

Ο ρόλος των ευβιοτικών (probiotics) και προβιοτικών θρεπτικών ουσιών (prebiotics) στη λειτουργία του πεπτικού συστήματος

Γεώργιος Καλαντζόπουλος

Η ιστορία των προβιοτικών μικροοργανισμών ξεκινάει από τη αρχαιότητα, όταν άρχισε να παρασκευάζεται η γιαούρτη και εμπειρικά διαπιστώθηκαν ορισμένες ευνοϊκές για τον ανθρωπινό οργανισμό ιδιότητες. Χρονολογικά διακρίνουμε:

1. Από των αρχαιοτάτων χρόνων μέχρι το 1940, με την παραδοσιακή βιοτεχνολογία και τις μελέτες του Metchnikoff, γύρω από το 1908, είχαμε τα πρώτα επιστημονικά στοιχεία για τη βιολογική αξία της γιαούρτης.^{1,2}
2. Από το 1940 μέχρι το 1980, γενικεύθηκε η χρήση καθαρών καλλιιεργειών οξυγαλακτικών μικροοργανισμών, ενώ ταυτόχρονα άρχισαν να παρουσιάζονται αποτελέσματα, που δεν ήταν αποδεκτά από όλους, για τη βιολογική αξία της γιαούρτης, όπως:^{3,4}
 - **Βελτίωση της πεπτικότητας των πρωτεϊνών.** Το γιαούρτι είναι δύο φορές πιο εύπεπτο από το γάλα και περιέχει δύο φορές περισσότερα αμινοξέα.

Ομότιμος Καθηγητής του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

- **Βελτίωση της απορροφητικότητας της λακτόζης.** Η παρουσία των ζώντων οξυγαλακτικών κυττάρων στο γιαούρτι επιτρέπει την αφομοίωση της λακτόζης από άτομα που υποφέρουν από υπολακτασία.
- **Αντιμικροβιακή δράση.** Σε πολλές περιπτώσεις αποδείχθηκε η θεραπεία της παιδικής διάρροιας που έγινε με την κατανάλωση γιαουρτιού.
- **Ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος.** Το 1989 από πειράματα που έγιναν με παρατεταμένη χορήγηση γιαουρτιού διαπιστώθηκε αύξηση των ανοσογλοβουλινών Ig G, ενεργοποίηση των λεμφοκυττάρων B και αύξηση της ιντερφερόνης γ.
- **Αντιδιάρροϊκή δράση.** Παρά το γεγονός, ότι έχουμε αντιφατικά αποτελέσματα σε χώρες με προβλήματα επιδημιακών διαρροιών σε μικρά παιδιά, αναφέρονται θετικά αποτελέσματα, π.χ. στην Αργεντινή.
- **Αντικαρκινική επίδραση.** Από πειράματα αποδείχθηκε αναστολή μιας μορφής καρκίνου σε ποντίκια που δόθηκε γιαούρτι. Αυτό αποδίδεται σε πιθανή εμφάνιση βιοπεπτιδίων.
- **Βιοδιαθεσιμότητα των ανόργανων αλάτων.** Το γιαούρτι επιτρέπει την καλή αφομοίωση του ασβεστίου.

Θα θέλαμε να σημειώσουμε εδώ, ότι όλες αυτές οι ιδιότητες είναι δυναμικές και δεν αποδίδονται σε όλα τα γιαούρτια, αλλά ανάλογα με τα στελέχη των οξυγαλακτικών μικροοργανισμών, που χρησιμοποιούνται, εμφανίζονται μερικές από αυτές. Όμως αυτά τα πλεονεκτήματα γίνονται περισσότερο εμφανή όταν ο αριθμός των ζώντων μικροοργανισμών από τα γιαούρτια στο πεπτικό σύστημα είναι μεγάλος και στη βασική μικροχλωρίδα τους προστίθενται συμπληρωματικά και προβιοτικοί μικροοργανισμοί. Οι μελέτες σ' αυτό τον τομέα συνεχίζονται κυρίως με τη μελέτη του μικροοικοστήματος που δημιουργείται στο παχύ έντερο, μετά από την κατανάλωση αυτών των ειδών γιαούρτης και βέβαια από τη μικροβιακή σύνθεση που τελικά επικρατεί σ' αυτό.

3. Από τη δεκαετία του 1970 άρχισε η συστηματική μελέτη της **βιοποικιλότητας** των στελεχών οξυγαλακτικών μικροοργανισμών καθώς και η μελέτη όσων από αυτά μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως **Προβιοτικά** με τις σύγχρονες μοριακές μεθόδους ταυτοποιήσεως.

Θα δώσουμε ένα από τους πολλούς ορισμούς για τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς:⁵

«Επιλεγμένοι συνήθως οξυγαλακτικοί μικροοργανισμοί, που μετά την κατανάλωση, σε σημαντική συγκέντρωση, προκαλούν ευεργετικές για τον οργανισμό υγιεινές ή διατροφικές αντιδράσεις, πέραν των συνήθων διατροφικών τους ιδιοτήτων».

Ταυτόχρονα πολλαπλασιάστηκαν οι μελέτες του μικροοικουσστήματος του πεπτικού χώρου, το οποίο εν πολλοίς παραμένει ακόμα άγνωστο.⁸

Μικροοργανισμοί οξυγαλακτικοί γνωστοί, κυρίως οι Γαλακτοβάκιλλοι, άρχισαν να μελετώνται και να επισημαίνονται στελέχη με πολύ χαρακτηριστικές προβιοτικές ιδιότητες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σήμερα, είτε σε συνδυασμό με την κύρια μικροβιολογική μικροχλωρίδα της γιαούρτης είτε και αυτούσιοι.¹⁰

Κριτήρια επιλογής των οξυγαλακτικών στελεχών προκειμένου να επιλεγούν ως Προβιοτικοί:

- **Ασφάλεια ανοσοαντοχής.** Επειδή σε σπάνιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε κάποια παθογένεια ορισμένων στελεχών οξυγαλακτικών μικροοργανισμών, σε μερικά μάλιστα περιστασιακή, είμαστε υποχρεωμένοι να εξετάζουμε τα χρησιμοποιούμενα στελέχη κατά πόσο είναι ασφαλή για τον καταναλωτή.
- Ακόμα τα προβιοτικά στελέχη θα πρέπει να μην παρουσιάζουν **ενζυμική δράση με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του καταναλωτή**, όπως αποσύζευξη χολικών αλάτων και σχηματισμό δευτερογενών χολικών αλάτων, αναγωγή νιτρικών αλάτων σε νιτρώδη, έκκριση βλενάσης και άλλων πρωτεασών με αποτέλεσμα την αποικοδόμηση της βλεννίνης, σχηματισμός βιογενών αμινών και αιμοσυγκολλητική ικανότητα.
- **Επίσης τα στελέχη δεν θα πρέπει να αποτελούν φορείς μεταβιβάσιμων πλασμιδίων, υπεύθυνων για τη αντοχή στα αντιβιοτικά.**
- **Ικανότητα επιβίωσης στο γαστροεντερικό σύστημα.** Ιδιαίτερα εξετάζεται η ικανότητα επιβίωσης σε χαμηλό pH και η αντοχή στα χολικά άλατα, προκειμένου τα κύτταρα να φθάσουν ζωντανά στο τελευταίο μέρος του εντερικού συστήματος.
- **Υδρόλυση των χολικών αλάτων.** Η υδρόλυση των χολικών αλάτων που παράγουν οι μικροοργανισμοί έχει ως αποτέλεσμα την εύκολη αποβολή τους από το πεπτικό σύστημα. Αυτό οδηγεί στην αύξηση των απαιτήσεων σε χοληστερόλη για τη σύνθεση νέων χολικών αλάτων και άρα μειωμένα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα.
- **Αντιμικροβιακή δράση έναντι των παθογόνων του εντέρου.** Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως εναλλακτική μορφή κυρίως πρόληψης και θεραπείας λοιμώξεων από παθογόνα βακτήρια. Η δράση τους οφείλεται κυρίως στο παραγόμενο γαλακτικό οξύ και άλλα οργανικά οξέα με συνέπεια το χαμηλό pH, την παραγωγή βακτηριοσινών και την ανταγωνιστικότητα στην ανάπτυξη.
- **Προσκόλληση και αποικισμός στο εντερικό επιθήλιο.** Αποτελεί επιθυμητή ιδιότητα για την αύξηση του χρόνου δράσης των προβιοτικών, ενώ

διεγείρεται αποτελεσματικότερα το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου.

Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν έχουν κατοχυρωθεί νομοθετικά τα ανωτέρω κριτήρια.

Οι συνήθως μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενοι στη βιομηχανία **προβιοτικοί μικροοργανισμοί** απεικονίζονται στον Πίνακα 1. Οι μικροοργανισμοί αυτοί έχουν μελετηθεί και έχει διαπιστωθεί ότι είναι ασφαλείς για τον άνθρωπο, σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία και η συμβολή τους στη λειτουργία του εντερικού συστήματος απεικονίζεται στον Πίνακα 2.

Μερικά στελέχη αυτών των μικροοργανισμών επειδή μόνοι τους δεν δίνουν ευχάριστη γεύση γι' αυτό και συνδυάζονται με αυτούς της γιαούρτης και δίνουν εξαιρετικής βιολογικής σημασίας προϊόντα γι' αυτό και σήμερα τα στελέχη αυτά χαρακτηρίζονται για τα μεταβολικά τους προϊόντα ως: **HEALTHFUL BACTERIA** και τα προϊόντα ως **HEALTHFUL PRODUCTS** και βέβαια **λειτουργικά τρόφιμα** λόγω των συστατικών τους (Πίνακας 3).

Θα αναφέρουμε χαρακτηριστικά δύο **τύπων Healthful Bacteria**⁶ που είναι διεθνώς αποδεκτά:

Lactobacillus rhamnosus GG (LGG)⁹

- Αποτελεσματικότητα στη θεραπεία και πρόληψη της παιδικής διάρροιας και της γαστρεντερίτιδας.
- Μείωση κατά 50% της διάρροιας των ταξιδιωτών.
- Αποτελεσματικότητα στη θεραπεία του αλλεργικού άσθματος των μικρών παιδιών.
- Τον έχουν κάνει αποδεκτό 27 χώρες.

Πίνακας 1. Στελέχη προβιοτικών μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή προβιοτικών προϊόντων.

<i>Lactobacills acidophilus group</i>	<i>Lactobacillus reuteri</i>
• <i>L. acidophilus</i>	
• <i>L. amylovorus</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
• <i>L. cryspatus</i>	
• <i>L. gasseri</i>	<i>Bifidobacterium species</i>
• <i>L. johnsonni</i>	<i>lactis</i> <i>bifidum</i>
<i>Lactobacillus casei group</i>	<i>longum</i> <i>breve</i>
• <i>L. casei</i>	<i>adolescentis</i> <i>infantis</i>
• <i>L. paracasei</i>	<i>animalis</i>
• <i>L. rhamnosus</i>	

Πίνακας 2. Τα σημαντικότερα στελέχη προβιοτικών οξυγαλακτικών μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται σήμερα.⁵

Γένος	Είδος	Στέλεχος	Ευεργετικές ιδιότητες
<i>Lactobacillus</i>	<i>acidophilus</i>	<i>La5</i>	• Μείωση της διάρροιας που οφείλεται σε αντιβιοτικά
	<i>casei</i>	<i>Shirota</i>	• Μείωση της διάρκειας της διάρροιας από τον rotavirus • Μείωση της υποτροπής του καρκίνου της ουροδόχου κύστεως • Επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα
	<i>crispatus</i>		
	<i>fermentum</i>	KLD	• Συνδρομή στο στοματικό εμβολιασμό
	<i>johnsonii</i>	<i>La1</i>	• Μείωση του αποικισμού του <i>Helicobacter pylori</i>
	<i>paracasei</i>	<i>F19</i>	• Ανακούφιση των συμπτωμάτων του συνδρόμου του ευαίσθητου εντέρου
	<i>plantarum</i>	<i>299v</i>	• Μείωση της LDL χοληστερόλης
	<i>reuteri</i>	<i>SD2112</i>	• Μείωση της διάρκειας της διάρροιας από τον rotavirus
	<i>rhamnosus</i>	<i>GG</i>	• Μείωση της διάρκειας της διάρροιας από τον rotavirus • Ρύθμιση της ανοσίας • Ανακούφιση της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου • Θεραπεία και πρόληψη της αλλεργίας.
	<i>salivarius</i>	<i>UCC118</i>	• Ανακούφιση των συμπτωμάτων του συνδρόμου της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου
<i>Bifidobacterium</i>	<i>breve</i>		• Ανακούφιση των συμπτωμάτων του συνδρόμου της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου
	<i>longum</i>	<i>BB536</i>	• Θεραπεία της αλλεργίας
	<i>lactis</i>	<i>Bb12</i>	• Μείωση της rotavirus διάρροιας • Μείωση των περιστατικών της διάρροιας των ταξιδιωτών
<i>Propionibacterium</i> <i>Bacillus</i>	<i>freudenreichii</i>	<i>JS</i>	
	<i>subtilis</i>		
	<i>cereus</i>	toyoi	• Λιγότερες υποτροπές φλεγμονώδους νόσου του εντέρου
<i>Enterococcus</i>	<i>faecium</i>	<i>SF68</i>	
<i>Saccharomyces</i>	<i>cerevisiae</i>	<i>boulardii</i>	

Πίνακας 3. Λειτουργικά συστατικά των ζυμώσιμων γαλακτοκομικών προϊόντων.⁴

Βακτηριοσίνες	Γαλακτικό οξύ
Βιοδραστικά πεπτίδια	Λακτάση
Βιογενείς αμίνες	Εξωπολισαχαρίτες
Χολιστερινο-οξυδάση	Βιταμίνες
Λινολεικό οξύ	

Επίδραση του LC1, στο *H. pylori*

- Ο *Lactobacillus Johnson La1*, μειώνει την παρουσία του *H. pylori* στο στομάχι αλλά και τη γαστρίτιδα, με τη μείωση της δραστηριότητας της ουρεάσης του.

Προβιοτικά Προϊόντα

Προϊόντα με προβιοτικά που κυκλοφορούν στην αγορά είναι:

- Διάφοροι τύποι γιαούρτης όπως γιαούρτια με συμπληρωματική μικροχλωρίδα προβιοτικών.
- Τύποι οξυγαλάτων με μόνη μικροχλωρίδα τα προβιοτικά.
- Σε μορφή λυοφιλωμένης σκόνης και σε ταβλέτες, καθαρές καλλιέργειες προβιοτικών.

Τα χαρακτηριστικά αυτών των προϊόντων είναι:

- Μεγάλος αριθμός κυττάρων των προβιοτικών μικροοργανισμών, 10^9 /κ.ε. Επισημαίνουμε, ότι για να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα θα πρέπει να χορηγούνται σε σημαντικές ποσότητες.
- Γενετική σταθερότητα.
- Επιδίωση των προβιοτικών για μεγάλο χρονικό διάστημα στο προϊόν. Αποτελεί πρόβλημα για τα προϊόντα τύπου γιαούρτης, όπου το χαμηλό pH, αναστέλλει την ανάπτυξη τους.
- Η δράση των προβιοτικών ιδιαίτερα στο ανοσοποιητικό σύστημα γίνεται μόνο από ζωντανά κύτταρα.
- Παραγωγή L+ γαλακτικού οξέος.
- Καλές οργανοληπτικές και τεχνολογικές ιδιότητες.

Συμπεράσματα

Η παρουσία των προβιοτικών στην τεχνολογία, την πρόληψη και τη θεραπεία είναι σχετικά πρόσφατη γι' αυτό και πολλά ερωτήματα ακόμα ζητούν απάντηση. Τόσο στην Ε.Ε. όσο και σε άλλες προηγμένες χώρες π.χ. στην

Ιαπωνία, χρηματοδοτούνται ερευνητικά προγράμματα για να εμβαθύνουν στην ερμηνεία των μηχανισμών δράσης, ανταγωνιστικών ή συνεγατικών από την παρουσία των προβιοτικών στο πεπτικό σύστημα.

Για μερικά στελέχη χάρις στις εκτεταμένες έρευνες που έγιναν σε όλα τα επίπεδα *in vivo* και *in vitro* και σε κλινικές μελέτες, επιβεβαιώθηκαν τα θετικά αποτελέσματα για την υπολακτασία, τη μείωση του χρόνου της διάρροιας από το *rotovirus* και τη θεραπεία αλλεργιών.

Παρά ταύτα πολλά άλλα απομένουν ακόμα να διερευνηθούν κατά βάθος, όπως τα δυνητικά ευεργετήματα για την υγεία των καταναλωτών.

- Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν καλά ταυτοποιημένα στελέχη και καθένα να αξιολογηθεί και με βιοδείκτες για την αξιολόγηση των επιδράσεών του.
- Ακόμα πειράματα θα πρέπει να ενταθούν στον τομέα του συνδυασμού προ και πρεβιοτικών, που ονομάζονται **Συμβιοτικά**, ώστε να έχουν καλύτερη ανάπτυξη των πρώτων.¹¹

Τέλος αναφέρουμε χαρακτηριστικά τους τίτλους μερικών από τα ερευνητικά προγράμματα που σήμερα γίνονται στην Ευρώπη:

- Ανάπτυξη νέων μοριακών μεθόδων για την ταυτοποίηση της εντερικής χλωρίδας του ανθρώπου. Μέχρι σήμερα έχουν ταυτοποιηθεί 20 νέα είδη και 10 γένη.
- Προβιοτικά στελέχη δεύτερης γενεάς με σχεδιασμένες ιδιότητες για την υγεία. Η πρώτη γενεά ανασυνδυασμένων στελεχών παράγει ένα αντιγόνο για το *Helicobacter pylori*, το οποίο άρχισε να χρησιμοποιείται σε ανοσολογικά πειράματα σε ποντίκια.
- Δοκιμαστικές θεραπείες γαστροεντερικών ασθενειών σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες με προβιοτικά, για να δούμε τη συμπεριφορά των διαφόρων εντερικών οικοσυστημάτων.
- Λειτουργικά τρόφιμα για ηλικιωμένους, με βάση μελέτες για τη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εντέρου.
- Μοριακές αναλύσεις και μηχανιστικές ερμηνείες της λειτουργικότητας των προ και πρεβιοτικών για την ανάσχεση παθογόνων μικροοργανισμών.
- Μελέτη της επίδρασης των μη ζωντανών προβιοτικών στην υγεία του καταναλωτή, που φαίνεται ότι ευνοούν το ανοσοποιητικό σύστημα.

ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ

Παράλληλα άρχισε η μελέτη και χρήση των **Πρεβιοτικών** ουσιών που είναι:⁷

«Prebiotics» είναι συστατικά τροφίμων τα οποία αφενός δεν πέπτονται και αφετέρου επιδρούν ευεργετικά στην υγεία του καταναλωτή με την επι-

Λεκτική δραστηριοποίηση και ανάπτυξη ενός ή περιορισμένου αριθμού βακτηρίων στο παχύ έντερο».

Ανήκουν στην κλάση των άπεπτων υδατανθράκων και συνήθως είναι ολιγοσακχαρίτες και πολυσακχαρίτες και φαίνεται ότι ευνοούν την ανάπτυξη των βακτηρίων της ωφέλιμης μικροχλωρίδας, όπως είναι αυτά των γενών **Bifidobacterium** και **Lactobacillus** και ότι ζυμώνονται περισσότερο και καλύτερα από τα βακτήρια αυτά. Με τον τρόπο αυτό οι παραπάνω υδατάνθρακες λειτουργούν ως μέσο διαμόρφωσης του οικοσυστήματος με αποτέλεσμα τη βελτίωση της σύνθεσης της εντερικής μικροχλωρίδας.

Για να χαρακτηριστεί μια θρεπτική ουσία ως “Prebiotic” θα πρέπει:¹³

- Να μην υδρολύεται ή να απορροφάται στο στομάχι και το λεπτό έντερο,
- Να χρησιμοποιείται επιλεκτικά από ένα ή περιορισμένο αριθμό ειδών βακτηρίων που εποικούν το παχύ έντερο και θεωρούνται ως ωφέλιμα ευνοώντας την ανάπτυξη τους και τη μεταβολική τους δραστηριότητα,
- Να μπορεί να μεταβάλλει τη σύνθεση της μικροχλωρίδας ευνοώντας τον ωφέλιμο πληθυσμό της (π.χ. **Lactobacillus & Bifidobacterium**) και
- Να έχει τοπικά ή και συστηματικά αποτελέσματα που ωφελούν την υγεία του καταναλωτή.

Η προέλευση τους είναι από φυτικά προϊόντα όπως σκόρδα, κρεμμύδια, σπαράγγια, ραδίκια, αγκινάρες, μπανάνες, σιτάρι, πράσα και σόγια.

Σήμερα τρία μόνο είδη χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων. Από αυτά, τα δύο είναι **οι φρουκτάνες ινουλίνη** και **φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες** και το τρίτο είδος είναι οι **γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες** (Πίνακας 4).

Οι πρεβιοτικές τους ικανότητες επηρεάζονται από τους παράγοντες:

- **Σύνθεση μονοζαχαριτών.** Τα κυριότερα είναι γλυκόζη, γαλακτόζη, ξυλόζη και φρουκτόζη. Οι ολιγοζαχαρίτες αποτελούνται από αραβινόζη, ραμνόζη, γλυκοζαμίνη.
- **Γλυκοζίδια.** Η σύνδεση των μονοζαχαριτών είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που προσδιορίζει την επιλεκτικότητα της ζυμώσεως και την πεπτικότητα στο λεπτό έντερο.
- **Το μοριακό βάρος,** γενικά οι πολυζαχαρίτες δεν είναι πρεβιοτικά. Το μεγαλύτερο M.B. έχει η ινουλίνη.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν σε μορφή σκόνης και υγρή. Το μειονέκτημα τους είναι ότι έχουν υψηλή τιμή για τη χρησιμοποίησή τους από τη βιομηχανία τροφίμων.

Πρεβιοτικά δεύτερης γενεάς^{11,12}

Σήμερα εντατικοποιούνται οι έρευνες για την παραγωγή “Prebiotics” με όσο το δυνατό περισσότερες ιδιότητες που πιστεύεται ότι θα βοηθήσουν

Πίνακας 4. Χημικοί τύποι και προέλευση των κυριότερων ειδών υδατανθράκων που θεωρούνται ως “Prebiotics”.

Όνομασία	Χημικός τύπος	Προέλευση/παραγωγή
Γαλάκτο-ολιγοσακχαρίτες	$\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{4)[}\beta\text{-D-Gal-(1}\rightarrow\text{6 ή 1}\rightarrow\text{4)-}]_{n = 2-5}$	Ενζυμική σύνθεση από λακτόζη
Ινουλίνη	$\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-[}\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-}]_{n = 1-60}$ & $\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{2)-[}\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-}]_{n = 2-60}$	Με εκχύλιση από ραδίκι (ρίζες), κρεμμύδι και σκόρδο
Λακτουλόζη	$\beta\text{-D-Gal-(1}\rightarrow\text{4)-}\beta\text{-D-Fru}$	Χημική μετατροπή λακτόζης
Λάκτο-σουκρόζη	$\beta\text{-D-Gal-(1}\rightarrow\text{4)-}\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{2)-}\beta\text{-D-Fru}$	Ενζυμική σύνθεση από λακτόζη και σουκρόζη
Φρούκτο-ολιγοσακχαρίτες	$\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{2)-[}\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-}]_{n = 2-4}$ $\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{2)-[}\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-}]_{n = 2-9}$ & $\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-[}\beta\text{-D-Fru-(1}\rightarrow\text{2)-}]_{n = 1-9}$	Ενζυμική σύνθεση από σουκρόζη Ενζυμική υδρόλυση ινουλίνης
Ισομάλτο-ολιγοσακχαρίτες	$[\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{6)-}]_{n = 2-5}$	Ενζυμική υδρόλυση και τρανς – γλυκοσυλίωση αμύλου
Ξύλο-ολιγοσακχαρίτες	$[\beta\text{-D-Xyl-(1}\rightarrow\text{4)-}]_{n = 2-9}$	Ενζυμική υδρόλυση ξυλάνης
Ολιγοσακχαρίτες σόγιας	$[\alpha\text{-D-Gal-(1}\rightarrow\text{6)-}]_{n = 1-2}$ $\alpha\text{-D-Glu-(1}\rightarrow\text{2)-}$ $\beta\text{-D-Fru}$	Με εκχύλιση από τον καρπό σόγιας

Gal: Γαλακτόζη, Glu: Γλυκόζη, Fru: Φρουκτόζη, Xyl: Ξυλόζη

αποτελεσματικότερα στην ανάπτυξη των προβιοτικών μικροοργανισμών στο πεπτικό σύστημα, ενώ παράλληλα θα έχουν και επιθυμητά οργανοληπτικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά, για την ενσωμάτωσή τους σε διάφορες κατηγορίες τροφίμων, όπως τα λειτουργικά τρόφιμα (Functional foods) ή τα Novel foods. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται και βιοτεχνολογικές μέθοδοι παραγωγής τους.

Παραδείγματα επιθυμητών ιδιοτήτων που επιδιώκουμε να αποκτηθούν είναι:

- Επιλεκτική χρησιμοποίηση από περιορισμένο αριθμό εντερικών βακτηρίων και ιδιαίτερα των προβιοτικών,
- παράταση της παρουσίας και της λειτουργικότητας τους στο κατιόν κόλον,
- παρεμπόδιση της προσκολλησεως παθογόνων στο εντερικό επιθήλιο,
- αποτελεσματικότητα χορήγησης με χαμηλή δοσολογία,
- έλλειψη ανεπιθύμητων παρενεργειών (π.χ. παραγωγή αερίων),
- ευκολία συντήρησης,
- αντοχή στις τεχνολογικές επεξεργασίες των τροφίμων,
- ικανότητα να μεταβάλουν το ιξώδες του μέσου ενσωμάτωσής τους.

Τέτοιες πρεβιοτικές ουσίες αναμένεται να βρουν εφαρμογή και σε τρόφιμα που θα είναι ειδικά σχεδιασμένα για συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες του πληθυσμού, όπως τα βρέφη και τα άτομα της τρίτης ηλικίας.

Ειδικότερα η πρώτη ομάδα θα αποτελείται από:

- **Συμβιωτικές ουσίες** με καθορισμένη συμβολή στην υγεία, αλλά και με ιδιότητες που θα αυξάνουν την επιβίωση και την ικανότητα παραμονής των προβιοτικών στο έντερο.
- **Παιδικές τροφές** που θα ευνοούν κυρίως την καλύτερη ανάπτυξη των Bifidobacteria, που επικρατούν στο εντερικό σύστημα των υγιών παιδιών.
- **Λειτουργικά τρόφιμα για ηλικιωμένους**, με σκοπό να αυξήσουν τα Bifidobacteria και να μειώσουν τα Clostridia, στο πεπτικό τους σύστημα.

Ήλωστε σήμερα αρχίζουμε να μιλάμε για ένα νέο επιστημονικό κλάδο τη **«Γλυκοβιολογία»**.

Τέλος θα θέλαμε να σημειώσουμε, ότι τα προ και πρεβιοτικά έχουν μεγάλη εφαρμογή στα παραγωγικά ζώα στα οποία μεταξύ άλλων μπορούν να μειώσουν και τη θνησιμότητα τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Rasic J.Lj Rasic and Kurmann JA. Yogurt, scientific grounds, technology, manufacture and preparations. Book published by the authors 1978, p. 5-10.
2. Tamine AY and Robinson RK. Yogurt Science and Technology. Book. Pergamon Press, 1985. p. 15-20.
3. Ζερφειρίδης Γρ. (2001). Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος. Τόμος II Ζυμούμενα Προϊόντα 2001, σελ. 1-148. Εκδ. Γιαλούδης-Γιαπούλης. Θεσσαλονίκη.
4. Roissant de, H. Luquet FM. Bacteries Lactiques, 1994, p.135-52, 343-66. Vol. II, **Book** ed. Loric.
5. Ouwehand A, Salminen S, Isolauri E. Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek* 2002;82:279-89.
6. International Dairy Federation. Commission F. Group 20. Cultured and Culture-containing Dairy products in Health, 1999, p. 1-60. Publ. I.D.F.
7. Gibson, GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 1995;125:401-12.
8. Vaughan E, deVries M, Zootendal E, Ben-Amor K, Akkermans A, de Vos, W. *Antonie van Leeuwenhoek* 2002;82:341-52.
9. Tannock G. Proboitica and Prebiotics. Where are we going? Book, ed.G. Tannock, 2002, p.19-25.
10. Kalantzopoulos G. Fermented products with probiotic qualities. *Anaerobe* 1997;3:185-90.
11. Rastall RA, Maitin V. Prebiotics and synbiotics: towards the next generation. *Current Opinion in Biotechnology* 2002;13:490-6.
12. Rastall R, Gibson G. Prebiotic Oligosaccharides: Evaluation of Biological Activities and Potential Future Developments. Book, Propiotics and Prebiotics: Where are we Going? Ed, G.Tannock, 2002, p.109-207.
 - Μουντζούρης Κ, Καλαντζόπουλος Γ. Οι υδατάνθρακες ως εργαλεία διαχείρισης και βελτίωσης της εντερικής μικροχλωρίδας. Η σημασία των προβιοτικών θρεπτικών ουσιών Prebiotics. (Υπό εκτύπωση).