



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Θέμα πτυχιακής εργασίας

**Προβιοτικοί μικροοργανισμοί  
στα ζυμώμενα γάλατα και η υγεία**

**ΙΟΥΡΑΝΟΥ ΜΑΡΙΑ**

A.M.: 17025

Επιβλέπων καθηγητής:

**ΚΟΥΛΟΥΡΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ**

**ΑΘΗΝΑ**

**ΙΟΥΛΙΟΣ 2022**

## Τίτλος εργασίας

### Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>α/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1.	ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΟΥΛΟΥΡΗΣ	ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ	
2.	ΦΩΤΙΟΣ ΜΑΝΤΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΕΛΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	
3.	ΕΥΣΤΑΘΙΑ ΤΣΑΚΑΛΗ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΜΕΛΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΙΟΡΔΑΝΟΥ ΜΑΡΙΑ. Του ΚΩΣΤΑ, με αριθμό μητρώου 17025 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα



**ΜΑΡΙΑ ΙΟΡΔΑΝΟΥ /ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Σπυρίδων Κουλούρη του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για να εκπονήσω αυτή την εργασία. Τις θερμές μου ευχαριστίες στην οικογένεια μου για την στήριξη και την αγάπη τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί μία έρευνα σχετικά με τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς στα ζυμώμενα γάλατα, καθώς και το πως επιδρούν στην υγεία των ανθρώπων. Αρχικά, η μελέτη εστιάζει στα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των προβιοτικών και του γάλακτος. Πιο αναλυτικά γίνεται παρουσίαση ως προς τον ορισμό των προβιοτικών τους και τις μορφές τους. Έπειτα περιγράφονται τα κύρια συστατικά του γάλακτος, τα είδη του αλλά και τα κυριότερα προϊόντα του. Επιπροσθέτως, γίνεται παρουσίαση του τρόπου δράσης των προβιοτικών. Τέλος, η μελέτη επικεντρώνεται στα προβιοτικά και το πως βοηθούν στην υγεία δηλαδή περιγράφεται η σχέση των προβιοτικών και των ζυμώμενων γαλάτων και η δράση των πρώτων στην υγεία. Στο σημείο αυτό γίνεται ανάλυση των ωφελειών που προσδίδουν οι μικροοργανισμοί των προβιοτικών χάρη στη δράση τους.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν αρχικά η συγκέντρωση των στοιχείων και η δημιουργία του πλάνου των περιεχομένων. Αφού επιλέχτηκε η κατάλληλη βιβλιογραφία και συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία προχωρήσαμε στην συγγραφεί του κειμένου.

**Λέξεις κλειδιά:** προβιοτικά, δράση, όφελος, υγεία, ζυμώμενα γάλατα

## ABSTRACT

The present dissertation is research on the probiotic microorganisms in fermented milk, as well as how they affect human health. Initially, the study focused on the characteristics of probiotics and milk. A more detailed presentation is made regarding the definition of their probiotics and their forms. Then the main components of milk, its types and its main products are described. In addition, the mode of action of probiotics is presented. Finally, the study focuses on probiotics and how they help health, is describes the relationship between probiotics and fermented milk and the action of the former on health. At this point an analysis is made of the benefits that the microorganisms of probiotics give thanks to their action.

The methodology followed was initially the collection of data and the creation of the content plan. After the appropriate bibliography was selected and the data were collected, we proceeded to write the text.

Keywords: probiotics, action, benefit, health, fermented milk

## Πίνακας περιεχομένων

<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>11</b>
<b>Κεφάλαιο 1.....</b>	<b>12</b>
Γενικά χαρακτηριστικά γάλακτος: .....	12
Συστατικά γάλακτος: .....	13
Είδη γάλακτος:.....	15
<b>Κεφάλαιο 2.....</b>	<b>17</b>
Ζύμωση .....	17
Σκοπός της ζύμωσης.....	17
Τύποι ζύμωσης .....	18
Αλκοολική ζύμωση .....	18
Αλκαλική Ζύμωση .....	20
Ζύμωση Γαλακτικού Οξέος.....	20
Ομογαλακτική Ζύμωση.....	21
Ετερογαλακτική Ζύμωση.....	22
Παραδοσιακή και Εμπορική Ζύμωση .....	23
Παραδοσιακές καλλιέργειες ζύμωσης και εκκίνησης .....	23
Εμπορική ζύμωση και καλλιέργειες εκκίνησης .....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>25</b>
Γαλακτικά Βακτήρια.....	25
Συντηρητική ιδιότητα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος.....	27
Σχηματισμός γεύσης.....	27
Καλλιέργειες Εκκινήτες:.....	28
Καλλιέργειες εκκίνησης βακτηρίων γαλακτικού οξέος στη τυροκομία .....	28
Καλλιέργειες εκκίνησης βακτηρίων μη γαλακτικού οξέος.....	28
Καλλιέργειες εκκίνησης ζυμομουκήτων: .....	29
Καλλιέργειες Εκκίνησης από μούχλες: .....	29
Ανάπτυξη υφής ζυμομένων προϊόντων .....	29
Η βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων στην υγεία.....	29
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>31</b>
Κατηγορίες Ζυμώμενων Γαλάτων .....	31
Προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση.....	32
Α) ΤΥΡΙ.....	32
Β) ΓΙΑΟΥΡΤΗ .....	34
Κεφίρ .....	35
Κουμίσ (γάλα φοράδας που έχει υποστεί ζύμωση) .....	35
Ντάι .....	35
Κουρούτ (Kurut).....	36
Βουτυρόγαλα.....	37
Ταράγκ (Tarag).....	37

Χοόρμογκ (Khoormog) .....	38
Lait caill.....	39
Suero costeño .....	39
<b>Κεφάλαιο 5.....</b>	<b>41</b>
<b>Ορισμός των προβιοτικών οργανισμών .....</b>	<b>41</b>
Ιστορικά Στοιχεία.....	42
Περιγραφή των προβιοτικών οργανισμών .....	44
Ταξονομία προβιοτικών .....	45
Τρόπος δράσης των προβιοτικών.....	48
<b>Κεφάλαιο 6.....</b>	<b>51</b>
<b>Τα προβιοτικά και η Υγεία .....</b>	<b>51</b>
Ευεργετικές επιδράσεις των προβιοτικών.....	53
Θεραπευτικά οφέλη.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Συνοπτικά οι Θεραπευτικές δράσεις προβιοτικών.....	54
Προβιοτικά για τη θεραπεία της οξείας λοιμώδους διάρροιας.....	55
Μειονεκτήματα Προβιοτικών .....	56
<b>Κεφάλαιο 7.....</b>	<b>59</b>
<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>59</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>63</b>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1:</b> .....	<b>26</b>
<b>Εικόνα 2:</b> .....	<b>14.</b>
<b>Εικόνα 3:</b> .....	<b>15.</b>
<b>Εικόνα 4:</b> .....	<b>23.</b>
<b>Εικόνα 5:</b> .....	<b>24.</b>
<b>Εικόνα 6:</b> .....	<b>29.</b>
<b>Εικόνα 7:</b> .....	<b>31.</b>
<b>Εικόνα 8:</b> .....	<b>35.</b>
<b>Εικόνα 9:</b> .....	<b>35.</b>
<b>Εικόνα 10:</b> .....	<b>36.</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<a href="#"><u>Πίνακας 1:</u></a> .....	36.
<a href="#"><u>Πίνακας 2:</u></a> .....	36.
<a href="#"><u>Πίνακας 3:</u></a> .....	37.
<a href="#"><u>Πίνακας 4:</u></a> .....	37.
<a href="#"><u>Πίνακας 5:</u></a> .....	38.
<a href="#"><u>Πίνακας 6:</u></a> .....	38.
<a href="#"><u>Πίνακας 7:</u></a> .....	39.
<a href="#"><u>Πίνακας 8:</u></a> .....	39.
<a href="#"><u>Πίνακας 9:</u></a> .....	40.
<a href="#"><u>Πίνακας 10:</u></a> .....	40.

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προβιοτικά έχουν μακρά ιστορία. Οι παλαιότερες καταγραφές δείχνουν ότι οι άνθρωποι λάμβαναν «ξινόγαλα» πριν από 2000 χρόνια. Ωστόσο, οι πραγματικές διατροφικές αξίες ερευνήθηκαν για πρώτη φορά σοβαρά από τον Metchnikoff στο Ινστιτούτο Παστέρ στο Παρίσι και τον Tissier, περίπου πριν από 100 χρόνια. Ακολούθως έγινε μια σειρά από επιστημονικές προόδους για την επίτευξη της τρέχουσας κατάστασης σύμφωνα με την οποία τα προβιοτικά και οι σχετικές ενώσεις που στοχεύουν στην ανθρώπινη και ζωική εντερική χλωρίδα έχουν ευρεία χρήση (Morita et al., 2009; Zhang et al., 2010).

Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος για ανθρώπινη κατανάλωση ενσωματώνονται συχνότερα στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ωστόσο, η χρήση τους είναι όλο και πιο διαδεδομένη. Παγκοσμίως, η συνειδητοποίηση των πτυχών υγείας και ασθενειών της μικροβιολογίας του ανθρώπινου εντέρου από τους καταναλωτές είναι εμφανής. Επιπλέον, αυτοί οι πληθυσμοί έχουν αυξανόμενο ενδιαφέρον για τον εντοπισμό τροφίμων που βοηθούν στην τροποποίηση της μάζας των βακτηρίων που κατοικούν στο έντερο. Ο όρος «προβιοτικό» δεν είναι πλέον ξένος σε πολλούς καταναλωτές (Wakil et al., 2014).

Τα LAB είναι μια ομάδα θετικών κατά Gram μικροοργανισμών, ορισμένοι από τους οποίους έχουν ταξινομηθεί ως "Γενικά Αναγνωρισμένοι ως Ασφαλείς (GRAS)" από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια Τροφίμων (EFSA) και τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (FAO) (Dangour, 2006). Η χρήση των στελεχών των LAB ως προβιοτικά και ως βιοπροστατευτικές καλλιέργειες σε προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση έχει διερευνηθεί ευρέως (Kos, 2008). Σύμφωνα με τον ορισμό που έδωσαν ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (FAO/WHO), τα προβιοτικά είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί που, όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες, προσφέρουν όφελος για την υγεία στον ξενιστή (Sánchez, 2017; Hill, 2014).

Με τον όρο βιοσυντήρηση νοείται η παράταση της διάρκειας ζωής και η ενισχυμένη ασφάλεια των τροφίμων με τη χρήση φυσικών και ελεγχόμενων μικροβίων ή/και αντιμικροβιακών ενώσεων (Ananou, 2007; Gálvez, "Bacteriocin-based strategies for food biopreservation.", 2007). Έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες για τη χρήση της δράσης των προβιοτικών μικροοργανισμών και των αντιμικροβιακών τους προϊόντων, ως στρατηγική για τον έλεγχο και τη βιοσυντήρηση των τροφίμων (Gajbhiye et al., 2016).

## Κεφάλαιο 1

### Γενικά χαρακτηριστικά γάλακτος:

Το γάλα αποτελεί εκ γενετής τη πρώτη τροφή του ανθρώπου. Το γάλα είναι πολύ θρεπτικό, διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή από την πρώτη μέρα γεννήσεως και καθ' όλη την πορεία της ζωής του ανθρώπου. Η οσμή και η γεύση του είναι απαλή. Το γάλα είναι λευκό ή ελαφρώς κιτρινωπό υγρό, που αποτελεί βιολογικό έκκριμα των μαστών των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου είδους (Gajbhiye et al., 2016).

Το γάλα δεν είναι ομοιογενές, αλλά μείγμα διάφορων οργανικών ουσιών και αποτελείται από νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ένζυμα, άλατα και βιταμίνες. Μερικά από τα συστατικά αυτά, όπως το λίπος, είναι δυνατό να χωριστούν από το υπόλοιπο γάλα με μηχανικό τρόπο. Το γάλα αποτελεί βασική πηγή ασβεστίου, μαγνησίου, σεληνίου, βιταμίνης B12 και B5 (Wakil et al., 2014).

Σύμφωνα με το άρθρο 80 του κώδικα τροφίμων και ποτών: *«γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς χωρίς διακοπή αρμέγματος του υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης.»* Σύμφωνα με τον FAO/WHO (1973): *«Γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παραλαμβάνεται μετά από μία ή δύο αμέλξεις χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτε και να προορίζεται για κατανάλωση σε υγρή μορφή ή για περαιτέρω επεξεργασία»*

Η σύνθεση του γάλακτος διαφέρει από ζώο σε ζώο, όμως είναι δυνατό να διαφέρει και στο ίδιο το ζώο, ανάλογα με την τροφή που έχει φάει ή ακόμη και την ώρα που έγινε το άρμεγμα. Στις αγελάδες, κατά κανόνα, το πρωινό γάλα έχει μεγαλύτερο ποσοστό λίπους από εκείνο που αρμέγεται το βράδυ (Leroy and Vuyst, 2004).

Στην βιομηχανία τροφίμων το αγελαδινό γάλα κατέχει την υψηλότερη θέση κυρίως για την παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος, ενώ το πρόβειο και το κατσικίσιο γάλα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή τυριών (Park et al., 2007).

**Πίνακας 1: Το γάλα χωρίζεται σε διάφορους τύπους, ανάλογα με τα παρακάτω κριτήρια (Park et al., 2007).**

<b>Κριτήριο</b>	<b>Είδος</b>
γεύση	ξινόγαλο, κακάο, με γεύσεις φρούτων
ενίσχυση	με βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία
επεξεργασία	νωπό, παστεριωμένο, ομογενοποιημένο, συμπυκνωμένο, ζαχαρούχο
μέθοδο εκτροφής ή παραγωγής	από ζώα ελεύθερας βοσκής, ζώα σε κτηνοτροφική μονάδα, οργανικό, βιολογικό
προέλευση	ζωικής προέλευσης: αγελαδινό, κατσικίσιο, πρόβειο φυτικής προέλευσης: καρύδας, σόγιας
σύνθεση	πλήρες, χαμηλό σε λιπαρά
συντήρηση	διαρκείας, σε σκόνη
συσκευασία	σε μπουκάλι, σε χαρτόνι
σύσταση	χωρίς λακτόζη, υποαλλεργικό

## Συστατικά γάλακτος:

Το γάλα είναι μίγμα διάφορων οργανικών ουσιών και αποτελείται από νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ένζυμα, άλατα και βιταμίνες. Ανάλογα με την προέλευσή του, το γάλα μπορεί να είναι προβάτου, κατσικίσιο, αγελαδινό, βουβάλου. Παρακάτω παρουσιάζονται τα συστατικά του κατσικίσιου, του προβατίσιου και του αγελαδινού γάλακτος.

**Πίνακας 2: Μέση σύνθεση κατσικίσιου, προβατίσιου και αγελαδινού γάλακτος (Park et al.,2007)**

ΜΕΣΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	ΚΑΤΣΙΚΙΣΙΟ	ΠΡΟΒΕΙΟ	ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ
Λίπος	3.8	7.9	3.6
Στερεά μη λιπαρά	8.9	12.0	9.0
Λακτόζη	4.1	4.9	4.7
Πρωτεΐνη	3.4	6.2	3.2
Καζεΐνη	2.4	4.2	2.6
Λευκωματίνη, σφαιρίνη	0.6	1.0	0.6
Μη πρωτεϊνικό N	0.4	0.8	0.2
Τέφρα	0.8	0.9	0.7
Θερμίδες/100 ml	70	105	69

Με βάση το πιο πάνω πίνακα, το αγελαδινό γάλα περιέχει λίπος 3,6%, πρωτεΐνες 3,2%, λακτόζη 4,7%, τέφρα 0,7% και το υπόλοιπο 87,5% αποτελείται από νερό. Συγκρίνοντας λοιπόν το πρόβειο γάλα με το αγελαδινό και το κατσικίσιο, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το πρόβειο περιέχει περισσότερα ολικά στερεά (17,5-20,0%), πρωτεΐνη (5,5- 6,0%), λίπος (6,0-8,0%) και τέφρα (0,8-1,0%) ενώ η περιεκτικότητά του σε λακτόζη κυμαίνεται κοντά σε αυτήν του αγελαδινού (Park et al., 2007).

## Είδη γάλακτος:

Το γάλα που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση υπόκειται σε θερμική επεξεργασία.

Ανάλογα με την επεξεργασία που υπόκειται ή όχι υπάρχουν οι εξής κατηγορίες:

«Νωπό» χαρακτηρίζεται το γάλα, που διατίθεται στην κατανάλωση χωρίς καμιά άλλη επεξεργασία, εκτός από τη διήθηση και την ψύξη καθώς και την ομογενοποίηση (ΚΤΠ, άρθρο 80, 2016).

«Θερμικά επεξεργασμένο γάλα» είναι το θερμικά επεξεργασμένο νωπό γάλα κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση, παράγεται με θερμική επεξεργασία άμεσα και αποκλειστικά από νωπό γάλα, και το οποίο έχει τη μορφή γάλακτος παστεριωμένου, UHT και αποστειρωμένου. (ΚΤΠ, άρθρο 80, 2016).

«Παστεριωμένο γάλα» είναι το θερμικά επεξεργασμένο γάλα σε υψηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με μικρό χρόνο ώστε να θανατωθούν παθογόνοι μικροοργανισμοί και να καταστραφούν τα ένζυμα. Το παστεριωμένο γάλα δεν είναι αποστειρωμένο και χρειάζεται να συντηρηθεί κάτω από συνθήκες ψύξης. (Cole et al., 2020). Για την παστερίωση του γάλακτος υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι επεξεργασίας.

- Ο πρώτος (High-Temperature Short-Time HTST) είναι με την χρήση υψηλής θερμοκρασίας 71,7°C για μικρό χρονικό διάστημα 15 δευτερολέπτων.
- Ο δεύτερος τρόπος (Low-Temperature Long-Time,LTLT) είναι με την χρήση χαμηλής θερμοκρασίας 63°C σε συνδυασμό χρόνου 30 λεπτών (Κονδύλη et al.) . Πρέπει 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 60°C.

Το «γάλα UHT» πρέπει παραχθεί με παρατεταμένη θέρμανση του νωπού γάλακτος που συνεπάγεται τη βραχυχρόνια εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας(τουλάχιστον 135-150oC επί ένα τουλάχιστον δευτερόλεπτο) με σκοπό την καταστροφή όλων των υπολειπομένων μικροοργανισμών και των σπορίων τους. (ΚΤΠ, άρθρο 80, 2016).Επιπλέον «Γάλα UHT» είναι το γάλα το οποίο διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα από 6 μήνες μέχρι και ένα χρόνο χωρίς να βρίσκεται υπό ψύξη. (Burton,1994; Kessler 2002).

Το «αποστειρωμένο γάλα» πρέπει να έχει θερμανθεί και αποστειρωθεί στους 115-120oC για χρονικό διάστημα, από 15 έως 30 λεπτά σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες ή δοχεία, των οποίων το σύστημα κλεισίματος πρέπει να παραμένει άθικτο (ΚΤΠ, άρθρο 80, 2016).

«Γάλα κατάψυξης» είναι το νωπό γάλα που διατηρήθηκε με την μέθοδο ταχείας κατάψυξης , και διατηρείται σε βαθμούς κάτω των -15oC. Το προϊόν μπορεί να καταναλωθεί έπειτα από πλήρη απόψυξη (ΚΤΠ, άρθρο 80, 2016).

Επιπροσθέτως, ανάλογα με το ποσοστό του λίπους στο γάλα, προκύπτουν οι παρακάτω κατηγορίες:

«Πλήρες γάλα»

«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 150C πρέπει να είναι μικρότερο από 1,036.

«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.



## Κεφάλαιο 2

### Ζύμωση

Η διαδικασία της ζύμωσης χρησιμοποιείται περισσότερο από 60 αιώνες έχοντας ως σκοπό να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων. Τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στη διατροφή σχεδόν κάθε κοινωνίας σε όλο τον κόσμο και είναι γνωστό ότι προσφέρουν μια μεγάλη γκάμα ωφελειών.

Αρχικά η ζύμωση είχε ως σκοπό τη συντήρηση των τροφίμων, ωστόσο αποκαλύφθηκαν και άλλα πολλά οφέλη που περιλαμβάνουν τη βελτίωση των αισθητηριακών χαρακτηριστικών, την αποδοχή, τη θρεπτική αξία και την ασφάλεια των τροφίμων ενώ παρέχουν επίσης διαφοροποίηση στη διατροφή. Οι αριθμοί των τα προϊόντων διατροφής που έχουν υποστεί ζύμωση είναι σχεδόν απεριόριστη. Μια καλλιέργεια εκκίνησης είναι ένα παρασκεύασμα μικροβιολογικών καλλιεργειών που εκτελεί ή εκκινεί τη ζύμωση.

Αρχικά, οι καλλιέργειες εκκίνησης έπρεπε να προετοιμάζονται πριν ακριβώς από τη χρήση τους. Σήμερα, όμως, μπορεί να έχουν παγώσει και λυοφιλοποιηθεί ή να είναι αποξηραμένοι και παρασκευασμένοι σε βιομηχανική κλίμακα. Η επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας εκκίνησης εξαρτάται από το υπόστρωμα ή πρώτη ύλη που ζυμώνεται. Μια καλλιέργεια εκκίνησης μπορεί να αποτελείται από βακτήρια, μούχλα, ζυμομύκητες ή συνδυασμός αυτών. Τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος θεωρούνται κρίσιμης σημασίας στη ζύμωση.

Σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη λειτουργικών καλλιεργειών εκκίνησης. Μια λειτουργική καλλιέργεια εκκίνησης παρέχει τουλάχιστον ένα λειτουργικό χαρακτηριστικό για τη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων, της διατροφής ή της ποιότητας των τροφίμων (Malo & Urquhart, 2015).

### Σκοπός της ζύμωσης

Η ζύμωση έχει πέντε βασικούς σκοπούς, αναγράφονται παρακάτω:

- **Διατήρηση:** Η ζύμωση, με βάση τα ιστορικά στοιχεία έχει κυρίως χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος συντήρησης τροφίμων. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη διατήρηση σημαντικών ποσοτήτων

τροφίμων μέσω του γαλακτικού οξέος, της αλκοόλης, του οξικού οξέος και των αλκαλικών ζυμώσεων.

- Βιολογικός εμπλουτισμός: Η διαδικασία της ζύμωσης δίνει την δυνατότητα του βιολογικού εμπλουτισμού των τροφίμων με πρωτεΐνη, απαραίτητα αμινοξέα, και βιταμίνες.
- Εμπλουτισμός διατροφής: Η ζύμωση παρέχει την δυνατότητα εμπλουτισμού της διατροφή μέσω της ανάπτυξης ποικιλίας γεύσεων και υφών στα τρόφιμα. Ένα ορατό παράδειγμα είναι η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, όπου κατά τη ζύμωση σε προζύμι, οδηγεί στον σχηματισμό «ματιών» σε τυρί ή αφρού σε μύρα και βουτυρόγαλα.
- Αποτοξίνωση: Η μέθοδος της ζύμωσης μπορεί να μειώσει τοξικά ή ανεπιθύμητα συστατικά στα τρόφιμα, όπως το κυάνιο, το φυτικό οξύ, και το οξαλικό οξύ.
- Αποτελεσματικότητα: Σε αντίθεση με άλλα μέσα συντήρησης τροφίμων, η ζύμωση μειώνει το χρόνο μαγειρέματος και τις απαιτήσεις σε καύσιμο (Malo & Urquhart,2015).

## Τύποι ζύμωσης

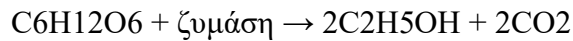
Οι κύριοι τύποι ζύμωσης είναι τρεις και χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο. Περισσότερο χρησιμοποιούνται στις παραδοσιακές και στις βιομηχανικές πρακτικές ζυμώσεων. Οι τρεις τύποι είναι η αλκοολική ζύμωση, η αλκαλική ζύμωση και η ζύμωση του γαλακτικού οξέος.

### Αλκοολική ζύμωση

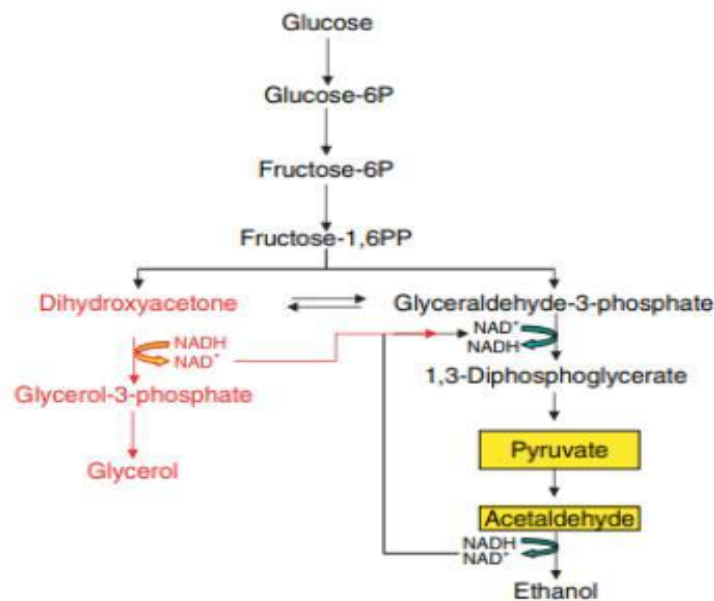
Ζύμωση αλκοόλης, που αναφέρεται επίσης ως ζύμωση αιθανόλης, είναι η αναερόβια διαδικασία κατά την οποία οι ζύμες μετατρέπουν σε απλά σάκχαρα όπως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη σε κυτταρική ενέργεια όπου η αιθανόλη και το διοξείδιο του άνθρακα παράγονται ως μεταβολικά τελικά προϊόντα. Οι ζύμες λειτουργούν συνήθως υπό αερόβιες συνθήκες, είναι επίσης ικανά για αναερόβια αναπνοή, όπου τα σάκχαρα μεταβολίζονται απουσία οξυγόνου. Το πρώτο βήμα στην αλκοολική ζύμωση περιλαμβάνει τη διαδικασία στην οποία το ένζυμο ινβερτάση διασπά τον γλυκοσιδικό δεσμό μεταξύ των μορίων γλυκόζης και

φρουκτόζης. Κάθε μόριο γλυκόζης στη συνέχεια διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού μέσω της χημικής διαδικασίας γνωστή ως γλυκόλυση. Η γλυκόλυση προκαλεί την μείωση δύο NAD μόριων σε NADH. Τέλος, δύο ADP μόρια μετατρέπονται σε δύο τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) και δύο μόρια νερού μέσω φωσφορυλίωσης σε επίπεδο υποστρώματος.

Η χημική αντίδραση της αλκοολικής ζύμωσης γαλακτικού οξέος είναι η εξής:



Γλυκόζη + ζυμάση  $\rightarrow$  αιθανόλη + διοξείδιο του άνθρακα



**Εικόνα 1:** Σχηματιστική αναπαράσταση της αλκοολικής ζύμωσης. Μαύρη γραμμή: αλκοολικός δρόμος ζύμωσης. Κόκκινη γραμμή: Γλυκερο-πυρυγική οδός ζύμωσης. Κίτρινο κουτί: ενδιάμεσοι μεταβολίτες που εμπλέκονται στο μπλοκάρισμα της αλκοολικής ζύμωσης. (Ciani et al., 2008).

## Αλκαλική Ζύμωση

Η αλκαλική ζύμωση πραγματοποιείται όταν η πρωτεΐνη σε ένα τρόφιμο διασπάται σε αμινοξέα και πεπτίδια. Κατά τη διάρκεια της αλκαλικής ζύμωσης, απελευθερώνεται αμμωνία και αυξάνεται το pH. Τα προϊόντα διατροφής που έχουν υποστεί αλκαλική ζύμωση βρίσκονται κυρίως στην Ασία και την Αφρική. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν natto, Thai thua-nao (και kinema–Tai thua-nao), kinema (φτιαγμένο από μαγειρεμένη σόγια), dawadawa (φτιαγμένο από χαρούπια αφρικής), ugba (φτιαγμένο από αφρικανικά φασόλια λαδιού) kawal (φτιαγμένο από φρέσκο φύλλα legale), και ridan (φτιαγμένο από φρέσκα αυγά πουλερικών). Οι αυθόρμητες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται συχνότερα για την παραγωγή τέτοιων τροφίμων, ωστόσο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και καθαρές καλλιέργειες.

## Ζύμωση Γαλακτικού Οξέος

Ζύμωση γαλακτικού οξέος, που συνήθως αναφέρεται ως γαλακτοζύμωση, είναι μια από τις πιο κοινές και εύκολες μεθόδους της συντήρησης τροφίμων στο σπίτι. Η ζύμωση με γαλακτικό οξύ ήταν μια μέθοδος που χρησιμοποιούταν για τη συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων, λαχανικών και κρέατος για παρατεταμένες χρονικές περιόδους πριν από την διαδικασία της ψύξης. Στις μέρες μας η ζύμωση γαλακτικού οξέος χρησιμοποιείται επίσης σε βιομηχανική ζύμωση. Βακτήρια γαλακτικού οξέος όπως ο *Lactobacillus* spp., *lactococci*, *Streptococcus thermophilus* και *leuconostocs* είναι παραδείγματα βακτηρίων γαλακτικού οξέος που έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν τα σάκχαρα σε γαλακτικό οξύ όταν δεν υπάρχει αρκετή ποσότητα οξυγόνου που απαιτούν. Το γαλακτικό οξύ αναστέλλει την ανάπτυξη επακόλουθων και δυνητικά επιβλαβών βακτηρίων άλλων είδος. Δημιουργεί επίσης ευνοϊκές συνθήκες για τη δραστηριότητα της ζύμης, ιδιοκτησία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή κρασιού και μύρας.

Η χημική αντίδραση της ζύμωσης γαλακτικού οξέος είναι η εξής:



Γλυκόζη  $\rightarrow$  γαλακτικό οξύ + διοξείδιο του άνθρακα + ενέργεια (Malo & Urquhart,2015).

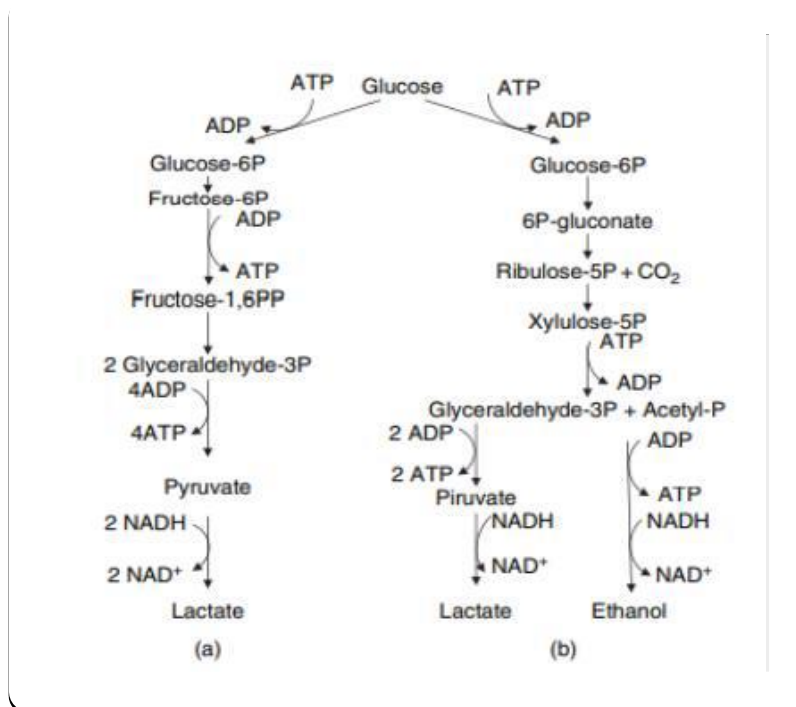
Η ζύμωση του γαλακτικού οξέος διενεργείται από βακτήρια του γαλακτικού οξέος και διφιδοβακτήρια, καθώς και από μερικά είδη *Bacillus*, από ορισμένα πρωτόζωα και μούχλες, και από κάποια κύτταρα του ανθρώπινου σκελετικού μύος όταν αυτά υποβάλλονται σε ακραίες εργασίες υπό την έλλειψη οξυγόνου. Επομένως, ανάλογα με την οδό που χρησιμοποιείται για την οξειδωση της γλυκόζης, η ζύμωση μπορεί να οδηγήσει είτε στην αποκλειστική παραγωγή γαλακτικού οξέος (ομογαλακτική ζύμωση), ή στην παραγωγή γαλακτικού οξέος, αιθανόλης, οξικού οξέος, CO<sub>2</sub>, μυρμηκικού οξέος (ετερολακτική ζύμωση). Η ζύμωση του γαλακτικού οξέος προσδίδει κυρίως την ξινή γεύση των γαλακτοκομικών προϊόντων και χρησιμοποιείται για την παραγωγή γιαούρτης και άλλων ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων όπως για παράδειγμα τυριού, βουτυρογάλακτος και κρέμας γάλακτος. (Ciani et al., 200

### Ομογαλακτική Ζύμωση

Η ομογαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται από βακτήρια που ανήκουν στα γένη *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* και *Pediococcus*, και από ορισμένα είδη του γένους *Lactobacillus*. Όλα αυτά τα βακτήρια μπορούν να μετατρέψουν τη γλυκαντική ουσία (ζάχαρη) κυρίως σε γαλακτικό οξύ, μέσω γλυκόλυσης. Το ένζυμο γαλακτική αφυδρογονάση (LDH) καταλύει το τελευταίο στάδιο αυτής της ζύμωσης. Ειδικότερα, από τη μεταφορά υδρογόνου από NADH σε πυροσταφυλικό, η LDH οδηγεί σε μείωση του πυροσταφυλικού και επαναοξείδωση NADH, με την παραγωγή D- ή L-γαλακτικού. Η ομογαλακτική ζύμωση είναι 2 mol ανά mole οξειδωμένης γλυκόζης. Η ομογαλακτική συμπεριφορά δεν είναι υποχρεωτική, αλλά εξαρτάται από τον τύπο του σακχάρου, τον ρυθμό της γλυκολυτικής ροής και τις συνθήκες ανάπτυξης. Μερικά ομοζυμωτικά βακτήρια μπορεί να καταβολίσουν τη γλυκόζη σε ένα ετεροζυμωτικό βακτήριο, ή την πραγματοποιήσει ζύμωσης μικτού οξέος όταν η γλυκολυτική ροή είναι χαμηλή, με αποτέλεσμα να μειώνεται ή να αυξάνεται η απόδοση ATP ανά mole γλυκόζης, αντίστοιχα.

## Ετερογαλακτική Ζύμωση

Η ετερογαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται κυρίως από βακτήρια των γενών *Leuconostoc*, *Oenococcus* και *Weissella*, και από ετεροζυμωτικούς γαλακτοβάκιλλους. Τα ετεροζυμωτικά βακτήρια δεν πραγματοποιούν γλυκόλυση λόγω της έλλειψης αλδολάσης, ένα ενζύμο το οποίο διασπά τη 1,6-διφωσφορική φρουκτόζη σε 3-φωσφορική γλυκεραλδεΐδη και φωσφορική διυδροξυακετόνη. Η 6-φωσφορική γλυκόζη οξειδώνεται σε 6-φωσφογλυκονικό και ζυμώνεται μέσω της οδού της φωσφοκετολάσης. Τα τελικά προϊόντα αυτής της ζύμωσης είναι γαλακτικό, αιθανόλη και CO<sub>2</sub>, μπορεί επίσης να παραχθεί οξικό. Η απόδοση ATP είναι 1 mol ανά mol γλυκόζης. Επομένως, ο ετερογαλακτικός μεταβολισμός αποδίδει λιγότερη ενέργεια από τον ομογαλακτικό. Επιπροσθέτως μπορεί να πραγματοποιηθεί ετερογαλακτική ζύμωση από προαιρετικά ομοζυμωτικά βακτήρια.



Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση της ομογαλακτικής (α) και ετερογαλακτικής (β) ζύμωσης. Η μείωση του πυροσταφυλικού οξέος οδηγεί στη αναγέννηση του NAD. Πηγή Ciani et al., 2008.

## Παραδοσιακή και Εμπορική Ζύμωση

Η παλαιότερη καταγραφή ζύμωσης χρονολογείται από το 6000 Π.Χ., πολύ πριν ανακαλυφθούν οι μικροοργανισμοί. Σχεδόν κάθε πολιτισμός έκτοτε περιλαμβάνει τουλάχιστον μία μορφή ζύμωμένου φαγητού στη μαγειρική του κληρονομιά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ζύμωση αποτελεί ένα κρίσιμο συστατικό της ασφάλειας των τροφίμων πέρα από τη συντήρηση. Βρέθηκαν συνδέσεις μεταξύ της ζύμωσης των τροφίμων και της ανθρώπινης υγείας από την αρχαία Ρώμη και την Κίνα. Οι καιροί όπως επίσης και οι αιώνες έχουν αλλάξει, το ίδιο και οι τρόποι εισόδου με τους οποίους επεξεργαζόμαστε και συντηρούμε τα τρόφιμα μέσω της ζύμωσης. (Malo & Urquhart,2015)

## Παραδοσιακές καλλιέργειες ζύμωσης και εκκίνησης

Η ζύμωση μπορεί να διεξαχθεί είτε με παραδοσιακές μεθόδους είτε μέσω βιομηχανικής παραγωγής. Πρώιμες μέθοδοι ζύμωσης εμφανίστηκαν σε μικρές παρτίδες και αφορούν την αυθόρμητη ζύμωση από μικροοργανισμούς που υπάρχουν σε ωμά προϊόντα (δηλαδή λαχανικά, φρούτα, γάλα, κρέας και δημητριακά) κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες. Το αποτέλεσμα και η γεύση του προϊόντος που έχει υποστεί ζύμωση στην παραδοσιακή ζύμωση εξαρτάται από την ποιότητα και γκάμα μικροβίων που περιέχεται στη φυσική καλλιέργεια εκκίνησης. Για άλλες διαδικασίες ζύμωσης, ο εμβολιασμός είναι απαραίτητος και μικρό δείγμα προϊόντος που έχει υποστεί ζύμωση προηγουμένως σώζεται και χρησιμοποιείται ως εμβόλιο για νέα πρώτη ύλη. Αυτή η μέθοδος αναφέρεται ως οπισθοδρόμηση επειδή χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στην κατασκευή ορισμένων χειροποίητων τυριών, κομπούχα, προζύμι και ξινολάχανο. (Malo & Urquhart,2015)

## Εμπορική ζύμωση και καλλιέργειες εκκίνησης

Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν οι παραδοσιακές μέθοδοι ζύμωσης, αυτές οι μέθοδοι σε μερικούς πολιτισμούς χρησιμοποιούνται έως και σήμερα. Πλέον όμως μια μεγάλη πλειοψηφία προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση παράγονται με βιομηχανικές τεχνικές. Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι μεταβολίζονται και αλληλοεπιδρούν με πρώτες ύλες δίνουν την

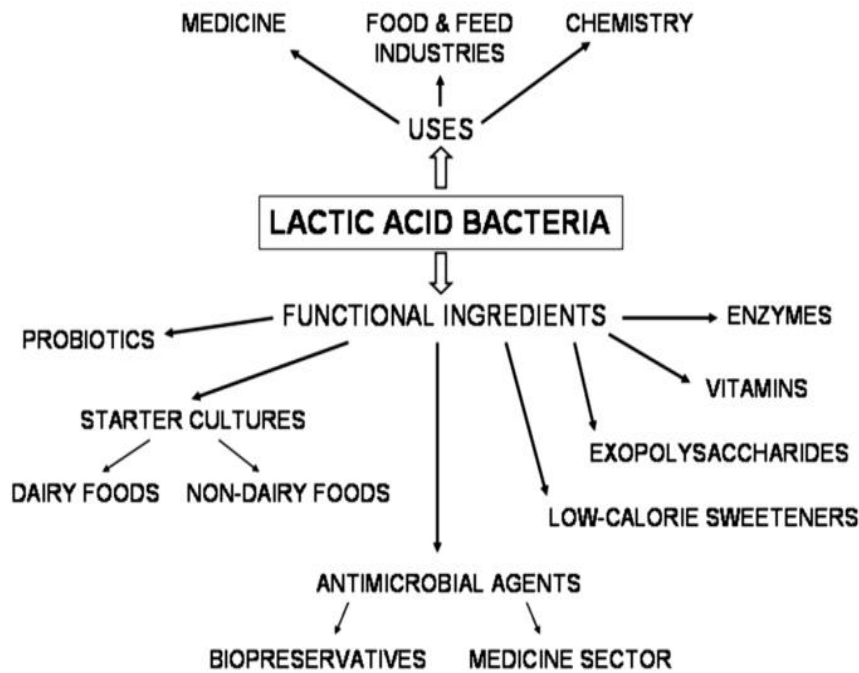
δυνατότητα βελτίωσης των προϊόντων καθώς και των διαδικασιών ζύμωσης που χρησιμοποιούνται. Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα παράχθηκαν τα πρώτα ζυμώμενα τρόφιμα ψωμί , αλκοόλ και ξύδι από αρχαίους πολιτισμούς και έπειτα η διαδικασία οδηγήθηκε στην βιομηχανοποίηση. Ένα αιώνα αργότερα ακολούθησε η ζύμωση κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων. Οι κατασκευαστές σήμερα παίρνουν τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση και μπορούν να της χρησιμοποιήσουν ως έτοιμες για χρήση καλλιέργειες εκκίνησης υψηλής συγκέντρωσης ή μπορούν να πολλαπλασιάσουν τις καλλιέργειες εκκίνησης στο εργοστάσιο παραγωγής. Η απόφαση χρήσης μιας μεθόδου καλλιέργειας εκκίνησης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι παραλλαγές στις εμπορικές καλλιέργειες εκκίνησης περιλαμβάνουν την δεξαμενή εμβολιασμού, τις κατεψυγμένες ή λυοφιλοποιημένες καλλιέργειες ή καλλιέργειες εκκίνησης που παρασκευάζονται με σταθεροποιητές και φορείς γονιδίων. Επίσης βακτήρια γαλακτικού οξέος αποτελούν την πλειοψηφία του όγκου και της αξίας των συγχρόνων καλλιεργειών εκκίνησης. Εμπορική εκκίνηση καλλιέργειας με άμεσο ενοφθαλμισμό έχει ως αποτέλεσμα το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας και ευελιξίας απόδοσης. Υπάρχουν 682 Ζυμώμενα τρόφιμα με χρήση καλλιεργειών εκκίνησης. (Malo & Urquhart,2015).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Γαλακτικά Βακτήρια

Τα είδη των βακτηρίων γαλακτικού οξέος (LAB) ανήκουν στην οικογένεια Lactobacillaceae και αντιπροσωπεύουν τους πιθανούς μικροοργανισμούς που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στα τρόφιμα ζύμωσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Η διαδικασία ζύμωσης γάλακτος έχει βασιστεί στη δραστηριότητα του LAB, όπου πραγματοποιείται μετασχηματισμός γάλακτος σε καλής ποιότητας γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση. Η παρουσία LAB στο ζυμώμενο γάλα μπορεί να οδηγήσει είτε σε αυθόρμητες είτε σε εμβολιασμένες καλλιέργειες εκκίνησης. Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος παίζουν σημαντικό ρόλο στη ζύμωση του γάλακτος για την παραγωγή οξέος εφόσον λειτουργούν ως συντηρητικοί παράγοντες και παράγοντες γεύσης των προϊόντων. Παράγουν επίσης εξωπολυσακχαρίτες που είναι απαραίτητα στο σχηματισμό υφής. Λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες αναφορές για διάφορες ιδιότητες που προάγουν την υγεία καθώς και το γενικά αναγνωρισμένο ως ασφαλές (GRAS) καθεστώς του LAB, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως στην ανάπτυξη νέων γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση. Ο κύριος σκοπός της ζύμωσης του γάλακτος με την χρήση LAB, είναι να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του καθώς και να διατηρήσει τη θρεπτική του αξία (Widyastuti et al., 2014).



*Εικόνα 1: Εφαρμογές οξυγαλακτικών βακτηρίων (Florou-Paneri, 2013).*

### Ιδιότητες Γαλακτικών βακτηρίων

Με βάση τα προαναφερθέν η διαδικασία της ζύμωσης γάλακτος βασίστηκε στη δραστηριότητα των LAB , όπου τα τελευταία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην μετατροπή του γάλακτος ως πρώτη ύλη για να δημιουργηθούν τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση. Στις βιομηχανίες γάλακτος χρησιμοποιούνται διάφορα στελέχη LAB ως καλλιέργειες εκκίνησης. Οι σημαντικότερες ιδιότητες των γαλακτικών βακτηρίων είναι η ικανότητα τους να δημιουργούν γεύση και υφή στο προϊόν, να οξινίζουν το γάλα , όπως επίσης να μετατρέπουν την πρωτεΐνη γάλακτος λόγω των πρωτεολυτικών τους δράσεων. Επιπροσθέτως τα παραπάνω παρέχουν ήπια όξινη γεύση και προσδίδουν ένα ευχάριστο φρέσκο άρωμα στα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως γιαούρτι και τυρί.

## Συντηρητική ιδιότητα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση αποτελούν ευνοϊκά υποστρώματα για την ανάπτυξη μικροοργανισμών που πιθανόν να προκαλέσουν αλλοίωση. Τα πιο γνωστά χαρακτηριστικά των LAB που σχετίζονται με την συντηρητική ιδιότητα τους είναι η ικανότητα παραγωγής οξέος, το οποίο με τη σειρά του εμφανίζει αντιμικροβιακή δράση. Η οξίνιση του γάλακτος προστατεύει το γάλα από μικροοργανισμούς αλλοίωσης καθώς και από τον πολλαπλασιασμό παθογόνων. Τα γαλακτικά βακτήρια απελευθερώνουν επίσης αντιμικροβιακούς μεταβολίτες οι οποίοι ονομάζονται βακτηριοσίνες. Επομένως και τα οξέα και οι βακτηριοσίνες παρέχουν μεγάλες δυνατότητες χρήσης στη συντήρηση τροφίμων, οι οποίες θεωρούνται ως ασφαλή φυσικά συντηρητικά. (Widyastuti et al., 2014)

## Σχηματισμός γεύσης

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία προϊόντων από διάφορα μέρη του κόσμου τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση. Η παραλλαγή μπορεί να οφείλεται είτε στην διαφορετική τεχνολογία που εφαρμόζεται είτε στα στελέχη γαλακτικού οξέος που χρησιμοποιούνται. Το τυρί είναι ένα από τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση και παρουσιάζεται στην αγορά με μεγάλη ποικιλία και έχει την δυνατότητα να ταξινομηθεί βάσει των διαφορετικών κριτηρίων που περιλαμβάνουν την συμβολή των στελεχών LAB στην διαδικασία ωρίμανσης. Μερικά LAB χρησιμοποιούνται πιο συχνά και ο ρόλος τους μπορεί να διακριθεί σε εκκίνητες και μη εκκίνητες συμπεριλαμβανομένων των συμπληρωματικών καλλιεργειών. Ο βασικός ρόλος των καλλιεργειών εκκίνησης είναι η παραγωγή οξέος κατά την κατασκευή τους και η συμβολή στην διαδικασία της ωρίμανσης. Ο σχηματισμός της γεύσης και το χαρακτηριστικό άρωμα μεμονωμένων ποικιλιών τυριού αναπτύσσονται κατά την διάρκεια της διαδικασίας της ωρίμανσης τόσο από γαλακτικά βακτήρια εκκίνησης όσο και από μη. Τα LAB είναι συνεργιστικά για να παράγουν συγκεκριμένη γεύση στα τυροκομικά προϊόντα. Οι πιο κοινές καλλιέργειες LAB που χρησιμοποιούνται στο γιαούρτι είναι ο *Streptococcus thermophilus* και ο *Lactobacillus bulgaricus*.

## Καλλιέργειες Εκκινήτες:

Οι καλλιέργειες εκκίνησης (starter cultures) αποτελούνται από συγκεκριμένα είδη μικροοργανισμών. Οι καλλιέργεια εκκινήτης, αρχικά προστίθεται στο γάλα και έπειτα ακολουθεί η επώαση. Όσο πραγματοποιείται η επώαση τα συστατικά του γάλακτος ζυμώνονται από του μικροοργανισμούς της καλλιέργειας με αποτέλεσμα την παραγωγή του κατάλληλου γαλακτοκομικού προϊόντος. Τα προϊόντα που παράγονται με την διαδικασία αυτή έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, δηλαδή παρουσιάζουν δε μικρή ή μεγάλη διαφοροποίηση σε σχέση με εκείνο το προϊόν που θα παραγόταν εάν το γάλα ζυμωνόταν αποκλειστικά με τους μικροοργανισμούς του.

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή των γαλακτοκομικών προϊόντων, ως καλλιέργειες εκκίνησης, είναι τα βακτήρια, οι ζυμομύκητες, οι μούχλες ή συνδυασμοί όλων αυτών. Από αυτούς τους μικροοργανισμούς οι σημαντικότερη είναι τα βακτήρια και διαδραματίζουν τον κύριο ρόλο (Kouris, 2019).

## Καλλιέργειες εκκίνησης βακτηρίων γαλακτικού οξέος στη τυροκομία

Οι αρχικές καλλιέργειες του LAB μπορεί να είναι είτε μεσόφιλες από τα γένη *Lactococcus* και *Leuconostoc* ή θερμόφιλες από τα γένη *Streptococcus* και *Lactobacillus*. Τα είδη, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus helveticus* μελετώνται εντατικά. Μεταξύ των παραπάνω ειδών το *L. helveticus* εξειδικεύεται σε διάφορα είδη γάλακτος και είναι μέλος των γαλακτοκομικών ειδών. Μερικά προϊόντα του τυριού βασίζονται στο *L. helveticus* που λειτουργεί ως εκκινήτης σε διάφορα τυροκομικά προϊόντα. Είναι επίσης γνωστό ότι *L. helveticus* έχει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ειδικών γευστικών ενώσεων σε ιταλικούς τύπους τυριών. (Widyastuti et al., 2014)

## Καλλιέργειες εκκίνησης βακτηρίων μη γαλακτικού οξέος

Οι καλλιέργειες μη εκκίνησης LAB παίζουν σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση του τυριού. Οι μη εκκινήτες LAB απελευθερώνουν ένζυμα που συμμετέχουν στο μετασχηματισμό του

τυροπήγματος σε τυρί. Ο πληθυσμός των μη εκκινητών LAB είναι ανεξέλεγκτος, έτσι είναι καλύτερο να αναπτυχθούν συγκεκριμένα στελέχη ώστε να διατηρηθεί μια συγκεκριμένη γεύση τυριού. (Widyastuti et al., 2014)

#### Καλλιέργειες εκκίνησης ζυμομυκήτων:

Οι ζύμες χρησιμοποιούνται ως εκκινητές για την παρασκευή τυριών, όπως για παράδειγμα το Tilsiter, το Reblochon, το Limburger και το Cheddar. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμώμενων γαλάτων όπως το κεφίρ και το κούμης. (Kouris, 2019)

#### Καλλιέργειες Εκκίνησης από μούχλες:

Οι μούχλες χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες εκκίνησης για την παρασκευή τυριών, όπως Gorgonzola, και το Camembert. Επίσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζυμώμενων γαλάτων όπως το villi. (Kouris, 2019)

#### Ανάπτυξη υφής ζυμωμένων προϊόντων

Η γιαούρτη είναι ένα προϊόν γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση και έχει μαλακή και παχιά υφή σε σύγκριση με αυτό της πρώτης ύλης του, δηλαδή του γάλακτος. Το ήπιο οξύ με ευχάριστη φρέσκα γεύση υποστηρίζει τα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού ως ένα εξαιρετικό προϊόν γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση. Η υφή του γιαουρτιού εξαρτάται από την παραγωγή εξωπολυσακχαριτών (EPS), οι οποίοι έχουν τον ρόλο του παράγοντα ιξώδους, που παράγεται από τα LAB. Επίσης η υφή εξαρτάται από την πήξη. Το EPS παράγεται από μερικά από τα LAB, ανάλογα με το στέλεχος. (Widyastuti et al., 2014)

#### Η βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων στην υγεία

Υπάρχει υψηλή ζήτηση των γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση. Τα βιοενεργά πεπτίδια που προκύπτουν από την υδρόλυση της καζεΐνης στο γάλα που παράγεται από το *L. helveticus* έχουν αναθεωρηθεί και έδειξαν την αντιυπερτασική, ανοσοτροποποιητική δράση, αντικαρκινική ικανότητα και την δεσμευτική ικανότητα του ασβέστιου. Το *L. helveticus* είναι γνωστό ως ένα από τα LAB που διαθέτει αποτελεσματικό πρωτεολυτικό

σύστημα. Τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα αναφέρεται ότι συμβάλλουν στην ανθρώπινη υγεία μέσω αρκετών μηχανισμών LAB. Τα τελευταία βρίσκονται στην πρώτη θέση των οργανισμών και αναφέρονται ως είδη που χρησιμοποιούνται στα προβιοτικά παρασκευάσματα. Το LAB, γενικά, έδειξαν ότι κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος των απαιτήσεων για τα στελέχη που πρέπει να ονομάζονται προβιοτικά. (Widyastuti et al., 2014)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Κατηγορίες Ζυμώμενων Γαλάτων

Οι Κυριότερες κατηγορίες ζυμωμένων γαλάτων:

Προϊόντα από μεσόφιλα οξυγαλακτικά βακτήρια: στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα οξυγαλακτικά βακτήρια των ειδών *Lactococcus lactis spp.* και *Leuconostoc spp.* Ο ρόλος των μεσόφιλων αυτών είναι η παραγωγή βακτηρίων μέσω της ζύμωσης των κιτρικών. Χαρακτηρίζονται από ένα τόνο αρώματος διακετυλίου, έχουν ένα ήπιο όξινο Flavor, η υφή τους είναι λεία και το ιξώδες τους υψηλό. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

1. το βουτυρόγαλα και το ξινόγαλα εμπορίου. Επιπροσθέτως η κρέμα γάλακτος ή ξινή κρέμα αποτελούν χαμηλής οξύτητας ζυμώμενα γάλατα. (Kouris, 2019).
2. Προϊόντα από θεرمόφιλα οξυγαλακτικά βακτήρια: Στα προϊόντα αυτά οι εκκινητές που χρησιμοποιούνται ανήκουν στο είδος *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως γιαούρτι, βουλγαρικό βουτυρόγαλα και το αϊράνι. Για την παρασκευή γιαουρτιού χρησιμοποιείται μίγμα και των δύο παραπάνω μικροοργανισμών, σε αντίθεση με το βουλγαρικό βουτυρόγαλα το οποίο χρησιμοποιεί ως εκκινητή μόνο το *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. (Kouris, 2019)
3. Προϊόντα ζυμώμενων γαλάτων που περιέχουν θεραπευτικά ή προβιοτικά βακτήρια: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα γαλακτοκομικά προϊόντα Acidophilus milk και Yakult. Η καλλιέργεια εκκίνησης για το Acidophilus milk είναι το οξυγαλακτικό βακτήριο *Lactobacillus acidophilus* ενώ για την παραγωγή του ζυμωμένου γάλακτος Yakult χρησιμοποιείται το οξυγαλακτικό βακτήριο *Lactobacillus casei subsp. casei*. (Kouris, 2019)
4. Προϊόντα που οφείλονται σε συνδυασμό οξυγαλακτικών βακτηρίων, μη οξυγαλακτικών βακτηρίων και ζυμομυκήτων: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα προϊόντα κεφίρ, κούμης, και το acidophilus yeast milk. Το κεφίρ αποτελεί ένα όξινο προϊόν το οποίο περιέχει μικρές ποσότητες αλκοόλης, οπότε οι καλλιέργειες εκκίνησης που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του ανήκουν στα γένη *Lactobacillus*,

*Leuconostoc*, *Lactococcus* και *Acetobacter*. Επιπροσθέτως, οι ζύμες που ζυμώνουν την λακτόζη είναι *Kluyveromyces marxianus* ενώ *Saccharomyces unisporus*, *S. cerevisiae* και *S. exingus*. που δεν την ζυμώνουν. Το κούμις αποτελεί ένα όξινο ζυμώμενο γάλα που περιέχει και αυτό ποσότητες αλκοόλης, οπότε οι εκκινητές που χρησιμοποιούνται ανήκουν στα είδη *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Saccharomyces lactis* και *Kluyveromyces marxianus*. Το ποτό αυτό περιέχει υψηλό ποσοστό CO<sub>2</sub>, το οποίο συμμετέχει στο flavor και στην δημιουργία αφρού. Τέλος το acidophilus yeast milk είναι ένα προϊόν με υψηλό ιξώδες και με ήπια όξινη γεύση, η καλλιέργειες εκκίνησης που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του είναι το οξυγαλακτικό βακτήριο *Lactobacillus acidophilus* και το ζυμομύκητα *Saccharomyces lactis* (Kouris, 2019).

## Προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση

### A) ΤΥΡΙ

Η τυροκομία στην Ελλάδα καταγράφει μια μακραίωνη παράδοση. Ο Όμηρος τον 8<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. στο έργο του, την Οδύσσεια, περιγράφει το βοσκό-τυροκόμο, γνωστό ως Πολύφημο, το 12<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., καθώς και τα τυριά του. Ο Διόδωρος (Διόδωρος Σικελιώτης, 1<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.), ο Έλληνας ιστορικός, με καταγωγή από τη Σικελία, έγραψε ότι ο Αρισταίος, γιος του Απόλλωνα και εγγονός του Δία, ο οποίος είχε μάθει την τέχνη της τυροκομίας από τις νταντάδες του, τις νύμφες, στάλθηκε από τους θεούς στον Όλυμπο για να διδάξει στους Έλληνες την τέχνη της. Έχοντας λοιπόν, ως δεδομένη την αξία του τυριού ως βασική τροφή, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν το τυρί ως μια 11 θεϊκή εφεύρεση και δώρο για τον άνθρωπο. Το τυρί όπου ο Όμηρος περιέγραψε, φαίνεται ότι είναι δυνατόν να αποτελεί τον πρόγονο του τυριού "φέτα" και είναι το κύριο τυρί που παρασκευάζεται στην Ελλάδα από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Στο μεταξύ, διάφορα είδη και ποικιλίες τυριών, εξελίχθηκαν μέσα στους αιώνες, έτσι ώστε σε κάθε εποχή μέχρι και σήμερα, σχεδόν σε κάθε νησί, να έχει τις δικές του μοναδικές παραδόσεις στην παρασκευή τυριών. Σήμερα, πολλά παραδοσιακά τυριά παρασκευάζονται σε ολόκληρη την Ελλάδα. Μερικά από αυτά, είναι στην πραγματικότητα της ίδιας ποικιλίας τυριού, έχουν κάπως διαφορετική τεχνολογία ή ενδεχομένως και την ίδια τεχνολογία, παρόλο που είναι γνωστά με διαφορετικά ονόματα. Είκοσι από αυτά, είχαν αναγνωριστεί ως τυριά ΠΟΠ (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης) και υπάρχουν και άλλα, περιμένοντας για την αναγνώρισή τους. Ως



ένα σύνολο, τα ελληνικά παραδοσιακά τυριά θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν, ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους, όπως: τυριά άλμης, Μαλακά τυριά, Ημίσκληρα τυριά, Σκληρά τυριά, Τυριά τυρογάλακτος (Ζερφυρίδης, 2001).

Ζερφυρίδης Κ.Γ, (2001), Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος, 2η έκδοση, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη(βιβλιογραφία)

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία τα τυριά είναι προϊόντα ωρίμανσης του πήγματος, απαλλαγμένα από τυρόγαλα στον επιθυμητό κάθε φορά βαθμό και τα οποία παρασκευάστηκαν με την επενέργεια πυτιάς ή άλλων ενζύμων που δρουν ανάλογα σε γάλα (νωπό ή παστεριωμένο) ή σε μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα ή σε μίγματα αυτών ή και σε μίγματα αυτών με κρέμα γάλακτος (αφρόγαλα). (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017)

Πέραν της σκληρότητας και την ωρίμανσης, υπάρχουν διάφορες μεταχειρίσεις, που γίνονται στο τυρόπηγμα, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την μεγάλη ποικιλομορφία των τυριών που υπάρχουν στην αγορά. Ορισμένες κατηγορίες τυριών με ειδικά χαρακτηριστικά είναι οι παρακάτω:

- Πλαθόμενα τυριά: αυτή η ορολογία και τεχνολογία συνδέεται συνήθως με αρκετά ιταλικά τυριά. Πριν σχηματιστεί, η τυρομάζα ζυμώνεται σε ζεστό νερό ή άλμη. Τέτοια τυριά είναι η Mozzarella, το Provolone και το Κασέρι.
- Τυριά τυρογάλακτος: τα τυριά αυτά παρασκευάζονται από τυρόγαλα, είναι δυνατή και η προσθήκη γάλακτος ή κρέμας ως πρόγαλα. Γίνεται θέρμανση και όξυνση παράγοντας έτσι Μυζήθρα, Ανθότυρο, Μανούρι και Ricotta, ή αλλιώς γίνεται συμπύκνωση παράγοντας έτσι Σκανδιναβικά τυριά όπως το Brunost.
- Τυριά άλμης: είναι συνήθως μαλακά τυριά τα οποία ωριμάζουν και διατηρούνται σε άλμη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα τυριά Φέτα και ο Τελεμές.
- Τυριά με εμφανή ανάπτυξη μικροοργανισμών: σε αυτά τα τυριά δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες, ώστε να αναπτυχθούν μύκητες ή βακτήρια στην επιφάνειά τους (Camembert, Brie, Limburger) ή στο εσωτερικό τους (Roquefort, Gorgonzola). Οι περισσότεροι μύκητες που χρησιμοποιούνται ανήκουν στο γένος *Penicillium*, συνήθως

όμως υπάρχει ανάμικτη χλωρίδα. Ενώ το πιο γνωστό βακτήριο που συναντάται στα περισσότερα από τα τυριά της κατηγορίας αυτής είναι το *Brevibacterium linens*.

- Ανακατεργασμένα τυριά: χαρακτηρίζονται τα τυριά τα οποία παρασκευάζονται με άλεση, ανάμειξη, τήξη και γαλακτοματοποίηση διαφόρων ειδών τυριών με θέρμανση και προσθήκη γαλακτοματοποιητών με ή χωρίς την προσθήκη προϊόντων γάλακτος και/ή άλλων τροφίμων. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως από 70°C-90°C για 3-4 λεπτά ή στους 130 °C-145 °C για μερικά δευτερόλεπτα. (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017)

## B) ΓΙΑΟΥΡΤΗ

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα έχουν καταγραφεί σχετικά λεπτομερείς βιβλιογραφικές αναφορές για την παρασκευή και τα χαρακτηριστικά της γιαούρτης στη χώρα μας. Το 1908, ο καθηγητής Μενάρδος, αμφισβήτησε την προσπάθεια του γνωστού Βούλγαρου επιστήμονα Μβϊοίτηϊβϊί, να εμφανίσει τη γιαούρτη ως βουλγαρικό προϊόν. Αρκετοί συγγραφείς συνδέουν την προέλευση της γιαούρτης με την Ασία και άλλοι με τα Βαλκάνια. Τούρκοι νομάδες φαίνεται να έχουν παίξει σημαντικό-καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωσή της. Στη χώρα μας, η περιγραφή του τρόπου παρασκευής, γίνεται από τον Τζουλιάδη το 1936 και από τον Ζυγούρη αντίστοιχα το 1939. Το γάλα που χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή της γιαούρτης στη χώρα μας, ήταν το πρόβειο, το οποίο θεωρείτο και το καταλληλότερο για την παρασκευή της. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα ετών, μεγάλες και σημαντικές εξελίξεις σημειώθηκαν στην τεχνολογία, τα χαρακτηριστικά και τη θρεπτική της αξία, όχι μόνο διεθνώς αλλά και στη χώρα μας. Η κατανάλωση γιαούρτης έχει αυξηθεί αρκετά και η παρασκευή της από αγελαδινό γάλα έχει πλέον καθιερωθεί με στέρεες βάσεις. Η παραδοσιακή μαγιά αντικαταστάθηκε σταδιακά από επιλεγμένες καλλιέργειες, που τα τελευταία χρόνια μπορεί να περιέχουν και προβιοτικούς μικροοργανισμούς πέραν των γνωστών που είχαν καθιερωθεί για την παρασκευή της γιαούρτης. Αξιοποιώντας στο έπακρο τα πλεονεκτήματα που έχει η ομογενοποίηση του γάλακτος, έπειτα διαδόθηκε και η γιαούρτη χωρίς πέτσα. Ειδικά επιδόρπια παρασκευάζονται με βάση τη γιαούρτη με την ανάμειξη φρούτων και καλύπτουν διαφορετικές προτιμήσεις μεγάλου μέρους των καταναλωτών. (Χρ. Κεχαγιάς, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, ΤΕΙ-Αθήνας)( Η Γιαούρτη μέσω της ελληνικής ιστορίας και παράδοσης)

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

### Κεφίρ

Το κεφίρ παράγεται με την προσθήκη κόκκων κεφίρ. Οι κόκκοι κεφίρ ξεκινούν τη ζύμωση και αποτελούν μια συμβιωτική καλλιέργεια βακτηρίων και ζυμομυκήτων που έχουν ενσωματωθεί σε μια μήτρα πολυσακχαρίτη που ονομάζεται κεφιράνη. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, τα LAB μετατρέπουν τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ προκαλώντας πρωτεόλυση γάλακτος, και βακτήρια ζύμης λακτόζης και οξικού οξέος (AAB) παράγουν CO<sub>2</sub>, αλκοόλη και οξικό, αντίστοιχα για την αναβράζουσα και όξινη γεύση του τελικού προϊόντος μαγιάς. (Pereira et al., 2020 ; Narvhus & Abrahamsen, 2021)

### Κουμίσ (γάλα φοράδας που έχει υποστεί ζύμωση)

Το Koumiss, γνωστό και ως airag, chige, chigo ή arrag, είναι ένα αρχαίο προϊόν ζύμωσης με γαλακτική μαγιά που καταναλώνεται σε Μογγολία, Κίνα και Ρωσία. Παραδοσιακά, το κουμίσ παρασκευάζεται με γάλα φοράδας. Είναι μια διαδικασία όπου μια μικρή ποσότητα από προηγούμενη παραγωγή κούμινς χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την επόμενη παρτίδα ζύμωσης. Η ζύμωση γίνεται σε ξύλινα βαρέλια, δοχεία από δέρμα ζώων, τεφροδόχοι ή πορσελάνη, από 1 έως 3 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (20 C). Για να επιτευχθεί η ζύμωση πρέπει η μάζα να χτυπηθεί ή ανακατευτεί με ξύλινο ραβδί για να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη ανάμειξη και γρήγορη ζύμωση. Η μικροχλωρίδα που απομονώθηκε από το κουμίσ αποτελείται από LAB, AAB και μαγιά, συμπεριλαμβανομένου του *Lb. helveticus*, *Lb. kefiranofaciens*, *Acetobacter pasteurianus*, *Kluyveromyces marxianus* και *Saccharomyces cerevisiae*. (Pereira et al., 2020 ; Narvhus & Abrahamsen, 2021)

### Ντάι

Το Νται (Dahi) το οποίο παράγεται σε χώρες όπως Ινδία, Μπουτάν, Μπαγκλαντές, Νεπάλ και Πακιστάν είναι ένα δημοφιλές ρόφημα γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση. Η ζύμωση του Νται γίνεται σε πήλινα δοχεία, με την χρήση βακτηρίων του γαλακτικού οξέος. Η ζύμωση διαρκεί 1-2 ημέρες και το τελικό προϊόν που προκύπτει έχει ένα χαρακτηριστικό καφέ χρώμα και γεύση με καραμελωμένα χαρακτηριστικά που προέκυψαν από την έντονη θέρμανση

του γάλακτος πριν από τη ζύμωση. Το Dahi είναι ένα έτοιμο προς κατανάλωση ποτό αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων ζύμωσης (π.χ. gheu, mohi, chhurpi). Έρευνες που αφορούν την καλλιέργεια κατέδειξαν ότι η ζύμωση dahi διέπεται από φορτίο LAB από 6,6 έως 8,4 log CFU/g . Το Ntai ομοιάζει με το γιαούρτι, ωστόσο εμφανίζεται με τοπικές παραλλαγές.

Το *bovis* αναφέρθηκε ως το κυρίαρχο είδος στο Μπαγκλαντές, ενώ ο *E. faecalis* απομονώθηκε σε μεγαλύτερους αριθμούς από δείγματα ντάχι στην Ινδία . Με τον ίδιο τρόπο έγινε και η εφαρμογή του NGS, όπου αναφέρθηκαν διαφορετικά κυρίαρχα είδη, όπως το *Lc. lactis* ή ο *A. pasteurianus* που κυριαρχούν σε δείγματα ντάχι στην Ινδία, και *Lactobacillus* sp. που κυριαρχούν στο Μπαγκλαντές. Επιπλέον, το NGS αποκάλυψε πολλά δευτερεύοντα είδη που δεν ανιχνεύθηκαν με καλλιέργεια, συμπεριλαμβανομένων των *Acinetobacter*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* και *Micrococcaceae*. (Pereira et al., 2020 ; Narvhus & Abrahamsen, 2021)

#### Κουρούτ (Kurut)

Το Κουρούτ είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που έχει υποστεί ζύμωση και εντοπίζεται κυρίως στην βορειοδυτική Κίνα. Για την παρασκευή του χρησιμοποιείται qula—ένα παραδοσιακό προϊόν που παρασκευάζεται με απολίπανση, οξίνιση και ξήρανση του γάλακτος γιακ (yak) στον αέρα. Το Yak είναι ένα μακρυμάλλικο βοοειδές που απαντάται σε όλη την περιοχή Ιμαλαΐων της Νότιας Κεντρικής Ασίας, στο οροπέδιο του Θιβέτ, στη Μογγολία και στη Ρωσία. Το γάλα αυτό είναι ένα ιδιαίτερα θρεπτικό προϊόν, πλούσιο σε λιπαρά, πρωτεΐνες, βασικά μέταλλα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Η ζύμωση, η γεύση και η συντήρηση του κουρούτ εξαρτώνται έντονα από το φυσική μικροχλωρίδα του γάλακτος. Το γάλα γιακ συνήθως ζυμώνεται στους 4 έως 15 C για 12 έως τις 36 ώρες .

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο της καλλιέργειας, το 2009 εντοπίστηκε το *Lb. fermentum* ως το κυρίαρχο είδος στο θιβέτ. Μελέτες NGS (Next Generation Sequence) επιβεβαίωσαν το *Lactobacillus* ως το κυρίαρχο γένος. Ο γαλακτοβακίλλος παίζει σημαντικό ρόλο στη γεύση του κουρούτ απελευθερώνοντας τις πτητικές βενζαλδεΐδες, την 2,3-πεντανοδιόνη, την αιθανόλη και τον οξικό αιθυλεστέρα. (Pereira et al., 2020)

## Βουτυρόγαλα

Το βουτυρόγαλα είναι η υδατική φάση που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της ανάδευσης της κρέμας κατά τη διαδικασία παρασκευής βουτύρου. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνη, λακτόζη και μέταλλα, επίσης είναι χαμηλό σε λιπαρά. Αυτό το πολύτιμο υποπροϊόν χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως υπόστρωμα για την παραγωγή ζυμωμένου βουτυρόγαλακτος στη Βόρεια Αιθιοπία, Ινδία, σε χώρες της Ασίας και ΗΠΑ. Το βουτυρόγαλα που έχει υποστεί ζύμωση μπορεί να ταξινομηθεί ως καλλιεργημένο ή φυσικό ρόφημα. Το καλλιεργημένο αυτό προϊόν κατασκευάζεται με προσθήκη εμπορικών στελεχών όπως για παράδειγμα *Lc. Lactis ssp. Lactis*, *Lc. Lactis ssp. Cremoris*, *Leu. Mesenteroides ssp. Cremoris*, *S. lactis*, *Lc. lactis ssp. lactis biovar.*, αντίθετα το βουτυρόγαλα που έχει υποστεί φυσική ζύμωση, παρασκευάζεται προσθέτοντας το τυρόπηγμα της προηγούμενης ημέρας ως εμβόλιο στο αγελαδινό γάλα, που έχει υποστεί ζύμωση όλη τη νύχτα σε θερμοκρασία δωματίου 32 C, και τελικά αναδεύεται.

Ο *Lb. plantarum* αναφέρεται ως το κύριο είδος βουτυρογάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση από τη Βόρεια Αιθιοπία. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2013 από τον Jayashree ήταν η μόνη που χρησιμοποίησε την NGS (Next Generation Sequence) σε βουτυρόγαλα που έχει υποστεί ζύμωση. Αξιολογώντας δείγματα από την Κίνα με πυροσυσχέτιση, οι συγγραφείς βρήκαν πως ο *Lb. delbruecki* αποτελεί το κυρίαρχο είδος, ενώ υπήρχαν και άλλα θερμοφιλά στελέχη. Ο προσδιορισμός πυροαλληλουχίας των ενισχυτικών rDNA αποκάλυψε επίσης μικροοργανισμούς που ποτέ δεν είχαν συσχετιστεί με ζύμωση τροφίμων παλαιότερα, συμπεριλαμβανομένων των *Methylobacterium populi*, *M. radiotolerans*, *Ralstonia solanacearum*, *Synechocystis sp.*, και *Thermoanaerobacter sp.* (Pereira et al., 2020 ; Narvhus & Abrahamsen, 2021).

## Ταράγκ (Tarag)

Το Ταράγκ (Tarag) είναι ένα αγελαδινό γάλα που έχει υποστεί ζύμωση και παράγεται με την μέθοδο οπισθοδρόμησης. Είναι ένα προϊόν που καταναλώνεται στη Μογγολία και την Κίνα. Σε αντίθεση με άλλα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, το tarag απαιτεί ζύμωση τουλάχιστον 5 ημερών για να επιτευχθεί η επιθυμητή οξύτητα, ο αλκοολικός βαθμός, και τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά. Στα πλείστα δείγματα tarag που προέρχονταν από τη Μογγολία και την Κίνα, οι μικροοργανισμοί *Lb. helveticus* και *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* ανακτήθηκαν με μεθόδους καλλιέργειας. Τα κυρίαρχα αυτά είδη επιβεβαιώθηκαν μετέπειτα

από την πυροαλληλουχία του γονιδίου rDNA. Τα αποτελέσματα του NGS έδειξαν επίσης ότι η βακτηριακή ποικιλομορφία στρωματοποιήθηκε ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή. Για παράδειγμα, δείγματα ταράγκ από την Εσωτερική Μογγολία εμφάνισαν υψηλό αριθμό μικροοργανισμών της *Lb.kefiri*, *Lb.capillatus* και *Lb.kefirofaciens*, ενώ δείγματα από επαρχίες της Κίνας έδειξαν την κυριαρχία των μικροοργανισμών *Lb.helveticus* και *Lb.delbrueckii* ssp. *Bulgarius*. Τέλος, αρκετές βακτηριακές ομάδες που δεν είχαν προηγουμένως απομονωθεί από ταράγκ, ταυτοποιήθηκαν με την μέθοδο της πυροσυσχέτισης, συμπεριλαμβανόμενων των *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia* και *Salmonella*. (Pereira et al., 2020)

### Χοόρμογκ (Khoormog)

Το Χοόρμογκ (Khoormog) είναι ένα παραδοσιακό ποτό που έχει υποστεί ζύμωση, το ποτό αυτό προέρχεται από την Μογγολία και είναι φτιαγμένο από ωμό γάλα καμήλας. Η ζύμωση γίνεται αυθόρμητα σε ένα ξύλινο βαρέλι ή τσάντα από δέρμα αγελάδας. Σύμφωνα με την μελέτη μικροβιώματος που πραγματοποιήθηκε από τον Oki το 2014 ήταν η πρώτη μικροβιολογική αναφορά για το χοόρμογκ (khoormog). Η πυροαλληλουχία των σημασμένων ενισχυτών γονιδίου 16S rRNA αποκάλυψε ότι ο πληθυσμός των βακτηρίων ήταν παρόμοιος με το айраг. Σύμφωνα με μια έρευνα μικροβίων για το χοόρμογκ διαπιστώθηκε πως κυριαρχούσε το γένος *Lactobacillus*, και κυρίως το *Lb. Kefiranofaciens*, έπειτα το *Lb. helveticus* και *Lb. Kefiri*. Βρέθηκαν όμως και άλλα μικρά βακτήρια συμπεριλαμβανομένου του *Lc. lactis*, *Brevundimonas nasdae* και *A.pasteurianus*. Το *Lb.kefiranofaciens* απομονώθηκε για πρώτη φορά από κόκκους κεφίρ 1988, το οποίο στη συνέχεια βρέθηκε σε διάφορα άλλα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ωστόσο, αυτό το βακτήριο δεν έχει βρεθεί ποτέ ως κυρίαρχο σε κάποιο άλλο ζυμώμενο προϊόν εκτός από τους κόκκους κεφίρ. Το *Lb. Kefiranofaciens* είναι ένα αυστηρά αναερόβιο βακτήριο γνωστό για την αυτοσυσσωμάτικη του ικανότητα. Αυτό το χαρακτηριστικό παρέχει προστασία έναντι του στρες από περιβαλλοντικούς παραγόντες, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας και του διαθέσιμου οξυγόνου, κατά την ζύμωση του γάλακτος. Τέλος, η κυρίαρχη παρουσία του *Lb. kefiranofaciens* ενδέχεται να σχετίζεται με την παρουσία του *Lb. kefiri* κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, αφού υπάρχει συνεργασία των δύο αυτών ειδών. (Pereira et al., 2020)

#### Lait caill

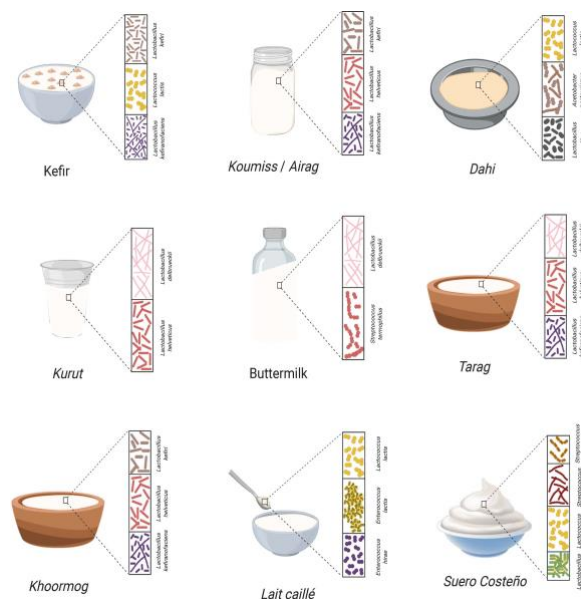
Το Lait caill είναι ένα εθνικό ποτό που παράγεται από τον λαό Fulani από χώρες της υποσαχάριας, Μπουρκίνα Φάσο και Σενεγάλη, με αυθόρμητη ζύμωση του αγελαδινού γάλακτος . Το lait caill παρασκευάζεται με οικιακή παραγωγή και θεωρείται ως «ατελής» μέθοδος οπισθοδρόμησης, όπου πρώτα το αγελαδινό γάλα θερμαίνεται σε δοχεία αλουμινίου και στη συνέχεια μεταφέρεται σε πήλινα αγγεία (*lahals* ), κολοκυθάκια ή καλαμπασάκια. Η ζύμωση διεξάγεται αυθόρμητα για περίοδο 1-3 ημερών. Τα κύρια είδη που απομονώθηκαν από τη διαδικασία ζύμωσης του προϊόντος αυτού περιλαμβάνουν τους μικροοργανισμούς *Enterococcus shirae*, *E.lactis* και *Lc.lactis* , όπως επίσης και πληθυσμούς *Lactobacillus*, *Weissella*, *Leuconostoc* και *Pediococcus*. Η σύνθεση αυτή μοιάζει με το κανονικό γιαούρτι, το οποίο είναι προϊόν ελεγχόμενης ζύμωσης γάλακτος από δύο είδη ( *Lb. delbrueckii* ssp *bulgaricus* και *S. thermophilus* ) των ίδιων δύο βακτηριακών γενών. Ωστόσο, αρκετά γένη συσχετίστηκαν σε σχετικά υψηλές αφθονίες, συμπεριλαμβανομένων των *Lactococcus*, *Weissella*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Vagococcus*, *Pediococcus*, *Acetobacter*, *Acinetobacter enterobacteria* *Escherichia/Shigella*. Επιπλέον, με βάση τη ανεξέλεγκτη φύση της ζύμωσης, πάνω από 100 ελάσσονες αναφέρθηκαν βακτηριακά γένη, συμπεριλαμβανομένων των *Kocuria* και *Bifidobacterium*. (Pereira et al., 2020)

#### Suero costeño

Το suero costeño είναι προϊόν γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση , παράγεται από τους ανθρώπους της κολομβιανής ακτής της Καραϊβικής. Παράγεται αυθόρμητα με γηγενείς μικροοργανισμούς από τα δοχεία ζύμωσης καλαμπάς(calabash) ή πλαστικά δοχεία. Το suero costeño παράγεται από το ωμό αγελαδινό γάλα με μικροοργανισμούς που περιέχονται στο περιβάλλον, ή με οπισθοδρομικό εμβολιασμό γάλακτος με 30% (v/v) της προηγούμενης επιτυχούς ζύμωσης. Ο ορός γάλακτος σχηματίζεται κατά τη διάρκεια 24 ωρών ζύμωσης αφαιρείται, με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να έχει χαρακτηριστικά σαν της ξινή κρέμα γάλακτος. Τα ιδιόρρυθμα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του *suero costeño* είναι αποτέλεσμα συνδυασμού πολλών παραγόντων, όπως η θερμή θερμοκρασία της Καραϊβικής, η οποία κυμαίνεται στους 30°C, η υγρασία του περιβάλλοντος η οποία είναι αρκετά υψηλή είναι δηλαδή μεγαλύτερη από 74% και οι τοπικοί μικροοργανισμοί. Η ζύμωση διεξάγεται κυρίως από γαλακτικά βακτήρια όπως *Lb. plantarum*, *Lb. paracasei* και από μικρότερους πληθυσμούς ζυμών, μεσόφιλων αερόβιων βακτηρίων και εντεροβακτηρίων.

Το 2017 διεξήχθη μία μελέτη από τον Motato, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Illumina MiSeq, ανέφερε ότι τα κυρίαρχα γένη είναι τα *Lactobacillus* και *Streptococcus* και 12 άλλα επιπλέον βακτήρια. Είναι αξιοσημείωτο ότι μια σχετική υψηλή συχνότητα εμφάνισης *Aeromonas* (10%) και παρουσία άλλων τοξινών βακτηρίων (*Escherichia/Shigella*) βρέθηκαν στο *siero costeño* που παράγεται μέσω οπισθοδρόμησης. Με βάση την τελευταία τεχνική, μέρος μιας προηγούμενης ζύμωσης ανακτάται, επαναχρησιμοποιείται και καλλιεργείται. Υπάρχει το ενδεχόμενο να υποτεθεί ότι η οπισθοδρόμηση μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία και εξάπλωση καλά προσαρμοσμένων παθογόνων βακτηρίων στο *siero costeño*. Τέλος, η μελέτη του Motato αποκάλυψε για πρώτη φορά πως τα *Bifidobacterium* και άλλα σημαντικά γένη όπως *Lactococcus* και *Leuconostoc* που περιέχονται στο *siero costeño* συνεισφέρουν βαθιά σε αυτή την περίεργη ζυμωτική διαδικασία. (Pereira et al., 2020)

Εικόνα 5: Αναπαράσταση των κυρίαρχων βακτηριακών ομάδων, δημοφιλών γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση. (Pereira et al., 2020)





## Κεφάλαιο 5

### Ορισμός των προβιοτικών οργανισμών

Με τον όρο προβιοτικό, εννοείται "για τη ζωή", ο όρισμος αυτός προέρχεται από την ελληνική γλώσσα. Η έννοια αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Lilly και τον Stillwell το 1965 για να περιγράψουν «ουσίες που εκκρίνονται από έναν μικροοργανισμό που διεγείρει την ανάπτυξη ενός άλλου» και έτσι συγκρίθηκε με τον όρο αντιβιοτικό. Ο όρος προβιοτικό στη συνέχεια εφαρμόστηκε και σε άλλα άτομα και έτσι απέκτησε ένα γενικότερο νόημα. Το 1971 ο Sperti εφάρμοσε τον όρο σε εκχυλίσματα ιστών που διεγείρουν την μικροβιακή ανάπτυξη. Έπειτα Ο Parker ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο προβιοτικό με την έννοια που χρησιμοποιείται σήμερα. Ο τελευταίος όρισε τα προβιοτικά ως «οργανισμούς και ουσίες που συμβάλλουν στη μικροβιακή ισορροπία του εντέρου». Στις μέρες μας δεχθήκαμε τον ορισμό της Παγκόσμιας Υγείας Οργανισμός (ΠΟΥ). (Georgieva et al., 2014)

Αναλυτικότερα προβιοτικά ορίζονται οι ζωντανοί μικροοργανισμοί, οι οποίοι όταν χορηγηθούν σε ικανοποιητικές ποσότητες, τότε προσφέρουν διάφορα οφέλη στην ανθρώπινη υγεία. Τα προσφερόμενα οφέλη στην υγεία οφείλονται σε συγκεκριμένα προβιοτικά στελέχη των ακόλουθων γενών: *Lactobacillus* sp. (*L.acidophilus*, *L.casei*), *Bifidobacterium* sp., *Streptococcus thermofiles*, *Bacillus coagulans*, *Escherichia coli*, *Saccharomyces*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*. Όλα τα παραπάνω είναι πολύ ευεργετικά στις μέρες μας και λειτουργούν ως θεραπευτικά υποστηρικτικά. Επιπροσθέτως μια πιθανή λύση για την διόρθωση της δυσβολίας είναι η κατανάλωση προβιοτικών.

Τα προβιοτικά ορίζονται συνήθως ως μικροβιακά συμπληρώματα διατροφής με ευεργετικά αποτελέσματα στους καταναλωτές. Τα περισσότερα προβιοτικά ανήκουν στην ομάδα των οργανισμών που αναφέρονται ως βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ και καταναλώνονται συνήθως με τη μορφή γιαουρτιού ή γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση. Οι ευεργετικές επιδράσεις της κατανάλωσης βακτηρίων γαλακτικού οξέος

περιλαμβάνουν: (i) ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, (ii) βελτίωση της υγείας του εντερικού σωλήνα, (iii) ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών, (iv) μείωση του κινδύνου ορισμένων τύπων καρκίνου και (v) παρατηρείται μείωση των

συμπτωμάτων της δυσανεξίας στη λακτόζη καθώς και μείωση του επιπολασμού της αλλεργίας σε ευπαθείς πρόσωπα. Αυτή η έρευνα συζήτησε ιδιαίτερα για την ευαισθητοποίηση σχετικά με προβιοτικά, λειτουργικές ιδιότητες και τα οφέλη τους.

Βασιζόμενη σε μια μελέτη τα προβιοτικά ορίζονται ως μικροοργανισμοί , ο ορισμός αυτός υιοθετήθηκε από την Διεθνή Επιστημονική Ένωση για προβιοτικά και πρεβιοτικά (ISAPP) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις πλήστες επιστημονικές δημοσιεύσεις. Ωστόσο , ο παραπάνω ορισμός δεν γίνεται αποδεκτός από την Ευρωπαϊκή Ασφάλεια Τροφίμων (EFSA) , ούτε από την Υπηρεσία Τροφίμων και φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) , την παρούσα στιγμή. Με βάση τα δεδομένα σήμερα, υπάρχει έντονη επιμονή ότι ο ισχυρισμός υγείας που ενσωματώνεται στον ορισμό δεν είναι μετρήσιμος λόγω του γεγονότος ότι οι εμπορικές αγορές υπέρβησαν την ικανότητα της επιστήμης να τεκμηριώσει τα αποδεικτικά στοιχεία. Κατα συνέπεια , δεν έχουν εγκριθεί τεκμηριωμένοι ισχυρισμοί υγείας , για οποιαδήποτε προβιοτικό στις ΗΠΑ. Ωστόσο , οι ισχυρισμοί υγείας , όπως η θεραπεία ασθενειών με χρήση προβιοτικών , είναι μετρησιμοι και υπάρχει δυνατότητα να αποδειχθεί με παρόμοιο τύπο μελετών όπως αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στα φάρμακα. (Fijan, 2014).

#### Ιστορικά Στοιχεία

Η ιδέα της χορήγησης μικροοργανισμών άρχισε περίπου στα τέλη του 19ου με αρχές του 20ου αιώνα δεδομένου ότι θα μπορούσε να προσδώσει θετικό όφελος στην υγεία , η ιδέα αυτή ξεκίνησε όταν ο επιστήμονας Metchnikoff (ρώσος επιστήμονας, βραβευμένος με Νόμπελ και καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Φρανκφούρτης)θεώρησε ότι η υγεία θα μπορούσε να βελτιωθεί, καθώς επίσης και η αδυναμία θα μπορούσε να καθυστερήσει, από τον χειρισμό του εντερικού μικροβίου με βακτήρια φιλικά προς τον ξενιστή που βρίσκονται στο γιαούρτι . (Fijan, 2014).

Η έννοια των προβιοτικών εξελίχθηκε γύρω στο 1900, όταν Ο νομπελίστας Elie Metchnikoff υπέθεσε ότι η μακρά, υγιής ζωή των Βούλγαρων αγροτών ήταν αποτέλεσμα της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση και αργότερα πείστηκε ότι το γιαούρτι περιείχε των οργανισμών που είναι απαραίτητος για την προστασία του εντέρου από τις βλαβερές ουσίες άλλων επιβλαβών βακτηρίων. Η πρώτη κλινική δοκιμή διεξάχθηκε τη δεκαετία του 1930 σχετικά με την επίδραση του προβιοτικού για τη δυσκοιλιότητα. Στη δεκαετία του 1950, ένα προβιοτικό προϊόν αδειοδοτήθηκε από το Υπουργείο Ηνωμένων Πολιτειών του τμήματος Γεωργίας ως φάρμακο για τη θεραπεία του καθαρισμού (*Escherichia coli*). (Parvez et al., 2006).

Στα τέλη του 19ου αιώνα, ο μικροβιολόγος εντόπισε μικροχλωρίδα στο γαστρεντερικό σωλήνα του υγιές άτομο που διέφερε από αυτά που βρέθηκαν σε άρρωστα άτομα.

Η μικροχλωρίδα που βρέθηκε στη γαστρεντερική οδό ονομάστηκε προβιοτικά. Προβιοτικά κυριολεκτικά σημαίνει «για τη ζωή». Είναι μικροοργανισμοί που έχουν αποδειχθεί ότι ασκούν επιρροές που προάγουν την υγεία στον άνθρωπο και ζώα (Alam, 2015).

Τον τελευταίο αιώνα, διαφορετικοί μικροοργανισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί για την ικανότητά τους να προλαμβάνουν και να θεραπεύουν ασθένειες, αυτό οδήγησε στη δημιουργία του όρου "προβιοτικά" . Η ανακάλυψη των Mann και Sroerig (1974) ότι οι άνθρωποι που έπιναν γιαούρτι ζυμωμένο με άγρια στελέχη *Lactobacillus* sp. είχαν πολύ χαμηλές τιμές στην χοληστερόλη του ορού του αίματος ,το γεγονός αυτό άνοιξε το δρόμο για μια νέα μελέτη. Οι Harrison et al. 1975 ανέφερε ότι προστέθηκαν κύτταρα του *Lactobacillus acidophilus* σε βρεφικό γάλα και διαπίστωσαν ότι μειώθηκαν τα επίπεδα χοληστερόλης ορού . Το 1994, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας θεώρησε τα προβιοτικά ως το επόμενο-πιο σημαντικό στοιχείο του ανοσοποιητικού αμυντικού συστήματος. Όταν συνήθως συνταγογραφούνται αντιβιοτικά καθίστανται άχρηστα λόγω της αντοχής τους. Η χρήση προβιοτικών στην αντίσταση στα αντιβιοτικά ονομάζεται μικροβιακό θεραπεία παρεμβολής. . (Parvez et al., 2006).

Έπειτα , ο Elie Metchnikoff υπέθεσε ότι τα βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) προσφέρουν οφέλη στην υγεία και είναι ικανά να προάγουν τη μακροζωία. Πρότεινε ότι η «εντερική αυτοτοξίκωση» και η προκύπτουσα γήρανση θα μπορούσε να κατασταλεί με τροποποίηση των μικροβίων του εντέρου και αντικαθιστώντας τα πρωτεολυτικά μικρόβια όπως το *Clostridium*—τα οποία παράγουν τοξικές ουσίες συμπεριλαμβανομένων των φαινολών, των ινδολών και της αμμωνίας από την πέψη πρωτεΐνων—με χρήσιμα μικρόβια. Ανέπτυξε μια δίαιτα με ζυμωμένο γάλα με το βακτήριο που ονόμασε «βουλγαρικός βάκιλλος». (Guarner et al., 2011).

Το 1917, πριν την ανακάλυψη της πενικιλίνης από τον Sir Alexander Fleming, ο Γερμανός καθηγητής Alfred Nissle απομόνωσε ένα μη παθογόνο στέλεχος *Escherichia coli* από τα περιττώματα στρατιώτη του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου που δεν εμφάνισε εντεροκολίτιδα κατά τη διάρκεια μιας σοβαρής έξαρσης σιγέλλωσης. Οι διαταραχές του εντερικού σωλήνα αντιμετωπιζόνταν συχνά με βιώσιμα μη παθογόνα βακτήρια για αλλαγή ή αντικατάσταση της εντερικής μικροχλωρίδας. Το στέλεχος *Escherichia coli* Nissle 1917 είναι ένα από τα λίγα παραδείγματα μη-LAB προβιοτικά. (Guarner et al., 2011).

Ένα *Bifidobacterium* απομονώθηκε για πρώτη φορά από τον Henry Tissier (του Ινστιτούτου Παστέρ) από ένα βρέφος που θήλαζε και ονόμασε το βακτήριο *Bacillus bifidus communis*. Tissier ισχυρίστηκε ότι τα *bifidobacteria* θα εκτοπίσουν τα πρωτεολυτικά βακτήρια που προκαλούν διάρροια και συνέστησε τη χορήγηση *bifidobacteria* σε βρέφη που πάσχουν από αυτό σύμπτωμα. (Guarner et al., 2011).

Ο όρος «προβιοτικά» εισήχθη για πρώτη φορά το 1965 από τους Lilly και Stillwell σε αντίθεση με τα αντιβιοτικά, τα προβιοτικά ορίστηκαν ως μικροβιακά προερχόμενοι παράγοντες που διεγείρουν την ανάπτυξη άλλων οργανισμών. (Guarner et al., 2011). Το 1984 η Hull αναγνώρισε το πρώτο προβιοτικό είδος, τον γαλακτοβάκιλλο οξεόφιλος. (Anuradha and Rajeshwari, 2005). Το 1989, ο Roy Fuller τόνισε την απαίτηση βιωσιμότητας για τα προβιοτικά και πρότεινε την ιδέα ότι έχουν ευεργετική επίδραση στον ξενιστή. (Guarner et al., 2011). Τα πρώτα προβιοτικά βακτήρια που μελετήθηκαν ήταν βακτήρια γαλακτικού οξέος. Οι *Lactobacillae* & *Bifidobacterium* είναι οι κύριοι προβιοτικοί μικροοργανισμοί. Άλλα προβιοτικά είναι η *Escherichia*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Saccharomyces*, *Streptococcus* και *Propionibacteria*. Αργότερα το 1991, ο Holcombh αναγνώρισε το *bifidobacterium bifidum*. Ο ΠΟΥ (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) το 1994 περιέγραψε τα προβιοτικά ως τα επόμενα πιο σημαντικά για το ανοσοποιητικό αμυντικό σύστημα μετά από την αντίσταση στα αντιβιοτικά. (Anuradha and Rajeshwari, 2005)

#### Περιγραφή των προβιοτικών οργανισμών

Η αξιοπιστία των ισχυρισμών υγείας που σχετίζονται με τα προβιοτικά και η ασφάλειά τους πρέπει να προσδιορίζονται μέσω επιστημονικών κλινικών δοκιμών. Η ακριβής ταυτοποίηση είναι επίσης σημαντική καθώς οι προβιοτικές ιδιότητες έχουν αποδειχθεί ότι είναι ειδικές για το στέλεχος. Από την άλλη πλευρά, έχει επίσης αποδειχθεί ότι η χρήση διαφόρων προβιοτικών σε ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς ή ασθενείς με διάρροια εντέρου έχει ως αποτέλεσμα μόλυνση, σήψη, μυκηταιμία και βακτηριαιμία. Αν και η συντριπτική πλειονότητα των προβιοτικών που χρησιμοποιούνται σήμερα θεωρούνται γενικά ασφαλή και ωφέλιμα, θα πρέπει να δίνεται προσοχή κατά την επιλογή και την παρακολούθηση προβιοτικών για τους

ασθενείς και συνιστάται να λαμβάνονται πλήρως υπόψη οι αναλογίες κινδύνου-οφέλους πριν από τη συνταγογράφηση. (Fijan, 2014).

Το ενδιαφέρον για τις θεμελιώδεις και κλινικές επιδράσεις των προβιοτικών έχει αυξηθεί στην Ευρώπη τις τελευταίες δύο δεκαετίες, με αποτέλεσμα περισσότερα από 6.000 άρθρα να δημοσιεύονται στη βιοϊατρική βιβλιογραφία. Οι 5 Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι βιολογικές επιδράσεις των προβιοτικών είναι ειδικά για το στέλεχος και η επιτυχία ή η αποτυχία ενός στελέχους δεν μπορεί να επεκταθεί σε άλλο. Ως εκ τούτου, η σωστή αναγνώριση των στελεχών με τη χρήση καινοτόμων μοριακών και θεμελιωδών τεχνολογιών είναι επιτακτική. Η ταυτοποίηση του στελέχους μπορεί να πραγματοποιηθεί περαιτέρω με διάφορους τύπους αναπαραγωγίμων μοριακών μεθόδων ή χρησιμοποιώντας μοναδικά φαινοτυπικά χαρακτηριστικά. Παραδείγματα μοριακών μεθόδων είναι η ηλεκτροφόρηση πηκτώματος παλμικού πεδίου και το τυχαία ενισχυμένο πολυμορφικό DNA. Ο φαινοτυπικός χαρακτηρισμός των στελεχών περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της παρουσίας εξωχρωμοσωμικών γενετικών στοιχείων, τη ζύμωση μιας σειράς σακχάρων και την ανίχνευση του τελικού προϊόντος ζύμωσης που λαμβάνεται με τη χρήση γλυκόζης (Fijan, 2014).

#### Ταξονομία προβιοτικών

Η ταξινόμηση των προβιοτικών βακτηρίων γαλακτικού οξέος σχηματίστηκε σύμφωνα με μορφολογικά, βιοχημικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά με μοριακή τεχνική. Τα παραπάνω βασίστηκαν στις φαινοτυπικές και γονιδιωματικές τεχνικές. Μετά από έρευνα , τα πιο μελετημένα γένη είναι τα *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* και *Enterococcus*. Στο γένος *Lactobacillus*

ανήκουν τα ακόλουθα είδη τα οποία διερευνήθηκαν ως προς την προβιοτική τους κατάσταση: ομάδα *L. acidophilus*, *L. casei* group και *L. reuteri*/*L. ομάδα fermentum*. Επιλέον τα στελέχη *Bifidobacterium* spp. (*B. animalis*) αναφέρεται ότι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση και πρόσφατα προβιοτικών προϊόντων. (Georgieva et al., 2014).

**Πίνακας: Μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως προβιοτικοί παράγοντες** (Georgieva et al., 2014).

Lactobacillus species	Bifidobacterium species	Others
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>L. casei (rhammosus)</i>	<i>B. longum</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>L. reuteri</i>	<i>B. breve</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. adolescentis</i>	
<i>L. lactis</i>		

Ο γαλακτοβάκιλλος και τα bifidobacteria σπάνια σχετίζονται με κλινική ανθρώπινη μόλυνση μπορεί να είναι συνέπειες ευκαιριακών λοιμώξεων, ιδιαίτερα σε ανοσοκατεσταλμένους ανθρώπους. Οι φυσιολογικές επιδράσεις που σχετίζονται με τα προβιοτικά βακτήρια περιλαμβάνουν τη μείωση του εντερικού pH, που παράγουν ορισμένα πεπτικά ένζυμα και βιταμίνες, αντιβακτηριακές ουσίες όπως οργανικά οξέα, βακτηριοσίνες, υπεροξειδίο του υδρογόνου, διακετύλιο, ακεταλδεΐδη, σύστημα λακτουπεροξειδάσης, λακτόνες και άλλες μη αναγνωρισμένες ουσίες. Επηρεάζουν επίσης την κανονική ανασυγκρότηση εντερική δυσβίωση που προκαλείται από διάρροια, αντιβιοτική θεραπεία και ακτινοθεραπεία, διέγερση, ανοσοποίηση λειτουργούν, αναστέλλουν τη βακτηριακή μόλυνση, αφαίρεση καρκινογόνων ουσιών, βελτιώνει την απορρόφηση του ασβεστίου, και μειωμένη την ενζυμική δραστηριότητα των κοπράνων (Sharma et al., 2012).

**Πίνακας :** Ορισμός των LAB και ζύμωσης (Guarner et al., 2011).

<b>Βακτήρια γαλακτικού οξέος</b>	Μια λειτουργική ταξινόμηση των μη παθογόνων, μη τοξικών, Grampositive, ζυμοτικά βακτήρια που σχετίζονται με την παραγωγή γαλακτικού οξέος από υδατάνθρακες, καθιστώντας τα χρήσιμα για ζύμωση των τροφίμων. Είδη Lactobacillus, Lactococcus, και Streptococcus thermophilus περιλαμβάνονται στην ομάδα αυτή. Δεδομένου ότι το γένος Bifidobacterium δεν συσχετίζεται με τη ζύμωση των τροφίμων και είναι ταξινομικά διακριτή από τα άλλα LAB, δεν είναι συνήθως ομαδοποιημένο ως μέλος των LAB. Πολλά προβιοτικά είναι επίσης LAB, αλλά
----------------------------------	---

---

μερικά προβιοτικά (όπως ορισμένα στελέχη του *E. coli*, παράγοντες σχηματισμού σπόρων και ζύμες που χρησιμοποιούνται ως προβιοτικά) δεν είναι.

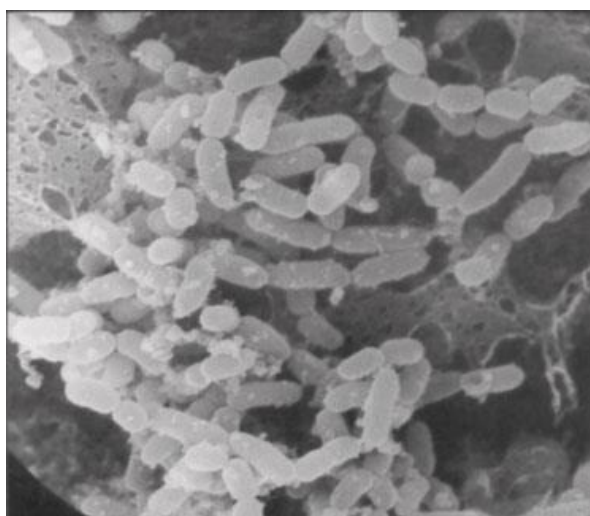
---

### **Ζύμωση**

Μια διαδικασία με την οποία ένας μικροοργανισμός μετασχηματίζει τα τρόφιμα σε άλλα προϊόντα, συνήθως μέσω της παραγωγής γαλακτικού οξέος, αιθανόλης και άλλων μεταβολικών τελικών προϊόντων.

---

Ο *Lactobacillus* και το *Bifidobacterium* χρησιμοποιούνται πιο συχνά ως προβιοτικά, αλλά η ζύμη *Saccharomyces cerevisiae* και μερικά *E. coli* και *Bacillus* χρησιμοποιούνται επίσης ως προβιοτικά. Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος, συμπεριλαμβανομένου του *Lactobacillus*, χρησιμοποιούνται εδώ και χιλιάδες χρόνια για τη διατήρηση των τροφίμων που έχουν υποστεί ζύμωση και χρησιμεύουν ως ορεκτικά τροφίμων, παρέχοντας οφέλη για την υγεία. Αυστηρά μιλώντας, ωστόσο, ο όρος «προβιοτικά» πρέπει να χρησιμοποιείται για να αναφέρεται σε ζωντανά βακτήρια που έχουν αποδείξει οφέλη για την υγεία σε ελεγχόμενες μελέτες σε ανθρώπους. Η ζύμωση των τροφίμων παρέχει μοναδική γεύση και χαμηλό pH που αποτρέπει τη μόλυνση από πιθανά παθογόνα. Η ζύμωση χρησιμοποιείται παγκοσμίως για τη διατήρηση μιας σειράς γεωργικών πρώτων υλών (σιτηρά, ρίζες, κόνδυλοι, φρούτα και λαχανικά, γάλα, κρέας, ψάρι, κ.λπ.) (Guarner et al., 2011).



Εικόνα : Ηλεκτρονική μικρογραφία *Lactobacillus salivarius* 118 προσκολλημένη σε κύτταρα Caco-2

## Τρόπος δράσης των προβιοτικών

Τα ευεργετικά αποτελέσματα των προσλαμβανόμενων προβιοτικών βακτηρίων παρέχονται από εκείνους τους οργανισμούς που προσκολλώνται στο εντερικό επιθήλιο. Η παρουσία και η τήρηση των προβιοτικών στη βλεννογόνο μεμβράνη των εντέρων δημιουργούν ένα ισχυρό φυσικό βιολογικό εμπόδιο για πολλά παθογόνα βακτήρια. Η προσκόλληση επομένως θεωρείται ως το πρώτο βήμα προς τον αποικισμό. (Thantsha et al., 2012)

Για να κατανοήσουμε πώς λειτουργούν τα προβιοτικά, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τη φυσιολογία, τη μικροβιολογία και τις πεπτικές διεργασίες του γαστρεντερικού σωλήνα. Μόλις το φαγητό φτάσει στο στόμα και στο στομάχι, ξεκινά η διαδικασία της πέψης. Μετά την ολοκλήρωση της πεπτικής διαδικασίας, οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στη γαστρεντερική οδό έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε ένα ευνοϊκό, τοξικό ή ουδέτερο μικροβιακό περιβάλλον στο λεπτό και στο παχύ έντερο (Parvez et al., 2006).

Γενικά, τα προβιοτικά ενισχύουν την εντερική χλωρίδα συμπληρώνοντας απαγορευμένα βακτήρια και αναστέλλοντας την ανάπτυξη της παθογόνου χλωρίδας. Ορισμένα προβιοτικά, συμπεριλαμβανομένου του *Lactobacillus GG*, εκκρίνουν ενεργά μια αντιβακτηριακή ουσία που αναστέλλει την ανάπτυξη ορισμένων άλλων οργανισμών. Τα πτητικά λιπαρά οξέα που παράγονται από την εγχώρια μικροχλωρίδα, μέρος της οποίας είναι ο *Lactobacillus*, είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο του εντερικού αποικισμού από το *S. Sonnei* και το εντεροπαθογόνο *Escherichia coli*. Τα προβιοτικά όπως το *Streptococcus faecalis*, το *Clostridium butyricum* και το *Bifidobacterium mesenterii* βοηθούν στην επιτάχυνση της ανάπτυξης των bifidobacteria. Το *Bifidobacterium* δεν είναι μόνο ανταγωνιστής παθογόνων μικροοργανισμών, αλλά παράγει επίσης γλουταμίνη από  $\text{NH}_4^+$  και γλουταμικό. Η γλουταμίνη θεωρείται σημαντικό συμπλήρωμα για το εντερικό επιθήλιο, το οποίο διατηρεί την ακεραιότητα του βλεννογόνου. Επιπλέον, τρεις βακτηριακοί μεταβολίτες, το βουτυρικό και το οξικό οξύ, δημιουργούν ένα επιβλαβές περιβάλλον για τα παθογόνα *Escherichia coli*, *Salmonella* και *Staphylococcus aureus* που είναι ανθεκτικό στη μεθικιλίνη, μειώνοντας το pH του εντέρου. Τα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα απαιτούν επίσης βουτυρικό ως συμπλήρωμα για τη διέγερση του



φυσιολογικού πολλαπλασιασμού των επιθηλιακών κυττάρων και διαδραματίζουν ρόλο στη διατήρηση του φραγμού του βλεννογόνου (Anuradha και Rajeshwari, 2005).

Τα προβιοτικά τρόφιμα ενισχύουν την υγεία μετά την κατανάλωση και περιέχουν μικροοργανισμούς που είναι βιώσιμοι, ειδικοί και αποτελεσματικοί στα κύρια συστήματα διατροφικής φυσιολογίας. Στην Ιαπωνία, τα προβιοτικά καταναλώνονται ως κατεψυγμένα δισκία καλλιέργειας, ενώ στην Ευρώπη, λόγω της μεροληψίας κατά της φαρμακευτικής αγωγής, τα προβιοτικά καταναλώνονται μόνο μέσω της συμπερίληψης προβιοτικών στα τρόφιμα. Τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση χρησιμοποιούνται εδώ και πολύ καιρό ως τα κύρια οχήματα για τα προβιοτικά στελέχη. Λιγότερο συχνά, τα τυριά έχουν χρησιμοποιηθεί για την ενσωμάτωση προβιοτικών μικροοργανισμών, αλλά μπορεί να προσφέρουν μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σύγκριση με τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση. Το τυρί έχει υψηλότερο pH, πιο στερεή σύσταση και σχετικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά σε σύγκριση με τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση όπως το γιαούρτι. (Yerlikaya, 2014).

Τα προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν ευνοϊκές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως μείωση της δυσανεξίας στη λακτόζη, πρόληψη διάρροιας και δυσκοιλιότητας, αύξηση της αποτελεσματικότητας έναντι της μόλυνσης από ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού, διατήρηση της στοματικής υγείας, μερική πρόληψη του καρκίνου, μείωση της χοληστερόλης, ενίσχυση της απορρόφησης μετάλλων. Μαζί με τις εκτεταμένες επιδράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία, έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν συστατικά χαμηλού μοριακού βάρους όπως συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), γάμμα αμινοβουτυρικό οξύ (GABA) και βακτηριοσίνη. (Yerlikaya, 2014)

## **Πίνακας : Ενδείξεις για προβιοτικά**

### **Αποδεδειγμένες ενδείξεις**

- Διάρροια από ροταϊούς
- Μείωση των παρενεργειών που σχετίζονται με αντιβιοτικά

### **Πιθανές ενδείξεις**

- τροφικές αλλεργίες και δυσανεξία στη λακτόζη
- Ατοπικό έκζεμα
- Πρόληψη της κολπίτιδας
- Ουρογεννητικές λοιμώξεις
- Σύνδρομο ευερεθίστου εντέρου
- Φλεγμονώδης νόσος του εντέρου
- Κυστική ίνωση
- Η διάρροια του ταξιδιώτη
- Τερηδόνα
- Ενίσχυση της χορήγησης εμβολίου από το στόμα
- Η λοίμωξη *H. pylori*
- Διάφοροι καρκίνοι

Πηγή: Anuradha and Rajeshwari, (2005: 68)

## Κεφάλαιο 6

### Τα προβιοτικά και η Υγεία

Ο ανθρώπινος γαστρεντερικός σωλήνας κατοικείται από έναν πολύπλοκο και δυναμικό πληθυσμό περίπου 500-1000 διαφορετικά είδη που παραμένουν σε σύνθετη ισορροπία. Έχει υπολογιστεί ότι τα βακτήρια αντιπροσωπεύουν το 35-50% του περιέχόμενου όγκου του ανθρώπου στο κόλον. Αυτά περιλαμβάνουν *Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Fusobacterium*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Escherichia* και *Veillonella*. Τα βακτηριακά στελέχη με αναγνωρισμένες ευεργετικές ιδιότητες είναι κυρίως τα είδη *Bifidobacterium* και *Lactobacillus*.

Η κυρίαρχη μικροβιακή σύνθεση του εντέρου έχει αποδειχθεί σταθερή με την πάροδο του χρόνου κατά την ενηλικίωση και τα μικροβιακά πρότυπα είναι μοναδικά για κάθε άτομο. Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί εξωτερικοί παράγοντες που έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τη μικροβιακή σύνθεση στο έντερο ως γενετικός ξενιστής, τρόπος τοκετού, διαίτα, ηλικία, θεραπείες με αντιβιοτικά και επίσης, άλλους μικροοργανισμούς ως προβιοτικά.

Το έντερο είναι ένα από τις κύριες επιφάνειες επαφής με εξωγενείς παράγοντες (ιούς, βακτήρια, αλλεργιογόνα) στο ανθρώπινο σώμα. Έχει πρωταρχικό ρόλο στην άμυνα του οικοδεσπότη ενάντια σε εξωτερικές επιθέσεις με μέσα του εντερικού βλεννογόνου, του τοπικού ανοσοποιητικού συστήματος και των αλληλεπιδράσεων με τα εντερικά μικρόβια (κάτοικος και σε transit βακτήρια).

Η μικροχλωρίδα του εντέρου επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία μέσω της επίδρασης στον αμυντικό φραγμό του εντέρου, στη λειτουργία του ανοσοποιητικού, στη χρήση θρεπτικών συστατικών και δυνητικά με άμεση σηματοδότηση με το γαστρεντερικό επιθήλιο. Μόνο ένα περιορισμένο κλάσμα βακτηριακών φυλών συνθέτει την κύρια εντερική μικροχλωρίδα. Σε υγιείς ενήλικες, το 80% των φυλλοτύπων ανήκουν σε τέσσερις κύριες φυλογενετικές ομάδες, οι οποίες είναι οι Ομάδες *Clostridium leptum*, *Clostridium coccoides*, *Bacteroides* και *Bifidobacteria*. Επίσης, μελέτες έχουν δείξει ότι η μικροχλωρίδα του βλεννογόνου είναι σταθερή κατά μήκος της περιφερικής γαστρεντερικής οδού από τον ειλέο έως το ορθό, αλλά

η μικροχλωρίδα που σχετίζεται με τον βλεννογόνο διαφέρει από τη μικροχλωρίδα των κοπράνων. Η διαφορά εκτιμάται ότι είναι μεταξύ 50-90% (Daoud Harzallah and Hani Belhadj,2013).

Η ισορροπία των μικροβίων είναι το παλαιότερο προτεινόμενο προβιοτικό το οποίο προσφέρει οφέλη στον οργανισμό. Η ισορροπία των μικροβίων ορίστηκε από τον Metchnikoff ως «σπορά» του τον εντερικό σωλήνα με αβλαβή βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) τα οποία έχουν την ικανότητα να καταστέλλουν την ανάπτυξη επιβλαβών πρωτεολυτικών βακτηρίων. Στις μέρες που διανύουμε ένα τέτοιο όφελος ερμηνεύεται ως αύξηση των γαλακτοβάκιλων και/ή στα bifidobacteria και μείωση των δυνητικά παθογόνων βακτηρίων ( Georgieva et al., 2014).

Τα προβιοτικά βακτήρια επηρεάζουν ευεργετικά το άτομο βελτιώνοντας τις ιδιότητες της γηγενούς μικροχλωρίδας και της μικροεντερικής της ισορροπίας. Προβιοτικές καλλιέργειες βακτηριδίων ενθαρρύνουν την ανάπτυξη ωφέλιμων μικροοργανισμών και παραγκωνίζουν τα δυνητικά επιβλαβείς βακτήρια ενισχύοντας έτσι τους φυσικούς αμυντικούς μηχανισμούς του σώματος. Παρέχουν συγκεκριμένα οφέλη για την υγεία τροποποιώντας τη μικροχλωρίδα του εντέρου, ενισχύοντας το φραγμό του εντερικού βλεννογόνου π.χ. προσκόλληση προβιοτικών στον εντερικό βλεννογόνο, αποτρέποντας έτσι προσκόλληση παθογόνου, αδρανοποίηση παθογόνου, τροποποίηση διατροφικών πρωτεϊνών της εντερικής μικροχλωρίδας, τροποποίηση της βακτηριακής ενζυμικής δραστηριότητας και επίδραση στην διαπερατότητα του βλεννογόνου του εντέρου και ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος .

Το προβιοτικό αποτέλεσμα είναι διαπιστευμένο στην παραγωγή μεταβολικών υποπροϊόντων όπως το οξύ, υπεροξειδίο του υδρογόνου, βακτηριοσίνες, π.χ. λακτοκιδίνη και οξεοφιλίνη που εκδηλώνουν αντιβιοτικές ιδιότητες και αναστέλλουν την ανάπτυξη ενός ευρέος φάσματος παθογόνων ή/και δυναμικών παθογόνων όπως *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Serratia* και *Bacteroides*. Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος αναστέλλουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών παράγοντας λιπαρά οξέα μικρής αλυσίδας όπως οξικό, προπιονικό, βουτυρικό καθώς και γαλακτικό και μυρμηκικό οξύ που μειώνει το εντερικό pH. Γαλακτικό οξύ που παράγεται από τα bifidobacteria σε σημαντικές ποσότητες έχουν αντιμικροβιακή δράση έναντι ζυμομυκήτων, μούχλας και βακτηρίων (Thantsha et al., 2012).

Ευεργετικές επιδράσεις των προβιοτικών.

Τα οφέλη που αποδίδονται στα προβιοτικά μπορεί να είναι είτε διατροφικά είτε θεραπευτικά . Τα οφέλη που σχετίζονται διαφέρουν από στέλεχος σε στέλεχος και από είδος σε είδος. Η μικροβιακή δράση στο έντερο, ειδικά από ευεργετικές καλλιέργειες, έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τη βιοδιαθεσιμότητα, την ποσότητα και την πεπτικότητα ορισμένων θρεπτικών συστατικών.

Η κατάποση προβιοτικών σχετίζεται με βελτιωμένη παραγωγή ριβοφλαβίνης, νιασίνης, θειαμίνης, βιταμίνη Β6, βιταμίνη Β12 και φολικό οξύ. Τα προβιοτικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της βιοδιαθεσιμότητας ασβεστίου, σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού, φώσφορου στο σώμα και αυξάνουν την πεπτικότητα της πρωτεΐνης και του λίπους στο γιαούρτι.

Η ενζυματική υδρόλυση πρωτεΐνης και λίπους οδηγεί σε αύξηση των ελεύθερων αμινοξέων και των λιπαρών οξέων βραχείας αλυσίδας (SCFAs). Οργανικά οξέα όπως οξικό και γαλακτικό που παράγονται κατά τη ζύμωση από το LAB μειώνουν το pH του εντέρου δημιουργώντας έτσι αντίξοες συνθήκες για επιβλαβή βακτήρια (Thantsha et al., 2012).

Ορισμένες φορές χρησιμοποιείται μια ομάδα προβιοτικών που ορίζονται ως "κοκτέιλ", διότι περιέχουν μια μίξη από διάφορα στελέχη. Αρκετά από αυτά τα προβιοτικά στελέχη έχουν την ικανότητα να αποτρέψουν πιθανές διάρροιες που ίσως προκληθούν σε ταξιδιώτες από παθογόνα βακτήρια *Escherichia coli*, είδη *Campylobacter jejuni* και *Shigella*. Η αποτροπή αυτή μπορεί να επιτευχθεί με προβιοτικά που περιέχουν μικροοργανισμούς όπως *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus GG*, *Saccharomyces boulardii*, *Bifidobacterium bifidum* και *Bacillus coagulans*. Επιπλέον, η χρήση *Lactobacillus* και άλλων προβιοτικών σε συνδυασμό με αντιβιοτικά φαίνεται να είναι μια καλή θεραπεία για την βακτηριακή εντερική κολίτιδα. (Fijan, 2014).

Άλλα παραδείγματα θετικών για την υγεία που αποδίδονται στο ευρύ φάσμα των προβιοτικών είναι η θεραπεία τροφικής δυσανεξίας συμπεριλαμβανομένης των τοπικών εκζεμάτων, καθυστερεί τις επιπτώσεις της γήρανσης στον άνθρωπο και ρυθμίζει τα επίπεδα λιπιδίων του αίματος (Georgieva et al., 2014).

Οι ασθενείς προτιμούν φάρμακα με ελάχιστες ή καθόλου παρενέργειες για τη θεραπεία των παθήσεών τους. Τα προβιοτικά παρέχουν μια τέτοια εναλλακτική, όντας ζωντανοί, μη παθογόνοι οργανισμοί, οι οποίοι είναι εξαιρετικά ασφαλές όπως υποδεικνύεται από την κατάστασή τους GRAS. Τα προβιοτικά βακτήρια υποστηρίζεται ότι ανακουφίζουν και αποτρέπουν καταστάσεις όπως δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργίες, διαρροϊκές ασθένειες, μείωση της χοληστερόλης ορού, μείωση του κινδύνου που σχετίζεται με μεταλλαξιογένεση και καρκινογένεση και αναστολή παθογόνων μικροοργανισμών, καθώς και διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος. Τα θετικά αποτελέσματα των προβιοτικών δεν περιορίζονται μόνο στο έντερο, αλλά επεκτείνονται και σε άλλα μέρη του σώματος. Για παράδειγμα, τα προβιοτικά είναι γνωστό ότι έχουν αντιφλεγμονώδη ωφέλει όταν χορηγούνται παρεντερικά. (Thantsha et al., 2012)

### Συνοπτικά οι Θεραπευτικές δράσεις προβιοτικών

1. Ενισχύει την απορρόφηση του ασβεστίου.
2. Ανταγωνίζεται εναντίον της επιβλαβής μικροοργανισμού συμπεριλαμβανομένου του Candida,
3. πρόληψη αποικισμού παθογόνων μέσω της παραγωγής ανασταλτικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων των οξέων και του υπεροξειδίου του υδρογόνου και φυσικά αντιβιοτικά
4. Μείωση της ηπατικής τοξικότητας
5. Ενίσχυση του περισταλτισμού, της πέψης, κανονικότητας και επαναρρόφησης των θρεπτικών συστατικών,
6. Σε βρέφη, προαγωγή υγιούς πεπτικού συστήματος κατά τον αποικισμό
7. Ενίσχυση και ισορροπία των επιπέδων των οιστρογόνων, πρόληψη της οστεοπόρωσης μέσω
8. Αυξημένη πρόσληψη ασβεστίου
9. Ενίσχυση της κατάστασης βιταμινών (B, K),
10. Πέψη πρωτεϊνών, λιπών, υδατανθράκων.
11. Αυξημένη αντοχή σε μολυσματικές ασθένειες
12. Ανακουφίζει τη δυσανεξία στη λακτόζη

13. Πρόληψη από εντερική γαστρίτιδα, κολπίτιδα και ουρογεννητικές λοιμώξεις
14. Μείωση αρτηριακής πίεσης
15. Ρύθμιση της υπέρτασης,
16. Ρύθμιση της συγκέντρωσης χοληστερόλης ορού στο αίμα
17. Μείωση της λοιμώξεων του αναπνευστικού
18. Αντοχή στη χημειοθεραπεία του καρκίνου και μείωση του κινδύνου του καρκίνου του παχέος εντέρου (Anuradha and Rajeshwari, 2005).

Προβιοτικά για τη θεραπεία της οξείας λοιμώδους διάρροιας.

Τα επεισόδια οξείας λοιμώδους διάρροιας εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικό βάρος ασθενειών σε όλο τον κόσμο, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα επεισόδια αυτά οφείλονται σε μόλυνσεις από πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς. Τα περισσότερα επεισόδια γίνονται από άτομα που αυτοπεριορίζονται στο σπίτι και συνήθως δεν γίνονται έρευνες για τον εντοπισμό του μολυσματικού παράγοντα.

Ο κύριος κίνδυνος για την υγεία είναι η αφυδάτωση και η διαχείριση στοχεύει στη βελτίωση και διατήρηση της κατάστασης ενυδάτωσης. Ωστόσο, τα υγρά επανυδάτωσης δεν μειώνουν τον όγκο των κοπράνων ούτε συντομεύουν το επεισόδιο διάρροιας.

Τα προβιοτικά όπως αναφέραμε και πιο πάνω είναι «φιλικά» βακτήρια που βελτιώνουν την υγεία και δεν είναι επιβλαβείς από μόνα τους. Έχει διεξαχθεί ένας αριθμός τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών για να διαπιστωθεί εάν τα προβιοτικά είναι ευεργετικά σε οξεία λοιμώδη διάρροια. Αναζητήσαμε όσο το δυνατόν περισσότερες από αυτές τις δοκιμές και συλλέξαμε μαζί τα δεδομένα σε ένα συστηματικό τρόπο για να προσπαθήσουμε να ανακαλύψουμε εάν τα προβιοτικά είναι ωφέλιμα ή όχι στην οξεία διάρροια.

Εντοπίσαμε 63 δοκιμές, οι οποίες περιελάμβαναν συνολικά 8014 άτομα (κυρίως βρέφη και παιδιά). Τα προβιοτικά δεν συσχετίστηκαν με ανεπιθύμητες ενέργειες. Σχεδόν όλες οι έρευνες ανέφεραν συντόμευση της διάρκειας διάρροιας και μειωμένη συχνότητα κοπράνων σε άτομα που έλαβαν προβιοτικά σε σύγκριση με τα άτομα που δεν λάμβαναν προβιοτικά.

Συμπερασματικά, τα προβιοτικά μείωσαν τη διάρκεια της διάρροιας κατά περίπου 25 ώρες, την διάρκεια διάρροιας να διαρκεί τέσσερις ή περισσότερες ημέρες κατά 59% και είχε ως αποτέλεσμα σε περίπου λιγότερα διααρροϊκά κόπρανα την 2<sup>η</sup> ημέρα μετά την παρέμβαση.

Ωστόσο, υπήρξε πολύ σημαντική μεταβλητότητα στα ευρήματα της μελέτης και έτσι αυτές οι εκτιμήσεις είναι κατά προσέγγιση. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτά τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, αλλά χρειάζεται περισσότερη έρευνα για τον εντοπισμό ποια ακριβώς προβιοτικά πρέπει να χρησιμοποιούνται για ποιες ομάδες ανθρώπων, καθώς και για την αξιολόγηση της οικονομικής αποτελεσματικότητας αυτής της θεραπείας (Allen et al., 2010).

## Μειονεκτήματα Προβιοτικών

### Ανησυχίες για τα προβιοτικά

Αν και υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα και οφέλη για την υγεία που σχετίζονται με τα προβιοτικά ή προβιοτικά προϊόντα διατροφής, υπάρχουν κίνδυνοι που συνδέονται με την προβιοτική θεραπεία. Αυτοί οι κίνδυνοι αφορά κυρίως την ασφάλεια σε ευάλωτες ομάδες-στόχους όπως ανοσοκατεσταλμένα άτομα (έγκυες γυναίκες, μωρά και ηλικιωμένοι) ή σε άτομα που βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση ή νοσηλευόμενους ασθενείς.

Οι καλλιέργειες προβιοτικών είναι ανθεκτικές σε ορισμένα αντιβιοτικά. Υπάρχει ανησυχία για πιθανή μεταφορά της μικροβιακής αντοχής από προβιοτικά στελέχη σε παθογόνα βακτήρια στο έντερο. Για παράδειγμα, πολλά στελέχη *Lactobacillus* είναι φυσικά ανθεκτικά στη βανκομυκίνη, η οποία δημιουργεί πιθανή απειλή μεταφοράς αυτής της αντοχής σε άλλα παθογόνα βακτήρια όπως π.χ η ασθένεια του σταφυλοκοκκου. Ωστόσο, αυτά τα ανθεκτικά στη βανκομυκίνη γονίδια στους γαλακτοβάκιλλους είναι χρωμοσωμικό και δεν μεταφέρεται εύκολα σε άλλα είδη.

Ένας άλλος σημαντικός τομέας ανησυχίας είναι ο κίνδυνος σήψης. Έχουν υπάρξει αρκετές αναφορές για περιπτώσεις σήψης *Lactobacillus* και άλλη βακτηριακή σήψη λόγω της πρόσληψης προβιοτικών συμπληρωμάτων. Μία περίπτωση περιλάμβανε έναν άνδρα 67 ετών που έπαιρνε προβιοτικές κάψουλες καθημερινά για ανεπάρκεια μιτροειδούς και ανεπτυγμένο



*Lactobacillus rhamnosus* ενδοκαρδίτιδα μετά από οδοντιατρική επέμβαση. Σε μια άλλη περίπτωση, βρέφος 4 μηνών με διάρροια που σχετίζεται με αντιβιοτικά, στο οποίο χορηγήθηκε *Lactobacillus rhamnosus* μετά από καρδιοχειρουργική επέμβαση, ανέπτυξε ενδοκαρδίτιδα *Lactobacillus* 3 εβδομάδες μετά την Θεραπεία *Lactobacillus rhamnosus*. Ωστόσο, υπάρχουν, δεν υπάρχουν αναφορές μέχρι σήμερα για την εμφάνιση *Bifidobacterium* σήψης. Όλες οι περιπτώσεις βακτηριακών σηψαιμίας από τη χρήση προβιοτικών (*Lactobacillus* spp.) έχουν εμφανιστεί σε ανοσοκατεσταλμένα άτομα ή ασθενείς που πάσχουν από χρόνια νόσο ή αναπηρία. Δεν αναφέρθηκαν περιπτώσεις σε υγιή άτομα .

Επίσης υπήρξαν αρκετές περιπτώσεις μυκηταιμίας που σχετίζεται με *Saccharomyces boulardii*.

Ωστόσο, διερεύνηση αυτών των υποθέσεων αποκάλυψε ότι η μόλυνση οφειλόταν σε μόλυνση των εισαχθέντων καθετήρων. Συνεπώς τώρα συνιστάται η παρασκευή των προβιοτικών *Saccharomyces boulardii* σε μορφή σκόνης κάτω από αυστηρές συνθήκες υγιεινής για την πρόληψη της μόλυνσης. Υπάρχει ένας μικρός κίνδυνος ανεπιθύμητων μεταβολικών επιδράσεων από τον χειρισμό της μικροχλωρίδας με τη χρήση προβιοτικών, αν και οι μελέτες προβιοτικών μέχρι σήμερα δεν έχουν δείξει σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη ή τη διατροφή. Μια ανασκόπηση της ασφάλειας οι αξιολογήσεις των προβιοτικών δημοσιεύθηκαν πρόσφατα (Thantsha et al., 2012).

Πρόσφατα πειράματα που διεξίχθηκαν σε προβιοτικά προϊόντα έχουν δείξει ότι το 70 με 80 τις εκατό, των μετρήσεων που έγιναν δεν συνάδουν με τα αναγραφόμενα στις ετικέτες τους. Επίσης περίπου μισά από αυτά τα δείγματα που δοκιμάστηκαν δεν συμπεριλαμβάνουν ούτε το 10 τοις εκατό των ζωντανών μικροοργανισμών που αναγράφεται στις ετικέτες τους.

Επομένως ,για να θεωρείται ένα καλά παραγόμενο προβιοτικό προϊόν είναι απαραίτητο να ακολουθούνται τα εξής βήματα, αρχικά να αξαλειφθεί το οξυγόνο, καθώς και το άζωτο που συμπεριλαμβάνεται στο μπουκάλι των προβιοτικών συμπληρωμάτων,έτσι ενυσχίεται η σταθερότητα τους. Επίσης τα παραπάνω συμπληρώματα είναι απαραίτητο να τοποθετούνται στο ψυγείο για την καλύτερη διατήρηση τους. Οποιοδήποτε νέο βακτήριο καλλιεργηθεί θα πρέπει πρώτα να υποστεί τοξικολογικές εξετάσεις, και έπειτα εάν είναι ασφαλές, τότε θα ενσωματωθεί στα προβιοτικά συμπληρώματα ( Georgieva et al., 2014)

Για να διασφαλιστούν οι ιδιότητες των προβιοτικών, είναι σημαντικό τα συμπληρώματα να ελέγχονται κατά την κατασκευή τους για βιώσιμους μικροοργανισμούς. Επίσης πρέπει να ελέγχονται ξάνα κατά την ημερομηνία λήξης τους. Η διαδικασία ποιότητας ελέγχου είναι σημαντική τόσο για τους καταναλωτές, όσο και για τους κατασκευαστές. Τα βιώσιμα κύτταρα είναι εγγυημένα ως CFU (μονάδες σχηματισμού αποικιών) ανά γραμμάριο κατά τη στιγμή της συσκευασίας προβιοτικών συμπληρωμάτων. Εάν το συμπλήρωμα δεν παραθέτει βιώσιμα κύτταρα ή δεν αναφέρει την ποσότητα σε μορφή CFU, μπορεί να μην είναι ποιοτικό συμπλήρωμα. Η κατανάλωση προβιοτικών συμπληρωμάτων είναι απαραίτητο να περιέχει τουλάχιστον δύο έως πέντε δισεκατομμύρια CFU για να θεωρείται ότι προσφέρει σημαντικά ευεργετικά αποτελέσματα ( Georgieva et al., 2014).

## Κεφάλαιο 7

### Συμπεράσματα

Τα προβιοτικά έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν την ανθρώπινη υγεία όπως το ανοσοποιητικό σύστημα και ενισχύοντας τον γαστρεντερικό σωλήνα. Το γεγονός αυτό έχει ρίξει το ενδιαφέρον σε παγκόσμια κλίμακα, ώστε να ανακαλύπτουν νέα στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων με προβιοτικές ιδιότητες. Τα πιο σημαντικά κριτήρια που χαρακτηρίζουν ένα οξυγαλακτικό βακτήριο ως προβιοτικό είναι η αντοχή σε όξινο περιβάλλον ( $\text{pH} < 3$ ) για χρονική διάρκεια 2-3 ωρές, η αντοχή σε υψηλά επίπεδα χολικών αλάτων και η ικανότητα του ως κυρίαρχος ανταγωνιστής της μικροχλωρίδας.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί η συντριπτική πλειοψηφία δείχνει πως τα προβιοτικά θεωρούνται 'Γενικά Αναγνωρισμένοι ως Ασφαλείς (GRAS)' και ωφέλιμα για τα υγιή άτομα, απαιτείται όμως μεγάλη προσοχή κατά την επιλογή προβιοτικών κατά τη χορήγηση τους σε ασθενείς με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα, διαταραχές εντέρου κ.α. Οι πιο συχνές παρατηρούμενες ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν: σήψη, μυκηταιμία και ισχαιμία του γαστρεντερικού σωλήνα. Ως εκ τούτου, ενώ τα συντριπτικά υπάρχοντα στοιχεία υποδηλώνουν ότι τα προβιοτικά είναι ασφαλή, συνιστάται η πλήρης εξέταση της σχέσης κινδύνου-οφέλους πριν από τη συνταγογράφηση (Fijan et., 2011).

Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει ότι τα οφέλη για την υγεία προέρχονται ακριβώς από την ικανότητά τους να αποκαθιστούν τη φυσική ισορροπία των βακτηρίων του εντέρου, τα οποία μπορεί να διαταραχθούν από ασθένειες όπως διαταραχές εντέρου, λόγω λήψης ορισμένων φαρμάκων, όπως αντιβιοτικών, λόγω υποσιτισμού, σοβαρού στρες κ.α. Αυτό συμβαίνει επειδή ένας αυξανόμενος αριθμός επιστημονικών μελετών έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι μια ανισορροπία των βακτηρίων στο πεπτικό σύστημα σχετίζεται με τη γενική υγεία. Έτσι, ενώ λειτουργούν μόνο στο παχύ έντερο, εάν καταποθούν σε επαρκείς ποσότητες, φαίνεται να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στο υπόλοιπο σώμα λόγω των μεταβολητών που παράγουν στο έντερο (J CLI Gastroenterol et al, 2011).

Τα προβιοτικά είναι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί για τον καταναλωτή όμως ορισμένα από αυτά τα θετικά πρέπει να επιβεβαιωθούν χρησιμοποιώντας κλινικές δοκιμές. Υπάρχει ωστόσο ακόμη ένα πρόβλημα διατήρησης της βιωσιμότητας αυτών των καλλιεργειών τόσο στην αποθήκευση τους στο εργαστήριο όσο και στον γαστρεντερικό σωλήνα. Η αναζήτηση μεθόδων που μπορούν να προστατεύσουν και να διατηρήσουν τη βιωσιμότητα των

προβιοτικών καλλιιεργειών συνεχίζονται ακόμη. Υπάρχουν επίσης ανησυχίες για τις αρνητικές επιπτώσεις των προβιοτικών σε ανοσοκατασταλμένα άτομα ή καταναλωτές με διάφορες ευαισθησίες στο πεπτικό σύστημα. Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να υποστηρίξουν τις αναφερόμενες ανησυχίες. (Thantsha et al., 2012)

## Βιβλιογραφία

1. Morita, H.; Toh, H.; Oshima, K.; Murakami, M.; Taylor, T.D.; Igimi, S.; Hattori, M. Complete genome sequence of the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 53103. *J. Bacteriol.* **2009**, *191*, 7630–7631.
2. Zhang, W.; Yu, D.; Sun, Z.; Wu, R.; Chen, X.; Chen, W.; Meng, H.; Hu, S.; Zhang, H. Complete genome sequence of *Lactobacillus casei* Zhang, a new probiotic strain isolated from traditional homemade koumiss in inner Mongolia, China. *J. Bacteriol.* **2010**, *192*, 5268–5269.
3. Wakil, S.M.; Laba, S.A.; Fasiku, S.A. Isolation and Identification of Antimicrobial-Producing Lactic Acid Bacteria from Fermented Cucumber. *Afr. J. Biotechnol.* **2014**, *13*, 2556–2564.
4. Leroy, F.; De Vuyst, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends Food Sci. Technol.* **2004**, *15*, 67–78
5. Gajbhiye, M.H.; Kapadnis, B.P. Antifungal-activity-producing lactic acid bacteria as biocontrol agents in plants. *Biocontrol. Sci. Technol.* **2016**, *26*, 1451–1470.
6. Oyetayo, V.O. Phenotypic Characterisation and Assessment of the Inhibitory Potential of *Lactobacillus* Isolates from Different Sources. *Afr. J. Biotechnol.* **2004**, *3*, 355–357.
7. Crowley, S.; Mahony, J.; Van Sinderen, D. Current Perspectives on Antifungal Lactic Acid Bacteria as Natural Bio-Preservatives. *Trends Food Sci. Technol.* **2013**, *33*, 93–109.
8. Valdes, A.M.; Walter, J.; Segal, E.; Spector, T.D. Role of the Gut Microbiota in Nutrition and Health. *BMJ* 2018, *361*, 36–44.
9. Gálvez, A. e. (2010). "Microbial antagonists to food-borne pathogens and biocontrol." . *Current opinion in biotechnology* 21.2, σσ. 142-148.
10. Agriopoulou, S.; Stamatelopoulou, E.; Sachadyn-Król, M.; Varzakas, T. Lactic Acid Bacteria as Antibacterial Agents to Extend the Shelf Life of Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables: Quality and Safety Aspects. *Microorganisms* 2020, *8*, 952.
11. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Evaluation of Health and Nutritional Properties of Pro- biotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation 2006. 25 November 2008.

12. Hawaz, E. Isolation and Identification of Probiotic Lactic Acid Bacteria from Curd and in Vitro Evaluation of Its Growth Inhibition Activities against Pathogenic Bacteria. *Afr. J. Microbiol. Res.* 2014, 8, 1419–1425.
13. Jabbari, V.; Khiabani, M.S.; Mokarram, R.R.; Hassanzadeh, A.M.; Ahmadi, E.; Gharenaghadeh, S.; Karimi, N.; Kafil, H.S. Lactobacillus Plantarum as a Probiotic Potential from Kouzeh Cheese (Traditional Iranian Cheese) and Its Antimicrobial Activity. *Probiotics Antimicrob. Proteins* **2017**, 9, 189–193.
14. Ananou, S. e. (2007). "Biopreservation, an ecological approach to improve the safety and shelf-life of foods." . *Communicating current research and educational topics and trends in applied microbiology* 1.2, σσ. 475-487.
15. Gálvez, A. e. (2007). "Bacteriocin-based strategies for food biopreservation." . *International journal of food microbiology* 120.1-2, σσ. 51-70.
16. Dangour, A. D.-L. (2006). Food and health in Europe: a new basis for action. *EUROPEAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, p. 451.
17. Kos, B. e. (2008). "Characterization of the three selected probiotic strains for the application in food industry." . *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24.5, σσ. 699-707.
18. Sánchez, B. e. (2017). "Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease." . *Molecular nutrition & food research* 61.1.
19. Hill, C. e. (2014). "Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic." . *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*.
20. Anuradha S., Rajeshwari K., (2005), Probiotics in Health and Disease, *JACM*, 6(1) 67-72
21. Fijan S., (2014), Microorganisms with Claimed Probiotic Properties: An Overview of Recent Literature, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 11, 4745-4767
22. Georgieva M., Andonova L., Peikova L., Zlatkov Al., (2014), PROBIOTICS – HEALTH BENEFITS, CLASSIFICATION, QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL – REVIEW, *PHARMACIA*, vol. 61, No. 4/, 22-31

23. Guarner et al., (2011), Probiotics and prebiotics, World Gastroenterology Organisation Global Guidelines
24. Parvez S., Malik K.A., Kang S. Ah., Kim H.-Y., (2006), Probiotics and their fermented food products are beneficial for health, Journal of Applied Microbiology, 1171-1185
25. Thantsha M.S., Mamvura C.I., Booyens J., (2012), Probiotics – What They Are, Their Benefits and Challenges, New Advances in the Basic and Clinical Gastroenterology, 21-46
26. Harzallah D., Belhadj H., (2013), Lactic Acid Bacteria as Probiotics Characteristics, Selection Criteria and Role in Immunomodulation of Human GI Muccosal Barrier, 197-216
27. Eur J Gastroenterol Hepato ,European Journal of Gastroenterology & Hepatology 2009, 21:45–53

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

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

Κεχαγιάς Χ., Τσάκαλη Ε., *Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2η έκδοση, 2020

Κονδύλη Ε., Παππά Ε. (n.d.). *Μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας νοπού γάλακτος*. [https://elgo.gr/images/pdf/publications/demeter\\_magazine/dmtr5p4-7.pdf](https://elgo.gr/images/pdf/publications/demeter_magazine/dmtr5p4-7.pdf)

Κουρής Α. *Ζυμωμένα Γάλατα, 3 Τύποι Ζυμωμένων Γαλάτων*, 3 July 2019 [www.dairy-services.com](http://www.dairy-services.com)

Κώδικας Τροφίμων Και Ποτών, Κεφάλαιο ΙΧ, άρθρο 80