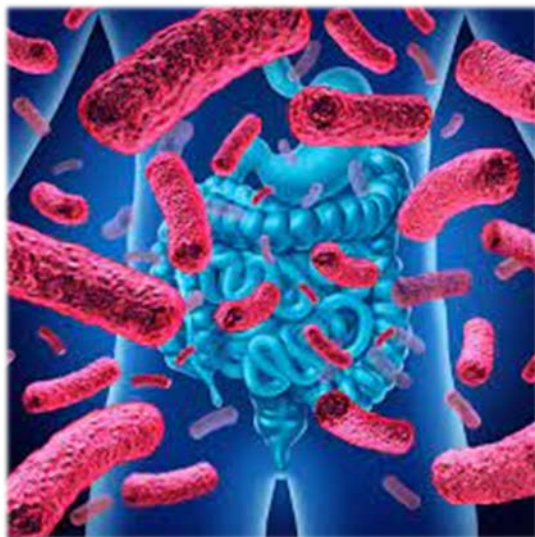


Εισαγωγή στον κόσμο των Λειτουργικών Τροφίμων



Ιωάννης Κουρκουτάς, PhD
Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας
& Βιοτεχνολογίας
Τμήμα Μοριακής Βιολογίας & Γενετικής
Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Μικροβιολογίας & Βιοτεχνολογίας

ikourkou@mbg.duth.gr
<https://lamb.mbg.duth.gr>

Λειτουργικά Τρόφιμα

- Τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν μια νέα κατηγορία καινοτόμων προϊόντων με μεγάλο ερευνητικό και τεχνολογικό ενδιαφέρον.
- Ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» αναφέρεται σε εδώδιμα προϊόντα με ευεργετικά οφέλη για την υγεία των καταναλωτών και σήμερα θεωρούνται πολύ σημαντικά ως συμπληρωματικές και εναλλακτικές μέθοδοι πρόληψης, αλλά και πιθανόν, θεραπείας.



Definition of Functional Food: *The Functional Food Center defines “functional foods” as “Natural or processed foods that contain biologically-active compounds; which, in defined, effective, non-toxic amounts, provide a clinically proven and documented health benefit utilizing specific biomarkers, to promote optimal health and reduce the risk of chronic/viral diseases and manage their symptoms.” (Functional Food Center, USA)*

probiotics

live microbes
that can provide health
benefits when taken in
sufficient amounts



prebiotics

food for the microbes
that provide
health benefits



Τι είναι τα προβιοτικά?



«Ζωντανοί μικροοργανισμοί, οι οποίοι κατά την κατανάλωσή τους σε επαρκείς πληθυσμούς, επιφέρουν ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ξενιστή»
(FAO/WHO, 2002)

Λίγη ιστορία...

- **1908.** Elie Metchnikof: υπέθεσε ότι η υγιής ζωή των αγροτών της Βουλγαρίας ήταν αποτέλεσμα της κατανάλωσης ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων.
- **1989.** Füller: όρισε τα προβιοτικά ως προϊόντα που περιέχουν ζωντανούς μικροοργανισμούς που επηρεάζουν ευεργετικά τον ξενιστή βελτιώνοντας τη μικροβιακή εντερική χλωρίδα.
- **1989.** Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα ευεργετικά οφέλη δύναται να οφείλονται ακόμα και σε συστατικά κυττάρων (π.χ. συστατικά κυτταρικών τοιχωμάτων) και όχι αποκλειστικά σε ζωντανά κύτταρα (Ouwehand and Salminen 1998, Salminen et al. 1999).
- **2015.** Ιδρύεται ο International Probiotic Association (IPA) από τις ηγέτιδες εταιρείες τροφίμων (Nestle, Du Pont, κλπ).



Elie Metchnikof



Ευεργετικά Οφέλη των Προβιοτικών



Digestive
Health



Fight
Antibiotic
Resistance



Promote
Mood &
Memory



Strengthen
Immunity



Healthy Hair,
Skin, & Nails



Increase
Energy



Prevent
Skin
Irritation



Promote
Healthy
Cholesterol



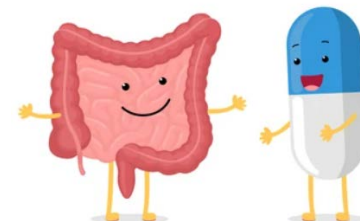
Fight
Toxins &
Pathogens



Support
Liver
Function

Ευεργετικά Οφέλη των Προβιοτικών

1. Διατήρηση της κατάλληλης μικροβιακής ισορροπίας στο γαστρεντερικό σωλήνα παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών (de Waard et al., 2002, Montesi et al., 2005, Liong and Shah, 2006).
2. Βελτίωση συμπτωμάτων δυσκοιλιότητας και δυσανεξίας στην λακτόζη (Zarate et al., 2000).
3. Προστασία έναντι διαρροιών που σχετίζονται με τη λήψη αντιβιοτικών (D' Souza et al., 2002).
4. Διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος (Korpp-Hoolihan, 2001).



Ευεργετικά Οφέλη των Προβιοτικών

5. Μείωση επιπέδων χοληστερόλης (Liong and Shah, 2006).
6. Προστασία έναντι του *Helicobacter pylori* (Penner et al., 2005).
7. Προστασία έναντι της ασθένειας του  ην (Penner et al., 2005).
8. Προστασία έναντι παγκρεατίτιδας (Penner et al., 2005).
9. Προστασία έναντι της νεκρωτικής εντεροκολίτιδας στα νεογνά (Embleton and Yates, 2008).



Ευεργετικά Οφέλη των Προβιοτικών

10. Προστασία έναντι του συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου (irritable bowel syndrome) (Penner et al., 2005).

11. Προστασία έναντι διαφόρων αλλεργιών (Korpp-Hoolihan, 2001).

12. Προστασία έναντι συγκεκριμένων μορφών καρκίνου (Korpp-Hoolihan, 2001; Tiptiri-Kourpeti et al., 2016).



Κριτήρια Χαρακτηρισμού Μικροβιακών Στελεχών ως «Προβιοτικών»

Κριτήρια ασφάλειας

- Να είναι ανθρώπινης προέλευσης ή να έχουν απομονωθεί από τρόφιμα.
- Να μην είναι παθογόνα.
- Να χαρακτηρίζεται γενικά ως ασφαλή (Generally Recognized As Safe-GRAS).
- Να μην έχουν επίκτητα γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.

Κριτήρια Χαρακτηρισμού Μικροβιακών Στελεχών ως «Προβιοτικών»

Λειτουργικά κριτήρια (απαραίτητα)

- Να είναι ανθεκτικά στο όξινο περιβάλλον του στομάχου και τα χολικά άλατα του εντέρου.
- Να επιβιώνουν στο εντερικό οικοσύστημα και να εγκαθίσταται στο γαστρεντερικό σωλήνα σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Να μπορούν να προσκολλώνται στο επιθηλιακό ιστό του εντέρου των ξενιστών.

Κριτήρια Χαρακτηρισμού Μικροβιακών Στελεχών ως «Προβιοτικών»

Λειτουργικά κριτήρια

- Να είναι ωφέλιμα για τον ξενιστή (απαραίτητο κριτήριο).

Παραδείγματα:

- Να ρυθμίζουν τους αμυντικούς μηχανισμούς του ξενιστή.
- Να σταθεροποιούν την μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου.

Κριτήρια Χαρακτηρισμού Μικροβιακών Στελεχών ως «Προβιοτικών»

Λειτουργικά κριτήρια

- Να εμφανίζουν ανταγωνιστική δράση έναντι παθογόνων βακτηρίων.
- Να παράγουν ουσίες με αντιμικροβιακή δράση (π.χ. βακτηριοσίνες).
- Να επηρεάζουν τις ανθρώπινες μεταβολικές δραστηριότητες (π.χ. αφομοίωση της χοληστερόλης, δράση β-γαλακτοσιδάσης, παραγωγή βιταμινών, κλπ).

Κριτήρια Χαρακτηρισμού Μικροβιακών Στελεχών ως «Προβιοτικών»

Τεχνολογικά κριτήρια

- Να είναι ανθεκτικά κατά την διαδικασία παραγωγής και επεξεργασίας των τροφίμων, όπως για παράδειγμα η λυοφιλίωση.
- Να είναι δυνατή η παραγωγή τους σε μεγάλη κλίμακα.

Προβιοτικά

Lactobacilli

- *Lactobacillus acidophilus* spp.; *L. acidophilus* LA-1
- *L. casei* spp.
- *L. rhamnosus* GG
- *L. reuteri*
- *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*
- *L. plantarum* spp.; *L. plantarum* 299 V
- *L. fermentum* KLD
- *L. johnsonii*



LACTOBACILLUS

Bifidobacteria

- *Bifidobacterium bifidum*
- *B. breve*
- *B. infantis*
- *B. longum*



BIFIDOBACTERIUM

Προβιοτικά

Άλλα βακτήρια

- *Enterococcus faecium*
- *Escherichia coli* Nissle 1917
- *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*



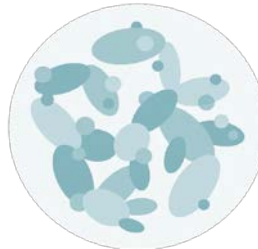
ESCHERICHIA COLI



STREPTOCOCCUS
THERMOPHILUS

Yeast

- *Saccharomyces bulardii*



SACCHAROMYCES
BULARDII

Πρεβιοτικά

- Πρεβιοτικά ή πρεβιοτικές ίνες αποκαλούνται τα άπεπτα συστατικά της τροφής που δρουν ευεργετικά στον οργανισμό, ενεργοποιώντας επιλεκτικά την ανάπτυξη ή/και τη δραστηριότητα των προβιοτικών μικροοργανισμών στο έντερο.

- Κυριότερα πρεβιοτικά είναι η ινουλίνη, οι γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες και οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, τα οποία αποτελούν στοιχεία φρούτων, λαχανικών και δημητριακών.



Πρεβιοτικά

Για να θεωρηθεί ένα συστατικό της τροφής ως πρεβιοτική ίνα θα πρέπει:

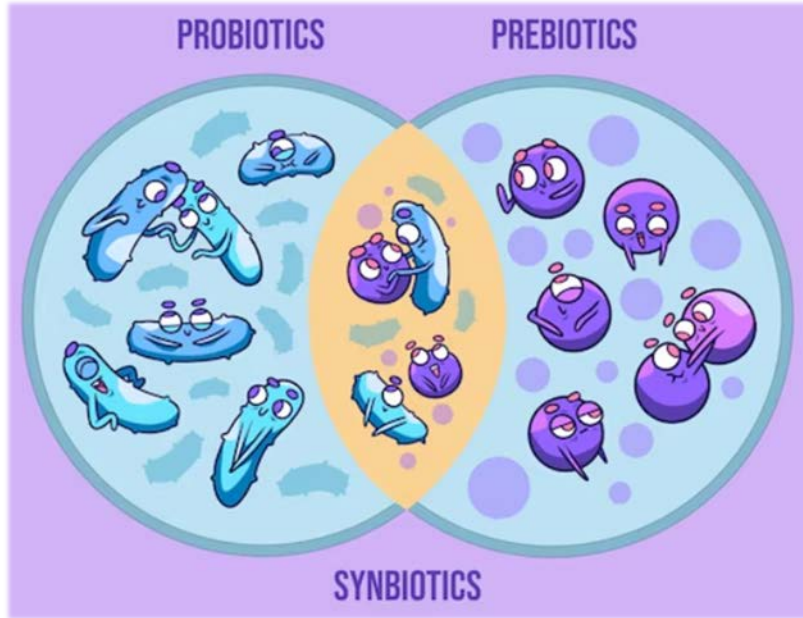
1. Να μην υδρολύεται ή απορροφάται στο ανώτερο τμήμα της γαστρεντερικής οδού,
2. Να αποτελεί υπόστρωμα για τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς στο παχύ έντερο, ενεργοποιώντας την ανάπτυξή τους,
3. Να παρεμποδίζει την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων ρυθμίζοντας την εντερική μικροβιακή χλωρίδα και ασκώντας προστατευτική δράση στο έντερο.

Πίνακας 1. Σημαντικότερα πρεβιοτικά και οι επιδράσεις τους επί των προβιοτικών.

Τρόφιμο	Πρεβιοτικά	Προβιοτικά	Επίδραση επί προβιοτικών
Γιαούρτι	Άμυλο	<i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
	Ινουλίνη	<i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. reuteri</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
	Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες	<i>Bifidobacterium</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. rhamnosus</i>	Ζωτικότητα και παραγωγή λιπαρών οξέων
	Πολυ-δεξτρόζη	<i>Bifidobacterium</i> spp. <i>L. acidophilus</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>B. lactis</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
Ζυμωμένο γάλα	Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες	<i>L. acidophilus</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>B. lactis</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
	Ινουλίνη	<i>L. acidophilus</i> <i>B. lactis</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
Παγωτό	Ινουλίνη	<i>L. acidophilus</i> <i>B. lactis</i>	Αύξηση και ζωτικότητα
Τυρί και προϊόντα τυριού	Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες	<i>L. acidophilus</i> <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	Αύξηση, ζωτικότητα και παραγωγή λιπαρών οξέων
	Ινουλίνη	<i>L. acidophilus</i> <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	Αύξηση, ζωτικότητα και παραγωγή λιπαρών οξέων
	Καρβοξυ-μεθυλ-κυτταρίνη	<i>P. freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i>	Αύξηση



Συμβιωτικά



Τα συμβιωτικά προϊόντα είναι μία κατηγορία τροφίμων που περιέχουν προβιοτικούς μικροοργανισμούς και πρεβιοτικά συστατικά, τα οποία ωφελούν τον καταναλωτή, βελτιώνοντας την επιβίωση και την εγκατάσταση επιλεγμένων ζωντανών μικροοργανισμών στο πεπτικό σύστημα.



Ακίνητοποίηση Προβιοτικών Μικροοργανισμών

Ευεργετικά οφέλη από προβιοτικά τρόφιμα

Βασική Προϋπόθεση

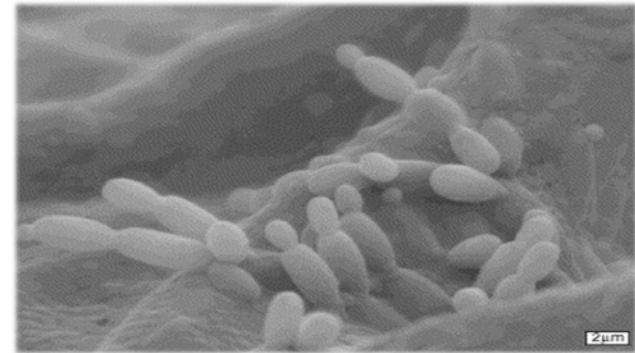
Υψηλός αριθμός ζωντανών βακτηρίων 10^6 - 10^7 cfu/g.

Κατανάλωση 100g προϊόντων ημερησίως έτσι ώστε να επιτευχθεί λήψη 10^8 - 10^9 προβιοτικών κυττάρων.

Η ακίνητοποίηση των κυττάρων βελτιώνει σημαντικά τη ζωτικότητα των
προβιοτικών καλλιεργειών.

Ακίνητοποίηση Προβιοτικών Μικροοργανισμών

- ❑ Άμυλο (Mattila-Sandholm et al. 2002).
- ❑ Κομμάτια φρούτων (Kourkoutas et al., 2005; 2006; Sidira et al., 2013).
- ❑ Σιτάρι (Bosnea et al., 2009).
- ❑ Πρωτεΐνη γάλακτος & τυρογάλακτος (Dimitrellou et al., 2008; 2014).



Kourkoutas et al., 2005

Εφαρμογές στην Τεχνολογία Τροφίμων

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας και Βιοτεχνολογίας:

Έρευνα και Καινοτομία

❑ Προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα:

- Ξινόγαλα (ακινητοποίηση σε φρούτα, Kourkoutas et al., 2005).
- Γιαούρτι (ακινητοποίηση σε φρούτα και δημητριακά, Sidira et al., 2013).
- Τυρί (ακινητοποίηση σε φρούτα και πρωτεΐνη τυρογάλακτος, Kourkoutas et al., 2006; Dimitrellou et al., 2014).
- (Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας OBI, Αριθμ. 1005393, 2006).
- Παγωτό (ακινητοποίηση σε ξηρούς καρπούς και σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής, Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας OBI, Αριθμ.1008050, 2013).

Εφαρμογές στην Τεχνολογία Τροφίμων

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας και Βιοτεχνολογίας:

Έρευνα και Καινοτομία

☐ Προβιοτικά προϊόντα κρέατος:

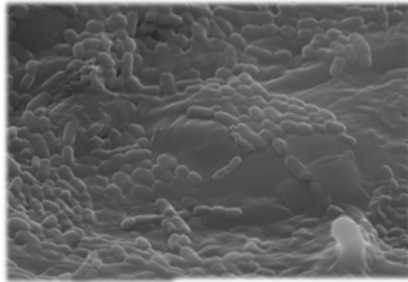
- Ζυμωμένα λουκάνικα (ακινητοποίηση σε σιτάρι, *Sidira et al., 2014*; Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας OBI, Αριθμ. 1007555, 2012).

☐ Προβιοτικές παιδικές κρέμες:

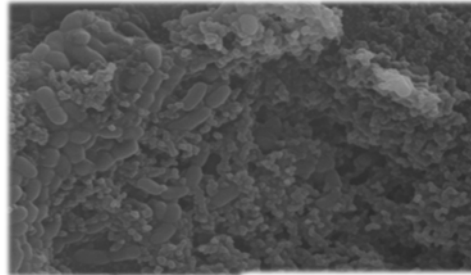
- Παιδικές κρέμες με λυοφιλιωμένα ή θερμικά αποξηραμένα ακινητοποιημένα προβιοτικά βακτήρια σε φρούτα, καζεΐνη ή πρωτεΐνη τυρογάλακτος (Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας, OBI, Αριθμ. 1008754, 2016).

Προβιοτικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα

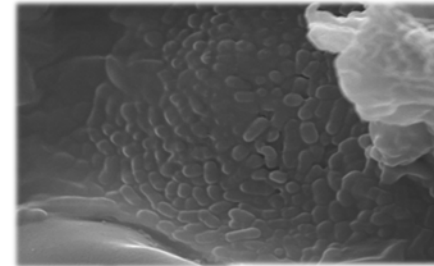
Ακινητοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε φρούτα και δημητριακά για παραγωγή προβιοτικού γιαουρτιού (Sidira et al., 2013)



(α)



(β)

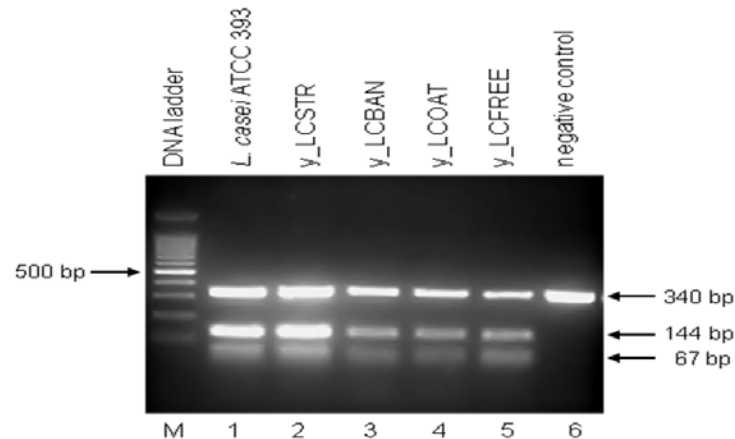
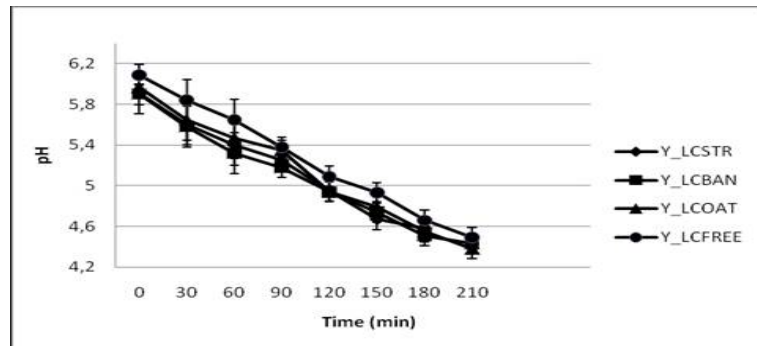


(γ)

Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* ATCC 393 σε κομμάτια (α) φράουλας, (β) μπανάνας και (γ) βρώμης.

Προβιοτικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα

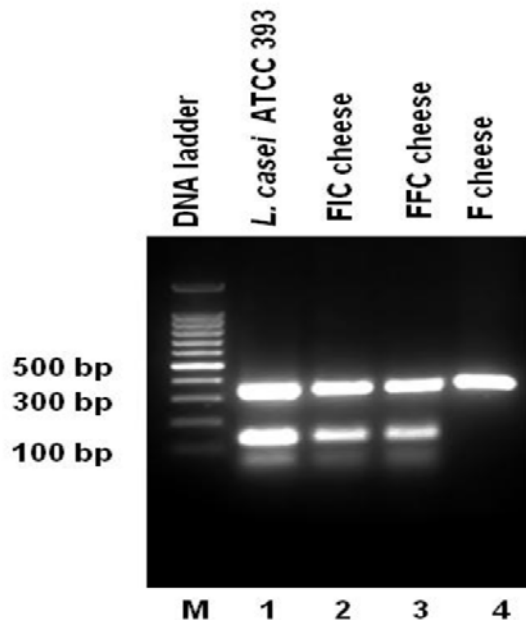
Κινητική ζύμωσης γάλακτος



Μοριακή ταυτοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε επίπεδα $\geq 6 \log \text{cfu/g}$ με strain-specific Multiplex PCR στα προβιοτικά προϊόντα μετά από 30 ημέρες στους 4°C. LC: *L. casei* ATCC 393, STR: ακινητοποιημένα κύτταρα σε φράουλα, BAN: ακινητοποιημένα κύτταρα σε μπανάνα, OAT: ακινητοποιημένα κύτταρα σε βρώμη, FREE: ελεύθερα κύτταρα (Sidira et al., 2013).

Προβιοτικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα

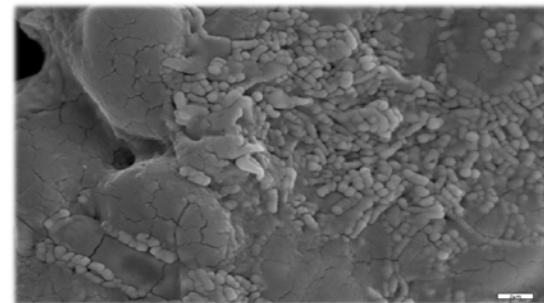
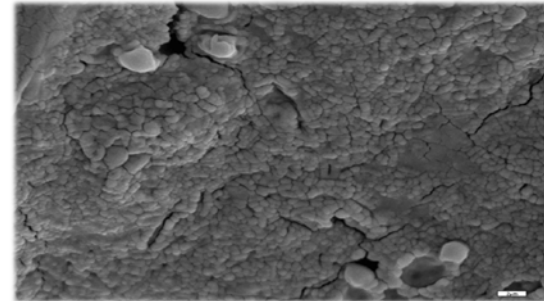
Ακίνητοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε πρωτεΐνη τυρογάλακτος για παραγωγή προβιοτικού τυριού τύπου φέτας (Dimitrellou et al., 2014)



Μοριακή ταυτοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε επίπεδα $\geq 6 \log_{cfu}/g$ με strain-specific Multiplex PCR στα προβιοτικά προϊόντα μετά από 70 ημέρες ωρίμανσης. FIC: τυρί με ακίνητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε πρωτεΐνη τυρογάλακτος, FFC: τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* ATCC 393, F: τυρί χωρίς αρχική καλλιέργεια.

Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

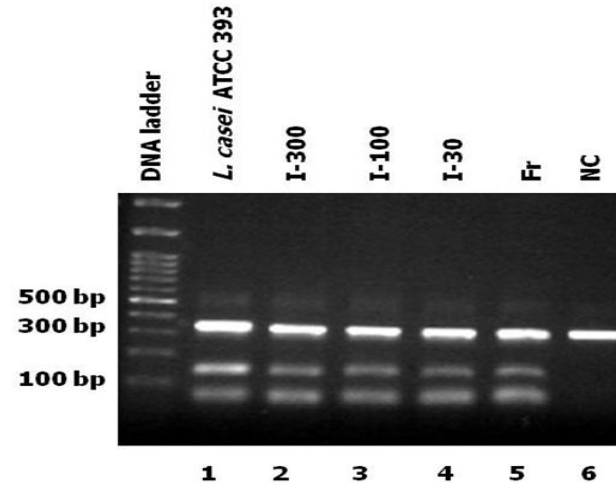
- ❑ Ακινητοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε σιτάρι.
- ❑ Παραγωγή προβιοτικών ζυμωμένων λουκάνικων (Sidira et al., 2014a; 2014b).



Bosnea et al., 2009

Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

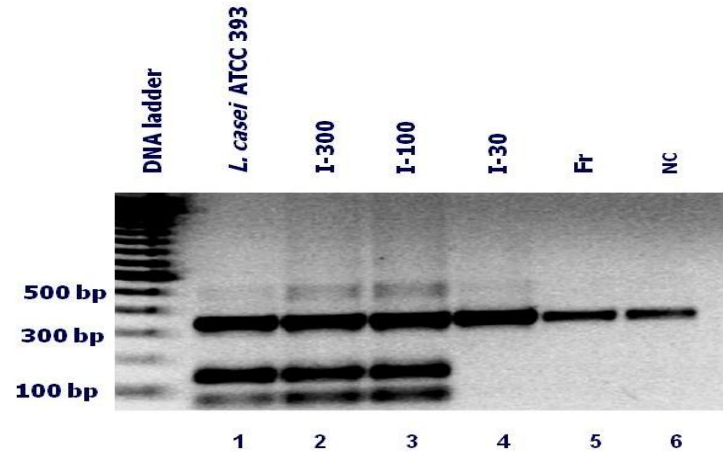
Μοριακή ταυτοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε επίπεδα ≥ 6 logcfu/g με strain-specific Multiplex PCR στα προβιοτικά ζυμωμένα λουκάνικα μετά από 66 ημέρες ωρίμανσης (Sidira et al., 2014a).



I-300: 300g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.
I-100: 100g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.
I-30: 30g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.
Fr: 1.0g υγρό βάρος ελεύθερων κυττάρων/kg κρεατομάζας.
NC: Χωρίς αρχική καλλιέργεια.

Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

Μοριακή ταυτοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε επίπεδα $\geq 6 \log_{cfu/g}$ με strain-specific Multiplex PCR στα προβιοτικά ζυμωμένα λουκάνικα μετά από ήπια θέρμανση (70-72°C για 10-12min) (Sidira et al., 2014a).



I-300: 300g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.

I-100: 100g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.

I-30: 30g ακινητοποιημένων κυττάρων/kg κρεατομάζας.

Fr: 1.0g υγρό βάρος ελεύθερων κυττάρων/kg κρεατομάζας.

NC: Χωρίς αρχική καλλιέργεια.

Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

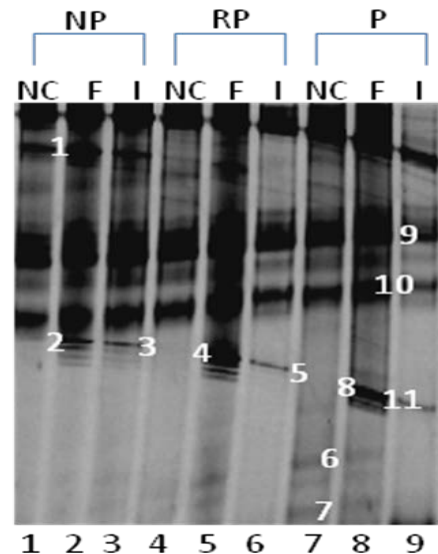
Τα προβιοτικά ως προστατευτικοί παράγοντες έναντι της αλλοίωσης
(Sidira et al., 2014b)

Κωδικός Δείγματος	Συντηρητικά	Αρχική καλλιέργεια	Ημέρα αλλοίωσης
I-P	0.02% NaNO ₂ , 0.02% NaNO ₃ , 2% NaCl	Ακίνητοποιημένα	No
F-P		Ελεύθερα	No
NC-P		Χωρίς καλλιέργεια	No
I-RP		Ακίνητοποιημένα	71
F-RP	Χωρίς συντηρητικά	Ελεύθερα	54
NC-RP		Χωρίς καλλιέργεια	48
I-NP		Ακίνητοποιημένα	63
F-NP		Ελεύθερα	52
NC-NP		Χωρίς καλλιέργεια	38

Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

DGGE-PCR ανάλυση του βακτηριακού πληθυσμού (Sidira et al., 2014b)

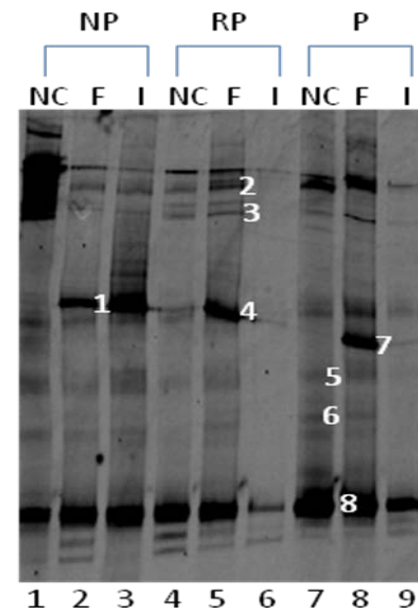
Band ^a	Most closely related species	Identity (%)	Accession Number ^b
1	<i>Lactococcus</i> sp. 14A	100	HQ289889.1
	Uncultured bacterium clone B5	100	GU977202.1
2	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	99	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> strain V92	99	JF444753.1
3	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	99	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> clone WWC_C4AKM117	99	GU429394.1
4	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	99	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus paracasei</i> clone WWC_C4MLM108	99	GU425011.1
5	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	98	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus casei</i> LOCK919	98	CP005486.1
6	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	94	KF313553.1
	<i>Rhodococcus globerulus</i>	94	AB828263.1
7	<i>Saccharothrix</i> sp. EGI 80154	94	KF040433.1
	<i>Micromonospora</i> sp. EGI 80045	94	KF040413.1
8	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	98	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus casei</i> LOCK919	98	CP005486.1
9	<i>Lactobacillus sakei</i> strain EC7	99	JN851763.1
10	<i>Lactobacillus sakei</i> strain N2MR5	98	KF193896.1
	<i>Lactobacillus fuchuensis</i> strain MFPC41A28-08	98	JF756333.1
11	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393	99	NR_041893.1
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> clone WWC_C4MKM113	99	JF444753.1



Προβιοτικά Προϊόντα Κρέατος

DGGE-PCR ανάλυση ευκαρύων (Sidira et al., 2014b)

Band ^a	Most closely related species	Identity (%)	Accession Number ^b
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain NL32	97	JX141338.1
2	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	89	KC512907.1
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	89	HE799667.1
3	<i>Debaryomyces hansenii</i>	80	JQ916047.1
	<i>Priceomyces carsonii</i>	80	JX456534.1
4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain NL21	96	HM191652.1
5	<i>Alium fistulosum</i>	93	JQ283850.1
6	<i>Alium fistulosum</i>	93	JQ283850.1
7	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain NL38	95	HM191669.1
8	<i>Candida ethanolica</i>	95	EF550225.1
	<i>Pichia deserticola</i>	95	GQ222353.1

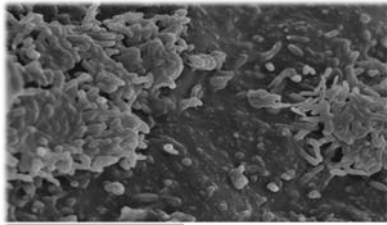


Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού

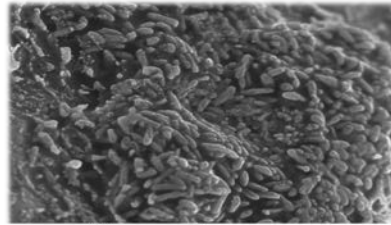
Στάδια παραγωγής (συνοπτικά):

- Ακίνητοποίηση κυττάρων *L. casei* ATCC 393 σε ξηρούς καρπούς και σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής.
- Ξήρανση ελεύθερων και ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* ATCC 393.
- Παραγωγή προβιοτικού παγωτού με ελεύθερα ή ακινητοποιημένα κύτταρα σε ξηρούς καρπούς και σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής.

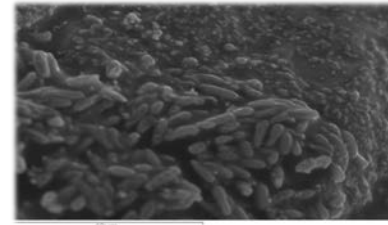
Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού



(α)



(β)

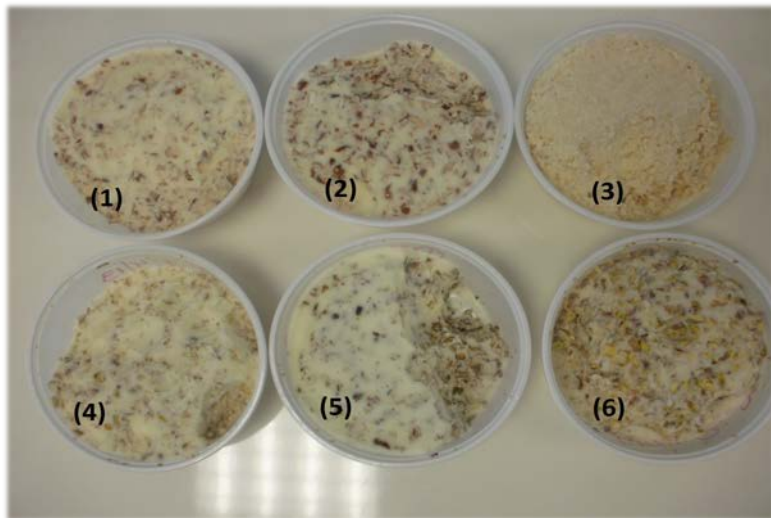


(γ)

Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* ATCC 393 σε κομμάτια (α) αμυγδάλου, (β) φιστικιού και (γ) μπισκότου.

Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού

Παραγωγή προβιοτικού παγωτού με ακινητοποιημένα κύτταρα σε ξηρούς καρπούς



(1) Προβιοτικό παγωτό με υγρά ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε αμύγδαλο.

(2) Προβιοτικό παγωτό με θερμικά αποξηραμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε αμύγδαλο.

(3) Προβιοτικό παγωτό με λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε αμύγδαλο.

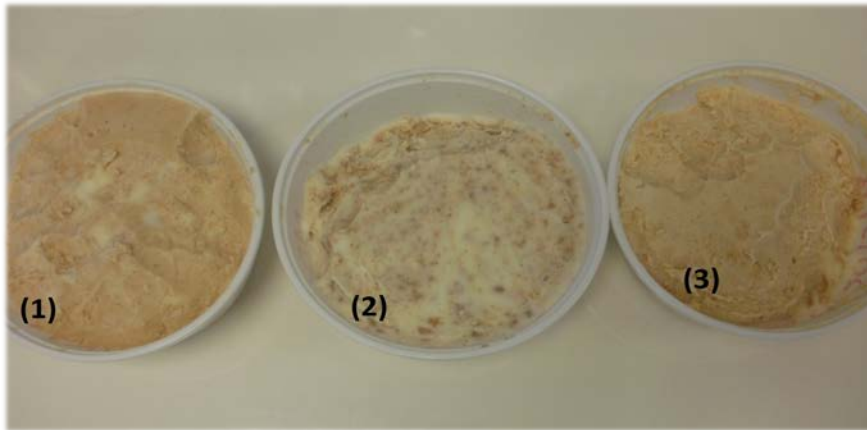
(4) Προβιοτικό παγωτό με υγρά ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε φιστίκι.

(5) Προβιοτικό παγωτό με θερμικά αποξηραμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε φιστίκι.

(6) Προβιοτικό παγωτό με λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε φιστίκι.

Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού

Παραγωγή προβιοτικού παγωτού με ακινητοποιημένα κύτταρα σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής



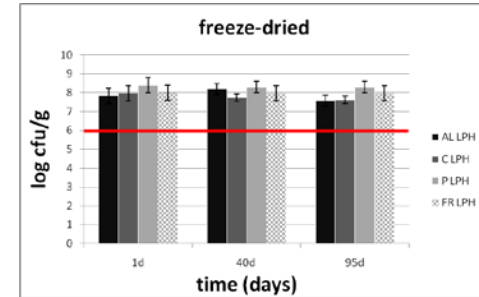
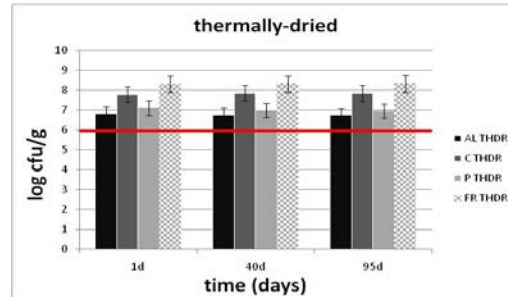
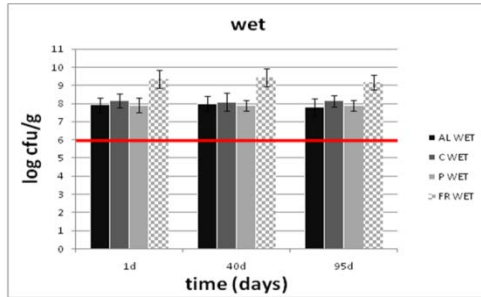
(1) Προβιοτικό παγωτό με υγρά ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε μπισκότο.

(2) Προβιοτικό παγωτό με θερμικά αποξηραμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε μπισκότο.

(3) Προβιοτικό παγωτό με λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* ATCC 393 σε μπισκότο.

Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού

Επίδραση της αποθήκευσης των προβιοτικών παγωτών στους -18°C στη βιωσιμότητα του *L. casei* ATCC 393

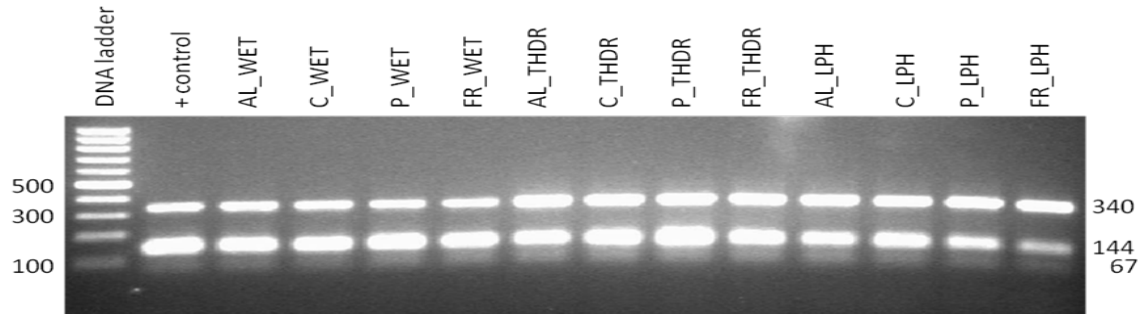


AL: ακινητοποιημένα κύτταρα σε αμύγδαλο, C: ακινητοποιημένα κύτταρα σε μπισκότο, P: ακινητοποιημένα κύτταρα σε φιστίκι, FR: ελεύθερα κύτταρα, WET: υγρά κύτταρα, THDR: θερμικά αποξηραμένα κύτταρα, LPH: λυοφιλιωμένα κύτταρα.

Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού



Μοριακή ταυτοποίηση *L. casei* ATCC 393 σε επίπεδα $\geq 6 \log_{cfu}/g$ με strain-specific Multiplex PCR μετά από 95 ημέρες αποθήκευσης στους $-18^{\circ}C$



AL: ακινητοποιημένα κύτταρα σε αμύγδαλο, C: ακινητοποιημένα κύτταρα σε μπισκότο, P: ακινητοποιημένα κύτταρα σε φιστίκι, FR: ελεύθερα κύτταρα, WET: υγρά κύτταρα, THDR: θερμικά αποξηραμένα κύτταρα, LPH: λυοφιλιωμένα κύτταρα.

Προβιοτικά Προϊόντα Παγωτού

Παρουσίαση έργου 15NEW2009 στην 79^η ΔΕΘ



(Σεπτέμβριος 2014)

Μεταφέροντας έρευνα του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας & Βιοτεχνολογίας του Τμήματος Μοριακής Βιολογίας & Γενετικής στην καρδιά του κόσμου των Nutraceuticals



VitaFoods Europe, Geneva, 15-17 May 2018

iFUNFoods - Καινοτόμα Λειτουργικά Τρόφιμα: Ανάπτυξη, Παραγωγή, Χαρακτηρισμός, Ιδιότητες



www.ifunfoods.gr

Προϋπολογισμός: 952.434,78 €
Συντονιστής και ΕΥ: Κουρκουτάς Ιωάννης,
Καθηγητής Δ.Π.Θ.



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS



HELLENIC REPUBLIC
MINISTRY OF
DEVELOPMENT & INVESTMENTS
SPECIAL SECRETARIAT OF STRUCTURAL PROGRAMMES
MANAGING AUTHORITY OF ERDF

ΕΡΑΝΕΚ 2014-2020
OPERATIONAL PROGRAMME
COMPETITIVENESS
ENTREPRENEURSHIP
INNOVATION

ΕΣΠΑ 2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη
Partnership Agreement 2014-2020

Co-financed by Greece and the European Union

ΕΣΠΑ 2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη



Transferring the research of the iFUNFoods project to the heart of the probiotic industry

<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6502628116974829568>



Probiota-2019, Copenhagen 13-15 February 2019

41st International Congress of the Society for Microbial Ecology in Health and Disease (SOMED)



Alexandroupolis, 14-16 June 2022

First poster presentation award and a great oral presentation for the iFUNFoods project in the 15th International Scientific Conference on Probiotics, Prebiotics and Gut Microbiota – IPC2022



15th International Scientific Conference on Probiotics, Prebiotics and Gut Microbiota – IPC2022

based on Immobilised



1st award

ci Strain on Obesity-
t-Term High Fat Diet



iFUNcultures - Καινοτόμες ακινητοποιημένες λειτουργικές αρχικές καλλιέργειες: Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στην παραγωγή νέων τροφίμων με δυνητικά ευεργετικά οφέλη χρησιμοποιώντας αγροτικά απόβλητα



www.ifuncultures.gr

Προϋπολογισμός: 170.000,00 €

ΕΥ: Κουρκουτάς Ιωάννης,
Καθηγητής Δ.Π.Θ.





FOODBIOMES
INNOVATIONS IN MICROBIOME APPLICATIONS



HELLENIC REPUBLIC
MINISTRY OF
DEVELOPMENT AND INVESTMENTS
SPECIAL SECRETARIAT FOR
ERDF & CF PROGRAMMES
MANAGING AUTHORITY OF EPIREK

ΕΡΑΝΕΚ 2014-2020
OPERATIONAL PROGRAMME
**COMPETITIVENESS
ENTREPRENEURSHIP
INNOVATION**

ΕΣΠΑ
2014-2020
Ευρωπαϊκό Ταμείο Ανάπτυξης
Partnership Agreement
2014 - 2020

Co-financed by Greece and the European Union

FOODBIOMES
INNOVATIONS IN MICROBIOME APPLICATIONS



MICROBIOME APPLICATIONS IN FOOD SYSTEMS

FOLLOW
US ON LINKEDIN
@FOODBIOMES



VISIT OUR WEBSITE

<https://foodbiomes.eu/>



 **KYKLOS POIOTHTAS-QLCon**



Ερευνητικό πεδίο της FOODBIOMES

Εφαρμογές μικροβιώματος σε συστήματα τροφίμων



Υπηρεσίες

Υπηρεσίες Έρευνας & Ανάπτυξης

Απομόνωση και ταυτοποίηση μικροοργανισμών

Ανίχνευση βιοδραστικών μορίων και μεταβολιτών

In vitro έλεγχος λειτουργικών ιδιοτήτων

Αλληλούχηση γονιδιωμάτων

Ανάλυση μικροβιώματος τροφίμων και ανθρώπου

Ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων

Διεξαγωγή προ-κλινικών και κλινικών μελετών διατροφής



Εκπαίδευση & Κατάρτιση

✓ Σεμινάρια

✓ Workshops

✓ Webinars



Πρόσβαση σε εγκαταστάσεις

Πρόσβαση σε εξοπλισμό

Πρόσβαση σε εργαστήριο



Οι Δημοσιεύσεις μας



Functional modulation of gut microbiota in diabetic rats following dietary intervention with pistachio nuts (*Pistacia vera* L.)

Amalia E. Vamvakou¹, Georgia Mitsopoulou², Ioanna Praga³, Georgios Aggagias⁴, Nikolaos Kotsopoulos⁵, Eugenia Berizoglou⁶, Vassilis Kourkoulas⁷, Vania S. Karamalidou⁸

¹ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ² Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ³ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁷ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁸ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece



RESEARCH ARTICLE
Lactobacillus casei Exerts Anti-Proliferative Effects Accompanied by Apoptotic Cell Death and Up-Regulation of TRAIL in Colon Carcinoma Cells

Angeliki E. Kourkoulas¹, Katerina Spathopoulou², Vasiliki Spathopoulou³, Georgia Mitsopoulou⁴, Eugenia Berizoglou⁵, Ioanna Praga⁶, Georgios Aggagias⁷, Nikolaos Kotsopoulos⁸, Vassilis Kourkoulas⁹, Vania S. Karamalidou¹⁰

¹ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ² Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ³ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁷ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁸ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ⁹ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece; ¹⁰ Laboratory of Microbiology, Department of Biology, University of Athens, Athens, Greece



Effective survival of immobilized *Lactobacillus casei* during ripening and heat treatment of probiotic dry-fermented sausages and investigation of the microbial dynamics

Marianti Sidira^{1,2}, Athanasios Karapetris³, Alex Galanis⁴, Maria Kanellaki⁵, Vassilis Kourkoulas⁶

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece



Evaluation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 protective effect against spoilage of probiotic dry-fermented sausages

Marianti Sidira^{1,2}, Alex Galanis³, Athanasios Karapetris⁴, Maria Kanellaki⁵, Vassilis Kourkoulas⁶

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece

J. Dairy Sci. 97:4875-4885
http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013.7597
© American Dairy Science Association, 2014

Free and immobilized *Lactobacillus casei*/ATCC 393 on whey protein as starter cultures for probiotic Peta-type cheese production

Dimitra Dimitrakou¹, Paraskevi Kourkoulas², Marianti Sidira³, Athanasios A. Kourkoulas⁴ and Vassilis Kourkoulas⁵

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece

CrossMark
DOI: 10.1007/s00244-017-1283-z



Survival, Intestinal Mucosa Adhesion, and Immunomodulatory Potential of *Lactobacillus plantarum* Strains

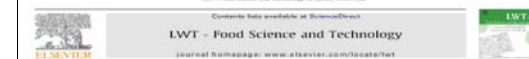
Valentini Santamaki¹, Vassilis Kourkoulas², Georgia Mitsopoulou³, Eleni Mavrougaki⁴, Mihalis Koutsalidis⁵, Vahos Christopoulos⁶, Chrysota Tassou⁷, Effie Tsakalidou⁸, Constantinos Simopoulos⁹, Petros Vyzantidis¹⁰

J. Dairy Sci. 96:3369-3377
http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013.6343
© American Dairy Science Association, 2013

Monitoring survival of *Lactobacillus casei* ATCC 393 in probiotic yogurts using an efficient molecular tool

Marianti Sidira¹, Georgia Saxami², Dimitra Dimitrakou³, Valentini Santamaki⁴, Alex Galanis⁵, and Vassilis Kourkoulas⁶

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece



Functionality of freeze-dried *L. casei* cells immobilized on wheat grains

Loukisa A. Bosnea¹, Vassilis Kourkoulas², Natalia Athanasiou³, Constantina Tzia⁴, Athanasios A. Kourkoulas⁵, Maria Kanellaki⁶

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁶ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece

J. Dairy Sci. 89:1439-1451
© American Dairy Science Association, 2006.

Probiotic Cheese Production Using *Lactobacillus casei* Cells Immobilized on Fruit Pieces

V. Kourkoulas, L. Bosnea, S. Taboukas, C. Baras, D. Lambros, and M. Kanellaki¹

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece



Process Biochemistry 40 (2005) 411-418

PROCESS
BIOCHEMISTRY
www.elsevier.com/locate/probi

Lactobacillus casei cell immobilization on fruit pieces for probiotic additive, fermented milk and lactic acid production

Y. Kourkoulas¹, V. Nolas², M. Kallits³, E. Berizoglou⁴, M. Kanellaki⁵

¹ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ² Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ³ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁴ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece; ⁵ Food Biotechnology Group, Section of Food Biotechnology, Department of Food Science, University of Athens, Athens, Greece



Παρουσίαση ProbiYogi στην 87η ΔΕΘ



(Σεπτέμβριος 2023)

Ερευνητική ομάδα



Κουρκουτάς Ιωάννης
Καθηγητής ΔΠΘ

email:
ikourkou@mbg.duth.gr
Τηλ: 25510 30633



Βιβλιογραφία

- ΑΧΑΪΚΟ ΕΝΤΕΛΒΑΪΣ ΑΒΕΕ, Πανός Π, Κουρκουτάς Ι (2013) Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας, OBI, Αριθμ. 1008050.
- Bosnea L, Kourkoutas Y, Albantaki N, Tzia C, Koutinas AA, Kanellaki M (2009) LWT- Food Sci Technol 42:1696.
- Chaibi A, Ababouch LH, Belasri K, Boucetta S, Busta FF (1997) Food Microbiol 14:161.
- Chouliara E, Karatapanis A, Savvaidis IN, Kontominas MG (2007) Food Microbiol 24:607.
- Cosentino S, Tuberoso CIG, Pisano B, Satta M, Mascia V, Arzedi E, Palmas F (1999) Lett Appl Microbiol 29:130.
- de Waard R, Garssen J, Bokken, GCAM, Vos JG (2002) Int J Food Microbiol 73:93.
- D' Souza AL, Rajkumar C, Cooke J, Bulpitt CJ (2002) BMJ 324:1.
- Δημητράλλου Δ, Κανδύλης Π, Κουρκουτάς Ι (2016) Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας, OBI, Αριθμ. 1008754.
- Embleton ND, Yates R (2008) Semin Fetal Neonatal Med 13:35.
- FAO/WHO: Food and Agriculture Organization of United Nations and World Health Organization Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food (2002) London, FAO.
- Κανελλάκη Μ, Κουρκουτάς Ι, Μπουνέας Α, Σιδηρά Μ (2012) Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας, OBI, Αριθμ. 1007555.
- Κανελλάκη Μ, Κουτίνης ΑΑ, Κουρκουτάς Ι, Μπουνέας Α (2006) Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας, OBI, Αριθμ. 1005393.
- Kopp-Hoolihan L (2001) J Am Diet Assoc 101:229.
- Kourkoutas Y, Ksolis V, Kallis M, Bezirtzoglou E, Kanellaki M (2005) Process Biochem 40:411.
- Kourkoutas Y, Bosnea L, Tabouk S, Baras C, Lambrou D, Kanellaki M (2006) J Dairy 89:1431.
- Liong MT, Shah NP (2006) J Dairy Sci 89:1390.
- Mattila-Sandholm T, Myllarinen P, Crittenden R, Mogensen G, Fonden R, Saarela M (2002) Int Dairy J 12:173.
- Mitropoulou G, Fitsiou E, Stavropoulou E, Papavasiliopoulou E, Vamvakias M, Pappa A, Oreopoulou A, Kourkoutas Y. (2015) Microb Ecol Health Dis 26 26543-
<http://dx.doi.org/10.3402/mehd.v26.26543>.
- Montesi A, García-Albiach R, Pozuelo MJ, Pintado C, Goñi I, Rotger R (2005) Int J Food Microbiol 98: 281.
- Penner R, Fedorak RN, Madsen KL (2005) Curr Opin Pharm 5:596.
- Santarmaki V, Kourkoutas Y, Zoumpopoulou G, Mavrogonatou E, Kiourtzidis M, Chorianopoulos N, Tassou C, Tsakalidou E, Simopoulos C, Ypsilantis P. (2017) Curr Microbiol doi: 10.1007/s00284-017-1285-z.
- Sidira M, Karapetsas A, Galanis A, Kanellaki M, Kourkoutas Y (2014a) Meat Sci 96:948.
- Sidira M, Galanis A, Nikolaou A, Kanellaki M, Kourkoutas Y (2014b) Food Control 42:315.
- Sidira M, Saxami G, Dimitrellou D, Santarmaki V, Galanis A, Kourkoutas Y (2013) J Dairy Sci 96:3369.
- Singh N, Singh RK, Bhunia AK, Strohline RL (2002) Lebensm Wiss u Technol 35:720.
- Tiptiri-Kourpeti A, Spyridopoulou K, Santarmaki V, Aindelis G, Tompoulidou E, Lamprianidou EE, Saxami G, Ypsilantis P, Lampri ES, Simopoulos C, Kotsianidis I, Galanis A.
- Kourkoutas Y, Dimitrellou D, Chlichlia K. (2016) PLoS ONE 11(2) e0147960, doi:10.1371/journal.pone.0147960.
- Zarate G, Chaia AP, Gonzalez S, Oliver G (2000) J Food Prot 63:1214.

