδή και παρατυφοειδή πυρετό. Επίσης πολύ διαδεδομένος μικροοργανισμός είναι ο *Staphylococcus aureus* που, παρότι δεν είναι θερμοάντοχος μικροοργανισμός και δεν παράγει σπόρια, είναι ικανός να αντέξει σε πολλές διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος. Εξαιτίας της φύσης του μικροοργανισμού η παρουσία του στο τρόφιμο δίνει πληροφορίες για την υγιεινή του προσωπικού και του χώρου επεξεργασίας.

Γενικά, τα σημεία κλειδιά για τον περιορισμό των επιμολύνσεων είναι:

- Υιοθέτηση ορθών διαδικασιών υγιεινής για να προληφθεί η μόλυνση των περιοχών όπου το προϊόν εκτίθεται και μεταχειρίζεται μετα-παστεριωτικά.
- Διατήρηση των περιοχών όπου το προϊόν εκτίθεται και επεξεργάζεται όσο πιο στεγνών γίνεται, με περιορισμό χρήσης μανίκων κατά την παραγωγή και χρήση επαρκούς κλιματισμού, ώστε να αποφευχθεί η συμπύκνωση στις επιφάνειες.
- Εφαρμογή σχεδίου καθαρισμού όλων των επιφανειών για να αποφευχθεί η μόλυνση. Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει δάπεδα, τοίχους, οροφές και όλες τις



εξωτερικές επιφάνειες μηχανημάτων και σκευών που δεν έρχονται σε επαφή με το τρόφιμο, όπως και τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα.

- Διασφάλιση με προγραμματισμένους ελέγχους και συντήρηση όλων των μηχανημάτων, ώστε να επιδιορθώνονται, να μην είναι καταστραμμένα ή φθαρμένα με τρόπο που να επιτρέπει τη μόλυνση. Στους λοιπούς βιολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν το τρόφιμο υπάγονται οι ιοί, τα παράσιτα, τα πρωτόζωα και οι μυκοτοξίνες που όμως δεν αποτελούν σοβαρούς κινδύνους για τα γαλακτοκομικά προϊόντα.

### ***Χημικοί κίνδυνοι***

Στους βιολογικούς κινδύνους μπορούν να συμπεριληφθούν όλα εκείνα τα χημικά συστατικά που αν και δεν αποτελούν μέρος του προϊόντος έχουν εισαχθεί στο τρόφιμο είτε μέσω των πρώτων υλών είτε κατά τη διάρκεια της παρασκευής του.

#### ***α) Χημικές ύλες καθαρισμού***

Αυτές περιέρχονται στο τρόφιμο μέσω του εξοπλισμού παραγωγής λόγω πλημμελούς έκπλυσης ή διαρροής ή κατάβρεξης από γειτονικό καθαρισμό. Τα χημικά παραμένουν στο τρόφιμο παρόλες τις επεξεργασίες που ακολουθούν. Είναι συνεπώς σημαντικό να λαμβάνονται προφυλάξεις είτε αυτό σημαίνει χρησιμοποίηση μη τοξικών καθαριστικών είτε τον πιο προσεκτικό καθαρισμό και την απαγόρευση εργασιών καθαρισμού κατά την διάρκεια επεξεργασιών.

#### ***β) Εντομοκτόνα***

Τα εντομοκτόνα είναι συνθετικά παρασκευάσματα που χρησιμεύουν στην εξόντωση των επιβλαβών εντόμων. Η χρήση των εντομοκτόνων είναι τόσο ευρεία που σήμερα θεωρείται ότι όλα τα τρόφιμα περιέχουν σε κάποιο ποσοστό εντομοκτόνα. Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία καθώς μελέτες έχουν δείξει ότι η μη ορθή χρήση ενός εντομοκτόνου, π.χ. μεγάλες ποσότητες ή ψεκασμός κοντά στη περίοδο συγκομιδής μπορούν να προκαλέσουν τη μεταφορά του στο τρόφιμο, όπου και θα παραμείνει μέχρι την κατανάλωση. Για την αποφυγή τους απαιτείται σωστός σχεδιασμός της καλλιέργειας από τον παραγωγό, χρησιμοποίηση μη τοξικών για τον άνθρωπο εντομοκτόνων και τέλος διεξοδική καθαριότητα των πρώτων υλών εκ μέρους της βιομηχανίας.

### ***γ) Τοξικά μέταλλα***

Η μεταφορά τους στο τρόφιμο μπορεί να γίνει από πολλές πηγές και η παρουσία τους σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να αποβεί επικίνδυνη για τον ανθρώπινο οργανισμό. Κύριες πηγές αποτελούν η ατμοσφαιρική μόλυνση, το έδαφος όπου έχουν καλλιεργηθεί οι πρώτες ύλες, ο εξοπλισμός και τα σκεύη που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, το νερό που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία και τα λιπάσματα.

### ***δ) Αντιβιοτικά***

Τα αντιβιοτικά έχουν μεγάλη σημασία στην χώρα μας, διότι εισέρχονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα διαμέσου του γάλακτος που τα περιέχει και μεταφέρονται μέσω αυτών στον άνθρωπο που προσπαθεί να ανακαλύψει νέα αντιβιοτικά για να τον προφυλάξουν από τους όλο και πιο ανθεκτικούς μικροοργανισμούς. Τα ζητούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα ανήκουν ή τουλάχιστον ανήκαν στην κατηγορία των τροφίμων που αυτοπροστατευόταν από τα αντιβιοτικά, αφού ακόμη και ελάχιστη ποσότητα αντιβιοτικού δεν επέτρεπε την πήξη του γάλακτος. Ωστόσο η "εξέλιξη" της επιστήμης οδήγησε σε καλλιέργειες στις οποίες οι μικροοργανισμοί είναι ανθεκτικοί στα αντιβιοτικά. Προκειμένου να εξαλειφθεί ο κίνδυνος, πρέπει οι παραγωγοί να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί στη χορήγηση αντιβιοτικών καθώς και να αποφεύγουν την προληπτική χορήγησή τους. Επιπλέον δεν πρέπει να παραδίδεται το γάλα στις γαλακτοβιομηχανίες προτού ολοκληρωθεί η απομάκρυνση του αντιβιοτικού από το γάλα (περίπου επτά ημέρες), αλλά και οι βιομηχανίες να συνειδητοποιήσουν ότι γάλα με αντιβιοτικά δεν πρέπει να χρησιμοποιείται.

### ***Φυσικοί κίνδυνοι***

Στους φυσικούς κινδύνους υπάγονται όλα εκείνα τα ξένα προς το προϊόν σώματα που μπορούν να βρεθούν στο τελικό προϊόν, καθώς και στις πρώτες ύλες. Η παρουσία ξένων υλών είναι πολύ συχνή στο γάλα για αυτό και συνήθως διηθείται αμέσως μετά την παραλαβή του με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Επικίνδυνα ή κρίσιμα σημεία είναι όλα εκείνα όπου το προϊόν δεν καλύπτεται οπότε είναι αρκετά σύνηθες να βρίσκονται για παράδειγμα τρίχες μέσα στο τελικό προϊόν. Αν και η παρουσία τους μπορεί να μην προκαλεί αρρώστιες ή ανωμαλίες δημιουργεί μία κακή εικόνα για το προϊόν και δείχνει αμέλεια από πλευράς προσωπικού και μη τήρηση των κανόνων υγιεινής από το προσωπικό π.χ. ότι δεν φορούν σκουφάκι την ώρα της εργασίας. Άλλοι σημαντικοί φυσικοί κίνδυνοι που σπάνια όμως ανιχνεύονται στα

γαλακτοκομικά είναι το γυαλί, το μέταλλο, οι πέτρες, το ξύλο και το πλαστικό. Για την απομάκρυνσή τους χρησιμοποιούνται φίλτρα, ανιχνευτές όπου είναι δυνατό, και οπτικοί έλεγχοι [14,15,20].

### **2.2.1 HACCP ΣΤΟ ΓΑΛΑ – ΓΙΑΟΥΡΤΙ**

Τα σημεία που ελέγχονται κατά την παραγωγική διαδικασία του γάλακτος και του γιαουρτιού είναι:

#### **ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ**

Οι προδιαγραφές για το νωπό γάλα αλλά και τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από αυτό παραμένουν οι ίδιες σε όλες τις περιπτώσεις παρασκευής γαλακτοκομικών προϊόντων.

Το γάλα πρέπει να είναι εξαρχής καλής ποιότητας και να υπάρχει πλήρης απουσία αντιβιοτικών.

Γίνεται καταγραφή της θερμοκρασίας του γάλακτος καθ' όλη την αποθήκευση και μείωση του χρόνου αποθήκευσης του νωπού γάλακτος. Έλεγχος του εισερχόμενου γάλακτος για αντιβιοτικά και απόρριψη εκείνου που βρίσκεται θετικό. Προσδιορισμός του απαιτούμενου λίπους και της πρωτεΐνης με τη βοήθεια αναλύσεων.

#### **ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ**

Προκειμένου να επιτευχθεί σταθερή ποιότητα, το λίπος του νωπού γάλακτος προσδιορίζεται και τυποποιείται. Επίσης πρέπει να ελέγχεται η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για την τυποποίηση.

Ομοίως για το γιαούρτι θα πρέπει να γίνει επιβεβαίωση της ορθής τυποποίησης ανάλογα με τον τύπο του γιαουρτιού που πρέπει να παραχθεί.

#### **ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ**

Έλεγχος ότι η ομογενοποίηση γίνεται στη σωστή πίεση. Αναφορά έχει ήδη γίνει σε προηγούμενα γαλακτομικά προϊόντα.

#### **ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Το θερμικά επεξεργασμένο γάλα είναι υγιεινό και συντηρείται για περισσότερο χρονικό διάστημα ενώ παρέχει τη θρεπτική αξία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του νωπού γάλακτος.

## **ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ**

Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, η καλλιέργεια του γιαουρτιού αποτελείται από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgancus*. Για την παραγωγή προϊόντος με επιθυμητά γευστικά χαρακτηριστικά, οι δύο μικροοργανισμοί πρέπει να βρίσκονται σε μικτή καλλιέργεια σε αναλογία 1:1. Επιπλέον, η καλλιέργεια του γιαουρτιού θα πρέπει να έχει χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση, να δίνει λεία υφή, να είναι ταχείας ανάπτυξης, να χαρακτηρίζεται από αντοχή στα αντιβιοτικά και να μην περιέχει άλλους μικροοργανισμούς.

## **ΖΥΜΩΣΗ**

Η ζύμωση είτε γίνεται στο συσκευασμένο γιαούρτι είτε στις δεξαμενές απαιτεί την ίδια προσοχή και χαρακτηρίζεται από τα ίδια κύρια προβλήματα.

Η ζύμωση πρέπει να συνεχιστεί μέχρι το pH να φτάσει περίπου στο 4,5. Ενδείκνυται στατιστικός έλεγχος του pH και καθορισμός του επιθυμητού ορίου. Επίσης επιβάλλεται ο έλεγχος της ορθότητας της αναγραφόμενης τιμής του πεχάμετρου.

## **ΨΥΞΗ**

Η ψύξη είναι το στάδιο που θα εξασφαλίσει τη διάρκεια ζωής του γάλακτος ή του γιαουρτιού από τη στιγμή που φεύγει από τη βιομηχανία και για αυτό το λόγο αποτελεί κρίσιμο σημείο.

Πρέπει να διασφαλιστεί ότι η ψύξη γίνεται με σωστό τρόπο και ρυθμό έτσι όπως έχει προκαθοριστεί.

## **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ**

Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, η συσκευασία του γάλακτος και του γιαουρτιού είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο της παραγωγικής τους διαδικασίας.

Πρέπει να γίνεται έλεγχος της ορθής πλήρωσης των περιεκτών. Οπτικός έλεγχος της καθαρότητας των περιεκτών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥΣ

#### 3.1.1 Άμελξη-Αποθήκευση-Ψύξη Γάλακτος (από τον παραγωγό)

Η άμελξη του γάλακτος γίνεται από τους παραγωγούς με τη βοήθεια αμελκτικών ή μηχανών.



**Εικόνα 3:** Αμελκτική μηχανή (χρησιμοποιείται για λίγα ζώα)



**Εικόνα 4:** Αμελκτικά συγκροτήματα

Το γάλα κατά την άμελξη έχει θερμοκρασία γύρω στους 35°C και συλλέγεται κυρίως σε δεξαμενές ψύξης (παγολεκάνες) ή σπανιότερα σε γαλακτοδοχεία κατασκευασμένα από λεία και αδιαπέραστα υλικά που να μην προσδίδουν μη φυσιολογική οσμή ή γεύση στο γάλα και να αντέχουν στα χημικά απορρυπαντικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό τους.



**Εικόνα 5:** Παγολεκάνη ανοικτού τύπου



**Εικόνα 6:** Παγολεκάνη κλειστού τύπου με CIP

Όταν το γάλα συλλέγεται από *γαλακτοδοχεία (γκιούμια)* αυτά μεταφέρονται σε *παραληπτήρια* (κυρίως από μικρές εκτροφές που δεν έχουν μεγάλη παραγωγή γάλακτος και δεν διαθέτουν δεξαμενές ψύξης). Εκεί τα γαλακτοδοχεία αδειάζονται σε μεγαλύτερες ανοξειδωτες δεξαμενές ψύξης, όπου το νωπό γάλα συντηρείται στους 4°C. Κατόπιν γίνεται η μεταφορά του γάλακτος με τη χρήση ισόθερων βυτιοφόρων οχημάτων αποκλειστικά για τη χρήση υγρών τροφίμων. Τα οχήματα αυτά μπορούν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες γάλακτος, σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς ιδιαίτερη αύξηση της θερμοκρασίας. Ο χρόνος αδειάσματος είναι μικρός και ο καθαρισμός τους πολύ εύκολος. Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα, όπως ότι αναμιγνύονται διαφορετικές ποιότητες γάλακτος και ότι το κόστος του είναι πολύ σημαντικό. Το υλικό κατασκευής των ισόθερων βυτιοφόρων οχημάτων αποτελείται από ένα φύλλο ανοξειδωτου χάλυβα μονωμένο με αφρώδες ενισχυμένο πολυμερές και εξωτερική επένδυση από ανοξειδωτο χάλυβα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα μηχανικά χτυπήματα κατά τη μεταφορά, καθώς και κίνδυνο για την ασφάλεια του οχήματος από την ανάπτυξη δυνάμεων αδρανείας. Για τους προηγούμενους λόγους, πλέον τα βυτιοφόρα διαθέτουν εσωτερικά χωρίσματα, ώστε να δημιουργούνται διαμερίσματα. Η άντληση του γάλακτος γίνεται με δημιουργία κενού (αναρρόφηση) ή με φυγοκεντρική αντλία.

Αμέσως μετά την άμελξη, το γάλα πρέπει να απομακρύνεται από το χώρο του στάβλου, ώστε να αποφεύγεται η επιμόλυνση και η ρύπανσή του από μικροοργανισμούς, σκόνες, τρίχες, κοπριά, έντομα, οσμές κ.α. Η αποθήκευσή του στην εκτροφή γίνεται σε ειδικό χώρο όπου βρίσκεται η δεξαμενή ψύξης και ονομάζεται αίθουσα γάλακτος.



(α)



(β)

**Εικόνα 7:** Γαλακτοδοχεία: (α) ανοξείδωτο και (β) πλαστικό

### **3.2 ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ**

Τα παραληπτήρια και οι σταθμοί συλλογής του γάλακτος είναι κέντρα όπου συγκεντρώνεται το νωπό γάλα που παράγεται από τα γαλακτοπαραγωγά ζώα στις εκτροφές. Πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια σημεία, ώστε να μην απέχουν μεγάλη απόσταση από τις εκτροφές. Το προσωπικό και οι χώροι των σταθμών συλλογής πρέπει να πληρούν τους γενικούς κανόνες υγιεινής. Ακόμη, οι σταθμοί συλλογής πρέπει να διαθέτουν κατάλληλες εγκαταστάσεις για τη διήθηση, το θέρμισμα και την ψύξη του γάλακτος [2].

### **3.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ**

Η παραλαβή και μεταφορά του γάλακτος γίνεται με ισόθερμα βυτοφόρα οχήματα από δεξαμενές ψύξης ή στα παραληπτήρια από γαλακτοδοχεία που συγκεντρώνονται από παραγωγούς (από μικρές εκτροφές).

- Πριν από την παραλαβή του γάλακτος από τα γαλακτοδοχεία ελέγχεται η όψη, η οσμή, το pH ή η οξύτητα του γάλακτος κάθε δοχείου χωριστά πριν αυτό αδειάσει στη δεξαμενή ζύγισης του γάλακτος. Τέλος γίνεται έλεγχος λιποπεριεκτικότητας και παρουσίας αντιβιοτικών από δείγμα όλης της ποσότητας του παραληφθέντος γάλακτος.

- Όταν η παραλαβή του γάλακτος γίνεται από βυτιοφόρα οχήματα πριν την παραλαβή του γάλακτος από τις δεξαμενές πρόψυξης ελέγχεται η όψη, η οσμή, το pH και η παρουσία αντιβιοτικών. Στο τέλος στο σταθμό συλλογής γίνεται έλεγχος σε κάθε διαμέρισμα του βυτίου για την παρουσία αντιβιοτικών και για τη χημική και μικροβιολογική σύσταση.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις το κατάλληλο γάλα διηθείται, θερμίζεται και ψύχεται στους 4°C και αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές, προκειμένου να μεταφερθεί στο εργοστάσιο για την επεξεργασία του [16].



**Εικόνα 8:** Παραλαβή γάλακτος από βυτιοφόρο όχημα

Οι σταθμοί συλλογής του γάλακτος θα πρέπει να πληρούν τους στοιχειώδεις κανόνες υγιεινής και εκεί πραγματοποιείται η επεξεργασία του νωπού γάλακτος που περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Τη διήθηση
- Το θέρμισμα και
- Την ψύξη

### 3.3.1 ΔΙΗΘΗΣΗ (ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ) ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η *διήθηση* του γάλακτος γίνεται αμέσως μετά την άμελξη και στοχεύει στην απομάκρυνση των ορατών ακαθαρσιών (τρίχες, κοπριά, σκόνες, σωματικά κύτταρα κ.α.) που έχουν πέσει μέσα σε αυτό και το επιμολύνουν, καθώς επίσης και την πρόληψη της διάλυσης ορισμένων ξένων προσμίξεων. Κατά τη διήθηση δεν επιτυγχάνεται καμία μείωση του αριθμού των μικροοργανισμών, αλλά όπως έχει διαπιστωθεί αύξηση αυτού. Αυτό συμβαίνει λόγω ατελούς καθαρισμού των φίλτρων ή λόγω μεγάλης ποσότητας γάλακτος που διηθείται, με αποτέλεσμα με τη συνεχή ροή



του γάλακτος να εκπλένονται και να διαλύονται οι ακαθαρσίες. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται για τη διήθηση του γάλακτος είναι κατασκευασμένα από απορροφητικό χαρτί ή ύφασμα ή λεπτά πλέγματα που τοποθετούνται σε χοάνη με εσωτερικό διάτρητο έλασμα. Οι παραπάνω ηθμοί είναι μίας χρήσης πρέπει να συγκρατούν αποτελεσματικά τις ακαθαρσίες, να είναι ανθεκτικοί και κυρίως φθινοί. Για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων η πίεση του γάλακτος πάνω στον ηθμό πρέπει να είναι μικρή (μεγάλη πίεση αναγκάζει τις ακαθαρσίες να διέλθουν από το φίλτρο).

Η **βακτηριοκάθαρση (bactofugation)** είναι μία σύγχρονη μέθοδος διήθησης που μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του γάλακτος. Είναι φυγοκέντρηση σε υψηλές στροφές, έτσι απομακρύνονται όχι μόνο ακαθαρσίες, αλλά και ένα μέρος των μικροοργανισμών και των σπορίων τους, που μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στο γάλα. Η ταχύτητα των φυγοκεντρικών μηχανών φθάνει τις 12000 rpm και σε συνήθη θερμοκρασία απομακρύνεται το 90% των μικροβιακών κυττάρων. Λόγω του υψηλού κόστους του μηχανήματος και του ότι οι παραγωγοί είναι πολλοί και μικροί, το σύστημα αυτό δεν εφαρμόζεται στους επιμέρους στάβλους, αλλά κυρίως σε βιομηχανική κλίμακα ή σε μεγάλους σταθμούς συλλογής [16,17,18].

### 3.3.2 ΘΕΡΜΙΣΜΑ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

**Θέρμιση** είναι η θερμική επεξεργασία του ψυγμένου γάλακτος στους 63-65°C/ 15s στους σταθμούς συλλογής του γάλακτος από τις εκτροφές. Η επεξεργασία αυτή βελτιώνει τη μικροβιακή ποιότητα του γάλακτος, αφού μειώνει τον αριθμό βακτηρίων και βελτιώνει τη δομή της καζεΐνης (σε περίπτωση που το γάλα χρησιμοποιηθεί για τυροκόμηση). Άρα, το γάλα μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να συντηρηθεί στους 2-3°C [19].

### 3.3.3 ΨΥΞΗ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

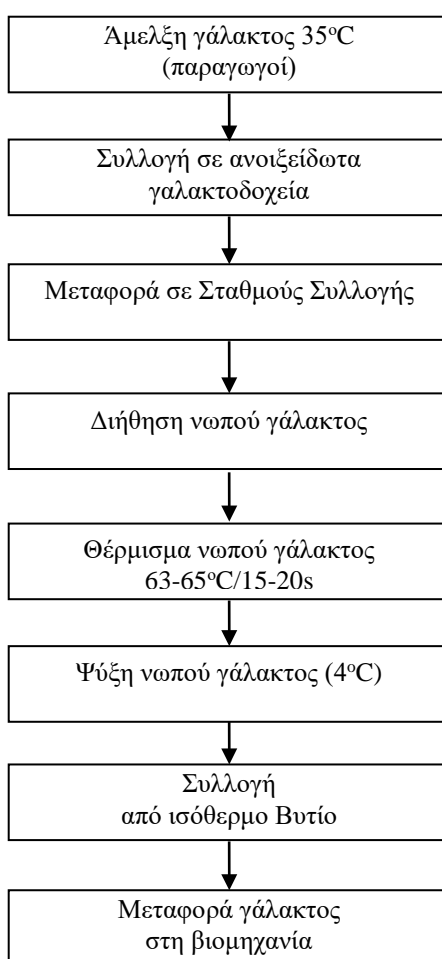
Η **ψύξη** είναι βασικός παράγοντας για την αποφυγή ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών που μπορεί να προκαλέσουν αλλοιώσεις και υποβάθμιση της ποιότητας του γάλακτος. Η μικροβιακή ανάπτυξη δεν βελτιώνεται με την ψύξη, αλλά

τουλάχιστον διατηρείται ή μειώνεται στο ελάχιστο ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών.

Η κρίσιμη θερμοκρασία για τα βακτήρια του γάλακτος είναι περίπου 13°C, κάτω από την οποία επιβραδύνεται ο ρυθμός πολλαπλασιασμού τους. Επιβάλλεται έτσι μετά την άμελξη, τη διήθηση και το θέρμισμα, η ψύξη του γάλακτος μέσα σε διάστημα 2h, αφού τόσο υπολογίζεται ότι διαρκεί η φάση προσαρμογής των μικροβίων και η αντιμικροβιακή δράση του γάλακτος, που οφείλεται στις φυσικές ουσίες που αυτό περιέχει.

Η θερμοκρασία ψύξης πρέπει να είναι περίπου 4°C, ώστε να μην αναπτυχθεί η ψυχρότροφη χλωρίδα του γάλακτος και ο χρόνος διατήρησης υπό ψύξη δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 72h [2,19].

### 3.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΛΞΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΕΩΣ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.



**Σχήμα 3:** Διάγραμμα ροής από την άμελξη του γάλακτος έως τη μεταφορά του στη βιομηχανία.

### 3.5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

#### 3.5.1 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Αφού συλλεχθεί το γάλα από τα ισόθερμα βυτιοφόρα οχήματα μεταφέρεται στη βιομηχανία γάλακτος.

Ακολουθεί η εκφόρτωση του γάλακτος προς τις *δεξαμενές παραλαβής* (μονωμένες ψυχόμενες δεξαμενές) ή αλλιώς *σιλό (silo) παραλαβής* μέσω σωλήνα που προσαρμόζεται στο στόμιο εξαγωγής του βυτιοφόρου οχήματος και με τη βοήθεια περιστροφικής αντλίας. Κατά την παραλαβή του γάλακτος λαμβάνει χώρα και μία σειρά ελέγχων που αφορούν στον προσδιορισμό του βάρους του, στην εκτίμηση της ποιότητάς του και ειδικότερα όσον αφορά τη γεύση και την οσμή του γάλακτος.



**Εικόνα 9:** Σιλό αποθήκευσης γάλατος 10.000 L και άνω.

Το στάδιο παραλαβής του γάλακτος είναι πολύ σημαντικό και αποτελεί κρίσιμο σημείο ελέγχου (CCP), επειδή το γάλα εκτίθεται σε μεγάλους χρόνους μεταφοράς και θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα την πιθανή ανάπτυξη μικροοργανισμών και παραγωγή τοξινών, που δεν μπορούν να καταστραφούν στο στάδιο της παστερίωσης [20].

### 3.5.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το γάλα φυλάσσεται στη βιομηχανία μέσα σε μονωμένες ψυχόμενες δεξαμενές σε θερμοκρασία 2-3°C, μέχρι να εισέλθει στη διαδικασία της επεξεργασίας, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ανάπτυξη των ψυχρόφιλων ή άλλων βακτηρίων. Στα σιλό, το γάλα πρέπει να αναδεύεται κυρίως με διοχέτευση αέρα, γιατί η μηχανική ανάδευση προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητάς του. Μεγάλη σημασία κατά την αποθήκευση έχει ο έλεγχος, η σωστή ρύθμιση και διατήρηση της θερμοκρασίας του σιλό, καθώς και η διατήρηση της καθαριότητάς του μέσω συστήματος CIP.

### 3.5.3 ΔΙΑΥΓΑΣΗ

Η *διαύγαση* με φυγοκέντρηση είναι μία διεργασία που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση ξένων σωμάτων και βακτηρίων που υπάρχουν στο γάλα. Οι ξένες προσμίξεις μπορεί να είναι σωματικά κύτταρα από τους μαστούς του ζώου ή ρύποι που εισέρχονται στο γάλα κατά την άμελξη ή πριν από αυτή και πιθανόν να είναι επιβλαβείς για τον καταναλωτή.

Οι φυγοκεντρικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη βιομηχανία γάλακτος αναφέρονται σε μηχανικούς διαχωρισμούς που διεξάγονται με τη βοήθεια των φυγοκεντρικών δυνάμεων. Οι βασικές εφαρμογές των φυγοκεντρικών διαχωρισμών είναι:

- Απομάκρυνση ξένων προσμίξεων και ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (διαύγαση).
- Ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας (τυποποίηση).
- Διαχωρισμός κρέμας από το γάλα.
- Διαχωρισμός λακτόζης και καζεΐνης.

Όπως προαναφέρθηκε ο διαχωρισμός τους από το γάλα επιτυγχάνεται με τη χρήση φυγοκεντρικού διαχωριστήρα, όπου και εναποτίθενται στα εσωτερικά τοιχώματα του κελύφους και σχηματίζεται ιλύς, λόγω του βάρους τους. Η σύσταση της ιλύος είναι 2/3 νερό και 1/3 αζωτούχα υπολείμματα και άλλα στοιχεία και περίπου 3% μεταλλικά στοιχεία. Περιέχει ακόμα παθογόνους μικροοργανισμούς και αντιστοιχεί στο 0,005-0,1% του όγκου του γάλακτος. Με τη χρήση κατάλληλης κυλινδρικής φυγοκέντρου υψηλής ταχύτητας σε θερμοκρασία 60-70°C είναι εφικτή η απομάκρυνση των

μικροοργανισμών σε ποσοστό 99% (bactofugation). Επίσης, κατά τη διάρκεια της διαύγασης, θα πρέπει να ελέγχεται η λειτουργία του μηχανήματος, λόγω της μεγάλης καταπόνησης που υφίσταται, καθώς και η αποτελεσματικότητα της διαύγασης, συγκρίνοντας το διαυγασμένο γάλα με πρότυπα δείγματα [21].

#### 3.5.4 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ-ΑΠΟΚΟΡΥΦΩΣΗ

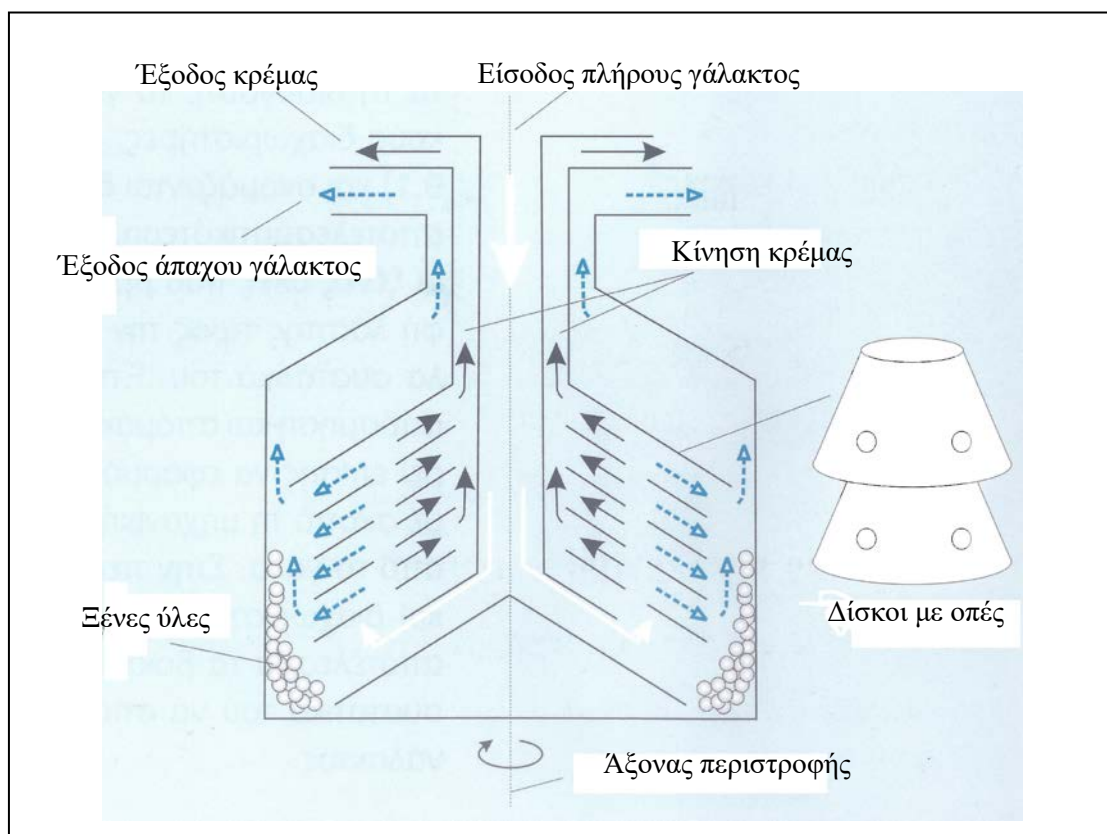
Το πλήρες γάλα βρίσκεται με τη μορφή γαλακτώματος λίπους σε νερό. Η *τυποποίηση* έχει ως σκοπό τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας είτε προσθέτοντας είτε αφαιρώντας λιπαρά από το γάλα, ανάλογα με το προϊόν που πρόκειται να παραχθεί.

Έτσι, το γάλα που συλλέγεται από τους παραγωγούς ή τις φάρμες, δεν έχει την ίδια λιποπεριεκτικότητα από παραγωγό σε παραγωγό ή από φάρμα σε φάρμα. Εφόσον το γάλα παραληφθεί από τη βιομηχανία επεξεργασίας γάλακτος τοποθετείται σε σιλό. Έτσι γάλα διαφορετικών λιποπεριεκτικότητων περιέχεται σε κάθε σιλό. Το γάλα θα πρέπει να τυποποιηθεί, έτσι ώστε τα προς παραγωγική διαδικασία σιλό να έχουν τη συγκεκριμένη λιποπεριεκτικότητα που απαιτείται από τη βιομηχανία. Δηλαδή, αν η βιομηχανία έχει θεσπίσει ότι το προς παραγωγική διαδικασία γάλα θα πρέπει να έχει 3,5% ποσοστό λιποπεριεκτικότητας και να έχει συλλέξει γάλα από μία φάρμα με 3,4% ποσοστό λιποπεριεκτικότητας και από άλλη φάρμα με 3,7% ποσοστό λιποπεριεκτικότητας, θα πρέπει τα γάλατα με τις δύο αυτές λιποπεριεκτικότητες να τυποποιηθούν έτσι, ώστε ότι το προς παραγωγική διαδικασία γάλα να έχει 3,5% ποσοστό λιποπεριεκτικότητας. Όταν τυποποιηθεί το γάλα, δείγμα του στέλνεται για έλεγχο στο τμήμα ποιοτικού ελέγχου.

Συνεπώς, η τυποποίηση στο γάλα αφορά ουσιαστικά στη μεταβολή της λιποπεριεκτικότητάς του, αφού αυτό είναι το συστατικό με τη μεγαλύτερη διακύμανση και επιπλέον αφαιρείται εύκολα με την εφαρμογή φυσικών μεθόδων. Εκτός από τη φυσική αποκορύφωση του γάλακτος που είναι διαδικασία μη ελεγχόμενη και αργή, η αφαίρεση του λίπους του γίνεται με τη χρήση φυγοκεντρικών διαχωριστήρων που ονομάζονται *κορυφολόγοι ή αποκορυφωτές* (Εικόνα 10).

Το γάλα θερμοκρασίας περίπου 50°C με το οποίο τροφοδοτείται ο κορυφολόγος περιστρέφεται με επιτάχυνση 4.000-6.000 στροφές/χρ. Στο κωνικό τύμπανο του κορυφολόγου υπάρχουν δίσκοι με οπές μέσα από τις οποίες το γάλα κατά την

περιστροφική κίνηση διανέμεται στα κενά που υπάρχουν μεταξύ των δίσκων. Στη συνέχεια, τα λιποσφαίρια που έχουν μικρότερη πυκνότητα διαχωρίζονται και κατευθύνονται προς το εσωτερικό του τύμπανου, ενώ το άπαχο γάλα κινείται αντίθετα. Ο τελευταίος (ανώτερος) δίσκος δεν έχει οπές, οπότε το εμπλουτισμένο σε λίπος γάλα (κρέμα) οδηγείται σε συγκεκριμένη έξοδο, ενώ το άπαχο γάλα οδηγείται προς άλλη έξοδο του κορυφολόγου.



**Εικόνα 10:** Κάθετη τομή τυμπάνου κορυφολόγου.

Για τη διεργασία της τυποποίησης χρησιμοποιείται ένας φυγοκεντρικός διαχωριστής κρέμας, όμοιος με αυτούς που έχουν περιγραφεί παραπάνω. Το κανάλι που σχηματίζεται από τις οπές των κωνικών δίσκων πρέπει να βρίσκεται κοντά στον άξονα περιστροφής, ώστε ο διαχωρισμός να είναι αποτελεσματικός. Για θερμοκρασίες διαχωρισμού πάνω από 50°C, λαμβάνει χώρα καθίζηση και εναπόθεση πρωτεϊνών στους δίσκους, ενώ για θερμοκρασίες κάτω από 10°C, ο ρυθμός ροής

μέσα στη φυγόκεντρο πρέπει να ελαττώνεται για να είναι αποτελεσματικός ο διαχωρισμός [21].

### 3.5.5 ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το ειδικό βάρος του λίπους (0,93g/mL) είναι μικρότερο από αυτό του ορού γάλακτος, με αποτέλεσμα τα λιποσφαίρια να ανέρχονται στην επιφάνεια σχηματίζοντας τη στοιβάδα της κορυφής (κρέμα).

Η αποκορύφωση μπορεί να είναι επιθυμητή στην περίπτωση παρασκευής βουτύρου, όμως είναι ανεπιθύμητη σε άλλα προϊόντα. Ο ρυθμός σχηματισμού της κρέμας δίδεται από το νόμο του Stokes :

$$V = d^2 \cdot \Delta\rho \cdot g / 18\mu_f$$

Όπου  $V$ : ρυθμός σχηματισμού της κρέμας (m/s)

$d$ : διάμετρος σφαιριδίων λίπους (m)

$\Delta\rho = (\rho_p - \rho_f)$ : διαφορά πυκνοτήτων (kg/m<sup>3</sup>)

$g \approx 9.81$  m/s<sup>2</sup>

$\mu_f$ : ιξώδες (Pa.s)

Από τον παραπάνω τύπο φαίνεται ότι ο ρυθμός σχηματισμού της κρέμας επηρεάζεται από το μέγεθος των σφαιριδίων του λίπους και από το ιξώδες. Έτσι, προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία κορυφής (δηλαδή μείωση του ρυθμού σχηματισμού κρέμας), απαιτείται ή αύξηση του ιξώδους (παρασκευή συμπυκνωμένου γάλακτος) ή μείωση της διαμέτρου των σφαιριδίων του λίπους. Η τελευταία περίπτωση επιτυγχάνεται με την *ομογενοποίηση* του γάλακτος, τη διαδικασία όπου τα λιποσφαίρια διαιρούνται (διασπώνται) και σχηματίζονται έτσι σε μικρότερου μεγέθους λιποσφαίρια ως 2μm.

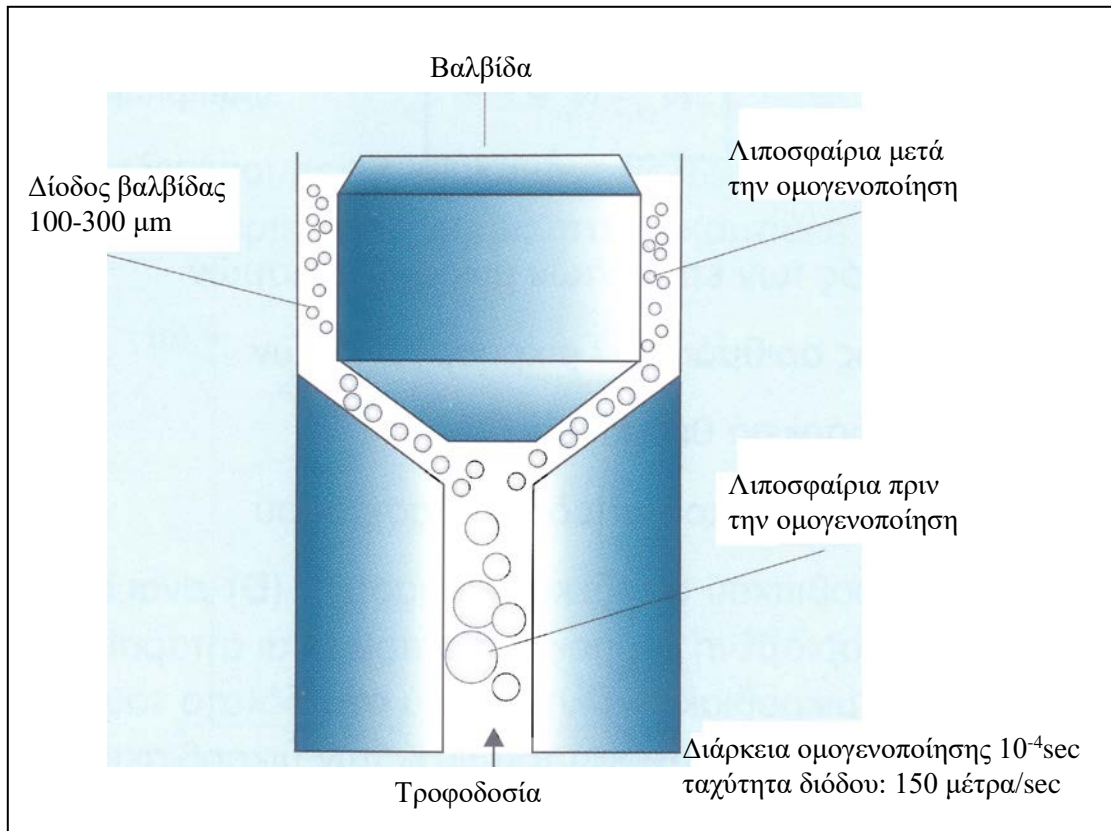
Η ομογενοποίηση είναι μία μέθοδος σταθεροποίησης του γαλακτώματος του λίπους του γάλακτος. Έχει ως αποτέλεσμα την ομοιογενή εμφάνιση του συσκευασμένου γάλακτος χωρίς διαχωρισμό του λίπους στην επιφάνεια, αλλά και τη διαμόρφωση ιδιαίτερων ρεολογικών χαρακτηριστικών σε ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα.

Για την πρόληψη της φυσικής αποκορύφωσης το γάλα υφίσταται ομογενοποίηση, που όπως στα τεχνητά γαλακτώματα, αποσκοπεί στη μείωση του μεγέθους των

σχηματισμών του λιπαρού και στην καλύτερη κατανομή τους στον όγκο του γαλακτώματος. Η βασική αρχή παραμένει ίδια, εφαρμογή ακραίων συνθηκών διατμητικής τάσης, ώστε να δημιουργηθούν υψηλές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης στο επίπεδο των λιποσφαιρίων και λόγω του φαινομένου της σπηλαίωσης που συμβαίνει οι δεσμοί που συγκρατούν τα λιποσφαίρια να διασπώνται και τα τελευταία να διαιρούνται [22, 23]. Λόγω των απωστικών δυνάμεων που υπάρχουν μεταξύ λιπαρών και υδατικών μορίων, τα λιποσφαίρια και οι μεμβράνες που τα περιβάλλουν αναδημιουργούνται με τη διαφορά ότι πλέον έχουν μικρότερα μεγέθη. Τα αποτελέσματα της ομογενοποίησης είναι η μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων του γάλακτος από 10-2μm σε 0,1 μm, και ταυτόχρονα η μεταβολή της σύνθεσης της μεμβράνης των λιποσφαιρίων. Η μεμβράνη απορροφά μόρια πρωτεΐνης, κυρίως καζεϊνικά και β-λακτογλοβουλίνης, από τον ορό γάλακτος προκειμένου να καταστεί επαρκής για να περιβάλλει τα νεοσχηματισμένα λιποσφαίρια, αφού η ειδική τους επιφάνεια αυξάνεται [23]. Επιπλέον η αυξημένη ειδική επιφάνεια των λιποσφαιρίων ευνοεί τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του λιπαρών και πρωτεϊνών [24, 25]. Ακόμη η παρουσία περισσοτέρων επιφανειοδραστικών ουσιών στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων δυσχεραίνει τη συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων και αυξάνει τη σταθερότητα του γαλακτώματος καθώς η αρνητική φόρτιση των απορροφημένων πρωτεϊνών δημιουργεί απωστικές δυνάμεις μεταξύ των λιποσφαιρίων [26].

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται κλασσικά για να επιτευχθεί ομογενοποίηση στο γάλα είναι η εφαρμογή υψηλής υδροστατικής πίεσης. Οι ομογενοποιητές υψηλής πίεσης αποτελούνται από την αντλία υψηλής πίεσης, η οποία συνδέεται με τη βαλβίδα ομογενοποίησης. Το μίγμα των λιπαρών και του αποβουτυρωμένου γάλακτος ομογενοποιείται με χρήση υψηλής πίεσης (10-20 MPa) σε θερμοκρασίες 55-70°C. Όταν το υγρό αντλείται μέσα από το μικρό κενό μεταξύ της βαλβίδας και της βάσης της βαλβίδας, η υψηλή πίεση αυξάνει την ταχύτητα του υγρού (80-150 m/s). Τη στιγμή που το ρευστό απομακρύνεται από τη βαλβίδα, στιγμιαία η ταχύτητά του μειώνεται. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται δραστικές δυνάμεις, οι οποίες φυσικά διασπών τα λιποσφαίρια.





**Εικόνα 11:** Σχηματική παρουσίαση βαλβίδας ομογενοποίησης.



**Εικόνα 12:** Ομογενοποιητής γάλακτος

Υπάρχουν δύο είδη ομογενοποιητών υψηλής πίεσης. Αυτοί που διαθέτουν μία μόνο συσκευή ομογενοποίησης και αυτοί που διαθέτουν δύο συσκευές συνδεδεμένες σε σειρά, για αυτό και ονομάζονται ομογενοποιητές ενός σταδίου και δύο σταδίων αντίστοιχα. Η κλασικά χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι αυτή της ομογενοποίησης των δύο σταδίων, η οποία επιτυγχάνει βέλτιστα αποτελέσματα ομογενοποίησης, εφόσον τα πιθανά συσσωματώματα των λιποσφαιρίων, που μπορεί να σχηματιστούν στην ομογενοποίηση ενός σταδίου, αποφεύγονται με τη χρήση της δεύτερης βαλβίδας ομογενοποίησης. Η ενός σταδίου ομογενοποίηση χρησιμοποιείται για ομογενοποίηση προϊόντων στα οποία απαιτείται υψηλό ιξώδες. Η δύο σταδίων ομογενοποίηση χρησιμοποιείται σε προϊόντα με υψηλό περιεχόμενο σε λιπαρά και σε αυτά που είναι επιθυμητή υψηλή απόδοση ομογενοποίησης, όπως το γάλα [25, 26, 27].

### **3.6 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ- ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ**

Η κυριότερη επεξεργασία του γάλακτος που πρόκειται να διατεθεί στην κατανάλωση ή να μετατραπεί σε άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι η *παστερίωση* (είναι μία θερμική επεξεργασία του γάλακτος, όπου με κατάλληλο συνδυασμό θερμοκρασίας - χρόνου) επιτυγχάνεται η καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών για τη διασφάλιση της υγείας του καταναλωτή με την ελάχιστη αλλοίωση της σύστασης, των βιοχημικών συστατικών και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του γάλακτος. Επίσης επιδιώκεται μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο του αριθμού των μη παθογόνων βακτηρίων καθώς και η αδρανοποίησή των ενζυμικών συστημάτων του.

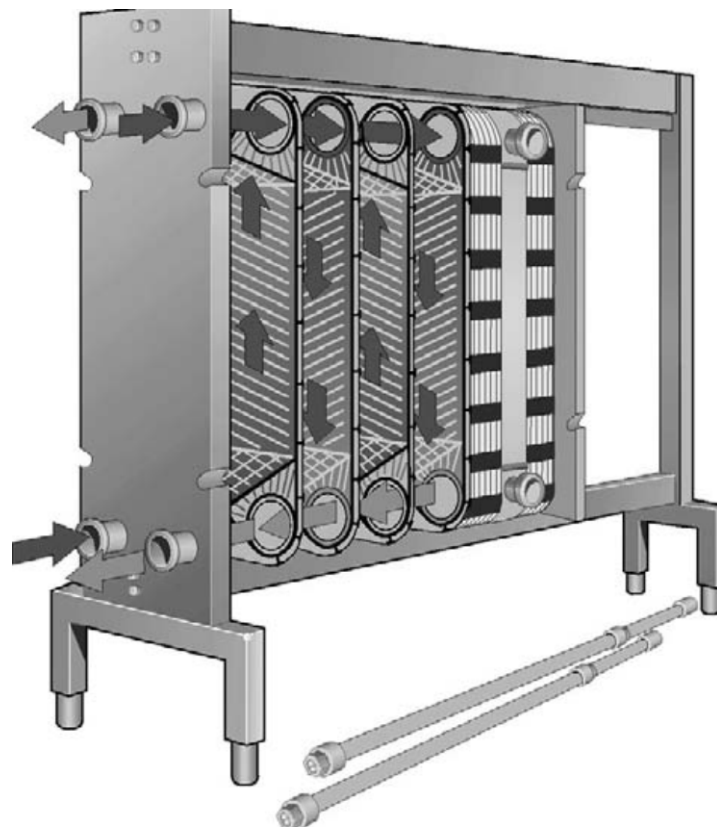
Έτσι το παστεριωμένο γάλα είναι υγιεινό και συντηρείται για περισσότερο χρονικό διάστημα, ενώ παρέχει τη θρεπτική αξία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του νοπού γάλακτος.

Οι μικροοργανισμοί έχουν διαφορετική αντοχή στην επίδραση της θερμοκρασίας, ενώ οι περισσότεροι από αυτούς θανατώνονται περίπου στους 60°C. Έτσι, οι μικροοργανισμοί *Strep.Lactis* και *Strep. Cremoris* καταστρέφονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ οι *Strep. Thermophilus*, *Strep. Faecalis* και τα γένη *Microbacterium* και *Thermobacterium* θανατώνονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Τέλος τα κολοβακτηριοειδή και τα αεριογόνα βακτήρια καταστρέφονται σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή των μικροοργανισμών κατά την παστερίωση είναι η μορφή με την οποία εμφανίζονται, δηλαδή σπόρια ή βλαστικό μέρος, καθώς και ο αριθμός τους στο νωπό γάλα. Διάφορες αλλοιώσεις του νωπού γάλακτος όπως ο αφρισμός, η ύπαρξη επιθηλιακών κυττάρων δρουν ως προστατευτικά καλύμματα των βακτηρίων, καθιστώντας τα πιο ανθεκτικά έναντι της θέρμανσης.

Οι απότομες αλλαγές θερμοκρασίας επιτυγχάνονται με συστήματα ανταλλαγής θερμότητας τους λεγόμενους *εναλλάκτες θερμότητας*. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εναλλακτών θερμότητας, όπως: α) ο πλακοειδής, β) ο σωληνωτός κ.α.

α) Ο *πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας* έχει επικρατήσει για την παστερίωση του γάλακτος, γιατί επειδή αποτελείται από πλάκες, μπορεί πολύ εύκολα να ανοιχθεί και να καθαριστεί εσωτερικά, άρα είναι και εύκολα εποπτεύσιμος. Ο πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας μπορεί να είναι *ομοροής* ή *αντιροής*.



**Εικόνα 13:** Πλακοειδής Εναλλάκτης Θερμότητας

β) Ο *σωληνωτός εναλλάκτης θερμότητας* χρησιμοποιείται σπανίως, διότι δεν είναι εύκολα εποπτεύσιμος.



**Εικόνα 14:** Σωληνωτός Εναλλάκτης Θερμότητας

Οι συνδυασμοί χρόνου και θερμοκρασίας που ικανοποιούν τις απαιτήσεις υγιεινής και ασφάλειας του γάλακτος είναι οι ακόλουθες:

### **1. Χαμηλή παστερίωση (Low pasteurization)**

Το γάλα θερμαίνεται στους  $63-65^{\circ}\text{C}/20\text{min}$  ή  $72-75^{\circ}\text{C}/15-20\text{s}$  (**HTST**). Η θέρμανση γίνεται σε ειδικούς λέβητες με διπλά τοιχώματα που κυκλοφορεί θερμό νερό ή ατμός. Η παστερίωση προσφέρεται για θανάτωση των περισσότερων παθογόνων μικροοργανισμών, ζυμών και μυκήτων. Αρκετά ένζυμα επίσης μετουσιώνονται και συμβαίνει μετουσίωση πολλών πρωτεϊνών ορού [28].

### **2. Υψηλή παστερίωση (High pasteurization)**

Το γάλα θερμαίνεται στους  $85^{\circ}\text{C}/20-30\text{min}$  ή  $90-95^{\circ}\text{C}/5\text{min}$ . Σε αυτή την παστερίωση τα γαλακτικά βακτήρια καταστρέφονται ολοσχερώς στους  $85^{\circ}\text{C}$ , με συνέπεια τα σπορογόνα βακτήρια να δρουν ελεύθερα, αλλοιώνοντας το γάλα. Επιτυγχάνεται αδρανοποίηση των περισσότερων ενζύμων και μετουσίωση αρκετών πρωτεϊνών ορού. Εμφανίζεται το “cooked flavour”.

Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι προκαλεί αλλαγές στα συστατικά και τις ιδιότητες του γάλακτος, παρόλο που η θανάτωση των μικροοργανισμών είναι αποτελεσματική [28, 29].

### **3. Αποστείρωση (Sterilization)**

Το γάλα θερμαίνεται στους 110°C/30min ή 130°C/40s. Κατά την αποστείρωση επιτυγχάνεται εξόντωση όλων των μικροοργανισμών, αδρανοποίηση των περισσότερων ενζύμων και μετουσίωση αρκετών πρωτεϊνών ορού και συσσωμάτωση των καζεϊνών - μικκυλίων της καζεΐνης και των λιποσφαιρίων. Αποδυναμώνεται η ένταση του αρώματος και το χρώμα του γάλακτος εμφανίζεται πιο σκούρο [28, 29].

### **4. Υπερ-υψηλή παστερίωση Ultra High Temperature (UHT)**

Η θέρμανση του γάλακτος γίνεται στους 145°C/1-2s. Κατά την υπερ-υψηλή παστερίωση επιτυγχάνεται εξόντωση όλων των μικροοργανισμών και μετουσίωση των πρωτεϊνών ορού (β-γαλακτογλοβουλίνη, αρκετών ανοσοσφαιρινών). Ακόμη επέρχεται ήπια υποβάθμιση της γεύσης, του αρώματος και σκούρεμα του χρώματος του γάλακτος [28, 29].

## **3.7 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ**

### **3.7.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Τα συστήματα και οι απαιτήσεις για τη συσκευασία των γαλακτοκομικών προϊόντων είναι παρόμοια με εκείνα των άλλων τροφίμων. Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα συσκευάζονται με διάφορους τύπους υλικών συσκευασίας ανάλογα με τις συγκεκριμένες ιδιότητες του προϊόντος, συνθήκες επεξεργασίας, αποθήκευσης, διακίνησης και τελικής χρήσης.

Οι κύριοι στόχοι της συσκευασίας είναι:

1. Να διατηρήσει και να προστατεύσει τα γαλακτοκομικά προϊόντα κατά της αλλοίωσης και επιβλαβών παραγόντων του εξωτερικού περιβάλλοντος,
2. Να περιέχει συγκεκριμένες ποσότητες του προϊόντος σε συσκευασίες που είναι εύκολο να χειριστεί κατά την παραγωγική διαδικασία, την αποθήκευση, τη μεταφορά και την κατανάλωση, και
3. Να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το προϊόν προς τους καταναλωτές.

Σημαντικές εκτιμήσεις για τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία γαλακτοκομικών προϊόντων είναι η τοξικότητα και η συμβατότητα με το προϊόν, η αντοχή σε κρούση, η διατήρηση της υγιεινής του προϊόντος, της οσμής και η προστασία από το φως, οι προδιαγραφές για το μέγεθος της συσκευασίας, οι απαιτήσεις για το σχήμα και για το βάρος, το μάρκετινγκ, η εκτύπωση καθώς και το κόστος.

Παραδείγματα των ειδών συσκευασίας που χρησιμοποιούνται για τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιλαμβάνουν γυάλινες και πλαστικές φιάλες, με οροφή τριγωνικού πρίσματος και ορθογώνιου παραλληλογράμου (bricktype) χάρτινα κουτιά, τσάντες, σακούλες, δύο και τριών τεμαχίων δοχεία, δοχεία αεροζόλ, πλαστικά δοχεία, και άλλα δοχεία [30].

Η ποιότητα και η γεύση του γάλακτος μπορεί να επιδεινωθεί, εξαιτίας του τρόπου παραγωγής, συσκευασίας και αποθήκευσής του. Αυτή η υποβάθμιση της ποιότητας του γάλακτος μπορεί να οφείλεται σε βακτηριακή ανάπτυξη, ενζυματική δραστηριότητα, και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το οξυγόνο και η θερμοκρασία.

Επιπλέον, το γάλα είναι ευαίσθητο στην ανάπτυξη off-flavours και στην υποβάθμιση της βιταμίνης A, που προκαλείται από την επίδραση του φωτός. Ως εκ τούτου, οι ιδιότητες των επιλεγμένων υλικών συσκευασίας είναι σημαντικές, αν η ποιότητα και η θρεπτική αξία του γάλακτος πρέπει να διατηρηθεί κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης [30].

Μετά την παστερίωση και την ψύξη του γάλακτος ακολουθεί η συσκευασία του, που γίνεται στο τμήμα της συσκευασίας. Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να τηρούνται αυστηρώς οι κανόνες υγιεινής, έτσι ώστε να αποφευχθεί η επιμόλυνση του γάλακτος.

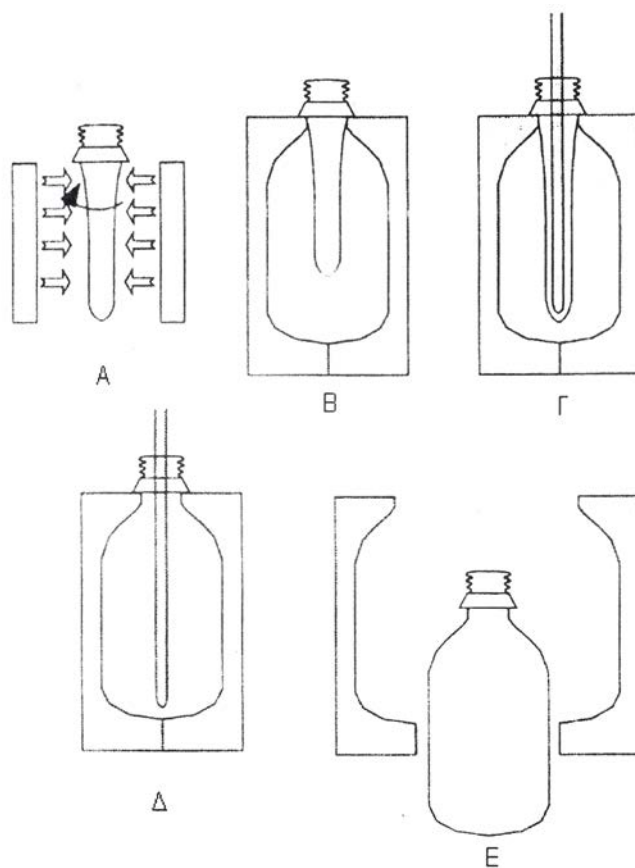
Τα τελευταία χρόνια η συσκευασία του γάλακτος γίνεται σε:

1. **Πλαστικές φιάλες** που δημιουργούνται με την τεχνική της μορφοποίησης με φύσημα και με προσανατολισμό. Με την τεχνική αυτή γίνεται διαξονικός προσανατολισμός του αντικειμένου ταυτόχρονα με τη μόρφωση, κατά μεν την ακτινική διεύθυνση από τον αέρα διόγκωσης, κατά δε την αξονική με τη βοήθεια μηχανικών μέσων. Με τη μέθοδο αυτή βελτιώνεται σημαντικά η αντοχή του αντικειμένου, ενώ ταυτόχρονα και πολλές άλλες ιδιότητες μεταβάλλονται ευνοϊκά. Έτσι αυξάνει η διαύγεια του υλικού και η αντοχή του

σε κρούση, βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά διαπερατότητας αερίων και υδρατμών καθώς και η συμπεριφορά του υλικού σε ερπυσμό.

Τα συνηθέστερα πολυμερή που χρησιμοποιούνται στη μόρφωση με φύσημα και με προσανατολισμό είναι το πολυ(τερεφθαλικό αιθυλένιο) (PET) και το πολυπροπυλένιο (PP). Το PET έχει ιδιαίτερα δοκιμασθεί στην παραγωγή φιαλών για αναψυκτικά καθώς και στη συσκευασία τροφίμων, ενώ το PP εφαρμόζεται περισσότερο στην παραγωγή μέσων συσκευασίας καλλυντικών, φαρμάκων και απορρυπαντικών. Υλικά που επίσης μορφοποιούνται είναι το PVC και το PS.

Στο **Σχήμα 4** φαίνεται η πορεία διόγκωσης με φύσημα και με ταυτόχρονο προσανατολισμό.



**Σχήμα 4:** Αναλύονται τα στάδια παραγωγής φιάλης με φύσημα και με προσανατολισμό:

- A. Θέρμανση της προμορφής
- B. Τοποθέτηση της προμορφής στη μήτρα, κλείσιμο της μήτρας
- Γ. Αξονικός προσανατολισμός (έκταση) με τη χρήση εσωτερικής ράβδου
- Δ. Διόγκωση του πολυμερούς με την πίεση αέρα, ώστε να μορφοωθεί και να προσανατολιστεί ακτινικά.
- E. Άνοιγμα της μήτρας και παραλαβή της μορφοποιημένης φιάλης.

Η τεχνική της μόρφωσης με φύσημα, υπό ταυτόχρονο προσανατολισμό, διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Τη διαδικασία ενός σταδίου και
- Τη διαδικασία δύο σταδίων.

Η πρώτη κατηγορία γίνεται σε μία συνεχή γραμμή παραγωγής. Τα πλεονεκτήματά της είναι:

1. Μικρή θερμική καταπόνηση του πολυμερούς
2. Δυνατότητα προγραμματισμού της μορφής και κατανομής υλικού στο αντικείμενο που πρόκειται να διογκωθεί.

Η δεύτερη κατηγορία εφαρμόζει ξεχωριστά την παραγωγή αντικειμένων που θα διογκωθούν, ενώ η διόγκωση γίνεται σε μεταγενέστερο στάδιο με επαναθέρμανση του υλικού.

Η πορεία δύο σταδίων εφαρμόζει εκβολή ή έγχυση για την παραγωγή του αντικειμένου που πρόκειται να διογκωθεί. Στη συνέχεια, το αντικείμενο αυτό ψύχεται και κατόπιν επαναθερμαίνεται σε κλίβανο μέχρι τη θερμοκρασία προσανατολισμού. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

1. Ελαχιστοποίηση των αποκομμάτων του πολυμερούς
2. Αυξημένη παραγωγικότητα (μέχρι 10000 φιάλες/h), ενώ στην πρώτη μέθοδο οι ρυθμοί φθάνουν τις 1800 φιάλες/h
3. Δυνατότητα να αποθηκεύονται τα αντικείμενα που πρόκειται να διογκωθούν και να μην επηρεάζει η παραγωγικότητα του ενός σταδίου την πορεία του άλλου.

Η μέθοδος των δύο σταδίων έχει αποκτήσει δημοτικότητα κυρίων λόγω της μεγάλης παραγωγικότητας που μπορεί να εξασφαλίσει.

Γενικά, τόσο η συνεχής πορεία όσο και η πορεία δύο σταδίων έχουν κοινό σημείο τον πολύ αυστηρό θερμοκρασιακό έλεγχο, όπως και το λεπτομερή διαστατικό έλεγχο, που μπορούν να εφαρμόσουν στο προμορφωμένο αντικείμενο που πρόκειται να διογκωθεί [31].

Οι μορφοποιημένες φιάλες φθάνουν στο στάδιο της πλήρωσης με γάλα, σφραγίζονται με φύλλο αλουμινίου και τοποθετείται βιδωτό πώμα. Είναι χωρητικότητας 500mL, 1L, 1,5L, 2L.





**Εικόνα 15:** Πλαστικές συσκευασίες γάλακτος διαφορετικών όγκων και σχημάτων

2. **Χάρτινες συσκευασίες** τύπου Tetrapak που μορφοποιούνται στη μηχανή συσκευασίας λίγο πριν φθάσουν στο στάδιο της πλήρωσης.

Δοχεία μίας χρήσης από πλαστικό /ελασμάτων χαρτιού (πολυαιθυλένιο (PE) επικαλυμμένο σε χαρτί) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως λόγω του χαμηλού κόστους, του εύκολου της εκτύπωσής τους και της ευελιξίας τους να σχηματίζονται γρήγορα.

Ωστόσο, οι ικανότητές τους ενάντια στην υγρασία και στον αέρα είναι μικρές. Ένας άλλος τύπος από πλαστικοποιημένο υλικό που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία του γάλακτος γενικά, αποτελείται από επτά ξεχωριστά στρώματα που μπορούν να περιλαμβάνουν PE / κόλλα / χαρτόνι / κόλλα / αλουμίνιο φύλλο / κόλλα / PE (ή ένα ιονομερές). Το υλικό θερμο-σφράγισης σε αυτή τη δομή είναι το PE ή ένα ιονομερές που είναι ενωμένο με το φύλλο αλουμινίου. Το στρώμα χαρτονιού παρέχει ακαμψία και αντοχή, ενώ το αλουμίνιο είναι η μεμβράνη φραγμού του οξυγόνου. Οι συσκευασίες που κατασκευάζονται από αυτό το είδος του υλικού είναι ικανές για την επέκταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, αν είναι ασηπτικά επεξεργασμένο. Σε αυτά τα υλικά, οι μεμονωμένες ταινίες συνδυάζονται σε μία ενιαία δομή για να παρέχουν φυσική αντοχή, αντίσταση σε διάτρηση, μηχανική επεξεργασία, σφραγισιμότητα, αντίσταση κατά περιβαλλοντικών παραγόντων και να

δημιουργούν φράγμα κατά της υγρασίας, του οξυγόνου, του διοξειδίου του άνθρακα, των οσμών και του φωτός [30].

Οι χάρτινες συσκευασίες αποτελούνται από εσωτερικές και εξωτερικές στοιβάδες πολυαιθυλενίου και φέρουν πάσμα πολυπροπυλενίου. Υπάρχουν διάφορα σχήματα από ασηπτικές χάρτινες συσκευασίες, χωρητικότητας 500mL, 1L, 1,5L, 2L.



**Εικόνα 16:** Χάρτινες συσκευασίες γάλακτος διαφορετικών όγκων και σχημάτων.

3. **Γυάλινες φιάλες** που εισήχθησαν το 1884 και ήταν το πρώτο σύγχρονο υλικό συσκευασίας για το γάλα. Μία σημαντική ιδιότητα του γυαλιού που το καθιστά κατάλληλο για το γάλα και άλλα τρόφιμα είναι η αρκετά αδρανής φύση του. Η στεγανότητά του, το καθιστά επιθυμητό για μακροπρόθεσμη αποθήκευση των τροφίμων που είναι επιρρεπής σε απώλειες πτητικών ή την αλλοίωση λόγω διείσδυσης αέρα.

Λόγω της ακαμψίας του, το γυαλί διατηρεί το σχήμα του και τον όγκο του υπό κενό ή υπό πίεση. Το γυαλί είναι σταθερό σε υψηλές θερμοκρασίες και έχει καλή εμφάνιση για τον καταναλωτή. Σε αντίθεση με τα πλεονεκτήματα αυτά, το γυαλί είναι εύθραυστο και σχετικά βαρύ, και έχει μία υψηλή ενεργειακή απαίτηση κατασκευής και υψηλό κόστος παραγωγής.

Οι γυάλινες φιάλες σφραγίζονται με πώμα από φύλλο αλουμινίου. Δεν χρησιμοποιούνται πολύ τα τελευταία χρόνια από τις μεγάλες γαλακτοβιομηχανίες [20, 30].



**Εικόνα 17:** Γυάλινες συσκευασίες γάλακτος

### **3.8 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΠΟ ΨΥΞΗ - ΔΙΑΘΕΣΗ**

Μετά τη συσκευασία του γάλακτος σε χάρτινες ή πλαστικές φιάλες, οι φιάλες τοποθετούνται σε χαρτοκιβώτια. Τα χαρτοκιβώτια τοποθετούνται σε παλέτες. Τέλος, οι παλέτες με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων (κλαρκ) μεταφέρονται σε δωμάτια ψυκτικούς θαλάμους και διατηρούνται υπό ψύξη 1-4°C μέχρι τη διανομή τους.

Στα δωμάτια ψυκτικούς θαλάμους ισχύει το σύστημα FIFO (First In First Out) δηλαδή, τα προϊόντα που εισήλθαν πρώτα στους θαλάμους διανέμονται πρώτα και τελευταία εκείνα που τοποθετήθηκαν τελευταία [20].

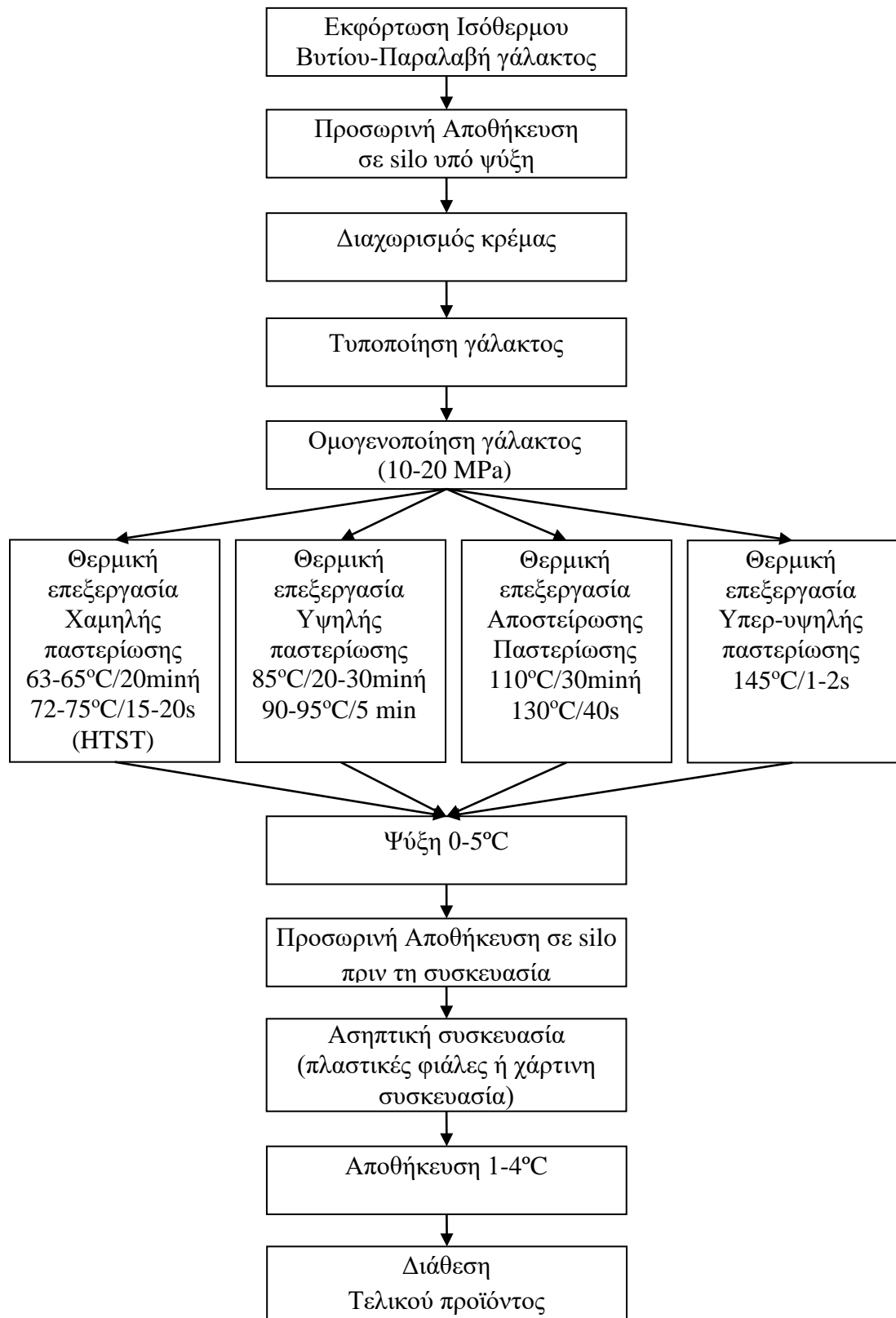
Το φρέσκο παστεριωμένο γάλα που αποθηκεύεται σε δωμάτια ψυγεία πρέπει να έχει χρόνο ζωής βάσει της νομοθεσίας, από την ημέρα παραγωγής +7 ημέρες. Για τα προϊόντα υψηλής θερμικής επεξεργασίας (παστερίωσης) και τα UHT γάλατα, ο χρόνος ζωής είναι διαφορετικός, διότι εξαρτάται από την παστερίωση του γάλακτος και θα πρέπει να αναγράφεται επι της συσκευασίας.

Η διάθεσή του γάλακτος είναι ένα από τα σημαντικότερα στάδια για την ασφάλεια του προϊόντος. Πρέπει να γίνεται υπό ψύξη με τη χρήση φορητών ψυγείων, που διατηρούν το προϊόν στους 1-6°C.

Τα φορητά ψυγεία πρέπει να είναι ευέλικτα και να διαθέτουν ισχυρό ψυκτικό κύκλωμα. Εσωτερικά είναι επενδεδυμένα με ανοξειδωτο χάλυβα ή κατάλληλο πλαστικό φύλλο. Το μονωτικό υλικό είναι συνήθως πολυουρεθάνη. Εξωτερικά είναι επενδεδυμένα με φύλλο αλουμινίου. Τα φορητά ψυγεία έχουν συνήθως πλήρωμα ένα έως δύο άτομα που σε πολλές περιπτώσεις είναι επιφορτισμένα με την τοποθέτηση του γάλακτος στα ψυγεία των καταστημάτων. Τον τελευταίο καιρό οι μεγάλες αλυσίδες των supermarkets τροφοδοτούν τις αποθήκες τους με μεγάλες ποσότητες από φορητά ψυγεία συρόμενα, έτσι ώστε να έχουν αποθέματα και να μην παραλαμβάνουν γάλα σε καθημερινή βάση. Αυτό δεν ισχύει για το φρέσκο παστεριωμένο γάλα που η παράδοσή του γίνεται σχεδόν καθημερινά.

Τέλος, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας ποιότητας και ασφάλειας είναι η σωστή χρήση του τελικού προϊόντος από τον καταναλωτή, ο οποίος οφείλει να ακολουθήσει τις υποδείξεις για την κατάλληλη χρήση που αναγράφονται στη συσκευασία δηλαδή θερμοκρασία συντήρησης, διάρκεια ζωής του προϊόντος πριν να ανοιχθεί, αλλά και αφού έχει ανοιχθεί. Ο παράγοντας αυτός είναι δύσκολο να ελεγχθεί από τους υπεύθυνους της βιομηχανίας [20].

### 3.9 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ



**Σχήμα 5:** Διάγραμμα ροής από την παραλαβή του γάλακτος έως τη διάθεση του τελικού προϊόντος

### 3.10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ 1<sup>ου</sup> -3<sup>ου</sup>

1. Fox P.F. , Mc Guffey R.K., Shirley G.E., Cogan G.M., Introduction Fat globules in milk Elsevier, Volume 1, 1-2, 2011.
2. Ελληνικός κώδικας Τροφίμων, Ποτών και αντικειμένων κοινής χρήσης, κεφ. IX Γάλα, αυγά και προϊόντα από αυτά., άρθρο 80, 2014.
3. Fuquay John W., Fox Patrick F., . McSweeney Paul L. H., “Encyclopedia of Dairy Sciences”, Second edition,UK, 2011.
4. Jensen R. G., Handbook of milk composition, Elsevier Science, 1995.
5. Walstra P., Wouters J. T. M., Dairy science and technology, Second Edition, CRC Press, 2005.
6. Walstra P., Wouters J. T. M., Geurts T.J., Dairy Science and Technology Second Edition, Chapter 1, 3-4 , 2006.
7. P. Walstra T.J., Geurts A., Noomen A., Jellema M.A.J.S., van Boekel, Department of Food Science Wageningen Agricultural University Wageningen, DAIRY TECHNOLOGY, Principles of Milk Properties and Processes 2, 27-29, 1999.
8. Fox P.F. , McSweeney P.L.H. , Advanced Dairy Chemistry: Volume 3 Lactose, Water, Salts and Minor Constituents, Springer, 2009.
9. Wonk N.P., Jenness R, Fundamentals of Dairy Chemistry, 3d Edition, Springer - Verlag, 1999.
10. Fox P.F. , McSweeney P.L.H. , Advanced Dairy Chemistry: Volume 1 Proteins, Springer, 2003.
11. Mc Clements D.J., “Critical Review of Techniques and Methodologies for Characterization of Emulsion Stability”, Department of Food Science, University of Massachusetts , Vol. 4 pp: 611–649, 2007.
12. Hui Y.H., Dairy science and technology handbook, John Wiley & Sons, 1993.
13. Καμινारीδης Στέλιος,Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία»,Εκδόσεις Έμβρυο , Αθήνα,2009.
14. Αρβανιτογιάννης Ιωαν., «Ασφάλεια Τροφίμων», pp. 227-230, 2001.

15. Τζιά Κων/να, «Σχεδιασμός και Λειτουργία Βιομηχανίας Τροφίμων», pp.111-197, Αθήνα 2010.
16. Harding, “Milk Quality”, Aspen Applications, Gaithersburg, Maryland, 1999.
17. Τζανετάκης Ν., Καλαντζόπουλος Γ., «Η ποιότητα του προς τυροκόμηση γάλακτος», Τριήμερο Επιμορφωτικό Σεμινάριο στη Γαλακτοκομία, Λάρισα, 1989.
18. Τσιγκοΐδα Α., «Παραγωγή Γάλακτος Ποιότητας», Τριήμερο Επιμορφωτικό Σεμινάριο στη Γαλακτοκομία, Λάρισα, 1989.
19. Walstra P., Wouters J.T.M., Geurts T.J. Chapter 7 Heat Treatment. In Dairy science and technology, Taylor & Francis Group, LLC, FL, USA, 2006, pp. 225-272.
20. Τζιά Κων/να, Τσιαπούρης Α., «Ανάλυση Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου, HACCP, στη βιομηχανία τροφίμων», Αθήνα, 1996.
21. Kessler, H.G., “Food Engineering and Dairy Technology”, Verlag, A., Kessler, Germany, 1981.
22. Loo C.C., Carleton, W. M., Further studies of cavitation in the homogenization of milk products, Journal of Dairy Science, Vol. 33 No. 10 pp. 692-702, 1950.
23. Cano-Ruiz M. E., Richter R. L., Effect of Homogenization Pressure on the Milk Fat Globule Membrane Proteins, Journal of Dairy Science, 11, 2732-2739, 1997.
24. Cho Y.H., Lucey J.A., Singh H., Rheological properties of acid milk gels as affected by the nature of the fat globule surface material and heat treatment of milk., International Dairy Journal, 9, 537–545, 1999.
25. Kessler, H.G. Food engineering and dairy technology, Freising, 1981.
26. Wilbey R.A., Homogenization of milk, Principles and Mechanism of Homogenization, Effects and Assessment of Efficiency: Valve Homogenizers, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), 750-754, 2011.
27. Fellows P. Food processing technology: principles and practice, CRC Press, Woodhead Pub., Boca Raton, FL Cambridge, 2000.

28. Walstra P.; Wouters J.T.M.; Geurts T.J. Chapter 7 Heat Treatment. In Dairy science and technology Taylor & Francis Group, LLC, FL, USA, 2006, pp. 225-272.
29. Boelrijk A.E.M.; de Jong C.; Smit G.; Chapter 7 Flavour generation in dairy products. In Dairy processing; Smith G., Eds; Woodhead Publishing LTD, Cambridge, UK, 2003, pp. 128-153.
30. Fuguay J.W., Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H., Encyclopedia of Dairy sciences, Second Edition, Vol.4, pp. 16-23, 2011.
31. Ταραντίλη Π., «Μηχανική Πολυμερών», pp. 232-234, Αθήνα, 2006.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΓΙΑΟΥΡΤΙ

#### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το *γιαούρτι* ή η *γιαούρτη* αποτελεί σημαντικό στοιχείο της παγκόσμιας κουζίνας και διατροφής, είτε ως συνοδευτικό, είτε ως κυρίως πιάτο, είτε ως επιδόρπιο ακόμα και ως ρόφημα.



**Εικόνα 18:** Γιαούρτι

Τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά και η μεγάλη θρεπτική του αξία είναι που το κάνουν τόσο δημοφιλές, όμως η ανάπτυξη αυτών των χαρακτηριστικών αποτελεί ως και σήμερα αντικείμενο μελέτης και έρευνας. Από την παραγωγή του γάλακτος από τα γαλακτοφόρα ζώα μέχρι το τελικό προϊόν - γιαούρτι συμβαίνουν διεργασίες και δράσεις (ζυμωτικές, ενζυμικές, φυσικοχημικές κ.α.) που οδηγούν σε ένα αποδεκτό, ποιοτικό και ασφαλές προϊόν. Κάθε επιμέρους διεργασία και ο έλεγχος αυτής αποσκοπεί στην εξασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας του τελικού προϊόντος.

#### 4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι πρώτες ιστορικές αναφορές ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων τοποθετούν την εμφάνισή τους στη Μέση Ανατολή κατά τη νεολιθική εποχή (στο 10.000 π.Χ. περίπου), ταυτόχρονα με την εξημέρωση των γαλακτοφόρων ζώων και την ανακάλυψη της άμελξης [1, 3]. Ο συνδυασμός του θερμού κλίματος της περιοχής και η απουσία στειρών συνθηκών προσέφεραν ένα ιδανικό περιβάλλον στους βακίλους του γιαουρτιού για να αναπτυχθούν και να οδηγήσουν σε πήγμα, εν αγνοία του ανθρώπου. Το προϊόν αυτής της δράσης έγινε αποδεκτό λόγω της ευχάριστης γεύσης του, καθώς και του γεγονότος ότι διατηρείτο για περισσότερο χρόνο από ότι το υγρό

γάλα. Εμπειρικά πλέον οι κτηνοτρόφοι έμαθαν να θερμαίνουν το γάλα, να το εμβολιάζουν με λίγο γιαούρτι (μαγιά) και να το διατηρούν ζεστό μέχρι να σχηματιστεί το πήγμα. Έτσι προέκυψε η πρώιμη διεργασία παραγωγής του γιαουρτιού. Κάποιες θεωρίες υποστηρίζουν ότι η παραγωγή και η κατανάλωση γιαουρτιού εξαπλώθηκε από τη Μέση Ανατολή σε πιο μακρινές περιοχές με την εξέλιξη του εμπορίου και τη διεξαγωγή πολέμων, άλλοι μελετητές υποστηρίζουν ότι άλλα παρεμφερή προϊόντα ανακαλύφθηκαν ανεξάρτητα από άλλους λαούς που χρησιμοποιούσαν το γάλα των ζώων στη διατροφή τους [1, 2]. Αναφορές για γιαούρτι υπάρχουν σε ελληνικά κείμενα (Ηρόδοτος 5<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ. και Γαληνός 1<sup>ος</sup>- 2<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.) και σε ρωμαϊκά (Πλίνιος ο Πρεσβύτερος 1<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.). Η κατανάλωση και παραγωγή γιαουρτιού στον ευρωπαϊκό χώρο χρονολογείται από τον 7<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. με την εγκατάσταση των Σλάβων στα Βαλκάνια. Επιπλέον υπάρχουν αναφορές ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων σε μοναστηριακά της Δυτικής Ευρώπης από το 16<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ [1, 2].

Η επιστημονική κοινότητα έδειξε ενδιαφέρον στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα για το γιαούρτι, κυρίως για τις θεραπευτικές του ιδιότητες σε παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος και για τη θρεπτική του αξία. Συγκεκριμένα ο Elie Metchnikoff στο *Essais Optimistes* του αναφέρει το γιαούρτι για τις θετικές του επιδράσεις στην πέψη και στη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος καθώς και για το ότι είναι φορέας μικροοργανισμών με θετικές επιδράσεις στον άνθρωπο [4]. Μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο και πιο συγκεκριμένα μετά το 1950, η μελέτη του γιαουρτιού έγινε πιο επισταμένη, με αποτέλεσμα να διασαφηνιστούν οι παράγοντες που επιδρούν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Η χρήση καλλιεργειών *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus* καθώς και η πρόοδος της τεχνολογίας οδήγησε σε συνεχείς παραγωγικές διαδικασίες. Ακόμη η χρήση φρούτων και η παραγωγή γιαουρτιών με διάφορες γεύσεις αύξησε κατά πολύ την κατανάλωση του γιαουρτιού από το ευρύ κοινό. Με την εξέλιξη της μικροβιολογίας έγιναν γνωστοί οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο γιαούρτι, καθώς και η επίδρασή τους στη θρεπτική του αξία και στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Μπορούσε, πλέον ο άνθρωπος να παρασκευάζει μαγιά με τους κατάλληλους οργανισμούς, ώστε το τελικό προϊόν να είναι το καλύτερο δυνατό, είτε από άποψη θρεπτικής αξίας είτε και οργανοληπτικά. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων πενήντα ετών, οι διεργασίες παραγωγής και παρασκευής γιαουρτιού έχουν βελτιστοποιηθεί, ενώ επιπλέον γίνεται

εφαρμογή καινοτόμων και εναλλακτικών τεχνολογιών στην παραγωγική διαδικασία [1, 3].

### 4.3 ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η λέξη προέρχεται από την Τουρκική λέξη yogurt και σχετίζεται με το **yogurmak** «ζυμώνω» & **yogun** «πυκνό» ή «παχύ». Το γράμμα g παραδοσιακά μετατρέποταν σε «gh» στις γραφές με ξένο αλφάβητο των Τουρκικών, που συνηθιζόταν να γράφεται διαφορετικά από το Αραβικό αλφάβητο μέχρι την εισαγωγή του Λατινικού αλφάβητου το 1928. Στα παλαιότερα τουρκικά το γράμμα δήλωνε ένα ηχηρό σύμφωνο γ, αλλά αυτός ο ήχος αποκόπηκε ανάμεσα σε φωνήεντα στα μοντέρνα Τουρκικά, στα οποία η λέξη προφέρεται (yogurt, jogurt) [3].

Στην Ελληνική γλώσσα ονομάζεται «η γιαούρτη» ή «το γιαούρτι» όπως και αναφέρεται στην παρούσα εργασία.

Σύμφωνα με το διεθνή οργανισμό τροφίμων και ποτών FAO/WHO ως γιαούρτι ορίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν που λαμβάνεται από την ζύμωση του γάλακτος, το οποίο γάλα περιέχει συστατικά φυσικά του γάλακτος με ή χωρίς τροποποίηση της σύνθεσής τους, με τη δράση των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus* και δηγεί σε πήγμα λόγω ισο-ηλεκτρικής καταβύθισης που οφείλεται στη μείωση του pH. Οι μικροοργανισμοί αυτοί πρέπει να είναι ζωντανοί και σε περίσσεια.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων & Ποτών, μέρος Α, άρθρο 82 (2009) ως γιαούρτι (πλήρες ή, κατά περίπτωση, Ημιαποβουτυρωμένο)... (όνομα ζώου)» χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νοπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική για αυτό ζύμωση (βλέπε παράρτημα II).

### 4.4 ΕΙΔΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Ανά τον κόσμο υπάρχουν περίπου 400 είδη προϊόντων ζυμωμένου γάλακτος. Παρόλο που για το κάθε προϊόν υπάρχει και διαφορετικό όνομα, οι διαφορές μεταξύ τους είναι πολύ μικρές και σε μερικές περιπτώσεις ασήμαντες. Με κριτήριο αυτές τις μικρές διαφορές τα διάφορα γιαούρτια και προϊόντα ζυμωμένου γάλακτος χωρίζονται

σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος ζώου από το οποίο προέρχεται το γάλα από το όπως: αγελαδινό, πρόβιο, κατσικίσιο, καμήλας, βίσωνα κ.α. Ένας άλλος διαχωρισμός για το γιαούρτι γίνεται βάσει της διεργασίας που παράγεται και των χαρακτηριστικών που αποκτά λόγω αυτής: γιαούρτι τύπου σετ, στραγγιστό γιαούρτι, παγωμένο γιαούρτι, πόσιμο γιαούρτι, αποξηραμένο γιαούρτι.

Οι πιο κοινοί τύποι γιαουρτιού που διατίθενται στο εμπόριο είναι:

- **Το γιαούρτι τύπου σετ (Set type yogurt)** και
- **Το στραγγιστό γιαούρτι (Strained yogurt)**

Αν και τον τελευταίο καιρό έχουν γίνει αρκετά δημοφιλή και τα :

- **Frozen (παγωμένο) γιαούρτι** και
- **Πόσιμο γιαούρτι.**

Το γιαούρτι τύπου σετ ζυμώνεται μέσα σε κύπελλα και καμία περαιτέρω ανάδευση ή απομάκρυνση ορού λαμβάνει χώρα μετά τη διαδικασία της ζύμωσης [3].

Το στραγγιστό γιαούρτι (είναι διαδεδομένο στην Ευρώπη και στην Αμερική ως “*Greek style yogurt*”) ζυμώνεται σε δεξαμενές υπό συνεχή ήπια ανάδευση και μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης απομακρύνεται ένα τμήμα του ορού. Λόγω της διαδικασίας παρασκευής, οι δύο τύποι αναπτύσσουν μία διαφορετική υφή. Το γιαούρτι τύπου σετ αναπτύσσει μία συνεχή υφή γέλης, ενώ στραγγιστό γιαούρτι εμφανίζει μία παχύρρευστη, κρεμώδη απαλή υφή.

Οι πιο γνωστές παραλλαγές του γιαουρτιού ανά τον κόσμο παρουσιάζονται παρακάτω:

1. **Dahi, ή Thayir:** Είναι ένα γιαούρτι ινδικής προέλευσης γνωστό για τη χαρακτηριστική γεύση και πυκνότητά του. Η λέξη, dahi, φαίνεται να προέρχεται από Σανσκριτική λέξη Dadhi. Το Dadhi είναι ένα από τα πέντε ελιξίρια (Panchamrita) συχνά χρησιμοποιούμενος στις ινδουιστικές τελετουργίες. Συναντάται σε διάφορες γεύσεις, δύο από τις οποίες είναι πιο γνωστές: ξινό (tauk doi) και γλυκό (doi meesti ή podi).
2. **Στραγγιστό Γιαούρτι:** Είναι γιαούρτι που στραγγίζεται για να αφαιρεθεί ο ορός κάνοντας το πιο πηγματώδες και προσδίδει μία διακριτική, ελαφρώς ξινή γεύση.

Είναι ο περισσότερο δημοφιλής τύπος γιαουρτιού όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά στην Ευρώπη, στις Σκανδιναυικές χώρες και στην Αμερική.

3. **Rahmjoghurt:** Ένα κρεμώδες γιαούρτι με την πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπη γάλακτος (10%) (Rahm είναι γερμανικά για την κρέμα), είναι διαθέσιμο στη Γερμανία και άλλες χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.
4. **Γιαούρτι της Κασπίας Θάλασσας:** Προέρχεται από την Ιαπωνία και θεωρείται ότι το πήγαν εκεί ερευνητές που επέστρεψαν από ένα ταξίδι στον Καύκασο. Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται είναι *Lactococcus cremoris* και *Acetobacter orientalis*. Το γιαούρτι της Κασπίας Θάλασσας έχει μία μοναδική υφή, ιδιαίτερα ιξώδη σαν μέλι, η γεύση του είναι πιο ήπια από άλλες ποικιλίες των γιαουρτιών. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι το γιαούρτι της Κασπίας Θάλασσας μπορεί να παραχθεί σε οικιακό επίπεδο, λόγω του ότι δεν απαιτεί ούτε ειδικό εξοπλισμό ούτε εξειδικευμένη αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Μπορεί να γίνει στη θερμοκρασία δωματίου (20-30°C) σε 10 έως 15 h.
5. **Jameed:** Είναι γιαούρτι που είναι αλατισμένο και ξηρό, δημοφιλές στην Ιορδανία.
6. **Zabady:** Είναι το γιαούρτι που κατασκευάζεται στην Αίγυπτο. Καταναλώνεται κυρίως στο Ραμαζάνι των μωαμεθανών όπου νηστεύουν καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Θεωρείται ότι ικανοποιεί την πείνα και τη δίψα.
7. **Ayran ή "Dhall":** Είναι ένα βασισμένο στο γιαούρτι, αλμυρό ποτό δημοφιλές σε Κουρδιστάν, Αλβανία, Βουλγαρία, Τουρκία, Αζερμπαϊτζάν, ιρανικό Αζερμπαϊτζάν, Π.Γ.Δ.Μ και Καζακστάν. Γίνεται με τη μίξη του γιαουρτιού με νερό και (μερικές φορές) την προσθήκη αλατιού.
8. **Lassi:** Είναι ένα βασισμένο στο γιαούρτι ποτό αρχικά από την Ινδία που είναι συνήθως ελαφρώς αλμυρό ή γλυκό. Το Lassi είναι μία βάση, παραλλαγές είναι το *Punjab* (η γλυκιά έκδοση) περιέχει ροδόνηρο, μάγκο ή άλλων φρούτων χυμούς. Το αλμυρό lassi περιέχει κύμινο και πιπεριές τσίλι.
9. **Kefir :**Είναι ένα ζυμωμένο ποτό γάλακτος που δημιουργείται στον Καύκασο. Παράγεται από το γάλα φοράδας (kumis).
10. **Ποτά γιαουρτιού με φρούτα (smoothies):** Ποτά με βάση το γιαούρτι με γλυκαντικά και γεύσεις φρούτων, ευρέως διαδεδομένα σε όλο τον κόσμο [3].

#### 4.5 ΣΥΣΤΑΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η σύσταση του γιαουρτιού είναι παρεμφερής με τη σύσταση του γάλακτος από το οποίο προήλθε, με κάποιες αλλαγές που συμβαίνουν στα συστατικά του γάλακτος κατά την ζύμωση. Η σύσταση του γάλακτος, όμως, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως παράγοντες που σχετίζονται με το ζώο που το παράγει μέχρι παράγοντες που επηρεάζουν αυτό καθαυτό το γάλα κατά την κατεργασία και την αποθήκευσή του [3, 7]. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι το είδος του ζώου που παράγει το γάλα, όπως και η ηλικία του, ο τρόπος και οι συνθήκες εκτροφής του και η διατροφή του. Ακόμη η εποχή του χρόνου που έγινε η άμελξη καθώς και το στάδιο του θηλασμού στο οποίο βρισκόταν το ζώο τη συγκεκριμένη περίοδο. Από τις θηλές του ζώου μέχρι την κατανάλωση, ή την παρασκευή γιαουρτιού, το γάλα περνά από πολλά στάδια-διεργασίες, τα οποία έχουν επίδραση στην σύστασή του [7, 13]. Όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος επηρεάζουν και τη σύσταση του γιαουρτιού συν έναν επιπλέον [3, 8]. Για την παραγωγή γιαουρτιού, η διαδικασία της ζύμωσης παίζει το σημαντικότερο ρόλο για τη σύσταση του τελικού προϊόντος. Κατά την ζύμωση η λακτόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ (για αυτό το λόγο μειώνεται και η θερμιδική αξία του γιαουρτιού σε σχέση με το αρχικό γάλα κατά 3-4%) και αυξάνει ο αριθμός των ελεύθερων πεπτιδίων, αμινοξέων και λιπαρών οξέων. Τέλος, συμβαίνουν αλλαγές σε κάποιες βιταμίνες. Στον **Πίνακα 5** φαίνεται η σύσταση του σκευάσματος και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες και αποβουτυρωμένο αγελαδινό γάλα [5,6].

**Πίνακας 5:** Μέση σύσταση (% w/v) γιαουρτιών: τύπου σετ και στραγγιστού από πλήρες και αποβουτυρωμένο αγελαδινό γάλα.

Συστατικά γιαουρτιού	Γιαούρτι τύπου Σετ		Στραγγιστό γιαούρτι	
	Πλήρες (g/L)	Αποβουτυρω μένο (g/L)	Πλήρες (g/L)	Αποβουτυρω μένο (g/L)
Νερό	81,9	84,9	77,0	77,0
Πρωτεΐνες	5,7	5,1	4,1	6,4
Λιπαρά	3,0	0,8	9,1	0,4
Υδατάνθρακες	7,8	7,8	2,9	1,8
Ασβέστιο (Ca)	$200 \times 10^{-3}$	$190 \times 10^{-3}$	$150 \times 10^{-3}$	$150 \times 10^{-3}$
Φωσφόρος (P)	$170 \times 10^{-3}$	$160 \times 10^{-3}$	$120 \times 10^{-3}$	$130 \times 10^{-3}$
Νάτριο (Na)	$80 \times 10^{-3}$	$83 \times 10^{-3}$	$64 \times 10^{-3}$	$64 \times 10^{-3}$
Κάλιο (K)	$280 \times 10^{-3}$	$250 \times 10^{-3}$	$210 \times 10^{-3}$	$200 \times 10^{-3}$
Ψευδάργυρος (Zn)	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,6 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$

Το νερό είναι το κύριο συστατικό του γάλακτος και κατά συνέπεια το γιαούρτι, που είναι άμεσο προϊόν γάλακτος, αποτελείται και αυτό κατά μεγάλο μέρος από νερό. Η **ενεργότητα νερού  $a_w$**  του γάλακτος είναι περίπου 0,993, γεγονός που κάνει το γάλα κατάλληλο «περιβάλλον» για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων και κατά συνέπεια για την πήξη του γιαουρτιού [7, 8].

Ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος είναι η λακτόζη, ένας δισακχαρίτης και αποτελείται από την ένωση των μονοσακχαριτών D-γαλακτόζης και D-γλυκόζης που συνδέονται μεταξύ τους με  $\beta$ - 1-4 γλυκοζιτικό δεσμό. Η λακτόζη είναι το συστατικό του γάλακτος που επιτρέπει την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων, μιας και αποτελεί το θρεπτικό τους μέσο. Καταναλώνοντας τη λακτόζη, τα οξυγαλακτικά βακτήρια παράγουν γαλακτικό οξύ και επαγωγικά σχηματίζεται το πήγμα του γιαουρτιού [7,8].

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες ορού. Στην παραγωγή του γιαουρτιού το σημαντικότερο ρόλο έχουν οι καζεΐνες, διότι ο σχηματισμός του πηγματος οφείλεται στην ισοηλεκτρική καταβύθιση. Οι πρωτεΐνες ορού συμμετέχουν στο σχηματισμό του πηγματος του γιαουρτιού, αφού υποστούν μετουσίωση και σχηματίσουν δισουλφιδικούς δεσμούς με τις καζεΐνες [6, 10].

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά είναι περίπου 4%, όπως και του γιαουρτιού που δεν έχει υποστεί αφαίρεση ορού (π.χ. τύπου σετ). Η περιεκτικότητα

σε λιπαρά σε στραγγιστό γιαούρτι μπορεί να φτάσει μέχρι ποσοστό 10%. Τα γιαούρτια τύπου σετ που είναι διαθέσιμα στην αγορά έχουν περιεκτικότητες λιπαρών 4, 2 και 0%, ενώ τα στραγγιστά 10, 4 και 0% [7, 11].

Τα μεταλλικά στοιχεία που βρίσκονται στο γάλα, και κατ' επέκταση στο γιαούρτι είναι  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ . Βρίσκονται σε μορφή ιόντων μέσα στο γάλα μαζί με τα αντίστοιχα ανιόντα  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COO})_3^{-3}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  και  $\text{SO}_4^{2-}$  [8, 12].

#### 4.6 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η διαδικασία παραγωγής γιαουρτιού χρονολογείται 10.000 ως 15.000 χρόνων και είναι σύγχρονη της εξημέρωσης των γαλακτοφόρων ζώων. Μέχρι τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, η παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού βασιζόταν σε εμπειρικές γνώσεις και αρχές. Τις τελευταίες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα, με τη βιομηχανική παραγωγή προϊόντων γάλακτος, σε συνδυασμό με την πρόοδο της επιστήμης τροφίμων και της μικροβιολογίας, αναπτύχθηκε ενδιαφέρον για τις βασικές αρχές πίσω από το σχηματισμό του γιαουρτιού από το γάλα. Ειδικότερα στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, που το ενδιαφέρον για υγιεινές διατροφικές συνήθειες και λειτουργικά τρόφιμα αυξάνεται, το γιαούρτι και τα γαλακτοκομικά προϊόντα απόκτησαν επιπλέον επιστημονικό ενδιαφέρον [1, 3, 8].

Η παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται σε βιομηχανικό επίπεδο για την παραγωγή του γιαουρτιού περιλαμβάνει διάφορες διεργασίες ξεκινώντας από την άμελξη και τελειώνοντας με τη συσκευασία του τελικού προϊόντος, γιαούρτι. Αρκετές από τις επιμέρους διεργασίες που περιλαμβάνονται στην παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού είναι κοινές με τη βιομηχανική επεξεργασία του υγρού γάλακτος, όπως η βακτηριοκάθαρση, το θέρμισμα, η τυποποίηση των λιπαρών και λοιπών σταθερών του γάλακτος, η ομογενοποίηση και η παστερίωση. Όμως μέχρι την παρασκευή του γιαουρτιού, το γάλα υφίσταται επιπλέον διεργασίες όπως η θερμική κατεργασία, ο εμβολιασμός, η επώαση-ζύμωση καθώς και τα τελικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας που διαφέρουν ανάλογα με το επιθυμητό τελικό προϊόν [3, 14].



#### 4.6.1 ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το παραγόμενο γάλα από τα γαλακτοφόρα ζώα περιέχει διάφορες προσμίξεις όπως επιθηλιακά κύτταρα από τους μαστούς, λοιπές ακαθαρσίες όπως χόμα και ζωοτροφές και μικροβιακή χλωρίδα. Το γάλα υφίσταται φυγοκέντρωση και μία ήπια θερμική κατεργασία, γνωστή ως **θέρμισμα**, (εύρος θερμοκρασία 60-69°C για 20-30 s). Αυτές οι διεργασίες επιτυγχάνουν την απομάκρυνση των στερεών προσμίξεων, τη θανάτωση πολλών ενδογενών μικροοργανισμών και τη μερική αδρανοποίηση ορισμένων ενζύμων [4]. Μετά το θέρμισμα, το γάλα ψύχεται <5 °C ή εμβολιάζεται με γαλακτικά βακτήρια, ώστε να παρεμποδιστεί η ανάπτυξη ψυχρότροφων βακτηρίων [3, 14].

#### 4.6.2 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ

Η περιεκτικότητα σε λιπαρά του ανεπεξέργαστου γάλακτος κυμαίνεται από 3,2%-4,2% w/w, κατά τη βιομηχανική επεξεργασία του γάλακτος, η περιεκτικότητά του σε λιπαρά ρυθμίζεται σε <0,5%, για αποβουτυρωμένο γάλα, σε 1,5-2%, για ημιαποβουτυρωμένο και σε 3,5% για το πλήρες. Όσον αφορά το γιαούρτι η περιεκτικότητα σε λιπαρά κυμαίνεται από 0,1%-10% ανάλογα με το είδος του.

Η τυποποίηση των λιπαρών στο γάλα έχει σημαντική επίδραση στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και στα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Συγκεκριμένα υψηλότερο ποσοστό λιπαρών οδηγεί σε γιαούρτι με αυξημένη συνοχή και ιξώδες καθώς και επηρεάζει την κινητική της πτώσης του pH κατά την ζύμωση [3, 13].

#### 4.6.3 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος (καζεΐνες και πρωτεΐνες ορού) μαζί με τα μεταλλικά στοιχεία είναι το στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ, solid-no-fat-content SNF). Η περιεκτικότητα αυτών των στοιχείων διέπεται από τη νομοθεσία της εκάστοτε χώρας, αν όχι ο παραγωγός αποφασίζει αυτόβουλα, ώστε να επιτύχει συγκεκριμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν. Τα νομικά όρια για τις τιμές του ΣΥΑΛ είναι 8,2-8,6 g/100g γιαουρτιού. Γενικά όσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα του ΣΥΑΛ στο γάλα τόσο πιο συνεκτικό είναι το τελικό προϊόν. Το ποσοστό ΣΥΑΛ για το βιομηχανικό γιαούρτι κυμαίνεται από 9% (για γιαούρτι χαμηλό σε λιπαρά) μέχρι

30% (σε γιαούρτι υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά). Το πιο αποδεκτό, οργανοληπτικά, γιαούρτι φτιάχνεται από γάλα με 15-16g μη λιπαρών στερεών ανά 100g γάλακτος. Η δράση των ΣΥΑΛ που οδηγεί στη βελτίωση των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του γιαουρτιού οφείλεται κυρίως στις πρωτεΐνες. Στην προσπάθεια να γίνουν τα χαρακτηριστικά αυτά όσο το δυνατόν καλύτερα το ποσοστό πρωτεϊνών στο γάλα αυξάνεται. Λόγω αυτού είναι κοινή πρακτική η ενίσχυση του γάλακτος με επιπλέον πρωτεΐνες [3, 10, 14] .

Η επιλογή οποιασδήποτε μεθόδου ενίσχυσης πρέπει να γίνεται με βάση το κόστος, τη διαθεσιμότητα των υλικών, την κλίμακα παραγωγής και τον εξοπλισμό. Ακόμη σημαντικό είναι τι επίδραση έχει το πρόσθετο στα υπόλοιπα συστατικά του γιαουρτιού στις υπόλοιπες πρωτεΐνες το γάλακτος, στη λακτόζη, στους λοιπούς υδατάνθρακες, και στα λιπαρά. Επίσης ενδέχεται να υπάρξουν κάποια ανεπιθύμητα αποτελέσματα, π.χ. στην προσθήκη σκόνης γάλακτος (ολόκληρη ή SMP) πέρα από ένα ορισμένο επίπεδο μπορεί να οδηγήσει σε κομιώδη υφή στο γιαούρτι. Ο κύριος στόχος της τυποποίησης των πρωτεϊνών είναι η αύξηση του ιξώδους και η βελτίωση της υφής του γιαουρτιού, χαρακτηριστικά που εξαρτώνται άμεσα από τις πρωτεΐνες. πρωτεΐνες [3, 8, 15].

Οι τρόποι με τους οποίους γίνεται η ενίσχυση-τυποποίηση των πρωτεϊνών είναι οι εξής:

#### **4.6.3.1 ΒΡΑΣΜΟΣ**

Είναι η παραδοσιακή μέθοδος, κατά την οποία το γάλα θερμαίνεται μέχρι να μειωθεί ο όγκος του στα 2/3 του αρχικού. Ο στόχος είναι να αυξηθεί η συγκέντρωση των πρωτεϊνών. Όμως η θερμότητα προκαλεί και άλλες φυσικοχημικές αλλαγές. Ο βαθμός συγκέντρωσης που επιτυγχάνεται με τη διαδικασία δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια, αλλά εάν, παραδείγματος χάριν, το ποσοστό είναι 13g/100g γάλακτος, το αποτέλεσμα του βρασμού είναι να αυξηθεί σε περίπου 19–20g/100g γάλακτος. Αυτή η μέθοδος ενίσχυσης των πρωτεϊνών χρησιμοποιείται σε μικρή κλίμακα παραγωγής σε βιοτεχνικό ή οικιακό επίπεδο [3, 14].

#### **4.6.3.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΚΟΝΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ**

Το γάλα σε σκόνη (πλήρες ή αποβουτυρωμένο) χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για να ενισχύσει το υγρό γάλα για την κατασκευή ενός συνεκτικού και

απαλού γιαουρτιού. Πιο συνηθισμένο πρόσθετο είναι η σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος (Skimmed Milk Powder, SMP). Το ποσοστό προσθήκης στο μίγμα γιαουρτιού μπορεί να κυμανθεί από 1% - 6% w/w. Προσθήκη μεγαλύτερου ποσοστού σκόνης μπορεί να οδηγήσει σε μια κομμώδη υφή [3, 16].

Σε μερικές αναπτυσσόμενες χώρες, το γιαούρτι κατασκευάζεται αποκλειστικά χρησιμοποιώντας τη σκόνη (SNP) και άνυδρες λιπαρές ουσίες γάλακτος. Η χρήση της σκόνης (SMP) για την παρασκευή ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος προτιμάται σε σχέση με τη σκόνη πλήρους γάλακτος λόγω της οξειδωμένης γεύσης που αποδίδεται στο τελευταίο προϊόν. Να σημειωθεί ότι η ενίσχυση του γάλακτος με σκόνη (SMP) εξαλείφει τις αυξομειώσεις που παρουσιάζει το γάλα στην περιεκτικότητα πρωτεΐνης λόγω εποχής [5, 6].

Εντούτοις, σε μερικές χώρες, Δανία και Ιταλία, η ενίσχυση του γιαουρτιού από σκόνη γάλακτος δεν επιτρέπεται, και ως εκ τούτου άλλες μέθοδοι υιοθετούνται για να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.

Οι προδιαγραφές της σκόνης είναι σημαντικές και μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι προδιαγραφές για τις σκόνες που δημοσιεύτηκαν από το American Dairy Products Institute (ADPI) το 1990 αναγνωρίζεται παγκοσμίως (ADMI). Γενικά η σκόνη γάλακτος πρέπει να είναι απαλλαγμένη από οποιουδήποτε ανασταλτικά στοιχεία για την πήξη και να είναι υψηλής μικροβιολογικής ποιότητας. Ακόμη μερικές συγκεκριμένες απαιτήσεις για τη σκόνη SMP που χρησιμοποιείται για την ενίσχυση του γάλακτος σύμφωνα με τον Wilcek (1990) είναι οι εξής:

- δείκτης αζώτου πρωτεΐνης ορρού γάλακτος 4,5-5,9
- αριθμός κυστεΐνης 38-48
- αριθμός θειόλης 7,5-9,4
- αριθμός θερμίδων 80-83.

Αυτές οι προδιαγραφές εξασφαλίζουν στη σκόνη γάλακτος τα ιδανικότερα θερμικά χαρακτηριστικά για τη συμμετοχή της στην παραγωγή γιαουρτιού. Μελέτες που έγιναν πάνω σε διάφορες σκόνες γάλακτος του εμπορίου έδειξαν ότι τα χαρακτηριστικά το γιαουρτιού, γεύση, σύσταση και οξύτητα, διέφεραν ανάλογα με τη σκόνη γάλακτος, επιβεβαιώνοντας έτσι ότι τα χαρακτηριστικά της σκόνης γάλακτος μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα του γιαουρτιού [3, 10, 13, 17].

#### 4.6.3.3 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΚΟΝΗΣ/ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ ΟΡΟΥ

##### ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η σκόνη πρωτεΐνης ορού γάλακτος (whey protein) αξιοποιήθηκε σε τρόφιμα και γαλακτοκομικά προϊόντα μετά το 1970 [3, 6]. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι στερεών/σκονών ορού γάλακτος όπως:

- πρωτεϊνικά συμπυκνώματα ορού γάλακτος (WPC),
- απομονωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος (WPI)
- υδρολυμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος (WPH),
- μετουσιωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος
- μέρη πρωτεΐνης ορού γάλακτος
- μη-πρωτεϊνικά προϊόντα αζώτου.

Η διαφοροποίησή τους γίνεται με βάση την τεχνική επεξεργασίας πριν την ξήρανση (απομάκρυνση μεταλλικών στοιχείων, αφαίρεση λακτόζης, πρωτεϊνική συμπύκνωση ορού γάλακτος, απλή ξήρανση). Το συνιστώμενο επίπεδο προσθήκης της πρωτεΐνης ορού γάλακτος στο μίγμα γιαουρτιού είναι περίπου 1–2%, δεδομένου ότι μεγαλύτερα ποσοστά θα προσδώσουν στο γιαούρτι γεύση ορού. Εντούτοις, η χρήση αφυδατωμένης ζυμωμένης πρωτεΐνης ορού από τυρί βελτιώνει τη γεύση του γιαουρτιού. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος παρουσιάζει πολύ καλή σταθερότητα στις εναλλαγές θερμότητας που συμβαίνουν κατά την παρασκευή του γιαουρτιού. Το ποσοστό σκόνης πρωτεΐνης ορού γάλακτος που χρησιμοποιείται για την ενίσχυση μίγματος γιαουρτιού έκταση είναι 0,6% - 4% και παράλληλα επιφέρει:

- αύξηση παραγομένης ακεταλδεϋδης,
- αυξημένο ιξώδες
- μειωμένη εμφάνιση συναίρεσης,
- βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων.

Συνδυάζοντας σκόνης (SMP) και σκόνη πρωτεΐνης ορού σε αναλογία με 75: 25 και 50: 50 για την ενίσχυση μίγματος γιαουρτιού μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Επίσης συνδυασμός σκόνης (SMP) και μίγματος καζεΐνης - ορού γάλακτος 50% μειώνει το κόστος της κατασκευής και το γιαούρτι ήταν αποδεκτό.

Άλλα συμπυκνώματα πρωτεΐνης ορού γάλακτος έχουν χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση μίγματος γιαουρτιού σε ποσοστό μέχρι 30% χωρίς σημαντικές αλλαγές στο προϊόν [3, 10, 13,34].

#### **4.6.3.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΖΕΪΝΗΣ**

Ένα ακόμη ενισχυτικό πρόσθετο στο γιαούρτι είναι η σκόνη καζεΐνης. Η σκόνη καζεΐνης, όπως το όνομα δείχνει, αποτελείται κυρίως από καζεΐνη. Παράγεται από αποβουτυρωμένο γάλα και ανάλογα με τον τρόπο που απομακρύνεται από το γάλα αλλάζει και το είδος της. Οι πιο συνήθεις τρόποι χρήσης της σκόνης καζεΐνης στην παραγωγή γιαουρτιού είναι είτε αυτούσια είτε σε αναλογία 50-50 με σκόνη πρωτεΐνης ορού, το τελικό προϊόν και στις δύο περιπτώσεις παρουσιάζει αυξημένο ιξώδες, μειωμένη συναίρεση και αυξημένο ποσοστό πρωτεΐνης [3, 8].

#### **4.6.3.5 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΩΝ**

Η χρήση τους στις περισσότερες χώρες διέπονται από τη νομοθεσία. Σε διεθνή επίπεδο, το FAO/WHO έχει συντάξει έναν κατάλογο ενώσεων, με τις επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή γιαουρτιού ο οποίος παρατίθεται στο παράρτημα.

Η ταξινόμηση των σταθεροποιητών/γαλακτωματοποιητών γίνεται σύμφωνα με τον διαχωρισμό που πρότεινε ο Glicksman (1969, 1979, 1982, 1983, 1985, 1986) βάσει της προέλευσής τους [3,8]

- Φυσικά κόμματα (παράγονται από τη φύση αυτούσια)
- Τροποποιημένα φυσικά ή μερικώς συντιθέμενα κόμματα (χημικά τροποποιημένα φυσικά κόμματα ή άλλες πηκτικές ουσίες)
- Συνθετικά κόμματα (συντίθενται χημικά).

Ο στόχος των σταθεροποιητών στο μίγμα γάλακτος είναι να ενισχύσει και να διατηρήσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά στο γιαούρτι, τη δομή του πήγματος, τη σύσταση, το ιξώδες, την υφή και την εμφάνιση. Κατά την παρασκευή του, το

γιαούρτι, υφίσταται μηχανικές καταπονήσεις και θερμικές κατεργασίες σε κλίμακα θερμοκρασιών από 3-80°C. Κατά συνέπεια το ιξώδες και η υφή απομακρύνονται από τις τιμές που κάνουν το προϊόν αρεστό, ακόμη παρουσιάζεται φαινόμενο συναίρεσης. Η προσθήκη των σταθεροποιητών μπορεί να επαναφέρει τα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού στα αποδεκτά όρια [3, 14]. Οι σταθεροποιητές αναφέρονται συχνά ως υδροκολλοειδή και ο τρόπος δράσης τους στο γιαούρτι περιλαμβάνει δύο βασικές λειτουργίες: τη δέσμευση του νερού και την ενίσχυση της αύξησης του ιξώδους. Τα μόρια των σταθεροποιητών σχηματίζουν δίκτυα δεσμών με τα συστατικά του γάλακτος λόγω της ύπαρξης αρνητικά φορτισμένων ριζών. Αυτές οι ρίζες συγκεντρώνονται στις ενδιάμεσες περιοχές και η δέσμευση του νερού στο μίγμα γάλακτος επιτυγχάνεται από το σταθεροποιητή ως εξής: Δεσμεύει το νερό και αντιδρά με τα συστατικά γάλακτος (κυρίως τις πρωτεΐνες) για να αυξήσει το επίπεδο υδάτωσής τους και τέλος σταθεροποιεί τα πρωτεϊνικά μόρια υπό μορφή δικτύου που εμποδίζει την ελεύθερη κίνηση του νερού. Επομένως, τα υδροκολλοειδή στο γιαούρτι ενισχύουν το σχηματισμό γέλης (gel) και πήγματος και το κάνουν πιο σταθερό [13,24].

Οι σταθεροποιητές στο γιαούρτι χρησιμοποιούνται είτε αυτούσιοι είτε σε ως μίγματα. Η χρήση μίγματος σταθεροποιητών είναι πιο σύνθητες στη βιομηχανία λόγω του ότι τα περισσότερα προϊόντα σταθεροποιητές του εμπορίου είναι μίγματα. Ακόμη με τη χρήση μίγματος σταθεροποιητών επιτυγχάνονται συγκεκριμένες δράσεις που το κάθε συστατικό του μίγματος δεν ήταν σε θέση να πετύχει από μόνο του ή ξεπερνιούνται περιορισμοί της δράσης ενός συστατικού [13, 24].

Η δράση των σταθεροποιητών, και κατ' επέκταση και η επιλογή τους για το εκάστοτε γάλα που θα γίνει γιαούρτι, επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

## **1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

Το αποτέλεσμα και ο τρόπος δράσης του κάθε σταθεροποιητή και αν είναι ιδανικό για το είδος του γιαουρτιού προς παρασκευή. Στις περισσότερες περιπτώσεις σταθεροποιητών, η επιλογή γίνεται με δοκιμή και σφάλμα [3, 34].

### **• ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ**

Η βέλτιστη συγκέντρωση του σταθεροποιητή για να χρησιμοποιηθεί στο γιαούρτι εξαρτάται από τις παρενέργειες που συνεπάγονται από τη χρήση τους (π.χ. μη αρεστή αίσθηση στο στόμα). Επιπλέον η ποσότητα του σταθεροποιητή που χρειάζεται για το

κάθε μίγμα γάλακτος εξαρτάται από την περιεκτικότητα του τελευταίου σε στερεά (πρωτεΐνες, κτλ.) [3, 13].

- **ΤΟΞΙΚΕΣ Η ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Υπάρχουν υπόνοιες ότι μερικοί σταθεροποιητές είναι τοξικοί για τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στις διεργασίες επεξεργασίας τροφίμων, παρόλο που δεν έχει αποδειχθεί κάτι για τα γαλακτικά βακτήρια, η δράση αυτή κάποιων σταθεροποιητών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την επιλογή του κατάλληλου [13].

- **ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΣΗ**

Η πλειοψηφία των σταθεροποιητών είναι διαλυτοί σε υψηλές θερμοκρασίες (50-85°C), εκτός από το άγαρ που διαλύεται σε 90-95°C και κάποιων αμυλούχων που διαλύονται σε πολύ χαμηλές. Άρα για να μπορούν να δράσουν οι σταθεροποιητές πρέπει να βρεθούν στην κατάλληλη θερμοκρασία. Στην περίπτωση του γάλακτος οι σταθεροποιητές προστίθενται σε θερμό γάλα πριν από την παστερίωση, ή σε θερμό γάλα μετά από τη θερμική επεξεργασία. Στην περίπτωση του μίγματος σταθεροποιητών, ο κάθε ξεχωριστός σταθεροποιητής θα ενεργοποιηθεί, όταν βρεθεί στην κατάλληλη θερμοκρασία. Λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές ιδιότητες αυτών των ενώσεων, είναι δύσκολο να προταθεί μία ενιαία μέθοδος για τη χρήση τους [13].

- **ΚΑΖΕΪΝΗ**

Μερικά υδροκολλοειδή μπορούν να αποσταθεροποιήσουν τα καζεϊνικά μυκκήλια, αν και τα αποσταθεροποιημένα μυκκήλια θα οδηγήσουν σε πήγμα, η δυνατότητα συγκράτησης νερού θα έχει επηρεαστεί και θα εμφανίζεται συναίρεση. Επιπλέον, η αποσταθεροποιημένη καζεΐνη μπορεί να οδηγήσει σε σχηματισμό πηγματος με μη αποδεκτή υφή. Για την αντιμετώπιση αυτών προτείνεται η χρήση μίγματος σταθεροποιητών [3, 10, 16].

- **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ανάλογα με το είδος του τελικού προϊόντος που θα παραχθεί, το γιαούρτι υφίσταται και περαιτέρω επεξεργασία μετά την πήξη. Η προσθήκη συγκεκριμένων σταθεροποιητών μπορεί να βελτιώσει ποιοτικά το τελικό προϊόν ή ακόμη και να είναι απαραίτητη για να γίνει το προϊόν όπως πρέπει [34].

- **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Η πλειοψηφία των σταθεροποιητών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του γιαουρτιού στερεοποιούνται στη θερμοκρασία ψύξης, με εξαίρεση την ζελατίνη και το άγαρ που σταθεροποιούνται στους 25°C και 42–45°C, αντίστοιχα. Σταθεροποιητές όπως το άγαρ και η ζελατίνη ενδεχομένως να δημιουργήσουν επιπλοκές στο στάδιο της ψύξης όπως δυσκολία στην άντληση ή/και τη συσκευασία [3, 34].

- **ΥΓΙΕΙΝΗ**

Γενικά η θερμοκρασία που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του γάλακτος (85°C για 30min ή 90–95°C για 5-10 min) είναι αρκετά υψηλή, ώστε να εξαλείψει τους περισσότερους μικροοργανισμούς που βρίσκονται στο σταθεροποιητή. Όμως για σταθεροποιητές που προστίθενται στο πήγμα μετά την επώαση πρέπει να είναι απαλλαγμένοι από αλλοιογόνους και παθογόνους μικροοργανισμούς [3].

#### **4.6.3.6 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΩΝ**

*Γλυκαντικές* ενώσεις προστίθενται σε γιαούρτι με γεύσεις φρούτων γιαούρτι και, σε μερικές περιπτώσεις, για την παραγωγή "γλυκού" φυσικού γιαουρτιού. Ο κύριος στόχος της προσθήκης γλυκαντικών στο γιαούρτι είναι να περιορίσουν την όξινη γεύση του και η χρήση τους επηρεάζεται από:

- Είδος της γλυκαντικής ένωσης,
- Αποδοχή καταναλωτών,
- Είδη φρούτων που χρησιμοποιούνται
- Πιθανή αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων
- Νομοθεσία
- Οικονομικούς παράγοντες.

Κατά μέσον όρο, τα γιαούρτια με γεύσεις φρούτων περιέχουν 20g υδατάνθρακες ανά 100g γιαουρτιού και είναι κυρίως σάκχαρα του γάλακτος (λακτόζη, γαλακτόζη, γλυκόζη), σάκχαρα που υπάρχουν στα φρούτα (φρουκτόζη, σακχαρόζη, μαλτόζη) και σάκχαρα που προστέθηκαν από τον παρασκευαστή [3, 8]. Τα φρούτα και τα γλυκαντικά, προστίθενται μετά την πήξη, διότι προκαλούν μείωση του ρυθμού οξίνισης (Tramer 1973) και βλάπτουν τους μικροοργανισμούς που διέπουν την πήξη



(Kim 1995). Γενικά ο *S.Thermophilus* είναι πιο ανθεκτικός στην παρουσία γλυκαντικού σε σχέση με τον *L.Bulgaricus* [6]. Η παρεμποδιστική των γλυκαντικών στη δράση των γαλακτικών βακτηρίων οφείλεται κυρίως στο φαινόμενο ώσμωσης των διαλυμένων ουσιών μέσα στο γάλα, αλλά και στη χαμηλή ενεργότητα νερού [18]. Ως εκ τούτου είναι προφανές ότι η ωσμωτική πίεση και η ενεργότητα νερού μπορούν να επηρεάσουν την ανασταλτική δράση των γλυκαντικών στα γαλακτικά βακτήρια και στη διαδικασία της οξίνισης. Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, η χρήση των γλυκαντικών στην παραγωγή γιαουρτιού γίνεται ως εξής: αρχικά προστίθεται μία μικρή ποσότητα γλυκαντικού στο προς πήξη μείγμα (περίπου 5g/100g μίγματος, μέχρι 10g/100g μίγματος μέγιστο) και μετά την πήξη προστίθεται όσο γλυκαντικό χρειάζεται ακόμη για να επιτευχθεί η γλυκύτητα που επιδιώκεται στο τελικό προϊόν [3, 19, 20].

Τα κυριότερα γλυκαντικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία γιαουρτιού είναι τα εξής:

- Σακχαρόζη (ζάχαρη)
- Ιμβερτοζάχαρο
- Φρουκτόζη
- Γλυκόζη
- Γαλακτόζη

#### **4.6.3.7 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΛΟΙΠΩΝ ΟΥΣΙΩΝ**

Κατά τη διάρκεια της παρασκευής γιαουρτιού, στο μίγμα γάλακτος προς πήξη προστίθενται ενώσεις που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις προαναφερθείσες κατηγορίες. Ο ρόλος τους είναι πολύ συγκεκριμένος και έχει θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα ή στη θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος [3, 8]. Μερικά παραδείγματα τέτοιων πρόσθετων είναι:

- **ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ**

Τα συντηρητικά είναι ουσίες που επεκτείνουν το χρόνο ζωής των τροφίμων. Στο γιαούρτι χρησιμοποιούνται συντηρητικά φυτικής προέλευσης όπως σορβικό οξύ,

διοξειδίο του θείου και βενζοϊκό οξύ. Η μέγιστη συγκέντρωση διέπεται από τον κανονισμό του FAO/WHO. Το σορβικό οξύ είναι η εξαίρεση στον κανόνα και χρησιμοποιείται ευρέως στη γαλακτοκομική βιομηχανία (τυρί). Η δράση του είναι να εμποδίζει τη δράση των αλλοιογόνων παραγόντων χωρίς να μειώνει τον αριθμό τους. Εναλλακτικά συντηρητικά σε πειραματικό στάδιο είναι ενώσεις με αντιμικροβιακό χαρακτήρα που παράγονται από βακτήρια της οικογένειας των Streptococcus και Lactobacillus τα οποία μπορούν να αναστείλουν τη δράση των αλλοιογόνων παραγόντων χωρίς να επηρεάζουν τα βακτήρια που διέπουν την πήξη. Γενικά όλα αυτά τα συντηρητικά είναι σε σκόνη και προστίθενται στο γάλα μαζί με τα άλλα αποξηραμένα πρόσθετα πριν τη θερμική κατεργασία. Βασικό είναι ότι για να ενεργήσουν στο μέγιστο της δυνατότητάς τους αυτές οι ουσίες, το γιαούρτι πρέπει να είναι άριστης ποιότητας και ως εκ τούτου είναι αμφισβητήσιμο εάν η χρήση τους είναι δικαιολογημένη [3, 34].

- **ΦΘΟΡΙΟ**

Η φθορίωση του προς πήξη γάλακτος γίνεται σε συγκέντρωση 4μg/g γάλακτος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρουσία του φθορίου δεν επηρεάζει την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων στο μίγμα, ούτε την παρασκευή του γιαουρτιού. Άρα τα γαλακτοκομικά προϊόντα συμπεριλαμβανομένου και του γιαουρτιού μπορούν να εμπλουτιστούν με φθόριο και να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα διατροφής για άτομα με διατροφικές συνήθειες φτωχές σε φθόριο. Να σημειωθεί ότι η κατάποση του φθοριδίου μπορεί να είναι βλαβερή για την υγεία (αποχρωματισμός δοντιών, φθορά στο σκελετό) ακόμη και αν η καταναλισκόμενη ποσότητα είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια [3].

- **ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ**

Προσθήκη λιπαρών οξέων σε μικρές συγκεντρώσεις (0.01g/100g γάλακτος) δεν έχει σημαντικές επιδράσεις στη γεύση του γάλακτος και του γιαουρτιού, αλλά ούτε και στη δράση των γαλακτικών βακτηρίων [3, 13].

- **ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ**

Η ενίσχυση του γιαουρτιού από βιταμίνες αποσκοπεί κυρίως σε καταναλωτές παιδικής ηλικίας. Κατά την παραγωγή γιαουρτιού, τα μόρια των βιταμινών A και C

καταστρέφονται λόγω της εναλλαγής θερμοκρασίας και pH, αλλά κατά την αποθήκευση συνεχίζει να μειώνεται η συγκέντρωσή τους. Στην προσπάθεια να διατηρηθούν σε σταθερά επίπεδα κατά τη διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού προστίθεται στο προς πήξη διάλυμα β-καροτίνης [13].

#### 4.6.4 ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ

Το γάλα είναι ένα τυπικό γαλάκτωμα έλαιο σε νερό (o/w) με τα λιποσφαίρια να αποτελούν τη διεσπαρμένη φάση με τη μεμβράνη των λιποσφαιρίων ως γαλακτωματοποιητή. Ωστόσο, τα λιποσφαίρια τείνουν να συσσωματώνονται, είτε με την ένωση των μεμβράνων ή λόγω της αρχής Laplace, σύμφωνα με την οποία η πίεση είναι μεγαλύτερη εντός μικρών σωματιδίων από ότι στα μέσα μεγάλα σωματίδια, και ως εκ τούτου υπάρχει μία τάση τα μεγάλα λιποσφαίρια να ενσωματώνουν τα μικρότερα. Το φαινόμενο αυτό, συν την κίνηση Brown, αναγκάζει τα λιπαρά του γάλακτος να ανέρχονται στην επιφάνεια του γάλακτος και έτσι δημιουργείται το ανεπιθύμητο φαινόμενο του διαχωρισμού [13, 21]. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτό το γάλα υποβάλλεται σε ομογενοποίηση. Η βασική αρχή της ομογενοποίησης του γάλακτος είναι να υποβληθούν τα λιποσφαίρια σε έντονη καταπόνηση έτσι, ώστε να διαρραγεί η μεμβράνη που τα περιβάλλει και στη συνέχεια να σχηματιστεί μία καινούργια όσο τα λιπαρά μόρια βρίσκονται σε διασπορά. Οι ικανές συνθήκες για να προκαλέσουν ομογενοποίηση επιτυγχάνονται με την εφαρμογή πίεσης, υψηλής ταχύτητας ροής του γάλακτος, ή με δονήσεις υψηλής συχνότητας (> 10 kHz). Η διατμητική τάση και η θερμοκρασία που αναπτύσσονται κάτω από αυτές τις συνθήκες, οδηγούν σε φαινόμενα σπηλαίωσης ενισχύοντας την ομογενοποίηση. Η συμβατική μέθοδος ομογενοποίησης πραγματοποιείται με την εφαρμογή πίεσης. Ειδικότερα, η πίεση που εφαρμόζεται ευρέως στη βιομηχανία γάλακτος είναι 10-20 MPa [13, 22]. Κύριες επιδράσεις ομογενοποίησης είναι η μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων από 10-2 μm έως 1-0.1μm και μεταβάλλοντας τη σύνθεση της μεμβράνης. Στη μεμβράνη ενσωματώνονται μόρια πρωτεΐνης, κυρίως καζεϊνών, από τον ορό του γάλακτος, ώστε να είναι επαρκής για τη γαλακτωματοποίηση των νεοσχηματισμένων λιποσφαιρίων. Οι Aguilera και Kessler έδειξαν ότι η μείωση του μέγεθος των λιποσφαιρίων και οι μεταβολές στη μεμβράνη τους που προκαλείται από ομογενοποίηση συμβάλλουν στη σταθερότητα του γάλακτος ως γαλάκτωμα. Επιπλέον, η ομογενοποίηση επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Σύμφωνα

με τους Cho et al [23], τα μικρότερα λιποσφαίρια διευκολύνουν την ενσωμάτωση του λίπους μέσα στο δίκτυο πρωτεΐνης [24], ενώ η αύξηση της ειδικής επιφάνειάς τους ευνοεί τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των λιπαρών και των πρωτεϊνών γάλακτος και διευκολύνει το σχηματισμό του πηγματος [23, 24].

#### 4.6.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

Η θερμική κατεργασία του γάλακτος γίνεται για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια του τελικού προϊόντος, αλλά και για αξιοποιεί διάφορες επιπτώσεις που έχει η αυξημένη θερμοκρασία σε ορισμένα συστατικά έτσι, ώστε να διευκολυνθεί ο σχηματισμός του πηγματος του γιαουρτιού [1]. Οι διάφορες μέθοδοι θερμικής κατεργασίας που εφαρμόζονται ταξινομούνται με βάση τη θερμοκρασία και την χρονική τους διάρκεια είναι : το θέρμισμα, η χαμηλή και η υψηλή παστερίωση, η αποστείρωση και η UHT επεξεργασία (Ultra Heat Treatment) [3, 13, 24]. Χαμηλή παστερίωση είναι η θερμική κατεργασία του γάλακτος σε θερμοκρασία 63-65 °C για 20 min ή στους 72-75 °C για 15-20s (HTST, υψηλής θερμοκρασίας μικρού χρόνου). Η χαμηλή παστερίωση θανατώνει τα περισσότερα παθογόνα, ενδογενή βακτήρια, ζυμομύκητες και μύκητες. Επιπλέον, με χαμηλή θερμοκρασία παστερίωσης, διάφορα ένζυμα απενεργοποιούνται, ενώ η γεύση του γάλακτος δεν μεταβάλλεται [13, 24]. Μία πιο έντονη θερμική κατεργασία είναι υψηλή παστερίωση στους 85 °C για 20-30 min ή 90-95 °C για 5 min. Κατά την υψηλή παστερίωση οι περισσότεροι μικροοργανισμοί θανατώνονται, εκτός από τα σπόρια, τα περισσότερα ένζυμα απενεργοποιούνται (εκτός από κάποιες πρωτεΐνες και λιπάσες), οι περισσότερες πρωτεΐνες ορού γάλακτος μετουσιώνονται και αναπτύσσεται μια «καμμένη» γεύση λόγω του σχηματισμού κετονών [13, 24]. Η αποστείρωση οδηγεί σε εξόντωση όλης της μικροβιακής χλωρίδας του γάλακτος, συμπεριλαμβανομένων βακτηριακών σπορίων, και επιτυγχάνεται στους 110°C για 30 min ή στους 130°C για 40 s. Επιπλέον, η αποστείρωση προκαλεί απενεργοποίηση των περισσότερων ενζύμων, σκουραίνει το χρώμα του γάλακτος εξαιτίας της αντίδρασης Maillard, προκαλεί εξάτμιση των περισσότερων πτητικών ενώσεων, αποδυναμώνοντας έτσι τη γεύση του γάλακτος και μετουσιώνει όλες τις πρωτεΐνες του γάλακτος, ακόμη και τις καζεΐνες. Τέλος, στη UHT θερμική κατεργασία εφαρμόζεται θερμοκρασία 145 °C για 1-2 s και επιτυγχάνει παρόμοια βακτηριακή αντιμετώπιση με την αποστείρωση, ελάχιστη επίδραση στη γεύση και προκαλείται μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού (κυρίως β-

λακτογλοβουλίνη, αλβουμίνη ορού, και μερικά ανοσοσφαιρίνες). Τα παθογόνα που μπορούν να αναπτυχθούν στο γάλα, που οφείλονται σε κακές πρακτικές υγιεινής ή αστοχία υλικού κατά τα στάδια της επεξεργασίας, περιλαμβάνουν *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burnetii*, *Staphylococcus aureus*, τα είδη *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, και *Campylobacter jejuni*. Αυτοί οι μικροοργανισμοί θανατώνονται από ακόμη και ήπια θερμική επεξεργασία που εξασφαλίζει ότι το επεξεργασμένο γάλα είναι ασφαλές για κατανάλωση.

Οι αλλαγές που υφίστανται οι πρωτεΐνες του γάλακτος κατά τη θερμική κατεργασία έχουν σημαντική επίδραση στο γιαούρτι, αλλά και στην παραγωγική του διαδικασία [3]. Τα μόρια της καζεΐνης στο γάλα είναι υπό τη μορφή μικκυλίων τα οποία σχηματίζονται από τις  $as1$ -,  $as2$ -και  $\beta$ -καζεΐνες και σταθεροποιούνται με μόρια κ-καζεΐνης, ασβεστίου και φωσφορικού ασβεστίου. Αυτή η δομή είναι σταθερή και απαιτεί μεγάλη ποσότητα ενέργειας για να διακοπεί. Από την άλλη πλευρά, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος που είναι διαλυμένες μέσα στο γάλα, έχουν σφαιρική μορφή, είναι αρκετά σταθερές και δεν αλληλεπιδρούν με μόρια λιπαρών, ιόντα ασβεστίου ή καζεΐνες στη φυσική τους κατάσταση. Ωστόσο, στην περίπτωση των πρωτεϊνών ορού γάλακτος ( $\beta$ -λακταλβουμίνη, αλβουμίνη ορού) σε 80 °C, οι πεπτιδικές τους αλυσίδες τους ξετυλίγονται και μετουσιώνονται ανεπανόρθωτα. Αυτή η παραμόρφωση των πεπτιδικών αλυσίδων εκθέτει ομάδες θείου και τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν με άλλα μόρια που σχηματίζουν δεσμούς S-S. Ανάλογα με το pH του περιβάλλοντος και τα περιβάλλοντα μόρια, οι πρωτεΐνες ορού μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς με άλλες πρωτεΐνες ορού γάλακτος και καζεΐνες ( $\kappa$ - και  $as1$ -κυρίως) και επίσης μπορούν να ενσωματωθούν στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων. Οι μετουσιωμένες πρωτεΐνες ορού, ειδικά σε τιμές pH χαμηλότερες από 6.5, έχουν την τάση να συνδέονται με μικύλλια καζεΐνης [1, 3, 24]. Τα παραπάνω φαινόμενα αξιοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού. Ο σχηματισμός του πήγματος του γιαουρτιού βασίζεται στην ισοηλεκτρική καταβύθιση της καζεΐνης, ωστόσο, εάν οι θεϊκές ομάδες των πρωτεϊνών ορού είναι εκτεθειμένες, συμβαίνει αλληλεπίδραση μεταξύ καζεϊνών και μορίων πρωτεϊνών ορού και σχηματίζονται σύμπλοκα μεταξύ τους. Έτσι, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος ενσωματώνονται στη μήτρα του πήγματος του γιαουρτιού, ενισχύοντάς το και αυξάνοντας τη σταθερότητά του. Ως εκ τούτου, η θερμότητα που προκαλεί μετουσίωση της πρωτεΐνης ορού

γάλακτος ευνοεί το σχηματισμό γιαουρτιού με υψηλή σταθερότητα και υψηλές τιμές του ιξώδους [13, 14].

#### 4.6.6 ΖΥΜΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΠΡΟΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

Η διαδικασία ζύμωσης είναι το σημαντικότερο στάδιο της παρασκευής γιαουρτιού. Κατά το στάδιο αυτό, σχηματίζεται το πήγμα του γιαουρτιού και αναπτύσσονται οι ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν, είτε είναι φυσικοχημικές είτε οργανοληπτικές [14, 24]. Ο βασικός παράγοντας της διαδικασίας της ζύμωσης είναι οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν, οι οποίοι μέσω των βιοχημικών τους αντιδράσεων προκαλούν το σχηματισμό του πηγματος και την ανάπτυξη των αρωματικών συστατικών [24]. Ένα ζυμωμένο γαλακτοκομικό προϊόν για να ονομαστεί «γιαούρτι», θα πρέπει να περιέχει τα δύο ζωντανά βακτηριακά στελέχη του *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* σε αφθονία. Ωστόσο, οι συμβiotικές καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γιαουρτιού ενδέχεται να περιλαμβάνουν και άλλους μικροοργανισμούς, όπως *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus jugurti*, *Lactobacillus helveticus*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidus* και *Bifidobacterium infantis* οι οποίοι θα αναφερθούν σε άλλη ενότητα. Ο *Streptococcus thermophilus* subsp. *thermophilus* (ST) είναι το μόνο είδος του γένους *streptococcus* που χρησιμοποιείται σε γαλακτοκομικές διεργασίες. Ο *Streptococcus Thermophilus* είναι θετικά κατά Gram, θερμόφιλα βακτήρια με βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης 35-53 ° C. Τα κύτταρα του είναι σφαιρικού σχήματος κατά το πρώιμα στάδια της ζωής τους και καθώς αναπτύσσονται μετατρέπονται σε ραβδόμορφα. Ο *Lactobacillus Delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (LB) είναι θετικά κατά Gram, αναερόβια βακτήρια και η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξής του είναι 40-44°C. Ακόμη ο *Lactobacillus Bulgaricus* μπορεί να παράγει πολύ μεγάλες ποσότητες γαλακτικού οξέος από το μεταβολισμό της λακτόζης [1, 24]. Αυτά τα δύο είδη παρουσιάζουν συνεργιστική δράση στο γάλα, μεταβολίζοντας τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ και προκαλώντας μείωση του pH του γάλακτος. Η συνέργεια μεταξύ ST και LB βασίζεται στα ιδιαίτερα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους, και επιτυγχάνει υψηλότερο μεταβολισμό της λακτόζης και παραγωγή γαλακτικού οξέος σε σχέση με τη δράση του καθενός μεμονωμένα. Η διεργασία ζύμωσης, ξεκινά χάρη στη δράση του ST, ο οποίος είναι πιο ανθεκτικός στον αέρα από τον LB, αλλά δεν έχει μεγάλη προτεολυτική

ικανότητα. Όσο αναπτύσσεται στο γάλα, η μεταβολική οδός του ST δημιουργεί ελεύθερα πεπτίδια που ευνοούν την ανάπτυξη του LB. Κατά τη διάρκεια του πρώιμου σταδίου της ζύμωσης, η λακτόζη μεταφέρεται μέσω της κυτταρικής μεμβράνης του ST με τη βοήθεια του ενζύμου γαλακτοζιτικής περμεάσης που βρίσκονται στην κυτταρική μεμβράνη. Η λακτόζη στο κύτταρο στη συνέχεια υδρολύεται από τα ένζυμα λακτάση ή β-γαλακτοσιδάση και παράγονται γλυκόζη και γαλακτόζη. Στη συνέχεια η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ που μεταβολίζεται σε γαλακτικό οξύ από το ένζυμο γαλακτική αφυδρογονάση. Στο εσωτερικό του συστήματος, όπου απουσιάζει το οξυγόνο και υπάρχει μυρμηκικό οξύ (υποπροϊόν του μεταβολισμού του ST), ευνοείται η ανάπτυξη του LB. Επιπλέον η ανάπτυξη του LB υποβοηθείται περαιτέρω από τα αμινοξέα που απελευθερώνονται από την πεπτιδική δράση ενζύμων του ST. Όταν το pH του γιαουρτιού προσεγγίζει 5.0, η δραστηριότητα του ST υποχωρεί και LB κυριαρχεί στη συνολική διαδικασία ζύμωσης μέχρις ότου επιτευχθεί η τιμή στόχος του pH και η διαδικασία ζύμωσης παύει. Κανονικά, η περίοδος ζύμωσης τερματίζεται με μείωση της θερμοκρασίας στους 4 °C. Σε αυτή τη θερμοκρασία, τα βακτήρια είναι ακόμα ζωντανά, αλλά η δραστηριότητά τους περιορίζεται. Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται η απελευθέρωση αρωματικών μορίων, και κατά συνέπεια και το άρωμα του γιαουρτιού, κατά την αποθήκευση και τη διανομή [1, 24].

Η ανάπτυξη των συμβιωτικών βακτηρίων προκαλεί αλλαγές στα φυσικά συστατικά του γάλακτος, που είναι υπεύθυνα για τις φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, λακτόζη, πρωτεΐνες γάλακτος και μικροβιακό περιεχόμενο, καθώς και αρκετές ενώσεις άνθρακα, υφίστανται σημαντικές αλλαγές, ενώ μικρές αλλαγές συμβαίνουν στις βιταμίνες και στα μέταλλα. Η λακτόζη μειώνεται κατά 30% και παράγει τη διπλάσια γραμμομοριακή ποσότητα του γαλακτικού οξέος. Οι πρωτεΐνες (καζεΐνες και πρωτεΐνες ορού) συσσωματώνονται, αυξάνοντας έτσι τη συνεκτικότητα του γιαουρτιού. Λόγω της πρωτεόλυσης που προκαλείται από τα βακτήρια, αμινοξέα (κυρίως προλίνη και γλυκίνη) απελευθερώνονται μέσα στο γιαούρτι, ακόμη και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 4 °C [1]. Κατά τη διάρκεια της επώασης το μικροβιακό περιεχόμενο του συστήματος αυξάνεται στα  $10^8$ - $10^{10}$  cfu g<sup>-1</sup>. Οι οργανικές ενώσεις που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης είναι κυρίως γαλακτικό οξύ, ακεταλδεΐδη, διμεθυλοσουλφίδιο, 2,3-βουτανοδιόνη, 2,3-

πεντανοδιόνη, 2-μεθυλθειοφαίνιο, 3-μεθυλο-2-βουτενάλης, 1-οκτεν-3-όνη, διμεθυλο τρισουλφιδίου, οξικό οξύ, μεθειονάλης, (cis, cis) -ενεανάλη, 2-μεθυλο τετραϋδροθειοφαιν-3-όνη, 2-φενυλακεταδεύδη, 3-μεθυλβουτυρικό οξύ, καπροϊκό οξύ, 2-μεθοξυφενόλη και βενζοθειαιζόλη. Οι ενώσεις αυτές συμβάλλουν στη χαρακτηριστική γεύση του γιαουρτιού. Όσον αφορά τα λιπαρά, αυξάνονται λόγω της παραγωγής ελεύθερων λιπαρών οξέων (κυρίως στεατικό και ελαϊκό οξύ) λόγω της δράσης του ενζύμου λιπάσης. Η μόνη αλλαγή σε περιεκτικότητα σε βιταμίνες είναι μία μικρή αύξηση σε βιταμίνη B, καθόλη τη διαδικασία της ζύμωσης και αποθήκευσης. Τέλος, η ποσότητα των μεταλλικών ιόντων στο γιαούρτι παραμένει η ίδια όπως στο γάλα, η μόνη αλλαγή είναι ότι, λόγω της μείωσης του pH, αυτά τα μέταλλα είναι σε ιοντική παρά κolloειδή μορφή [1, 13].

Κατά την ζύμωση, αυξάνεται η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο γάλα και κατά συνέπεια μειώνεται το pH. Η μείωση του pH προκαλεί διάσπαση στις καρβοξυλικές ομάδες των πρωτεϊνών και το αρνητικό φορτίο μεταξύ των μυκκλίων καζεΐνης αυξάνεται. Ωστόσο, η παρουσία φωσφορικού ασβεστίου εξουδετερώνει αυτό το αρνητικό φορτίο και οι κυρίαρχες δυνάμεις, πλέον, είναι οι έλξεις μεταξύ των πρωτεϊνικών μορίων. Λόγω αυτών των ελκτικών δυνάμεων, τα μικκύλια καζεΐνης συσσωματώνονται και σχηματίζουν ένα δίκτυο μικρών αλυσίδων. Αυτή η συσσωμάτωση προκαλεί αύξηση του ιξώδους και, επαγωγικά, το σχηματισμό του πήγματος του γιαουρτιού. Ο μηχανισμός διαχωρισμού και της συσσωμάτωσης των μυκκλίων εξαρτάται από το pH, τη συγκέντρωση των ιόντων  $Ca^{2+}$  και τη θερμοκρασία. Στο pH 5,6, όλες οι καζεΐνες είναι επιρρεπείς σε διαχωρισμό και ο διαχωρισμός εμφανίζεται στο εξωτερικό παρά τα εσωτερικά στρώματα των μυκκλίων. Η διάσπαση του δεσμού  $Ca-PO_4$  συμβαίνει σε pH 5,3 και υπάρχει μία γραμμική σχέση συγκεντρώσεων ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ) και ( $PO_4^{3-} + C_3H_5O(COO)_3^{3-}$ ). Στη δέσμευση  $Ca^{2+}$  μπορεί να συμμετέχουν και καρβοξυλικές ομάδες. Μείωση του pH κάνει πιο έντονες τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ θετικά και αρνητικά φορτισμένων ιόντων-ριζών και παράλληλα εξασθενεί τις αποθητικές δυνάμεις επιτρέποντας στα μυκκίλια να ενωθούν.

Συνοπτικά η επιδραση της αλλαγής του pH στα καζεϊνικά μυκκίλια έχει ως εξής:

- 6.6–5,9 καμία αλλαγή, μέγεθος για 0,1μm και ομοιόμορφα κατανεμημένα στον όγκο του γάλακτος



- 5.5–5,2 μερική αποσύνθεση
- $\leq 5,2$  τα μόρια της καζεΐνης σχηματίζουν δομές με τα κενά μεταξύ τους. Όσο αλληλεπιδρούν τα μυκκήλια μεταξύ τους, το πήγμα δεν πρέπει να διαταραχθεί.
- 5.2–4,8 συσσωμάτωση των μυκκηλίων σε μεγαλύτερα από τα αρχικά.
- $\leq 4,5$ , η αναδιοργάνωση και μορίων καζεΐνης, σχηματισμός μίας πρωτεϊνικής μήτρας που αποτελείται από τις αλυσίδες μυκκήλιων [1, 13, 25, 26].

Τα παρακάτω κινητικά μοντέλα περιγράφουν την εξέλιξη του pH και ιξώδες σε σχέση με το χρόνο.

Η εξίσωση (1) είναι το τροποποιημένο μοντέλο Gompertz των de Brabandere και de Baerdemaeker (1999) και εκφράζει την εξέλιξη του pH κατά τη διάρκεια του χρόνου ζύμωσης [27]:

$$pH = pH_0 + (pH_0 - pH_\infty) - \left\{ -\exp \left[ \frac{e \cdot \mu_{pH}}{(pH_0 - pH_\infty)} \cdot (\lambda_{pH} - t) + 1 \right] \right\} \quad (1)$$

Όπου:

$pH_0, pH_\infty$  = αρχική και τελική τιμή pH

$\mu_{pH}$  (min-1) = μέγιστος ρυθμός αύξησης του pH

$\lambda_{pH}$  (min) = διάρκεια λανθάνουσας φάσης του pH

Η εξίσωση (2) είναι το τροποποιημένο μοντέλο Gompertz των Soukoulis et al (2007) που περιγράφει την εξέλιξη του ιξώδους κατά την ζύμωση του γάλακτος προς γιαούρτι [28]:

$$\mu_\alpha = \mu_{\alpha 0} + (\mu_{\alpha 0} - \mu_{\alpha \infty}) - \left\{ -\exp \left[ \frac{e \cdot \mu_\nu}{(\mu_{\alpha 0} - \mu_{\alpha \infty})} \cdot (\lambda_\nu - t) + 1 \right] \right\} \quad (2)$$

Όπου:

$\mu_{\alpha 0}, \mu_{\alpha \infty}$  = αρχική και τελική τιμή ιξώδους

$\mu_\nu$  (min-1) = μέγιστος ρυθμός αύξησης του ιξώδους

$\lambda_\nu$  (min) = διάρκεια λανθάνουσας φάσης του ιξώδους

#### 4.6.6.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΠΗΓΜΑΤΟΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η ενίσχυση των στερεών του γάλακτος μπορεί να έχει επιπτώσεις στη σταθερότητα ή στη συναίρεση του πηγματος γιαουρτιού. Επιπλέον το ποσοστό των ΣΥΑΛ του

γάλακτος μπορεί να επηρεάσει το μέγεθος των καζεϊνικών μυκκηλίων, ειδικότερα πάντως όσο μεγαλύτερο ποσοστό ΣΥΑΛ υπάρχει τόσο μειώνεται το μέγεθος των μυκκηλίων [3].

Όσον αναφορά τη θερμική κατεργασία του γάλακτος, σε θερμισμένο γάλα το πήγμα διαμορφώνεται βαθμιαία καθώς το μέγεθος των καζεϊνικών μυκκηλίων αυξάνει και σχηματίζεται η μήτρα τους. Έτσι υπάρχει ομοιόμορφη διασπορά των μυκκηλίων σε όλο το γιαούρτι και η υδατική φάση ακινητοποιείται μέσα στη μήτρα, σταθεροποιώντας το πήγμα και μειώνοντας τη συναίρεση [3, 29]. Ενώ στο κρύο γάλα τα μυκκήλια είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένα στον όγκο του γάλακτος, ομοίως και οι μήτρες που σχηματίζονται, οπότε έτσι υπάρχει ελεύθερο νερό και το πήγμα είναι πολύ πιο αδύνατο. Επίσης, όσο μεγαλύτεροι οι πόροι στην πρωτεϊνική μήτρα, τόσο ευκολότερη η συναίρεση.

Ακόμη η αναλογία καζεΐνης-λοιπών πρωτεϊνών μπορεί να επηρεάσει το πορώδες της πρωτεϊνικής μήτρας. Αναλογίες 2,9: 1 έως 4,6: 1 έχουν καλή συμπεριφορά και το πήγμα είναι αρκετά συνεκτικό [3].

Η ομογενοποίηση και οι υψηλές θερμοκρασίες στην επεξεργασία του γάλακτος αυξάνουν τις υδρόφιλες ιδιότητες και το νερό στο πήγμα δεσμεύεται ευκολότερα, ενώ η μετουσίωση των πρωτεϊνών ορρού γάλακτος και η ένωση με κ- καζεΐνη ενισχύουν τη σταθερότητα του γιαουρτιού [29].

#### **4.6.7 ΨΥΞΗ**

Η ψύξη είναι μία μέθοδος ελέγχου της μεταβολικής δραστηριότητας των οξυγαλακτικών βακτηρίων και των ενζύμων που βρίσκονται στο γιαούρτι μετά την πήξη. Η ψύξη αρχίζει άμεσα, αφότου το γιαούρτι φτάσει στην επιθυμητή οξύτητα, περίπου pH 4,6-4,7 ανάλογα με τον τύπο του. Οι μικροοργανισμοί στο γιαούρτι είναι μεσόφιλοι και έχουν περιορισμένη ικανότητα ανάπτυξης κάτω από τους 10°C. Μειώνοντας τη θερμοκρασία του πηγματος από τους 45°C σε τιμές <10°C (περίπου 5°C) όσο το δυνατόν γρηγορότερα, περιορίζεται ο μεταβολισμός της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ, άρα και ο ρυθμός οξίνισης και κατ' επέκταση η τελική οξύτητα του προϊόντος. Η ψύξη μπορεί να γίνει σε μία ή δύο φάσεις [3, 29].

##### **1) ΨΥΞΗ ΜΙΑΣ ΦΑΣΗΣ**

Σε αυτή τη διαδικασία το γιαούρτι ψύχεται απότομα από τη θερμοκρασία επώασης σε τιμές <10°C. Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στην υπόθεση ότι το κρύο πήγμα είναι

σταθερότερο και ως εκ τούτου λιγότερη ζημιά θα εμφανιστεί κατά τη διάρκεια των επόμενων σταδίων της παραγωγής (προσθήκη φρούτων, γεύσεων, συσκευασία). Αυτό ισχύει αλλά για θερμοκρασίες  $<20^{\circ}\text{C}$  [3].

## **2) ΨΥΞΗ ΔΥΟ ΦΑΣΕΩΝ**

Στη πρώτη φάση ψύξης, μειώνεται η θερμοκρασία του πηγματος από τους  $45^{\circ}\text{C}$  σε περίπου  $20^{\circ}\text{C}$  πριν από την προσθήκη των αρωματικών ουσιών και γίνεται ο διαχωρισμός σε ατομικές συσκευασίες. Η δεύτερη φάση ψύξης γίνεται σε τιμές  $<10^{\circ}\text{C}$  μαζί με τη συσκευασία σε ποσότητες χονδρικής. Η τελική ψύξη του γιαουρτιού πραγματοποιείται στη λιανική πώληση. Κατά τη μεταφορά το πήγμα διατηρείται και το ιξώδες μειώνεται επιπλέον μετά από αποθήκευση 1- 2 ημερών. Αυτή η τελευταία προσέγγιση στην ψύξη χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για την παραγωγή γιαουρτιού [3].

### **4.6.8 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΦΡΟΥΤΩΝ**

Από τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα η ανάμιξη φρούτων και γιαουρτιού, γαστριμαργική πρακτική γνωστή από την αρχαιότητα, προστέθηκε στη βιομηχανική παραγωγή. Πλέον προϊόντα γιαουρτιού με κομμάτια φρούτων είναι ευρέως διαδεδομένα και διαθέσιμα στη λιανική αγορά. Η προσθήκη φρούτων γίνεται κυρίως μετά το πέρας της ζύμωσης, σε στραγγιστό γιαούρτι [3].

Η προσθήκη των φρούτων κατά την παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού γίνεται χειροκίνητα, ημι-αυτόματα ή πλήρως αυτόματα. Σε μεγάλης κλίμακας παραγωγή το γιαούρτι και τα φρούτα αναμιγνύονται είτε σε μία δεξαμενή ανάμιξης σε συνδυασμό με ένα δυναμικό αναδευτήρα ή κατά τη γραμμή πλήρωσης σε συνδυασμό με ένα στατικό αναμίκτη. Στην τελευταία περίπτωση, το γιαούρτι και τα φρούτα αντλούνται στη γραμμή πλήρωσης από δύο ξεχωριστές δεξαμενές. Η μέση ικανότητα της δοσομετρικής αντλίας γιαουρτιού είναι περίπου  $60\text{ L/min}$  και η αναλογία ανάμιξης κυμαίνεται από 1:5 και 1:20 [30, 31]. Η πίεση λειτουργίας της αντλίας τροφοδοσίας που συνδέονται με γιαούρτι δοσολογίας μονάδας θα πρέπει να είναι μικρότερη από  $0,3\text{ MPa}$  έτσι, ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική παραμόρφωση στη φυσική δομή του γιαουρτιού. Κατ' εξαίρεση σε ορισμένα προϊόντα γιαουρτιού με φρούτα, η ζύμωση πραγματοποιείται μετά την προσθήκη φρούτων. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την κινητική ζύμωσης λόγω της παρουσίας των σακχάρων των φρούτων, με

αποτέλεσμα την επιβράδυνση της μεταβολικής δραστηριότητας των βακτηρίων. Ακόμη σε αυτή την περίπτωση προτιμούνται βακτηριακά στελέχη που παράγουν πολυσακχαρίτες, και έτσι περιορίζεται το φαινόμενο της συναίρεσης [32]. Για την παράταση του χρόνου ζωής των προϊόντων γιαουρτιού με φρούτα, προστίθενται στο μείγμα σταθεροποιητές (πηκτίνη και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη σε συγκεντρώσεις 0,25-0,75% w/v) και αντιβακτηριακοί παράγοντες (βενζοϊκό νάτριο και σορβικό κάλιο σε συγκεντρώσεις <0,03% w/v). Τα φρούτα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία έχουν υποστεί προηγουμένως παστερίωση [32, 33]. Η συμβατική διεργασία παστερίωσης με θέρμανση είναι αποτελεσματική όσον αφορά τη μείωση του μικροβιακού φορτίου, αλλά προκαλεί αλλοιώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των φρούτων. Για την παστερίωση των φρούτων έχουν αναπτυχθεί και άλλες μέθοδοι είτε θερμικές (flash pasteurization, High Temperature Low Time) είτε μη θερμικές (υπερυψηλή πίεση) [30, 31, 33].

#### **4.6.9 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ**

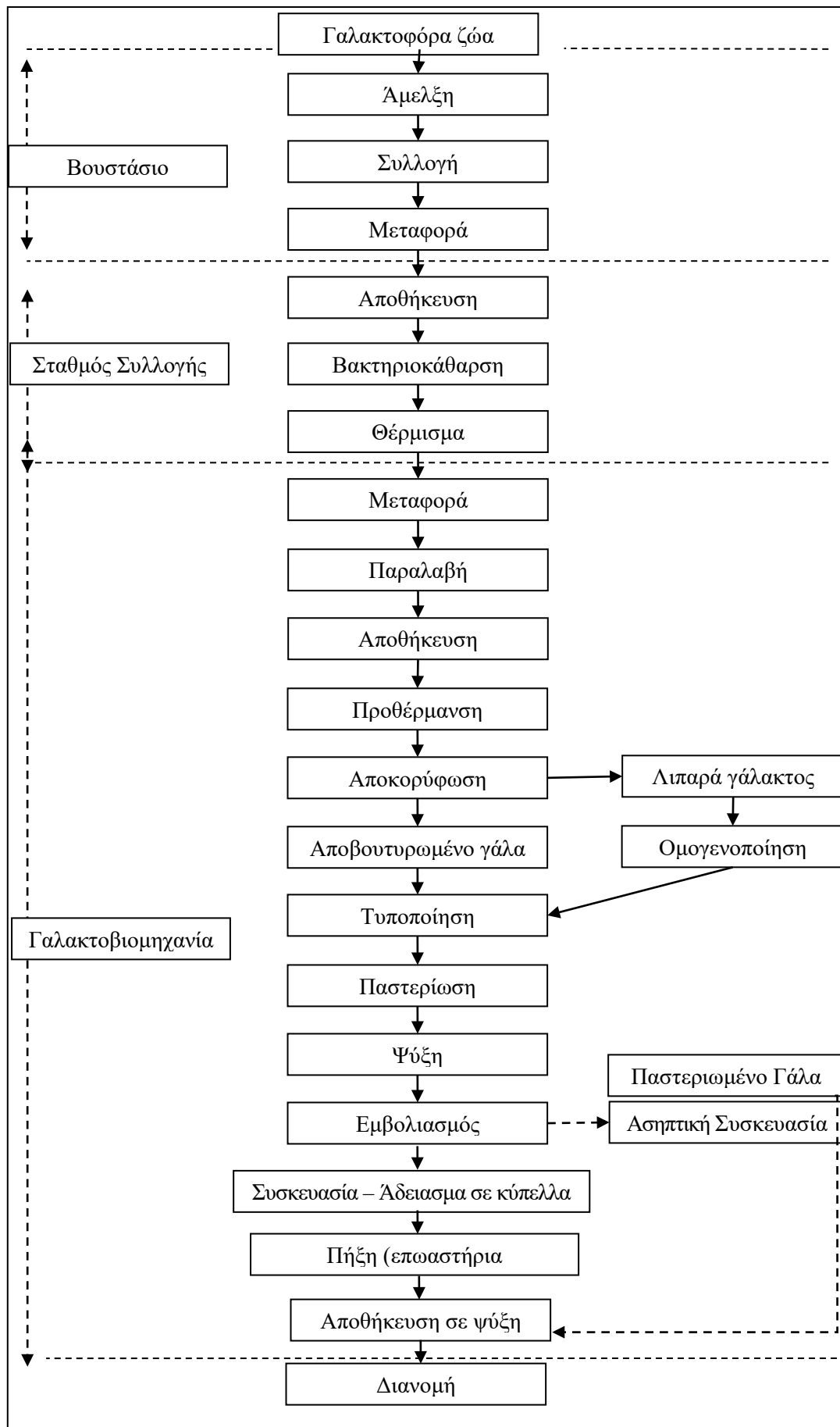
Η συσκευασία είναι το μέσο με το οποίο το προϊόν έρχεται στον καταναλωτή με ασφάλεια, σε άριστη ποιότητα και με το μικρότερο δυνατό κόστος (Paine 1967). Γενικά η συσκευασία προστατεύει το προϊόν από βιολογικούς (παθογόνους και αλλοιογόνους μικροοργανισμούς), χημικούς (οξείδωση, υγρασία, φωτοχημικές αλλοιώσεις), παράγοντες αλλοίωσης και από μηχανικές καταπονήσεις. Επιπλέον η συσκευασία είναι ένα μέσο διαφήμισης του προϊόντος, ώστε να προσελκύσει τον καταναλωτή να το αγοράσει. Τα προϊόντα γιαουρτιού διατίθενται στην αγορά σε συσκευασίες από γυαλί, πηλό ή κεραμικά και πολυμερή. Τα πιο διαδεδομένα πολυμερή για συσκευασία γιαουρτιού είναι το πολυαιθυλένιο (PE), πολυπροπυλένιο (PP), πολυστυρένιο (PS), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και το πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVDC). Το κλείσιμο των συσκευασιών γίνεται με φύλλα αλουμινίου ή πλαστικά [3, 34].



**Εικόνα 19:** Συσκευαστική μηχανή γιαουρτιού (γέμισμα κυπέλλων)

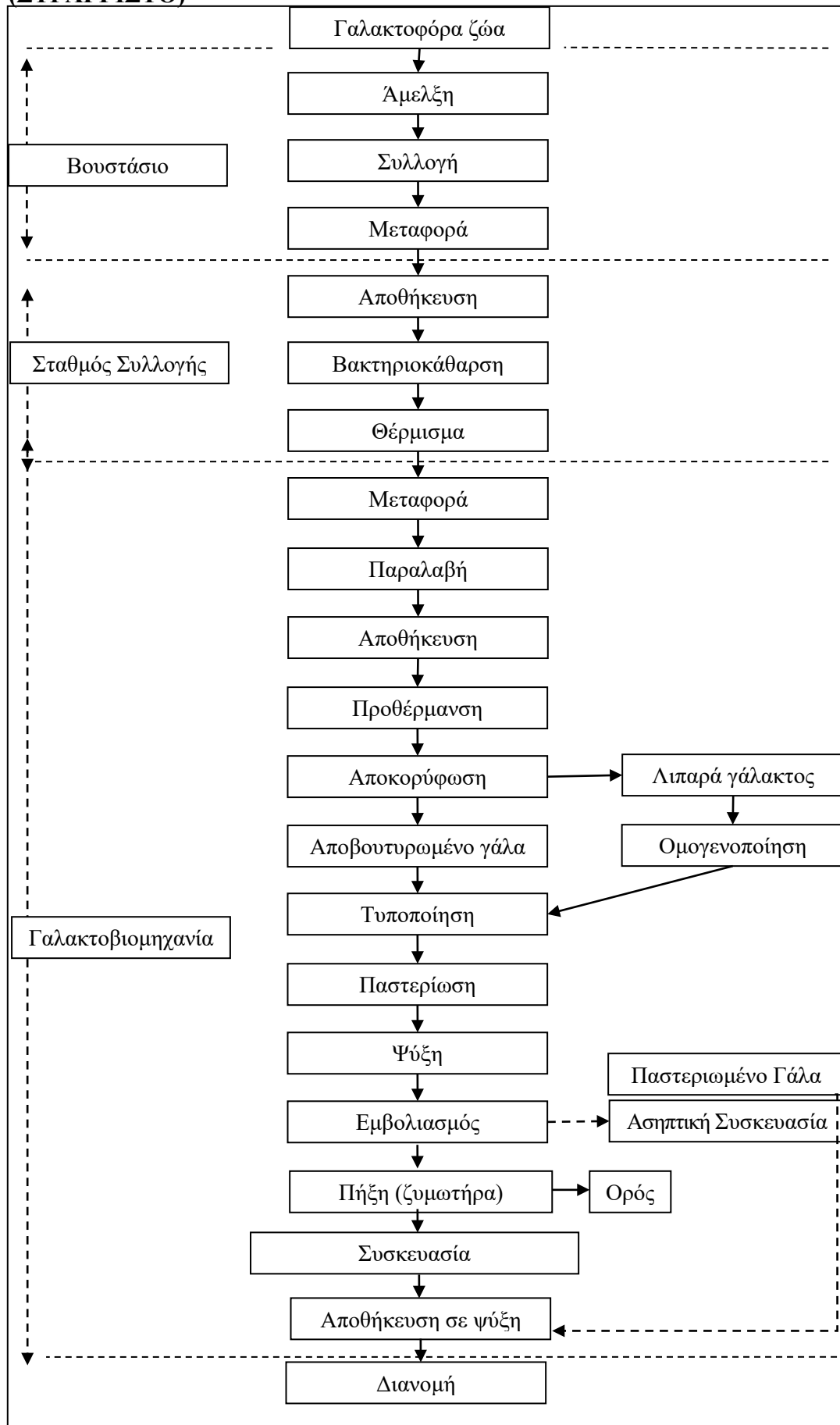
Η παρουσία μόνο της συσκευασίας δεν είναι αρκετή για να διατηρηθεί η ποιότητα και η ασφάλεια του προϊόντος, αλλά θα πρέπει να έχει προηγηθεί προκατεργασία της συσκευασίας, ώστε να είναι απαλλαγμένη από αλλοιογόνους και παθογόνους παράγοντες. Αυτό επιτυγχάνεται με καθαρισμό και αποστείρωσή της, συνήθως με ατμό 100-120°C για 1-5 s. Η διεργασία της συσκευασίας του γιαουρτιού εξαρτάται από το είδος του. Συγκεκριμένα τα γιαούρτια τύπου *set* συσκευάζονται πριν τη ζύμωση, αμέσως μετά τον εμβολιασμό και πήζουν εντός της συσκευασίας, ενώ τα στραγγιστά συσκευάζονται μετά την πήξη [3, 13].

#### 4.6.10 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΤΥΠΟΥ SET



Σχήμα 6: Διάγραμμα ροής παραγωγής γιαουρτιού τύπου Set [35]

#### 4.6.11 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ (ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟ)



Σχήμα 7: Διάγραμμα ροής παραγωγής συνεκτικού γιαουρτιού [35]

#### 4.7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 4<sup>ου</sup>

1. Chandan R.C., Manufacturing Yogurt and Fermented milks, Blackwell Publishing, Australia, 2006.
2. Fox P.F. , Mc Guffey R.K., Shirley G.E., Cogan G.M., .History of Dairy Science and Technology Elsevier, Volume 1, pp 1-2, 2011.
3. Tamine, A.Y., Robinson, R.K., Yogurt Science and Technology, 2<sup>nd</sup> edition, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 1999.
4. Metchnikoff, E. Essais Optimistes. Paris. The Prolongation of Life. Optimistic Studies; Mitchell, P.C., Ed.; Heinemann, UK, 1907.
5. Fox P.F., McSweeney P.L.H., Dairy Chemistry and Biochemistry, Blackie Academic & Professional London, United Kingdom, 1998.
6. Hui. H.Y Dairy Science and Technology Handbook 2 Product Manufacturing Edited by Wiley V.H.C Inc. U.S.A., 1993.
7. Jensen R.J, Handbook of Milk Composition. Academic Press U.S.A., 1995.
8. Kessler, H.G., Food Engineering and Dairy Technology, Verlag, A., Kessler, Germany, 1981.
9. Fox P.F., McSweeney P.L.H. Advanced Dairy Chemistry: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents (Vol. 3). Springer, USA, 2009.
10. Fox P.F., McSweeney P.L.H. Advanced Dairy Chemistry: Proteins (Vol. 1). Springer, USA. 2003.
11. Fox P.F., McSweeney P.L.H. Advanced Dairy Chemistry: Lipids (Vol. 2). Springer, USA. 2006.
12. Wonk N.P., Jenness R, Fundamentals of Dairy Chemistry, 3d Edition, Springer – Verlag, 1999.
13. Fuquay J.W., Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H., Encyclopedia of Dairy Sciences 2<sup>nd</sup> Edition, Elsevier Ltd., Academic Press, UK, 2011.
14. Ελληνικός κώδικας Τροφίμων, Ποτών και αντικειμένων κοινής χρήσης, κεφ. IX Γάλα, αυγά και προϊόντα από αυτά., άρθρο 82, 2009.



15. Modler H.W., Larmond M.E., Lin C.S., D. Froehlich, D.B. Emmons. Physical and sensory properties of yogurt stabilized with milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 66, 422-429, 1983.
16. Antunes A.E.C., Antunes A.J., Cardello H.M.A.B., Chemical, physical, microstructural and sensory properties of set fat-free yogurts, stabilized with whey protein concentrate. *Milchwissenschaft*, 59, 161-165, 2004.
17. Yistry V. V., Hassan H. N., Manufacture of Nonfat Yogurt from a High Milk Protein Powder, *Journal of Dairy Science*, 77, 947-952, 1992.
18. Morand, M., Guyomarc'h, F., Famelart, M.H., How to tailor heat-induced whey protein/ $\kappa$ -casein complexes as a means to investigate the acid gelation of milk—A review, *Dairy Science and Technology*, 91, 97–126, 2011.
19. Ciron, C.I.E., Gee, V.L., Kelly, A.L., Auty, M.A.E., Comparison of the effects of high-pressure microfluidization and conventional homogenization of milk on particle size, water retention and texture of non-fat and low-fat yogurts. *International Dairy Journal*, 20, 314–320, 2010.
20. Kasaai, M.R., Charlet, G., Paquin, P., Arul J., Fragmentation of chitosan by microfluidization process. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4, 403–413, 2003.
21. Kristo, E.Biliaderis, C.G.; Tzanetakis, N. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology. *Food Chemistry*, 83, 437–446, 2003.
22. Ion-Titapiccolo, G., Alexander M., Corredig, M., Heating of milk before or after homogenization changes its coagulation behavior during acidification. *Food Biophysics*, 8, 81–89, 2013.
23. Cano-Ruiz, M.E., Richter, R.L Effect of homogenization pressure on the milk fat globule membrane proteins. *Journal of Dairy Science*, 11, 2732–2739, 1997.
24. Walstra P., Wouters J.T.M., Geurts T.J., *Dairy Science and Technology*, Taylor & Francis Inc. USA, 2006.

25. Olson D.W., White C.H., Richter R.L., Effect of pressure and fat content on particle sizes in microfluidized milk., *Journal of Dairy Science*, 87, 3217-3223, 2004.
26. Wu H., Hulbert G.J., and Mount J.R., Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2, 211-218, 2001.
27. De Brabandere, A.G., de Baerdemaeker, J.G., Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. *Journal of Food Engineering*, 41, 221–227, 1999.
28. Soukoulis, C.; Panagiotidis, P.; Koureli, R.; Tzia, C. Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90, 2641–2654, 2007.
29. Sfakianakis, P., Tzia, C., Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: a review. *Foods*, 3(1), 176–193, 2014.
30. Keating K. R., White C. H. Effect of Alternative Sweeteners in Plain and Fruit-Flavored Yogurts's, *Journal of Dairy Science*, 73, 54-62, 1990.
31. Gambro A., Gimenez A., Burgueno, J., Sensory and instrumental evaluation of strawberry yogurt color, *Journal of Sensory Studies*, 16(1), 11-22, 2001.
32. Mei, J. B., Reineccius, G. A., Knighton, W. B. and Grimsrud, E. P., Influence of strawberry yogurt composition on aroma release. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(20), 6267-6270, 2004.
33. Jaros, D., Rohm H., A research note identification of sensory color optima of strawberry yogurt. *Journal of Food Quality*, 24(1), 79-86, 2001.
34. Walstra P., Geurts T.J., Jelema A., Noomen A., *Dairy Technology, Principles of Milk, Properties and Processes*, Marcel Dekker Inc. U.S.A., 1999.
35. Τζιά Κων/να, «Σχεδιασμός και Λειτουργία Βιομηχανίας Τροφίμων», pp.111-197, Αθήνα 2010.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ-ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

#### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Επιβάλλεται να υπάρχουν νέες τάσεις στις βιομηχανίες τροφίμων, διότι κατ'αυτόν τον τρόπο και η βιομηχανία εξελίσσεται αλλά και παράγονται προϊόντα πολύ καλύτερα ποιοτικά, προς όφελος πάντα του καταναλωτή. Οι νέες τάσεις στην βιομηχανία επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων διαχωρίζονται ως εξής:

- Νέες τάσεις στον εξοπλισμό
- Νέες τάσεις κατά τον εμβολιασμό
- Νέες τάσεις στη σύσταση κατά το σχεδιασμό ενός προϊόντος
- Εφαρμογή CIP σε βυτιοφόρα οχήματα

Στις παρακάτω παραγράφους θα μελετήσουμε αναλυτικά τις νέες τάσεις.

#### 5.2 ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Πέραν της κλασσικής μεθόδου ομογενοποίησης με πίεση, στο γάλα έχουν εφαρμοστεί και άλλες μέθοδοι, όπως οι αναμικτήρες υψηλής ταχύτητας, η μικρορευστοποίηση, οι μύλοι κολλοειδών και η εφαρμογή υπερήχων. Οι αναμικτήρες υψηλής ταχύτητας αξιοποιούν τη διατμητική τάση που αναπτύσσεται μεταξύ του γάλακτος και των λεπίδων του αναμικτήρα για την επίτευξη της ομογενοποίησης [1].

##### 5.2.1 ΜΥΛΟΙ ΚΟΛΛΟΕΙΔΩΝ

Οι *μύλοι κολλοειδών* είναι μύλοι σε σχήμα δίσκου, με μικρό κενό (0,05-1,3 mm) μεταξύ ενός στάσιμου δίσκου και ενός κάθετου σε αυτό δίσκου που περιστρέφεται στις 3000-15000 rpm οπότε δημιουργούνται υψηλές διατμητικές τάσεις και επιτυγχάνεται έτσι η ομογενοποίηση [1].

### 5.2.2 ΥΠΕΡΥΨΗΛΗ ΠΙΕΣΗ

Η εφαρμογή **υπερυψηλής πίεσης** ομογενοποίησης (*Ultra High Pressure UHP*) σε προϊόντα τροφίμων ξεκίνησε ως μία εναλλακτική, μη θερμική μέθοδος παστερίωσης. Η γενική αρχή είναι η εφαρμογή πίεσης στο τρόφιμο από 100-1000 MPa. Επιφέρει αδρανοποίηση των αλλοιωτικών και των παθογόνων μικροοργανισμών, μετουσίωση πολλών πρωτεϊνών του γάλακτος, μείωση του μεγέθους των λιποσφαιρίων του γάλακτος με μία τάση για σύγκρουση και την εκ νέου συγκέντρωση.

Έχει αποδειχθεί ότι η εφαρμογή υπερυψηλής πίεσης σε γαλακτοκομικά προϊόντα προκαλεί αντίστοιχο αποτέλεσμα με τη χαμηλή παστερίωση στους 73-75 °C. Συγκεκριμένα, πίεση 400-600 MPa για 10 min στους 25°C μειώνει σημαντικά το μικροβιακό φορτίο του γάλακτος σε παθογόνους και αλλοιογόνους μικροοργανισμούς [2]. Επιπλέον, μελέτες έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή υπερυψηλής πίεσης προκαλεί διάσπαση των καζεϊνικών μικκυλίων και ταυτόχρονη απελευθέρωση μορίων καζεΐνης και ασβεστίου στον ορό του γάλακτος [3, 4]. Εκτός από τις καζεΐνες, και οι πρωτεΐνες ορού επηρεάζονται από την υπερυψηλή πίεση, ειδικότερα η αλακταλβουμίνη και η β-λακτογλοβουλίνη, καθώς και μερικές ανοσοσφαιρίνες οι οποίες μετουσιώνονται. [2, 5] Τέλος, η εφαρμογή υπερυψηλής πίεσης στο γάλα προκαλεί αλλαγές στα λιποσφαίρια και στη μεμβράνη τους εξαρτώμενες άμεσα από τη θερμοκρασία. Συγκεκριμένα εφαρμογή 500 MPa στους 25 °C και 50°C προκάλεσε μείωση της μέσης διαμέτρου των λιποσφαιρίων σε 2μm, ενώ η ίδια ένταση πίεσης στους 4°C δεν προκάλεσε καμία αλλαγή.

Όσον αφορά το γιαούρτι, η εφαρμογή υπερυψηλής πίεσης, είτε ως παστερίωση είτε ως ομογενοποίηση, προκαλεί αύξηση του ιξώδους και των χαρακτηριστικών υφής (σκληρότητα και συνεκτικότητα), μείωση της συναίρεσης και αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού [2]. Ο συνδυασμός υπερυψηλής πίεσης και θερμικής κατεργασίας του γάλακτος έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί επιπλέον αύξηση του ιξώδους και μειώνει το χρόνο πήξης του γιαουρτιού [6].

### 5.2.3 ΜΙΚΡΟΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Ο **μικρορευστοποιητής** είναι μία συσκευή που προκαλεί ομογενοποίηση μέσω διάτμησης, στροβιλισμού και σπηλαίωσης. Η **μικρορευστοποίηση** περιλαμβάνει την κίνηση του ρευστού με υψηλή ταχύτητα μέσα σε ένα περιστροφικό σωλήνα που

βρίσκεται εφαπτομενικά σε ένα θάλαμο κωνικού σχήματος. Η πορεία του υγρού ακολουθεί όλο και μικρότερους κύκλους κατά τους οποίους αναπτύσσονται ισχυρές διατμητικές τάσεις και φαινόμενα σπηλαίωσης, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ομογενοποίηση. Η πίεση σε όλο το μήκος του μικρορευστοποιητή είναι μεγαλύτερη από 1000bar και η διαδικασία διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα. Το μέγεθος των λιποσφαιρίων μικραίνει σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι στην ομογενοποίηση με χρήση πίεσης [7, 8].

Η διάμετρος των λιποσφαιρίων μετά τη **μικρορευστοποίηση** είναι μικρότερη από 2  $\mu\text{m}$  [9].

Η εφαρμογή της μικρορευστοποίησης στην παραγωγή γιαουρτιού έχει χρησιμοποιηθεί ελάχιστα. Σύμφωνα με μελέτες γιαούρτι από πλήρες μικρορευστοποιημένο γάλα παρουσιάζει αυξημένη συναίρεση, μειωμένο ιξώδες και χαμηλότερη σταθερότητα σε σύγκριση με γιαούρτι από συμβατικά ομογενοποιημένο γάλα, ενώ αντίθετα χαμηλό σε λιπαρά γιαούρτι από μικρορευστοποιημένο γάλα είχε παρόμοια χαρακτηριστικά υφής με εκείνο από συμβατικά ομογενοποιημένο γάλα. Επιπλέον μικρορευστοποίηση γάλακτος χαμηλής περιεκτικότητας λιπαρών οδηγεί σε γιαούρτι με τροποποιημένη μικροδομή, όπου τα λιποσφαίρια ενσωματώνονται στο πρωτεϊνικό πλέγμα [10, 11].

#### **5.2.4 ΥΠΕΡΗΧΟΙ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ**

**Υπέρηχοι υψηλής έντασης** είναι τα ηχητικά κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη από 20 kHz και πλάτος μεγαλύτερο από 100W. Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων από τα τέλη της δεκαετίας του 1960, για τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων, τον έλεγχο συστατικών και το χαρακτηρισμό ξένων σωμάτων ή μολυντών. Οι υπέρηχοι υψηλής έντασης (< 10 W), όταν διαδίδονται μέσω ενός διαλύματος, δημιουργούν τεράστια πίεση, θερμοκρασία και διατμητικές τάσεις και προκαλούν φαινόμενα σπηλαίωσης [11, 12]. Ως εκ τούτου, οι υπέρηχοι θα μπορούσαν να εφαρμοστούν ως μία εναλλακτική μέθοδος ομογενοποίησης του γάλακτος. Έχει αποδειχθεί ότι η εφαρμογή υπερήχων μειώνει τη διάμετρο των λιποσφαιρίων σε 0,1-0,6  $\mu\text{m}$  και επιτυγχάνει την σταθερότητα του γάλακτος ως ένα γαλάκτωμα [13, 14, 15, 16, 17]. Επιπλέον, οι υπέρηχοι προκαλούν μεταβολές στη σύνθεση της μεμβράνης των λιποσφαιρίων, αυξάνοντας την περιεκτικότητα σε

πρωτεΐνες [12, 18]. Εν ολίγοις οι υπέρηχοι προκαλούν στο γάλα τα αντίστοιχα αποτελέσματα της ομογενοποίησης. Έχει αποδειχθεί ότι η εφαρμογή υπερήχων στο γάλα μεταβάλλει τη δευτερογενή δομή των πρωτεϊνών του γάλακτος, προκαλώντας μετουσίωσή τους και κατ' επέκταση σχηματισμό συσσωματωμάτων μεταξύ πρωτεϊνών ορού και καζεϊνών [18]. Η θερμική κατεργασία σε συνδυασμό με χρήση υπερήχων (thermosonication) του γάλακτος οδηγεί σε μείωση του μεγέθους των λιποσφαιρίων και αύξηση της συγκέντρωσης καζεΐνης στη μεμβράνη που τα περιβάλλει [20]. Επιπλέον, υψηλής έντασης υπέρηχοι έχει αναφερθεί ότι μειώνουν το μικροβιακό φορτίο του γάλακτος [12, 19]. Τέλος, η εφαρμογή υψηλής έντασης υπερήχων στο γάλα οδηγεί σε σχηματισμό αρωματικών ενώσεων που δεν υπάρχουν στο ανεπεξέργαστο γάλα και κατά συνέπεια σε αλλοίωση του αρώματος αυτού. Οι εν λόγω ενώσεις είναι: βενζόλιο, τολουόλιο, 1,3-βουταδιένιο, 5-μεθυλο-1,3-κυκλοπενταδιένιο, 1-εξένιο, 1-οκτένιο, ρ-ξυλόλιο, η-εξανάλη, η-επτανάλη, 2-βουτανόνη, ακετόνη, διμεθυλοσουλφίδιο και χλωροφόρμιο. Ο σχηματισμός των αλδευδών αποδίδεται στην οξειδωση των λιπαρών μορίων του γάλακτος, ενώ οι υδρογονάνθρακες C6-C9 1-αλκένια αποδίδονται στη πυρολυτική διάσπαση των αλυσίδων των λιπαρών οξέων. Ο σχηματισμός βενζολίου μπορεί να αποδοθεί στη διάσπαση των πλευρικών αλυσίδων των αμινοξέων όπως της φαινυλαλανίνης [21].

Η εφαρμογή των υπερήχων σε ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος έχει μελετηθεί διεξοδικά. Γιαούρτι που παράγεται από γάλα επεξεργασμένο με υψηλής έντασης υπέρηχους έχει βελτιωμένες φυσικές ιδιότητες, αυξημένο ιξώδες, υψηλές τιμές χαρακτηριστικών υφής (σταθερότητα, συνεκτικότητα), αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού και μειωμένη συναίρεση σε σχέση με το συμβατικά παραγόμενο γιαούρτι. Η αύξηση της έντασης των υπερήχων και η αύξηση του χρόνου έκθεσης του γάλακτος στους υπέρηχους οδηγεί σε επιπλέον αύξηση του ιξώδους του γιαουρτιού [11]. Αυξημένο ιξώδες του γιαουρτιού παρατηρήθηκε και από επεξεργασμένο με υπέρηχους γάλα χωρίς λιπαρά λόγω της υψηλής θερμικής μετουσίωσης των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος που συμβαίνει κατά την εν λόγω επεξεργασία [20]. Η ζύμωση του γάλακτος που έχει υποστεί επεξεργασία με υπέρηχους σε συνδυασμό με θέρμανση είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό γιαουρτιού με μεγαλύτερο ιξώδες και υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού σε σύγκριση με το αντίστοιχο από συμβατικά επεξεργασμένο γάλα. Η ίδια επεξεργασία μετέβαλε τη μικροδομή του γιαουρτιού σε πορώδη με μέγεθος πόρων ~2 μm [21]. Το αυξημένο ιξώδες και η υφή

του γιαουρτιού που προέρχεται από γάλα επεξεργασμένο με υπέρηχους μπορεί να αποδοθεί στη μετουσίωση των πρωτεϊνών ορού και τη σύνδεσή τους με τις καζεΐνες. Οι πρωτεΐνες ορού, όταν μετουσιωθούν, είναι πιο επιρρεπείς να συσσωματωθούν με μόρια καζεΐνης και καζεϊνικά μικκύλια. Κατά τη διάρκεια της πήξης οι μετουσιωμένες πρωτεΐνες ορού, συσσωματωμένες πλέον με μικκύλια καζεΐνης, δρουν ως γέφυρες μεταξύ των μικυλλίων καζεΐνης γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα οι δεσμοί στη μήτρα του γιαουρτιού να σχηματίζονται πιο εύκολα, και το προκύπτον πήγμα να είναι πιο συνεκτικό [21].

### 5.2.5 ΠΑΛΛΟΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Η λειτουργία των **παλλόμενων ηλεκτρικών πεδίων (PEF)** περιλαμβάνει την έκθεση του προϊόντος σε έντονους ηλεκτρικούς παλμούς, μέσω ενός συνεχούς μέσου, για την απενεργοποίηση των μικροοργανισμών. Τα καλύτερα αποτελέσματα που έχουν επιτευχθεί είναι σε υγρά προϊόντα. Η ένταση των πεδίων κυμαίνεται μεταξύ 15 kV/cm και 50 kV/cm, και η έκθεση των προϊόντων διαρκεί μόνο λίγα δευτερόλεπτα [22].

Η αρχή των PEF είναι η αποσταθεροποίηση των μικροβιακών κυττάρων με παλμούς υψηλής έντασης. Στη συνέχεια, η κυτταρική μεμβράνη γίνεται περατή από τα συστατικά του κυττάρου και, ως εκ τούτου, τα κύτταρα διαρρηγνύονται αποβάλλοντας το περιεχόμενό τους [23]. Η αποτελεσματικότητα των PEF εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, καθώς και από τον αριθμό και τη διάρκεια των παλμών [24]. Παρά τις δυνατότητές της, εφαρμογή PEF απαιτεί υψηλή αντοχή στα αυξημένα ηλεκτρικά πεδία, χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και απουσία φυσαλίδων [24, 25].

Εφαρμογή PEF σε δείγματα γάλακτος έδειξε μείωση του μικροβιακού φορτίου με μη ανιχνεύσιμες αλλαγές στα άλλα χαρακτηριστικά του [24].

## 5.3 ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟ

### ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

#### 5.3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Σε επιστημονική βάση η έννοια των προβιοτικών προτάθηκε το 1907, από το βραβευμένο με Νόμπελ Ρώσο επιστήμονα Elie Metchnikoff (1845-1916), ο οποίος θεωρούσε ότι οι τοξίνες που παράγονταν από το μικροβιακό πληθυσμό του εντέρου κατέστρεφαν τους ιστούς, με αποτέλεσμα την πρόωγη γήρανση του ανθρώπου [27]. Στο βιβλίο του "The prolongation of life" ανέφερε την αξιοσημείωτη μακροζωία που διέκρινε τους χωρικούς κάποιας περιοχής στη Βουλγαρία, (μέσος όρος ζωής τα 87 χρόνια έναντι των 48 των κατοίκων των ΗΠΑ) την οποία απέδωσε στη μεγάλη κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων. Ο Metchnikoff ήταν ο πρώτος που προσπάθησε να «παρέμβει» θετικά, στην εντερική χλωρίδα, προτείνοντας την κατανάλωση ξινογάλακτος. Χρησιμοποίησε ένα θετικό κατά Gram ραβδόμορφο βακτήριο που το ονόμασε "the Bulgarian bacillus" και αργότερα *Bacillus bulgaricus*. Πρόκειται πιθανόν για τον ίδιο μικροοργανισμό που αργότερα ονομάστηκε *Lactobacillus bulgaricus* και σήμερα είναι ευρέως γνωστός ως *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, που σε συνδυασμό με τον *Streptococcus thermophilus*, είναι υπεύθυνος για την παραδοσιακή μικροβιακή ζύμωση του γάλακτος σε γιαούρτι [26].

Κάπως έτσι ξεκίνησαν οι προσπάθειες «παρέμβασης» στη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου με τη βοήθεια ζωντανών μικροβιακών συστατικών, που σήμερα ονομάζονται «προβιοτικά».

#### 5.3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η λέξη «προβιοτικά» (probiotics) είναι μία σύνθετη λέξη με ελληνική ρίζα από τη λέξη «pro» που σημαίνει για και τη λέξη «biotic» που σημαίνει βιοτικός-βίοτος-ζωή. Δηλαδή η λέξη «προβιοτικά» σημαίνει «για ζωή».

Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1953 από τον Kollath W. στην εργασία του "Ernahrung und Zahnsystem". Ένα χρόνο αργότερα, ο Vergin F., στο χειρόγραφο του Anti -und Probiotika, σύγκρινε τα επιζήμια αποτελέσματα στην εντερική χλωρίδα από



τη χρήση αντιβιοτικών, με τις ευεργετικές ιδιότητες άλλων παραγόντων που τους ονόμασε "Probiotika" [28].

Οι Lilly και Stillwell (1965) εισήγαγαν τον όρο «προβιοτικά», για να περιγράψουν τις ουσίες εκείνες που επέφεραν αντίθετα αποτελέσματα από τα αντιβιοτικά, δηλαδή ουσίες που εκκρίνονται από ένα μικροοργανισμό και οι οποίες προκαλούν την ανάπτυξη ενός άλλου μικροοργανισμού.

Ο Parker (1974) υπογράμμισε τις θετικές επιδράσεις των προβιοτικών, δίνοντας τον εξής ορισμό: «Βακτήρια τα οποία συνεισφέρουν στην εντερική μικροβιακή ισορροπία». Ωστόσο, ο Roy Fuller (1989) ήταν εκείνος που πρότεινε ότι ένα «προβιοτικό παρασκεύασμα» θα έπρεπε να περιέχει «ζωντανούς μικροοργανισμούς», και έτσι εισήχθη ένας νέος ορισμός ως εξής: «Ζωντανά μικροβιακά συστατικά των τροφίμων, με θετικές επιδράσεις στην υγεία, εξαιτίας της βελτίωσης στην εντερική μικροβιακή ισορροπία». Ο ορισμός αυτός έτυχε μεγάλης αποδοχής στην επιστημονική βιβλιογραφία. Τέλος, οι πιο πρόσφατες μελέτες θεωρούν ότι προβιοτικά είναι ένα από τα μικροβιακά παρασκευάσματα που περιέχουν ζωντανά ή και νεκρά κύτταρα, συμπεριλαμβανομένων και των προϊόντων μεταβολισμού τους, τα οποία έχουν στόχο τη βελτίωση της μικροβιακής ή ενζυμικής ισορροπίας στην επιφάνεια του βλεννογόνου του εντέρου ή τη διέγερση ανοσομηχανισμών (Reuter, 1997). Ο ορισμός αυτός είναι πιο περιεκτικός, αφού διευρύνει τα δυνητικά πλεονεκτήματα των προβιοτικών.

Στην επιστημονική και μη βιβλιογραφία, «προβιοτικά» ονομάζονται καταχρηστικά και τα βακτήρια, αλλά και οι τροφές που περιέχουν προβιοτικά βακτήρια.

Οι κυριότεροι εκπρόσωποι των προβιοτικών ανήκουν στα οξυγαλακτικά βακτήρια, και πιο συγκεκριμένα προέρχονται από τα γένη *Lactobacillus*, *Enterococcus* και *Bifidobacterium*, κατηγορίες οι οποίες αποτελούν μέλη της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου.

Εξαιτίας της γενικότερης θετικής επίδρασης τους στην υγεία και το μεταβολισμό του ανθρώπου, τα προβιοτικά ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των καλούμενων λειτουργικών τροφίμων [27].

## 5.4 ΟΞΥΓΑΛΑΚΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

### 5.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα οξύγαλακτικά βακτήρια ανήκουν στους κυριότερους εκπροσώπους των προβιοτικών μικροοργανισμών και σχετίζονται άμεσα με το ανθρώπινο γαστρεντερικό σύστημα. Εμβολιάζοντας τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος σε γάλα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, προκαλούν την ζύμωσή του και την πήξη του. Για αυτό το λόγο είναι και τα ευεργετικά εκείνα βακτήρια με τη βοήθεια των οποίων η γλυκόζη ζυμώνεται προς γαλακτικό οξύ.

Η ζύμωση που προκαλούν είναι δύο ειδών: η ομοιογαλακτική, όπου η γλυκόζη μετατρέπεται σχεδόν αποκλειστικά σε γαλακτικό οξύ και η ετερογαλακτική ζύμωση, όπου στο τελικό προϊόν συνυπάρχουν γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα και αιθανόλη.

Τα οξύγαλακτικά βακτήρια ανήκουν στην οικογένεια Lactobacillaceae και ως εκ τούτου τα διακρίνει ένας αριθμός κοινών χαρακτηριστικών όπως: είναι θετικά κατά Gram, ραβδόμορφα ή κόκκοι, ασπορογόνα, συνήθως ακίνητα, δεν παράγουν καταλάση και στερούνται κυττοχρώματος. Αναπτύσσονται σε αναερόβιες συνθήκες συνήθως, αλλά και σε αερόβιες συνθήκες. Τέλος παρουσιάζουν ανθεκτικότητα και στα οξέα. Το κύριο τελικό προϊόν της ζύμωσης των σακχάρων είναι το γαλακτικό οξύ.

Υπάρχουν εξαιρέσεις από την παραπάνω γενική περιγραφή, και έτσι απαντώνται είδη θετικά στην καταλάση ή με κυττόχρωμα σε μέσα που περιέχουν αιμάτινη ή σχετικά συστατικά [28].

Τα κυριότερα γένη των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος είναι τα εξής: Lactobacillus, Lactococcus, Enterococcus, Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc, Weisella, Carnobacterium, Tetragenococcus και Bifidobacterium.

Με εξαίρεση το γένος Bifidobacterium, όλα τα προαναφερθέντα, παρουσιάζουν χαμηλό γραμμομοριακό ποσοστό (< 50%) γουανίνης + κυτοσίνης (G+C) στο DNA τους. Ωστόσο και τα bifidobacteria θεωρείται ότι ανήκουν στα οξύγαλακτικά βακτήρια, αφού παρουσιάζουν παρόμοιες φυσιολογικές και βιοχημικές ιδιότητες και αποικίζουν κοινά οικοσυστήματα, όπως είναι το γαστρεντερικό σύστημα.

Βρίσκονται στους περισσότερους βλεννογόνους του ανθρώπινου σώματος (στοματική κοιλότητα, πεπτικό και γεννητικό σύστημα και ιδιαίτερα στον κόλπο) με θετική επίδραση στα οικοσυστήματα αυτά. Το γεγονός αυτό εξηγεί, γιατί τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος θεωρούνται ιδανικοί «υποψήφιοι» για τις προβιοτικές καλλιέργειες. Απαντώνται και στα ζυμωμένα τρόφιμα. Στελέχη που θεωρούνται προβιοτικά, συνήθως προέρχονται από τα γένη *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* και *Enterococcus*, εξαιτίας συγκεκριμένων χαρακτηριστικών τους όπως π.χ. η επιβίωσή τους στις ιδιαίτερα όξινες συνθήκες που υπάρχουν στα γαστρικά και χολικά υγρά και το πλατύ εύρος της θερμοκρασίας ανάπτυξής τους [29].

#### 5.4.2 ΓΕΝΟΣ LACTOBACILLUS

Το γένος *Lactobacillus* αποτελεί μία μεγάλη και ετερογενής ομάδα μικροοργανισμών η οποία αποτελείται από 54 αναγνωρισμένα είδη και μερικά υποείδη. Το φυσικό τους περιβάλλον ποικίλλει, και έτσι συναντώνται από τις επιφάνειες φυτών, το έδαφος, τα ζυμωμένα τρόφιμα έως και το γαστρεντερικό σύστημα του ανθρώπου και των ζώων. Πρόκειται για θετικά κατά Gram, ακίνητα, ασπορογόνα, ραβδόμορφα βακτήρια που σχηματίζουν ζεύγη ή αλυσίδες, ενώ η μορφολογία τους διαφοροποιείται, όχι μόνο ανάλογα με το είδος ή το στέλεχος, αλλά και από την ηλικία της καλλιέργειας και το μέσο ανάπτυξης. Το μέγεθος τους ποικίλλει από εκείνο των κοκκοβακίλλων (1-2  $\mu\text{m}$ ) έως των μεγάλων νηματοειδών βακίλλων (10-20  $\mu\text{m}$ ) [30].

Οι *lactobacilli* στερούνται καταλάσης και κυττοχρώματος, είναι συνήθως μικροαερόφιλοι, ενώ αναπτύσσονται καλύτερα σε αναερόβιες συνθήκες. Έχουν ισχυρή ικανότητα ζύμωσης των σακχάρων και προκαλούν ομοιογαλακτική, αλλά και ετερογαλακτική ζύμωση. Έχουν υψηλές θρεπτικές απαιτήσεις (αμινοξέα, πεπτίδια, νουκλεοτίδια, βιταμίνες, άλατα, σάκχαρα, λιπίδια κτλ.) και γενικά πρόκειται για «ιδιότροπα» βακτήρια. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης κυμαίνεται από 30°C έως 40°C, χωρίς να λείπουν και οι περιπτώσεις στελεχών που έχουν την ικανότητα ανάπτυξης κάτω από 15°C ή πάνω από 55°C. Παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στα οξέα, και όσον αφορά στο pH, οι βέλτιστες τιμές ανάπτυξης τους κυμαίνονται μεταξύ 5.5 - 6.2.

Τα κριτήρια κατηγοριοποίησης και ταξινόμησης των ειδών μέσα στο γένος *Lactobacillus* βασίζονταν στις φυσιολογικές και βιοχημικές ιδιότητές τους (π.χ.

ζύμωση των υδατανθράκων). Τα δεδομένα, όμως, όλο και αλλάζουν με την ανάπτυξη σύγχρονων μοριακών μεθόδων, με αποτέλεσμα το γένος *Lactobacillus* - όπως και πολλά άλλα γένη - να υπόκεινται σε συνεχείς διαφοροποιήσεις [2, 31].

Η αρχική προσπάθεια ταξινόμησης του γένους ανήκει στους Orla - Jensen (The lactic acid bacteria. Copenhagen: Anhr Fred Host und Son, 1919) οι οποίοι διαίρεσαν το γένος γ τρία υπογένη: "*Thermobacterium*", "*Streptobacterium*" και "*Betabacterium*" με μορφολογικά και φαινοτυπικά κριτήρια. Οι σύγχρονες μοριακές μέθοδοι, όμως, χρησιμοποιώντας φυλογενετικά κριτήρια, απέδειξαν ότι υπάρχει ασυνέπεια στην παραπάνω κατηγοριοποίηση και σήμερα οι *lactobacilli* υποδιαιρούνται σε τρεις ομάδες: τους υποχρεωτικά ομοιοζυμωτικούς (Group I), τους προαιρετικά ετεροζυμωτικούς (Group II) και τους υποχρεωτικά ετεροζυμωτικούς (Group III).

Το Group I ζυμώνει τις εξόζες σχεδόν αποκλειστικά σε γαλακτικό οξύ και περιλαμβάνει τη λεγόμενη *Lactobacillus acidophilus* ομάδα. Το Group II ζυμώνει τις εξόζες σε γαλακτικό οξύ, σύμφωνα με την οδό γλυκόλυσης κατά Embden - Meyerhof, αλλά έχει και τη δυνατότητα ζύμωσης των πεντοζών σε γαλακτικό και οξικό οξύ. Περιλαμβάνει την *Lactobacillus casei* ομάδα. Τέλος, το Group III ζυμώνει τις εξόζες μέσω της φωσφογλυκονικής οδού και περιλαμβάνει τη *Lactobacillus reuteri/fermentum* ομάδα.

#### **5.4.2.1 ΟΜΑΔΑ LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS**

Στην ομάδα αυτή - εκτός από τον *Lactobacillus acidophilus* - ανήκουν πέντε ακόμη είδη.

Ο *Lactobacillus acidophilus* ήταν το πρώτο είδος που χαρακτηρίστηκε (Moro, 1900) και αρχικά ονομάστηκε "*Bacillus acidophilus*".

Στη συνέχεια το είδος *Lactobacillus crispatus* χαρακτηρίστηκε το 1953, ενώ τα άλλα τέσσερα είδη *L. amylovorous*, *L. gallinarum*, *L. gasseri* και *L. johnsonii* από το 1980 έως το 1992.

Τα είδη της ομάδας αυτής δεν ήταν εύκολο να διαφοροποιηθούν με τις κλασσικές μεθόδους, παρόλο που ο υψηλός βαθμός ετερογένειας του *Lactobacillus acidophilus* ήταν αναγνωρισμένος από τη δεκαετία του 1960 (Lerche and Reuter, 1962).

Οι Johnson et al. (1980) μελέτησαν ένα μεγάλο αριθμό στελεχών του *L. acidophilus* τον οποίο διαίρεσαν σε έξι διαφορετικές ομόλογες ομάδες: A1, A2, A3, A4, B1 και B2. Η ομάδα A1 περιέχει τον *L. acidophilus*.

Ανάλογη μελέτη παρουσίασαν οι Lauer et al την ίδια χρονική περίοδο, οι οποίοι, βασιζόμενοι στην DNA - DNA ομολογία, κατηγοριοποίησαν τα στελέχη που ερεύνησαν σε δύο ομάδες: I και II, καθεμιά από τις οποίες αποτελείται από αρκετές υποομάδες (Ia - If και Iia - Iib). Η ομάδα I είναι αντίστοιχη της ομάδας A των Johnson et al., ενώ στην ομάδα II συμπεριλήφθηκε ένα νέο είδος, το *L. gasseri*, αντίστοιχο της ομάδας B των Johnson et al [32].

Τα περισσότερα από τα προαναφερθέντα είδη αναπτύσσονται στους 45°C, ενώ ως προβιοτικά χρησιμοποιούνται οι *L. acidophilus*, *L. crispatus*, *L. gasseri* και *L. johnsonii*.

Ειδικότερα ο *L. acidophilus* θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους προβιοτικούς μικροοργανισμούς. Δεν αναπτύσσεται στους 15°C και δεν παράγει αέριο. Σχηματίζει επίπεδες, μικρές και ρυτιδιασμένες αποικίες, αδιόρατες στο γυμνό μάτι, με προσεκβολές [30]. Παράγει DL γαλακτικό οξύ, ενώ απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην απομόνωση και την καλλιέργειά του, καθώς οι διατροφικές του απαιτήσεις είναι αυστηρότερες από των άλλων lactobacilli [29,31,32,33].

#### **5.4.2.2 ΟΜΑΔΑ LACTOBACILLUS CASEI**

Η *L. casei* ομάδα περιλαμβάνει τα είδη: *L. zeae* και *L. casei*, *L. paracasei* και *L. rhamnosus*. Αρχικά το μοναδικό είδος που περιελάμβανε η ομάδα αυτή ήταν το *L. casei* με πέντε υποείδη: *L. casei* subsp. *casei*, *alactosus*, *pseudoplantarum*, *tolerans* και *rhamnosus*. Το 1989, οι Collins et al. πρότειναν αναταξινόμηση της *L. casei* ομάδας, χαρακτηρίζοντας δύο νέα είδη: *L. paracasei* και *L. rhamnosus*. Ωστόσο ο χαρακτηρισμός αυτός βασίστηκε σε περιορισμένο αριθμό πειραμάτων DNA - DNA ομολογίας και η φαινοτυπική περιγραφή των στελεχών ήταν ανεπαρκής. Εξαίρεση αποτελούσε το είδος *L. rhamnosus*, το οποίο εύκολα μπορούσε να ταυτοποιηθεί. Το κυτταρικό του τοίχωμα αποτελείται από ραμνόζη και είναι ένα από τα ελάχιστα είδη που έχουν την ικανότητα ζύμωσης της. Από την άλλη μεριά, δεν υπήρχε βιοχημική διαφοροποίηση μεταξύ των *L. casei*, και *L. paracasei*, με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία εκ νέου ταξινόμηση. Το 1996 οι Dicks et al. πρότειναν την απόρριψη του *L.*

paracasei και στη συνέχεια περιέλαβαν όλα τα στελέχη στο είδος *L. casei*. Καμία αλλαγή δεν συντελέστηκε για το είδος *L. rhamnosus* για το λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω.

Σήμερα όλα τα προβιοτικά στελέχη με το όνομα *L. casei*, από ταξινόμικής πλευράς, ανήκουν είτε στο είδος *L. paracasei* - όπως αυτό χαρακτηρίστηκε από τους Collins et al. (1989) - ή στο ευρύτερο είδος *L. casei*, όπως προτάθηκε από τους Dicks et al. (1996).

Τα είδη της *L. casei* ομάδας αναπτύσσονται συνήθως στους 15°C, χωρίς παραγωγή αερίου. Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση, στα ζυμωμένα τρόφιμα, στα προϊόντα γάλακτος και στα επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος [29, 31].

#### **5.4.2.3 ΟΜΑΔΑ LACTOBACILLUS REUTERI / LACTOBACILLUS**

##### **FERMENTUM**

Ένας ειδικός βióτυπος του είδους *L. fermentum* (βióτυπος lib) απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1962 από τους Lerche and Reuter. Το στέλεχος αυτό χαρακτηρίστηκε το 1980 από τους Kandler et al. με το όνομα *L.reuteri*, ως ένα νέο είδος σύμφωνα με την DNA - DNA ομολογία του.

Δεν υπάρχουν ουσιαστικές φαινοτυπικές και βιοχημικές διαφορές μεταξύ των *L.reuteri* και *L. fermentum*. Ωστόσο οι μοριακές μέθοδοι αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τη διαφοροποίηση τους. Τέλος, σημαντική διαφορά υπάρχει στη σύνθεση του κυτταρικού τους τοιχώματος. Ο *L.reuteri* παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως προβιοτικός μικροοργανισμός που παράγει βακτηριοσίνες και χρησιμοποιείται στις ζωοτροφές, αλλά και σε προϊόντα γιαουρτιού και σε φαρμακευτικά παρασκευάσματα [2, 29].

#### **5.4.3 ΓΕΝΟΣ BIFIDOBACTERIUM**

Η πρώτη προσπάθεια απομόνωσης και χαρακτηρισμού των bifidobacteria ανήκει στον Frenchman Tissier το 1899. Ο Tissier διαπίστωσε τη σχεδόν αποκλειστική παρουσία των μικροοργανισμών αυτών στα κόπρανα των βρεφών που θήλαζαν, τους

οποίους και ονόμασε *Bacillus bifidum*. Από τότε ακολούθησε μία περίοδος σύγχυσης και διαφωνιών, όσον αφορά στην ταξινόμηση. Αρχικά συμπεριλήφθηκαν σε διάφορα γένη (*Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Bacterium*), ώσπου τελικά αναγνωρίστηκαν ως ένα ξεχωριστό γένος, το γένος *Bifidobacterium* [2].

Από το 1970, οι Scardovi et al. διηξήγαγαν εκτενείς μελέτες για την ταξινόμηση του γένους με βάση την DNA ανάλυση ομολογίας τους. Σήμερα έχουν χαρακτηριστεί 24 είδη [31].

Με βάση κριτήρια, όπως είναι η μορφολογία των κυττάρων και των αποικιών που σχηματίζουν, το γένος *Bifidobacterium* παρουσιάζει ιδιαίτερες ομοιότητες με άλλα γένη, όπως τα: *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Actinomyces* και *Eubacterium*. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας γνωστές βιοχημικές δοκιμές, επιτυγχάνεται η σαφής διαφοροποίηση των *bifidobacteria*.

Τα *Bifidobacteria* είναι θετικά κατά Gram, ασπορογόνα, ακίνητα, ραβδόμορφα βακτήρια, με διάταξη είτε σχήματος Y ή V, δεν διατάσσονται όμως σε μακριές αλυσίδες. Η μορφολογία ωστόσο, μπορεί να διαφέρει ελαφρώς ανάμεσα σε κάποια είδη και στελέχη, αλλά εξαρτάται και από τις συνθήκες καλλιέργειας. Είναι κυρίως αυστηρά αναερόβια, αν και κάποια είδη και στελέχη παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στο οξυγόνο με την παρουσία διοξειδίου του άνθρακα. Είναι αρνητικά σε καταλάση και ινδόλη και δεν ανάγουν τα νιτρικά. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των *bifidobacteria* είναι μεταξύ 37-41°C, ενώ η ελάχιστη κυμαίνεται από 25-28°C και η μέγιστη από 43-45°C. Δεδομένου ότι η βέλτιστη τιμή pH βρίσκεται κοντά στο ουδέτερο (6.5-7.0), τα *bifidobacteria* παρουσιάζουν σαφώς ασθενέστερη ανθεκτικότητα στα οξέα από τους λακτοβακίλλους. Δεν αναπτύσσονται σε τιμές pH μικρότερες από 4.5 ή μεγαλύτερες από 8.5 [2, 31].

Τα κυριότερα είδη που απομονώνονται από τον άνθρωπο είναι τα εξής:

*B. bifidum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis* και *B. longum*, ενώ τα είδη που βρίσκουν εφαρμογή στις προβιοτικές καλλιέργειες είναι τα *B. bifidum*, *B. longum* και *B. Animalis*. [29,317]

#### 5.4.4. ΓΕΝΟΣ ENTEROCOCCUS

Αν και οι εντερόκοκκοι χαρακτηρίστηκαν το 1899 από τον Thiercelin, ως αυτόνομο γένος *Enterococcus* παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1984 (Schleifer and Kilpper - Balz, 1984) και σήμερα αποτελείται από 19 είδη.

Πρόκειται για θετικά κατά Gram βακτήρια, ασπορογόνα, αρνητικά σε καταλάση και προαιρετικά αναερόβια. Το σχήμα τους είναι είτε σφαιρικό ή ωοειδές και αυτά διατάσσονται σε ζεύγη ή μικρές αλυσίδες. Έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται τόσο στους 10°C, όσο και στους 45°C, σε 6.5% NaCl και σε pH 9.6. Μπορούν να επιβιώσουν για 30 min σε θερμοκρασία 60°C. Οι παραπάνω ιδιότητες χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση των εντερόκοκκων από άλλους θετικούς κατά Gram, αρνητικούς σε καταλάση κόκκους. Προκαλούν ομοιογαλακτική ζύμωση. Ανήκουν στα απαιτητικά, από διατροφική άποψη, βακτήρια και για την άριστη ανάπτυξη τους χρειάζονται βιταμίνες του συμπλέγματος B, συγκεκριμένα αμινοξέα και βάσεις πουρίνης και πυριμιδίνης [2].

Γενικά οι εντερόκοκκοι ανήκουν στους «μη ασφαλείς» μικροοργανισμούς με πιθανή παθογένεια, και για αυτό το λόγο η εφαρμογή τους στις προβιοτικές καλλιέργειες είναι περιορισμένη. Ωστόσο, υπάρχουν δύο είδη που ανταποκρίνονται ικανοποιητικά. Πρόκειται για τους:

*Enterococcus faecium* με θερμοκρασία ανάπτυξης του να είναι 50°C, δεν διασπά τη σορβιτόλη και με εφαρμογή κυρίως στις ζωοτροφές.

*Enterococcus faecalis* με θερμοκρασία ανάπτυξης του να είναι 10°C, διασπά τη σορβιτόλη και χρησιμοποιείται ως προβιοτικό στέλεχος στη διατροφή του ανθρώπου.

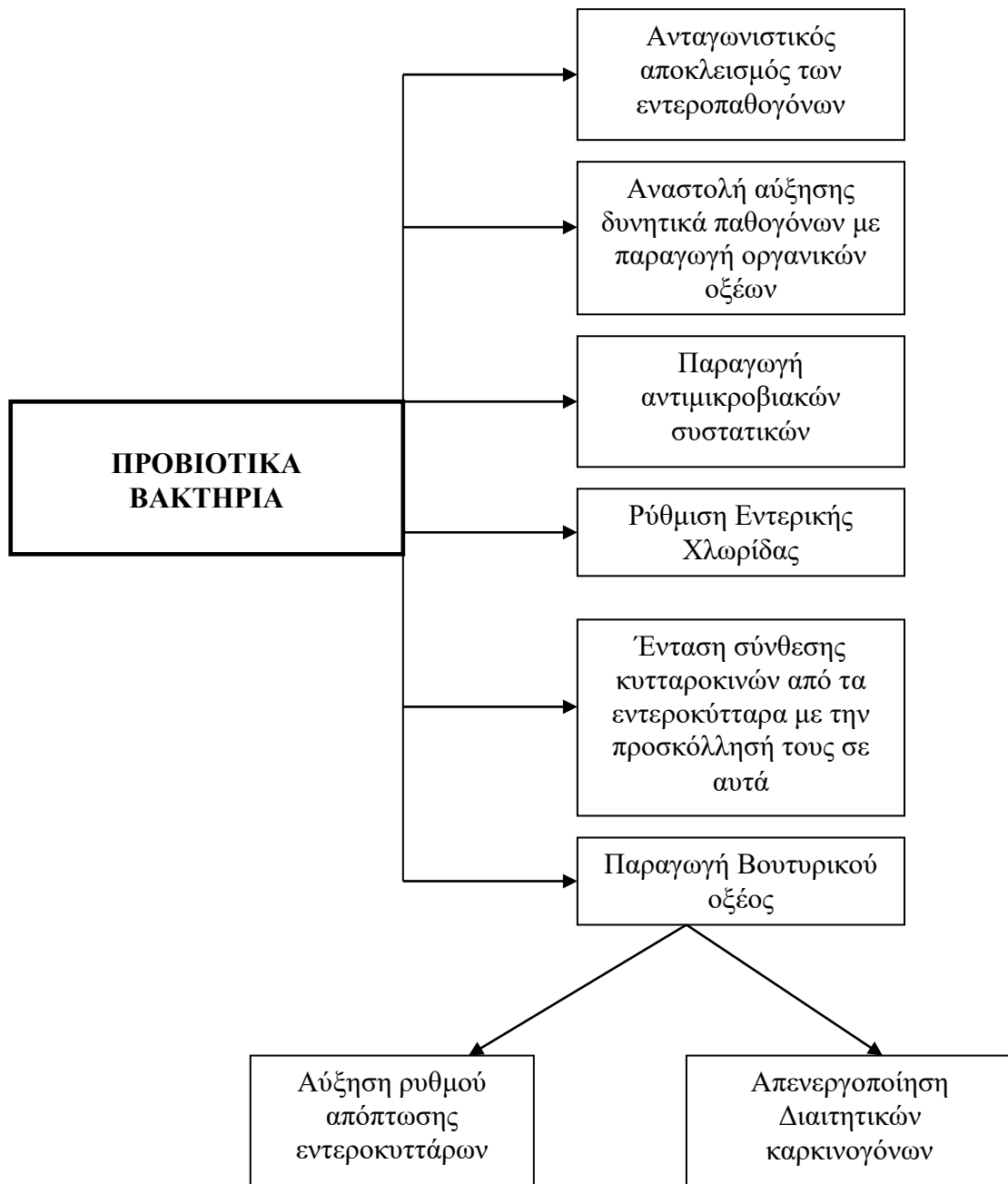
#### 5.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Διάφοροι μηχανισμοί δράσης που συντελούν στην αποτελεσματικότητα των προβιοτικών στην υγεία έχουν προταθεί, παρότι ακόμη δεν έχουν πλήρως αποσαφηνιστεί. Αυτοί σχετίζονται με τη ρύθμιση της εντερικής μικροχλωρίδας, την ενδυνάμωση του εντερικού ανοσολογικού φραγμού, την παραγωγή αντιμικροβιακών συστατικών, την ανταγωνιστική πρόσδεση των προβιοτικών βακτηρίων έναντι των εντεροπαθογόνων, την αναστολή αύξησης αυτών με μείωση του pH του εντέρου,



εξαιτίας της παραγωγής οργανικών οξέων (οξικό, γαλακτικό οξύ), και τη ρύθμιση της ενζυμικής δράσης των βακτηρίων [34, 35].

Επιπλέον, η παραγωγή βουτυρικού οξέος από πολλά προβιοτικά βακτήρια επηρεάζει το ρυθμό απόπτωσης των εντεροκυττάρων και εξουδετερώνει ή ουδετεροποιεί την καρκινογόνο δράση συστατικών άλλων τροφίμων, όπως είναι οι νιτροζαμίνες οι οποίες παράγονται από βακτήρια που περιέχονται σε δίαιτες με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο (Σχήμα 8) [36].



**Σχήμα 8 :** Διάγραμμα Μηχανισμών δράσης προβιοτικών βακτηρίων.

## 5.6 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

### 5.6.1 ΓΑΛΑ ΜΕ LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS

Ο Rettger το 1922 δημοσίευσε ότι ο *Lactobacillus Acidophilus* μπορεί να επέμβει θετικά στις ανωμαλίες του πεπτικού συστήματος και η χρήση του στα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα έχει εξαπλωθεί παγκοσμίως. Έτσι υπάρχουν τα παρακάτω γάλατα:

#### ΓΑΛΑ ACIDOPHILUS (ACIDOPHILUS MILK)

Πρόκειται για ένα παραδοσιακά θεραπευτικό γάλα ζυμωμένο με *Lactobacillus Acidophilus*. Παράγεται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα αγελάδας. Η παστερίωση του γάλακτος μπορεί να γίνει:

- Στους 115-120 °C για 10-20 min
- Στους 95 °C για 1-1,5h και
- Στους 87-90 °C για 1h.

Ακολουθεί ψύξη στους 37 °C, παραμονή στη θερμοκρασία αυτή για 3-4 h και εκ νέου θέρμανση, στους 87-90 °C για 1 h.

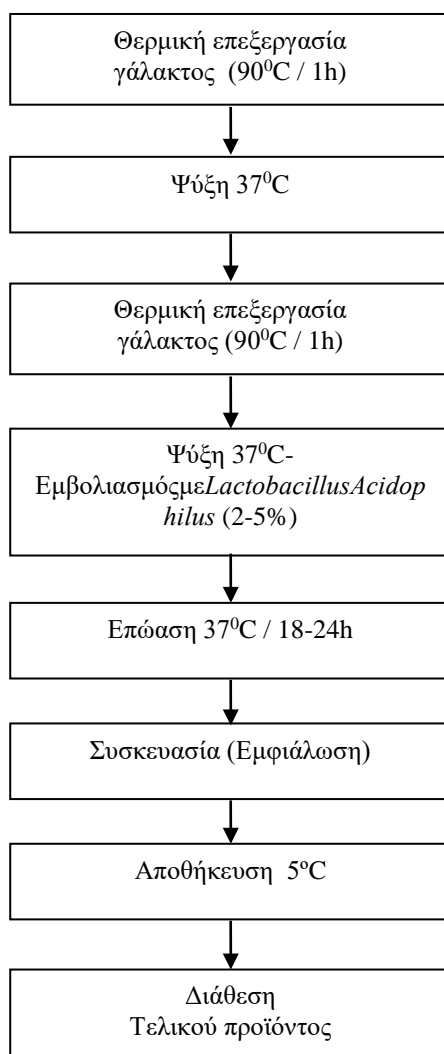
Η τελευταία μέθοδος προτιμάται, γιατί δεν αλλοιώνει το χρώμα του γάλακτος (αντίδραση Maillard).

Το γάλα εμβολιάζεται με καλλιέργεια *Lactobacillus Acidophilus* σε αναλογία 2-5% και επώάζεται στους 37 °C, για 18-24h, έως ότου πήξει και η οξύτητά του φθάσει σε 0,6-0,7% σε γαλακτικό οξύ.

Μετά το πέρας της επώασης, το γάλα πήζει σε μαλακό πήγμα, ψύχεται στους 5 °C, εμφιαλώνεται και διακινείται υπό ψύξη.

Ο *L.Acidophilus* παράγει μία αλκοολική αφυδρογονάση και μεταβολίζει την ακεταλδεΐδη σε αιθανόλη, με συνέπεια την παραγωγή πτωχών σε γεύση προϊόντων, σχετικά με άλλα ζυμωμένα γάλατα. Η σύγχρονη ζύμωση με άλλα προβιοτικά βακτήρια (π.χ. bifidobacteria) ή με βακτήρια του γιαουρτιού, φαίνεται να προσπερνά το μειονέκτημα της πτωχής γεύσης [37].

### 5.6.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΕ ΓΑΛΑ ACIDOPHILUS



**Σχήμα 9:** Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας σε γάλα Acidophilus.

### 5.6.3 SWEET ACIDOPHILUS MILK

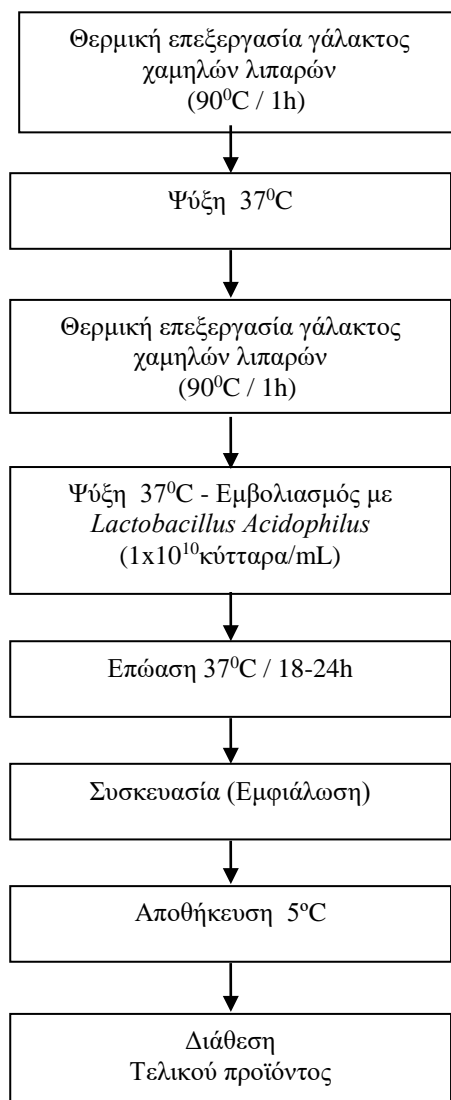
Παράγεται από γάλα αγελάδας χαμηλών λιπαρών, που αποστειρώνεται στους 87-90°C /1h.

Ακολουθεί ψύξη στους 37 °C, παραμονή στη θερμοκρασία αυτή για 3-4 h και εκ νέου θέρμανση, στους 87-90 °C για 1h.

Εμβολιάζεται με συμπυκνωμένη προβιοτική καλλιέργεια *Lactobacillus Acidophilus* ( $1 \times 10^{10}$  κύτταρα/mL) και επωάζεται στους 37 °C, για 18-24h, έως ότου δημιουργηθεί πηγμα.

Μετά το πέρας της επώασης, το γάλα πήζει σε μαλακό πήγμα, ψύχεται στους 5°C, εμφιαλώνεται και διακινείται υπό ψύξη [38].

### 5.6.3.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΕ SWEET ACIDOPHILUS MILK



**Σχήμα 10:** Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας σε Sweet Acidophilus Milk.

### 5.6.4 ACIDOPHILUS YOGHURT

Το καλούμενο "acidophilus yoghurt" είναι ένα προϊόν που παράγεται από παστεριωμένο γάλα με τη σύγχρονη παρουσία της θερμοφιλικής καλλιέργειας του *S. thermophilus* και *Lactobacillus acidophilus*. Ο χρόνος ζύμωσης κυμαίνεται γύρω στις 6-8 h, στους 42°C, ενώ το pH<4.8, προκειμένου να επιτευχθεί

σταθερό πήγμα, ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα για το συγκεκριμένο τύπο γιαουρτιού [37].

### 5.6.5 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ BIFIDOBACTERIUM SPP.

Από τότε που ο Tissier (1899) παρατήρησε ότι η εντερική χλωρίδα των νεογέννητων που θηλάζουν αποικίζεται σχεδόν αποκλειστικά από bifidobacteria, αυτά αποτέλεσαν αντικείμενο εκτεταμένης μελέτης. Η κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν bifidobacteria ολοένα και ενθαρρύνεται για τον ευεργετικό ρόλο τους στην υγεία του ανθρώπου.

Στην παγκόσμια αγορά διατίθεται μεγάλος αριθμός “bifidus-προϊόντων”, γεγονός που αποδεικνύει ότι η κοινή γνώμη έχει αποκτήσει ενδιαφέρον για τα εν λόγω τρόφιμα. Ακολουθεί η παραγωγική διαδικασία του γάλακτος Bifidus.

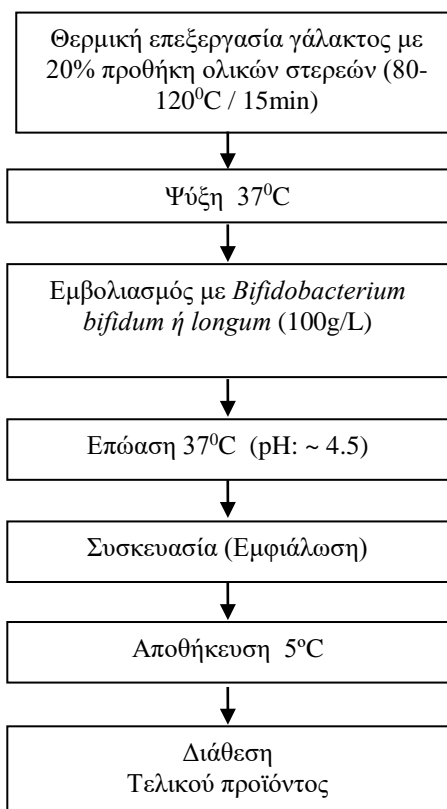
### 5.6.6 ΓΑΛΑ BIFIDUS

Πρόκειται για ένα δημοφιλές προϊόν παγκοσμίως. Παράγεται από αγελαδινό γάλα, που εμπλουτίζεται με 150-200 g ολικών στερεών/kg, ομογενοποιείται, υπόκειται σε θερμική κατεργασία στους 80-120°C για 15 min και ακολούθως ψύχεται έως τους 37°C. Στο σημείο αυτό, εμβολιάζεται με *Bifidobacterium bifidum* ή *longum* (100g/L), έως η τελική τιμή pH να φθάσει στην τιμή 4.5 περίπου. Το πήγμα ψύχεται στους 5 °C, συσκευάζεται, συντηρείται υπό ψύξη και διακινείται υπό ψύξη.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του γάλακτος bifidus, είναι τα επόμενα:

- Έχει ελαφρώς όξινη και πικάντικη γεύση
- Η μοριακή αναλογία γαλακτικού και οξικού οξέος είναι 2:3
- Τα είδη συνεκτικό και αναμεμιγμένο παράγονται και με την προσθήκη αρωμάτων φρούτων
- Ο βιώσιμος πληθυσμός των *B.bifidum* είναι  $10^8$ - $10^9$  cfu/mL [39].

### 5.6.6.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΕ ΓΑΛΑ BIFIDUS

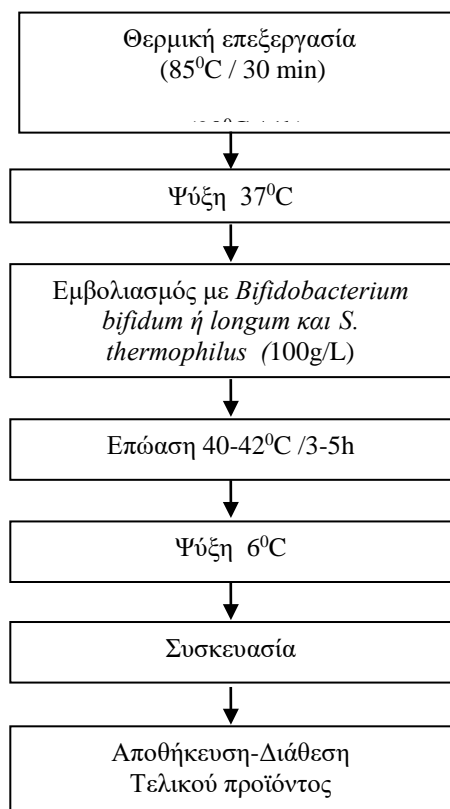


**Σχήμα 11:** Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας σε γάλα Bifidus.

### 5.6.7 ΓΙΑΟΥΡΤΙ BIFIDUS

Είναι ένα προϊόν που παράγεται από τη μικτή καλλιέργεια *B. bifidum* ή *longum* και μίας συμβατικής γιαουρτιού, με ή χωρίς *L. acidophilus*. Το γάλα εμβολιάζεται (σε συγκέντρωση 50-100 g/L), επωάζεται στους 40-42°C/ 3-5 h και στη συνέχεια ακολουθεί ψύξη και συσκευασία [39].

### 5.6.7.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΕ ΓΙΑΟΥΡΤΙ BIFIDUS



**Σχήμα 12:** Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας σε γιαούρτι Bifidus.

### 5.6.8 BIFIGHURT

Πρόκειται για συγγενή προϊόντα με το γιαούρτι bifidus, με τη διαφορά ότι στην καλλιέργεια συμμετέχουν αποκλειστικά οι *B. longum* και *S. thermophilus*. Ο πληθυσμός των bifidobacteria στο προϊόν είναι  $10^7$  cfu/mL, ενώ παράγεται μόνο γαλακτικό οξύ, σε ποσοστό 95% [39].

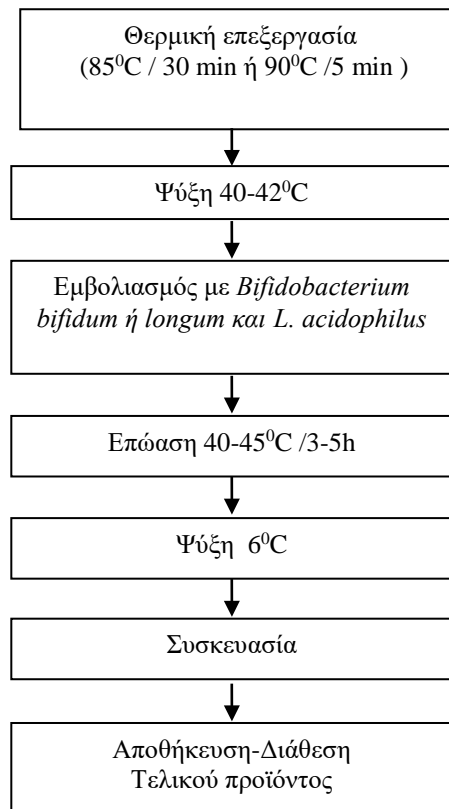
### 5.6.9 ΓΙΑΟΥΡΤΙ ACIDOPHILUS BIFIDUS

Προϊόν συγγενές με το γιαούρτι bifidus, το οποίο απαντάται σε πολλές χώρες. Παρασκευάζεται από ομογενοποιημένο γάλα αγελάδας. Αυτό υπόκειται σε θερμική επεξεργασία στους 85°C για 30 min ή στους 90°C για 5 min, ψύχεται έως τους 40-42°C όπου και εμβολιάζεται με *L. acidophilus* και *B.*



bifidum ή longum, επωάζεται στους 40-45<sup>0</sup>C, για 3-5 h και ακολουθεί ψύξη και αποθήκευση [37].

#### 5.6.9.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΕ ΓΙΑΟΥΡΤΙ ACIDOPHILUS BIFIDUS



**Σχήμα 13:** Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας σε γιαούρτι Acidophilus Bifidus.

## 5.7 ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΝΟΣ

### ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ - ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

#### 5.7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με αφορμή ότι τα βακτήρια - όπως κάθε ζωντανός οργανισμός - έχουν ειδικές θρεπτικές απαιτήσεις και ότι ορισμένα θρεπτικά συστατικά - όπως οι σύνθετοι υδατάνθρακες - φθάνουν στο παχύ έντερο άπεπτοι, για να αποικοδομηθούν από τα βακτήρια που απαρτίζουν τη μικροβιακή χλωρίδα του παχέος εντέρου, εμφανίστηκε η ιδέα των πρεβιοτικών στα μέσα της δεκαετίας του 1990 [40]. Επιπρόσθετα, τα βρέφη που θηλάζουν έχουν σαφέστατα διαφορετική μικροχλωρίδα που αποτελείται κυρίως από τα ευεργετικά bifidobacteria, σε σχέση με εκείνα που δεν θηλάζουν, η μικροχλωρίδα των οποίων προσομοιάζει αυτή των ενηλίκων. Εν μέρει, η «φυσική προβιοτική» χλωρίδα των πρώτων συντηρείται λόγω της ύπαρξης των γαλακτο-ολιγοσακχαριτών που περιέχονται στο μητρικό γάλα και οι οποίοι θεωρούνται αυξητικοί παράγοντες των bifidobacteria ("bifido παράγοντες"). Η αλληλεπίδραση αυτή αποτέλεσε μία παραπάνω αφορμή για την ανάπτυξη των πρεβιοτικών, καθότι είναι πλέον αναγνωρισμένη η θετική συμβολή συγκεκριμένων βακτηρίων (π.χ. Bifidobacterium, Lactobacillus) στην ομαλή λειτουργία του εντέρου [41].

#### 5.7.2 ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι Gibson και Roberfroid (1995) όρισαν ότι πρεβιοτικά είναι τα μη εύπεπτα διατροφικά συστατικά τα οποία επηρεάζουν θετικά τον ξενιστή, διεγείροντας επιλεκτικά την ανάπτυξη ή/και τη δράση ενός ή περισσότερων βακτηρίων της εντερικής χλωρίδας [40]. Τα πρεβιοτικά αντιπροσωπεύουν μία δεύτερη στρατηγική βελτίωσης της εντερικής χλωρίδας: αντί να εισάγονται εξωγενή στελέχη στο γαστρεντερικό σύστημα, είναι προτιμότερη η διέγερση των ήδη υπαρχόντων ευεργετικών βακτηρίων [42].

Ο παραπάνω ορισμός συμπίπτει εν μέρει, με αυτόν των διαιτητικών ινών. Η βασικότερη διαφορά των πρεβιοτικών έγκειται στην επιλεκτική διέγερση συγκεκριμένων ειδών [43]. Απαραίτητα κριτήρια για να ανήκει ένα διατροφικό συστατικό στην κατηγορία των πρεβιοτικών, θεωρούνται τα εξής:

- Να μην υδρολύεται ή απορροφάται στο ανώτερο γαστρεντερικό σύστημα.
- Να αποτελεί επιλεκτικό υπόστρωμα για ένα ή περισσότερα ευεργετικά βακτήρια της εντερικής χλωρίδας (π.χ. bifidobacteria, lactobacilli).
- Να προκαλεί τροποποίηση στη σύνθεση της εντερικής μικροχλωρίδας, με σκοπό τη θετική επίδραση στην υγεία του ατόμου [44].

### 5.7.3 ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Οι ολιγοσακχαρίτες ανήκουν στην κατηγορία των υδατοδιαλυτών υδατανθράκων και συγκεκριμένα πρόκειται για μικρής αλυσίδας πολυσακχαρίτες, με μικρό βαθμό πολυμερισμού και συνεπώς χαμηλό μοριακό βάρος. Παρόλο που από την αρχαιότητα, αποτελούσαν βασικό διατροφικό συστατικό, σχετικά πρόσφατα αναπτύχθηκε το ενδιαφέρον γύρω από τους ολιγοσακχαρίτες, εξαιτίας των λειτουργικών ιδιοτήτων τους (γλυκαντική ικανότητα, υποκατάσταση λιπαρών, συμβολή στην επίτευξη υγιούς γαστρεντερικού συστήματος). Επιπλέον, οι ολιγοσακχαρίτες μεταβολίζονται παρόμοια με τις διαλυτές διατροφικές ίνες, με αποτέλεσμα να παρέχουν ανάλογα πλεονεκτήματα με αυτές (χαμηλά λιπίδια αίματος, έλεγχος σακχάρου) [45].

### 5.7.4 ΜΗ ΕΥΠΕΠΤΟΙ ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Πρόκειται για ολιγομερείς υδατάνθρακες, των οποίων η χημική σύσταση τους καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικούς στα πεπτικά ένζυμα, και τους επιτρέπει να μεταβολίζονται αποκλειστικά από τα βακτήρια του εντέρου, και έτσι να αποτελούν ειδικό υπόστρωμα για συγκεκριμένα γένη ή είδη. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ανάμεσα στο πλήθος των μικροοργανισμών που απαρτίζουν την εντερική χλωρίδα μόνον οι lactobacilli και τα bifidobacteria θεωρούνται αμιγώς ωφέλιμοι, τα συγκεκριμένα γένη θα πρέπει να αποτελούν το στόχο για την επιλεκτική διέγερση της εντερικής χλωρίδας. Ακριβώς για το λόγο αυτό, οι μη εύπεπτοι ολιγοσακχαρίτες θεωρούνται άριστοι πρεβιοτικοί παράγοντες [46]. Οι μη εύπεπτοι ολιγοσακχαρίτες που έχουν μελετηθεί περισσότερο - in vitro και in vivo - ως πρεβιοτικοί παράγοντες, είναι οι εξής: φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, ινουλίνες, πυροδεξτρίνες, γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες,

ολιγοσακχαρίτες σόγιας, ξυλο-ολιγοσακχαρίτες, ισομαλτο-ολιγοσακχαρίτες και λακτουλόζες [47].

Οι πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες ανήκουν στα δημοφιλέστερα λειτουργικά συστατικά, ειδικά για την αγορά της Ιαπωνίας. Εκτός από τη φύση, λαμβάνονται και με τη βοήθεια της ενζυμικής τεχνολογίας και κυρίως με ενζυμική σύνθεση, χρησιμοποιώντας υδρολάσες και γλυκοζυλ-τρανσφεράσες ή μερική ενζυματική υδρόλυση των πολυμερών υδατανθράκων μακριάς αλυσίδας [48].

Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες που βρίσκουν μεγαλύτερη εφαρμογή στην Ευρώπη, την Ιαπωνία και την Αμερική [49].

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6:** Πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες και οι αντίστοιχες αγορές

Ολιγοσακχαρίτες/Αγορές	Ευρώπη	Αμερική	Ιαπωνία
Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες	√	√	√
Γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες	√	√	√
Λακτουλόζες	√	√	√
Ινουλίνες	√	√	
Ισομαλτο-ολιγοσακχαρίτες			√
Λακτοσακχαρόζες			√
Ολιγοσακχαρίτες σόγιας			√
Ξυλο-ολιγοσακχαρίτες			√

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, ο κατάλογος των χρησιμοποιούμενων πρεβιοτικών στην Ιαπωνία, είναι περισσότερο εμπλουτισμένος από τον αντίστοιχο της Ευρώπης και της Αμερικής (π.χ. οι λακτοσακχαρόζες). Μεγάλη ποικιλία τροφίμων στην ιαπωνική αγορά, έχουν ενισχυθεί με τους αναφερθέντες ολιγοσακχαρίτες (μπισκότα, παγωτά, ξύδι, τσίχλες, σοκολάτες, αναψυκτικά, σάλτσες, δημητριακά, παιδικές τροφές, κ.α.) [50].

### 5.7.5 ΦΡΟΥΚΤΟ-ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Είναι η πιο μελετημένη κατηγορία των μη εύπεπτων ολιγοσακχαριτών, με αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα, αλλά και ασφάλεια ως πρεβιοτικοί παράγοντες. Αυτοί οι υδατάνθρακες απαντώνται σε πλήθος κοινών τροφίμων (μπανάνα, σίκαλη, σκόρδο, κρεμμύδι, αγκινάρα), αλλά παράγονται σε ευρεία κλίμακα με ενζυμική

σύνθεση, χρησιμοποιώντας τα ένζυμα β-D-φρουκτοφουρανοσιδάση ή φρουκτοζυλτρανσφεράση, που ενώνει τα μόρια της φρουκτόζης μέσω του μηχανισμού της τρανσφρουκτοζυλίωσης. Ο αριθμός των μορίων της φρουκτόζης κυμαίνεται από 2 - 70.

Οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες διασχίζουν το ανώτερο γαστρεντερικό σύστημα, χωρίς να απορροφούνται, και στη συνέχεια εισέρχονται στο παχύ έντερο, όπου είναι διαθέσιμοι για μικροβιακή δράση. Η επιλεκτική ζύμωση των φρουκτο-ολιγοσακχαριτών από τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς - και ειδικότερα από τα bifidobacteria - βασίζεται στην ικανότητα των τελευταίων να αποικοδομούν και να χρησιμοποιούν ως ειδικό υπόστρωμα τους υδατάνθρακες αυτούς, εξαιτίας του γεγονότος ότι, τα εν λόγω βακτήρια διαθέτουν β-φρουκτοφουρανοσιδάσες. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στο σύνθετο μικροβιακό περιβάλλον που αποτελεί τη χλωρίδα του παχέος εντέρου, και για το λόγο αυτό οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες θεωρούνται ως υπόστρωμα που προάγει την ανάπτυξη της "bifidus" χλωρίδας και αναστέλλει την ανάπτυξη επιζήμιων βακτηρίων (κλωστηρίδια, E. coli). Είναι μη τοξικοί, μη καρκινογόνοι, με ελαφρώς υπακτικές ιδιότητες. Σε μεγάλη δοσολογία, προκαλούν αίσθημα μετεωρισμού [50, 51].

Οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία είναι ένα σύνθετο μίγμα ολιγοσακχαριτών. Μελέτη της ζύμωσης συγκεκριμένων ολιγομερών έδειξε ότι οι *Lactobacillus plantarum* και *Lactobacillus rhamnosus* είχαν την ικανότητα μεταβολισμού των τρισακχαριτών και των τετρασακχαριτών, και όχι των πεντασακχαριτών [52].

#### **5.7.6 ΓΑΛΑΚΤΟ-ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ**

Παράγονται από τη λακτόζη με αντιδράσεις τρανσγλυκοζυλίωσης και αποτελούνται από ένα ή περισσότερα μόρια γαλακτόζης που ενώνονται μεταξύ τους με β1→3,

β1 →4 και β1→6 δεσμούς. Τα κύρια προϊόντα είναι ο τρισακχαρίτης γαλακτόζη β1→4 γαλακτόζη β1→4γλυκόζη και ο τετρασακχαρίτης γαλακτόζη β1→4 γαλακτόζη β1→4 γαλακτόζη β1→4γλυκόζη. Διάφορα κλάσματα γαλακτο-ολιγοσακχαριτών έχουν χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα ανάπτυξης για τους μικροοργανισμούς *Bacillus lactis* και *Lactobacillus rhamnosus*. Ο τελευταίος φαίνεται ότι προτιμά

μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες ως υπόστρωμα, ενώ ο *Bacillus lactis* αναπτύσσεται καλύτερα σε κλάσματα τρισακχαριτών και τετρασακχαριτών.

Έχει αποδειχθεί ότι παρατεταμένη χορήγηση γαλακτο-ολιγοσακχαριτών σε δοσολογία, που να μην επιφέρει πεπτικά συμπτώματα, προάγει την ανάπτυξη των *bifidobacteria* και μεταβάλλει την ικανότητα ζύμωσης της χλωρίδας του παχέος εντέρου, αυξάνοντας το σχηματισμό των λιπαρών οξέων μικρής αλυσίδας.

Οι γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες, ως πρεβιοτικοί παράγοντες, βρίσκουν εφαρμογή στην παρασκευή βρεφικών τροφών, δεδομένου ότι στη φύση απαντώνται στο μητρικό γάλα [48, 50, 52].

### 5.7.7 ΛΑΚΤΟΥΛΟΖΕΣ

Οι λακτουλόζες (4-O-β-D-γαλακτοπυρανοζυλ-D-φρουκτο-φουρανόζη) είναι κετο-ανάλογα της λακτόζης, με υπακτικές ιδιότητες. Κυρίως, βρίσκουν εφαρμογή σε φαρμακευτικά παρασκευάσματα για τη θεραπεία της δυσκοιλιότητας και της ηπατικής εγκεφαλοπάθειας και λιγότερο ως πρεβιοτικοί παράγοντες στα τρόφιμα, εξαιτίας της χαμηλής γλυκύτητας που παρουσιάζουν [52]. Έχει αποδειχθεί ότι προάγουν την ανάπτυξη των *bifidobacteria* [53].

### 5.7.8 ΙΝΟΥΛΙΝΕΣ

Πρόκειται για ευθείες β (2 - 1)D φρουκτάνες που αποτελούνται από δύο έως και περισσότερα από εβδομήντα μόρια φρουκτόζης. Απαντώνται σε διάφορα κοινά φρούτα και λαχανικά (πράσα, αγγινάρες, σπαράγγια, μπανάνες κ.α), ενώ οι ινουλίνες που λαμβάνονται από τα κιχώρια (*chicory inulin*), αναγνωρίζονται επισήμως ως διατροφικά συστατικά, στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες και στην Αμερική κατέχουν το χαρακτηρισμό των «Γενικά Θεωρούμενων ως Ασφαλών, (GRAS)» συστατικών [54].

Οι ινουλίνες λαμβάνονται από τις ρίζες των κιχωρίων, με εκχύλιση με θερμό νερό, στη συνέχεια ραφινάρισμα και τέλος ξήρανση με ψεκασμό. Οι πρεβιοτικές τους ιδιότητες οφείλονται στην παρουσία του β (2 - 1) δεσμού, ο οποίος δεν υδρολύεται ούτε από τα γαστρικά, ούτε από τα πανγκρεατικά ένζυμα. Έτσι, διαφεύγουν της πέψης στο ανώτερο γαστρεντερικό σύστημα και φθάνουν στο παχύ έντερο σε

ποσοστό >90%, όπου υπόκεινται σε πλήρη επιλεκτική ζύμωση, διεγείροντας την ανάπτυξη των bifidobacteria βασικά και σε μικρότερη κλίμακα των lactobacilli. Οι επιδράσεις των ινουλινών στη χλωρίδα του παχέος εντέρου, έχουν μελετηθεί εκτενώς, in vivo και in vitro και αναμφισβήτητα κατέχουν το χαρακτηρισμό των πρωτότυπων πρεβιοτικών [55, 56].

Αποτελεσματικότερος έχει αποδειχθεί ο συνδυασμός ινουλινών με φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες. Οι πρώτες - λόγω υψηλού μοριακού βάρους - χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο ζύμωσης, με αποτέλεσμα να ασκούν πρεβιοτικές επιδράσεις περισσότερο προς την περιοχή του απώτερου τμήματος του παχέος εντέρου, ενώ οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες - με σαφώς χαμηλότερο μοριακό βάρος - υπόκεινται σε ταχεία ζύμωση στο σακχαρολυτικό περιβάλλον του εγγύτερου τμήματος του παχέος εντέρου [53]. Στη συγκεκριμένη κατηγορία των πρεβιοτικών ολιγοσακχαριτών έχουν αποδοθεί και πρόσθετες λειτουργικές επιδράσεις. Οι κυριότερες φαίνονται παρακάτω:

- Ρύθμιση του μεταβολισμού των λιπιδίων
- Αύξηση της απορρόφησης του ασβεστίου
- Ενδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος
- Διαχείριση της δυσκοιλιότητας [54].

### 5.7.9 ΙΣΟΜΑΛΤΟ-ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Παράγονται ενζυμικά από το άμυλο και εφαρμόζεται αντίδραση δύο σταδίων:

1. Μετατροπή του αμύλου σε μαλτόζη, χρησιμοποιώντας μίγμα α και β αμυλάσης και
2. Η τρανσγλυκοσιδάση δράση της α-γλυκοσιδάσης.

Οι ισομαλτο-ολιγοσακχαρίτες που παράγονται είναι ένα μίγμα από μόρια γλυκόζης ενωμένα με α1->6 δεσμό, όπως η ισομαλτόζη, η ισομαλτοτριόζη, η πανόζη, η ισομαλτοτετρόζη, η ισομαλτοπεντόζη και η ισομαλτοεξόζη [48].

Υφίστανται μερική αποικοδόμηση με αργό ρυθμό, από το ένζυμο ισομαλτάση, κατά τη διέλευση τους από το εγγύτερο τμήμα του παχέος εντέρου, και για το λόγο αυτό δεν θεωρούνται αυθεντικοί πρεβιοτικοί παράγοντες. Ωστόσο, μέρος των ισομαλτο-ολιγοσακχαριτών καταφέρνει να φθάσει τελικά στο παχύ έντερο. Το φαινόμενο αυτό,

έχει ως συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη δόση σε σχέση με άλλους ολιγοσακχαρίτες [48, 50].

#### **5.7.10 ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ ΣΟΓΙΑΣ**

Λαμβάνονται με απευθείας εκχύλιση από τον ορό σόγιας και δεν απαιτούν ενζυμική διαδικασία παραγωγής. Προκαλούν διέγερση των bifidobacteria και τα πειραματικά αποτελέσματα τείνουν να τους κατατάξουν στην κατηγορία των αυθεντικών πρεβιοτικών παραγόντων [48].

#### **5.7.11 ΞΥΛΟ-ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ**

Αποτελούνται από μόρια ξυλόζης ενωμένα μεταξύ τους με β1→4 δεσμό και παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη σταθερότητα σε οξέα από άλλα πρεβιοτικά.

Εξαιτίας της παραπάνω ιδιότητας, βρίσκουν εφαρμογή στην παραγωγή αναψυκτικών [50].

#### **5.7.12 ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΟΙ ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ**

Παρά το γεγονός ότι στην παγκόσμια αγορά κυκλοφορεί πλήθος πρεβιοτικών, εντούτοις υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων μορφών, τα οποία να διαθέτουν χαρακτηριστικά που δεν απαντώνται στους ολιγοσακχαρίτες πρώτης γενιάς. Οι «ενισχυμένοι» πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες, μπορούν να προσδιοριστούν μέσα από δύο περιοχές:

Της μικροβιολογίας, για τη δημιουργία πιο εξειδικευμένων πρεβιοτικών με επαυξημένες επιδράσεις έναντι των παθογόνων μικροβίων, και

Της τεχνολογίας των τροφίμων, προκειμένου τα εν λόγω πρεβιοτικά να διαθέτουν καλύτερες ρεολογικές και οργανοληπτικές ιδιότητες.

Αντικειμενικός σκοπός είναι η ενίσχυση ευρύτερης ποικιλίας τροφίμων με αποτελεσματικότερους ολιγοσακχαρίτες [57].

Οι ιδιότητες των πρεβιοτικών νέας γενιάς συνοψίζονται στα εξής:



### **1. Ζύμωση υψηλής επιλεκτικότητας**

Οι πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες διεγείρουν τους πληθυσμούς των bifidobacteria και lactobacilli, σε επίπεδο γένους. Ωστόσο, δεν έχουν όλοι οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί τις ίδιες ιδιότητες, π.χ. άλλοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής αντιμικροβιακών συστατικών, ενώ κάποιοι άλλοι φημίζονται για τις ανοσορρυθμιστικές τους ιδιότητες. Θα ήταν πολύ χρήσιμο, οι πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες να στοχεύουν σε συγκεκριμένα είδη των bifidobacteria και lactobacilli, που διαθέτουν τεκμηριωμένη φέλεια. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί, είτε εξετάζοντας διεξοδικά ένα ευρύ φάσμα πρεβιοτικών νέας γενιάς, για την αποτελεσματικότητα τους σε επίπεδο είδους, είτε χρησιμοποιώντας τα ένζυμα των πρεβιοτικών μικροοργανισμών στη σύνθεση των ολιγοσακχαριτών [49, 52].

### **2. Αυξημένη παραμονή στο παχύ έντερο**

Οι πρεβιοτικοί ολιγοσακχαρίτες πρώτης γενιάς είναι κυρίως χαμηλού μοριακού βάρους, οι οποίοι ζυμώνονται ταχύτατα στο εγγύτερο τμήμα του παχέος εντέρου. Αυτό, έχει ως συνέπεια, τη μείωση του pH, την παρεμπόδιση της ανάπτυξης παθογόνων βακτηρίων και τη δημιουργία ενός σακχαρολυτικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, πολλές χρόνιες παθήσεις του εντέρου, όπως η ελκώδης κολίτιδα - τουλάχιστον σε πρώιμο στάδιο - καθώς και το μεγαλύτερο ποσοστό των καρκίνων του εντέρου, παρουσιάζονται στο απώτερο τμήμα του παχέος εντέρου. Η ιδέα ενός πρεβιοτικού, που θα υπόκειται σε σακχαρολυτική ζύμωση στη συγκεκριμένη περιοχή, θεωρείται πολύ ελκυστική και έχει αποτελέσει αντικείμενο παρούσης και μελλοντικής έρευνας [52].

### **3. Αντι - συγκολλητικές ιδιότητες**

Πολλοί παθογόνοι μικροοργανισμοί, προτού αναπτύξουν τοξικότητα, χρησιμοποιούν ολιγοσακχαριτικούς υποδοχείς, ως θέσεις πρόσδεσης [50]. Αυτό αποτελεί το πρώτο στάδιο για την εκδήλωση παθογένειας. Το ενδεχόμενο να εισαχθούν στα τρόφιμα ολιγοσακχαρίτες, οι οποίοι να φέρουν την ακολουθία πρόσδεσης των φυσικών υποδοχέων, να μιμούνται δηλαδή, τις θέσεις αυτές, προσφέρει την πιθανότητα, ο παθογόνος μικροοργανισμός να προσδεθεί στον «ολιγοσακχαρίτη δόλωμα», και όχι στα επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου [50].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα του παραπάνω σκεπτικού αποτελούν οι ολιγοσακχαρίτες που περιέχονται στο μητρικό γάλα, οι οποίοι θεωρείται ότι παρεμποδίζουν την προσκόλληση παθογόνων βακτηρίων στα ανθρώπινα κύτταρα και το βλεννογόνο, και με τον τρόπο αυτό προστατεύουν τα βρέφη από διάφορους λοιμώδεις παράγοντες [50,53].

## 5.8 ΣΥΜΒΙΟΤΙΚΑ

Το μίγμα προβιοτικών και πρεβιοτικών με συνεργιστική δράση, τα οποία βελτιώνουν την επιβίωση και τον αποικισμό ζωντανών διατροφικών συστατικών, στο γαστρεντερικό σωλήνα, είτε με την ενεργοποίηση αυξητικών παραγόντων, είτε με την ενίσχυση επιλεγμένων μικροβιακών στελεχών που υπάρχουν ήδη στην εντερική χλωρίδα, ορίζονται συμβιοτικά [58]. Ο συνδυασμός προβιοτικών και πρεβιοτικών σε ένα προϊόν έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει περισσότερα πλεονεκτήματα από ότι το καθένα ξεχωριστά. Αποτελέσματα από μοντέλο εντερικού καρκίνου σε αρουραίους έδειξαν ότι η χορήγηση πρεβιοτικών ολιγοσακχαριτών, σε συνδυασμό με *Bifidobacterium longum* επιβεβαιώνουν τη συνεργιστική τους δράση. Πράγματι, είναι πιθανό ο κίνδυνος για εντερικό καρκίνο να μειώνεται μόνο με σύγχρονη λήψη φρουκτο-ολιγοσακχαριτών και bifidobacteria. Πειράματα *in vitro* παρέχουν επιπλέον μαρτυρίες για τις θετικές επιδράσεις των πρεβιοτικών υδατανθράκων στην προβιοτική δράση.

Οι Kullen et al. απέδειξαν ότι η παρεμποδιστική δράση των bifidobacteria, έναντι της ανάπτυξης του *Clostridium perfringens*, ενισχύεται από συγκεκριμένους ολιγοσακχαρίτες. Επίσης, ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των συμβιωτικών θεωρείται η συμβολή τους στην αύξηση της παραμονής των προβιοτικών μικροοργανισμών στο γαστρεντερικό σωλήνα. Διάφορα συμβιοτικά παρασκευάσματα έχουν μελετηθεί, σε *in vitro* μοντέλα ανθρώπινου εντέρου, προς απόδειξη αυτού (μίγμα από *Lactobacillus acidophilus* και φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, *Bifidobacterium lactis* και γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες, κ.α.) [52]. Η προσέγγιση των συμβιοτικών ίσως να βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στις ευαίσθητες ομάδες των βρεφών που δεν θηλάζουν και των ηλικιωμένων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η μικροχλωρίδα της πρώτης ομάδας υστερεί σε bifidobacteria και από την άλλη, ο αριθμός των ωφέλιμων αυτών βακτηρίων σημειώνει σαφή πτώση σε ηλικίες άνω των 55 – 60 [60].

Οι σχετικά πρόσφατες έρευνες στο πεδίο των πρεβιοτικών ολιγοσακχαριτών και της συνεργιστικής τους δράσης με τα προβιοτικά αποτελούν μία πολλά υποσχόμενη ιδέα για την ανάπτυξη λειτουργικών συστατικών νέας γενιάς. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, αξιόλογοι αρωγοί καθίστανται οι εξελιγμένες μοριακές μέθοδοι για την ανάλυση της μικροχλωρίδας, οι νέες βιοτεχνολογικές μέθοδοι παραγωγής των ολιγοσακχαριτών, καθώς και η συσσώρευση γνώσης σχετικά με το μεταβολισμό αυτών από τα προβιοτικά βακτήρια. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή πρεβιοτικών και συμβιοτικών, με εξειδικευμένες λειτουργικές ιδιότητες και επαυξημένη θετική επίδραση στην υγεία [49, 52].

## **5.9 ΠΡΟΣΘΗΚΗ $\omega$ -ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ**

Η προσθήκη λιπαρών οξέων  $\omega$ -3 και  $\omega$ -6 σε μικρές συγκεντρώσεις (0,01g/100g γάλακτος) δεν έχει σημαντικές επιδράσεις στη γεύση του γάλακτος, αλλά ούτε και στη δράση των οξυγαλακτικών βακτηρίων [61].

## **5.10 ΕΦΑΡΜΟΓΗ CIP (CLEAN IN PLACE) ΣΕ ΒΥΤΙΟΦΟΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ**

Μετά από την παραγωγική διαδικασία ενός προϊόντος στη βιομηχανία γάλακτος, τίθεται σε εφαρμογή η διαδικασία για τον καθαρισμό των δεξαμενών, της γραμμής παραγωγής και της ή των μηχανών συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο προϊόν.

Κάτι αντίστοιχο γίνεται και κατά τη διάρκεια παραλαβής του γάλακτος ή της κρέμας στο σύστημα γραμμή παραλαβής γάλακτος –βυτιοφόρο όχημα.

Η διαδικασία που εφαρμόζεται είναι το CIP (clean in place) και γίνεται στο τέλος της παραλαβής γάλακτος από το βυτιοφόρο όχημα. Κατά την διαδικασία αυτή το προς παραλαβή προϊόν «σπρώχνεται» με νερό πριν από την έναρξη της διαδικασίας καθαρισμού.

Η διαδικασία για τον καθαρισμό ενός συστήματος παραλαβής γάλακτος–βυτιοφόρου οχήματος ακολουθεί αυτά τα παρακάτω βήματα.

1. Στην αρχή γίνεται ένα προ-ξέπλυμα με νερό στους 40-60 °C, για να απομακρυνθούν τυχόν λίπη. Η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 60°C, προκειμένου να αποφευχθεί η μετουσίωση τυχόν φυσικών πρωτεϊνών, οι οποίες στη συνέχεια θα είναι πολύ πιο δύσκολο να καθαριστούν.
2. Κατόπιν στο σύστημα διοχετεύεται και κυκλοφορεί αλκαλικό απορρυπαντικό (υδροξείδιο του νατρίου NaOH) για την απομάκρυνση οργανικών συστατικών όπως πρωτεΐνες και λίπη. Η ποσότητα του αλκαλικού απορρυπαντικού καθώς και η θερμοκρασία εφαρμογής του έχουν επιλεγεί εκ των προτέρων.  
Η ροή της ταχύτητάς του διατηρείται σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο. Το στάδιο εφαρμογής του αλκαλικού απορρυπαντικού διαρκεί για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Η συγκέντρωση του καθαρού NaOH που χρησιμοποιείται κυμαίνεται από 25-40% κατά βάρος.
3. Το νερό χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να καθαρίσει το αλκαλικό απορρυπαντικό και τα διαλυμένα σε αυτό συστατικά του γάλακτος ή της κρέμας. Τα κριτήρια που θα πρέπει να έχει το νερό που χρησιμοποιούμε είναι: Ολική σκληρότητα 4-7°dH (1dH γερμανικός βαθμός ισούται με 17,9mg CaCO<sub>3</sub>/L), αλκαλικότητα (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 30-120mg/L, χλωριόντα (Cl<sup>-</sup>) 30mg/L εξαρτώνται από την θερμοκρασία, χλώριο (Cl<sub>2</sub>) 0,20mg/L, θειώδη (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) 100 mg/L, σίδηρος (Fe) 0,10mg/L, μαγνήσιο (Mg) 0,05mg/L, pH 7-8,5.
4. Σε αυτό το στάδιο, μέσω της εγκατάστασης, όξινο απορρυπαντικό (χρησιμοποιούνται: νιτρικό οξύ HNO<sub>3</sub> ή φωσφορικό οξύ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) κυκλοφορεί για τη διάλυση των συστατικών και αποθέσεων του ασβεστίου που προκαλούνται από την σκληρότητα του νερού. Η συχνότητα της εφαρμογής του όξινου σταδίου εξαρτάται από το αν οι επιφάνειες είναι θερμές ή κρύες, από το είδος του προϊόντος και από την ποιότητα του νερού. Κατά τη διάρκεια της συγκέντρωσης οξύ στάδιο, η ροή και η θερμοκρασία διατηρείται σε προκαθορισμένα σημεία τους για τον προκαθορισμένο χρόνο. Η συγκέντρωση του HNO<sub>3</sub> κυμαίνεται από 52-68% κατά βάρος, ενώ του H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> κυμαίνεται από 75-85% κατά βάρος.
5. Νερό στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του όξινου απορρυπαντικού και για να ξεπλύνει τα διαλυμένα συστατικά. Η τελική

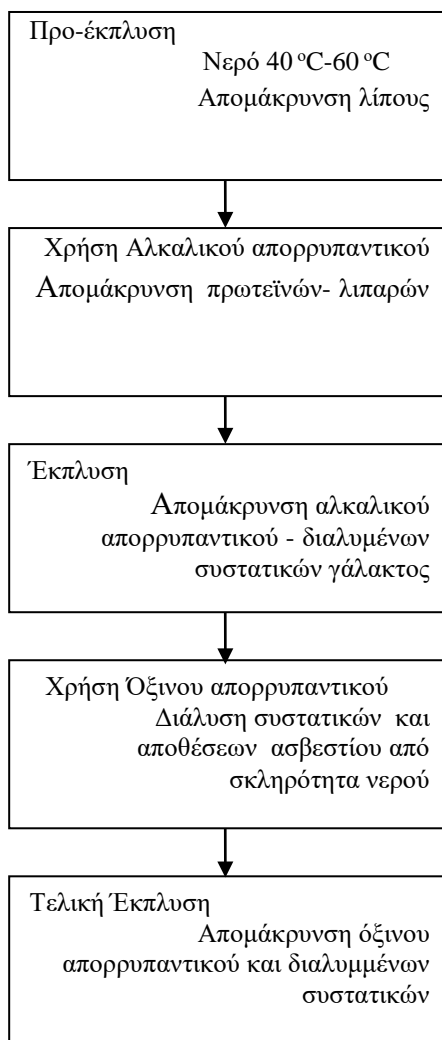
έκπλυση με νερό θα πρέπει επίσης να διασφαλίσει ότι τυχόν υπολείμματα απορρυπαντικού απομακρύνθηκαν και μόνο νερό υπάρχει στο σύστημα γραμμής παραλαβής γάλακτος - βυτιοφόρο όχημα.

Απολύμανση ή αποστείρωση της γραμμής παραλαβής γάλακτος εφαρμόζεται πριν από την έναρξη της διαδικασίας παραλαβής [62].

Τέλος, το βυτιοφόρο όχημα πλένεται και εξωτερικά.

### 5.10.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ CIP

#### ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ – ΒΥΤΙΟΦΟΡΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ



**Σχήμα 14:** Διάγραμμα ροής CIP συστήματος: γραμμής παραλαβής γάλακτος – βυτιοφόρου οχήματος.

## 5.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5<sup>ο</sup>

1. Cano-Ruiz, M.E., Richter, R.L Effect of homogenization pressure on the milk fat globule membrane proteins. *Journal of Dairy Science*, 11, 2732–2739, 1997.
2. Gillian E. Gardiner, R. Paul Ross, Phil M. Kelly, Catherine Stanton, J. Kevin Collins, Gerald Fitzgerald, "Microbiology of therapeutic milks", in *Dairy Microbiology Handbook*, Third Edition, pp. 431 - 477, edited by Richard K. Robinson, 2002.
3. Linda J. Brady, Daniel D. Gallaher, Frank F. Busta. "The Role of Probiotic Cultures in the Prevention of Colon Cancer", presented at the Symposium entitled "Probiotic Bacteria: Implications for Human Health", as part of the Experimental Biology 1999 meeting held April 17-21 in Washington, DC, *The Journal of Nutrition*, Vol. 130, pp. 410S-414S, 2000.
4. J. Rafter, "Lactic acid bacteria and cancer: mechanistic perspective", *British Journal of Nutrition*, Vol. 88, Suppl. 1, pp. S89-S94, 2002.
5. Ingrid Wollowski, Gerhard Rechkemmer, Beatrice L. Pool Zobel, "Protective role of probiotics and prebiotics in colon cancer", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 (suppl.), pp. 451S-455S, 2001.
6. Ringel Yehuda, Carroll M. Ian, "Alteration in the Intestinal Microbiota and Functional Bowel Symptoms", *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, Vol.19, Issue 1, pp.141-150, 2009.
7. Michael de Vreese, Jurgen Schrezenmeir, "Probiotics and non-intestinal infectious conditions", *British Journal of Nutrition* Vol. 88, Suppl. 1, pp. S59-S66, 2002.
8. Gregor Reid. "The potential role of probiotics in pediatric urology", *The Journal of Urology*, Vol. 168, pp. 1512-1517, October 2002.
9. Skurtys, O., Aguilera, J.M., Applications of microfluidic devices in food engineering. *Food Biophysics*, 3, 1–10, 2008.
10. Ciron, C.I.E., Gee, V.L., Kelly, A.L., Auty, M.A.E., Comparison of the effects of high-pressure microfluidization and conventional homogenization of milk

- on particle size, water retention and texture of non-fat and low-fat yogurts. *International Dairy Journal*, 20, 314–320, 2010.
11. Sfakianakis P., Tzia C., Topakas E., Comparative Study on High-Intensity Ultrasound and Pressure Milk Homogenization: Effect on the Kinetics of Yogurt Fermentation Process., *Food and Bioprocess Technology* 1-10, 2014.
  12. Demirdöven, A., Baysal, T., The use of ultrasound and combined technologies in food preservation. *Food Reviews International*, 25, 1–11, 2009.
  13. Keating K. R., White C. H. Effect of Alternative Sweeteners in Plain and Fruit-Flavored Yogurts's, *Journal of Dairy Science*, 73, 54-62, 1990.
  14. Gambro A., Gimenez A., Burgueno, J., Sensory and instrumental evaluation of strawberry yogurt color, *Journal of Sensory Studies*, 16(1), 11-22, 2001.
  15. Jaros, D. and Rohm, H., A research note identification of sensory color optima of strawberry yogurt, *Journal of Food Quality*, 24(1), 79-86, 2001.
  16. Bermúdez-Aguirre, D., Corradini, M.G., Mawson, R., Barbosa-Canova, G.V., Modeling the inactivation of *Listeria innocua* in raw whole milk treated under thermo-sonication. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 172–178, 2008.
  17. Wu H., Hulbert G.J., and Mount J.R., Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2, 211-218, 2001.
  18. Chandrapala, J., Zisu, B., Palmer, M., Kentish, S., Ashokkumar, M., Effects of ultrasound on the thermal and structural characteristics of proteins in reconstituted whey protein concentrate., *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 951–957, 2011.
  19. Madadlou, A., Mousavi, M.E., Emam-Djomeh Z., Comparison of pH-dependent sonodisruption of re-assembled casein micelles by 35 and 130 kHz ultrasounds. *Journal of Food Engineering*, 95, 505–509, 2009.
  20. Riener, J., Noci, F., Cronin, D.A., The effect of thermosonication of milk on selected physicochemical and microstructural properties of yoghurt gels during fermentation., *Food Chemistry*, 114, 905–911, 2009.



21. Vercet, A., Oria, R., Marquina, P., Crelier, S., López-Buesa, P., Rheological properties of yoghurt made with milk submitted to manothermosonication. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 6165–6171, 2002.
22. Ravishankar S., Zhang H., Kempkes M.L., Pulsed electric fields. *Food Science and Technology International*, 14, 429–432, 2008.
23. Lin S., Clark S., Powers J.R., Luedecke L.O., Swanson, B.G. Thermal, ultra high pressure, and pulsed electric field attenuation of *Lactobacillus*: Part 2. *Agro Food Ind. Hi-Tech*, 13, 6–11, 2002.
24. Boelrijk, A.E.M.; de Jong, C.; Smit, G. Chapter 7: Flavour generation in dairy products. In *Dairy Processing*; Smith, G., Ed.; Woodhead Publishing LTD: Cambridge, UK, 2003; pp. 128–153.
25. Kelly A.L., Zeece M., Applications of novel technologies in processing of functional foods, *Aust. J. Dairy Technol*, 64, 12–16. 2009.
26. Laura J. Fooks, Roy Fuller, Glenn R. Gibson, “Prebiotics, probiotics and human gut microbiology”, *International Dairy Journal*, Vol. 9, pp. 53 -61, 1999.
27. Jiirgen Schrezenmeir, Michael de Vrese, "Probiotics, prebiotics, and synbiotics -approaching a definition", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 (Suppl.), pp. 361S-4S, 2001.
28. J. M. T. Hamilton-Miller, G. R. Gibson, W. Bruck, “Some insights into the derivation and early uses of the word ‘probiotic’ “, *British Journal of Nutrition*, Vol. 90, pp. 845, 2003.
29. Günter Klein, Alexander Pack, Christine Bonaparte, Gerhard Reuter, "Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 41, pp. 103- 125, 1998.
30. Αντώνης Μάντης, «Μικροβιολογία του νοπού γάλακτος», στο βιβλίο «Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του», Κεφ. 2, 2η Έκδοση, σελ. 55 - 71, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 1991.
31. Kunihiro Hayakawa, "Classification and Actions of Lactic Acid Bacteria", in "Functions of Fermented Milk - Challenges for the Health Sciences", edited by

- Yuji Nakazawa and Akiyoshi Hosono, pp. 134 - 168, Elsevier Applied Science, London and New York, 1999.
32. Wilhelm Holzapfel, Petra Haberer, Rolf Geisen, Johanna Bjorkroth, and Ulrich Schillinger, "Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 (suppl), pp. 365S - 373S, 2001.
  33. Tomotari Mitsuoka, Professor Emeritus, "The human gastrointestinal tract" in "The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease", Vol. 1, edited by Brian J. B. Wood, pp. 69 -115, an Aspen Publication, 1995.
  34. Rosemary J. Young, Shari Huffman, "Probiotic Use in Children", *Journal of Pediatric Health Care*, Vol.17, pp.277-283, 2003.
  35. Ronald Klont, Patrick Mannion, "On Probiotic Opportunity", *The World of Food Ingredients*, pp. 34-45 October-November 2000.
  36. Τσιάνος Ε. Β. «Τα προβιοτικά στις γαστρεντερολογικές παθήσεις» Τόμος Πρακτικών 22<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Γαστρεντερολογίας, 21-24 Νοεμβρίου, Αθήνα, 2002.
  37. Alan H Varnam, Jane P. Sutherland, "Fermented Milks" in "Milk and Milk Products: Technology, Chemistry and Microbiology Vol. 1", pp. 346 -388, edited by Chapman & Hall.
  38. Knut J. Heller, "Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 (suppl), pp. 374S-9S, 2001.
  39. Kantha D. Arunahalam, "Role of bifidobacteria in Nutrition, Medicine and Technology", *Nutrition Research*, Vol. 19, No. 10, pp. 1559-1597, 1999.
  40. Edward R. Farnworth, "Probiotics and Prebiotics", in "Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods", edited by Robert E.C. Wildman, pp. 407 - 423, CRC Press LLC, 2001.
  41. J.M. Saavedra, A. Tschernia, "Human studies with probiotics and prebiotics: clinical implications", *British Journal of Nutrition*, Vol. 87, Suppl. 2, pp. S241 - S246, 2002.

42. M. Saarela, L. Lahteenmaki, R. Crittenden, S. Salminen, T. Mattila - Sandholm, "Gut bacteria and health foods - the European perspective", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 78, pp. 99 - 117, 2002.
43. Jiirgen Schrezenmeir, Michael de Vrese, "Probiotics, prebiotics, and synbiotics -approaching a definition", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73 (Suppl.), pp. 361S-4S, 2001.
44. Cherie J. Ziemer, Glenn R. Gibson, "An Overview of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in the Functional Food Concept: Perspectives and Future Strategies", *International Dairy Journal*, Vol. 8, pp. 473 - 479, 1998.
45. Joanne L. Slavin, "Health Benefits of Oligosaccharides", *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, Vol. 1, Is. 4, pp. 43 - 55, 1999.
46. Maria Bielecka, Elzbieta Biedrzycka, Anna Majkowska, Jerzy Juskiewicz, "Effect of non-digestible oligosaccharides on gut microecosystem in rats", *Food Research International*, Vol. 35, pp. 139 - 144, 2002.
47. George T. Macfarlane, John H. Cummings, "Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health?", *British Medical Journal*, Vol. 318, pp. 999- 1003, 1999.
48. Damien Grizard, Chantal Barthomeuf, "Non-digestible oligosaccharides used as prebiotic agents: mode of production and beneficial effects on animal and human health", *Reprod. Nutr. Dev.*, Vol. 39, pp. 563 - 588, 1999.
49. Robert A. Rastall, "Functionally enhanced prebiotics", *FoodInfo Online Features*, 2003.
50. Glenn R. Gibson, Robert A. Rastall, "Gastrointestinal infections and the protective role of probiotics and prebiotics", *Food Science and Technology Bulletin*, 2003.

51. Losada, T. Olleros, Ph.D, "Towards a healthier diet for the colon: the influence of fructooligosaccharides and lactobacilli on intestinal health", *Nutrition Research*, Vol. 22, pp. 71 -84, 2002.
52. Robert A. Rastall, Vatsala Maitin, "Prebiotics and synbiotics: towards the next generation", *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 13, pp. 490 - 496, 2002.
53. Toni Steer, Hollie Carpenter, Kieran Tuohy, Glenn R. Gibson, "Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by pro - and prebiotics", *Nutrition Research Reviews*, Vol. 13, pp. 229 - 254, 2000.
54. M.B. Roberfroid, "Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties", *British Journal of Nutrition*, Vol. 80, Suppl. 2, pp. S197 - S202, 1998.
55. B. Pool-Zobel, J. van Loo, I. Rowland, M.B. Roberfroid, "Experimental evidences on the potential of prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer", *British Journal of Nutrition*, Vol. 87, Suppl. 2, pp. S273 - S281, 2002.
56. S. Kolida, K. Tuohy, G.R. Gibson, "Prebiotic effects of inulin and oligofructose", *British Journal of Nutrition*, Vol. 87, Suppl. 2, pp. S193 - S197, 2002.
57. Robert A. Rastall, "Second generation prebiotics set to increase public health", *Food Technology International*, pp. 17, 19, 20, 2001.
58. Ε. Β. Τσιάνος, «Τα προβιοτικά στις γαστρεντερολογικές παθήσεις», Τόμος πρακτικών, από το 22<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Γαστρεντερολογίας, 21-24 Νοεμβρίου 2002, Αθήνα.
59. Arthur C. Ouwehand, Pirkka Kirjavainen, Kirsi Laiho, Samuli Rautava, "From hypoallergenic foods to anti - allergenic foods", *Food Science and Technology Bulletin*, 2003.
60. Laura J. Fooks, Roy Fuller, Glenn R. Gibson, "Prebiotics, probiotics and human gut microbiology", *International Dairy Journal*, Vol. 9, pp. 53 - 61, 1999.

61. Walstra P., Geurts T.J., Jelema A., Noomen A., Dairy Technology, Principles of Milk, Properties and Processes, Marcel Dekker Inc. , U.S.A, 1999.
62. Walstra P., Wouters J. T. M., Geurts T.J., Dairy Science and Technology Second Edition, Chapter 14, 399-410, 2006.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Άρθρο 80

#### Είδη γάλακτος.

«Νωπό γάλα» νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα. <sup>(14)</sup>

1. «Γάλα» είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης.  
Με τον όρο «γάλα» απλά, χωρίς να συνοδεύεται αυτό από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο:
  - α) Προέρχεται από αγελάδα.
  - β) Είναι νωπό.
  - γ) Είναι πλήρες.
  - δ) Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση.
  - ε) Δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω.
2. Πάνω στα μέσα συσκευασίας του γάλακτος που διατίθεται στην κατανάλωση πρέπει απαραίτητα να αναγράφονται, σαν αναπόσπαστα τμήματα της ονομασίας του, ενδείξεις που να δηλώνουν σαφώς οποιαδήποτε διαφορά του από τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που δηλώνεται απλά σαν «γάλα» στην προηγούμενη παράγραφο. Συγκεκριμένα αυτό πρέπει αντίστοιχα να προσονομάζεται:
  - α) Με ένα από τους όρους «Κατσίκας», «Προβάτου», «Βουβάλου» ή «Ανάμικτο Προβάτου-Κατσίκας», εφόσον δεν προέρχεται από αγελάδα.
  - β) Με μια από τις λέξεις «Παστεριωμένο» «Αποστειρωμένο» ή «Κατάψυξης», εφόσον δεν είναι νωπό.
  - γ) Με ένα από τους όρους «Αποβουτυρωμένο», «Ημιαποβουτυρωμένο» ή «Μερικά Αποβουτυρωμένο, Λίπος... (τόσο) %», εφόσον δεν είναι πλήρες.
  - δ) Τροποποιείται με το Π. Δ. 518/83, ΟΕΚ 197/83 τ. Α" . <sup>(8)</sup>
  - ε) Τροποποιείται με το Π. Δ. 518/83, ΟΕΚ 197/83 τ. Α' . <sup>(8)</sup>
- 2 α) Η ονομασία «γάλα» και οι ονομασίες που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό των γαλακτοκομικών προϊόντων μπορεί επίσης να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με έναν ή περισσότερους όρους για τον ορισμό των συνθέτων προϊόντων των οποίων κανένα στοιχείο δεν υποκαθιστά ή δεν πρόκειται να υποκαταστήσει οποιοδήποτε συστατικό του γάλακτος και των οποίων το γάλα ή ένα γαλακτοκομικό προϊόν, αποτελεί ουσιώδες μέρος είτε λόγω της ποσότητάς του είτε λόγω του ότι η επίδρασή του χαρακτηρίζει το προϊόν. <sup>(14)</sup>
3. Η προέλευση του γάλακτος που διατίθεται στην κατανάλωση πρέπει να είναι μια από τις αναφερόμενες στο εδάφιο (α) της προηγούμενης παραγράφου. <sup>(23)</sup>

Τα κατώτατα και ανώτατα όρια των φυσικών και χημικών σταθερών των ειδών γάλακτος που αναφέρονται πιο πάνω είναι τα ακόλουθα:

Προέλευση	Ειδικό Βάρος σε 15°C	Λίπος (ελάχιστ.)	% Σ. Υ. Α. Λ.* % (ελάχιστ.)
Αγελάδας <sup>(15)</sup>	1,028 g/l (20%)	3,5	8,5 <sup>*(2)</sup>
Κατσίκας	1,032	4,0	9,00
Προβάτου	1,035	6,0	10,20
Βουβάλου	1,033	6,0	9,70

Προέλευση	Ειδικό Βάρος σε 150C	Λίπος (ελάχιστ.)	% Σ. Υ. Α. Λ.* % (ελάχιστ.)
Ανάμικτο προβάτου κατσίκας	1, 33		;

\* **2.Σ.Υ.Α.Λ.** (Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους) νοείται εδώ αυτό που προκύπτει από την εφαρμογή του τύπου του FLEISCHMAN, με βάση τις τιμές που προσδιορίστηκαν αναλυτικά  
**Λ** = λίπος % και **Ε. Β.** = Ειδικό βάρος σε 15°C , ως εξής:

$$\Sigma.Υ.Α.Λ. = 1,2\Lambda + 2,665 \frac{100 \cdot (Ε.Β. - 1)}{Ε.Β.} - \Lambda$$

Σε περίπτωση που υπάρχουν αμφιβολίες για το ποσοστό του Σ.Υ.Α.Λ., αυτό πρέπει να προσδιορίζεται σταθμικά.

<sup>\*(1)</sup> ή το ισοδύναμο ανά λίτρο προκειμένου για γάλα διαφορετικής περιεκτικότητας σε λιπαρή ουσία.<sup>(15)</sup>

<sup>\*(2)</sup> ή ισοδύναμη συγκέντρωση προκειμένου για γάλα διαφορετικής περιεκτικότητας σε λιπαρή ουσία. <sup>(15)</sup>

Η τροποποίηση της φυσικής περιεκτικότητας του γάλακτος σε λιπαρή ουσία επιτρέπεται μόνον δια της αφαιρέσεως ή προσθήκης κρέμας ή δια προσθήκης πλήρους γάλακτος, ημιαποβουτυρωμένου γάλακτος ή αποκορυφωμένου γάλακτος για να τηρηθούν οι περιεκτικότητες σε λιπαρή ουσία που καθορίζονται για το γάλα κατανάλωσης. <sup>(15)</sup>

Το γάλα κατανάλωσης πρέπει να περιέχει ποσοστό τουλάχιστο 2,9% πρωτεϊνικών ουσιών, διαπιστούμενο σε γάλα με 3,5% λιπαρής ουσίας ή ισοδύναμη συγκέντρωση προκειμένου για γάλα διαφορετικής περιεκτικότητας σε λιπαρή ουσία.

Ως περιεκτικότητα σε πρωτεϊνικές ουσίες νοείται η σχέση σε μάζα των μερών πρωτεϊνικής ουσίας του γάλακτος επί 1<sup>οο</sup> μερών του σχετικού γάλακτος η οποία ευρίσκεται πολλαπλασιάζοντας επί 6,38 την ολική περιεκτικότητα του γάλακτος σε άζωτο, εκφρασμένη σε ποσοστό κατά μάζα. Σε περίπτωση εμπλουτισμού με πρωτεΐνες, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του εμπλουτισμένου γάλακτος πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 3,8%. <sup>(15)</sup>



4. «Νωπό» χαρακτηρίζεται το γάλα, που διατίθεται στην κατανάλωση χωρίς καμιά άλλη επεξεργασία, εκτός από τη διήθηση και την ψύξη καθώς και την ομοιογενοποίηση. Απαγορεύεται η προσφορά και η πώληση νωπού γάλακτος:
- α) που περιέχει πρωτόγαλα (COLOSTRUM) ή που πήζει όταν βράζει.
  - β) του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες ή η όψη δεν είναι οι κανονικές χαρακτηριστικές του.
  - γ) χρωματισμένο με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο αλλαγής του φυσικού του χρώματος και μάλιστα λόγω μικροβιακής προσβολής.
  - δ) που προέρχεται από άρρωστα ή ύποπτα για αρρώστια ζώα ή που προέρχεται από ζώα που έχουν διατραφεί με ουσίες που μπορούν να επιδράσουν στην υφή του, σε τρόπο ώστε να καταστεί αυτό βλαβερό για την υγεία του ανθρώπου ή να αλλοιωθούν οι χαρακτηριστικές του ιδιότητες.
  - ε) που προέρχεται από ζώα, στα οποία χορηγούνται φάρμακα που απεκκρίνονται με το γάλα.
  - στ) που περιέχει αιωρήματα κάθε είδους, ώστε μισό λίτρο του, μετά από μισή ώρα ηρεμία σε κύλινδρο ή ποτήρι ζέσης με πυθμένα εντελώς επίπεδης επιφάνειας και διάμετρο 7 εκατοστόμετρα περίπου, να αφήνει ίζημα σαφώς αντιληπτό.
  - ζ) που όταν εξετάζεται από την αρμόδια αρχή αποδεικνύεται ακατάλληλο για τη διατροφή του ανθρώπου, από τον υψηλό αριθμό μικροοργανισμών που περιέχει.
  - η) που περιέχει συντηρητικές ουσίες γενικά.
  - θ) που φέρεται σε δοχεία ανοικτά ή ακάλυπτα ή δοχεία που είναι καλυμμένα με πρόχειρο πώμα ή που δεν καθαρίζεται εύκολα (π. χ. χαρτί, ύφασμα κ.λ.π.) .
  - ι) που έχει παρασκευαστεί από σκόνη, δισκία, συμπυκνωμένο ή μερικά συμπυκνωμένο (εβαπορέ) γάλα είτε αυτό προσφέρεται όπως είναι, είτε αναμιγμένο με νωπό γάλα.
  - ια) που περιέχει ζάχαρη πρόσθετη.
  - ιβ) που έχει υποστεί αποβουτύρωση, ή αποκορύφωση ή ενυδάτωση (νέρωμα) με οποιοδήποτε τρόπο.
5. α) Θερμικά επεξεργασμένο γάλα χαρακτηρίζεται γάλα κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση που παράγεται με θερμική επεξεργασία άμεσα και αποκλειστικά από νωπό γάλα, και το οποίο έχει τη μορφή γάλακτος παστεριωμένου, UHT και αποστειρωμένου.
- β) Το παστεριωμένο γάλα πρέπει:
- Να έχει υποβληθεί σε επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 71,7°C για 15 δευτερόλεπτα ή ισοδύναμος συνδυασμός) ή σε διαδικασία παστερίωσης που χρησιμοποιεί διαφορετικούς συνδυασμούς χρόνου και θερμοκρασίας για την επίτευξη ισοδύναμου αποτελέσματος.
  - Να παρουσιάζει αρνητική αντίδραση στη δοκιμασία φωσφατάσης και θετική αντίδραση στη δοκιμασία υπεροξειδάσης. Ωστόσο επιτρέπεται η παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος με αρνητική αντίδραση στη δοκιμασία υπεροξειδάσης, υπό την προϋπόθεση ότι η ετικέτα του γάλακτος φέρει ένδειξη «υψηλής παστερίωσης».
  - Αμέσως μετά την παστερίωση, να ψύχεται το συντομότερο δυνατόν, σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6°C. <sup>(14)</sup>
- γ) Το γάλα UHT πρέπει:

- Να έχει παραχθεί με συνεχή θέρμανση του νωπού γάλακτος που συνεπάγεται τη βραχυχρόνια εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας (τουλάχιστον +135°C επί ένα τουλάχιστον δευτερόλεπτο) με σκοπό την καταστροφή όλων των υπολειπομένων μικροοργανισμών και των σπορίων τους, και τη συσκευασία, υπό ασηπτικές συνθήκες, σε αδιαφανή δοχεία ή σε δοχεία που καθίστανται αδιαφανή από τη δεύτερη συσκευασία, κατά τρόπο όμως ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο οι χημικές, φυσικές και οργανοληπτικές μεταβολές.
- Να είναι δυνατόν, να διατηρηθεί, ούτως ώστε να μην ανιχνεύεται δειγματοληπτικά καμία αλλοίωση στο γάλα UHT που έχει διατηρηθεί επί δεκαπενθήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία 3°C. Εφόσον χρειάζεται, μπορεί να προβλέπεται και η διατήρησή του επί επταήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +55°C.

Στην περίπτωση που η λεγόμενη «πολύ υψηλής θερμοκρασίας» μέθοδος επεξεργασίας του γάλακτος χρησιμοποιείται με απευθείας επαφή του γάλακτος με υδρατμούς, οι υδρατμοί αυτοί πρέπει να προέρχονται από πόσιμο νερό και δεν πρέπει να μεταφέρουν ξένες ουσίες στο γάλα, ούτε να επιδρούν δυσμενώς σε αυτό. Επίσης η εφαρμογή της μεθόδου δεν πρέπει να μεταβάλλει την περιεκτικότητα του υφισταμένου την επεξεργασία γάλακτος σε νερό. <sup>(14)</sup>

δ) Το αποστειρωμένο γάλα πρέπει:

- Να έχει θερμανθεί και αποστειρωθεί σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες ή δοχεία, των οποίων το σύστημα κλεισίματος πρέπει να παραμένει άθικτο.
- Να είναι δυνατόν να διατηρηθεί, σε περίπτωση δειγματοληπτικού ελέγχου, χωρίς να παρουσιάσει καμία αισθητή αλλοίωση, επί δεκαπενθήμερο, σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +3°C. Επί πλέον, εάν αυτό είναι αναγκαίο, μπορεί να προβλέπεται και διατήρησή του επί επταήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +55°C. <sup>(14)</sup>

ε) Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά και οι σταθερές του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος πρέπει να συμπίπτουν με αυτές του αντίστοιχου νωπού γάλακτος <sup>(10)</sup>

6. α) Το γάλα που υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία πρέπει να πληροί τους όρους της παραγράφου 4 για το νωπό γάλα και να συντηρείται μέχρι την θερμική επεξεργασία, όπως ορίζουν οι ισχύουσες διατάξεις της εθνικής νομοθεσίας.

β) Ο Υγειονομικός έλεγχος του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος γίνεται από την αρμόδια Υγειονομική Αρχή.

γ) Οι συσκευασίες του γάλακτος θερμικής επεξεργασίας πρέπει να πληρούν όλους τους όρους υγιεινής. Δεν πρέπει ιδίως να απελευθερώνουν μέσα στο γάλα ποσότητα στοιχείων που θα ήταν δυνατό να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία, να αλλοιώσει τη σύσταση του γάλακτος ή να ασκήσει επιβλαβή επίδραση στις οργανοληπτικές του ιδιότητες, επιπλέον εάν πρόκειται για δοχεία που είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθούν, πρέπει να έχουν κατασκευαστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να πλένονται, να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται εύκολα.

δ) Στη συσκευασία του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος πρέπει εκτός από τις άλλες υποχρεωτικές ενδείξεις να αναγράφεται:

- το είδος της θερμικής επεξεργασίας που έχει υποστεί το γάλα.

- η ημερομηνία παραγωγής ή θερμικής επεξεργασίας και για το παστεριωμένο γάλα η θερμοκρασία αποθήκευσης - συντήρησης. <sup>(10)</sup>
7. «Γάλα Κατάψυξης» χαρακτηρίζεται το νωπό γάλα, το οποίο έγινε διατηρήσιμο, με κάποια αναγνωρισμένη μέθοδο ταχείας κατάψυξης, που διατηρείται στη συνέχεια σε θερμοκρασία κατώτερη από -15°C, και το οποίο πρέπει να διατίθεται στην κατανάλωση μετά από πλήρη απόψυξη. Το προϊόν που προσφέρεται έτσι πρέπει να πληροί τους όρους σύστασης και χαρακτήρων γενικά του αντίστοιχου νωπού (πλήρους, αποβουτυρωμένου κ.λπ.) γάλακτος, από το οποίο προήλθε.
  8. «Γάλα Αποβουτυρωμένο» χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα, μετά την αφαίρεση του λίπους από αυτό με μηχανική κατεργασία και χωρίς καμιά προσθήκη. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 0,5% κατ' ανώτατο όριο και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) όπως καθορίζεται στην παράγραφο 3 (ελάχιστο όριο) ή διαφορετικά ο δείκτης διάθλασης του ορρού του πρέπει να είναι τουλάχιστον 38 ή (εφόσον ο προσδιορισμός του γίνεται ανέφικτος λόγω προσθήκης συντηρητικών) το ειδικό βάρος του ορρού του σε 15°C πρέπει να είναι μικρότερο από 1,036. <sup>(15)</sup>  
Διαγράφεται. <sup>(22)</sup>
  9. «Γάλα Ημιαποβουτυρωμένο» χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα μετά την αφαίρεση, όπως πιο πάνω, μέρους από το λίπος του, χωρίς οποιαδήποτε προσθήκη, το οποίο πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 1,5-1,8%.  
Όπου στον Κώδικα Τροφίμων χρησιμοποιούνται οι όροι «αποβουτυρωμένο» ή «ημιαποβουτυρωμένο» γάλα μπορούν να χρησιμοποιούνται και οι όροι «άπαχο» και «ημιάπαχο» αντίστοιχα. <sup>(9)</sup>
  10. Το θερμικά επεξεργασμένο γάλα που δεν πληροί τις απαιτήσεις ως προς την περιεκτικότητα σε λίπος που προβλέπονται για το πλήρες γάλα, το ημιαποβουτυρωμένο και το αποβουτυρωμένο γάλα, θεωρείται γάλα κατανάλωσης, υπό τον όρο ότι η περιεκτικότητα σε λίπος αναγράφεται στη συσκευασία σαφώς με ένα δεκαδικό ψηφίο και ευανάγνωστα με τη μορφή % λίπος". Το εν λόγω γάλα δεν πρέπει να περιγράφεται ως πλήρες γάλα, ημιαποβουτυρωμένο γάλα ή αποβουτυρωμένο γάλα) <sup>(22)</sup>.
  11. Το γάλα, ημιαποβουτυρωμένο και αποβουτυρωμένο γάλα, παστεριωμένο ή αποστειρωμένο (συμπεριλαμβανομένης της αποστείρωσης σε υπερυψηλή θερμοκρασία) (μη αρωματισμένο) δεν επιτρέπεται να περιέχει πρόσθετες χρωστικές ουσίες. <sup>(11)</sup>
  12. Η οξύτητα του διατηρημένου γάλακτος γενικά, που αραιώνεται ανάλογα με νερό μέχρι τη σύσταση του νωπού γάλακτος, δεν επιτρέπεται να είναι κατώτερη από 6 βαθμούς ούτε ανώτερη από 8 βαθμούς κατά SOXHLET - ενώ το pH πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στα όρια 6 - 6,8.  
Ο υπολογισμός της οξύτητας στο ζαχαρούχο γάλα πρέπει να γίνεται μετά από την αφαίρεση του καλαμοζάχαρου. <sup>(1)(8)</sup>
  13. Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος III, Συντηρητικά και αντιοξειδωτικά, του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με τους όρους του παραρτήματος αυτού, 1) Σορβικά E200, E202, E203 σε πηγμένο γάλα και σε μέγιστο ποσοστό 1000mg/kg, 2) Εστέρες γαλλικού οξέος E310, E311, E312 και TBHQ E319, BHA E320 σε γάλα σε σκόνη για μηχανήματα

πώλησης, <sup>(13)(19)</sup> 3) Εκχυλίσματα δενδρολίβανου E392 σε γάλα σε σκόνη για αυτόματους πωλητές και σε γάλα σε σκόνη για την παρασκευή παγωτού <sup>(21)</sup>.

14. Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος IV του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με τους όρους του παραρτήματος αυτού: 1) Φωσφορικά E338, E339, E340, E341, E343, E450, E451, E452 σε γάλα αποστειρωμένο και UHT, σε μερικώς αφυδατωμένο γάλα, σκόνη γάλακτος και σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος, 2) Πολυοξυαιθυλενο - σορβιτάνες (polysorbates) E432, E433, E434, E435, E436, πολυγλυκερίδια λιπαρών οξέων E475, εστέρες λιπαρών οξέων με προπανοδιόλη - 1,2 E477, σορβιτάνες E491, E492, E493, E494, E495 σε τεχνητό γάλα. <sup>(13)(16)</sup>
14. α) Επιτρέπεται η χρήση σε κατσικίσιο γάλα UHT του προσθέτου του Παραρτήματος I «κιτρικά άλατα του νατρίου E331», σύμφωνα με τους όρους του Παραρτήματος II του άρθρου 33. <sup>(18)</sup>
15. Επιτρέπεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση προσυσκευασμένου θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση με προϊόν ειδικής οξυγαλακτικής καλλιέργειας. Στη συσκευασία, εκτός των άλλων ενδείξεων, πρέπει να αναγράφεται το ποσοστό του υπολειπόμενου λίπους επί τοις εκατό. <sup>(16)</sup>
16. Επιτρέπεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση σκευασμάτων γάλακτος με σκόνη κακάο με τους παρακάτω όρους:
  - α) Για την παρασκευή των σκευασμάτων αυτών επιτρέπεται η χρησιμοποίηση:
    - I) Γάλακτος από τις κατηγορίες που προβλέπονται από το παρόν άρθρο. (13)
    - II) Σκόνης κακάο (περιεκτικότητα σε βούτυρο κακάο 10% τουλάχιστον).
    - III) Ζάχαρης.
    - IV) Άλλων πρώτων υλών που περιλαμβάνονται στον παρόντα Κώδικα.
  - β) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων, 1) Του παραρτήματος I του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με την αρχή του quantum satis, 2) Προσθέτων του παραρτήματος IV του ίδιου άρθρου σύμφωνα κατά περίπτωση με τους αντίστοιχους όρους: Φωσφορικά E338, E339, E340, E341, E450, E451, E452, επί πλέον εστέρες λιπαρών οξέων με σακχαρόζη E473, σακχαρογλυκερίδια E474, στεατοϋλο - 2 - γαλακτυλικό νάτριο E481, στεατοϋλο - 2 - γαλακτυλικό ασβέστιο E482 σε σκόνες για την παρασκευή θερμών ροφημάτων και, πυριτικά E551, E552, E553α, E553β, E554β, E555, E556, E559 για αποξηραμένα προϊόντα σε σκόνη. <sup>(13)</sup> Στα προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, επιτρέπεται η χρήση γλυκαντικών (E950, E951, E952, E954, E955, E959, E961, E962) σύμφωνα με τους όρους του παραρτήματος του άρθρου 68 του Κώδικα Τροφίμων για τα ποτά με βάση το γάλα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα. <sup>(12)(17)(20)</sup>
  - γ) Επιτρέπεται ο τεχνητός αρωματισμός με αβλαβείς αρωματικές ύλες.
  - δ) Απαγορεύεται η τεχνητή χρώση με οποιοδήποτε τρόπο καθώς και η χρησιμοποίηση οποιουδήποτε συντηρητικού.
  - ε) Στην επισήμανση των σκευασμάτων πρέπει εκτός από τις ενδείξεις που προβλέπονται από τις σχετικές διατάξεις να αναγράφονται:
    - I) -Η κατηγορία του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε ακολουθούμενη από τη λέξη κακάο, ενώ πρέπει οπωσδήποτε να προτάσσεται η κατηγορία του γάλακτος, δηλαδή: «ΠΛΗΡΕΣ

ΓΑΛΑ ΜΕ ΚΑΚΑΟ» ή «ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΜΕΝΟ ΓΑΛΑ ΜΕ ΚΑΚΑΟ» κ.λπ.  
απαγορευομένης οποιασδήποτε άλλης επωνυμίας που έχει τη ρίζα της λέξης  
ΣΟΚΟΛΑΤΑ. <sup>(23)</sup>

II) Το ποσοστό λίπους του έτοιμου προϊόντος. <sup>(2) (3) (7) (23)</sup>

17. «Ορρός γάλακτος σε σκόνη»: «WHEY POWDER» χαρακτηρίζεται το προϊόν της σχεδόν μέχρι ξηρού συμπύκνωσης του νοπού ορρού γάλακτος, που λαμβάνεται σαν υποπροϊόν από την παρασκευή των τυριών ή της καζεΐνης και το οποίο περιέχει υγρασία 5% ανώτατο όριο, γαλακτοζάχαρο 66% τουλάχιστον, πρωτεΐνες 10% τουλάχιστον και λίπος 1,25% ανώτατο όριο.<sup>(4)</sup>

18. Πρωτεΐνες γάλακτος: Αυτές αποτελούνται κυρίως από καζεΐνη και τις πρωτεΐνες του ορρού του γάλακτος γαλακτοαλβουμίνη και γαλακτογλοβουλίνη. <sup>(5)</sup>

19. α) «Καζεΐνες» χαρακτηρίζονται οι πρωτεϊνικές ουσίες που αποτελούν το σημαντικότερο συστατικό του γάλακτος, πλυμένες και ξηραμένες. Οι ουσίες αυτές είναι αδιάλυτες στο νερό και λαμβάνονται από το αποκορυφωμένο γάλα με καθίζηση είτε με προσθήκη οξέος, είτε με οξίνιση (μείωση του pH) του γάλακτος με μικροβιακή δράση, είτε με πυτία, είτε με χρήση άλλων ενζύμων που προκαλούν πήξη του γάλακτος με την επιφύλαξη ενδεχόμενης προηγούμενης χρήσης μεθόδων ανταλλαγής ιόντων και μεθόδων συμπύκνωσης.

β) «Οξίνη βρώσιμη καζεΐνη» είναι η καζεΐνη που λαμβάνεται από καθίζηση με τη χρησιμοποίηση των βοηθητικών τεχνολογίας και των βακτηριακών καλλιέργειών που απαριθμούνται στο υπεδάφιο 4 αυτού του εδαφίου και που ανταποκρίνεται στις παρακάτω προδιαγραφές:

(1) Ουσιώδεις παράγοντες της σύνθεσης

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε υγρασία.....	10% m/m
- Κατώτατη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος .....	90% m/m
από την οποία ελάχιστη περιεκτικότητα σε καζεΐνες.....	95% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος .....	2,25% m/m
- Ανώτατη τιτλοδοτούμενη οξύτητα εκφραζόμενη σε ml διαλύματος 1,1N υδροξειδίου του νατρίου ανά g.....	0,27
- Ανώτατη περιεκτικότητα, σε τέφρα (στην οποία περιλαμβάνεται και το P2O5)	2,5% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε άνυδρη λακτόζη.....	1% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε ίζημα (καμένα σωματίδια).....	22,5mg σε 25g

(2) Ρυπαντές

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε μόλυβδο..... 1 mg/kg

(3) Προσμίξεις

- Ξένες ουσίες (όπως σωματίδια ξύλου, μετάλλου, τρίχες ή τμήματα εντόμων)..... καμία σε 25 g

(4) Βοηθητικά τεχνολογίας και βακτηριακές καλλιέργειες αβλαβείς και κατάλληλες για ανθρώπινη διατροφή.

α) Γαλακτικό οξύ (E 270)

- Υδροχλωρικό οξύ
- Θεικό οξύ

- Κιτρικό οξύ (E 330)
- Οξικό οξύ (E 260)
- Ορθοφωσφορικό οξύ

β) Ορρός γάλακτος

- Βακτηριακές καλλιέργειες που παράγουν γαλακτικό οξύ.

(5) Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

- Οσμή: απουσία ξένων οσμών
- Μορφή: Χρώμα μεταξύ του λευκού και του λευκού κρεμ. Το προϊόν δεν πρέπει να περιέχει συσσωματώματα που ανθίστανται σε ελαφρή πίεση.

γ) «Βρώσιμη καζεΐνη πυτίας» είναι η βρώσιμη καζεΐνη που λαμβάνεται από καθίζηση με τη χρησιμοποίηση των βοηθητικών τεχνολογίας που αναφέρονται στο υπεδάφιο 4 αυτού του εδαφίου και που ανταποκρίνεται στις παρακάτω προδιαγραφές:

(1) Ουσιώδεις παράγοντες της σύνθεσης

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε υγρασία..... 10% m/m
- Κατώτατη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος..... 84% m/m
- από την οποία ελάχιστη περιεκτικότητα σε καζεΐνη..... 95% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος ..... 2% m/m
- Κατώτατη περιεκτικότητα, σε τέφρα (στην οποία περιλαμβάνεται και το P2O5) .. 7,5% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε άνυδρη λακτόζη..... 1% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε ίζημα (καμένα σωματίδια)..... 22,5mg σε 25g

(2) Ρυπαντές

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε μόλυβδο ..... 1 mg/kg

(3) Προσμίξεις

- Ξένες ουσίες (όπως σωματίδια ξύλου, μετάλλων, τρίχες ή τμήματα εντόμων)..... καμία σε 25 g

(4) Βοηθητικά τεχνολογίας αβλαβή και κατάλληλα για την ανθρώπινη διατροφή.

- Πυτία
- Άλλα ένζυμα που προκαλούν πήξη του γάλακτος.

(5) Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

- Οσμή: απουσία ξένων οσμών
- Μορφή: Χρώμα μεταξύ του λευκού και του λευκού κρεμ. Το προϊόν δεν πρέπει να περιέχει συσσωματώματα που ανθίστανται σε ελαφρή πίεση. <sup>(6)</sup>

20. α) «Βρώσιμα καζεϊνικά άλατα» είναι τα καζεϊνικά άλατα που λαμβάνονται από βρώσιμες καζεΐνες που έχουν υποστεί εξουδετέρωση με τις ουσίες που αναγράφονται στο υπεδάφιο 4 αυτού του εδαφίου και που ανταποκρίνονται στις παρακάτω προδιαγραφές:

(1) Ουσιώδεις παράγοντες της σύνθεσης

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε υγρασία..... 8% m/m

- Κατώτατη περιεκτικότητα σε πρωτεϊνική καζεΐνη γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος ..... 88% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες γάλακτος υπολογιζόμενη επί ξηρού υπολείμματος ..... 2% m/m
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε άνυδρη λακτόζη..... 1% m/m
- pH..... 6 μέχρι 8
- Ανώτατη περιεκτικότητα σε ίζημα (καμένα σωματίδια)..... 22,5mg σε 25g

(2) Ρυπαντές

- Ανώτατη περιεκτικότητα σε μόλυβδο ..... 1 mg/Λ

(3) Προσμίξεις

- Ξένα σώματα (όπως σωματίδια ξύλου, μετάλλου, τρίχες ή τμήματα εντόμων)..... καθόλου σε 25 g

(4) Βοηθητικά τεχνολογίας ποιότητας τροφίμων (παράγοντες εξουδετέρωσης και ρυθμιστικά διαλύματα)

- Υδροξείδια, ανθρακικά, φωσφορικά, κιτρικά άλατα νατρίου, καλίου, ασβεστίου, αμμωνίου, μαγνησίου.

(5) Χαρακτηριστικά

- Οσμή: πολύ ελαφρά αρώματα και ξένες οσμές.
- Μορφή: Χρώμα μεταξύ του λευκού και λευκού κρεμ. Το προϊόν δεν πρέπει να περιέχει συσσωματώματα που ανθίστανται σε ελαφρή πίεση.
- Διαλυτότητα: Σχεδόν τελείως διαλυτά στο απεσταγμένο νερό εκτός από το καζεϊνικό άλας του ασβεστίου. <sup>(6)</sup>

21. Με την επιφύλαξη των διατάξεων για την υγιεινή κατάσταση των βασικών προϊόντων των εδαφίων β, γ της παρ. 19 και του εδαφίου α της παρ. 20, τα προϊόντα αυτά πρέπει να υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία που ανενεργοποιεί τη φωσφατάση. <sup>(6)</sup>

22. α) Οι ονομασίες «όξινη βρώσιμη καζεΐνη», «βρώσιμη καζεΐνη πυτίας» και «βρώσιμα καζεϊνικά άλατα» αποδίδονται μόνο στα προϊόντα που καθορίζονται στις παραγράφους 19 και 20 και με τις ονομασίες αυτές πρέπει να διατίθενται στο εμπόριο. Προϊόντα που δεν ανταποκρίνονται στους ορισμούς και τις προδιαγραφές των παραγράφων 19 και 20 πρέπει να κατονομάζονται και επισημαίνονται κατά τρόπο που να είναι αδύνατο να κάνει λάθος ο αγοραστής όσον αφορά τη φύση, ποιότητα και χρησιμοποίησή τους.

β) Με την επιφύλαξη των διατάξεων που υπάρχουν για την επισήμανση των τροφίμων που προορίζονται για τον τελικό καταναλωτή, οι μόνες ενδείξεις που πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφονται στη συσκευασία, στα δοχεία ή ετικέτες των προϊόντων που ορίζονται στα εδάφια β, γ της παρ. 19 και της παρ. 20 και οι οποίες πρέπει να είναι ευδιάκριτες, ευανάγνωστες και ανεξίτηλες, είναι οι ακόλουθες:

- 1) Η ονομασία του προϊόντος σύμφωνα με τα εδάφια β, γ της παρ. 19 και α της παρ. 20, με την ένδειξη του είδους των κατιόντων όταν πρόκειται για καζεϊνικά άλατα
- 2) Για τα προϊόντα που διατίθενται στο εμπόριο σαν μίγματα η ένδειξη «μίγμα... » ακολουθούμενη από τις ονομασίες των διαφόρων συστατικών του μίγματος, κατά φθίνουσα

σειρά της κατά βάρος περιεκτικότητας, η ένδειξη των κατιόντων για τα καζεϊνικά άλατα και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες όταν πρόκειται για μίγματα που περιέχουν καζεϊνικά άλατα.

- 3) Η καθαρή ποσότητα εκφρασμένη σε χιλιόγραμμα ή γραμμάρια.
- 4) Το όνομα ή η επωνυμία και η διεύθυνση του παρασκευαστή ή του συσκευαστή ή ενός πωλητή εγκατεστημένου στο εσωτερικό της Κοινότητας.
- 5) Το όνομα της χώρας παραγωγής για τα προϊόντα που εισάγονται από τρίτες χώρες.
- 6) Η ημερομηνία παρασκευής ή ένδειξη που να επιτρέπει την αναγνώριση της παρτίδας.
- 7) Οι ενδείξεις των υποπαραγράφων 1, 2, 5, 6 πρέπει να γράφονται και στα Ελληνικά. <sup>(6)</sup>



## Παραπομπές

- (1) Απόφ. ΑΧΣ 885/72, ΦΕΚ 397/Β/72 «περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως της υπ' αριθ. 3000/70 απόφ. ΑΧΣ».
- (2) Απόφ. ΑΧΣ 2745/76, ΦΕΚ 157/Β/77 «Περί συμπληρώσεως του άρθρου 80 του Κ. Τ.».
- (3) Απόφ. ΑΧΣ 2160/77, ΦΕΚ 945/Β/78 «Περί συμπληρώσεως της 2745/76 απόφ. ΑΧΣ σχετικώς με συμπλήρωση του άρθρου 80 του Κ. Τροφίμων».
- (4) Απόφ. ΑΧΣ 2853/80, ΦΕΚ 414/Β/81 «Περί εγκρίσεως συμπληρώσεως του άρθρου 80 του Κώδικα Τροφίμων με προσθήκη παρ. 17».
- (5) Απόφ. ΑΧΣ 1362/83, ΦΕΚ 167/Β/84 «Προσθήκη παρ. 18 στο άρθρο 80 του Κ. Τ.».
- (6) Απόφ. ΑΧΣ. 1901/85, ΦΕΚ 49/Β/86 «Έγκριση κατάργησης των εδαφ. (β) και (γ) της παρ. 18 του άρθρ. 80 του Κ. Τ. σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 83/417/ΕΟΚ».
- (7) Απόφ. ΑΧΣ 2133/85' ΦΕΚ 403/Β/86 «Έγκριση τροποπ. των αρθ. 41, 42, 57, 80, 84, 93 του Κ.Τ.».
- (8) Π Δ/γμα 518/83 ΦΕΚ 197/83 τ.Α'» Σχετικά με διατηρημένα γάλατα μερικά ή ολικά αφυδατωμένα που προορίζονται για ανθρώπινη διατροφή σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 76/118/ΕΟΚ & 78/630/ΕΟΚ & 79/1067/ΕΟΚ».
- (9) Απόφ. ΑΧΣ 2396/87, ΦΕΚ 130/Β/88 «Χρήση των όρων άπαχο και ημιάπαχο γάλα».
- (10) Απόφ. ΑΧΣ 1339/88, ΦΕΚ 755/Β/88 «Έγκριση τροποποίησης του άρθρου 80 του Κ.Τ. θερμικά επεξεργασμένο γάλα και άρθρου 85 του Κ. Τ.».
- Απόφ. ΑΧΣ 775/94, ΦΕΚ 702/Β/9.8.95 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ. Τ., σε εναρμόνιση με την Οδηγία 94/36/ΕΚ για τις χρωστικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα».
- (12) Απόφ. ΑΧΣ 782/94, ΦΕΚ 620/Β/14.7.95 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ. Τ σε εναρμόνιση με την Οδηγία 94/35/Ε.Κ. για τα γλυκαντικά που προορίζονται να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα».
- (13) Απόφ. ΑΧΣ 145/96, ΦΕΚ 485/Β/25.6.96 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ. Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 95/2/Ε.Κ. του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου για τα πρόσθετα τροφίμων πλην χρωστικών και γλυκαντικών».
- (14) Απόφ. ΑΧΣ 1050/1996, ΦΕΚ 263/Β/7.4.97 «Τροποποίηση των άρθρων 79 & 80 του Κώδικα Τροφίμων».
- (15) Απόφ. ΑΧΣ 187/1998, ΦΕΚ 765/Β/24.7.98 «Τροποποίηση του άρθρου 80 του Κ. Τ. σύμφωνα με τον Κανονισμό 2597/97».
- (16) Απόφ. ΑΧΣ 412/99, ΦΕΚ 1964/Β/1.11.99 «Τροποποίηση των διατάξεων του Κ. Τ. σε εναρμόνιση προς την
- (17) Οδηγία 98/72/ΕΚ».
- (17) Απόφ ΑΧΣ 81/2005, ΦΕΚ 786/Β/10-6-2005 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ. Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2003/115/ΕΚ». Επιτρέπεται η εμπορία και η χρήση προϊόντων που είναι σύμφωνα με την παρούσα από τις 29.1.2005. Απαγορεύεται η εμπορία και χρήση προϊόντων που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα το αργότερο από τις 29 Ιουλίου 2005, ωστόσο, προϊόντα που έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από αυτή την ημερομηνία και δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μέχρι τις 29 Ιανουαρίου 2006.
- (18) Απόφ ΑΧΣ 483/2005, ΦΕΚ 244/Β/27-2-2006 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2003/114/ΕΚ για την τροποποίηση της Οδηγίας 95/2/ΕΚ για τα πρόσθετα πλην των

χρωστικών και των γλυκαντικών». Επιτρέπεται το εμπόριο και η χρήση των προϊόντων που είναι σύμφωνα με τις διατάξεις της παρούσας από τις 27 Ιουνίου 2005. Απαγορεύεται το εμπόριο και η χρήση προϊόντων τα οποία δεν είναι σύμφωνα με τις διατάξεις της παρούσας από τις 27 Ιανουαρίου 2006. Ωστόσο, επιτρέπεται μέχρι εξαντλήσεως των αποθεμάτων, η εμπορία προϊόντων τα οποία έχουν εισαχθεί στην αγορά ή επισημανθεί πριν την ημερομηνία αυτή και δεν ε/ναι σύμφωνα με την παρούσα απόφαση.

- <sup>(19)</sup> Απόφ. ΑΧΣ 449/2007, ΦΕΚ 190/Β/7-2-2008 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ. Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2006/52/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου». Επιτρέπεται η εμπορία και η χρήση που είναι σύμφωνα με την παρούσα από τις 7.2.2008. Απαγορεύεται η εμπορία και η χρήση των προϊόντων που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα το αργότερο από τις 15.8.2008, ωστόσο, προϊόντα που έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από αυτή την ημερομηνία και δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μέχρι εξαντλήσεως των αποθεμάτων.
- <sup>(20)</sup> Απόφ. ΑΧΣ84/2010, ΦΕΚ 1726/Β/3-11-2010 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ.Π. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2009/163/ΕΕ της Επιτροπής της 22ας Δεκεμβρίου 2009 (ΕΕ L 344/23.12.2009) για την τροποποίηση της οδηγίας 94/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα γλυκαντικά που προορίζονται να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα όσον αφορά το γλυκαντικό νεοτάμη.»
- <sup>(21)</sup> Απόφ. Α.Χ.Σ. 24/2011, ΦΕΚ 537/Β/6-4-2011 «Τροποποίηση διατάξεων του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΦΕΚ 788/Β/31-12-87) όπως ισχύει, σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2010/69/ΕΕ της Επιτροπής της 22ας Οκτωβρίου 2010 (ΕΕ L 279/23.10.2010) για την τροποποίηση των παραρτημάτων της οδηγίας 95/2/ΕΚ για τα πρόσθετα τροφίμων πλην των χρωστικών και των γλυκαντικών».
- <sup>(22)</sup> Απόφ. Α.Χ.Σ. 362/2010, ΦΕΚ 1113/Β/3-6-2011 «Τροποποίηση του άρθρου 80 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΦΕΚ 788/Β/31-12-87) όπως ισχύει, σύμφωνα με τον Καν (ΕΚ) αριθ. 1153/2007 του Συμβουλίου της 26ης Σεπτεμβρίου 2007 (ΕΕ L 258/4.10.2007) «για τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2597/97 περί συμπληρωματικών κανόνων της κοινής οργάνωσης αγοράς στον τομέα του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων όσον αφορά το γάλα κατανάλωσης».
- <sup>(23)</sup> Απόφ. Α.Χ.Σ. 73/2014, ΦΕΚ 767/28.03.2014 «Κατάργηση της απόφασης του Ανωτάτου Χημικού Συμβουλίου 3273/78 (ΦΕΚ 9/Β/1979) και τροποποίηση των άρθρων 3, 8, 10, 38, 41, 43, 52, 70, 74, 77, 80, 83, 108, 111 και 122 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΦΕΚ788/Β/31.12.87), όπως ισχύει.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### Άρθρο 82

#### Γιαούρτι

1. «Γιαούρτι (πλήρες ή, κατά περίπτωση, Ημιαποβουτυρωμένο)... (όνομα ζώου)» χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νοπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Το γιαούρτι πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον από τα όρια που καθορίζονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3) των αντιστοιχών ειδών γάλακτος από τα οποία παρασκευάστηκε αυτό. Εκτός από τα είδη γάλακτος που περιλαμβάνονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3), επιτρέπεται η παρασκευή πλήρους γιαουρτιού από μίγμα ίσων μερών νοπού γάλακτος αγελάδας και βουβάλου ή προβάτου. Η παρασκευή «ημιαποβουτυρωμένου» γιαουρτιού επιτρέπεται αποκλειστικά και μόνο από ημιαποβουτυρωμένο γάλα προβάτου ή από ημιαποβουτυρωμένο γάλα βουβάλου.
2. «Στραγγισμένο Γιαούρτι... (είδος ζώου)» χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο λαμβάνεται από πλήρες γιαούρτι, μετά από απομάκρυνση (αποστράγγιση) μέρους του νερού του με τα διαλυμένα σ' αυτό γαλακτοζάχαρο, άλατα κ.λπ. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 8% τουλάχιστον, με εξαίρεση το στραγγισμένο γιαούρτι αγελάδας το οποίο πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 5% τουλάχιστον.
3. «Γιαούρτι από Αγνό Γάλα Αγελάδας περιεκτικότητας σε Λίπος 5% και άνω» χαρακτηρίζεται το γιαούρτι που παρασκευάζεται αποκλειστικά και μόνο από νοπό ή κατεψυγμένο γάλα αγελάδας το οποίο έχει υποστεί προηγούμενα συμπίκνωση με βρασμό, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να περιέχει λίπος σε ποσοστό τουλάχιστον 5%. Απαγορεύεται, σαν παραπλανητική, η χρήση κάποιας άλλης επωνυμίας ή φράσης (π.χ. Γιαούρτι Σπέσιαλ, Έξτρα κ.λπ.), ή και τοπωνυμίας (π.χ. Γιαούρτι Μανωλάδας κ.λπ.) μόνης ή αναγραμμένης στη συσκευασία, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να κυριαρχεί της υποχρεωτικής ένδειξης που αναφέρεται πιο πάνω.
4. «Γιαούρτι από Αγνό Γάλα Προβάτου περιεκτικότητας σε Λίπος 8% και άνω (ή...Λιποπεριεκτικότητας...%)» χαρακτηρίζεται το γιαούρτι που παρασκευάζεται με τον τρόπο που καθορίζεται στην προηγούμενη παράγραφο από νοπό ή κατεψυγμένο γάλα προβάτου. Το γιαούρτι αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 8% τουλάχιστον και γι' αυτό ισχύουν οι ίδιοι περιορισμοί επωνυμίας όπως αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο.
5. Αντί για τη λέξη «στραγγισμένο» είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η λέξη «σακκούλας», εφόσον το γιαούρτι προσφέρεται σε σάκκους από λευκό ύφασμα ή σε ξύλινα βαρέλια (π.χ. Γιαούρτι Σακκούλας Προβάτου κ.λπ.).
6. Το γιαούρτι κάθε είδους όταν έρχεται στην κατανάλωση πρέπει να πληροί τους πιο κάτω όρους:
  - α) Να είναι συμπαγές όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του, εκτός από τον υμένα, να εμφανίζει την όψη αλάβαστρου.
  - β) Το γιαούρτι που πωλείται σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο από αδιάβροχο χαρτί ή άλλα από τα επιτρεπόμενα είδη.

- γ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει αντιληπτό ίζημα. Σε περίπτωση, που κατά την εξέταση, διαπιστωθεί τέτοιο ίζημα, πρέπει με μικροσκοπική εξέταση να διευκρινίζεται αν αυτό οφείλεται σε ξένες ουσίες προς το γιαούρτι,
- δ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική γι' αυτό.
- ε) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι οι κανονικές και ευχάριστες,
- στ) Απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο.
- ζ) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες, γενικά.
- η) Απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης,
- θ) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη.