

## ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

*Μανωλαράκης Μανώλης, Ειδικός Διατροφολόγος - Διαιτολόγος*

Ο όρος προβιοτικά αναφέρεται σε ζωντανούς μικροοργανισμούς που μπορούν και επιβιώνουν κατά την διάρκεια του περάσματος τους μέσα από την γαστρεντερική οδό και αποφέρουν οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό. (1–3). Τα προβιοτικά βακτήρια βρίσκονται στο κέντρο του ενδιαφέροντος τόσο επιστημονικών μελετών όσο και εμπορικών επιχειρήσεων. Και αυτό εξαιτίας ενός μεγάλου αριθμού πιθανόν ευεργετικών επιδράσεων στην υγεία του ανθρώπου. Τα προβιοτικά μπορεί κάποιος να τα βρει στην αγορά με την μορφή κάψουλας, σκόνης, μέσα σε ενισχυμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, (γιαούρτια, γάλα κλπ). Οι πιθανές θετικές επιδράσεις στην υγεία περιλαμβάνουν την διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος, την μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης και μία πιθανή προφυλακτική δράση έναντι του καρκίνου. (1, 3–7). Μερικά στελέχη προβιοτικών είναι *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, και *Bifidobacterium bifidum* (1, 2, 8–12).

Πολλές μελέτες θέτουν μία σειρά προϋποθέσεων για να χαρακτηριστεί κάποιο βακτήριο σαν προβιοτικό. (3, 13, 14). Το πιο σημαντικό είναι το βακτήριο αυτό να έχει μία θετική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.

### Προβιοτικά και διάρροια

Έχει αποδειχτεί πέρα από κάθε αμφιβολία η θετική επίδραση των προβιοτικών στην αντιμετώπιση της διάρροιας που προκαλείται από παθογόνους μικροοργανισμούς

Τα προβιοτικά μπορούν να προφυλάξουν ή και να βελτιώσουν την διάρροια μέσα από την θετική τους επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα. Επιπλέον τα προβιοτικά μπορεί να προφυλάσσουν από μολύνσεις επειδή συναγωνίζονται με τους παθογόνους μικροοργανισμούς για να καταλάβουν θέση μέσα στην γαστρεντερική οδό και στα επιθηλιακά κύτταρα. (12, 16, 17). Τα προβιοτικά ακόμα μπορεί να εμποδίζουν την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων μέσα από την παραγωγή ουσιών που αναστέλλουν την ανάπτυξή τους και δημιουργούν αρνητικό περιβάλλον μέσα στην γαστρεντερική οδό (18).

### **Οξεία διάρροια κύρια προκαλούμενη από τον ρετροϊό**

Ο ρετροϊός είναι ο κύριος ιός που αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης σε πολλές εργασίες με προβιοτικά. Ο ιός προκαλεί γαστρεντερίτιδα η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη διάρροια και εμετό. Η γαστρεντερίτιδα αποτελεί την κύρια αιτία θανάτου σε βρεφικούς και παιδικούς πληθυσμούς σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν άφθονα δεδομένα που αποδεικνύουν ότι τα προβιοτικά μειώνουν την διάρκεια και την σοβαρότητα της διάρροιας που προκαλείται από τον Rotavirus. Η κατανάλωση *Lactobacillus* GG μείωσε την διάρροϊκή φάση κατά μέσο όρο από 3.5 έως 2.5 μέρες σε νοσηλευόμενα παιδιά (1–32) ή σε παιδιά που νοσηλεύτηκαν στο σπίτι (33). Τα επίπεδα στον ορό του αίματος των IgA αντισωμάτων αυξήθηκαν σημαντικά στα παιδιά της ομάδας μελέτης που τους χορηγήθηκε συμπλήρωμα προβιοτικών συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (28–30), κάτι το οποίο και να δείχνει την αιτία θεραπείας.

Η αρχική μελέτη των Isolauri και συνεργατών (26) επιβεβαιώθηκε από την μελέτη Guandalini (34) στην οποία σε παιδιά με γαστρεντερίτιδα σε όλη την Ευρώπη χορηγήθηκε συμπλήρωμα με *Lactobacillus* GG και placebo. Τα θετικά αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά στην ομάδα των παιδιών που τους χορηγήθηκε το συμπλήρωμα *Lactobacillus* GG.

Παραπέρα, οι Isolauri και συνεργάτες(35) έδειξαν ότι η ανοσολογική αντίδραση στον εμβολιασμό από το στόμα με ζωντανό στέλεχος rotavirus ήταν καλύτερη σε παιδιά που πήραν συμπλήρωμα *Lactobacillus* GG συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

Αν και οι θεραπευτικές ιδιότητες του *Lactobacillus* GG έχουν καλά θεμελιωθεί δεν έχει ακόμα αποδειχτεί ότι μπορεί να προφυλάξει τον οργανισμό από την μόλυνση από rotavirus. Αντίθετα η στοματική χορήγηση δύο άλλων προβιοτικών *B. bifidum* και *S. thermophilus*, σε μελέτη 55 νεογνών σε νοσοκομείο μείωσε την εμφάνιση της διάρροιας (36). Σε 10 περιστατικά διάρροιας τα 7 οφείλονταν σε rotavirus.

Μελέτη σε βρέφη που σιτίζονταν με μπουκάλι στο Περού έδειξε ότι παρόμοια θετική επίδραση μείωσης της μη ιογενούς διάρροιας έχει και *Lactobacillus* GG. (37)

Ο *L. acidophilus* έχει δοκιμαστεί για τις θεραπευτικές του ιδιότητες στην οξεία διάρροια σε 2 μελέτες (36, 37). Στην μελέτη του Bin (38), 50 παιδιά στην Κίνα με οξεία διάρροια πήραν είτε *L. acidophilus* ( $n = 30$ ) ή την συνηθισμένη θεραπεία ( $n = 20$ ). Η αποθεραπεία από την διάρροια ήταν παρόμοια και στις δύο ομάδες. Ο Rotavirus ήταν η κύρια αιτία που προκάλεσε διάρροια στην ομάδα μελέτης που πήρε *L. acidophilus* (25 από 30) αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου.(7 από 20). Σε μελέτη από τους Boullouche και συνεργάτες (39), 103 βρέφη και παιδιά με οξεία διάρροια τυχαία προγραμματίστηκαν να λάβουν *L. acidophilus*, loperamide, ή placebo. Οι χρόνοι ανάρρωσης δεν ήταν σημαντικά διαφορετικοί ανάμεσα στις υπό μελέτη ομάδες. Σε 71 παιδιά που πήραν από το στόμα νερό για να αναπληρώσουν τα υγρά του σώματος, ο *L. acidophilus* μείωσε την διάρροϊκή περίοδο κατά  $\approx 20$  ώρες. Επειδή όμως χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά στελέχη του *L. acidophilus* δεν μπορούσαν να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα.

Ένα άλλο στέλεχος το οποίο εξετάστηκε για τις θεραπευτικές του ιδιότητες για την οξεία διάρροια ήταν και ο *Enterococcus* SF68, ή *Enterococcus faecium* SF68 ή *Streptococcus faecium* SF68. Σε μία μελέτη (40), ασθενείς με οξεία διάρροια πήραν με τυχαία σειρά *Enterococcus* SF68/d ( $n = 40$ ) ή placebo ( $n = 38$ ). Μετά από 1 μέρα, 5 ασθενείς στην πειραματική ομάδα θεραπεύτηκαν έναντι κανενός στην ομάδα αναφοράς. Η ανάλυση έδειξε ότι οι νεαρότεροι ασθενείς στην πειραματική ομάδα θεραπεύτηκαν πιο γρήγορα από τους ασθενείς στην ομάδα αναφοράς. Παρόμοια μελέτη στο Μπαγκλαντές απέτυχε να αποδείξει την θεραπευτική ικανότητα του στελέχους σε άτομα με διάρροια λόγω χολέρας ή *Escherichia coli* , ή άλλες άγνωστες αιτίες(41).

Σε άλλη μελέτη 211 ενήλικων με οξεία διάρροια η πρόσληψη *E. faecium* SF68/d μείωσε την διάρροϊκή φάση από 2.8 μέρες έως 1.7 d μέρες (42).

### Διάρροια από την χρήση αντιβιοτικών

Η διάρροια που προκαλείται από την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών είναι η πιο κοινή παρενέργεια της χρήσης των αντιβιοτικών. Τα προβιοτικά μπορεί να σταματούν την ανάπτυξη αυτών των παθογόνων μικροοργανισμών απελευθερώνοντας ανασταλτικά συστατικά όπως έχει αποδειχτεί για κάποια στελέχη. (43–47). Μέχρι σήμερα μία μόνο μελέτη έχει αποδείξει ότι ο *Lactobacillus* GG μπορεί να προφυλάξει από την διάρροια που προκαλείται από την χρήση αντιβιοτικών(48). Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε 16 υγιείς ενήλικες ηλικίας 18-24 που τους χορηγήθηκε ερυθρομυκίνη για 7 μέρες. Οι 8 από αυτούς κατανάλωναν 125 mL γιαούρτη εμπλουτισμένη με *Lactobacillus* GG, ενώ οι υπόλοιποι απλή γιαούρτη. Ο συνολικός αριθμός ημερών με διάρροια ήταν 2 μέρες για την ομάδα που πήρε προβιοτικά και 8 μέρες για την ομάδα αναφοράς.

Δύο μελέτες πραγματοποιήθηκαν για να διαπιστωθεί η θεραπευτική δράση του *Lactobacillus* GG σε άτομα που είχαν προσβληθεί περιοδικά με *Clostridium difficile* (51, 52). Το αποτέλεσμα της μόλυνσης είναι σοβαρή διάρροια και κολίτιδα. Το συμπέρασμα και των δύο μελετών ήταν ότι ο *Lactobacillus* GG θεράπευσε τα άτομα από την μόλυνση.

Αρκετά στελέχη του *L. acidophilus* δοκιμάστηκαν σαν προφυλακτικό μέσο έναντι της διάρροιας που προκαλείται από τα αντιβιοτικά σε 2 μελέτες σε ασθενείς (51, 52) και 1 μελέτη σε υγιείς εθελοντές(53). Καμία από τις μελέτες δεν κατέληξε σε κάποιο θετικό αποτέλεσμα.

Η πρόσληψη *Enterococcus* SF68 για 7 μέρες μείωσε την συχνότητα εμφάνισης διάρροιας από αντιβιοτικά (40): 2 από τους 23 ασθενείς που πήραν *Enterococcus* SF68 υπέφεραν από διάρροια έναντι 6 από τους 22 ασθενείς της ομάδας αναφοράς.

Τα συμπεράσματα από όλες τις μελέτες δείχνουν μία θετική δράση των προβιοτικών αλλά απαιτούνται παραπέρα μελέτες με μεγαλύτερα δείγματα πληθυσμού.

### **Διάρροια των ταξιδιωτών**

Εμφανίζεται σε κατοίκους βιομηχανοποιημένων χωρών που ταξιδεύουν σε αναπτυσσόμενες ή τροπικές χώρες. Διαρκεί 24-48 ώρες και επηρεάζει το 20-50% των ταξιδιωτών. (53) Η προφύλαξη με την χρήση προβιοτικών αποτελεί μία ασφαλή εναλλακτική λύση στα αντιβακτηριδιακά φάρμακα.

Δύο μελέτες που πραγματοποιήθηκαν ερεύνησαν το κατά πόσο ο *Lactobacillus* GG μπορεί να αποτρέψει την διάρροια των ταξιδιωτών. Σε ομάδα 820 ταξιδιωτών στην Τουρκία σε 2 ξεχωριστά παραθεριστικά κέντρα εμφανίστηκε διάρροια στο 43% του δείγματος αναφοράς και στο 38% της ομάδας που τους χορηγήθηκε συμπλήρωμα προβιοτικών. Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα εντυπωσιακά στο ένα από τα δύο κέντρα με ποσοστά εμφάνισης διάρροιας 40% στο δείγμα αναφοράς και 24% στο πειραματικό (54).

Αντίθετα δεν μπόρεσαν να καταγραφούν σαφείς θετικές επιδράσεις των *L. acidophilus* και *Lactobacillus fermentum* σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 282 στρατιώτες που υπηρέτησαν στο εξωτερικό.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι απαιτούνται περισσότερες μελέτες που θα λαμβάνουν υπόψη τους την υποδομή του τόπου προορισμού αλλά και την προγενέστερη κατάσταση υγείας των εθελοντών.

## Προβιοτικά και μείωση της χοληστερίνης

Εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει ότι τα προβιοτικά βακτήρια μειώνουν το ποσοστό της χοληστερόλης μέσα στο μέσο το οποίο καλλιεργούνται. (55-57) . Τα αποτελέσματα των μελετών είναι αντιφατικά.

Η κατανάλωση γάλακτος εμπλουτισμένο με προβιοτική καλλιέργεια δεν μείωσε την συγκέντρωση χοληστερίνης στο αίμα σε μελέτη που έγινε σε ασθενείς. (58).

Κύρια έχει μελετηθεί ο *L. acidophilus*. Οι Lin και συνεργάτες (59) πραγματοποίησαν μία πιλοτική μελέτη σε 23 άτομα που πήραν προβιοτικό συμπλήρωμα και με 15 άτομα που δεν πήραν προβιοτικό συμπλήρωμα σαν ομάδα αναφοράς. Σε 7 εβδομάδες η συγκέντρωση της χοληστερίνης είχε μειωθεί στην πειραματική ομάδα από 5,5 σε 5,3 mmol/L 2 ενώ στη ομάδα αναφοράς είχε παραμείνει σταθερή στα 4.9 mmol/L. Σε 16 εβδομάδες η συγκέντρωση της χοληστερίνης ήταν 5.4 mmol/L (60).

Σε μελέτη στην Ινδία σε ομάδα ατόμων που κατανάλωσε βουβαλίσιο γάλα με προβιοτική καλλιέργεια *L. acidophilus* καταγράφηκε μείωση των επιπέδων της χοληστερίνης κατά 12-20%, μετά από 1 μήνα (61).

Δύο μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για να μελετηθεί η επίδραση του *E. Faecium* στα επίπεδα χοληστερίνης στο αίμα. Στην πρώτη μελέτη σε 29 άντρες δόθηκε γάλα με προβιοτική καλλιέργεια *E. faecium* (108–1011 CFU/L) και με δύο στελέχη *S. thermophilus* και σε 28 άτομα δόθηκε τεχνητά ξιτισμένο γάλα. (66). Η κατανάλωση γάλακτος με προβιοτική καλλιέργεια προκάλεσε μεταβολή των επιπέδων της χοληστερίνης στο αίμα κατά  $0.37 \pm 0.41$  mmol/L στο τέλος της 6<sup>ης</sup> εβδομάδας, ενώ στην ομάδα αναφοράς δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή. (62)

Η μελέτη επαναλήφθηκε σε 67 άτομα και η μείωση της LDL που παρατηρήθηκε στο αίμα ήταν ιδιαίτερα μεγάλη την 4<sup>η</sup> και την 12<sup>η</sup> εβδομάδα.

## **Προβιοτικά και αντικαρκινική δράση**

Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα για τον ρόλο των προβιοτικών στην πρόληψη και την αντιμετώπιση του καρκίνου.

Ο ρόλος της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου στην διαδικασία της καρκινογένεσης στο πεπτικό είναι αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών. Η βασική ιδέα συνοψίζεται στο ότι οι μικροοργανισμοί του εντέρου μεταβολίζουν μία μεγάλη γκάμα θρεπτικών συστατικών. Αποτέλεσμα του μεταβολισμού είναι η παραγωγή πολλών συστατικών που πιθανά να υπερβούν κάποιες κρίσιμες συγκεντρώσεις και να προκαλέσουν καρκινογένεση. Είναι πολύ πιθανό η σύσταση της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου να παίζει κάποιο ρόλο στον ρυθμό παραγωγής αυτών των συστατικών. Η μεταβολή της σύστασης του εντέρου μπορεί να δρα αποτρεπτικά στην διαδικασία καρκινογένεσης.

Τα προβιοτικά μπορεί να αναστέλλουν την ανάπτυξη βακτηριδίων που μετατρέπουν προκαρκινογόνα συστατικά σε καρκινογόνες ουσίες. Το αποτέλεσμα της δράσης είναι η μείωση της συγκέντρωσης καρκινογόνων συστατικών στο έντερο.

Σε μελέτη με 48 ασθενείς με καρκίνο στην ουροδόχο κύστη τους χορηγήθηκε συμπλήρωμα *L. casei*. Μετά από 1 χρόνο χορήγησης συμπληρώματος οι όγκοι είχαν επανεμφανιστεί στην ομάδα ελέγχου σε ποσοστό 83% (19 από τους 23) ενώ στην ομάδα που πήρε το συμπλήρωμα το ποσοστό ήταν 57% (12 από τους 21) (63). Παρόμοια μελέτη πραγματοποιήθηκε σε 125 ασθενείς. Αυτοί ταξινομήθηκαν ανάλογα με τον αριθμό των επαναεμφανιζόμενων όγκων. Έτσι καταγράφηκαν 37 με ένα όγκο, 47 με ένα όγκο σε άλλη τοποθεσία και 47 με παραπάνω από δύο όγκους. Τα άτομα που εμφάνισαν ένα μόνο όγκο τελικά και έπαιρναν συμπλήρωμα προβιοτικών εμφάνισε τον όγκο σε πιο μεγάλο χρονικό διάστημα συγκριτικά με την ομάδα αναφοράς.(64) Τα αποτελέσματα των δυο μελετών δείχνουν κάποια ευεργετική επίδραση αλλά απαιτούν παραπέρα επιβεβαίωση.

Μελέτες που έγιναν σε ποντικούς έδειξε ότι στην ομάδα των δειγμάτων που τους χορηγήθηκε στην διατροφή τους συμπλήρωμα προβιοτικής καλλιέργειας *Lactobacillus GG* τα ποσοστά εμφάνισης καρκίνου του εντέρου ήταν σημαντικά χαμηλά. Goldin και συνεργάτες (65).

Παρόμοια μελέτη έδειξε ότι ένα ευρύ φάσμα προβιοτικών καλλιεργειών παρουσίασε μία σημαντική προστατευτική δράση πάνω στο DNA των κυττάρων των ποντικών που εκτέθηκαν σε καρκινογόνα σκευάσματα. Pool-Zobel και συνεργάτες (66). Ιδιαίτερα έχει εκτιμηθεί και η προστατευτική δράση των προβιοτικών στο DNA των κυττάρων του εντέρου των ποντικών. Μπορεί να ήταν διαφορετικά για κάθε μία καλλιέργεια αλλά η συνολική εικόνα ήταν θετική. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την άποψη της προσθήκης προβιοτικών σε τροφές σαν μέσο πρόληψης της εμφάνισης καρκίνου και αναστολής της δράσης διάφορων καρκινογόνων ουσιών. (67)

Αρκετά είδη γαλακτοβάκιλων εμποδίζουν την λειτουργία καρκινογόνων συστατικών είτε στα πρώτα τους στάδια διέγερσης της παραγωγής όγκων ή στην φάση αναστολής δράσης γονιδίων που καταστέλλουν την παραγωγή όγκων(68). Αρκετά είδη γαλακτοβάκιλων εμφανίζουν μία προστατευτική δράση όταν χορηγούνται από το στόμα σε ποντικούς. Η θερμική επεξεργασία όμως μειώνει την προστατευτική τους δράση σημαντικά και αυτό τονίζει την σημασία της προσθήκης στα τρόφιμα ζωντανών καλλιεργειών. Η αντιγονοτοξική δράση των κλασμάτων πεπτιδογλυκάνης αλλά και των συμπληρωμάτων προβιοτικών κυττάρων που προκύπτουν με ψυχρή ξήρανση δείχνουν ότι ακόμα και σε μη «ζωντανή» μορφή τα προβιοτικά όταν χορηγούνται σε ικανοποιητικές ποσότητες μπορεί να έχουν κάποιες θετικές επιδράσεις. (68)

Μία υπόθεση σχετικά με τον μηχανισμό πρόληψης ή καθυστέρησης της ανάπτυξης του όγκου από τους γαλακτοβάκιλους είναι και αυτός της πιθανής δέσμευσης μεταλλαξιόγόνων συστατικών στο έντερο (69), προκαλώντας με αυτό τον τρόπο την μειωμένη τους απορρόφηση από τον οργανισμό. Αν κάτι τέτοιο συμβαίνει τότε θα υπάρχει

και μειωμένη απέκκριση τους από το έντερο. Αν δεν μεταβολίζονται από τους γαλακτοβάκιλους τότε η απέκκριση τους από τον οργανισμό θα ήταν αυξημένη. Πράγματι η απέκκριση μεταλλαξιόνων συστατικών στα ούρα μετά από ένα γεύμα με χάμπουργκερ ήταν κατά ≈50% μικρότερη όταν το γεύμα συνοδεύονταν από γάλα με που ήταν εμπλουτισμένο με στέλεχος του *L. Acidophilus* (70). Η απέκκριση στα κόπρανα δεν ήταν σημαντικά μειωμένη.

Σε παρόμοιο πείραμα σε 30 εθελοντές με χορήγηση όμως γάλακτος με στέλεχος *L. rhamnosus* GG, δεν υπήρχε σημαντική αύξηση της απέκκρισης μεταλλαξιόνων συστατικών(71). Ατυχώς, δεν υπήρχαν πληροφορίες για την απέκκριση μεταλλαξιόνων συστατικών στα ούρα.

Η πρόσληψη *L. casei* από 6 εθελοντές για 3 εβδομάδες μείωσε κατά 50% την απέκκριση στα ούρα των μεταλλαξιόνων συστατικών μετά από ένα δοκιμαστικό γεύμα συγκρινόμενη με την απέκκρισή τους πριν από την έναρξη της δοκιμής. (72)

Συμπερασματικά βραχύχρονες μελέτες δείχνουν ότι η πρόσληψη γαλακτοβάκιλων μπορεί να μειώσουν την απορρόφηση μεταλλαξιόνων συστατικών από την πεπτική οδό. Αν αυτό βοηθά στην αποφυγή ή την μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου είναι κάτι που απαιτεί παραπέρα διερεύνηση.

Η δραστηριότητα των ενζύμων που μετέχουν στην διαδικασία μετατροπής των προκαρκινικών ενώσεων σε καρκινικές χρησιμοποιείται συχνά σαν δείκτης της επίδρασης των προβιοτικών στην εντερική χλωρίδα. Αρκετές μελέτες έχουν παρουσιάσει στα αποτελέσματά τους ότι η κατανάλωση προβιοτικών προκαλεί μία μεταβολή στη δραστηριότητα αυτών των ενζύμων που μετρώνται στα κόπρανα. (8, 19, 73, 74, , 75, 76).

## **Προβιοτικά και φλεγμονές**

Τα προβιοτικά μπορεί ακόμα να είναι χρήσιμα στη θεραπεία και την πρόληψη πολλών φλεγμονωδών παθήσεων της γαστρεντερικής οδού. Στελέχη του *Lactobacillus reuteri* και *Lactobacillus plantarum* χρησιμοποιήθηκαν για να προφυλάξουν φλεγμονώδεις αλλαγές σχετιζόμενες με εντεροκολίτιδα σε ποντικούς (77). Η χορήγηση γαλακτοβάκιλων προκάλεσε μείωση της συγκέντρωσης στο έντερο μυελοπεροξυδάσης, η οποία σχετίζεται με φλεγμονές. Παράλληλα δε μείωσε την τοποθέτηση εντερικών μικροοργανισμών σε εκτός εντέρου τοποθεσίες.

Είναι επίσης γνωστό ότι τα προβιοτικά είναι χρήσιμα στην θεραπεία φλεγμονών που σχετίζονται με αυξημένη ανάπτυξη των βακτηριδίων που βρίσκονται στο έντερο. Ο Vanderhoof και οι συνεργάτες του (78) με μελέτες τους έδειξαν την δραστηριότητα *L. plantarum* 299v και *Lactobacillus* GG σε παιδιά με υπερανάπτυξη των βακτηριδίων που βρίσκονται στο μικρό έντερο. Πολυάριθμες μελέτες βρίσκονται αυτή την στιγμή σε εξέλιξη σχετικά με την δράση των προβιοτικών στην πρόληψη και την θεραπεία της φλεγμονώδους πάθησης του εντέρου.

## **Προβιοτικά και παθήσεις του αναπνευστικού**

Πρώιμα δεδομένα αρχίζουν σιγά σιγά να φανερώνουν ένα νέο πεδίο δράσης των προβιοτικών. Ο Guarino (79) περιέγραψε σε μελέτη του μια σημαντική μείωση της σοβαρότητας της πνευμονίας σε παιδιά με κυστική ίνωση στα οποία είχε χορηγηθεί συμπλήρωμα *Lactobacillus* GG συγκρινόμενα με ομάδα ελέγχου.

Οι Ribeiro και Vanderhoof (80) also έδειξαν ότι η χρησιμοποίηση προβιοτικών από παιδιά σε παιδικό σταθμό μείωσε την συχνότητα εμφάνισης αναπνευστικών παθήσεων. Οι πιθανοί μηχανισμοί δράσης πρόσφατα έχουν αρχίσει να εμφανίζονται.

Ο Mack και οι συνεργάτες του (81) ανέδειξαν ένα μηχανισμό διέγερσης της αντίδρασης των αντισωμάτων σε άτομα που είχαν προσβληθεί από τον ιό της γρίπης ή είχαν εμβολιαστεί με εμβόλιο για την γρίπη. Ο μηχανισμός αυτός ταυτοποιήθηκε μόνο για τις καλλιέργειες προβιοτικών με στελέχη *L. Plantarum* και *Lactobacillus* GG.

Τέλος ο Jung και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι ο *Lactobacillus* GG προκαλούσε σε ενήλικες μία καλύτερη αντίδραση παραγωγής αντισωμάτων σε εμβόλιο για τύφο συγκριτικά με ομάδα αναφοράς (82).

## **Προβιοτικά και διατροφή**

Ο ρόλος της διατροφής σήμερα είναι διαφορετικός απ' ότι ήταν στο παρελθόν. Ξεκίνησε από την προσπάθεια κάλυψης των καθημερινών ενεργειακών απαιτήσεων και την ικανοποίηση των καθημερινών απαιτήσεων σε θρεπτικά συστατικά. Στρέφει αργά και σταθερά το κέντρο βάρους της σε θέματα βελτίωσης της ποιότητας της διατροφής και επίτευξης καλύτερου επιπέδου υγείας μέσα από την διατροφή.

Η επιστήμη των λειτουργικών τροφίμων υπολογίζει την δυνατότητα ενίσχυσης των τροφών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έτσι ώστε να βελτιωθεί η υγεία του ανθρώπου και να μειωθεί ο κίνδυνος εμφάνισης διάφορων παθήσεων. Ένα τρόφιμο χαρακτηρίζεται σαν λειτουργικό όταν παρουσιάζει ωφέλιμη δράση και έχει θετικές επιπτώσεις σε συγκεκριμένες λειτουργίες του οργανισμού εκτός από διατροφικής πλευράς.

Ένα από τα πρώτα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν είναι ποιος είναι ο καταλληλότερος τρόπος χορήγησης. Η συνήθης μορφή είναι αυτή της κάψουλας ή της προσθήκης στα τρόφιμα. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει ικανοποιητική χορήγηση προβιοτικών με την προσθήκη στην τροφή (83),(84). Απαιτούνται όμως παραπέρα μελέτες που να δείχνουν την ποσότητα ή την σωστή αναλογία προσθήκης προβιοτικών στα τρόφιμα για να επιτευχθεί ο στόχος τους δηλαδή η προφυλακτική ή θεραπευτική τους δράση.

Ένα ακόμα σημαντικό ερώτημα αφορά το πότε ή σε ποια ηλικία θα πρέπει να χορηγηθούν τα προβιοτικά. Τα υπάρχοντα δεδομένα δείχνουν ότι οι θετικές επιδράσεις των προβιοτικών είναι πιο σημαντικές στα βρέφη απ' ότι στα μεγαλύτερα παιδιά ή στους εφήβους.

Τα μωρά που έχουν θηλάσει έχουν μια πολύ διαφορετική βακτηριδιακή χλωρίδα στο κόλον από εκείνα τα οποία έχουν σιτιστεί με σκόνη γάλα. Τα μωρά που έχουν θηλάσει έχουν περισσότερα bifidobacteria και Lactobacilli από τα μωρά που σιτίστηκαν με σκόνη γάλα τα οποία έχουν περισσότερα είδη bacteroid και enterobacteriaceae. Αυτός πιστεύεται ότι είναι ο παράγοντας για τον αυξημένο κίνδυνο για γαστρεντερικές λοιμώξεις που παρατηρούνται στα μωρά τα οποία έχουν σιτιστεί με συνθετική διατροφή.

Πρόσφατα ο Vanderhoof και οι συνεργάτες του (85) πέτυχαν την μόνιμη εγκατάσταση προβιοτικών αποικιών στην γαστρεντερική οδό βρεφών χορηγώντας προβιοτικά συμπληρώματα σε εγκύους γυναίκες στο τελευταίο τρίμηνο της κύησης έως και την ημέρα της γέννας. Πιθανότατα και αυτό το σχήμα της χορήγησης να είναι και το προτιμότερο. Ίσως η χορήγηση των προβιοτικών θα έπρεπε να είναι πιο συστηματική κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης. Όλα τα παραπάνω απαιτούν όμως μία παραπέρα μελέτη και σχεδιασμό.

Η δυτικού τύπου διατροφή περιλαμβάνει πολύ λίγα φρέσκα ή νωπά τρόφιμα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της διατροφής αυτής είναι και η μεγάλη συμμετοχή τυποποιημένων τροφών με μεγάλη περίοδο κατανάλωσης. Κάτι τέτοιο όμως σημαίνει ότι τα τρόφιμα αυτά έχουν θερμικά επεξεργαστεί και αποστειρωθεί. Επιπλέον περιέχουν τεχνητές γλυκαντικές ύλες, συντηρητικά και σε μερικές περιπτώσεις και αντιβιοτικά. Ένα τέτοιο μοντέλο διατροφής μπορεί να μειώσει τα επίπεδα υγείας ενός ατόμου σημαντικά.

Σαν κύριο μέσο πρόσληψης των προβιοτικών χρησιμοποιούνται τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Νέα προϊόντα με τους ειδικούς αυτούς μικροοργανισμούς εμφανίζονται στην αγορά. Σε αρκετές επίσης περιπτώσεις χρησιμοποιούνται παραδοσιακές ονομασίες

προϊόντων, παρόλο που έχουν προστεθεί και επιπλέον μικροοργανισμοί ή διαφορετικοί σε αντικατάσταση των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών για την παρασκευή των προϊόντων αυτών. Με τις εξελίξεις αυτές, αλλαγές έχουν επέλθει τα τελευταία χρόνια στο νομοθετικό πλαίσιο για τα ζυμούμενα γάλατα σε αρκετές χώρες. Παράλληλα, η IDF (International Dairy Federation) και ο FAO (Food and Agriculture Organization) έχουν δρομολογήσει μεταβολές σε διεθνές επίπεδο στη νομοθεσία και ορολογία των προϊόντων αυτών. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην παρουσία ζωντανών μικροοργανισμών κατά την κατανάλωση των προϊόντων με προβιοτικούς μικροοργανισμούς.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να εκπληρώνουν οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες από τις βιομηχανίες γάλακτος στην παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων, είναι ότι οι ίδιοι πρέπει να είναι ασφαλείς, να μην παράγουν τοξικές ουσίες και να προσδίδουν στα προϊόντα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Στα ανωτέρω πρέπει να συμπεριληφθεί και ο σημαντικός ρόλος που παίζουν στην ασφάλεια των προϊόντων, παρεμποδίζοντας κατά τη διάρκεια της συντήρησης την ανάπτυξη επικίνδυνων παθογόνων μικροοργανισμών, συνδυάζοντας την αυξημένη οξύτητα με το σχηματισμό αντιμικροβιακών ουσιών.

Με τη συσσώρευση επιστημονικών δεδομένων για το ρόλο ορισμένων μικροοργανισμών στην υγεία, μία άλλη προϋπόθεση που τίθεται σήμερα είναι οι μικροοργανισμοί αυτοί να είναι ζωντανοί και άφθονοι στα προϊόντα κατά τη στιγμή της κατανάλωσης.

Στους προβιοτικούς μικροοργανισμούς έχουν περιληφθεί μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται εύκολα στο γάλα, όπως οι παραδοσιακοί μικροοργανισμοί του γιαουρτιού (*Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) και άλλοι που αναπτύσσονται λιγότερο εύκολα (*L. acidophilus*) ή περισσότερο δύσκολα (*Bifidobacteria*). Επίσης μερικοί από τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς δεν αποτελούν μέρος της φυσιολογικής εντερικής χλωρίδας του ανθρώπου, ενώ άλλοι όπως ο *L. acidophilus* και τα *Bifidobacteria* αποτελούν μέρος αυτής. Τα τελευταία χρόνια έχουν απομονωθεί και επιλεγεί στελέχη από προβιοτικούς μικροοργανισμούς, σε συνδυασμό και με τη βελτίωση των συνθηκών προετοιμασίας των καλλιεργειών που αναπτύσσονται ευκολότερα στο γάλα. Εκτός από τους ανωτέρω αναφερθέντες μικροοργανισμούς, υπάρχει σήμερα ένας μεγαλύτερος κατάλογος μικροοργανισμών με προβιοτικές ιδιότητες.

Οι μικροοργανισμοί με ευεργετικές προβιοτικές και διαιτητικές ιδιότητες στα ζυμούμενα γάλατα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 1.**)

**Πίνακας 1. Μικροοργανισμοί με ευεργετικές προβιοτικές και διαιτητικές ιδιότητες στα ζυμούμενα γάλατα (Fonden et al, 2000)**

<i>Bifidobacterium bifidum</i>
<i>Bifidobacterium infantis</i>
<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>Bifidobacterium animalis</i> ( <i>Bifidobacterium lactis</i> )
<i>Enterococcus faecium</i> (πρώην <i>Streptococcus faecium</i> )
<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
<i>Lactobacillus casei</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
<i>Pediococcus adicilactice</i>
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>

Στον Πίνακα 2 δίδονται οι αποδεδειγμένες και υποθετικές επιδράσεις στην υγεία από τα ζυμούμενα γάλατα.

**Πίνακας 2. Αποδεδειγμένες και υποθετικές επιδράσεις από τα ζυμούμενα γάλατα (Fonden et al, 2000)**

**Αποδεδειγμένες επιδράσεις**

- Ανακούφιση δυσανεξίας στη λακτόζη
- Ανακούφιση δυσκοιλιότητας
- Ενίσχυση της φυσικής ανοσίας
- Μείωση μετάλλαξης των εντερικών βακτηρίων
- Μείωση της ενζυμικής δραστηριότητας των εντερικών βακτηρίων
- Εξισορρόπηση της εντερικής μικροχλωρίδας
- Θεραπευτική αγωγή της οξείας παιδικής διάρροιας και της διάρροιας ιώσεων
- Πρόληψη επανεμφάνισης ψευδοκαρκίνου της ουροδόχου κύστης

**Υποθετικές επιδράσεις**

- Βελτίωση γενικής χώνευσης των θρεπτικών ουσιών
- Βραδύτερος ρυθμός εκκένωσης της εντέρου
- Πρόληψη και ανακούφιση δυσκοιλιότητας
- Βελτιωμένη βιοδιαθεσιμότητα των ανόργανων στοιχείων
- Αυξημένη σύνθεση φολικού οξέος και βιταμινών Β
- Βελτιωμένη χώνευση λακτόζης
- Βελτιωμένη άμυνα ανοσοποιητικού συστήματος
- Αναχαίτιση αθηροσκλήρωσης
- Αντικαρκινικές ιδιότητες
- Πρόληψη διάρροιας παιδικής και ενηλίκων
- Διατήρηση ισορροπίας της εντερικής μικροχλωρίδας
- Αποκατάσταση της εντερικής μικροχλωρίδας

**Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη νομοθεσία**

Με τα νέα δεδομένα για τη θρεπτική αξία και τις ευνοϊκές επιδράσεις στην υγεία των καταναλωτών (IDF, 1991, Fonden et al, 2000) από τη χρησιμοποίηση προβιοτικών μικροοργανισμών στην παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων, σημαντικές αλλαγές έχουν σημειωθεί στον τομέα αυτό τα τελευταία χρόνια. Νέα προϊόντα με τους ειδικούς αυτούς μικροοργανισμούς εμφανίζονται στην αγορά. Στον Πίνακα 3 φαίνεται η συμμετοχή των γιαουρτιών με προβιοτικούς μικροοργανισμούς στη συνολική αγορά παραδοσιακών γιαουρτιών σε διάφορες χώρες.

**Πίνακας 3. Συμμετοχή των γιαουρτιών με προβιοτικούς μικροοργανισμούς στη συνολική αγορά παραδοσιακών γιαουρτιών κατά το 1997 (Fonden et al, 2000)**

Χώρα	(%) κατ' όγκον
Δανία	20
Γερμανία	13
Ην. Βασίλειο	13
Γαλλία	11

Ισπανία	10
Βέλγιο	6
Ολλανδία	6
Φινλανδία	5
Σουηδία	5

Στις συσκευασίες των προϊόντων αυτών αναγράφονται δηλώσεις και διαφημίσεις όπως:

- Βελτίωση αφομοίωσης θρεπτικών συστατικών
- Βελτίωση βιοδιαθεσιμότητας ανόργανων στοιχείων
- Βελτίωση αφομοίωσης λακτόζης
- Βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος
- Παρεμπόδιση και άμβλυνση δυσκοιλιότητας
- Παρεμπόδιση διάρροιας
- Παρεμπόδιση αθηροσκλήρωσης
- Αντικαρκινικές ιδιότητες
- Διατήρηση ισορροπίας εντερικής μικροχλωρίδας
- Αυξημένη περιεκτικότητα σε φολικό οξύ και βιταμίνη Β

Τα δεδομένα για τις ευνοϊκές επιδράσεις στην υγεία και για τις συνθήκες ανάπτυξης των προβιοτικών μικροοργανισμών, όπως αυτών που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στην παρασκευή του γιαουρτιού, έδωσαν σημαντικά πλεονεκτήματα στις βιομηχανίες γάλακτος. Παράλληλα, η ανακάλυψη νέων μικροοργανισμών με προβιοτικές ιδιότητες και ιδιαίτερα εκείνων που αποτελούν μέρος της φυσικής εντερικής χλωρίδας του ανθρώπου, οδήγησε τις βιομηχανίες γάλακτος να αρχίσουν την προσθήκη προβιοτικών μικροοργανισμών ή να αντικαθιστούν τους χαρακτηριστικούς μικροοργανισμούς σε γνωστά παραδοσιακά ζυμούμενα προϊόντα. Στις περιπτώσεις αυτές γίνονται διαφημίσεις και δηλώσεις στις συσκευασίες, όπως αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Κατά την παρασκευή γιαουρτιού σε μερικές χώρες (Αγγλία, Γερμανία) ο *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* αντικαθίσταται με *L. acidophilus* για να παραχθεί ένα προϊόν με μικρότερη οξύτητα και λιγότερο έντονη γεύση, χωρίς καμία αλλαγή στην ονομασία του προϊόντος. Σ' άλλες χώρες (Ιταλία, Γαλλία) η αντικατάσταση αυτή δεν είναι αποδεκτή, γιατί επιθυμούν να διατηρήσουν τα παραδοσιακά προϊόντα τα χαρακτηριστικά τους από πλευράς γεύσης και ιδιοτήτων.

Η γνώση του καταναλωτικού κοινού για τη σημασία των προβιοτικών μικροοργανισμών είναι μικρή, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση μ' όλες αυτές τις πληροφορίες στη συσκευασία. Σε αρκετές επίσης περιπτώσεις οι δηλώσεις που αναφέρονται στη συσκευασία έχουν γενικό χαρακτήρα και δεν συνδέονται με τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μικροοργανισμού. Είναι αυτονόητο ότι η οποιαδήποτε αναφορά για ευνοϊκή επίδραση στην υγεία θα πρέπει να συνδέεται με το συγκεκριμένο είδος μικροοργανισμού που χρησιμοποιείται, ο αριθμός δε των ζωντανών κυττάρων κατά τη στιγμή της κατανάλωσης θα πρέπει να είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Σε μερικές χώρες γίνεται θερμική επεξεργασία σε ζυμούμενα γάλατα μετά τη ζύμωση, με σκοπό την αύξηση διάρκειας της ζωής των προϊόντων και παρόλα αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τον ίδιο όρο παρά την καταστροφή που υπέστησαν οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί. Σε άλλες χώρες, όταν γίνει θερμική επεξεργασία δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί το όνομα του ζυμούμενου γάλακτος.

Υπό το φως όλων αυτών των εξελίξεων οι περισσότερες χώρες έχουν κάνει σημαντικές αλλαγές στη νομοθεσία τους. Πρόσφατα επίσης, μετά από αντιπαραθέσεις πολλών ετών, μετά από εισήγηση της IDF έγινε προσέγγιση διαφορετικών απόψεων και ετοιμάζεται διεθνές standard από τον FAO/WHO (2002). Τα κυριότερα σημεία που περιλαμβάνονται στο προτεινόμενο standard είναι:

- Ο συνολικός αριθμός των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών της γιαούρτης πρέπει να είναι κατά την ημερομηνία της ελάχιστης διατηρησιμότητας τουλάχιστον  $10^7$  cfu/g

- Δίδεται δυνατότητα στην περίπτωση του γιαουρτιού να αντικατασταθεί ο *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* με άλλον μικροοργανισμό του γένους *Lactobacillus*, αλλά στην περίπτωση αυτή ο όρος γιαούρτι θα συνοδεύεται από άλλη λέξη που θα διευκρινίζει την τροποποίηση αυτή
- Είναι δυνατή η προσθήκη και άλλων ωφέλιμων μικροοργανισμών (π.χ. *Bifidobacteria*) μαζί με τους χαρακτηριστικούς μικροοργανισμούς για την παρασκευή του γιαουρτιού. Για να γίνει όμως δήλωση και διαφήμιση στη συσκευασία θα πρέπει ο προστιθέμενος μικροοργανισμός να έχει πληθυσμό τουλάχιστον  $10^6$  cfu/g
- Σε περίπτωση που γίνει θερμική επεξεργασία μετά τη ζύμωση σε κάποιο ζυμούμενο γάλα (π.χ. γιαούρτι) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ειδική ονομασία του προϊόντος, αφού έχουν μεταβληθεί οι χαρακτηριστικές ιδιότητες και η ζωτικότητα των μικροοργανισμών. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο γενικός όρος ζυμούμενο γάλα σε συνδυασμό με δήλωση ότι το προϊόν έχει υποστεί θερμική επεξεργασία μετά τη ζύμωση.

Στη χώρα μας η κατανάλωση γιαουρτιού είναι αρκετά αυξημένη και υπάρχει παράδοση στον τρόπο παρασκευής με τις κλασικές καλλιέργειες (χρησιμοποιούνται ο *S. thermophilus* και ο *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). Η ποιότητα των διαφόρων ειδών γιαουρτιού είναι σε γενικές γραμμές ικανοποιητική και από πλευράς παρουσίας χαρακτηριστικών μικροοργανισμών. Εντούτοις, η νομοθεσία στη χώρα μας δεν έχει προσαρμοσθεί εδώ και πολλά χρόνια και δεν ανταποκρίνεται ούτε στοιχειωδώς στις νέες εξελίξεις:

- Δεν έχει υιοθετηθεί ο όρος ζυμούμενα γάλατα παρόλο που κυκλοφορούν και άλλα προϊόντα εκτός από το γιαούρτι (πχ βουτυρόγαλα) καθώς και προϊόντα με προβιοτικούς μικροοργανισμούς
- Προδιαγραφές υπάρχουν μόνο για το γιαούρτι και τα διάφορα άλλα προϊόντα στην κατηγορία αυτή κυκλοφορούν με ειδικές εγκρίσεις ως σκευάσματα
- Στον ορισμό του γιαουρτιού δεν αναφέρονται τα είδη των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται και δεν καλύπτονται θέματα όπως ο πληθυσμός κατά την πώληση, καθώς και η ονοματολογία σε περίπτωση αντικατάστασης ή προσθήκης άλλου μικροοργανισμού
- Πέρα από τις ανωτέρω αδυναμίες, κενά υπάρχουν επίσης ως προς τη σύνθεση και την περιγραφή του προϊόντος

### **Χρησιμοποίηση προβιοτικών μικροοργανισμών κατά την παρασκευή των παγωτών**

Με τη βελτίωση του επιπέδου ζωής στις διάφορες χώρες αυξήθηκε και η κατανάλωση παγωτών. Λόγω της ευχάριστης γεύσης και της μεγάλης ποικιλίας, τα παιδιά είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές. Κατά την αποθήκευση του παγωτού στην κατάψυξη οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν σ' αυτό δεν πολλαπλασιάζονται, παραμένουν ζωντανοί με εξαίρεση ορισμένους ευαίσθητους μικροοργανισμούς που τραυματίζονται ή θανατώνονται. Τα παγωτά επομένως θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα μέσον για την ενσωμάτωση προβιοτικών μικροοργανισμών στον ανθρώπινο οργανισμό. Αρκετοί όμως προβιοτικοί μικροοργανισμοί είναι ευαίσθητοι και δεν έχουν γίνει σημαντικές μελέτες για τη βιωσιμότητά τους κατά την παρασκευή και συντήρηση των παγωτών.

Ο Laroia και ο Martin (1991) μελέτησαν τη ζωτικότητα του *Bifidobacterium bifidum* και του *Lactobacillus acidophilus* κατά την αποθήκευση παγωτού. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι και οι δύο μικροοργανισμοί επιβίωσαν κατά την αποθήκευση υπό κατάψυξη στην περίπτωση που το pH του παγωτού ήταν 5,6 έως 5,8. Όταν το pH του παγωτού κυμάνθηκε από 3,9 έως 4,6 το *B. bifidum* δεν επιβίωσε ικανοποιητικά.

Ο Kebarly (1996) μελέτησε τη συμπεριφορά του *B. bifidum* κατά τη συντήρηση υπό κατάψυξη και διαπίστωσε ότι, παρόλο που παρατηρήθηκε ελάττωση του πληθυσμού σε διάστημα 5 εβδομάδων, ο πληθυσμός διατηρήθηκε σε επίπεδο που θεωρείται ικανοποιητικός για την εκδήλωση ευνοϊκών επιδράσεων στην υγεία.

Σε περιορισμένη ήδη κλίμακα ορισμένα είδη παγωτών παρασκευάζονται και στη χώρα μας χρησιμοποιώντας γιαούρτι. Στην ανάπτυξη αυτών των προϊόντων έμφαση δίδεται

κυρίως στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και λιγότερο στην παρουσία των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών του γιαουρτιού κατά την κατανάλωση. Από τα περιορισμένα στοιχεία που υπάρχουν στη βιβλιογραφία φαίνεται ότι οι δύο χαρακτηριστικοί μικροοργανισμοί του γιαουρτιού επηρεάζονται περισσότερο κατά την κατάψυξη του μίγματος και παραμένουν σχετικά σταθεροί κατά τη συντήρηση υπό κατάψυξη . (86-93)

Ζώντας σε μια περίοδο αφθονίας με άπειρες εναλλακτικές λύσεις και πολλαπλές επιλογές τροφών, ο σύγχρονος δυτικός άνθρωπος είναι εγκλωβισμένος μέσα στην αντίφαση των διατροφικών του επιλογών. Έχει λύσει πια το πρόβλημα εξεύρεσης τροφής και δεν κινδυνεύει η ζωή του από την πείνα. Κινδυνεύει από το ίδιο του φαγητό. Η ιλαροτραγωδία της καθημερινής διατροφής μοιάζει να τιμωρεί τον άνθρωπο για την τεχνολογική του πρόοδο και την βελτίωση του βιοτικού του επιπέδου.

Τα προβιοτικά μας θυμίζουν ότι αυτό που οι πρόγονοί μας είχαν σαν απλό και καθημερινό αλλά και συνάμα τόσο υγιεινό είναι πια απόμακρο και δυσεύρετο για μας. Τα τρόφιμα με προβιοτικά είναι μία συνταγή από το μακρινό παρελθόν που αποτελεί την λύση πολλών προβλημάτων του παρόντος και του μέλλοντός μας.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Fuller R. Probiotic foods. Current use and future developments. *Int Food Inged* 1993;3:23–6.
2. Fuller R. Probiotics in man and animals. A review. *J Appl Bacteriol* 1989;66:365–78.
3. Lee Y-K, Salminen S. The coming of age of probiotics. *Trends Food Sci Technol* 1995;6:241–5.
4. Sanders ME. Summary of conclusions from a consensus panel of experts on health attributes of lactic cultures: significance to fluid milk products containing cultures. *J Dairy Sci* 1993;76:1819–28.
5. Salminen S, Isolauri E, Salminen E. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: successful strains and future challenges. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1996;70:347–58.
6. De Simone C, Rosati E, Moretti S, Salvadori B, Vesely R, Jirillo E. Probiotics and stimulation of the immune response. *Eur J Clin Nutr* 1991;45:32–4.
7. Elmer GW, Surawicz CM, McFarland LV. Biotherapeutic agents. A neglected modality for the treatment and prevention of selected intestinal and vaginal infections. *JAMA* 1996;275:870–6.
8. Goldin BR, Gorbach SL, Saxelin M, Barakat S, Gualtiere L, Salminen S. Survival of *Lactobacillus* species (strain GG) in human gastrointestinal tract. *Dig Dis Sci* 1992;37:121–8.
9. Hitchins AD, McDonough FEM. Prophylactic and therapeutic aspects of fermented milk. *Am J Clin Nutr* 1989;49:675–84.
10. Huis in't Veld JHJ, Havenaar R, Marteau P. Establishing a scientific basis for probiotic R&D. *Trends Biotechnol* 1994;12:6–8.
11. O'Sullivan MG, Thornton G, O'Sullivan GC, Collins JK. Probiotic bacteria: myth or reality? *Trends Food Sci Technol* 1992;3:309–14.
12. Perdigon G, Alvarez S, Rachid M, Agüero G, Gobbato N. Immune stimulation by probiotics. *J Dairy Sci* 1995;78:1597–606.
13. McFarland LV, Elmer GW. Pharmaceutical probiotics for the treatment of anaerobic and other infections. *Anaerobe* 1997;3:73–8.
14. Salminen S, Laine M, von Wright A, Vuopio-Varkila J, Korhonen T, Mattila-Sandholm T. Development of selection criteria for probiotic strains to assess their potential in functional foods: a Nordic and European approach. *Biosci Microflora* 1996;15:61–7.
15. Tamime AY, Marshall VM, Robinson RK. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *J Dairy Res* 1995;62:151–87.
16. Duffy LC, Zielezny MA, Riepenhoff-Talty M, et al. Reduction of virus shedding by *B. bifidum* in experimentally induced MRV infection. *Dig Dis Sci* 1994;39:2334–40.
17. Duffy LC, Zielezny MA, Riepenhoff-Talty M, et al. Effectiveness of *Bifidobacterium bifidum* in mediating the clinical course of murine rotavirus diarrhea. *Pediatr Res* 1994;35:690–5.
18. Jack RW, Tagg JR, Ray B. Bacteriocins of gram-positive bacteria. *Microbiol Rev* 1995;59:171–200.
19. Spanhaak S, Havenaar R, Schaafsma G. The effect of consumption of milk fermented by *Lactobacillus casei* strain Shirota on the intestinal microflora and immune parameters in humans. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:1–9.

20. Malin M, Suomalainen H, Saxelin M, Isolauri E. Promotion of IgA immune response in patients with Crohn's disease by oral bacteriotherapy with *Lactobacillus GG*. *Ann Nutr Metab* 1996;40:137–45.
21. Majamaa M, Isolauri E. Probiotics: a novel approach in the management of food allergy. *J Allergy Clin Immunol* 1997;99:179–85.
22. Link-Amster H, Rochat F, Saudan KY, Mignot O, Aeschlimann JM. Modulation of a specific humoral immune response and changes in intestinal flora mediated through fermented milk intake. *FEMS Immunol Med Microbiol* 1994;10:55–64.
23. Schiffrin EJ, Rochat F, Link-Amster H, Aeschlimann JM, Donnet-Hughes A. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria. *J Dairy Sci* 1995;78:491–7.
24. Schiffrin EJ, Brassart D, Servin AL, Rochat F, Donnet-Hughes A. Immune modulation of blood leukocytes in humans by lactic acid bacteria: criteria for strain selection. *Am J Clin Nutr* 1997; 66(suppl):515S–20S.
25. De Simone C, Ciardi A, Grassi A, et al. Effect of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* on gut mucosa and peripheral blood B lymphocytes. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 1992; 14:331–40.
26. Isolauri E, Juntunen M, Rautanen T, Sillanaukee P, Koivula T. A human *Lactobacillus* strain (*Lactobacillus Casei* sp strain GG) promotes recovery from acute diarrhea in children. *Pediatrics* 1991;88:90–7.
27. Isolauri E, Kaila M, Mykkänen H, Ling WH, Salminen S. Oral bacteriotherapy for viral gastroenteritis. *Dig Dis Sci* 1994;39:2595–600.
28. Kaila M, Isolauri E, Saxelin M, Arvilommi H, Vesikari T. Viable versus inactivated *Lactobacillus* strain GG in acute rotavirus diarrhoea. *Arch Dis Child* 1995;72:51–3.
29. Kaila M, Isolauri E, Virtanen E, Laine S, Arvilommi H. Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *Pediatr Res* 1992;32:141–4.
30. Majamaa M, Isolauri E, Saxelin M, Vesikari T. Lactic acid bacteria in the treatment of acute rotavirus gastroenteritis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1995;20:333–8.
31. Shornikova A-V, Isolauri E, Burnakova L, Lukovnikova S, Vesikari T. A trial in the Karelian Republic of oral rehydration and *Lactobacillus GG* for treatment of acute diarrhoea. *Acta Paediatr* 1997;86:460–5.
32. Pant AR, Graham SM, Allen SJ, et al. *Lactobacillus GG* and acute diarrhoea in young children in the tropics. *J Trop Pediatr* 1996;42:162–5.
33. Guarino A, Canani RB, Spagnuolo MI, Albano F, Di Benedetto L. Oral bacterial therapy reduces the duration of symptoms and of viral excretion in children with mild diarrhea. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997;25:516–9.
34. Guandalini S. Probiotics in the treatment of diarrhoeal disease in children. *Gastroenterol Intest* 1998;11(suppl):87–90.
35. Isolauri E, Joensuu J, Suomalainen H, Luomala M, Vesikari T. Improved immunogenicity of oral D x RRV reassortant rotavirus vaccine by *Lactobacillus casei GG*. *Vaccine* 1995;13:310–2.
36. Saavedra JM, Bauman NA, Oung I, Perman JA, Yolken RH. Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *Lancet* 1994;344:1046–9.
37. Oberhelman RA, Gilman RH, Sheen P, et al. A placebo-controlled trial of *Lactobacillus GG* to prevent diarrhea in undernourished Peruvian children. *J Pediatr* 1999;134:15–20

38. Bin LX. Étude contrôlée du Lactéol Fort sachets versus furazolidone ou berbérine dans le traitement des diarrhées aiguës de l'enfant. (Controlled clinical trial in infants and children comparing Lacteol Fort sachets with two antidiarrheal reference drugs.) *Ann Pediatr (Paris)* 1995;42:396–401 (in French).
39. Bouulloche J, Mouterde O, Mallet E. Traitement des diarrhées aiguës chez le nourrisson et le jeune enfant. (Management of acute diarrhea in infants and toddlers.) *Ann Pediatr (Paris)* 1994;41:457–63 (in French).
40. Wunderlich PF, Braun L, Fumagalli I, et al. Double-blind report on the efficacy of lactic acid-producing *Enterococcus* SF68 in the prevention of antibiotic-associated diarrhoea and in the treatment of acute diarrhoea. *J Int Med Res* 1989;17:333–8.
41. Mitra AK, Rabbani GH. A double-blind, controlled trial of Bioflorin (*Streptococcus faecium* SF68) in adults with acute diarrhea due to *Vibrio cholerae* and enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Gastroenterology* 1990;99:1149–52.
42. Buydens P, Debeuckelaere S. Efficacy of SF68 in the treatment of acute diarrhea. A placebo-controlled trial. *Scand J Gastroenterol* 1996;31:887–91.
43. Drago L, Gismondo MR, Lombardi A, de Haen C, Gozzini L. Inhibition of in vitro growth of enteropathogens by new *Lactobacillus* isolates of human intestinal origin. *FEMS Microbiol Lett* 1997; 153:455–63.
44. Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalaludin S. Antagonistic effects of intestinal *Lactobacillus* isolates on pathogens of chicken. *Lett Appl Microbiol* 1996;23:67–71.
45. Midolo PD, Lambert JR, Hull R, Luo F, Grayson ML. In vitro inhibition of *Helicobacter pylori* NCTC 11637 by organic acids and lactic acid bacteria. *J Appl Bacteriol* 1995;79:475–9.
46. Bhatia SJ, Kochar N, Abraham P, Nair NG, Mehta AP. *Lactobacillus acidophilus* inhibits growth of *Campylobacter pylori* in vitro. *J Clin Microbiol* 1989;27:2328–30.
47. Ishihara K, Miyakawa H, Hasegawa A, Takazoe I, Kawai Y. Growth inhibition of *Streptococcus mutans* by cellular extracts of human intestinal lactic acid bacteria. *Infect Immun* 1985;49:692–4.
48. Siitonen S, Vapaatalo H, Salminen S, et al. Effect of *Lactobacillus* GG yoghurt in prevention of antibiotic associated diarrhoea. *Ann Med* 1990;22:57–9.
49. Biller JA, Katz AJ, Flores AF, Buie TM, Gorbach SL. Treatment of recurrent *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus* GG. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1995;21:224–6.
50. Gorbach SL, Chang TW, Goldin B. Successful treatment of relapsing *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus* GG. *Lancet* 1987;2:1519 (letter).
51. Tankanow RM, Ross MB, Ertel IJ, Dickinson DG, McCormick LS, Garfinkel JF. A double-blind, placebo-controlled study of the efficacy of Lactinex in the prophylaxis of amoxicillin-induced diarrhea. *Ann Pharmacol* 1990;24:382–4.
52. Witsell DL, Garrett CG, Yarbrough WG, Dorrestein SP, Drake AF, Weissler MC. Effect of *Lactobacillus acidophilus* on antibiotic-associated gastrointestinal morbidity: a prospective randomized trial. *J Otolaryngol* 1995;24:230–3.
53. DuPont HL, Ericsson CD. Prevention and treatment of traveler's diarrhea. *N Engl J Med* 1993;328:1821–7.
54. Oksanen PJ, Salminen S, Saxelin M, et al. Prevention of travellers' diarrhoea by *Lactobacillus* GG. *Ann Med* 1990;22:53–6.
55. Gilliland SE, Nelson CR, Maxwell C. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl Environ Microbiol* 1985;49:377–81

56. Gilliland SE, Noh DO. Influence of bile salts on  $\beta$ -galactosidase activity and cellular integrity of *Lactobacillus acidophilus*. *Animal Sci Res Rep* 1989;257
57. Gilliland SE, Walker DK. Cholesterol uptake by culture of *Lactobacillus acidophilus* used for nonfermented acidophilus milk. *Anim Sci Res Rep* 1989;258–62.
58. Marteau P, Gerhardt MF, Myara A, Bouvier E, Trivin F, Rambaud J-C. Metabolism of bile salts by alimentary bacteria during transit in the human small intestine. *Microbiol Ecol Health Dis* 1995;8:151–7.
59. Lin SY, Ayres JW, Winkler W, Sandine WE. *Lactobacillus* effects on cholesterol: in vitro and in vivo results. *J Dairy Res* 1989;72:2885–99.
60. Tahri K, Ballongue J, Schneider F. Effects of three strains of bifidobacteria on cholesterol. *Lett Appl Microbiol* 1995;21:149–51.
61. Khedkar CD, Garge RD, Mantri JM, Kulkarni SA, Khedkar GD. Effect of feeding acidophilus milk on serum cholesterol in human volunteers. *J Dairy Foods Home Sci* 1993;12:33–8.
62. Richelsen B, Kristensen K, Pedersen SB. Long-term (6 months) effect of a new fermented milk product on the level of plasma lipoproteins—a placebo-controlled and double blind study. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:811–5.
63. Aso Y, Akazan H, BLP Study Group. Prophylactic effect of a *Lactobacillus casei* preparation on the recurrence of superficial bladder cancer. *Urol Int* 1992;49:125–9.
64. Aso Y, Akazan H, Kotake T, Tsukamoto T, Imai K, BLP Study Group. Preventive effect of a *Lactobacillus casei* preparation on the recurrence of superficial bladder cancer in a double-blind trial. *Eur Urol* 1995;27:104–9.
65. Goldin BR, Gualtieri LJ, Moore RP. The effect of *Lactobacillus GG* on the initiation and promotion of DMH-induced intestinal tumors in the rat. *Nutr Cancer* 1996;25:197–204.
66. Pool-Zobel BL, Neudecker C, Domizlaff I, et al. *Lactobacillus*- and *Bifidobacterium*-mediated antigenotoxicity in the colon of rats. *Nutr Cancer* 1996;26:365–80.
67. Rafter JJ. The role of lactic acid bacteria in colon cancer prevention. *Scand J Gastroenterol* 1995;30:497–502.
68. Fearon ER, Vogelstein B. A genetic model for colorectal tumorigenesis. *Cell* 1990;61:759–67
69. Orrhage K, Sillerstrom E, Gustafsson JA, Nord CE, Rafter J. Binding of mutagenic heterocyclic amines by intestinal and lactic acid bacteria. *Mutat Res* 1994;311:239–48.
70. Lidbeck A, Nord CE, Rafter J, Nord C, Gustaffson J-Å. Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplements on mutagen excretion in faeces and urine in humans. *Microbiol Ecol Health Dis* 1992;5:59–67.
71. Korpela R. Role of rye fibre and *Lactobacillus GG* in colonic metabolism. PhD thesis. Kuopio University, Finland, 1995.
72. Hayatsu H, Hayatsu T. Suppressing effect of *Lactobacillus casei* administration on the urinary mutagenicity arising from ingestion of fried ground beef in the human. *Cancer Lett* 1993;73:173–9.
73. Ling WH, Korpela R, Mykkanen H, Salminen S, Hanninen O. *Lactobacillus* strain GG supplementation decreases colonic hydrolytic and reductive enzyme activities in healthy female adults. *J Nutr* 1994;124:18–23.

74. Ling WH, Hänninen O, Mykkänen H, Heikura M, Salminen S, von Wright A. Colonization and fecal enzyme activities after oral *Lactobacillus GG* administration in elderly nursing home residents. *Ann Nutr Met* 1992;36:162–6.
75. Bouhnik Y, Flourié B, Andrieux C, Bisetti N, Briet F, Rambaud J-C. Effects of *Bifidobacterium sp* fermented milk ingested with or without inulin on colonic bifidobacteria and enzymatic activities in healthy humans. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:269–73.
76. Marteau P, Pochart P, Flourié B, et al. Effect of chronic ingestion of a fermented dairy product containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* on metabolic activities of the colonic microflora. *Am J Clin Nutr* 1990;52:685–8.
77. Mao Y, Nobaek S, Kasravi B, et al. The effects of *Lactobacillus* strains and oat fiber on methotrexate-induced enterocolitis in rats. *Gastroenterology* 1996;111:334–44.
78. Vanderhoof JA, Young RJ, Murray N, Kaufman SS. Treatment strategies for small bowel bacterial overgrowth in short bowel syndrome. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1998;27:155–60.
79. Guarino A. Effects of probiotics in children with cystic fibrosis. *Gastroenterol Int* 1998;11(suppl):91.
80. Ribeiro H, Vanderhoof JA. Reduction of diarrheal illness following administration of *Lactobacillus plantarum* 299v in a daycare facility. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1998;26:561
81. Mack DR, Michail S, Wei S, McDougall L, Hollingsworth MA. Probiotics inhibit enteropathogenic *E. coli* adherence in vitro by inducing intestinal mucin gene expression. *Am J Physiol* 1999;276:G941–50.
82. Jung LK. *Lactobacillus GG* augments the immune response to typhoid vaccination: a double-blinded, placebo-controlled study. *FASEB J* 1999;13:A872 (abstr).
83. Alander M, Satokari R, Korpela R, et al. Persistence of colonization of human colonic mucosa by a probiotic strain, *Lactobacillus rhamnosus GG*, after oral consumption. *Appl Environ Microbiol* 1999; 65:351–4.
84. Alander M, Korpela R, Saxelin M, et al. Recovery of *Lactobacillus rhamnosus GG* from human colonic biopsies. *Lett Appl Microbiol* 1997;24:361–4
85. Vanderhoof JA, Iwen P, Hinrichs SH, Bilyeu DV, Young RJ. Colonization of an infant with the probiotic *Lactobacillus GG* by maternal transmission. *Pediatr Res* 1999;45:118A (abstr).
86. Εργαστήριο Τεχνολογίας Γάλακτος (2000). Ζωτικότητα προβιοτικών μικροοργανισμών κατά την παρασκευή παγωτών. Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων ΤΕΙ Αθήνας.
87. FAO/WHO (2002). Proposed draft revised standard for fermented milk products. CCMMP, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
88. Fonden, R., Mogensen, G., Tanaka, R., and Salminen, S. (2000). Effect of culture-containing dairy products on intestinal microflora. *Human Nutrition and Health. Bulletin 352*. International Dairy Federation. Brussels.
89. IDF (1991). Culture dairy products in human nutrition. Bulletin 255. International Dairy Federation. Brussels.
90. Kebary, K.M.K. (1996). Viability of *Bifidobacterium bifidum* and its effect on quality of frozen Zabady. *Food Research International*, 29 (5), 431-437.
91. Laroia, S., and Martin, J.H. (1991). Effect of pH on survival of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in frozen fermented dairy desserts. *Culture Dairy Products Journal*. 26 (4), 13-21.

92. Thomson, L.D., and Mistry, A.N. (1991). Compositional changes in frozen yoghurt during fermentation, frozen storage and soft serve freezing. *Culture Dairy Products Journal*, 29 (3), 12-17.
93. Εξελίξεις με τη Χρησιμοποίηση των Προβιοτικών Μικροοργανισμών στα Γαλακτοκομικά Προϊόντα και Δυνατότητες Εφαρμογής τους στα Παγωτά Χρ. Κεχαγιάς, Κ. Λαμπροπούλου\*, Β. Παντζίρη και Στ. Κωνσταντουράκη Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, ΤΕΙ-Αθήνας