



**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΖΥΜΩΜΕΝΑ
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ. ΟΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ**

THESIS

**PROBIOTIC MICROORGANISMS IN FERMENTED MILK
PRODUCTS. TRENDS IN MODERN TIMES**



**ΚΑΤΣΟΥΛΑ ΔΡΟΣΙΑΝΗ (Α.Μ. 14024)
ΚΑΡΑΛΙΒΑΝΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ (Α.Μ. 14117)**

Επιβλέπων καθηγητής
ΚΟΥΛΟΥΡΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2021



**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΖΥΜΩΜΕΝΑ
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ. ΟΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1)ΚΟΥΛΟΥΡΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ 2)ΤΣΑΚΑΛΗ ΕΥΣΤΑΘΙΑ 3) ΤΡΙΑΝΤΗ ΜΥΡΤΩ

**ΚΑΤΣΟΥΛΑ ΔΡΟΣΙΑΝΗ (Α.Μ. 14024)
ΚΑΡΑΛΙΒΑΝΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ (Α.Μ. 14117)**

**Εισηγητής
ΚΟΥΛΟΥΡΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ**

ΑΙΓΑΛΕΩ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρούμε απαραίτητο να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας κ. Κουλούρη Σπυρίδων, για την πολύ σημαντική βοήθεια και την καθοδήγηση του παρά τους δύσκολους καιρούς που βιώνουμε.

Επιπλέον θεωρούμε υποχρέωση μας να ευχαριστήσουμε την οικογένειά μας η κάθε μια ξεχωριστά για τη στήριξη κατά τη διάρκεια της φοίτησής μας στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί που βρίσκονται στα ζυμώμενα προϊόντα γάλακτος και οι σύγχρονες τάσεις που αφορούν τα προϊόντα αυτά. Τα πιο γνωστά τρόφιμα που παράγονται από τη ζύμωση του γάλακτος είναι το τυρί, το γιαούρτι, το βούτυρο, το κεφίρ, το κουμίζ, το ξυνόγαλα και το dahi. Οι σημαντικότεροι προβιοτικοί οργανισμοί που συμμετέχουν στην παραγωγή τους είναι στελέχη βακτηρίων των οικογενειών *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* και *Propionibacterium*, καθώς και ζύμες. Τα προβιοτικά τρόφιμα παρέχουν σημαντικά οφέλη στην υγεία του καταναλωτή. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι θεωρείται ότι βοηθούν στη διατήρηση της μικροχλωρίδας του εντέρου και στην προστασία από τα γαστρεντερικά παθογόνα, ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα, διευκολύνουν τη πέψη, έχουν αντικαρκινική δράση. Σύμφωνα με τα σύγχρονα πρότυπα υγείας και διατροφής, η ζήτηση των λειτουργικών τροφίμων τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί σημαντικά. Το 60-70% της αγοράς τους καταλαμβάνεται από τα προβιοτικά τρόφιμα. Υπάρχει η τάση, πολλά γαλακτομικά προϊόντα που παραδοσιακά δεν ανήκαν σε αυτή την κατηγορία, να ενισχυθούν με την προσθήκη προβιοτικών βακτηρίων, όπως παγωτό ή σκόνη γάλακτος. Επίσης, γίνονται προσπάθειες ώστε τα προβιοτικά να λειτουργήσουν ως υποκατάστατα ορισμένων φαρμάκων, ακόμη και αντιβιοτικών. Με τη βοήθεια της Γενετικής Μηχανικής ενισχύονται ορισμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους και με τη χρήση νέων τεχνικών όπως της ενθυλάκωσης, βελτιώνεται η βιωσιμότητά τους.

SUMMARY

The subject of this thesis is the probiotic microorganisms in fermented milk products and the modern trends about them. The most well-known foods produced by fermenting milk are cheese, yogurt, butter, kefir, koumis, sour milk and dahi. The most important probiotic organisms are bacterial strains of the families Lactobacillus, Lactococcus, Streptococcus, Enterococcus, Pediococcus, Bifidobacterium and Propionibacterium, as well as yeasts. Probiotic foods provide significant health benefits to the consumer. Indicatively, it is mentioned that they are considered to help maintain the intestinal microflora and to protect against gastrointestinal pathogens, strengthen the immune system, to facilitate digestion, to have anti-cancer action. According to modern health and nutrition standards, the demand for functional food has increased significantly in recent decades. 60-70% of their market is occupied by probiotic foods. There is a tendency for many dairy products that traditionally did not belong to this category to be enhanced by the addition of probiotic bacteria, such as ice cream or milk powder. Efforts are also being made to make probiotics act as substitutes for certain drugs, even antibiotics. With the help of Genetic Engineering, some of their functional characteristics are enhanced and with the use of new techniques such as encapsulation, their viability is improved.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
SUMMARY	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
ΖΥΜΩΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	11
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	11
1.2 ΤΥΡΙ	14
1.3 ΓΙΑΟΥΡΤΙ Ή ΓΙΑΟΥΡΤΗ	16
1.4 ΒΟΥΤΥΡΟ	17
1.5 ΚΕΦΙΡ	18
1.6 ΚΟΥΜΙΣ ή ΚΟΥΜΥΣ	19
1.7 ΟΞΥΓΑΛΑ Ή ΞΥΝΟΓΑΛΑ	20
1.8 DAHI	21
1.9 Viili	22
1.10 Amasi	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	25
ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	25
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	25
2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	26
2.2.1 Προέλευση προβιοτικών	28
2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των προβιοτικών	30
2.2.3 Μηχανισμοί δράσης προβιοτικών	31
2.2.4 Επίδραση προβιοτικών στην ανθρώπινη υγεία.....	32

2.3 ΒΑΚΤΗΡΙΑ	38
2.3.1 Lactobacillus	38
2.3.2 Bifidobacterium	42
2.3.3 Lactococcus.....	48
2.3.3 Streptococcus	50
2.3.4 Enterococcus	51
2.3.5 Pediococcus	53
2.3.7 Propionibacterium.....	53
2.4 ΖΥΜΕΣ	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	56
ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ	56
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	56
3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ	57
3.2.1 Πρεβιοτικά και Συμβιωτικά	57
3.2.2 Παραβιοτικά, Μεταβιοτικά και Ψυχοβιοτικά.....	58
3.2.3 Προβιοτικά στο ρόλο αντιβιοτικών	61
3.2.4 Άλλες τάσεις.....	62
3.3 ΖΗΤΗΣΗ	64
3.4 MARKETING	64
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	73

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος «προβιοτικά» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Lilly και Stillwell το 1965 για να προσδιορίσουν ορισμένες άγνωστες ουσίες που παράγονταν από ένα βλεφαριδωτό πρωτόζωο και λειτουργούσαν θετικά στην ανάπτυξη ενός άλλου βλεφαριδωτού μικροοργανισμού. Ο Parker (1974) όρισε τα προβιοτικά ως «οργανισμούς και ουσίες που συμβάλλουν στην ισορροπία της μικροχλωρίδας του εντέρου», συμπεριλαμβάνοντας έτσι μέσα στον όρο τόσο ζωντανούς οργανισμούς όσο και μη ζώσες ουσίες. Ο Fuller (1989) επέκρινε τη λέξη «ουσίες», και επαναπροσδιόρισε τα προβιοτικά ως «ένα ζωντανό μικροβιακό συμπλήρωμα που επηρεάζει ευεργετικά το ζώο ξενιστή βελτιώνοντας την μικροβιακή ισορροπία του εντέρου του». Η κοινή ομάδα εργασίας του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) το 2001 όρισαν τα προβιοτικά ως «τους ζωντανούς οργανισμούς, οι οποίοι όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες παρέχουν σημαντικά οφέλη στην υγεία του ξενιστή" (FAO / WHO, 2016).

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

Σε κάθε γένος προβιοτικών μικροοργανισμών περιλαμβάνονται αρκετά διαφορετικά είδη, ενώ κάθε είδος περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό στελεχών. Κάθε στέλεχος έχει διαφορετικές ιδιότητες, ενώ επιλεγμένα στελέχη είναι γνωστό ότι επιφέρουν οφέλη στην υγεία. Ενδεικτικά αναφέρεται ένα κλασικό παράδειγμα προβιοτικού συστατικού, το στέλεχος *actiregularis* (*Bifidobacterium animalis* DN 173 010), που βοηθά στη ρύθμιση της λειτουργίας του εντέρου, με την έννοια της επιτάχυνσης του χρόνου διέλευσης της τροφής από το πεπτικό σύστημα (βοηθά στην ήπια δυσκοιλιότητα, φούσκωμα, πόνους στο έντερο κλπ) και το στέλεχος *L.casei*

defensls (*Lactobacillus casei* DN -114 001) που βοηθά στην ενίσχυση της φυσικής άμυνας του οργανισμού (Ελληνικό Ινστιτούτο Διατροφής, 2014)

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

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

(Ελληνικό Ινστιτούτο Διατροφής, 2014)

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται ορισμένα βασικά ζυμώμενα προϊόντα γάλακτος όπως το τυρί, η γιαούρτη, το βούτυρο, το κεφίρ, το κούμις, το οξύγαλα και το *dehi*, το *villi* και το *amasi*. Πρόκειται για προϊόντα που παραδοσιακά παρασκευάζονται και καταναλώνονται σε μία ή περισσότερες χώρες και που φέρουν προβιοτικούς μικροοργανισμούς. Η ενσωμάτωση των προβιοτικών στα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος μπορεί να γίνει είτε με προσθήκη μικροοργανισμών μαζί με την καλλιέργεια εκκίνησης, μετά τη ζύμωση ή ως καλλιέργεια εκκίνησης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφονται οι μικροοργανισμοί και τα κριτήρια που πρέπει να πληρούν ώστε να λειτουργούν ως προβιοτικά. Πρόκειται για στελέχη βακτηρίων που ανήκουν στις οικογένειες κυρίως των *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*, αλλά και *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Propionibacterium* καθώς και για ορισμένα στελέχη ζυμών. Εξετάζεται ο τρόπος επιλογής των προβιοτικών, τα οφέλη και η δράση τους στον ανθρώπινο οργανισμό

Η προέλευση ενός αποτελεσματικού για τον άνθρωπο προβιοτικού συνήθως είναι η ανθρώπινη μικροχλωρίδα, άγρια στελέχη βακτηρίων που προσαρμόστηκαν στις δυσμενείς εντερικές συνθήκες ή γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί. Η βιωσιμότητα και η ζωτικότητα των προβιοτικών είναι ένα πολύ σημαντικό κριτήριο επιλογής. Πρέπει να επιβιώσουν από τα χολικά άλατα, το χαμηλό pH του στομάχου, από την αποδόμηση των πεπτικών ενζύμων και από τους τοξικούς μεταβολίτες που παράγονται στον οργανισμό, ώστε να εγκατασταθούν στο έντερο με επιτυχία. Έρευνες έχουν δείξει ότι επιδρούν άμεσα και θετικά στην ανθρώπινη υγεία. Βοηθούν στη θεραπεία γαστρεντερικών λοιμώξεων και φλεγμονώδων νόσων, στον έλεγχο της χοληστερόλης, της ανοχής της λακτόζης, των ουρογεννητικών λοιμώξεων, του σακχαρώδη διαβήτη αλλά ακόμη και στην πρόληψη και, συνεργατικά με τα φάρμακα, στην αντιμετώπιση του καρκίνου.

Τέλος στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται οι σύγχρονες τάσεις των προβιοτικών. Σήμερα, δίπλα στον όρο προβιοτικοί μικροοργανισμοί προστέθηκαν οι όροι πρεβιοτικοί και συμβιωτικοί μικροοργανισμοί, όπως και παραβιοτικά, μεταβιοτικά και ψυχοβιοτικά. Τα προβιοτικά, επίσης, μπορούν να αντικαταστήσουν σε ορισμένες περιπτώσεις τα αντιβιοτικά ή να ενισχύσουν τη δράση τους. Η ζήτηση των αντιβιοτικών παρουσιάζει αυξητικές τάσεις και το μάρκετινγκ παίζει σημαντικό ρόλο στην προώθηση τροφίμων με προβιοτικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΖΥΜΩΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ζύμωση είναι μια τεχνολογική διαδικασία που χρησιμοποιεί την ανάπτυξη και τη μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών για τη συντήρηση και τον μετασχηματισμό των τροφίμων. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των τροφίμων, η ανάπτυξη αλλοίωσης και παθογόνων οργανισμών αναστέλλεται από τους μεταβολίτες που παράγονται από τους οργανισμούς που εκτελούν τη ζύμωση, επεκτείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής των ευπαθών προϊόντων. Για παράδειγμα, κατά τη ζύμωση γαλακτικού οξέος, τα βακτήρια γαλακτικού οξέος συνθέτουν μεταβολίτες όπως γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα, αιθανόλη, υπεροξειδίο του υδρογόνου, βακτηριοκίνες και αντιμικροβιακά πεπτίδια, τα οποία συνεργάζονται ώστε να καταστείλουν την επιβίωση και ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και αλλοίωσης (Terefe, 2016).

Εκτός από τη συντήρηση, η ζύμωση προσδίδει χαρακτηριστικό άρωμα, γεύση, υφή και διατροφικό προφίλ στα τρόφιμα. Έτσι, αν και οι αρχαίοι πολιτισμοί ανέπτυξαν τη ζύμωση κυρίως ως τρόπο διατήρησης των ευπαθών γεωργικών προϊόντων, η τεχνολογία έχει εξελιχθεί πέρα από τη συντήρηση σε ένα εργαλείο για τη δημιουργία επιθυμητών οργανοληπτικών προφίλ στα τρόφιμα και τη βελτίωση της γευστικότητάς τους. Το ψωμί είναι ένα κλασικό παράδειγμα για αυτήν την περίπτωση, όπου η κύρια λειτουργία της ζύμωσης ζύμης είναι η δημιουργία της χαρακτηριστικής δομής, της υφής και του οργανοληπτικού χαρακτήρα του ψωμιού μετά τη διαδικασία ψησίματος. Η ζύμωση βοηθά επίσης στην απομάκρυνση των διατροφικών παραγόντων και των τοξινών στα υλικά τροφίμων και στη βελτίωση της διατροφικής τους εικόνας. Για παράδειγμα, ζύμωση σόγιας σε προϊόντα όπως το tempeh (ζυμωμένη αποφλοιωμένη σόγια με γεύση και υφή σαν κρέας), natto (ένα ζυμωμένο πιάτο σόγιας από την Ιαπωνία με έντονη μυρωδιά και γεύση και μια λεπτή υφή) και σάλτσα σόγιας (ένα σκούρο καφέ καρύκευμα από τη ζύμωση σόγιας, σιταριού και αλατιού) οδηγεί σε μείωση συγκεκριμένων διατροφικών παραγόντων όπως είναι οι αναστολείς φυτικού οξέος και θρυψίνης και έχει ως αποτέλεσμα την υδρόλυση σύνθετων πρωτεϊνών σόγιας σε πιο εύπεπτα και βιοδιαθέσιμα πεπτίδια και αμινοξέα (Terefe, 2016).

Τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση παράγονται και καταναλώνονται εκτενώς σε όλο τον κόσμο. Η παραγωγή αυτών των προϊόντων είναι μια παλιά διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για την παράταση της διάρκειας ζωής του γάλακτος. Σήμερα, πολλά παραδοσιακά και βιομηχανικά γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση με διάφορες υφές και άρωμα μπορούν να βρεθούν ως ένα σημαντικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής που εμφανίζει πολλά οφέλη για την υγεία. Τα τελευταία χρόνια, η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με την επίδραση της διατροφής στην υγεία και την τάση για κατανάλωση υγιεινών προϊόντων διατροφής οδήγησε τους κατασκευαστές να αναπτύξουν λειτουργικά τρόφιμα. Σε αυτό το πλαίσιο, η παραγωγή προβιοτικών τροφίμων είναι μια κοινή προσέγγιση. Τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση είναι κατάλληλοι φορείς για προβιοτικά και η παραγωγή και κατανάλωσή τους μπορεί να είναι ένας ωφέλιμος τρόπος για τη βελτίωση της κατάστασης της υγείας. Για την ανάπτυξη των προβιοτικών ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, της προβιοτικής βιωσιμότητας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και του χρόνου αποθήκευσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδρασή τους με τις καλλιέργειες εκκίνησης στο προϊόν καθώς και η επίδρασή τους στις οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος. Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση (Khorshidian et al, 2020)

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία Γαλακτοκομικών Προϊόντων (IDF), «τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση παρασκευάζονται από γάλα ή / και γαλακτοκομικά προϊόντα (π.χ. οποιοδήποτε ή συνδυασμό πλήρους, μερικώς ή πλήρως αποβουτυρωμένου, συμπυκνωμένου ή παρασκευασμένα από σκόνη γάλακτος, βουτυρόγαλα σε σκόνη, συμπυκνωμένο ή σε σκόνη ορού γάλακτος, πρωτεΐνη γάλακτος, κρέμα γάλακτος, βούτυρο ή λίπος γάλακτος, τα οποία έχουν κατασκευαστεί από πρώτες ύλες που έχουν τουλάχιστον παστεριωθεί) από τη δράση συγκεκριμένων μικροοργανισμών, η οποία οδηγεί σε μείωση του pH και της πήξης» (Khorshidian et al, 2020)

Τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά είναι προϊόντα κατάλληλα για πολλαπλασιασμό των προβιοτικών οργανισμών λόγω της παροχής πλούσιων πηγών άνθρακα και βασικών αμινοξέων. Επιπλέον η ρυθμιστική ικανότητα του γάλακτος και η περιεκτικότητά του σε λιπαρά παρέχουν κατάλληλο περιβάλλον για τα προβιοτικά για να αναπτύξουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις δυσμενείς συνθήκες της γαστρεντερικής οδού (Khorshidian et al, 2020) . Στον παρακάτω πίνακα 1.1

παρουσιάζονται ορισμένα προβιοτικά ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα και οι οργανισμοί που συνήθως αναπτύσσονται σε αυτά.

Πίνακας 1.1: Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα

Προϊόν	Ορισμένοι προβιοτικοί οργανισμοί	Χώρα προέλευσης
Γιαούρτι	Συμβιωτικές καλλιέργειες <i>Streptococcus thermophilus</i> και <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> .	Αρκετές χώρες
Kefir	<i>L. casei</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lc. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc subsp. cremoris</i>	Ιράν, Ισπανία Ρωσία
Kumys ή koumiss	<i>L. acidophilus</i> , <i>Saccharomyces</i>	Ρωσία, Μογγολία
Οξύφιλο γάλα (Acidophilus)	<i>L. acidophilus</i>	Αρκετές χώρες
Bifidus γάλα	<i>B. bifidum</i> and <i>B. longum</i>	Αρκετές χώρες
Yakult	<i>L. paracasei subsp. paracasei</i> Shirota	Ιαπωνία
Viili	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lc. lactis subsp. lactis biovar. Diacetylactis</i> , <i>Leuc. mesenteroides subsp. Cremoris</i>	Φιλανδία
Dahi	<i>L. paracasei</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>L. fermentum</i>	Ινδία, Νεπάλ, Σρι Λάνκα, Μπανγκλαντές, Πακιστάν
Amasi	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> (dominating), <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Enterococcus</i> , and <i>Leuconostoc spp.</i>	Νότια Αφρική, Ζιμπάμπουε
Somar	<i>L. paracasei</i> , <i>Lact. lactis</i>	Ινδία, Νεπάλ

Πηγή : FAO,2006 ; Khorshidian et al, 2020

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί ένα συστατικό, το οποίο δίνει στο ζυμωμένο γάλα την ελαφρώς ξινή γεύση του. Επιπρόσθετες χαρακτηριστικές γεύσεις και αρώματα είναι συνήθως το αποτέλεσμα άλλων προϊόντων των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Για παράδειγμα, η ακεταλδεΐδη, είναι η ουσία η οποία προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα στη γιαούρτη, και το διακετύλιο προσδίδει μια βουτυρώδη γεύση σε άλλα ζυμωμένα γάλατα. Και άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι ζύμες, μπορεί να συμπεριληφθούν στην καλλιέργεια (σύνολο μικροοργανισμών που προκαλούν τη

ζύμωση) για να δώσουν μοναδικές γεύσεις. Για παράδειγμα, η αλκοόλη και το διοξείδιο του άνθρακα που παράγονται από τις ζύμες συνεισφέρουν στη δροσιστική αφρώδη γεύση του κεφίρ, του κουμής και του leben (EUFIC, 2009).

Τα προβιοτικά μπορούν να ενσωματωθούν σε γάλα που έχει υποστεί ζύμωση μέσω διαφορετικών μεθόδων (Khorshidian et al, 2020) :

- Προσθήκη προβιοτικών μικροοργανισμών μαζί με τις καλλιέργειες εκκίνησης
- Προσθήκη υψηλού βιώσιμου αριθμού προβιοτικών μικροοργανισμών μετά τα στάδια ζύμωσης
- Ενσωμάτωση των προβιοτικών στο γάλα ως καλλιέργεια εκκίνησης

Για την παρασκευή προβιοτικών προϊόντων, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες πτυχές, όπως ο ρυθμός ανάπτυξης των προβιοτικών στο προϊόν, η διαδικασία παραγωγής και η παραγωγή ορισμένων ανεπιθύμητων μεταβολιτών από τους προβιοτικούς που προκαλούν δυσάρεστη γεύση, όπως το οξικό οξύ από τα bifidobacteria. Στην περίπτωση προϊόντων στα οποία υπάρχουν τόσο προβιοτικά όσο και καλλιέργειες εκκίνησης στη διαδικασία ζύμωσης, συνιστάται η χρήση συμβατών μιγμάτων προβιοτικών / καλλιεργητών εκκίνησης (Khorshidian et al, 2020) :.

1.2 ΤΥΠΙ



Εικόνα 1.1 : Τυρί

Πηγή: <https://www.clickatlife.gr/your-life/story/93422>

Η ιστορία της παραγωγής τυριού φαίνεται ότι ξεκίνησε από το σημερινό Ιράν, το 8000 π.Χ. περίπου, όταν ο άνθρωπος κατάφερε να εξημερώσει τα πρώτα μηρυκαστικά. Ένας μύθος αναφέρει ότι ένας Άραβας έμπορας τοποθέτησε μία ποσότητα γάλακτος σε έναν ασκό, κατασκευασμένο από το στομάχι ενός προβάτου. Η πτυιά από το στομάχι του ζώου και η θερμότητα του ήλιου προκάλεσαν και ευνόησαν την ανάπτυξη μικροοργανισμών, γεγονός που οδήγησε σε ζύμωση και στο διαχωρισμό του γάλακτος σε τυρόγαλο και πήγμα. (Robinson & Tamime, 1991).

Η τυροκομία στην Ελλάδα καταγράφει μια μακραίωνη παράδοση. Ο Όμηρος τον 8^ο αιώνα π.Χ. στο έργο του, την Οδύσσεια, περιγράφει το βοσκο-τυροκόμο, γνωστό ως Πολύφημο, το 12^ο αιώνα π.Χ., καθώς και τα τυριά του. Ο Διόδωρος (Διόδωρος Σικελιώτης, 1^{ος} 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 τυροκομίας. Έχοντας λοιπόν, ως δεδομένη την αξία του τυριού ως βασική τροφή, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν το τυρί ως μια 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 (Ζερφυρίδης, 2001).

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 (Κεχαγιάς, 2011).

Η ποικιλομορφία των τυριών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ορισμένοι από τους σημαντικότερους που συμμετέχουν στην παραγωγή του τυριού είναι: το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του (αγελαδινό, πρόβειο, γίδινο ή συνδυασμός αυτών) , το είδος των μικροοργανισμών και των ενζύμων που καθορίζουν την ποσότητα του παραγόμενου γαλακτικού οξέος, ο βαθμός αφυδάτωσης του τυροπήγματος, το μέγεθος και το σχήμα του τυριού, τη θερμοκρασία και την υγρασία κατά την ωρίμασής (Κεχαγιάς, 2011)

Για να λειτουργήσει το τυρί ως προβιοτικό τρόφιμο και να ασκήσει όφελος στην υγεία του καταναλωτή, θα πρέπει τα προβιοτικά βακτήρια τα οποία είναι ενσωματωμένα στο τυρί πρώτον να μπορέσουν να πολλαπλασιαστούν και δεύτερον να καταφέρουν να επιβιώσουν τη διέλευση μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα (Gruz

et al, 2009). Πολλές ποικιλίες τυριών, και όχι μόνο εγχώριες, χρειάζονται παραπάνω από 6 μήνες για να ωριμάσουν και να επιτύχουν την ανάπτυξη προβιοτικών. Ορισμένες ποικιλίες τυριών έχουν ερευνηθεί ως φορείς προβιοτικών μικροοργανισμών συμπεριλαμβανομένων cheddar (Mahalakshmi, R. and Murthy, 2000), λευκά αλμυρά, κασικίσιο, crescenza, παραδοσιακό cottage, kariesh, cunestrato rugliese. Οι παραγόμενοι μικροοργανισμοί θα πρέπει να μπορούν να επιβιώσουν την έκθεση στο υδροχλωρικό οξύ του στομάχου και την έκθεση στη χολή στο λεπτό έντερο (Gruz et al, 2009)

Το τυρί σε σχέση με το ζυμώμενο γάλα και τη γιαούρτη, παρουσιάζει ορισμένα πιθανά πλεονεκτήματα. Δημιουργεί ένα ρυθμιστικό διάλυμα έναντι του υψηλού όξινου περιβάλλοντος που επικρατεί στο γαστρεντερικό σύστημα και, έτσι δημιουργεί ένα ευνοϊκότερο περιβάλλον για προβιοτική επιβίωση λόγω υψηλότερου pH. Επίσης, η υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος προσφέρει πρόσθετη προστασία στα προβιοτικά βακτήρια του στομάχου (Gruz et al, 2009)

1.3 ΓΙΑΟΥΡΤΙ Ή ΓΙΑΟΥΡΤΗ



Εικόνα 1.2: Γιαούρτι

Πηγή:

<https://newpost.gr/ellada/5c125c7156dccb7e13e32f71/nea-bomba-sthn-ellhnikh-agera-galaktos-erxetai-giaoyrti-xwris-nwpo-gala>

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα έχουν καταγραφεί σχετικά λεπτομερείς βιβλιογραφικές αναφορές για την παρασκευή και τα χαρακτηριστικά της γιαούρτης στη χώρα μας.

Ο Elie Metchnikoff υπέθεσε την έννοια προβιοτικών γύρω στο έτος 1900, όταν παρατήρησε ότι η μακρά, υγιή ζωή των Βούλγαρων αγροτών ήταν το αποτέλεσμα της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων ζύμωσης

Το 1908, ο καθηγητής Μενάρδος, αμφισβήτησε την προσπάθεια του γνωστού Βούλγαρου επιστήμονα Elie Metchnikoff, να εμφανίσει τη γιαούρτη ως βουλγαρικό προϊόν. Αρκετοί συγγραφείς συνδέουν την προέλευση της γιαούρτης με την Ασία και άλλοι με τα Βαλκάνια. Τούρκοι νομάδες φαίνεται να έχουν παίξει σημαντικό-καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωσή της. Στη χώρα μας, η περιγραφή του τρόπου παρασκευής, γίνεται από τον Τζουλιάδη το 1936 και από τον Ζυγούρη αντίστοιχα το

1939. Το γάλα που χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή της γιαούρτης στη χώρα μας, ήταν το πρόβειο, το οποίο θεωρείτο και το καταλληλότερο για την παρασκευή της. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα ετών, μεγάλες και σημαντικές εξελίξεις σημειώθηκαν στην τεχνολογία, τα χαρακτηριστικά και τη θρεπτική της αξία, όχι μόνο διεθνώς αλλά και στη χώρα μας. Η κατανάλωση γιαούρτης έχει αυξηθεί αρκετά και η παρασκευή της από αγελαδινό γάλα έχει πλέον καθιερωθεί με στέρεες βάσεις.

Το γιαούρτι παρασκευάζεται με την προσθήκη βακτηρίων στο γάλα, τα οποία έχουν πρωτεολυτική δραστικότητα. Το γάλα που χρησιμοποιείται συνήθως είναι αγελαδινό, πρόβειο ή κασικίσιο. Αποτέλεσμα αυτής της δραστηριότητας είναι η κατανομή της πρωτεΐνης του γάλακτος, η οποία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των βακτηρίων που προκαλεί την απελευθέρωση μικρών πεπτιδίων και αμινοξέων. Η πρωτεολυτική δράση δεν μεταβάλλει σημαντικά την θρεπτική αξία των πρωτεϊνών του γάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

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 ανάμιξη φρούτων και καλύπτουν διαφορετικές προτιμήσεις μεγάλου μέρους των καταναλωτών (Κεχαγιάς, 2011).

1.4 ΒΟΥΤΥΡΟ



Εικόνα 1.3 : Βούτυρο

Πηγή :

<https://www.youtube.com/watch?v=5nRH51dbiv8>

Η ετυμολογία της λέξης βούτυρο προέρχεται από την αρχαία ελληνική γλώσσα. Είναι σύνθετη από τις λέξεις βους (αγελάδα) και τυρός (Μπαμπινιώτης, 2008).

Η ιστορία του βουτύρου είναι λίγο πολύπλοκη, καθώς υπάρχουν πολλοί μύθοι και δοξασίες σχετικά με την προέλευση του βουτύρου. Εκτιμάται ότι, όλα ξεκίνησαν, μια ζεστή μέρα, όταν ένας Νορμανδός, έδεσε ένα σακουλάκι με γάλα στο λαιμό του αλόγου

του. Αργότερα, βρήκε ότι η θερμότητα και το κούνημα το είχαν αναδεύσει κ είχαν φτιάξει ένα νόστιμο κίτρινο προϊόν. Προτού το βούτυρο γίνει αποκλειστικά ένα τρόφιμο, είχε χρησιμοποιηθεί ως χρέμα. Έχουμε καταγραφή της χρήσης του, με αυτή την μορφή, ήδη 2000 χρόνια π.Χ. (Χατζηδημητρίου, 2009)

Κάποιες ιστορίες, αναφέρουν ότι το βούτυρο ανακαλύφθηκε από τους Σίίτες, οι οποίοι κατέληξαν ως έμποροι και ως στρατιώτες στις περιοχές μεταξύ του Δούναβη και Ντόν. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν το βούτυρο κυρίως για την επάλειψη πληγών αλλά και άλλων δερματικών παθήσεων. Όμως, μετά την πτώση της αυτοκρατορίας, γύρω στις αρχές του Μεσαίωνα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα άρχισαν να αποτελούν μία από τις βασικές διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων (Χατζηδημητρίου, 2009)

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

1.5 ΚΕΦΙΡ



Εικόνα 1.4: Κεφίρ

Πηγή :

<https://www.onmed.gr/diatrofi/story/372528/kefir-giati-einai-axeperastis-threptikis-axias-trofi-video>

Το kefir είναι ένα γαλακτοκομικό ρόφημα που παράγεται με ζύμωση γάλακτος από ένα μοναδικό μικροβίωμα το οποίο βρίσκεται στους κόκκους του κεφίρ (εικόνα 1.4). Πρόκειται για ένα σύμπλοκο μίγμα βακτηρίων γαλακτικού οξέος, βακτηρίων οξικού οξέος, καθώς και ζυμομυκήτων τα οποία είναι σε μία μήτρα πρωτεΐνης και πολυσακχαρίτη (Kesenkas et al, 2017).

Για την παραγωγή του χρησιμοποιείται γάλα προβατίνας, αγελάδας, αιγών ή/και βουβαλιού (Kesenkas et al, 2017). Ωστόσο

μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και άλλα υποστρώματα όπως γάλα καρύδας, γάλα σόγιας, χυμοί φρούτων ή / και διαλύματα ζάχαρης και μελάσας (Leite et al, 2013).

Τα κύρια προϊόντα ζύμωσης κεφίρ είναι το γαλακτικό οξύ, η αιθανόλη και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα οποία ευθύνονται για το αυξημένο ιξώδες του κεφίρ, καθώς και τη χαρακτηριστική ανθρακούχα και όξινη γεύση που περιέχει. Επίσης, μπορούν να βρεθούν ανάμεσα στα συστατικά του μικρές ποσότητες από διάφορες άλλες ουσίες όπως διακετύλιο, ακεταλδεϋδη, οξέα και αμινοξέα που συμβάλουν στη δημιουργία μία πιο σύνθετης γεύσης (Leite et al, 2013).

Ιστορικά, το κεφίρ έχει προταθεί για θεραπεία διαφόρων κλινικών καταστάσεων όπως γαστρεντερικών προβλημάτων, υπέρταση, αλλεργίες και ισχαιμικές καρδιακές παθήσεις. Διάφοροι ερευνητές, όπως οι Farnworth & Mainville το 2008 και οι Rattray & O'Connell το 2011, προσπάθησαν να αξιολογήσουν τη ζύμωση κόκκων κεφίρ σε διαφορετικά υποστρώματα. Παρατήρησαν μεγάλη ποικιλία βιοδραστικών ενώσεων, όπως οργανικά οξέα, διοξείδιο του άνθρακα, υπεροξειδίο του υδρογόνου, αιθανόλη, πεπτιδία, εξωπολυσακχαρίτες (keferan) και βακτηριοκινίνες. Αυτές οι ενώσεις, είτε η κάθε μία ανεξάρτητα, είτε συνεργατικά μεταξύ τους, μπορούν να παράγουν διάφορα οφέλη για την υγεία του καταναλωτή. Ωστόσο, παρατηρείται μεγάλη μεταβλητότητα στις συνθήκες παραγωγής του κεφίρ, η οποία δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών επιστημονικών αποτελεσμάτων (Leite et al, 2013).

1.6 ΚΟΥΜΙΣ ή KUMYS



Εικόνα 1.5 : Kumys

Πηγή: <https://www.adventourist.kz/headlines/50-shadesof-milk>

Το Κούμις είναι ένα παραδοσιακό ποτό με αρχαία προέλευση και είναι συνηθισμένο για τους λαούς, οι οποίοι ζουν γύρω από την περιοχή της Κασπίας θάλασσας. Το παραδοσιακό κούμις παραγόταν από γάλα φοράδας. Σε περιοχές που δεν υπήρχε γάλα φοράδας, χρησιμοποιούνταν γάλα γαϊδούρας ή ακόμα και καμήλας, όπως στη Μογγολία.

Σήμερα πλέον χρησιμοποιείται και γάλα αγελάδας σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες και στο Ηνωμένα Έθνη (Ozer & Kirmaci, 2014)

Η ζύμωση πραγματοποιείται με την παρουσία στελεχών *Lactobacillus* (*L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. Lactis*) και ζυμομύκητα (*Torula lactis*, *Kluyveromyces lactis*, *Candida koumiss*, *Torula koumiss*). Η σύνθεση της μικροχλωρίδας σχετίζεται άμεσα με τη γεωγραφική προέλευση του προϊόντος και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Για παράδειγμα, σε κυμυς παραγωγής Καζακστάν απομονώθηκε ως κυρίαρχη ζύμη ο *Saccharomyces unisporus*, ο οποίος ζυμώνει κυρίως τη γαλακτόζη και είναι γαλακτική και αλκοολική. Τα κύρια τελικά προϊόντα που το απαρτίζουν είναι το γαλακτικό οξύ (1% περίπου), η αιθανόλη (2-2,5%) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Είναι αφρώδες, θρεπτικό, εύπεπτο και ευχάριστο στη γεύση. Λόγω όμως της περιεκτικότητάς του σε αλκοόλη, θεωρείται περισσότερο ένα ευφραντικό ποτό και λιγότερο ως τρόφιμο. (Tamime & Robinson, 1999).

1.7 ΟΞΥΓΑΛΑ Ή ΞΥΝΟΓΑΛΑ



Εικόνα 1.6: Ξυνόγαλα

Πηγή: <https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/16408-ariani-ksinogala>

Είναι παραδοσιακό προϊόν ζυμώσεως του βουτυρο-γάλακτος ή του άπαχου γάλακτος και αντίστοιχο του "Cultured buttermilk" το οποίο παράγεται σε αρκετές χώρες και ιδιαίτερα στις Η.Π.Α. Η κατανάλωση του προϊόντος αυτού στον ελληνικό χώρο έμεινε σε χαμηλά επίπεδα. Κατά τον

παραδοσιακό τρόπο παρασκευής το βουτυρόγαλα ή το γάλα αφήνεται να υποστεί γαλακτική ζύμωση από τη φυσική οξυγαλακτική του χλωρίδα. Η πορεία όμως της ζυμώσεως είναι συχνά ανώμαλη η δε πιθανή ύπαρξη παθογόνων βακτηρίων καθιστά τη μέθοδο αυτή ανασφαλή. Η οξυγαλακτική καλλιέργεια είναι είτε οξύγαλα προηγούμενης ημέρας είτε ειδικά προετοιμασμένη καλλιέργεια σε αποστειρωμένο βουτυρόγαλα ή γάλα με χρήση αφυδατωμένης μητρικής καλλιέργειας. Μετά την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας γίνεται επώαση στους 28-30° C και αφού πήξει θραύεται με κτύπημα το πήγμα και το προϊόν μετατρέπεται σε παχύρρευστο υγρό, το οποίο συσκευάζεται σε φιάλες και διακινείται σε θερμοκρασία ψύξεως. Η

θέρμανση του βουτυρογάλακτος ή του γάλακτος στους 90° C για 15 min, παστεριώνει το προϊόν, το οποίο είναι ασφαλές για τη Δημόσια Υγεία εφόσον προστατεύεται από επιμολύνσεις μέχρι τη συσκευασία του. Είναι προϊόν εύγευστο και εύπεπτο (Tamime και Robinson, 1999)

1.8 DAHI



Εικόνα 1.7 : Dahi
 Πηγή: <https://www.indiamart.com/proddetail/dahi-13028667133.html>

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

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι κυριότερες διαφορές που παρουσιάζει το dahi από το γιαούρτι.

Πίνακας 1.2 : Διαφορές Dahi από γιαούρτι

Χαρακτηριστικό	Γιαούρτι	Dahi
Είδος καλλιέργειας	Συμβιωτική καλλιέργεια <i>Lactobacillus delbrueckii spp bulgaricus</i> και <i>Streptococcus thermophilus</i>	Μη καθορισμένο ή καθορισμένο μείγμα μεσόφιλων και / ή θερμόφιλων βακτηρίων γαλακτικού οξέος, αλλά κυρίως <i>Lactococcus lactis</i> και τα υποείδη του
Θερμοκρασία επώασης	42° C	Ποικίλει από 25 ως 45°C, ανάλογα το είδος της καλλιέργειας
Κύρια ένωση που καθορίζει τη γεύση	Ακεταλδεΰδη	Διακετύλιο

Είδος γάλατος και ολικά στερεά	Γενικά παρασκευάζεται από γάλα αγελάδας με ολικά στερεά να κυμαίνονται 14-16%	Φτιαγμένο από αγελαδινό ή βουβάλισιο γάλα (παραδοσιακά) και ολικά στερεά τυποποιημένα σύμφωνα το είδος γάλακτος
---------------------------------------	---	---

Πηγή: Mudgal & Prajati (2017)

Τα θεραπευτικά αποτελέσματα του dahi έχουν αναγνωρισθεί από τον λαό της Ινδίας εδώ και πάρα πολλά χρόνια , αλλά η επιστημονική επικύρωση του γεγονότος αυτού έχει συμβεί μόνο τις τελευταίες δεκαετίες. Ως αποτέλεσμα, το dahi και τα σχετικά με αυτό προϊόντα κερδίζουν συνεχώς μεγαλύτερη δημοτικότητα ως λειτουργικά τρόφιμα. Η χρήση των προβιοτικών που περιέχονται στο dahi και συμβάλλουν στην θεραπεία των ασθενειών του εντέρου ή στην προαγωγή της γενικής υγείας του πληθυσμού δεν έχει λάβει επαρκή προσοχή στην Ινδία. Απαιτούνται περισσότερες κλινικές δοκιμές στις οποίες εμπλέκονται ανθρώπινοι εθελοντές για να αποδειχθούν οι θεραπευτικές πτυχές του dahi (Mudgal & Prajati, 2017).

1.9 Viili



Εικόνα 1.8: Viili

Πηγή : <https://www.ebay.com/itm/Heirloom-Organic-Viili-Yogurt-Starter-EVERLASTING-Buy-Only-ONCE-Dried-Cult-/273871403857>

Το Viili είναι ένα μοναδικό παχύρρευστο γάλα που έχει υποστεί ζύμωση χωρίς στάρπη το οποίο συναντάται στις Σκανδιναβικές χώρες. Πιστεύεται ότι προέρχεται από τη Σουηδία, ωστόσο, σήμερα συναντάται κυρίως στη Φινλανδία, όπου θεωρείται σε μεγάλο βαθμό ως εθνικός θησαυρός. Αυτό το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση καταναλώνεται συνήθως στο πρωινό και είναι

επίσης ένα δημοφιλές σνακ για παιδιά και ηλικιωμένους στη Φινλανδία. Το προϊόν καταναλώνεται μόνο του ή με δημητριακά, μούσλι ή φρούτα. Ένας παραδοσιακός τρόπος κατανάλωσης είναι η ανάμειξη του με κανέλα και ζάχαρη. Η μοναδική του

κολλώδης υφή οφείλεται στη ζύμωση του με το *Lactococcus lactis subsp cremoris*. Το Viili θεωρείται ότι εμφανίζει πολλά οφέλη για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών, αντι-καρκινογόνων, αντιγηραντικών και ανοσορρυθμιστικών δραστηριοτήτων. Το Viili κατασκευάστηκε ιστορικά σε αγροκτήματα με μεγάλους ξύλινους κουβάδες και με μαγειρικά σκεύη στο σπίτι. Η βιομηχανική κατασκευή του viili ξεκίνησε στη Φινλανδία τη δεκαετία του 1950. Η ετήσια κατανάλωση ανέρχεται σε περισσότερα από 4,5 κιλά / κατά κεφαλή, παρόλο που η μέση κατανάλωση στην πραγματικότητα μειώθηκε λόγω του ευρύτερου φάσματος γαλακτοκομικών προϊόντων στην αγορά (Luo & Deng, 2016)

Οι κυριότεροι προβιοτικοί οργανισμοί στο viili είναι βακτήρια, μύκητες και ζύμες που παρέχουν θετικά οφέλη για την υγεία, ειδικά για το πεπτικό σύστημα. Το viili παρουσιάζει υψηλό πληθυσμό συμβιωτικών βακτηρίων, ζυμομυκήτων και μυκήτων που δρουν συνεργικά. Περιέχει πολλά βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) συμπεριλαμβανομένων των *L. lactis sub sp. cremoris*, *L. lactis sub sp. Biovar Lactis. diacetylactis*, και *Leuconostoc mesenteries subsp. cremoris*. Τα cremoris βακτήρια παράγουν ένα χαρακτηριστικό ετεροπολυσακχαρίτη που περιέχει φωσφορικό άλας ή EPS¹. Αυτά τα στελέχη LAB είναι επίσης υπεύθυνα για τη ζύμωση γαλακτικού οξέος, καθώς και για τον σχηματισμό αρώματος κιτρικών. Επιπλέον, οι παραδοσιακές καλλιέργειες viili περιέχουν επίσης στελέχη ζύμης όπως *Kluyveromyces marxianus* και *Pichia fermentans*. Ο ρόλος των ζυμομυκήτων στη ζύμωση του viili αρχικά είναι ελάχιστος, αλλά στο τέλος της ζύμωσης, ή καθώς αυξάνεται η λακτόζη ή η γλυκόζη, μπορεί να παραχθεί μικρή ποσότητα αιθανόλης, η οποία μπορεί να γίνει αισθητή από το οσφρητικό σύστημα (Luo & Deng, 2016)

1.10 Amasi

Το amasi είναι ένα παραδοσιακό γαλακτομικό προϊόν που παράγεται με ζύμωση από τους νοτιοαφρικανικούς πληθυσμούς. Η παραγωγή του γίνεται κυρίως σε οικιακή

Εικόνα 1.9 : Amasi
Πηγή : <http://kippyscreations.blogspot.com/2010/09/amasi.html>

κλίμακα και αποτελεί ένα οικονομικά και θρεπτικά σημαντικό συστατικό της τοπικής διατροφής των

¹ Εξωπολυσακχαρίτες : πολύπλοκα μόρια μεγάλου μοριακού βάρους από σάκχαρα και πρωτεΐνες με καθορισμένες ιδιότητες



αγροτικών περιοχών. Το amasi είναι ένα ιστορικά σημαντικό προϊόν και εξακολουθεί να παράγεται και να καταναλώνεται συνήθως από οικογένειες που εκτρέφουν βοοειδή. Τα νοικοκυριά χρησιμοποιούν παραδοσιακές αρχές ζύμωσης γάλακτος για να παράγουν συνεχή τροφοδοσία amasi,. Η διάρκεια και η θερμοκρασία της ζύμωσης τροποποιείται ανάλογα τις προτιμήσεις για την υφή και τη ρευστότητα του προϊόντος. Η ποιότητα, η πικρία και η ποσότητα του amasi επηρεάζονται επίσης από την εποχιακή σύνθεση, τον όγκο και τη διαθεσιμότητα φρέσκου γάλακτος σε κάθε νοικοκυριό (Osvik et al.,2013).

Τα κυριότερα βακτήρια που συμμετέχουν στη ζύμωση του amasi είναι LAB. Επιπλέον, έχουν εντοπιστεί σε μελέτες είδη που ανήκουν στην οικογένεια Enterobacteriaceae, μερικά από τα οποία συχνά σχετίζονται με μόλυνση από ανθρώπινες, περιβαλλοντικές και ζωικές πηγές. Η ανίχνευση αυτών των βακτηριακών ειδών στο γάλα που έχει υποστεί ζύμωση σε διάφορες περιοχές της Αφρικής δεν είναι απροσδόκητη, καθώς το γάλα παράγεται χωρίς κανένα έλεγχο ασφάλειας τροφίμων (Osvik et al.,2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα «προβιοτικά» είναι μία λέξη που ο ορισμός της έχει επαναπροσδιοριστεί αρκετές φορές τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς η επιστημονική κοινότητα κατανοεί περισσότερο και καλύτερα τη σχέση μεταξύ της υγείας των εντέρων και της γενικής ευεξίας του οργανισμού (Lee & Salminen, 2008). Στον παρακάτω πίνακα, αναφέρονται ορισμένοι από τους κυριότερους ορισμούς κατά χρονολογική σειρά.

Πίνακας 2.1 Ορισμοί προβιοτικών σε χρονολογική σειρά

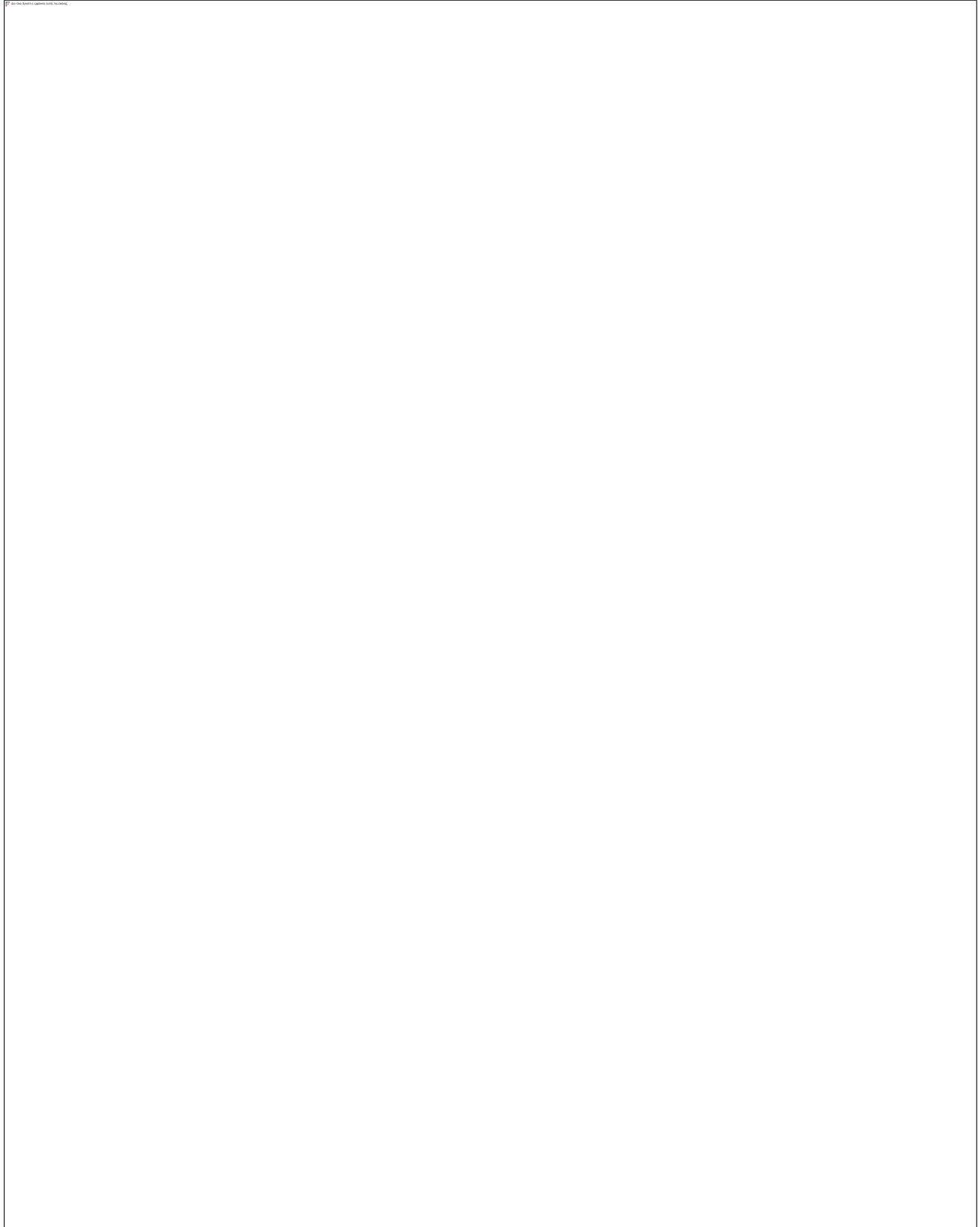
ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ	ΔΙΑΤΥΠΩΘΗΚΕ ΑΠΟ
«Οι παράγοντες που προάγουν την ανάπτυξη και παράγονται από μικροοργανισμούς»	Lilly & Stillwell (1965)
«Οργανισμοί και ουσίες που ασκούν ευεργετικά αποτελέσματα στα ζώα, επηρεάζοντας την εντερική μικροχλωρίδα»	Parker (1974)
«Ένα ζωντανό συμπλήρωμα μικροβιακής τροφής που επηρεάζει ευεργετικά το ζώο ξενιστή βελτιώνοντας την εντερική μικροβιακή ισορροπία του»	Fuller (1989)
«Μία μονοκαλλιέργεια ή μικτή καλλιέργεια ζωντανών οργανισμών που εφαρμόζονται σε ζώα ή ανθρώπους και επηρεάζουν ευεργετικά τον ξενιστή βελτιώνοντας τις ιδιότητες της γηγενή μικροχλωρίδας»	Havenaar & Huis Int Veld (1992)
«Ένα βιώσιμο μικροβιακό συμπλήρωμα διατροφής που επηρεάζει ευεργετικά την υγεία του οικοδεσπότη»	Ινστιτούτο Διεθνών Επιστημών Ζωής (ILSI - International Life Sciences Institute) (1998)
“Τα προβιοτικά τρόφιμα είναι λειτουργικά εάν έχει επαρκώς αποδειχθεί ότι επηρεάζουν ευεργετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες-στόχους στο σώμα, εκτός από τις επαρκείς διατροφικές επιδράσεις, με τρόπο που σχετίζεται είτε με την βελτίωση της κατάστασης της υγείας και της ευεξίας και / είτε με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών»	Diplock et al (1999)

«Ένα μικροβιακό διαιτητικό ανοσοενισχυτικό που επηρεάζει ευεργετικά τη φυσιολογία του ξενιστή με τη ρύθμιση του βλεννογόνου και της συστηματικής ανοσίας, καθώς, επίσης, και τη βελτίωση της διατροφικής και μικροβιακής ισορροπίας στον εντερικό σωλήνα».	Naidu et al (1999)
«Μικροβιακά κύτταρα που διέρχονται από το γαστρεντερικό σωλήνα και τα οποία, με τον τρόπο αυτό, ωφελούν την υγεία του καταναλωτή	Tannock (2000)
« Ένα παρασκεύασμα ενός προϊόντος που περιέχει βιώσιμους καθορισμένους μικροοργανισμούς σε επαρκή αριθμό, οι οποίοι μεταβάλλουν τη μικροχλωρίδα (με εμφύτευση ή αποικισμό) σε ένα διαμέρισμα του ξενιστή και από αυτό το διαμέρισμα ασκούν ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία του ξενιστή»	Schrezenmeir & De Vrese (2001)
«Ζωντανοί μικροοργανισμοί οι οποίοι όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες παρέχουν οφέλη στην υγεία του ξενιστή»	FAO/WHO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας / Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) (2001)

Πηγή : Lee & Salminen 2008

2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Αρκετά γένη βακτηρίων και ζυμών έχουν προταθεί ως προβιοτικές καλλιέργειες. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στελέχη ανήκουν στα είδη *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*. Σύμφωνα με τις οδηγίες των FAO/WHO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας / Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ο μικροοργανισμός σε επίπεδο ειδών/ στελεχών, δεδομένου ότι τα στοιχεία δείχνουν ότι τα προβιοτικά αποτελέσματα σχετίζονται με το στέλεχος. Ωστόσο, η επιλογή ενός στελέχους που θα χρησιμοποιηθεί ως αποτελεσματικό προβιοτικό είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας 2.1.



Εικόνα 2.1 : Διάγραμμα διαδικασίας επιλογής στελέχους ως προβιοτικό
Πηγή: Lee & Salminen 2008

2.2.1 Προέλευση προβιοτικών

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι ένα αποτελεσματικό ανθρώπινο προβιοτικό πρέπει να συναντάται στην **ανθρώπινη μικροχλωρίδα**, καθώς η γαστρεντερική οδός του ανθρώπου είναι αρκετά διαφορετική από εκείνη των ζώων, με αποτέλεσμα τα προϊόντα απομόνωσης από τα ζώα να μην είναι απαραίτητα προσαρμοσμένα στο ανθρώπινο έντερο. Επιλεκτικά μέσα και ειδικές συνθήκες καλλιέργειας χρησιμοποιούνται για την απομόνωση στελεχών από ανθρώπινα δείγματα που αρχικά αναγνωρίζονται από μορφολογικό χαρακτηρισμό κάτω από το μικροσκόπιο. Μοριακά εργαλεία, βασισμένα κυρίως στην αλληλουχία του 16SrRNA gene, επιτρέπουν την αναγνώριση έως το επίπεδο του είδους (Lee & Salminen, 2008).

Έχουν απομονωθεί αρκετές ομάδες στελεχών από δείγματα ανθρώπων (και άλλων ζώων). Συνήθως, χρησιμοποιούνται για την απομόνωση δείγματα κοπράνων που δίνονται εθελοντικά από υγιείς ενήλικες ή από βρέφη. Επίσης, δείγματα λαμβάνονται από υγιή άτομα και ασθενείς που υποβάλλονται σε βιοψίες, καθώς και από τη στοματική κοιλότητα, που φαίνεται να είναι η πηγή προέλευσης ορισμένων αλλοχθόνων γαλακτοβακίλλων του εντέρου. Πρόσφατα, έχει αναφερθεί ότι τα μικρόβια των κοπράνων των βρεφών αντικατοπτρίζουν τη βακτηριακή σύνθεση του μητρικού γάλακτος. Επομένως, το φυσικό μικρόβιο του ανθρώπινου γάλακτος θα μπορούσε να προταθεί ως πηγή για την απομόνωση νέων προβιοτικών βακτηρίων (Lee & Salminen, 2008).

Μια άλλη προσέγγιση για την αναζήτηση βελτιωμένων προβιοτικών στελεχών είναι η **προσαρμογή στελεχών** βακτηρίων στις δυσμενείς εντερικές καταστάσεις (stress). Μετά την κατάποση, τα προβιοτικά βακτήρια πρέπει να επιβιώσουν από το πέρασμα μέσω του γαστρεντερικού συστήματος και να φτάσουν στο παχύ έντερο για να ασκήσουν το ευεργετικό τους αποτέλεσμα. Το χαμηλό pH στο στομάχι και η υψηλή συγκέντρωση χολικών αλάτων στο λεπτό έντερο, τα οποία δρουν ως βιολογικά απορρυπαντικά που διαταράσσουν την κυτταρική μεμβράνη, είναι οι κύριες προκλήσεις που πρέπει να ξεπεράσουν τα προβιοτικά (Begley et al, 2005). Οι Margolles et al (2003) έλαβαν παράγωγα *Bifidobacterium* ανθεκτικά στο χολικό νάτριο με έκθεση σε βαθμιαία αυξανόμενες συγκεντρώσεις αυτής της ένωσης. Ο ανθεκτικός φαινότυπος παρέμεινε σταθερός, οι ενζυματικές δραστηριότητες αμετάβλητες και δεν προέκυψαν σημαντικές αναδιατάξεις του χρωμοσωμικού DNA. Ωστόσο τα κύτταρα του ανθεκτικού παραγώγου παρουσίασαν ορισμένες αλλαγές, όπως μικρότερο

μέγεθος από το μέσο όρο του αρχικού στελέχους, απώλεια της ικανότητα χρήσης λακτόζης, φρουκτόζης και γαλακτόζης, μειωμένα επίπεδα έκφρασης δύο πρωτεϊνών μεμβράνης(78 και 114 kDa). Οι μεταβολές αυτές βελτίωσαν την επιβίωση των προσαρμοσμένων βακτηρίων στο περιβάλλον του παχέος εντέρου και τη μικρότερη αναστολή ανάπτυξης παρουσία χολικού από το αρχικό στέλεχος (Margolles et al, 2003). Αρκετά στελέχη προβιοτικών, κυρίως γαλακτοβακίλλων και bifidobacteria, με βελτιωμένη ανοχή και βιωσιμότητα σε διάφορες παράγοντες stress του γαστρεντερικού συστήματος έχουν περιγραφεί στη βιβλιογραφία ²³⁴ .

Τέλος, η αναζήτηση προβιοτικών στελεχών μπορεί να πραγματοποιηθεί με την αξιοποίηση των αλληλουχιών του γονιδιώματος, όπου μπορούν να κατασκευαστούν νέα στελέχη με βελτιωμένα ή «σχεδιασμένα» προβιοτικά χαρακτηριστικά με συγκεκριμένες δράσεις. Η χρήση **γενετικά τροποποιημένων στελεχών βακτηρίων** ως προβιοτικά αντιμετωπίζεται με επιφυλακτικότητα, αν και κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος. Ορισμένα στελέχη *Bifidobacterium* έχουν γενετικά τροποποιηθεί για θεραπεία κατά των όγκων μετά από στοματική χορήγηση και για την καταπολέμηση των εντερικών παθογόνων. Ανασυνδυασμένα στελέχη *Lactobacillus* βρίσκονται υπό μελέτη για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, τη θεραπεία κατά του *Helicobacter pylori* και τη βελτίωση της φλεγμονώδους κολίτιδας. Γενετική τροποποίηση έχουν υποστεί και στελέχη του *Lactococcus lactis* για τη θεραπεία ή ανακούφιση διάφορων ασθενειών όπως αλλεργίες και κολίτιδα (Lee & Salminen, 2008).

² Chou L.S., & Weimer B., (1999), Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*, Journal Dairy Science, 82,23-31 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030299752045>

³ Maus J.E & Ingham S.C., (2003), Employment of stressful conditions during culture production to enhance subsequent cola- and acid tolerance of bifidobacteria, Journal of Applied Microbiology, 95 (1), 146-154 : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12807465/>

⁴ Collado M.C. & Sanz Y., (2006), Method for direct selection of potentially probiotic Bifidobacterium strains from human intestinal mucus and the role of adhesion in enteropathogen exclusion, Journal of Microbiological Methods, 66, 560-563 : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16522337/>

2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των προβιοτικών

Η βιωσιμότητα μπορεί να θεωρηθεί ως η ποσότητα των βιώσιμων κυττάρων που εμφανίζονται από μια καλλιέργεια υπό μια δεδομένη κατάσταση, ενώ η λειτουργικότητα είναι μια πιο εξελιγμένη έννοια που περιλαμβάνει μια ομάδα χαρακτηριστικών, συμπεριλαμβανομένης της βιωσιμότητας που προσδίδουν σε ένα προβιοτικό στέλεχος τις ιδιότητες που ευθύνονται για τη βελτίωση της υγείας. Ωστόσο, καθώς η βιωσιμότητα δεν σημαίνει πάντα πλήρη λειτουργικότητα, είναι σημαντικό να καθοριστεί η διαφορά μεταξύ των δύο παραμέτρων. Κάτω από ορισμένες συνθήκες, τα βακτήρια μπορούν να επιβιώσουν, αν και ορισμένα από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους, όπως η αντίσταση σε χαμηλό pH, η προσκόλληση στο εντερικό επιθήλιο ή η ανοσορυθμιστική ικανότητα ενδέχεται να μην εμφανίζονται πλήρως, γεγονός που θα μπορούσε τουλάχιστον να μειώσει εν μέρει την ικανότητά του να ασκήσει ευεργετικό αποτέλεσμα για την υγεία (Burns et al, 2014).

Οι Saarela et al. (2006), για παράδειγμα, μελέτησαν τη σταθερότητα των αποξηραμένων με ψύξη bifidobacteria σε χυμό φρούτων και σε γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και δεν βρήκε καμία αλλαγή στη βιωσιμότητα των κυττάρων, αλλά χαμηλότερη ανοχή σε οξύ και χολικά κύτταρα κατά την αποθήκευση. Οι Vinderola et al. (2012) χρησιμοποίησαν λυοφιλιωμένα κύτταρα του *B. animalis* subsp. *lactis* τα οποία έδειξαν υψηλότερη ανοχή σε χαμηλό pH (pH=2,0) όταν αναπτύχθηκαν σε pH=5,0 από ό,τι όταν καλλιεργήθηκαν σε pH= 6,5 (Burns et al, 2014).

Η κατάλληλη επιλογή ενός προβιοτικού μικροοργανισμού περιλαμβάνει, ως βασικό χαρακτηριστικό, την ικανότητά του να προσεγγίζει, να επιβιώνει και να διατηρείται στο περιβάλλον στο οποίο προορίζεται να δράσει, σε επαρκή αριθμό κυττάρων. Επειδή το παχύ έντερο είναι ο τόπος δράσης για τα περισσότερα προβιοτικά βακτήρια, για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να φθάσουν σε βιώσιμα επίπεδα εκεί. Κατά τη διέλευση από το έντερο, τα προβιοτικά στελέχη πρέπει να ξεπεράσουν τις σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες. (Burns et al, 2014).

Τα βακτηριακά στελέχη που επιλέγονται για τα προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις (Kailasapathy & Chin, 2000):

1. Να επιβιώνουν από τις γαστρικές όξινες συνθήκες (pH=1-4).
2. Να είναι ανθεκτικοί στη δράση των χολικών αλάτων.
3. Να αντιστέκονται στην αποδόμηση από πεπτικά ένζυμα που υπάρχουν στο

έντερα (π.χ. λυσοζύμες).

4. Να επιβιώνουν από τους τοξικούς μεταβολίτες, κυρίως των φαινολών, που παράγονται κατά τη διαδικασία της πέψης, από τα αντιβιοτικά και τους φάγους, τις συνθήκες ανάπτυξης και συνθήκες αποθήκευσης

Είναι σκόπιμο τα προβιοτικά να υποβάλλονται σε δοκιμές *in vitro*, όπως ανοχή σε οξύ και χολή, επιβίωση μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα, ικανότητα προσκόλλησης στον επιθηλιακό ιστό του εντέρου, προσωρινός αποικισμός, ανταγωνισμός κατά των παθογόνων και καλές τεχνολογικές ιδιότητες (Tijjani et al, 2020).

Το ζυμώμενα γαλακτομικά προϊόντα θεωρούνται κατάλληλες μήτρες για τα προβιοτικά. Οι Rodrigues et al (2019) σύγκριναν την επιβίωση των προβιοτικών όταν υποβάλλονται σε προσομοίωση πέψης δύο διαφορετικών γαλακτοκομικών μητρών (γάλα που έχει υποστεί ζύμωση και παγωτό) και ενός συμπληρώματος διατροφής που περιείχαν τις ίδιες ποσότητες ινουλίνης και τις ίδιες βιώσιμες μετρήσεις *Lactobacillus acidophilus* και *Bifidobacterium animalis*. Η επιβίωση αξιολογήθηκε με μετρήσεις πλακών σε άγαρ MRS, η μεταβολική κατάσταση με κυτταρομετρία ροής και η μορφολογία κυττάρων με σάρωση ηλεκτρονικής μικροσκοπίας. Τα ποσοστά των ζωντανών κυττάρων που παρατηρήθηκαν από την κυτταρομετρία ροής και από τον αριθμό των πλακών ήταν υψηλότερα στο ζυμωμένο γάλα σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα ($p < 0,05$). Η ακεραιότητα των κυττάρων διατηρήθηκε καλύτερα στα γαλακτοκομικά προϊόντα σε σύγκριση με το συμπλήρωμα διατροφής. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μήτρες γαλακτοκομικών προϊόντων ήταν πιο αποτελεσματικές στη διατήρηση της βιωσιμότητας των προβιοτικών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πέψης από ό, τι το συμπλήρωμα διατροφής και το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση αποδείχθηκε ο καλύτερος τρόπος παροχής βιώσιμων προβιοτικών (Rodrigues et al., 2019).

2.2.3 Μηχανισμοί δράσης προβιοτικών

Τα προβιοτικά βακτήρια χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε τρόφιμα και φαρμακευτικές εφαρμογές για την εξισορρόπηση της διαταραγμένης εντερικής μικροχλωρίδας και της σχετικής δυσλειτουργίας της ανθρώπινης γαστρεντερικής οδού. *Lactobacillus acidophilus* και *Bifidobacterium spp.* έχουν αναφερθεί ότι είναι

ευεργετικοί προβιοτικοί οργανισμοί που παρέχουν εξαιρετικά θεραπευτικά οφέλη (Kailasapathy & Chin, 2000).

Η βιολογική δραστικότητα των προβιοτικών βακτηρίων οφείλεται εν μέρει στην ικανότητά τους να προσκολλώνται στα εντεροκύτταρα. Αυτό αναστέλλει τη δέσμευση των εντερικών παθογόνων μέσω μιας διαδικασίας ανταγωνιστικού αποκλεισμού. Η προσκόλληση των προβιοτικών βακτηρίων σε υποδοχείς κυτταρικής επιφάνειας εντεροκυττάρων ξεκινά επίσης συμβάντα σηματοδότησης που έχουν ως αποτέλεσμα τη σύνθεση κυτοκινών (Kailasapathy & Chin, 2000).

Τα προβιοτικά βακτήρια ασκούν επίσης επιρροή στους γηγενείς μικροοργανισμούς με την παραγωγή γαλακτικού οξέος και βακτηριοκινών. Αυτές οι ουσίες αναστέλλουν την ανάπτυξη παθογόνων και επίσης μεταβάλλουν την οικολογική ισορροπία των εντερικών αντιγόνων. Η παραγωγή βουτυρικού οξέος από ορισμένα προβιοτικά βακτήρια επηρεάζει τον κύκλο των εντεροκυττάρων και εξουδετερώνει τη δραστηριότητα των διατροφικών καρκινογόνων, όπως οι νιτροζαμίνες, που παράγονται από τη μεταβολική δραστηριότητα των κοινών βακτηρίων σε άτομα που καταναλώνουν δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (Kailasapathy & Chin, 2000).

Ως εκ τούτου, η συμπερίληψη των προβιοτικών βακτηρίων σε γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση ενισχύει την αξία τους ως καλύτερα θεραπευτικά λειτουργικά τρόφιμα (Kailasapathy & Chin, 2000).

2.2.4 Επίδραση προβιοτικών στην ανθρώπινη υγεία

Η εντερική μικροχλωρίδα είναι ένα σύνθετο οικοσύστημα που αποτελείται από μικροοργανισμούς που σχετίζονται με διάφορους θρεπτικούς, μεταβολικούς, ενδοκρινικούς, ανοσολογικούς και ψυχολογικούς μηχανισμούς. Μερικές από τις κύριες λειτουργίες του είναι η διατήρηση του εντερικού φραγμού, η ανοσορρύθμιση, ο μεταβολισμός των θρεπτικών ουσιών, η σύνθεση βιοδραστικών ενώσεων και βιταμινών και η ζύμωση μη εύπεπτων υδατανθράκων (Rodrigues et al, 2019).

Υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της διατροφής και της ανθρώπινης υγείας. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένας αριθμός ασθενειών και διαταραχών μπορεί να προληφθεί ή να ρυθμιστεί με τη χρήση προβιοτικών μικροοργανισμών. Τα προβιοτικά χρησιμοποιούνται στη διαχείριση ασθενειών και διαταραχών, όπως παθογόνων λοιμώξεων του εντέρου, λοιμώξεων από ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού,

ουρογεννητικής λοίμωξης, καρκίνου, παχυσαρκίας, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, δυσανεξίας στη λακτόζη. Τα προβιοτικά μπορεί επίσης να έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στην ανθρώπινη υγεία με την εξάλειψη των τοξινών, την προστασία από εντερικούς μικροοργανισμούς και την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος του σώματος. Αυτά τα οφέλη μεταξύ άλλων οδήγησαν σε μελέτες που στοχεύουν στην κατανόηση συγκεκριμένων προβιοτικών και του μηχανισμού που εμπλέκεται στη θεραπεία ασθενειών. Παρόλο που οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται από τα προβιοτικά στη θεραπεία ασθενειών δεν είναι συγκεκριμένοι, αναφέρεται ότι η τροποποίηση του εντερικού μικροβίου, η παραγωγή λιπαρών οξέων βραχείας αλυσίδας (SCFAs), συνεπώς η διατήρηση του pH στο πεπτικό σύστημα, η παραγωγή βακτηριοκίνης και βιταμινών μεταξύ των πιθανών μηχανισμών (Tijjani et al, 2020).

Γαστρεντερικές λοιμώξεις: Προβιοτικοί μικροοργανισμοί, όπως οι *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*, βοηθούν σημαντικά στην πρόληψη γαστρεντερικών λοιμώξεων. Αυτό το πετυχαίνουν με την παραγωγή γαλακτικού οξέος, την προσκόλληση στα κύτταρα ξενιστές με αποτέλεσμα τον αποκλεισμό ή τη μείωση των παθογόνων βακτηρίων και την παραγωγή υπεροξειδίου του υδρογόνου το οποίο είναι τοξικό για τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Η παραγωγή βακτηριοκινών βοηθάει στην καταστολή της ανάπτυξης παθογόνων μικροβίων και στην ενίσχυση της φυσικής άμυνας του οργανισμού (Tijjani et al, 2020).

Το *Bifidobacterium teencentis* και το *Bifidobacterium pseudocatenulatum* παράγουν για παράδειγμα βιταμίνες της ομάδας B (B1, B2, B3, B6, B8, B9, B12), οι οποίες ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και διεγείρουν τη δημιουργία οργανικών οξέων και αμινοξέων. Τα προβιοτικά μπορούν να παράγουν επίσης ένζυμα όπως εστεράση, λιπάση και συν-ένζυμα A, Q, NAD και NADP, ενώ ενισχύουν επίσης το ανοσοποιητικό σύστημα με την παραγωγή ανοσοσφαιρινών, αυξάνοντας τη δραστηριότητα των μακροφάγων, διεγείροντας την παραγωγή γ-ιντερφερόνη, και επηρεάζοντας το συγγενές και επίκτητο ανοσολογικό σύστημα μέσω μεταβολιτών, συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος και του DNA που αναγνωρίζονται από τα εξειδικευμένα κύτταρα ξενιστές. Ορισμένα προϊόντα του μεταβολισμού των προβιοτικών μπορεί επίσης να παρουσιάσουν αντιβιοτική δράση (Oelschlaeger, 2010).

Ελικοβακτήριο του πυλωρού (*Helicobacter pylori*): Τα προβιοτικά βακτήρια αναφέρονται ότι έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν τον γαστρικό αποικισμό και τη δραστηριότητα του *H. pylori* που σχετίζεται με πεπτικά έλκη, καρκίνο του στομάχου και γαστρίτιδα. Είναι γεγονός ότι η εξάλειψη του *H. pylori* δεν γίνεται μόνο με προβιοτική θεραπεία, αλλά δρα συνεργατικά με τα αντιβιοτικά και μπορεί να μειωθεί ο αριθμός των βακτηρίων, ενώ παράλληλα βελτιώνεται η απόκριση στα αντιβιοτικά που χορηγούνται και βελτιώνεται ο ρυθμός εξάλειψης του παθογόνου (Tijjani et al, 2020).

Πρόληψη φλεγμονώδων νόσων του εντέρου: Στις φλεγμονώδεις νόσους των εντέρων ανήκει η νόσος του Crohn, η ελκώδης κολίτιδα και η στένωση του γαστρεντερικού σωλήνα. Οι ασθένειες αυτές μπορούν να προκαλέσουν κοιλιακό πόνο, διάρροια και γαστρεντερική αιμορραγία, ενώ η αιτιολογία εμφάνισής τους δεν είναι σαφής (Tijjani et al, 2020). Τα προβιοτικά μπορούν να αποκαταστήσουν την απαιτούμενη ισορροπία στη φυσική μικροχλωρίδα του εντέρου και να βοηθήσουν στη διαδικασία της πέψης και στις εντερικές μεταβολικές λειτουργίες. Σε 77 ασθενείς με φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, σύμφωνα με έρευνα των Whorwell et al (2006), στους οποίους χορηγήθηκε *Bifidobacterium infantis* ή *Lactobacillus salivarius* παρατηρήθηκε ανακούφιση από τα συμπτώματα σε μικρότερο χρονικό διάστημα από ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε εικονικό φάρμακο. Σημαντική βελτίωση και ανακούφιση από τα συμπτώματα έναντι εικονικού φαρμάκου παρατήρησαν και οι Ki Cha et al (2012) οι οποίοι όμως χρησιμοποίησαν σε ασθενείς ένα μίγμα προβιοτικών μικροοργανισμών: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum* και *Streptococcus thermophiles* (Rajyalakshmi et al, 2019).

Έλεγχος και μείωση της διάρροιας: Ορισμένα προβιοτικά βακτήρια που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της διάρροιας είναι: *Lactobacillus GG*, *Bifidobacteria spp*, *Lactobacillus reuteri* και *Saccharomyces boulardii*. Τα βακτήρια με την παραγωγή βακτηριοκινών (νισίνης) αποτρέπουν τη δέσμευση των παθογόνων μικροοργανισμών στα επιθηλιακά κύτταρα και ταυτόχρονα προστατεύουν τον ξενιστή από τις τοξίνες. Η χορήγηση της ζύμης *Saccharomyces boulardii* σε ασθενείς με οξεία και υδαρή διάρροια οδήγησε στη θεραπεία τους (Markowiak & Śliżewska, 2017)

Έλεγχος της χοληστερόλης του αίματος : Η υπερβολική συγκέντρωση χοληστερόλης στο αίμα αυξάνει μεταξύ άλλων τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων, όπως για παράδειγμα ο κίνδυνος καρδιακής προσβολής είναι τριπλάσιος σε εκείνους με υπερχοληστερολαιμία, σε σύγκριση με εκείνους που έχουν φυσιολογικά επίπεδα λιπιδίων στο αίμα . Μελέτες⁵ δείχνουν ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων που περιέχουν προβιοτικά μπορεί να μειώσει τη χοληστερόλη στο αίμα. Τα είδη *Bifidobacterium* και *Lactobacillus* παράγουν σημαντική ποσότητα υδρολάσης χολικού άλατος (BSH) η οποία συμμετέχει στην υδρόλυση αμιδικών δεσμών μεταξύ χολικών οξέων και των συζυγών τους. Μελέτες δείχνουν ότι η υδρολάση χολικού άλατος υδρολύει τα συζευγμένα χολικά οξέα για να σχηματίσουν ελεύθερα πρωτογενή χολικά οξέα από τη χοληστερόλη, τα οποία απορροφώνται αποτελεσματικά από τον εντερικό αυλό και απελευθερώνονται στα κόπρανα και ως εκ τούτου οδηγούν σε μείωση της χοληστερόλης (Tijjani et al, 2020).

Έλεγχος ανοχής λακτόζης : Η λακτόζη είναι ο υδατάνθρακας που προέρχεται από το γάλα των θηλαστικών. Η δυσανεξία στη λακτόζη ή η δυσαπορρόφηση μπορεί να προκύψουν από ανεπαρκή ή έλλειψη λακτάσης για τη μετατροπή της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη στο λεπτό έντερο που οδηγεί σε διάρροια, φούσκωμα και κοιλιακό άλγος. Τα προβιοτικά βακτήρια όπως το *L. acidophilus* στο γάλα και η μικροβιακή -γαλακτοσιδάση στο γιαούρτι είναι σημαντικά για την πέψη και την απορρόφηση της λακτόζης σε ασθενείς με δυσανεξία στη λακτόζη (Goh & Klaenhammer, 2013)

Έλεγχος ουρογεννητικής λοίμωξης : Είναι γνωστό ότι η κολπική μικροβιακή χλωρίδα επηρεάζει την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος. Μη σεξουαλικά μεταδιδόμενες ουρογεννητικές λοιμώξεις όπως είναι η λοίμωξη του ουροποιητικού συστήματος (UTI), και η βακτηριακή κολπίτιδα (BV) σεξουαλικά μεταδιδόμενες ασθένειες όπως η γονόρροια, η Candida και τα χλαμύδια αντιμετωπίζονται προληπτικά και κατασταλτικά με τη βοήθεια προβιοτικών μικροοργανισμών. Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος στον κόλπο όπως: οι *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus*

⁵ Ishimve et al, 2015 :

https://www.researchgate.net/publication/268452814_The_perspective_on_cholesterol_lowering_mechanisms_of_probiotics

vaginalis, Lactobacillus salivarius, Lactobacillus reuteri και Lactobacillus rhamnosus θα μπορούσαν να έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης του κολπικού μικροπεριβάλλοντος. Ωστόσο, η χρήση βακτηρίων γαλακτικού οξέος μαζί με προβιοτικά βοηθά στην εξισορρόπηση των κολπικών μικροβίων, επομένως μείωση του κινδύνου μόλυνσης (Tijjani et al, 2020).

Διαχείριση σακχαρώδη διαβήτη : Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 έχει γίνει μια από τις πιο διαδεδομένες ασθένειες στη γη και έχουν αναπτυχθεί αρκετές θεραπείες. Ωστόσο, οι τρέχουσες μέθοδοι παρέμβασης δεν ήταν τόσο αποτελεσματικές όσο αναμενόταν. Μια πολλά υποσχόμενη συμπληρωματική στρατηγική είναι η χρήση προβιοτικών.

Πιστεύεται ότι η σύνθεση του εντερικού μικροβιόκοσμου και τα σύνδρομα μεταβολικών διαταραχών, όπως ο διαβήτης και η παχυσαρκία, συσχετίζονται. Η χρήση προβιοτικών έχει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της διαταραχής. Οι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 έχουν σημαντικό μειωμένο αριθμό ειδών στερεοκυττάρων στο ότι ο λόγος βακτηριοειδών / στερεοποιημάτων αυξάνεται, ο οποίος συσχετίζεται θετικά με τη συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα. Ο διαβήτης τύπου 2 μπορεί να αντιμετωπιστεί ρυθμίζοντας ορμόνες του εντέρου (γαστρικό ανασταλτικό πολυπεπτίδιο και γλυκαγόνο πεππίδιο-1) με τη χρήση προβιοτικών (Tijjani et al, 2020).

Πρόληψη και αντιμετώπιση του καρκίνου: Ο καρκίνος θεωρείται μία από τις κύριες αιτίες θνησιμότητας του ανθρώπου στον κόσμο και αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών. Ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, καθώς και από την ανοσολογική κατάσταση του οργανισμού. Το εντερικό μικρόβιο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ομοιόστασης στο ανθρώπινο σώμα. Τα προβιοτικά έχουν αποκτήσει αυξανόμενη ιατρική σημασία λόγω της ευεργετικής επίδρασης στο ανθρώπινο σώμα που σχετίζεται με την πρόληψη και υποστήριξη της θεραπείας πολλών χρόνιων παθήσεων, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου ελλείπει παρενεργειών (Slizewska et al, 2020).

Τα αποτελέσματα πολλών κλινικών μελετών δείχνουν την αποτελεσματικότητα των προβιοτικών στην πρόληψη, θεραπεία και μείωση της εξέλιξης διαφόρων τύπων καρκίνου, συμπεριλαμβανομένου του παχέος εντέρου, του ήπατος, του στήθους, της

ουροδόχου κύστης, και του τραχήλου της μήτρας σε ασθενείς με καρκίνο (Slizewska et al, 2020).

Η μετεγχειρητική χορήγηση προβιοτικών μειώνει αποτελεσματικά τις μετεγχειρητικές μολυσματικές επιπλοκές. Λοίμωξη κατά τη διάρκεια της κοιλιακής χειρουργικής, η οποία θεωρείται ένας σημαντικός παράγοντας στη νοσηρότητα των ασθενών, μπορεί να μειωθεί με τη χορήγηση προβιοτικών σε ασθενείς πριν από τη χειρουργική επέμβαση. Επιπλέον, αποδεικνύεται ότι ορισμένοι προβιοτικοί μικροοργανισμοί είναι χρήσιμοι στον έλεγχο διαφόρων εντερικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου του πυρετού, της μετεγχειρητικής φλεγμονής, της διάρροιας από ιούς και διάρροια που σχετίζεται με αντιβιοτικά ή χημειοθεραπεία / ακτινοθεραπεία (Slizewska et al, 2020).

Η αντικαρκινογόνος δράση των προβιοτικών βασίζεται σε (Slizewska et al, 2020):

- (1) τροποποίηση της εντερικής σύνθεσης μικροβίων
- (2) μεταβολική δραστηριότητα του εντερικού μικροβίου
- (3) παραγωγή ενώσεων με αντικαρκινογόνο δράση, όπως λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας και συζευγμένα, λινολεϊκό οξύ,
- (4) αναστολή πολλαπλασιασμού κυττάρων και επαγωγή απόπτωσης σε καρκινικά κύτταρα,
- (5) επιρροή σε άλλους μεταλλαξιογόνους και καρκινογόνους παράγοντες,
- (6) δέσμευση και αποικοδόμηση του καρκινογόνου ενώσεων που υπάρχουν στον εντερικό αυλό,
- (7) ενίσχυση της ανοσολογικής απόκρισης
- (8) βελτίωση του εντερικού φραγμού.

2.3 ΒΑΚΤΗΡΙΑ

2.3.1 Lactobacillus

Τα στελέχη του *Lactobacillus* αποτελούν μέρος του μικροβιώματος του ανθρώπου και των ζώων και έχουν κινήσει το ενδιαφέρον των μελετητών λόγω των διαφορετικών επιδράσεων τους στην υγεία του ξενιστή. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων, οι γαλακτοβάκιλλοι ή τα βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) είναι μεταξύ των πιο διαδεδομένων προβιοτικών. Οι υδατάνθρακες ζύμωσης LAB παράγουν γαλακτικό οξύ ως κύριο τελικό προϊόν (Zhang et al, 2018).

Το γένος *Lactobacillus*, το οποίο ταξινομικά ανήκει στο φύλο Firmicutes, ομοταξία Bacilli, τάξη Lactobacillales και οικογένεια Lactobacillaceae και αποτελείται από περισσότερα από 170 είδη προαιρετικών, αναερόβιων, αρνητικών κατατάξης, θετικών κατά Gram, μη σπορογόνων βακτηρίων. Για αιώνες, οι γαλακτοβάκιλλοι χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζυμωμένων τροφίμων που προέρχονται τόσο από ζώα (γάλα και κρέας) όσο και από φυτά (λαχανικά και δημητριακά) (Zhang et al., 2018).

Οι ποσότητες γαλακτοβακίλλων που βρίσκονται στο ανθρώπινο γαστρεντερικό σωλήνα ποικίλλουν, ανάλογα με την ηλικία του ξενιστή και τη θέση εντός του εντέρου και ούτω καθεξής. Στα ενήλικα κόπρανα, οι γαλακτοβάκιλλοι αντιπροσωπεύουν μόνο 0,01 έως 0,06% (10^5 έως 10^8 CFU / g) όλων των βακτηριακών ειδών. Τα κυρίαρχα γηγενή είδη *Lactobacillus* είναι *L. gasseri*, *L. reuteri*, *L. crispatus*, *L. salivarius* και *L. ruminis*. Σε σύγκριση με τα μικρόβια ενηλίκων, τα μικροβιώματα κοπράνων για βρέφη είναι πολύ πιο ασταθή και μεταβλητά, που κυμαίνονται από 10^5 CFU / g στα νεογνά έως 10^6 - 10^8 CFU / g στα βρέφη ηλικίας > 1 μήνα. Τα κοινά είδη που έχουν απομονωθεί στα βρέφη είναι: *L. plantarum*, *L. salivarius*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. fermentum*, *L. gasseri*, *L. delbrueckii* και *L. reuteri*. Οι γαλακτοβάκιλλοι που είναι γηγενείς στον γαστρεντερικό σωλήνα περιλαμβάνουν *L. casei*, *L. plantarum*, *L. fermentum* και *L. rhamnosus*, ενώ οι πιο συνηθισμένοι που απομονώνονται από το βλεννογόνο του στομάχου είναι *L. antri*, *L. gastricus*, *L. kalixensis*, *L. reuteri* και *L. ultunensis*. Σε σύγκριση με το γαστρεντερικό σωλήνα, οι *L. crispatus*, *L. gasseri*, *L. jensenii*, *L. vaginalis* και *L. iners* εμφανίζονται συχνότερα στον γυναικείο κόλπο. Επιπλέον, η υγιής γυναικεία ουρογεννητική οδός περιέχει μια μεγάλη και σταθερή

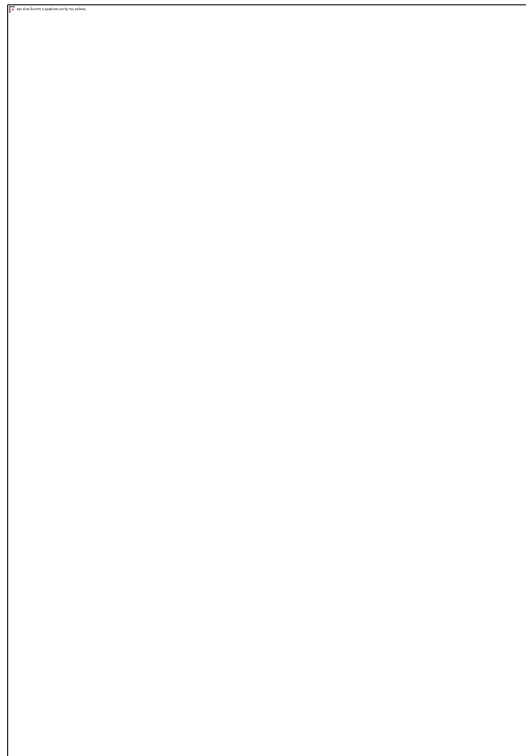
αναλογία *Lactobacillus* spp. που προστατεύουν από παθογόνες μολύνσεις (De Gregorio et al. 2014) (Zhang et al, 2018).

Μηχανισμοί προσαρμογής στον ξενιστή. Η προβιοτική δράση των γαλακτοβακίλλων στον ξενιστή, εξαρτάται από τη βέλτιστη προσαρμογή στο περιβάλλον του εντέρου του ξενιστή για να εξασφαλιστεί η επιβίωση, η προσαρμογή και ο αποικισμός. Πρώτον, αυτά τα βακτήρια επικαλούνται συγκεκριμένες στρατηγικές επιβίωσης σε απόκριση σε διάφορους ανεπιθύμητους περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες (δηλαδή οξέα, χολή, οξειδωση, όσμωση και λιμοκτονία) κατά τη διέλευση μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα. Για να διατηρούν την ακεραιότητα του κυττάρου, επισκευάζουν, προστατεύουν και εξάγουν μακρομόρια και ανιχνεύουν την παρουσία στρεσογόνων. Οι μηχανισμοί αυτοί επιβίωσης περιλαμβάνουν τον συντονισμό της έκφρασης ή την καταστολή γονιδίων που ρυθμίζουν διάφορες κυτταρικές διεργασίες, όπως κυτταρική διαίρεση, σύνθεση μεμβράνης, μοριακή μεταφορά και μεταβολισμό DNA.

Επιπλέον, οι γαλακτοβακίλλοι έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται σε συγκεκριμένα θρεπτικά περιβάλλοντα, το οποίο είναι απαραίτητο για την εγκατάσταση κατοικίας και επιβίωσης στους διάφορους μικρο-βιότοπους του ξενιστή. Τα γονιδιώματα των γαλακτοβακίλλων κωδικοποιούν γονίδια που εμπλέκονται στην αποδόμηση πολυσακχαριτών και διάφορους μεταφορείς σακχάρου που προσαρμόζονται κατάλληλα στα εγγύτατα διαμερίσματα του γαστρεντερικού σωλήνα, το οποίο περιέχει μια αφθονία μη εύπεπτων σύνθετων υδατανθράκων. Οι ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η εξάντληση των θρεπτικών συστατικών και η συσσώρευση μεταβολιτών (π.χ. γαλακτικό οξύ), μπορούν να οδηγήσουν σε μειωμένη χρήση των βασικών θρεπτικών συστατικών μειώνοντας τις δραστηριότητες του μεταφορέα.

Επίσης, η ικανότητα των γαλακτοβακίλλων να προσκολλώνται στο κύτταρο ξενιστή είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που μπορεί να προάγει την επιμονή και τον αποικισμό στο κύτταρο ξενιστή, να διεγείρει αλληλεπιδράσεις μικροβίων-ξενιστών και να προστατεύσει το φραγμό του βλεννογόνου μέσω διαφόρων μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένων ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων κατά των παθογόνων. Οι γαλακτοβακίλλοι συνδέονται με τα συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος, όπως προσκολλητίνες, πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες. Οι συγκολλητικοί μηχανισμοί μπορούν να χωριστούν σε ειδικές αλληλεπιδράσεις συγκόλλησης-υποδοχέα με τα μόρια ξενιστές (π.χ. αλληλεπιδράσεις που προκαλούνται από πρωτεΐνες που

εξαρτώνται από τη λακτάση, πρωτεΐνες που συνδέουν τη βλέννα, πρωτεΐνες στιβάδας S, λιποτεχνοϊκό οξύ (LTA) και εξωπολυσακχαρίτες) και μη ειδικές αλληλεπιδράσεις (π.χ., ηλεκτροστατικές και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις).



Εικόνα 2.2: *Lactobacillus acidophilus*

Πηγή: https://www.researchgate.net/profile/Maria_Azcarate-Peril/publication/7561732/figure/fig2/AS:281632922718212@1444157929688/Morphology-of-L-acidophilus-NCFM-A-and-NCFM-LBA1524HPK-B-as-seen-under-a.png



Εικόνα 2.3 :*L. salivarius* σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Scanning-electron-microscopy-of-wild-type-L-salivarius-UCO-979C-1-from-human-gastric_fig1_282534307

Προβιοτική δράση: Τα προβιοτικά αποτελέσματα των γαλακτοβακίλλων έχουν διερευνηθεί και αξιοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές προληπτικών και θεραπευτικών παρεμβάσεων σε ανθρώπους, ζώα και μοντέλα *in vitro*. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για την προβιοτική δράση των στελεχών *Lactobacillus*, στην υγεία ανθρώπων και ζώων.

Πίνακας 2.2 : Μελέτες για την προβιοτική δράση των *Lactobacillus*

Στέλεχος	Πειραματικό μοντέλο	Αποτελέσματα	Αναφορά
<i>L.casei</i> DN 114001	Άνθρωποι	Οικονομικά αποδοτική μείωση του επιπολασμού της διάρροιας που σχετίζεται με αντιβιοτικά κατά τη διάρκεια της θεραπείας με αντιβιοτικά	Dietrich et al, 2014
<i>L.casei</i> ATCC 393	Κυτταρικές σειρές καρκινώματος κόλον ποντικού (CT26) και ανθρώπου (HT29)	Δρα ανασταλτικά στην ανάπτυξη των κυττάρων, αντιπροπλασμαστικά και προ-αποπτωτικά (προάγουν την απόπτωση, δηλαδή τον θάνατο των καρκινικών κυττάρων)	Tiptiri-Kourpeti et al, 2016
<i>L.plantarum</i>	Θηλυκά ποντίκια BALB / c	Βελτίωση της υπογονιμότητας που προκαλείται από τη φλεγμονή με μείωση των προ-φλεγμονωδών κυτοκινών και αύξηση των αντιφλεγμονωδών κυτοκινών	Bhandari et al, 2016
<i>L.rhamnosus</i> HN001 και <i>L.acidophilus</i> GLA-14	Άνθρωποι	Αντιμικροβιακές δραστηριότητες κατά παθογόνων που ευθύνονται τόσο για βακτηριακή κολπίτιδα όσο και για αερόβια κολπίτιδα (ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων)	Bertuccini et al., 2017
<i>L.reuteri</i> NCIMB 701089	Προσομοιωμένες εντερικές καταστάσεις	Μεγάλη αφομοίωση της προβιοτικής χοληστερόλης και μεγάλη δυνητική θεραπευτική ικανότητα για καρδιαγγειακές ασθένειες	Tomaro-Duchesneau et al, 2014
<i>L.rhamnosus</i> HN001	Χορήγηση σε έγκυες γυναίκες και για 6 μήνες μετά τον τοκετό αν θηλάζουν- Διπλά	Σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά κατάθλιψης και άγχους κατά την περίοδο μετά τον τοκετό. Μπορεί	Slykerman et al, 2017

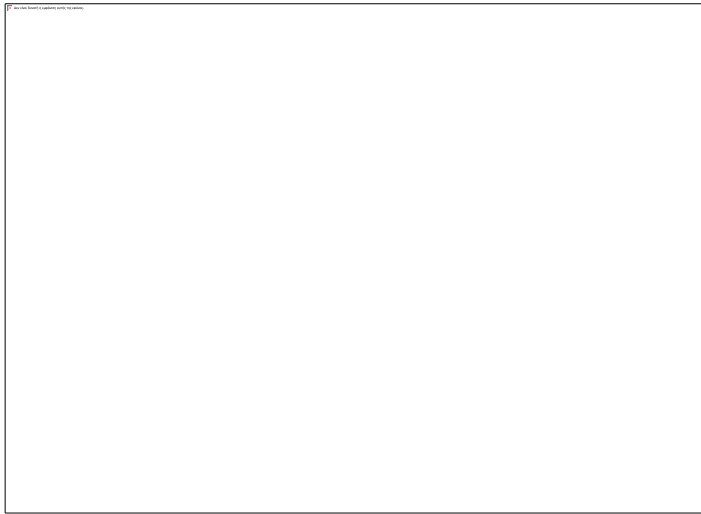
	τυφφλή και ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο δοκιμή	να είναι χρήσιμο για την πρόληψη ή τη θεραπεία επιλόχειου κατάθλιψης	
<i>L.fermentum</i> PD2 & <i>L.fermentum</i> PH2	Υγιή άτομα αρουραίων Wistar. Διατροφή εμπλουτισμένη με χοληστερόλη (ομάδα ελέγχου και ομάδες όπου παρέχεται μαζί με τη διατροφή το στέλεχος προβιοτικού)	Και τα δύο στελέχη μείωσαν τα επίπεδα χοληστερόλης στο ήπαρ, μείωση της χοληστερόλης στον ορό και της LDL-χοληστερόλης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Αλλά το PH2 ήταν αποτελεσματικότερο. Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των coliforms στα κόπρανα των ζώων	Thakkar et al, 2020
Γαλακτομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση	2237 συμμετέχοντες για την επίδραση των προβιοτικών στα λιπίδια αίματος	Σημαντική μείωση της LDL-χοληστερόλη και της ολικής χοληστερόλης. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στα επίπεδα HDL-C χοληστερόλης και τριακυλογλυκερόλης στο αίμα. Καλύτερα αποτελέσματα σε άντρες και όταν η κατανάλωση ήταν για διάστημα >8 εβδομάδων	Ziaei et al, 2020

Πηγή: Βασισμένο σε Zhang et al, 2019 και έρευνα στο google scholar

2.3.2 Bifidobacterium

Μία σημαντική κατηγορία προβιοτικών είναι τα στελέχη που ανήκουν στο είδος *Bifidobacterium*. Πρόκειται για αναερόβια gram (+)θετικά βακτήρια που αποτελούν μέρος της μικροχλωρίδας του ανθρώπινου γαστρεντερικού συστήματος. Αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 91% του συνολικού πληθυσμού της εντερικής χλωρίδας στα νεογνά, ενώ στους ενήλικες το ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 3% με 7% (Biavati et al, 2006).

Τα Bifidobacteria περιγράφηκαν για πρώτη φορά στις αρχές του 1900 από τον

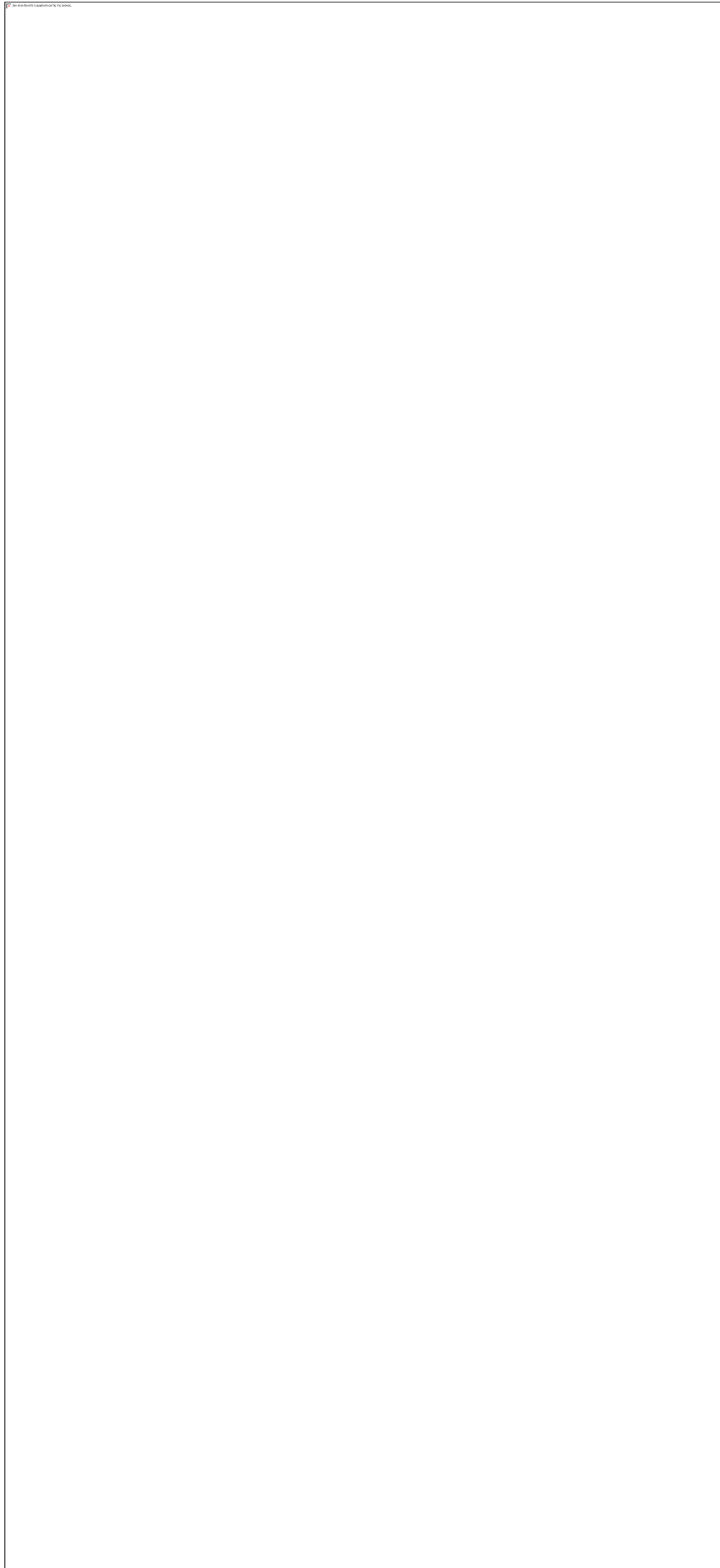


Εικόνα 2.4: Bifidobacterium Breve
Πηγή: http://www.probiotic-cn.com/Bifidobacterium_Breve.html

Γάλλο παιδίατρο Tissier, ο οποίος παρατήρησε χαμηλό αριθμό βακτηρίων που χαρακτηρίζονταν από μια περίεργη μορφολογία σχήματος Υ σε κόπρανα βρεφών με γαστρεντερικές διαταραχές σε σύγκριση με αυτά των υγιή βρεφών. Πρότεινε, λοιπόν τα βακτήρια να χορηγηθούν σε ασθενείς με διάρροια ώστε να βοηθήσουν στην αποκατάσταση

της υγιούς μικροχλωρίδας του εντέρου. Ταυτόχρονα, ο Metchnikoff (1908) ένας Ρώσος ζωολόγος, πρωτοπόρος ερευνητής στην ανοσολογία, κατάφερε να συσχετίσει τις πιθανές μακροχρόνιες ιδιότητες των βακτηρίων γαλακτικού οξέος με τη μακροζωία των Βουλγάρων αγροτών που κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες γιαουρτιού. Αυτή η σύνδεση που έκανε ο Metchnikoff (1908) έδωσε το έναυσμα να αναπτυχθεί η ιδέα ότι τα bifidobacteria συνδέονται συχνά με δραστηριότητες που προάγουν την υγεία, είτε ως ενδογενές μέλος του μικροβίου του εντέρου (ανοσοδιαμόρφωση, ανταγωνιστική δραστηριότητα έναντι παθογόνων, κ.λπ.) είτε ως αλλόχθονα είδη προβιοτικών (αποκατάσταση υγιούς εντερικής μικροχλωρίδας) (Mattarelli & Biavati, 2018).

Τα μειωμένα επίπεδα των bifidobacteria στα φυσικά μικροβιώματα της ανθρώπινης γαστρεντερικής οδού έχουν συνδεθεί με διάφορες γαστρεντερικές παθήσεις, όπως είναι το σύνδρομο του ευερέθιστου εντέρου, η εντεροκολίτιδα και ο καρκίνος του παχέος εντέρου (Sarquis et al., 2019). Πρόσφατες μελέτες που έγιναν και αφορούν την επίδραση των bifidobacteria, δείχνουν ότι τα βακτήρια αυτά ασκούν θετική επίδραση και σε άλλα συστήματα, εκτός από το γαστρεντερικό, όπως είναι το νευρικό, όπως η κατάθλιψη σύμφωνα με τους Savignac et al., (2015) και τα οστά, όπως η ρευματοειδής αρθρίτιδα σύμφωνα με τους Zamani et al. (2016) (Mattarelli & Biavati, 2018).



Εικόνα 2.5 : Κύτταρα Bifidobacteria (φωτομικρογραφία). (1) *B. actinocolooniforme*; (2) *B. adolescentis*; (3) *B. aerophilum*; (4) *B. aesculapii*; (5) *B. angulatum*; (6a) *B. animalis* subsp. *animalis*; (6b) *B. animalis* subsp. *Lactis*; (7) *B. asteroides*; (8) *B. avesanii*; (9) *B. biavatii*; (10) *B. bifidum*; (11) *B. bohemicum*; (12) *B. bombi*; (13) *B. boum*; (14) *B. Breve*; (15) *B. callithricos*. (16) *B. catenulatum*; (17) *B. Choerinum*; (18) *B. Coryneforme*; (19) *B. crudilactis*; (20) *B. cuniculi*; (21) *B. dentium*; (22) *B. eulemuris*; (23) *B. gallicum*; (24) *B. gallinarum*; (25) *B. hapali*; (26) *B. indicum*; (27) *B. lemurum*; (28a) *B. longum* subsp. *Longum*; (28b) *B. longum* subsp. *Infantis*; (28c) *B. longum* subsp. *Suis*; (28d) *B. longum* subsp. *Suillum*. (29) *B. magnum*; (30) *B. merycicum*; (31) *B. minimum*; (32) *B. mongoliense*; (33) *B. myositis*; (34) *B. pseudocatenulatum*; (35a) *B. pseudolongum* subsp. *Pseudolongum*; (35b) *B. pseudolongum* subsp. *globosum*; (36) *B. psycraerophilum*; (37) *B. pullorum*; (38) *B. ramosum*; (39) *B. reuteri*; (40) *B. ruminantium*; (41) *B. saguini*; (42) *B. saeculare*; (43) *B. scardovii*. (44) *B. stellenboshense*; (45) *B. subtile*; (46a) *B. thermacidophilum* subsp. *thermacidophilum*; (46b) *B. thermacidophilum* subsp. *porcinum*; (47) *B. tissi*

Πηγή : Mattarelli & Biavati, 2018

Τα bifidobacteria έχουν κοινά φαινοτυπικά χαρακτηριστικά: είναι gram (+) θετικά, ακίνητα, ασπορογόνα, θετικά στην καταλάση και αρνητικά στην οξειδάση και την ινδόλη (Mattarelli & Biavati, 2018).

Η παραγωγή προβιοτικών γαλακτοκομικών προϊόντων που χρησιμοποιούν bifidobacteria αντιπροσωπεύει μια πρόκληση λόγω των απαιτήσεων ανάπτυξης και της χαμηλής ανοχής στις συνθήκες stress αυτών των προβιοτικών μικροοργανισμών. Ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι η προσθήκη οξειδάσης της γλυκόζης σε προβιοτικά γιαούρτια μαζί με τη χρήση συστημάτων συσκευασίας με διαφορετικούς ρυθμούς διαπερατότητας οξυγόνου θα μπορούσε να είναι μια χρήσιμη τεχνολογική στρατηγική για την ελαχιστοποίηση του οξειδωτικού στρες στη μήτρα των τροφίμων Δυστυχώς, δεν μπορούν να προετοιμαστούν εύκολα όλα τα στελέχη των bifidobacteria σε μεγάλη κλίμακα, καθώς, συνήθως, παρουσιάζουν χαμηλές αποδόσεις στα μέσα ανάπτυξης ή κακή επιβίωση σε διαδικασίες ψύξης ή κατάψυξης. Υπενθυμίζεται ότι η βιωσιμότητα του προβιοτικού πρέπει να διατηρείται καθ 'όλη τη διάρκεια των διαδικασιών παρασκευής, χειρισμού και αποθήκευσης του προϊόντος διατροφής μέχρι το τέλος της διάρκειας ζωής. Επιπλέον, εκτός από τις επιζήμιες τεχνολογικές πιέσεις, τα προβιοτικά, όταν καταναλώνονται με τροφή, πρέπει να αντισταθούν στα βιολογικά εμπόδια (όπως πεπτικά ένζυμα, γαστρικό οξύ και χολή) που υπάρχουν στη γαστρεντερική οδό για να φτάσουν στη θέση δράσης τους και να παράγουν το ευεργετικό αποτέλεσμα (Sarquis et al, 2019)

Επί του παρόντος, ο αριθμός των στελεχών των bifidobacteria που χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων είναι περιορισμένος λόγω των κακών τεχνολογικών τους ιδιοτήτων και τα υπάρχοντα απομονώθηκαν κυρίως από το ανθρώπινο γαστρεντερικό σύστημα. Αυτοί οι περιορισμοί οδήγησαν στη συλλογή νέων στελεχών Bifidobacterium που ταυτοποιήθηκαν και χαρακτηρίστηκαν σωστά, με όχι μόνο λειτουργικές αλλά και τεχνολογικές ιδιότητες, για την ανάπτυξη νέων προβιοτικών με δυνατότητα να ενσωματωθούν επιτυχώς σε ένα προϊόν διατροφής. Πολλές μελέτες αναφέρονται σε bifidobacteria που έχουν απομονωθεί από τον άνθρωπο. Αντιθέτως, αυτά που σχετίζονται με τα bifidobacteria από μη ανθρώπινες πηγές είναι σπανιότερες (Sarquis et al, 2019).

Με το πέρασμα του χρόνου, οι κατασκευαστικές βιομηχανίες έχουν αναπτυχθεί κατάλληλα ώστε να αντεπεξέλθουν στις τεχνολογικές απαιτήσεις των προβιοτικών τροφίμων και σήμερα παράγονται μια σειρά από προβιοτικά γαλακτοκομικά τρόφιμα συμπεριλαμβανομένου του γάλακτος, του γιαουρτιού, του παγωτού και κάποιων επιδόρπιων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες μελέτες που αφορούν τη δράση των bifidobacterium, στην υγεία των ανθρώπων. Σε ορισμένες περιπτώσεις εξετάζεται και η συνεργατική δράση που αναπτύσσουν με τους γαλακτοβάκιλλους.

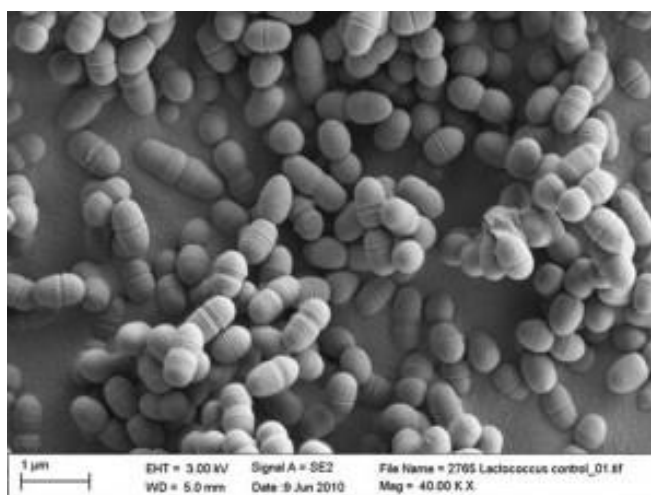
Πίνακας 2.3 : Μελέτες για την προβιοτική δράση των *Bifidobacterium*

Στέλεχος	Πειραματικό μοντέλο	Αποτελέσματα	Αναφορά
<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο δοκιμή. 112 έγκυες με οικογενειακό ιστορικό αλλεργικών ασθενειών και ανάπτυξης εκζέματος έλαβαν συμπλήρωμα ή εικονικό φάρμακο μία φορά την ημέρα, 4- βδομάδες πριν τον τοκετό μέχρι 6 μήνες μετά. Τα βρέφη θήλαζαν αποκλειστικά τους 3 πρώτους μήνες και στη συνέχεια τρέφονταν με μητρικό ή αγελαδινό όπου είχε προστεθεί το συμπλήρωμα. Τα κλινικά	Δυνητικά προφυλακτική δράση για ανάπτυξης εκζέματος. Σημαντικά χαμηλότερος επιπολασμός εκζέματος και μειωμένες επιπτώσεις από το έκζεμα στην ομάδα με τα προβιοτικά έναντι της ομάδας του εικονικού φαρμάκου. Ωστόσο, δεν υπήρχε διαφορά στο ολικό επίπεδο IgE στον ορό ή στην ευαισθητοποίηση έναντι των αλλεργιογόνων τροφίμων μεταξύ των δύο ομάδων.	Kim et al, 2010

	<p>συμπτώματα των βρεφών παρακολουθούνταν έως την ηλικία του 1 έτους, όταν μετρήθηκε η ολική και ειδική IgE έναντι των κοινών τροφικών αλλεργιογόνων.</p>		
<p><i>Bifidobacterium bifidum</i> ATCC 29521</p>	<p>Μελέτη της επίδρασης του στελέχους στην ελκώδη κολίτιδα. Χρησιμοποιήθηκαν αρσενικά ποντίκια C57JBL/6. Η ελκώδης κολίτιδα προκλήθηκε με χορήγησηθειϊκού νατρίου δεξτράνης (DSS). 1^η ομάδα: δεν χορηγήθηκε DSS 2^η ομάδα: χορηγήθηκε DSS 3^η ομάδα: χορηγήθηκε DSS και το στέλεχος του βακτηρίου (2×10^8 CFU/ημέρα)</p>	<p>Το βακτηριακό στέλεχος αποκατέστησε τη βλάβη που προκλήθηκε από το DSS, ρυθμίζοντας την έκφραση των ανοσοποιητικών δεικτών και των πρωτεϊνών στενής σύνδεσης (TJP) στο παχύ έντερο</p>	<p>Din et al., 2020</p>
<p><i>Bifidobacterium bifidum</i></p>	<p>Μελέτης της προληπτικής και θεραπευτική δράσης του <i>B.bifidum</i> στην ανοσοαπόκριση και την ανάπτυξη όγκου, δια στόματος και ενδοφλέβια. Χρησιμοποιήθηκαν ποντικοί C57BL/6 με μεταμοσχευμένα ανθρώπινα κύτταρα TC-1 που σχετίζονται με τον ιό θηλώματος (HPV), εκφράζοντας τα ογκογόνα HPV-16 E6/E7</p>	<p>Η ενδοφλέβια ή στοματική χορήγηση του <i>Bifidobacterium bifidum</i> προκαλεί αποτελεσματικά αντινεοπλασματικές ανοσοαποκρίσεις και αναστέλλει την ανάπτυξη όγκου σε ποντίκια. Σε σύγκριση με τη στοματική οδό, η ενδοφλέβια χορήγηση προβιοτικού <i>Bifidobacterium bifidum</i> οδήγησε στην ενεργοποίηση ειδικών για όγκο IL-12 και IFN-γ, στον πολλαπλασιασμό λεμφοκυττάρων, CD8⁺ κυτταρολυτικών αποκρίσεων που ελέγχουν και εξαλείφουν την ανάπτυξη όγκου.</p>	<p>Abdolalipour et al, 2020</p>
<p><i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> 420</p>	<p>Εντερική κολίτιδα. Ποντίκια T-bet⁻/Rag2⁻ κατανάωναν προϊόν γάλακτος που είχε</p>	<p>Μείωση του pH και αύξηση του πληθυσμού των βακτηρίων που καταναλώνουν γαλακτικό</p>	<p>Veiga et al, 2010</p>

	υποστεί ζύμωση και περιείχε το στέλεχος του βακτηρίου.	και βουτυρικό. Αυτές οι αλλαγές της μικροχλωρίδας του εντέρου, δημιούργησαν ένα μη επιδεκτικό περιβάλλον για το Enterobacteriaceae, που αναγνωρίστηκε ως κολιτογόνο.	
<i>Bifidobacterium longum</i> 1714	Τυχαίοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο δοκιμή. Έλεγχος στις νευρικές αποκρίσεις από κοινωνικό άγχος στο «παιχνίδι Cyberball». Χορήγηση για 4 βδομάδες, 1 δόση 10 ⁹ CFU/ημέρα. Η δραστηριότητα του εγκεφάλου μετρήθηκε με χρήση μαγνητοεγκεφαλογραφίας	Επηρεάστηκαν οι δραστηριότητες του εγκεφάλου σε ηρεμία που σχετίζονται με την αυξημένη ζωτικότητα και τις νευρικές αποκρίσεις που σχετίζονται με το άγχος, οι οποίες μπορεί να εμπλέκονται στην αντιρρύθμιση των αρνητικών συναισθημάτων. Τα αποτελέσματά μας υποστηρίζουν περαιτέρω το ρόλο του <i>B. longum</i> 1714 στη μείωση των αποκρίσεων στο στρες	Wang et al., 2019

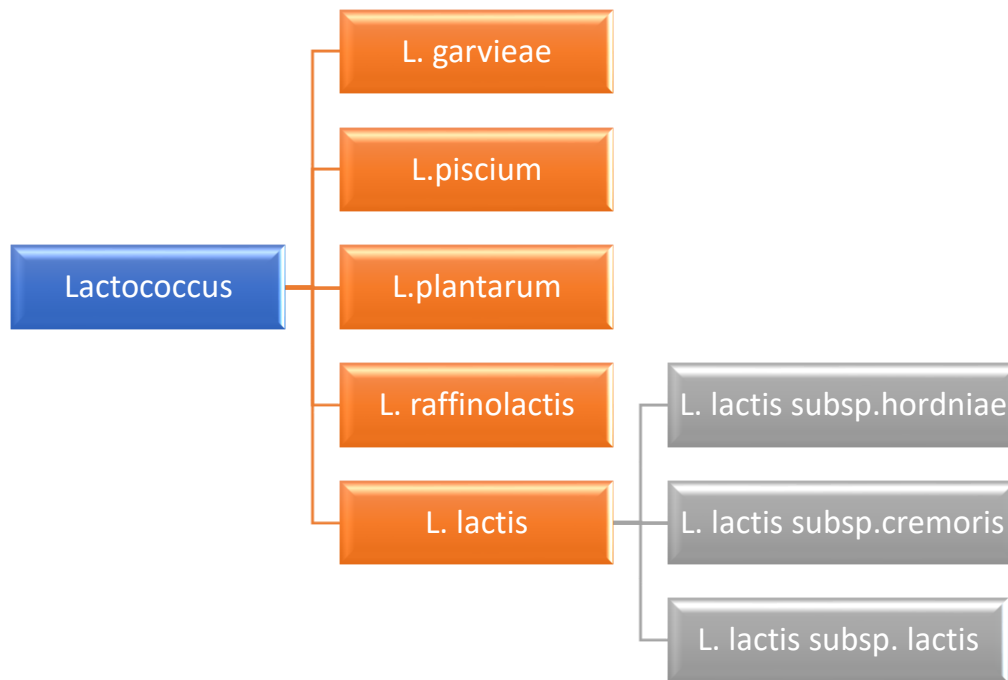
2.3.3 Lactococcus



Εικόνα 2.6 *L.lactis* subsp. *Cremoris*

Πηγή: <https://www.evabakkeslett.com/projects/rommekolle-revival/l-lactis-subsp-cremoris-mg1363-image-by-kathryn-cross-ifr/>

Το γένος *Lactococcus* είναι σχετικά νέο, καθιερώθηκε μόλις το 1985 από τον Schleifer και τους συνεργάτες του και ουσιαστικά αποτελεί την επαναταξινόμηση ορισμένων ειδών που ανήκαν μέχρι εκείνη τη στιγμή στα γένη *Streptococcus* και *Lactobacillus* (Casalta & Montel, 2008). Το γένος *Lactococcus* περιλαμβάνει πέντε (5) είδη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 : Ταξινόμηση του γένους *Lactococcus* σε είδη και υποείδη

Πηγή: Casalta & Montel, 2008

Οι λακτόκοκκοι ανήκουν στην ομάδα βακτηρίων γαλακτικού οξέος. Είναι gram (+) θετικά ομοζυμωτικά, βακτήρια και παράγουν L(+) γαλακτικό οξύ. Τα κύτταρά τους έχουν ωοειδές σχήμα, μεγέθους μεταξύ 0,5-1,5 μm, και σχηματίζουν ζεύγη και κοντές αλυσίδες. Αναπτύσσονται σε θερμοκρασία 30°C και μπορούν να αναπτυχθούν μέχρι και σε θερμοκρασία 10°C, αλλά όχι στους 45°C. Έχουν πολύπλοκες διατροφικές απαιτήσεις και είναι αυξότροφα για κάποια αμινοξέα και πρωτεΐνες (Casalta & Montel, 2008).

Τα βακτήρια του γένους *Lactococcus* απομονώνονται κυρίως από φυτά και δέρματα ζώων. Η παρουσία λακτόκοκκων στο νωπό γάλα είναι αποτέλεσμα επιμόλυνσης κατά το άρμεγμα. Συχνότερα στο νωπό γάλα, στο τυρί και σε άλλα γαλακτομικά προϊόντα συναντώνται τα υποείδη (Casalta & Montel, 2008):

- *Lactococcus lactis subsp. Lactis*
- *Lc lactis subsp. Cremoris*

Σε ορισμένα είδη τυριού, όπως το Camembert, το Serra, το Venaco και το Pecocino Sardo, μπορούν να φθάσουν σε υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης από την πρώτη ημέρα παρασκευής και να διατηρηθούν σε όλη την περίοδο ωρίμανσης. Χρησιμοποιούνται συχνά στην καλλιέργεια εκκίνησης για τη ζύμωση γαλακτοκομικών προϊόντων μόνα ή μαζί με άλλα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (Casalta & Montel, 2008).

Τα είδη *L.raffinolactis*, *L. garvieae* περιστασιακά μπορεί να απομονωθούν από νωπό γάλα ή τυριά νωπού γάλακτος (Casalta & Montel, 2008).

2.3.3 Streptococcus



Εικόνα 2.7 : *Str. Thermophilus*

Πηγή:

https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Streptococcus_thermophilus

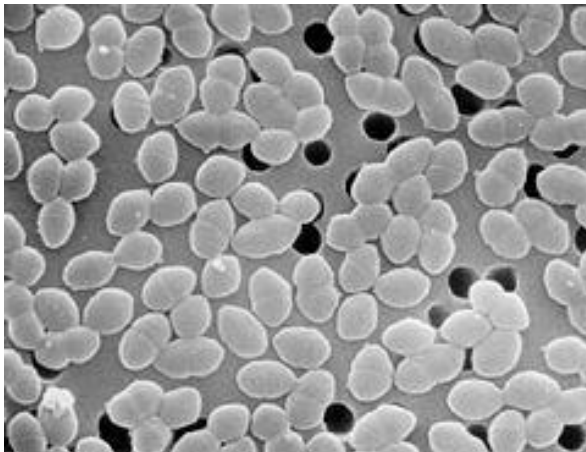
Ο *Streptococcus thermophilus* (*Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*) πιστεύεται ότι χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο για την παραγωγή ζυμώμενων γαλακτοκομικών προϊόντων εδώ και περίπου 10.000 χρόνια, από την περίοδο της εξημέρωσης των ζώων και την πιο συνεπή διαθεσιμότητα γάλακτος. Παράγει ευχάριστα, χαρακτηριστικά αρώματα και

χρησιμοποιείται ευρέως σε προϊόντα γιαουρτιού και τυριών. Τα στελέχη του *S. thermophilus* συνδυάζονται παραδοσιακά με *Lactobacillus delbrueckii* και *Lactobacillus helveticus* ή *L. delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης το *S. thermophilus* παράγει μυρμηκικό οξύ ως παραπροϊόν, το οποίο ενισχύει τη συνεργία με τους γαλακτοβάκιλλους (Burton et al., 2017).

Συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας, έχει μία σειρά χαρακτηριστικών που το καθιστούν χρήσιμο προβιοτικό για τον άνθρωπο. Στα ζυμώμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, ο *S. Thermophilus* μεταβολίζει τη λακτόζη που περιέχεται στο γάλα προς β-γαλακτόζη και γλυκόζη, με τη βοήθεια του ενζύμου β-γαλακτοσιδάση. Η μείωση της συγκέντρωσης της λακτόζης οφείλει τα άτομα με χαμηλά επίπεδα εντερικής λακτάσης, που έχουν δυσανεξία στη λακτόζη. Επίσης, στα ζυμώμενα γαλακτοκομικά όπως το

γιαούρτι, ο χρόνος εντερικής διέλευσης είναι βραδύτερος σε σύγκριση με το γάλα, λόγω του αυξημένου ιξώδους. Έτσι, η β-γαλακτοσιδάση από το *S.thermophilus* αντικαθιστά σε ένα βαθμό την απουσία της ανθρώπινης λακτάσης. Μελέτες έχουν δείξει ότι παράγει βιολογικά ενεργά μόρια, τα οποία ρυθμίζουν τη φλεγμονώδη απόκριση και την ανοσοδιέγερση της παραγωγής προφλεγμονώδους και αντιφλεγμονώδους κυτοκίνης στους ξενιστές (Burton et al., 2017).

2.3.4 Enterococcus



Εικόνα 2.8 : *Enterococcus faecium*
Πηγή: https://pl.wikipedia.org/wiki/Enterococcus_faecium

Οι εντερόκοκκοι είναι μεσόφιλα βακτήρια που μπορούν να αναπτυχθούν από 10 °C έως 45 °C με τη βέλτιστη θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 30 °C και 35 °C. Επίσης, είναι σε θέση να αναπτυχθούν σε ένα τεράστιο εύρος pH από 4,4 και 9,6 και σε υποστρώματα με υψηλή αλατότητα ως 6,5% NaCl. Τα γνωρίσματα που διαφοροποιούν τους εντερόκοκκους από τους στρεπτόκοκκους είναι η ικανότητά τους

να επιβιώνουν μετά από 30 λεπτά θέρμανσης στους 60 °C, να αναπτύσσονται σε ζυμό συμπληρωμένο με 40% χολικών αλάτων και να υδρολύουν εσκουλίνη (Braiek & Smaoui, 2019).

Οι εντερόκοκκοι είναι πανταχού παρόντες μικροοργανισμοί που συναντώνται στο νερό, σε φυτά, στο έδαφος, σε τρόφιμα και στην γαστρεντερική οδό ανθρώπων και ζώων. Έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν ως εκκινητές στη ζύμωση τροφίμων λόγω των βιοτεχνολογικών χαρακτηριστικών τους (ενζυματικές και πρωτεολυτικές δραστηριότητες), ως προστατευτικές καλλιέργειες στη βιοδιατήρηση των τροφίμων λόγω των παραγόμενων αντιμικροβιακών βακτηριοκινών που ονομάζονται εντεροκίνες, αλλά και ως προβιοτικά (Braiek & Smaoui, 2019).

Τα πλεονεκτήματα που θεωρείται ότι παρουσιάζουν οι εντερόκοκκοι ως προβιοτικά είναι (Nami et al., 2019):

(i) η θεραπεία της διάρροιας σε συνεργασία με αντιβιοτικά φάρμακα, που προκαλείται από μολύνσεις από ιούς, χημειοθεραπεία και ασθένειες που προέρχονται από παθογόνα που μεταφέρονται από τρόφιμα

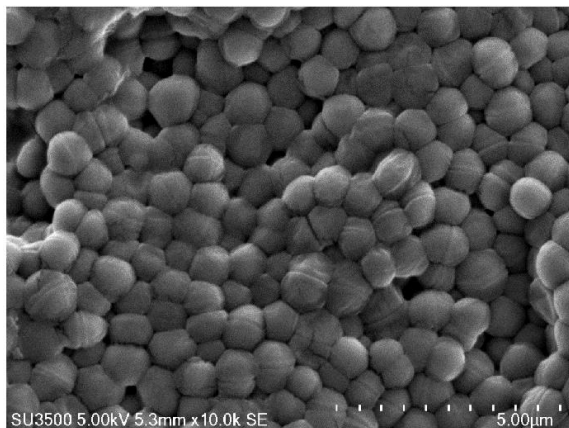
- (ii) ο περιορισμός της ανάπτυξης παθογόνων βακτηρίων,
- (iii) παρουσιάζουν αντι-μεταλλαξιογόνα και αντι-καρκινογόνα χαρακτηριστικά
- (iv) αυξημένο φράγμα του εντερικού βλεννογόνου
- (v) διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος
- (vi) πρόληψη ελκών που σχετίζονται με μόλυνση από *Helicobacter pylori*
- (vii) βελτίωση της αφομοίωσης χοληστερόλης

Οι εντερόκοκκοι αναπτύσσουν ανταγωνιστική δράση με παθογόνα, καθώς παράγουν βακτηριοκίνες, γαλακτικά και οξικά οξέα και υπεροξειδίο του υδρογόνου (Nami et al., 2019).

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η χρήση εντεροκόκκων σε τρόφιμα ή ως προβιοτικά προκάλεσε σημαντική συζήτηση λόγω της ευκαιριακής παθογονικότητάς τους που εμπλέκεται σε αρκετές νοσοκομειακές λοιμώξεις λόγω παραγόντων λοιμογόνου παράγοντα και αντοχής στα αντιβιοτικά, ιδιαίτερα την εμφάνιση ανθεκτικών στη βανκομυκίνη εντεροκόκκων. Αυτά τα μολυσματικά χαρακτηριστικά ορισμένων εντεροκόκκων σχετίζονται με μηχανισμούς γενετικής μεταφοράς. Επομένως, η ανάπτυξη νέων εντεροκοκκικών προβιοτικών χρειάζεται αυστηρή εκτίμηση όσον αφορά τις πτυχές ασφάλειας για την επιλογή των αβλαβών εντεροκοκκικών στελεχών για ασφαλείς εφαρμογές (Braiek & Smaoui, 2019).

Παραδείγματα εντεροκοκκικών στελεχών που έχουν απομονωθεί από το νωπό γάλα αγελάδας, προβάτου, κασίτσας ή καμήλας είναι τα *E. faecalis* και *E. casseliflavus*, *E. lactis*, *E. italicus* και *E. faecium*. Οι εντερόκοκκοι θα μπορούσαν επίσης να εμφανιστούν σε τυριά φτιαγμένα από νωπό ή παστεριωμένο γάλα και ήταν συνήθως *E. faecium*, *E. faecalis*, *E. durans*, *E. casseliflavus* και *E. lactis*. Αυτός ο επιπολασμός διαφέρει μεταξύ των τυριών ανάλογα τον τύπο τυριού, το γάλα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή, την εποχή και τις συνθήκες παραγωγής και την ωρίμανση. Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το *Enterococcus* spp. παίζουν ευεργετικό ρόλο στη ζύμωση καθώς και στην ωρίμανση του τυριού και στην ανάπτυξη συγκεκριμένης γεύσης, υφής και γεύσης, πιθανώς μέσω πρωτεολυτικών, εστερολυτικών και λιπολυτικών δραστηριοτήτων, διάσπασης κιτρικού και παραγωγής διακετυλίου και άλλων σημαντικών πτητικών ενώσεων (Braiek & Smaoui, 2019).

2.3.5 *Pediococcus*



Εικόνα 2.9 : *P. aciilactici*

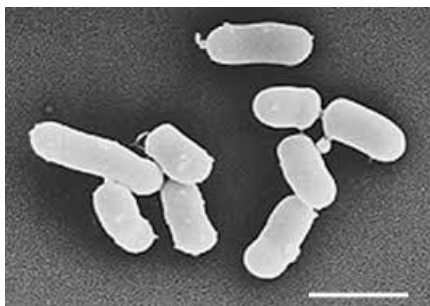
Πηγή:

<https://www.researchgate.net/publication/329349227/figure/fig/1/AS:699096776069120@1543689068247/Scanning-electron-micrograph-of-Pediococcus-acidilactici-MK70-growth-on-MRSR-medium.png>

έχουν απομονωθεί από ζυμώμενα λουκάνικα και προϊόντα κρέατος (Bansal et al, 2019).

Ένα στέλεχος γαλακτομικής προέλευσης που δείχνει πολύ καλές προβιοτικές ιδιότητες και ενζυμικές δραστηριότητες είναι το *Pediococcus acidilactici* NCDC 252 το οποίο είναι προαιρετικά αναερόβιο και , κατά συνέπεια, μπορεί να επιβιώσει τόσο σε αερόβιες όσο και αναερόβιες συνθήκες, στον γαστρεντερικό σύστημα. Επιπλέον, επειδή είναι γαλακτομικής προέλευσης είναι εύκολη η ενσωμάτωση του σε ζυμώμενα γαλακτομικά για κατανάλωση. Το *Pediococcus acidilactici* NCDC 252 διαθέτει ένα ευρύ φάσμα πρωτεολυτικών ενεργειών, υψηλό επίπεδο δραστηριότητας β-γαλακτοσιδάσης. Οι μελέτες βρίσκονται σε εξέλιξη για φαινοτυπικό, βιοχημικό και μοριακό χαρακτηρισμό αυτού του στελέχους (Bansal et al, 2019).

2.3.7 *Propionibacterium*



Εικόνα 2.10 : *Propionibacterium freudenreichii*

Πηγή: <http://www.actino.jp/DigitalAtlas1/subwin.cgi?section=1&fig=1>

Το *Pediococcus acidilactici* είναι ένα gram θετικό βακτήριο που ανήκει στην οικογένεια Lactobacillaceae. Χρησιμοποιείται ευρέως στη ζύμωση διαφόρων προϊόντων διατροφής και ως καλλιέργεια εκκίνησης στην παραγωγή τυριού και γιαουρτιού. Υπάρχουν σποραδικές αναφορές για τη χρήση του *P.acidilactici* ως προβιοτικό σε ζωοτροφές, αλλά λείπουν συστηματικές μελέτες και κλινικές δοκιμές. Στελέχη του βακτηρίου

Τα γαλακτοκομικά *propionibacterium* διαθέτουν ένα σημαντικό αριθμό πλεονεκτημάτων, καθώς λειτουργούν ως προβιοτικά, συμμετέχουν στη συντήρηση των τροφίμων και στην παραγωγή βιταμινών και χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων ως ωφέλιμα πρόσθετα. Το

Propionibacterium freudenreichii αναγνωρίζεται ως ασφαλές βακτήριο. Πληρεί τα κριτήρια για προβιοτικά βακτήρια, καθώς παρουσιάζει ικανότητα αντοχής σε πεπτικές καταστάσεις στρες και προσκόλλησης στα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα (Rabah et al, 2017).

Έρευνες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση *P. freudenreichii* και *P. acidipropionici*, επηρεάζει θετικά την πρόληψη αλλά και τη θεραπεία της κολίτιδας. Επίσης, τα γαλακτοκομικά προπιονικά βακτήρια αποδείχθηκε ότι δρουν ανταγωνιστικά και μειώνουν τον πληθυσμό των βακτηριοειδών (bacteroides), τα οποία παράγουν εντεροτοξίνη και η οποία σχετίζεται με τον επιπολασμό της φλεγμονώδης νόσου του εντέρου. Μειώνουν και τον αριθμό των βακτηρίων του γένους *Clostridium*, στελέχη των οποίων σχετίζονται με σοβαρές εντερικές λοιμώξεις. Ευνοούν την ανάπτυξη συμβιωτικών βακτηρίων όπως τα *Bifidobacteria*, εις βάρος των ευκαιριακών παθογόνων, με μηχανισμούς που δεν είναι ακόμη απόλυτα κατανοητοί (Rabah et al, 2017)

Προπιονικά βακτήρια γαλακτοκομικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων στελεχών *P. acidipropionici*, *P. freudenreichii* subsp *freudenreichii* και *P. freudenreichii* subsp *shermanii*, έχουν αποδειχθεί ότι διαθέτουν την ικανότητα να προκαλούν απόπτωση σε καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου και του γαστρικού σωλήνα *in vitro* (HT29, Caco2 και HGT-1 καρκινικές κυτταρικές σειρές) και *in vivo* σε αρουραίους. Προπιονικό και οξικό, που παράγεται από γαλακτοκομικά προϊόντα από τα προπιονικά βακτήρια, αναγνωρίστηκαν ως οι κύριοι παράγοντες αυτού του φαινομένου (Rabah et al, 2017).

2.4 ΖΥΜΕΣ

Ο *Saccharomyces boulardii* ανακαλύφθηκε από έναν Γάλλο μικροβιολόγο, τον Henri Boulard το 1920, ο οποίος βρέθηκε στην Ινδοκίνα ψάχνοντας για νέα στελέχη ζύμης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε διαδικασίες ζύμωσης. Επισκέφτηκε την περιοχή κατά τη διάρκεια της επιδημίας της χολέρας και παρατήρησε ότι μερικοί άνθρωποι που δεν ανέπτυξαν χολέρα έπιναν ένα ειδικό τσάι. Αυτό το τσάι παρασκευάστηκε παίρνοντας το εξωτερικό δέρμα από τροπικά φρούτα (λίτσι και

μάνγκο) και μαγειρεύοντάς τα για να φτιάξουν τσάι. Κατάφερε να απομονώσει τον υπεύθυνο παράγοντα και παρατήρησε ότι πρόκειται για ένα στέλεχος ζύμης που το ονόμασε *Saccharomyces boulardii* (McFarland, 2017).

Ο *Saccharomyces boulardii* είναι ένας από τους τύπους προβιοτικών που έχουν μελετηθεί εκτεταμένα. Από το 1976 ως το 2015 διεξήχθησαν 90 τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές που κάλυψαν 15 διαφορετικούς τύπους παθήσεων με τον *S. boulardii*. Τεκμηριωμένα, παρουσιάζει αποτελεσματικότητα για τη θεραπεία της οξείας παιδιατρικής διάρροιας, για την πρόληψη της διάρροιας που σχετίζεται με αντιβιοτικά, για τη θεραπεία λοιμώξεων από *Helicobacter pylori* και την πρόληψη παρενεργειών που σχετίζονται με θεραπείες εξάλειψης του *H. pylori*. Υπάρχουν, επίσης, ισχυρές ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα του *S. boulardii* για τη θεραπεία της οξείας διάρροιας των ενηλίκων και για τη θεραπεία της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου, αλλά αυτά τα ευρήματα υποστηρίζονται από μικρότερο αριθμό δοκιμών. Ο *S. boulardii* ήταν καλά ανεκτός σε όσους χορηγείται ανεξάρτητα από την ηλικία ή την κατάσταση της νόσου (McFarland, 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λόγω της σημασίας του εντερικού μικροβιόκοσμου στη διατήρηση της υγείας, οι εταιρείες τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων που επικεντρώνονται στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων έχουν ξεκινήσει νέα προϊόντα που περιέχουν προβιοτικές καλλιέργειες με τη μορφή μεμονωμένων στελεχών, πολλαπλών συστημάτων ή πολλαπλών ειδών, που σχετίζονται ή πρεβιοτικά. Τα επιλεγμένα προβιοτικά στελέχη θα πρέπει να είναι σταθερά κατά την αποθήκευση ως ψυγμένες, κατεψυγμένες ή ξηρές καλλιέργειες και κατάλληλες για βιομηχανική παραγωγή μεγάλης κλίμακας με δυνατότητα επιβίωσης και διατήρησης της λειτουργικότητάς τους (Rodrigues et al., 2019).

Τα πιο συνηθισμένα προβιοτικά οχήματα που βρίσκονται στην αγορά είναι τα προβιοτικά τρόφιμα (που έχουν υποστεί ζύμωση ή όχι) ή συμπληρώματα διατροφής όπως κάψουλες, δισκία, φακελάκια και άλλες μορφές (Rodrigues et al., 2019).

Πολλές μελέτες τις τελευταίες δεκαετίες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα καλύτερα υποστρώματα για την παροχή προβιοτικών είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ωστόσο, η δυσανεξία στη λακτόζη, το υψηλό λίπος και η χοληστερόλη, οι αλλεργίες στο γάλα και επίσης η αυξανόμενη τάση της χορτοφαγίας έχουν προωθήσει την έρευνα στον τομέα των μη γαλακτοκομικών προβιοτικών προϊόντων (Kandyliis et al, 2016).

3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ

3.2.1 Πρεβιοτικά και Συμβιωτικά

Τα **πρεβιοτικά** είναι ως επί το πλείστον ίνες, μη εύπεπτα συστατικά τροφίμων και επηρεάζουν ευεργετικά την υγεία του ξενιστή διεγείροντας επιλεκτικά την ανάπτυξη ή / και τη δραστηριότητα ορισμένων γενών μικροοργανισμών στο παχύ έντερο, γενικά γαλακτοβακίλλους και bifidobacteria . Ένα ιδανικό πρεβιοτικό θα πρέπει να είναι (Pandey et al, 2015):

1) Ανθεκτικό στις δράσεις οξέων στο στομάχι, χολικά άλατα και άλλα ένζυμα υδρολύσεως στο έντερο

2) Δεν πρέπει να απορροφάται στην άνω γαστρεντερική οδό.

3) Να ζυμώνεται εύκολα από την ευεργετική εντερική μικροχλωρίδα

Ορισμένες από τις πηγές πρεβιοτικών είναι: το μητρικό γάλα, η σόγια, πηγές ινουλίνης (διαλυτές φυτικές ίνες που βρίσκονται σε φυτά όπως αγκινάρα Ιερουσαλήμ, ρίζες κιχωρίου κ.λπ.), η ακατέργαστη βρώμη, το ακατέργαστο σιτάρι, και κριθάρι κριθάρι, το yacon (φυσικό γλυκαντικό), μη εύπεπτοι υδατάνθρακες και συγκεκριμένα μη εύπεπτους ολιγοσακχαρίτες. Τα πρεβιοτικά, όπως η ινουλίνη και η πηκτίνη, παρουσιάζουν πολλά οφέλη για την υγεία, όπως η μείωση του επιπολασμού και η διάρκεια της διάρροιας, η ανακούφιση από τη φλεγμονή και άλλα συμπτώματα που σχετίζονται με τη διαταραχή του εντέρου και τα προστατευτικά αποτελέσματα για την πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου. Εμπλέκονται επίσης στην ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας και της πρόσληψης ιχνοστοιχείων, στη μείωση ορισμένων παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων και στην προώθηση του κορεσμού και της απώλειας βάρους, αποτρέποντας έτσι την παχυσαρκία (Pandey et al, 2015).

Τα **συμβιωτικά** είναι μίγμα προβιοτικών και πρεβιοτικών τα οποία συνδυαζόμενα σε ένα προϊόν παρουσιάζουν αυξημένη δράση. Ένα συνβιοτικό προϊόν επηρεάζει ευεργετικά τον ξενιστή βελτιώνοντας τη βιωσιμότητα και την εμφύτευση ζωντανών μικροβιακών συμπληρωμάτων διατροφής στη γαστρεντερική οδό, διεγείροντας επιλεκτικά την ανάπτυξη ή / και ενεργοποιώντας τον μεταβολισμό ενός ή περιορισμένου αριθμού βακτηρίων που προάγουν την υγεία. Επειδή η λέξη «synbiotics» αναφέρεται σε συνεργισμό, αυτός ο όρος θα πρέπει να προορίζεται για προϊόντα στα οποία η πρεβιοτική ένωση (-εις) ευνοεί επιλεκτικά τον προβιοτικό οργανισμό (-ους) . Τα συμβιωτικά αναπτύχθηκαν για να ξεπεράσουν πιθανές

δυσκολίες επιβίωσης για προβιοτικά. Φαίνεται ότι η λογική της χρήσης συμβιωτικών, βασίζεται σε παρατηρήσεις που δείχνουν τη βελτίωση της επιβίωσης των προβιοτικών βακτηρίων κατά τη διέλευση μέσω του άνω εντερικού σωλήνα (Pandey et al, 2015).

Τα οφέλη για την υγεία που υποστηρίζονται από την κατανάλωση συμβιωτικών από τον άνθρωπο περιλαμβάνουν (Zhang et al, 2010)

1) Αυξημένα επίπεδα γαλακτοβακίλλων και bifidobacteria που συμβάλλουν στη διαμόρφωση ισορροπημένης μικροχλωρίδας του εντέρου

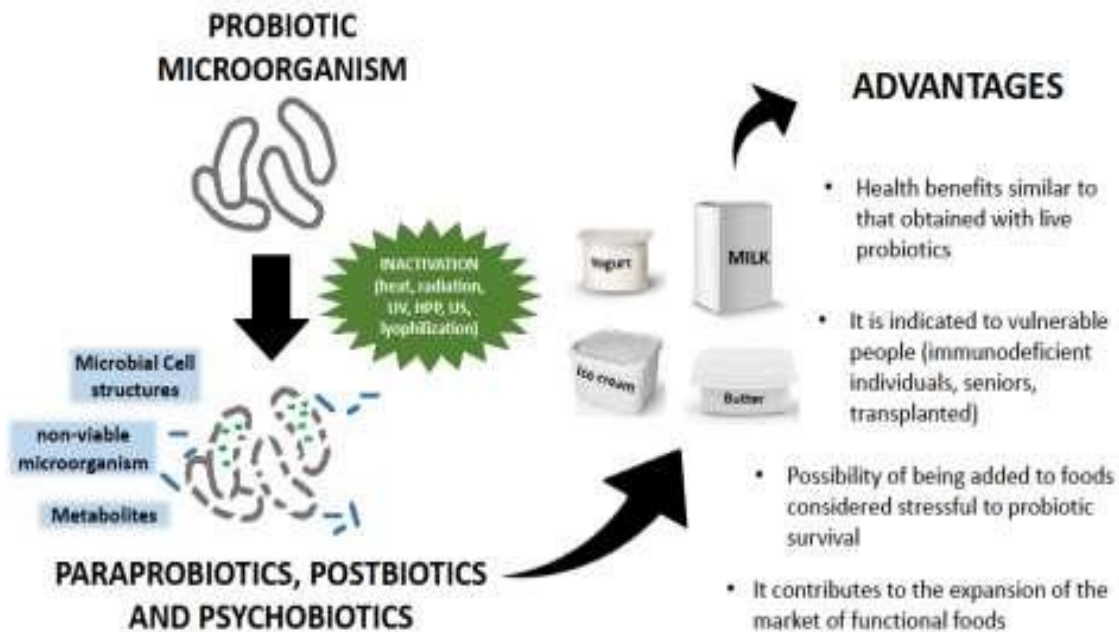
2) Βελτίωση της ηπατικής λειτουργίας σε ασθενείς με κίρρωση

3) Βελτίωση της ανοσορυθμιστικής ικανότητας,

4) Πρόληψη της βακτηριακής μετατόπισης και μειωμένα περιστατικά νοσοκομειακών λοιμώξεων σε χειρουργημένους ασθενείς κ.λπ.

3.2.2 Παραβιοτικά, Μεταβιοτικά και Ψυχοβιοτικά

Από τον πρώτο ορισμό του τι είναι προβιοτικά, η βιωσιμότητα των κυττάρων των μικροοργανισμών αντιπροσωπεύει μια ουσιαστική προϋπόθεση για τη διασφάλιση των ευεργετικών επιδράσεων στην υγεία του ξενιστή. Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι ορισμένοι μηχανισμοί και κλινικά οφέλη δεν σχετίζονται άμεσα με τους ζωντανούς μικροοργανισμούς. Έτσι προέκυψαν νέες αναδυόμενες έννοιες, όπως παραβιοτικά (parabiotics), μεταβιοτικά (postbiotics ή metabiotics) και ψυχοβιοτικά (psychobiotics). Με τους όρους αυτούς αναφέρονται οι μη βιώσιμοι μικροοργανισμοί ή μεταβολίτες που μπορούν να παρέχουν οφέλη για την υγεία στους καταναλωτές ή επιδεικνύουν θεραπευτική δράση που σχετίζεται με τα προβιοτικά. Όταν χορηγούνται σε σωστές δόσεις, παρουσιάζουν πρόσθετη βιοδραστικότητα (Barros et al, 2020).



Εικόνα 3.1 : Σχηματικό διάγραμμα παραπροβιοτικά, μεταβιοτικά και ψυχοβιοτικά σε γαλακτομικά. Πλεονεκτήματα.

Πηγή :Barros et al, 2020

Τα παραβιοτικά, που ονομάζονται επίσης «αδραντοποιημένα προβιοτικά» ή «προβιοτικά φάντασμα», ορίζονται ως «μη βιώσιμα μικροβιακά κύτταρα (άθικτα ή θραυσμένα) ή ακατέργαστα κυτταρικά εκχυλίσματα (με σύνθετη χημική σύνθεση), τα οποία όταν χορηγούνται (από του στόματος ή τοπικά) σε επαρκείς ποσότητες, παρέχουν όφελος στον άνθρωπο ή στον καταναλωτή ζώων». Ο όρος «παραβιοτικά» προτάθηκε από τους Tavertiti & Guglielmetti (2011). Το πρόθεμα «para» πηγάζει από τα αρχαία Ελληνικά και μεταφράζεται «δίπλα-δίπλα» ή «άτυπο», και επιλέχθηκε γιατί μπορεί ταυτόχρονα να υποδηλώνει ομοιότητα και διαφορά από τον παραδοσιακό ορισμό των προβιοτικών (Barros et al, 2020).

Τα μεταβιοτικά καλούνται επίσης και «βιογενή» ή «μεταβολίτες χωρίς κύτταρα». Πρόκειται για βιοδραστικούς διαλυτούς παράγοντες (προϊόντα ή μεταβολικά υποπροϊόντα) οι οποίοι παράγονται από ζωντανούς προβιοτικούς μικροοργανισμούς ή απελευθερώνονται μετά τη ρήξη των κυττάρων και παρέχουν οποιοδήποτε φυσιολογικό όφελος στον ξενιστή. Οι διαλυτοί παράγοντες αντιπροσωπεύονται από: λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας (SCFAs), ένζυμα, πεπτιδία, τειϊοικά οξέα, μυοπεπτιδία που προέρχονται από πεπτιδογλυκάνες, ενδο και εξωπολυσακχαρίτες, βιταμίνες

πρωτεΐνης κυτταρικής επιφάνειας, οργανικά οξέα και πλασμογόνα . (Barros et al, 2020).

Πρόσφατα, οι Collado, Vinderolla και Salminen (2019) πρότειναν την επέκταση της έννοιας των μεταβιοτικών, ώστε να περιλαμβάνει παραβιοτικά στον ορισμό, ως «ενώσεις που παράγονται από μικροοργανισμούς, που απελευθερώνονται από τρόφιμα ή μικροβιακά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων μη βιώσιμων κυττάρων, τα οποία όταν χορηγούνται σε επαρκή ποσά προάγουν την υγεία και την ευημερία » (Barros et al, 2020).

Ο όρος «ψυχοβιοτικά» εισήχθη για τον διορισμό των προβιοτικών βακτηριακών ειδών που έχουν ψυχοτροφικές ιδιότητες , ενεργώντας σαν φορείς νευροδραστικών ενώσεων. Ως ψυχοβιοτικός ορίζεται ο ζωντανός μικροοργανισμός, ο οποίος όταν καταναλώνεται σε επαρκείς ποσότητες, παρέχει οφέλη ψυχικής υγείας μέσω αλληλεπιδράσεων με εντερικά μικροβιώματα. Επίσης, η ονοματολογία «παραψυχοβιοτικά» δημιουργήθηκε για τα παραβιοτικά που μπορεί να συμβάλουν στην προώθηση της ψυχικής υγείας (Barros et al, 2020).

Οι μήτρες γαλακτοκομικών προϊόντων αποτέλεσαν το κύριο μέσο προβιοτικών καθώς, όπως αναφέρθηκε, έχουν ιδανικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και τα συστατικά του γάλακτος (σφαιρίδια λίπους, μικκύλια καζεΐνης και λακτόζη) που παρέχουν προστασία στα προβιοτικά βακτήρια κατά τη διέλευση μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα που συμπληρώνονται με παραβιοτικά και μεταβιοτικά είναι πιο απλά και βολικά στον βιομηχανικό χειρισμό και την εμπορευματοποίηση σε σύγκριση με τα προβιοτικά προϊόντα. Τα πλεονεκτήματα των παραβιοτικών και μεταβιοτικών σε σύγκριση με τα προβιοτικά προϊόντα είναι (Barros et al, 2020) :

- Παρουσιάζουν ελάχιστη ή καθόλου αλληλεπίδραση με ενώσεις της μήτρας των τροφίμων ή συστατικών, γεγονός που συντελεί στην αύξηση της διάρκειας ζωής τους
- Παραμένουν σταθερά σε ένα ευρύ φάσμα pH και θερμοκρασίας, που επιτρέπουν την προσθήκη σε τρόφιμα / συστατικά με υψηλότερη οξύτητα και πριν από τη θερμική επεξεργασία, με τρόπο που η λειτουργικότητά του να μην διακυβεύεται, ελαχιστοποιώντας τις πιθανότητες μικροβιακής μόλυνσης μετά την επεξεργασία.

- Ανάλογα με το προϊόν, τα παραπροβιοτικά και τα μεταβιοτικά προϊόντα ενδέχεται να μην απαιτούν τη χρήση ψυχρής αλυσίδας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της μεταφοράς, γεγονός που προσφέρει μεγάλο οικονομικό πλεονέκτημα για τον παραγωγό τροφίμων, εκτός από την ευνοϊκή πρόσβαση αυτών των προϊόντων σε υπανάπτυκτες περιοχές.
- Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα είναι η παρατεταμένη διάρκεια ζωής χωρίς αλλαγή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος, για παράδειγμα, ανεπιθύμητες αλλαγές όπως υψηλή οξύτητα μετά από ζύμωση γιαουρτών που περιέχουν παραβιοτικά και μεταβιοτικά.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν, ορισμένα μεταβιοτικά μπορεί να προστεθούν σκόπιμα λόγω των τεχνολογικών τους λειτουργιών, όπως για παράδειγμα η χρήση εξωπολυσακχαριτών (EPS), οι οποίες επηρεάζουν θετικά τα οργανοληπτικά και φυσικο-χημικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, παρέχοντας καλύτερη υφή, σταθερότητα και αίσθηση στο στόμα (Barros et al, 2020).

3.2.3 Προβιοτικά στο ρόλο αντιβιοτικών

Τα αντιβιοτικά είναι ένα βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείται σήμερα στην υγειονομική περίθαλψη για την καταπολέμηση των βακτηριακών λοιμώξεων. Ωστόσο, η επαναλαμβανόμενη και ανεξέλεγκτη χρήση, έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ανθεκτικότητας των βακτηρίων στα αντιβιοτικά, προκαλώντας σημαντικές απειλές για πολλά άτομα με κοινές βακτηριακές λοιμώξεις. Η χρήση προβιοτικών για την ενίσχυση της γαστρεντερικής υγείας έχει προταθεί για πολλά χρόνια. Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση προβιοτικών βακτηρίων ως εναλλακτικών για τα αντιβιοτικά για την πρόληψη ή τη θεραπεία διαφόρων εντερικών λοιμώξεων. Αρκετοί σημαντικοί βασικοί μηχανισμοί που είναι υπεύθυνοι για τις ανταγωνιστικές επιδράσεις των προβιοτικών σε διαφορετικούς μικροοργανισμούς περιλαμβάνουν (Wan et al, 2018):

- (1) Αποκλεισμός των παθογόνων από τον βιότοπο λόγω ανταγωνισμού για τη θέση και τις θρεπτικές πηγές
- (2) Έκκριση αντιμικροβιακών ουσιών
- (3) Ενίσχυση της λειτουργίας του εντερικού φραγμού

Ωστόσο, ο τρόπος δράσης τους δεν είναι πολύ καλά κατανοητός και επομένως απαιτείται σαφέστερη κατανόηση αυτών των μηχανισμών. Αυτό θα επιτρέψει την επιλογή κατάλληλων προβιοτικών στελεχών για συγκεκριμένες εφαρμογές και μπορεί να αποκαλύψει νέες προβιοτικές λειτουργίες.

3.2.4 Άλλες τάσεις

Οι **υπέρηχοι υψηλής έντασης** (High-Intensity ultrasound - HIUS) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τεχνολογία ήπιας συντήρησης στα γαλακτοκομικά προϊόντα, λόγω της ικανότητάς τους να απενεργοποιούν τους παθογόνους μικροοργανισμούς και τα ένζυμα. Επιπλέον, μπορεί να οδηγήσουν σε φυσικές και χημικές αλλοιώσεις στα προϊόντα και έχουν αντίκτυπο στην προβιοτική βιωσιμότητα και τη μεταβολική δραστηριότητα. Οι HIUS έχει αποδειχθεί ότι είναι μια πιθανή τεχνολογία και η εφαρμογή του σε γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μικρότερο χρόνο επεξεργασίας, αυξημένη προβιοτική βιωσιμότητα και προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη, υψηλότερη συγκέντρωση ολιγοσακχαριτών, λιγότερο ανεπιθύμητη γεύση (χαμηλότερη περιεκτικότητα σε προπιονικά και οξικά οξέα) και δεν απαιτείται πρεβιοτική προσθήκη ή συμπερίληψη β-γαλακτοσιδάσης. Στα τυριά, το HIUS μπορεί να μειώσει το χρόνο ωρίμανσης και να επιταχύνει την πρωτεόλυση, με αποτέλεσμα προϊόντα με καλύτερα αισθητήρια, υφή και διατροφικά (βιοδραστικά πεπτίδια) χαρακτηριστικά. Επιπλέον, μπορεί να αλλάξει την πρεβιοτική δομή, διευκολύνοντας την πρόσβαση στα προβιοτικά. Η επίδραση του HIUS εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις παραμέτρους της διαδικασίας (συχνότητα, ισχύς, χρόνος επεξεργασίας, λειτουργία παλμού και διάρκεια), τον τύπο της προβιοτικής καλλιέργειας και τη σύνθεση των τροφίμων. Επομένως, οι παράμετροι της διεργασίας HIUS πρέπει να ποσοτικοποιούνται και να ελέγχονται με ακρίβεια. Το HIUS μπορεί επίσης να εφαρμοστεί στην απενεργοποίηση των προβιοτικών καλλιεργειών και στην ανάπτυξη παραβιοτικών προϊόντων ή στη βελτίωση της παραγωγής διαλυτών παραγόντων (μεταβιοτικών) με επιπτώσεις στην υγεία (Guimaraes et al, 2019).



Σχήμα 3.1 Μικροενθυλάκωση

Πηγή : <http://estia.hua.gr/file/lib/default/data/14863/theFile>

Μελέτες έχουν αναφέρει ότι η βιωσιμότητα των προβιοτικών βακτηρίων σε γαλακτοκομικά προϊόντα που είτε έχουν υποστεί ζύμωση είτε όχι, είναι μικρή και μικραίνει ακόμη περισσότερο καθώς οι μικροοργανισμοί διέρχονται από το ανθρώπινο γαστρεντερικό σύστημα. Σε αυτήν την περίπτωση, η **μικροενθυλάκωση** είναι η πιο σημαντική αναδυόμενη και αποτελεσματική τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη διατήρηση των προβιοτικών έναντι δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών. Εκτός από διαφορετικές τεχνικές μικροενθυλάκωσης, διάφοροι τύποι υλικών ενθυλάκωσης χρησιμοποιούνται επίσης για τη διαδικασία, όπως αλγινικό, χιτοζάνη, καραγενάνη, κόμμεα (χαρουπιές, κόμμι γελλάνης, κόμμι ξανθάν κ.λπ.), ζελατίνη, πρωτεΐνη ορού γάλακτος, άμυλο και επίστρωση συμπίεσης. Κάθε ένα από τα υλικά ενθυλάκωσης έχει τα δικά του μοναδικά χαρακτηριστικά σχηματισμού κάψουλας και παροχής σχήματος, εμφάνισης και αντοχής σε μικροσφαιρίδια. Ο τύπος του υλικού ενθυλάκωσης επηρεάζει επίσης τη βιωσιμότητα των προβιοτικών κατά την αποθήκευση, την επεξεργασία και στον γαστρεντερικό σωλήνα. Η αποτελεσματικότητα οποιουδήποτε υλικού δεν εξαρτάται από την ικανότητα σχηματισμού κάψουλας, την αντοχή και την ενίσχυση της βιωσιμότητας, αλλά και από το χαμηλό κόστος, τη διαθεσιμότητα και τη βιοσυμβατότητά του. Έτσι, η πρόσθετη ευκολία και το μειωμένο κόστος συσκευασίας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αντιστάθμιση του κόστους εγκλεισμού σε ένα ή περισσότερα συστατικά. Οι ενθυλακωμένες μορφές συστατικών παρέχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για τους προβιοτικούς οργανισμούς (Riaz & Masud, 2013).

3.3 ΖΗΤΗΣΗ

Πρόσφατα, οι καταναλωτές έχουν συνειδητοποιήσει πολύ περισσότερο τη σημασία της διατροφής και της υγείας, δείχνοντας ενδιαφέρον για την επιλογή πιο υγιεινών τροφίμων. Ως εκ τούτου, η διατροφική προσέγγιση που στοχεύει στην προώθηση και τη διατήρηση της υγείας και της ευημερίας, φυσικά και με χαμηλό κόστος, προκάλεσε την αύξηση των τροφίμων με λειτουργική αξία. Ως αποτέλεσμα, εκτιμάται ότι έως το 2023, η παγκόσμια αγορά προβιοτικών θα έχει φθάσει μία αξία περίπου 69,3 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, με τον τομέα των τροφίμων να είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία της μεγαλύτερης οικονομικής αξίας (Markets and Markets, 2017)

3.4 MARKETING

Ως ετικέτα, σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1169/2011 Σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές η ετικέτα ενός τροφίμου πρέπει να φέρει ορισμένες υποχρεωτικές ενδείξεις όπως ονομασία προϊόντων, κατάλογος συστατικών και ποσότητα, ποσότητα καθαρού προϊόντος, ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητας ή τελική ημερομηνία ανάλωσης, διατροφική δήλωση. Οι ισχυρισμοί υγείας θα πρέπει να έχουν επιστημονική και τεκμηριωμένη βάση, ώστε να μην παραπλανάται ο καταναλωτής (ΕΦΕΤ, 2020).

Στα παραδοσιακά ελληνικά προβιοτικά προϊόντα (γιαούρτι, κεφίρ, ξινόγαλα) που διατίθενται εγχώρια, η ένδειξη ότι περιέχονται προβιοτικοί μικροοργανισμοί είναι συχνά διακριτικά τοποθετημένα ή και σε ορισμένες περιπτώσεις δεν εμφανίζεται ευκρινώς (εικόνες 3.2-3.5).



Εικόνα 3.2 : Η ένδειξη «με φυσικά προβιοτικά» είναι μέσα σε παρένθεση, διακριτικά τοποθετημένη
https://www.athinorama.gr/umami/market/articles/giaourti_i_epistrofi_sto_paradosiako-2537952.html#lg=1&slide=7



Εικόνα 3.3 : Η ένδειξη «με φυσικά προβιοτικά» αναφέρεται στα «Συστατικά:» κατά την περιγραφή του προϊόντος
https://www.athinorama.gr/umami/market/articles/giaourti_i_epistrofi_sto_paradosiako-2537952.html#lg=1&slide=7



Εικόνα 3.4 : Αναφέρεται μόνο «ρόφημα γάλακτος με καλλιέργεια»

Πηγή <https://www.thanopoulos.gr/el/ksinogalo-kefir/4524-mevgal-kefir-agelados-fraoula-me-sakxara-glukantika-500ml-5201083334241.html>



Εικόνα 3.5 :Φέρει απλά την ένδειξη «Ευεργετικό για το πεπτικό σύστημα»

Πηγή: <https://www.24hr.gr/el/προϊόντα/τρόφιμα/γαλακτοκομικά/γάλα/ξινόγαλο-αριάνι-φάρμα-κουκάκη-500ml>

Ορισμένα προβιοτικά γαλακτοκομικά που προσπαθούν να κερδίσουν μερίδιο της αγοράς επιλέγουν να αναγράφουν τους προβιοτικούς οργανισμούς με πιο ευδιάκριτο τρόπο, ώστε ο καταναλωτής να το αναγνωρίζει άμεσα.



Εικόνα 3.6 : Η ένδειξη “BIFIDUS ACTIREGULARIS” αναφέρεται κάτω από την επωνυμία με κεφαλαία γράμματα σε κίτρινο πλαίσιο

https://www.bazaar-online.gr/galaktomika/giaourtia-epidorpia/provioletiko/danone-activia-180g-20g-trag-apolafsi_133684/

Αντίστοιχα προϊόντα που διατίθενται στη διεθνή αγορά, φροντίζουν να τονίσουν την παρουσία των προβιοτικών με έντονα, ευδιάκριτα γράμματα μεγάλου μεγέθους ή διαφορετικού χρωματισμού (εικόνες 3.7-3.8).



Εικόνα 3.7: Κεφίρ που παράγεται στις ΗΠΑ και φέρει την ένδειξη “GREEK style” και “probiotics”

Πηγή: <http://bandifoods.com/new-bandi-greek-kefir-cultured-milk-3-25-fat-12-live-cultures/>



Εικόνα 3.8 : Γιαούρτια με την ένδειξη “PROBIOTIC”

Πηγές: <https://www.stonyfield.com/products/yogurt/smooth-creamy/whole-milk-plain-32oz>

<https://www.meijer.com/shop/en/wellness/food/beverages-yogurt/goodbelly-probiotics-lactose-free-low-fat-yogurt-strawberry-5-3-oz/p/7047015112>

<https://www.nosh.com/food-wire/2018/nancys-probiotic-foods-launches-organic-100-grass-fed-yogurts/>

Μία βιομηχανική μονάδα ζυμώμενων γαλακτοκομικών προϊόντων με προβιοτικά που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο για να διευρύνει το αγοραστικό κοινό της μπορεί να δημιουργήσει μία εταιρική ιστοσελίδα. Στην ιστοσελίδα συνήθως (Koteyko, 2009):

- Δίνονται πληροφορίες και διαπιστευτήρια για την εταιρεία. Συνήθως στο μενού εμφανίζεται μία ενότητα με τον όρο : «εταιρικό προφίλ» ή «ιστορικό εταιρείας» ή «σχετικά με εμάς» ή «γνώρισε μας» ή « λίγα λόγια για μας»

- Ο επισκέπτης έρχεται σε επαφή με τα παραγόμενα προϊόντα («Προϊόντα» ή «Βρες τη γεύση σου», ...). Κάθε προϊόν συνήθως συνοδεύεται από μία ή περισσότερες ευκρινείς εικόνες της συσκευασίας του, ενώ συνήθως υπάρχουν πληροφορίες για την επωνυμία του (« Τι είναι το...», «Σχετικά με το...»), τα χαρακτηριστικά του, τον τόπο παραγωγής, τον τρόπο παραγωγής («παραδοσιακό», «με προσθήκη στελεχών ...), την προσφορά και την αξία του προϊόντος στην υγεία του καταναλωτή («Γιατί να επιλέξεις...;», «Μάθε περισσότερα...»)

- Δίνονται συμβουλές για την υγεία και την ευεξία, για την ορθή λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος, παρουσιάζονται επιστημονικές εκθέσεις ή σύνδεσμοι που υποστηρίζουν την υγεία των προβιοτικών.

Ο καταναλωτής μπορεί να έρθει σε επαφή με τον παραγωγό, να εκφράσει τη γνώμη του ή τις απορίες του («Επικοινωνία», «Μοιραστείτε την εμπειρία σας», «Θέλετε να λαμβάνετε νέα μας ή προσφορές;»)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραγωγή ζυμώμενων γαλακτοκομικών προϊόντων είναι μία διαδικασία που εκτείνεται σε όλες τον κόσμο και συχνά έχει τις ρίζες της στην παράδοση και αποτελούν ένα πολύ καλό υπόστρωμα για τους προβιοτικούς οργανισμούς. Ως προβιοτικά σύμφωνα με τον FAO και τον Παγκόσμιο Οργανισμό υγείας ορίζονται οι ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι δρουν προς όφελος της υγείας του ξενιστή, χορηγούμενοι σε κατάλληλες ποσότητες.

Ορισμένα προϊόντα που προκύπτουν από ζυμώσεις του γάλατος και μπορούν να περιέχουν προβιοτικούς οργανισμούς είναι το τυρί, η γιαούρτη, το βούτυρο, το κεφίρ, το κούμις, το οξύγαλα, το dehi, το villi και το amasi. Η διαδικασία της ζύμωσης σε ένα προϊόν μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε αποκλειστικά με τη φυσική μικροχλωρίδα που περιέχεται στο τρόφιμο είτε με τη προσθήκη κατάλληλου εμβολίου. Η κύρια ζύμωση που συντελείται είναι η γαλακτική, αν και σε ορισμένα προϊόντα δεν αποκλείεται να συνοδεύεται από δευτερογενείς ζυμώσεις, όπως αλκοολική ή οξική ζύμωση. Τα προβιοτικά θα πρέπει να αντέχουν στις συνθήκες ζύμωσης, συντήρησης και αποθήκευσης αυτών των προϊόντων. Για να έχουν ευεργετικό αποτέλεσμα για τον οργανισμό του ανθρώπου θα πρέπει να επιβιώνουν από τις δυσμενείς συνθήκες που συναντούν στο γαστρεντερικό σύστημα κατά την πέψη όπως είναι το χαμηλό pH και τα χολικά άλατα, και να φθάνουν στο παχύ έντερο σε επαρκείς ποσότητες και με ικανοποιητική λειτουργικότητα.

Οι μικροοργανισμοί που λειτουργούν ως προβιοτικά θα πρέπει να παρουσιάζουν ορισμένα βασικά στοιχεία καταλληλότητας όπως : ασφάλεια, μη τοξικότητα, αντοχή στις συνθήκες παραγωγής του τροφίμου και κατά το πέρασμά τους από το πεπτικό σύστημα, να ανήκουν στη φυσική μικροχλωρίδα του οργανισμού, να προσδίδουν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα τρόφιμα, να είναι ωφέλιμα για την υγεία του καταναλωτή. Είναι βακτήρια ή ζύμες που συναντώνται στην ανθρώπινη μικροχλωρίδα ή άγρια στελέχη που έχουν υποστεί διαδικασίες προσαρμογής στις δυσμενείς εντερικές καταστάσεις ή γενετικά τροποποιημένοι μικροοργανισμοί.

Διάφορες μελέτες έχουν συσχετίσει την παρουσία προβιοτικών με την ανθρώπινη υγεία. Συμβάλλουν στην πρόληψη, στη διαχείριση και στην αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών και διαταραχών, είτε ως μεμονωμένη θεραπεία είτε συνεργατικά με την χορηγηθείσα φαρμακευτική αγωγή (γαστρεντερικές λοιμώξεις, ελικοβακτήριο

του πυλωρού, φλεγμονώδεις νόσοι του εντέρου, διάρροια, χοληστερόλη, σακχαρώδης διαβήτης, ανοχή στη λακτόζη, ουρογεννητικές λοιμώξεις, ακόμη και στον καρκίνο).

Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί είναι στελέχη βακτηρίων που ανήκουν στα στελέχη βακτηρίων των οικογενειών *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* και *Propionibacterium*, καθώς και ζύμες. Η δράση τους στον ανθρώπινο οργανισμό και την υγεία είναι για κάθε στέλεχος προβιοτικού οργανισμού διαφορετική. Έρευνες έχουν δείξει ότι:

- Άγρια στελέχη του *Lactobacillus* μειώνουν τη χοληστερόλη.
- Ορισμένοι προβιοτικοί ακινητοποιούνται στο επιθήλιο του εντέρου και βελτιώνουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος στον γαστρεντερικό σωλήνα καθώς και ποιοι παράγοντες μπορούν να επιδράσουν στον εντερικό μικρόκοσμο.
- Περιορίζουν την ενζυμική δραστηριότητα των μη ωφέλιμων μικροοργανισμών του εντερικού σωλήνα.
- Συμβιωτική καλλιέργεια λακτοβακίλλων και ζυμών δύναται να καταστρέψει το ελικοβακτήριο του πυλωρού με την παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών
- Προκαλούν ανακούφιση από τα συμπτώματα της δυσανεξίας της λακτόζης
- Ελέγχουν λοιμώξεις του ουροποιητικού και γεννητικού συστήματος που δημιουργούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς όπως είναι οι *Candida*, *Trichomonas*, *Mycoplasma*, *Chlamydia* και *E. Coli*.
- Συμβάλουν στη σύνθεση και την αφομοίωση βιταμινών του συμπλέγματος Β και της βιταμίνης Κ.
- Προστίθενται στην τροφή των ζώων για την ενίσχυση της ανάπτυξης τους έναντι της χρήσης αντιβιοτικών.

Σήμερα, η ευαισθητοποίηση των ανθρώπων για την υγεία, αλλά και για την καλύτερη ποιότητα ζωής, έχει οδηγήσει τους καταναλωτές στην αναζήτηση τροφίμων ποιοτικών και ωφέλιμων για την υγεία. Εκτός από τα προβιοτικά, προστέθηκαν όροι στην διατροφή όπως πρεβιοτικά, συμβιοτικά, παραβιοτικά, μεταβιοτικά και ψυχοβιοτικά τρόφιμα. Τα πρεβιοτικά είναι συστατικά στα τρόφιμα που ενισχύουν την ανάπτυξη των ωφέλιμων βακτηρίων του ξενιστή, ενώ τα συμβιοτικά είναι ο συνδυασμός προβιοτικών και πρεβιοτικών σε ένα διατροφικό προϊόν. Οι μη βιώσιμοι μικροοργανισμοί ή μεταβολίτες που μπορούν να παρέχουν οφέλη για την υγεία στους καταναλωτές ή επιδεικνύουν θεραπευτική δράση που σχετίζεται με τα προβιοτικά

καλούνται παραβιοτικά ή μεταβιοτικά αντίστοιχα και αποτελούν αντικείμενο νέων ερευνών.

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των μικροοργανισμών στα αντιβιοτικά ανάγκασε την επιστημονική και ιατρική κοινότητα να αναζητήσει νέους εναλλακτικούς τρόπους ώστε να αντιμετωπίσει τις λοιμώξεις. Οι προβιοτικοί οργανισμοί έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη ή τη θεραπεία ορισμένων λοιμώξεων, ιδίως του γαστρεντερικού καθώς εμποδίζουν την ανάπτυξη των παθογόνων, δρώντας ανταγωνιστικά, εκκρίνουν αντιμικροβιακές ουσίες και ενισχύουν των εντερικό φραγμό.

Τα προβιοτικά ζυμώμενα γαλακτοκομικά τρόφιμα αποτελούν ένα κλάδο της τεχνολογίας τροφίμων που έχει τη δυνατότητα να εξελιχθεί σημαντικά, να παράγει νέα προϊόντα, να αξιοποιήσει καλύτερα τα παραδοσιακά προβιοτικά τρόφιμα, να ενισχύσει την ανθρώπινη υγεία και ευεξία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Abdolalipour E., Mahooti M., Salehzadeh A., Torabi A., Mohebbi S.R., Gorji A., Ghaemi A., (2020), Evaluation of the antitumor immune responses of probiotic *Bifidobacterium Bifidum* in human papillomavirus-induced tumor model, *Microbial Pathogenesis*, 145, 104207: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0882401020304940>
2. Bansal P., Kumar R., Singh J., Dhanda S., (2019), Next generation sequencing , biochemical characterization, metabolic pathway analysis of novel probiotic *Pediococcus acidilactici* NCDC 252 and it's evolutionary relationship with other lactic acid bacteria, *Molecular Biology Reports*, 26, 5883-2895 : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11033-019-05022-z>
3. Barros C.P., Guimarães J.T., Esmerino E.A., Duarte M.C.K.H, Silva M.C., Silva R., Ferreira B.M., Sant'Ana A.S., de Freitas M.Q., da Cruz A.G., (2020), Paraprobiotics, postbiotics and psychobiotics: concepts and potential application in dairy products, *Current Opinion in Food Science*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799319301328>
4. Begley M., Gahan C.G.M., Hill C., (2005), The interaction between bacteria and bile, *FEMS Microbiology Reviews* , 29 (4), 625-651 : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16102595/>
5. Bertuccini L., Russo R., Iosi F., Superti F., (2017), Effects of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus acidophilus* on bacterial vaginal pathogens. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 30(2):163–167: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28580872/>
6. Bhandari P., Rishi P., Prabha V., (2016), Positive effect of probiotic *Lactobacillus plantarum* in reversing the LPS induced infertility in mouse model, *Journal of Medical Microbiology*, 65 (5):345–350: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26872701/>
7. Biavati B., Mattarelli P., Modesto M., (2006), Occurrence of the family bifidobacteriaceae in human dental caries and plaque, *Caries Research*, 40 (3): 271-276. Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://europepmc.org/article/med/16707878>

8. Braiek O.B. & Smaoui S., (2019), Enterococci: Between Emerging Pathogens and Potential Probiotics, BioMed Research International, 2019, ID 5938210, 1-13: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2019/5938210/>
9. Burns P., Lafferriere L., Vinderola G. and Reinheimer J., (2014), Influence of dairy practices on the capacity of probiotic bacteria to overcome simulated gastric digestion, International Journal of Dairy Technology, 67(3), 448-457 : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1471-0307.12141>
10. Burton J.P., Chanyi R.M. and Schultz M., (2017), Chapter 19- Common Organisms and Probiotics: *Streptococcus thermophilus* (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*), The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology, (),165-169 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128040249000197>
11. Casalta E. & Montel M.C., (2008), Safety assessment of dairy microorganisms : The Lactococcus genus, International Journal of Food Microbiology, 126 (3), 271-273: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160507004436>
12. Dietrich C.G., Kottmann T., Alavi M., (2014), Commercially available probiotic drinks containing Lactobacillus casei DN-114001 reduce antibiotic-associated diarrhea, World Journal of Gastroenterology, 20(42): 15837–15844. <https://www.researchgate.net/publication/268450995> Commercially available probiotic drinks containing Lactobacillus casei DN-114001 reduce antibiotic-associated diarrhea
13. Din A.U., Hassan A., Zhu Y., Zhang K., Wang Y., Li T., Wang Y., Wang G., (2020), Inhibitory effect of Bifidobacterium bifidum ATCC 29521 on colitis and its mechanism, The Journal of Nutritional Biochemistry, 79,108353 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955286319305601>
14. EUFIC, (2009), Cheese: a European tradition, Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://www.eufic.org/en/food-today/article/cheese-a-european-tradition>
15. ΕΦΕΤ (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων), Επισήμανση, Υποχρεωτικές πληροφορίες που πρέπει να αναγράφονται στην ετικέτα των τροφίμων (02/01/2021) : <https://www.efet.gr/index.php/el/consumers/episimansi>
16. Ζερφυρίδης Κ.Γ, (2001), Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος, 2η έκδοση, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
17. Goh Y.J.& Klaenhammer T.R., (2013), A functional glycogen biosynthesis pathway in *Lactobacillus acidophilus* : expression and analysis of the *glg*

operon, *Molecular Microbiology*, 89 (6), 1187-1200 :
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mmi.12338>

18. Gruz A.G., Buriti F.C.A., Souza C., H.B., Faria J.A.F., (2009), Probiotic cheese : Health benefits, technological and stability aspects, *Trends in Food Science & Technology*, 20 (8), 344-354 .:
https://www.researchgate.net/publication/223628821_Probiotic_cheese_Health_benefits_technological_and_stability_aspects

19. Guimaraes J.T., Balthazar C.F., Scudino H., Pimentel T.C., Esmerino E.A., Ashokkumar M., Freitas M.Q., Gruz A.G., (2019), High-intensity ultrasound: A novel technology for the development of probiotic and prebiotic dairy products, *Ultrasonics Sonochemistry*, 57, 12-21 :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135041771930416X>

20. Kailasapathy K. & Chin J., (2000), Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp.*, *Immunology & Cell Biology*, 78 (1), 80-88:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1440-1711.2000.00886.x>

21. Kandyli P., Pissaridi K., Bekatorou A., Kanellaki M. and Koutinas A.A., (2016), Dairy and non-dairy probiotic beverages , *Current Opinion in Food Science*, &: 58-63 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799315001411>

22. Kesekas H., Gursoy O., Ozbas H., (2017), Chapter 14 – Kefir, *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, Academic Press, p.339-361.
Διαθέσιμο στη σελίδα :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>

23. Κεχαγιά Χ., Κούλουρης Σ., (2005), Στοιχεία τεχνολογίας και έλεγχοι ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, Εκδόσεις ΙΩΝ

24. Κεχαγιάς Χ., (2011). Γάλα, Επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας. Εκδόσεις ΙΩΝ. σελ.193-234,235-312, 313-334, 427

25. Kehagias C., Koulouris S., Arkoudelos J., Samona A., (2006), Viability and Biochemical Activity of Bifidobacteria in Association with Yoghurt Starter Cultures in Bifidus Milk and Bio-yoghurt during storage at 4°C, *Egyptian J. Dairy Sci.*, 34:151-158

26. Khorshidian N., Yousefi M. & Mortazavian A.M., (2020), Fermented milk: The most popular probiotic food carrier, *Advances in Food and Nutrition*

Research, 94:91-114:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104345262030037>

27. Kim J.Y., Kwon J.H., Ahn S.H., Lee S.II., Han Y.S., Choi Y.O, Lee S.Y., Ahn K.M., Ji G.E., (2010), Effect of probiotic mix (Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium lactis, Lactobacillus acidophilus) in the primary prevention of eczema: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial, *Pediatric Allergy and Immunology*, 21 (2), e386-e393 :

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3038.2009.00958.x>

28. Kotevko N., (2009), " I am a very happy, lucky lady, and I am full of Vitality!" Analysis of promotional strategies on the websites of probiotic yoghurt producers, *Critical Discourse Studies*, 6:2, 111-125 :

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17405900902749973>

29. Lee Y.K. & Salminen S., (2008), Chapter 1: Probiotic Microorganisms in *Handbook of Probiotics and Prebiotics*, pp 1-176 :

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470432624#page=194>

30. Leite A.M.O., Miguel M.A.L., Peixoto R.S., Rosado A.S., Silva J.T., Paschoalin V.M.F., (2013), Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage, *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(2), 341-349. Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3833126/#b27-bjm-44-341>

31. Luo C. & Deng S.,(2016), Viili as Fermented Food in Health and Disease Prevention : A Review Study, *Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 2(7):105-113:

https://www.researchgate.net/publication/307475948_Viili_as_Fermented_Food_in_Health_and_Disease_Prevention_A_Review_Study/link/57c6895608ae7642019b2492/download

32. Mahalakshmi, R. and Murthy, V.V.P.S., (2000), Growth of Bifidobacterium bifidum in whey-based media, *Journal of Industrial Microbiology Biotechnology*, 25(4), 177–179 :

https://www.researchgate.net/publication/225672863_Growth_of_Bifidobacteria_bifidum_in_whey-based_media

33. Margolles A., García L., Sánchez B. , Gueimonde M., de los Reyes-Gavilán CG, Characterisation of a Bifidobacterium strain with acquired resistance to

cholate – a preliminary study, International Journal of Food Microbiology, 82, 191-198 : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12568759/>

34. Markets and Markets, (2017), Probiotics Market by Application (Functional Food & Beverages [Dairy products, Non-dairy Beverages, Infant Formula, Cereals], Dietary Supplements, Feed), Ingredient (Bacteria, Yeast), Form(Dry, Liquid), End User, and Region-Global Forecast to 2023 (πρόσβαση : 03/01/2021): <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/probiotic-market-advanced-technologies-and-global-market-69.html>

35. Markowiak-Kopec P. & Slizewska K, (2017), Effects of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics on Human Health, Nutrients 9(9),1021 : https://www.researchgate.net/publication/319980761_Effects_of_Probiotics_Prebiotics_and_Synbiotics_on_Human_Health

36. Mattarelli P. & Biavati B., (2018), Chapter 2- Species in the Genus Bifidobacterium, The Bifidobacteria and Related Organisms, Biology, Taxonomy, Application, pp. 9-48: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128050606000028>

37. McFarland L.V., (2017), The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology // Common Organisms and Probiotics: *Saccharomyces boulardii*, (), 145-164 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128040249000185>

38. Μπαμπινιώτης Γ., (2008), Και όμως είναι ελληνικές, άρθρο στην εφημερίδα Το Βήμα, Γνώμες, 24 Νοεμβρίου 2008 Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://www.tovima.gr/2008/11/24/opinions/kai-omws-einai-ellinikes/>

39. Mudgal S.P. & Prajapati J.B., (2017), Dahi- An Indian Naturally Fermented Yogurt. Yogurt in Health and Disease Prevention, 353-369 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128051344000201>

40. Nami Y., Bakhshayesh R.V., Jalaly H. M., Lotfi H. Eslami S., Hejazi M.A., (2019), Probiotic Properties of Enterococcus Isolated From Artisanal Dairy Products, Frontiers in Microbiology, 10,() : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00300/full>

41. Ντούγια Ε., (2012), Βούτυρο. Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://docplayer.gr/282721-Voytyro-eytyhia-ntoygia-zah-a-21-05-12.html>

42. Oelschlaeger T.A., (2010), Mechanisms of probiotics actions – A review, International journal of medical microbiology, 300 (1): 57-62 :

https://www.researchgate.net/publication/26840302_Mechanisms_of_probiotic_actions_-_A_review

- 43.** Osvik R.D., Sperstad S., Breines E., Hareide E., Godfroid J et al., (2013), Bacterial diversity of aMasi, a South African fermented milk product, determined by clone library and denaturing gradient gel electrophoresis analysis, African Journal of Microbiology Research, 7(32), 4146-4158 :
https://www.researchgate.net/publication/257416083_Bacterial_diversity_of_aMasi_a_South_African_fermented_milk_product_determined_by_clone_library_and_denaturing_gradient_gel_electrophoresis_analysis/link/00b7d5253d38397c96000000/download
- 44.** Ozer B & Kirmaci H.A., (2014), Fermented Milks/ Products of Eastern Europe and Asia, Encyclopedia of Food Microbiology, 900-907. Διαθέσιμο στη σελίδα : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123847300001233>
- 45.** Pandey K.R., Naik S.R., and Babu V.V., (2015), Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review, Journal of Food Science and Technology, 52(12):7577-7587: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4648921/>
- 46.** Rabah H., Carmo F.L.R., Jan G., (2017), Dairy propionibacteria: Versatile Probiotics, Microorganisms, 5 (2), 24: <https://www.mdpi.com/2076-2607/5/2/24>
- 47.** Rajyalakshmi K., Oudah M. A., Babu M.,K., Priya A.S., Shabana S. and Satya ., (2019), Benefaction of probiotics in human gastro intestinal tract, International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education, 4(2): 459-465 : <https://www.journalofsports.com/pdf/2019/vol4issue2/PartJ/4-2-124-836.pdf>
- 48.** Riaz Q. Ul A., & Masud T., (2013), Recent Trends and Application of Encapsulating Materials for Probiotic Stability, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53 (3), 231-244: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2010.524953>
- 49.** Robinson R.K. & Tamime A.Y.,(1991), Feta and related cheeses, London : Ellis Horwood
- 50.** Rodrigues V.C da Cruz, da Silva L.G.S., Simabuco F.M., Venema K., Antunes A.E.C, (2019), Survival, metabolic status and cellular morphology of probiotics in dairy products and dietart supplement after simulated digestion, Journal of Functional Foods, 55, 126-134 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464619300520>

- 51.** Sarquis M.A., Siroli L., Modesto M., Patrignani F., Lanciotti R., Mattarelli P., Reinheimer J., Burns P., (2019), Novel bifidobacteria strains isolated from non-conventional sources. Technological, antimicrobial and biological characterisation for their use as probiotics, *Journal of Applied Microbiology*, 127 (4), 1207-1218 : <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jam.14367>
- 52.** Slizewska K., Markowiak-Kopec P., Slizewska W, (2021), The Role of Probiotics in Cancer Prevention, *MDPI, c:ancers*, 13, 20 : <https://www.mdpi.com/2072-6694/13/1/20>
- 53.** Slykerman R.F., Hood F., Wickens K., Thompson J.M.D., Barthow C., Murphy R., Kang J., Rowden J., Stone P., Crane J., Stanley T., Abels P., Purdie C., Maude R., Mitchell E.A., (2017), Effect of *Lactobacillus rhamnosus* HN001 in Pregnancy on Postpartum Symptoms of Depression and Anxiety: A Randomised Double blind Placedo-controlled Trial, *EBioMedicine*, 24, 159-165 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352396417303663>
- 54.** Tamime A.Y. and Robinson R.K. (1999). *Yoghurt, Science and Technology*, 2η έκδοση, σελ. 1-128,432-485. Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC. Wisconsin, (n.d.). What is Yogurt? , Διαθέσιμο στη σελίδα: http://www.eatwisconsincheese.com/wisconsin/other_dairv/voaurt.aspx
- 55.** Terefe N.S., (2016), Food Fermentation, in Reference Module in Food Science, : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008100596503420X>
- 56.** Thakkar P. Patel A., Modi H.A. & Prajapati J.B., (2020), Hypocholesterolemic Effect of Potential Probiotic *Lactobacillus fermentum* Strains Isolated from Traditional Fermented Food in Wistar Rats, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12,1002-1011: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12602-019-09622-w>
- 57.** Tijjani K.I., James M., Altin C., Probiotics and their attributes in human health therapy : review, *International Journal of Research*, 8(5), 158-164 : https://www.granthaalayahpublication.org/journals/index.php/granthaalayah/article/view/IJRG20_B05_3331/177
- 58.** Tiptiri-Kourpeti A., Spyridopoulou K., Santarmaki V., Aindelis G., Tompoulidou E., Lamprianidou E.E., Saxami G., Ypsilantis P., Lampri E.S., Simopoulos C., Kotsianidis I., Galanis A., Kourkoutas Y., Dimitrellou D., Chlichlia K., (2016), *Lactobacillus casei* exerts anti-proliferative effects accompanied by apoptotic

cell death and up-regulation of TRAIL in colon carcinoma cells, PLoS One 11(2) : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4744000/>

59. Tomaro-Duchesneau C., Jones M.L., Shah D., Jain P., Saha S., Prakash S., (2014), Cholesterol assimilation by *Lactobacillus* probiotic bacteria: An in vitro investigation, BioMed research international, 2014:380316–380319. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25295259/>

60. Veiga P., Gallini C.A., Beal C., Michaud M, Delaney M.L., DuBois A., Khlebnikov A., Vlieg J.E.T., Punit S., Glickman J.N., Onderdonk A., Glimcher L.H. and Garrett W.S., (2010), Bifidobacterium animalis subsp. lactis fermented milk product reduces inflammation by altering a niche for colitogenic microbes, 107(42), 18132-18137 : https://www.pnas.org/content/107/42/18132?utm_source=TrendMD&utm_medium=cp&utm_campaign=Proc_Natl_Acad_Sci_U_S_A_TrendMD_1

61. Wan M.L.Y., Forsythe S.J. & El-Nezami H., (2018), Probiotics interaction with foodborne pathogens : a potential alternative to antibiotics and future challenges, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 59 (20): 3320-3333 : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2018.1490885>

62. Wang H., Braun C., Murphy E., Enck P., (2019), Bifidobacterium longum 1714™ Strain Modulates Brain Activity of Healthy Volunteers During Social Stress, The American Journal of Gastroenterology, 114 (7) : 1152-1162 : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6615936/>

63. Χατζηδημητρίου Ε., (2009), Παραγωγή και Ποιοτικός Έλεγχος Βουτύρου, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/1367/XATZHDHMHTRIQY.pdf?sequence=1>.

64. Yegna Narayan Aiyar, A.K., (2003) Dairying in ancient India, Indian Dairyman, 5, 77– 83

65. Zhang M.M., Cheng J.Q., Lu Y.R., Yi Z.H., Yang P and Wu X.T., (2010), Use of pre-, pro- and synbiotics in patients with acute pancreatitis: A meta-analysis, World Journal of Gastroenterology, 16(31):3970-3978 : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2923773/>

66. Zhang Z., Lv J., Pan L., Zhang Y., (2018), Roles of application of probiotics Lactobacillus strains, Applied Microbiology and Biotechnology, 102, 8135-8148: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-018-9217-9>

67. Ziaei R., Ghavami A., Khalesi S., Ghiasvand R., Mokari_yamchi A., (2020), The effect of Probiotic fermented milk products on blood lipid concentrations: A systematic review and meta-analysis of Randomized Controlled Trials, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, (),() : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0939475320305494>