

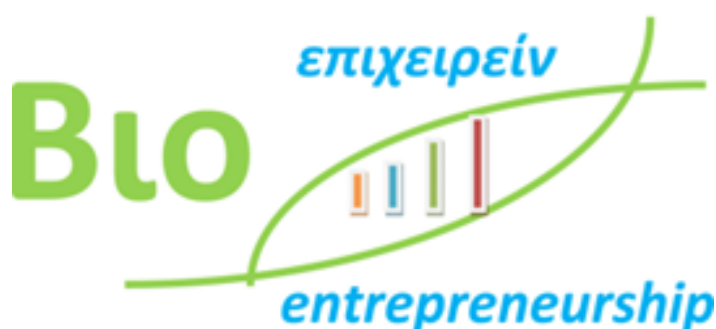


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**Μελέτη και Ανάπτυξη λειτουργικού πόσιμου γιαουρτιού στην  
γαλακτοβιομηχανία**

---

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ**

**ΜΠΑΡΚΑΣ ΘΩΜΑΣ  
00086  
ΛΑΡΙΣΑ, 2022**



UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES  
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY



NATIONAL HELLENIC RESEARCH FOUNDATION  
INSTITUTE OF CHEMICAL BIOLOGY

INTERSTITUTIONAL PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES  
IN  
BIOENTREPRENEURSHIP



MASTER THESIS

---

**Study and Development of functional drinking yogurt in the dairy Industry**

---

**SUPERVISOR: ASSISTANT PROFESSOR, GIANNOULI PERSEPHONI**

**BARKAS THOMAS  
00086  
LARISSA, 2022**

[1]

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στο

## **ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ**

που απονέμει το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σε συνεργασία με την γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ Α.Ε

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

<b>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ</b>	<b>ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
Γιαννούλη Περσεφόνη	Επίκουρος Καθηγήτρια	
Παπαδημητρίου Βασιλική	Β' Ερευνήτρια	
Ζουμπουλάκης Παναγιώτης	Αναπληρωτής Καθηγητής	

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης της βιομηχανίας ΚΡΙΚΡΙ Α.Ε υπό την επίβλεψη της Επίκουρου Καθηγήτριας Γιαννούλη Περσεφώνης. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να την ευχαριστήσω από καρδιάς για τη δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω τη διπλωματική μου εργασία υπό την επίβλεψή της, βελτιώνοντας κατ' αυτό τον τρόπο σημαντικά το επιστημονικό μου υπόβαθρο.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, Δρ. Παπαδημητρίου Βασιλική και τον αναπληρωτή καθηγητή Ζουμπουλάκη Παναγιώτη για την αμέριστη βοήθεια σε κάθε λογής πρόβλημα που μου δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια αυτής, καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές τους.

Θα μου ήταν αδύνατο να μην ευχαριστήσω προσωπικά τους συναδέλφους μου στο τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης της ΚΡΙΚΡΙ Α.Ε. Πιο συγκεκριμένα, ευχαριστώ θερμά την προϊσταμένη του τμήματος Δρ. Τζίκα Ευαγγελία για όλες τις συμβουλές και την στήριξη καθ' όλη την διάρκεια της συνεργασίας μας καθώς και την κα. Θεοχάρη Μαρία και κ. Κουγιουμτζή Νίκο για το ευχάριστο κλίμα που δημιούργησαν και την σημαντική βοήθεια τους όποτε χρειάστηκε.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την ηθική υποστήριξη τους και την πολύτιμη συμβολή τους όλα αυτά τα χρόνια.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	1
Περίληψη.....	4
Abstract .....	5
1 Εισαγωγή.....	6
1.1 Η ιστορία του γιαουρτιού .....	6
1.2 Ορισμός του γιαουρτιού .....	7
Χαρακτηριστικά του γιαουρτιού.....	7
Ο ρόλος του γιαουρτιού στην διατροφή.....	8
1.3 Τύποι γιαουρτιού.....	9
Τύποι γιαουρτιού με βάση την πρώτη ύλη.....	9
Τύποι γιαουρτιού με βάση την λιποπεριεκτικότητα του γιαουρτιού .....	10
Τύποι γιαουρτιού με βάση τις μεθόδους παρασκευής γιαουρτιού.....	10
1.3.1 Παραδοσιακού τύπου .....	10
1.3.2 Στραγγιστού τύπου .....	11
1.3.3 Επιδόρπια γιαουρτιού.....	11
1.3.4 Βιομηχανικού τύπου.....	12
1.3.4.1 Πόσιμο γιαούρτι.....	13
1.4 Μεθοδολογία παραγωγικής διαδικασίας βιομηχανικού γιαουρτιού .....	13
Καθαρισμός .....	13
Τυποποίηση της λιποπεριεκτικότητας και του ΣΥΑΛ.....	14
Ομογενοποίηση.....	14
Θέρμανση του μίγματος .....	15
Απόσπηση.....	15
Εμβολιασμός με καλλιέργεια.....	16
Δημιουργία πήγματος.....	17
Ψύξη .....	19
Συσκευασία.....	19
1.5 Μελέτη και σχεδιασμός λειτουργικού προϊόντος στην γαλακτοβιομηχανία .....	20
Λειτουργικά τρόφιμα.....	20
Μελέτη και ανάπτυξη λειτουργικού προϊόντος στην γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ.....	21
2. Σκοπός.....	23
3. Μελέτη και ανάπτυξη λειτουργικού πόσιμου γιαουρτιού.....	24
3.1 Υλικά για την παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού .....	24
3.2 Όργανα για την παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού .....	25
3.3 Μελέτη της παρασκευής πόσιμου γιαουρτιού .....	25
3.4 Πιλοτική παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού .....	27

3.5 Δειγματοληψία και αναλύσεις .....	28
3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πόσιμου γιαουρτιού.....	29
3.7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής δοκιμής.....	32
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση.....	32
4.1 Μέτρηση του pH.....	32
4.2 Διατροφική σύσταση των δειγμάτων του πόσιμου γιαουρτιού .....	32
4.3 Οργανοληπτική αξιολόγηση .....	34
4.3.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής εξέτασης πόσιμου γιαουρτιού μετά από αποθήκευση για 7 ημέρες.....	34
4.3.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής εξέτασης πόσιμου γιαουρτιού μετά από αποθήκευση για 21 ημέρες.....	39
5. Συμπεράσματα .....	44
6. Βιβλιογραφία .....	45

## Περίληψη

Οι νέες τάσεις της αγοράς οδηγούν τις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων στην αναζήτηση λύσεων για την παροχή προϊόντων που απευθύνονται σε καταναλωτές με συγκεκριμένες απαιτήσεις. Για αυτόν τον λόγο στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η ανάπτυξη ενός λειτουργικού προϊόντος, πόσιμου γιαουρτιού, στην γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ έπειτα από απαίτηση ενός πελάτη. Το παραγόμενο προϊόν έπρεπε να φέρει συγκεκριμένους ισχυρισμούς διατροφής όπως υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, χωρίς λιπαρά και απαλλαγμένο από λακτόζη. Για την ανάπτυξη του λειτουργικού πόσιμου γιαουρτιού μελετήθηκε η παραγωγική διαδικασία πόσιμου γιαουρτιού και αναπτύχθηκαν έξι διαφορετικά προϊόντα.

Μετά την παραγωγή τους έγινε ανάλυση της διατροφικής αξίας των παραγόμενων δειγμάτων για την επιβεβαίωση της ισχύς των ισχυρισμών διατροφής που είχαν οριστεί.

Έπειτα την 7<sup>η</sup> έως και την 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης των προϊόντων πραγματοποιήθηκε μέτρηση του *pH*. Παράλληλα, την 7<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα, έλαβε χώρα οργανοληπτική αξιολόγηση των προϊόντων τα δεδομένα της οποίας ερμηνεύθηκαν με την χρήση στατιστικής ανάλυσης. Τέλος, το προϊόν που έφερε τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρουσιάστηκε στον πελάτη.

Λέξεις κλειδιά: γιαούρτι, διατροφική αξία, λειτουργικό τρόφιμο, οργανοληπτική δοκιμή

## **Abstract**

New market trends lead the dairy industry to seek solutions to provide products that meet the needs of specific costumers. For this reason, in this present thesis the development of a functional product, drinking yogurt, in the KRIKRI dairy industry is studied after a request of a customer. The final products had to have specific nutrition claims such as high protein, fat free and lactose free. For the development of the functional drinking yogurt, the production process was studied, and six different products were developed.

After their production, the nutritional value of the produced samples was analyzed to confirm the validity of the nutrition claims that had been defined.

Then on the 7th to the 21st day of storage of the products the pH was measured. At the same time, on the 7th and 21st day, an organoleptic evaluation of the products took place, the data of which were interpreted using statistical analysis. Finally, the product with the best organoleptic characteristics was sampled to the customer.

Keywords: yogurt, nutritional value, functional food, organoleptic evaluation



# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Η ιστορία του γιαουρτιού

Το γιαούρτι καταναλώνεται από την αρχαιότητα και ανά τον κόσμο διαθέτει μεγάλη ποικιλία ονομάτων. Η ενσωμάτωση των γαλακτοκομικών προϊόντων στη διατροφή του ανθρώπου χρονολογείται περίπου στο 10.000–5000 π.Χ., με την εξημέρωση των γαλακτοπαραγωγών ζώων (αγελάδες, πρόβατα, κασίκες, βουβάλια και καμήλες) (Fisberg, 2015). Εκείνη την εποχή, το γάλα ως ευπαθές προϊόν δεν μπορούσε να διατηρηθεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η χρήση του. Την ίδια εποχή, οι βοσκοί της Μέσης Ανατολής μετέφεραν γάλα σε σακούλες που προέρχονταν από εντερικό ιστό. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε πως η επαφή του γάλακτος με τα εντερικά υγρά συντέλούσε στην πήξη και την όξυνσή του γάλακτος (McGee, 2004).

Το γιαούρτι ήταν πολύ γνωστό στην ελληνική και ρωμαϊκή αυτοκρατορία και οι Έλληνες ήταν οι πρώτοι που το ανέφεραν σε γραπτές αναφορές το 100 π.Χ. (Fisberg, 2015). Πιστεύεται ότι η λέξη «γιαούρτι» προέρχεται από την τουρκική λέξη «*yoğurtmak*», που σημαίνει γίνεται πιο πηκτό, πήζει ή γίνεται πιο όξινο (McGee, 2004).

Μόλις τον 20ο αιώνα οι ερευνητές έδωσαν μια εξήγηση για τα οφέλη για την υγεία που συνδέονται με την κατανάλωση γιαουρτιού. Το 1905, ένας φοιτητής ιατρικής, ο *Stamen Grigorov*, ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε τον *Bacillus bulgaricus* (*L. bulgaricus*), ένα γαλακτικό βακτήριο που χρησιμοποιείται ακόμα στις καλλιέργειες γιαουρτιού ακόμα και σήμερα. Με βάση τα ευρήματα του *Grigorov*, το 1909, η Ρωσίδα νομπελίστας, *Yllia Metchnikoff*, από το Ινστιτούτο Παστέρ στο Παρίσι, πρότεινε ότι τα βακτήρια στο γιαούρτι συνδέονται με τη μακροζωία. Στις αρχές του 20ου αιώνα, το γιαούρτι έγινε γνωστό για τα οφέλη του στην υγεία και αρχικά πωλούνταν στα φαρμακεία ως ιατρικό σκεύασμα. Αργότερα, το γιαούρτι γνώρισε και εμπορική επιτυχία όταν ο *Isaac Carasso*, από τη Βαρκελώνη, άρχισε να παράγει γιαούρτι σε συνδυασμό με μαρμελάδες. Μερικά χρόνια αργότερα, ο γιος του *Isaac*, *Daniel Carasso*, ίδρυσε τη *Dannon* (*Danone* στη Γαλλία) (Fisberg, 2015).

Πλέον, το γιαούρτι καταναλώνεται ευρέως καθώς οι διαδικασίες παραγωγής του βασίζονται σε πολύ μεγαλύτερους όγκους και οι έλεγχοι που αφορούν την παραγωγή του είναι απαραίτητοι και πιο αυστηροί. Ωστόσο, η βασικά αρχική τεχνογνωσία παραμένει η ίδια αν και έχει εξελιχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό.

## 1.2 Ορισμός του γιαουρτιού

Σήμερα, το γιαούρτι καταναλώνεται ευρέως καθώς οι διαδικασίες παραγωγής του βασίζονται σε πολύ μεγαλύτερους όγκους και οι έλεγχοι που αφορούν την παραγωγή του είναι απαραίτητοι και πιο αυστηροί. Λόγω της μεγάλης βιομηχανικής παραγωγής του γιαουρτιού έχει δοθεί ένα συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο για την διατήρηση της ποιότητας του γιαουρτιού, την ασφάλεια των παραγόμενων προϊόντων και την προστασία των καταναλωτών από ενδεχόμενη εμπορική παραπλάνηση.

Σύμφωνα με το άρθρο 82 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ως γιαούρτι ορίζεται «το γαλακτομικό προϊόν που προκύπτει από την πήξη νωπού γάλακτος μέσω της υποχρεωτικής χρήσης θερμοφίλων καλλιεργείων εκκίνησης *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*». Επίσης, στο ίδιο άρθρο αναφέρεται πως το τελικό προϊόν θα πρέπει να περιέχει ζωντανά βακτήρια τουλάχιστον σε ποσότητα  $10^7$  cfu/g προϊόντος μέχρι την τελική ημερομηνία ανάλωσης του. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο γιαούρτι από αγελαδινό ή γίδινο γάλα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,2% και από πρόβειο γάλα τουλάχιστον 5,5%.

Το γάλα που θα χρησιμοποιηθεί με σκοπό την παραγωγή γιαουρτιού θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από την απουσία αντιβιοτικών και άλλων αντιμικροβιακών παραγόντων, τα οποία συντελούν και στη παρεμπόδιση της ανάπτυξης των βακτηρίων που προστίθενται στην καλλιέργεια εκκίνησης (ΦΕΚ 2457/Β/09.08.2016).

### Χαρακτηριστικά του γιαουρτιού

Η παραγωγή του γιαουρτιού είναι αποτέλεσμα της συνεργατικής δράσης των βακτηριακών καλλιεργείων εκκίνησης τα οποία συμβάλουν στην γαλακτική ζύμωση της λακτόζης. Ως προϊόν της συγκεκριμένης ζύμωσης είναι το γαλακτικό οξύ το οποίο οδηγεί σε επακόλουθη μείωση του  $pH$ . Κατά την πτώση του  $pH$ , επέρχεται ταύτιση του με το ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών ( $pH=4,6$ ) όπου και παρατηρείται η πήξη του γάλακτος και η δημιουργία του πηγματος του γιαουρτιού (Adolfsson, Meydani, & Russell, 2004).

Το γιαούρτι διαθέτει πληθώρα μοναδικών χαρακτηριστικών, με μερικά από αυτά να αφορούν το χαμηλό  $pH$  (4,2), την οξύτητα (90 °D), την ιδιαίτερη γεύση και τα αρώματα που προκύπτουν κατόπιν ζύμωσης και διαμορφώνονται σύμφωνα με τα προϊόντα μεταβολισμού των γαλακτικών βακτηρίων (Ζερφυρίδης Γ., 2001). Όσον αφορά την ρεολογία του, δηλαδή τη παραμόρφωση και την ροή του, το γιαούρτι χαρακτηρίζεται ως ψευδοπλαστικό, καθώς έχει τάση διαρροής που πρέπει να ξεπεραστεί ώστε να

ξεκινήσει η ροή του (Rao, 1999). Μπορεί να είναι είτε ιξωδοελαστικό ρευστό, στην περίπτωση αναδευμένου ή πόσιμου γιαουρτιού είτε στερεό ιξωδοελαστικό στην περίπτωση που πρόκειται για συμπαγούς δομής γιαούρτι (Lee, 2010).

## **Ο ρόλος του γιαουρτιού στην διατροφή**

Τα τελευταία χρόνια, ο ρόλος του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων στον οργανισμό του ανθρώπου συζητείται ολοένα και περισσότερο (Astrup et al., 2016). Η πλούσια διατροφική αξία του γιαουρτιού και τα ωφέλιμα χαρακτηριστικά που φέρει, το κατατάσσουν ως ένα λειτουργικό τρόφιμο που προάγει την συνολική υγεία (Shiby, 2013).

Το γιαούρτι είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και θεωρείται εξαιρετική πηγή απαραίτητων αμινοξέων για τη διατροφή του οργανισμού του ανθρώπου. Οι πρωτεΐνες του γιαουρτιού είναι ίδιες με αυτές του γάλακτος, αλλά έχουν μεγαλύτερη βιολογική αξία λόγω της ευκολότερης αφομοίωσης, λόγω των φυσικοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά τα στάδια της παραγωγής του. (Bodot, 2013)

Τα λιπαρά που προσλαμβάνονται μέσω των γαλακτοκομικών, εκτός από την παροχή ενέργειας, την προστασία ζωτικών οργάνων και τις δομικές τους ιδιότητες για την σύσταση των κυτταρικών μεμβρανών χρησιμεύουν και ως σημαντικοί φορείς των λιποδιαλυτών βιταμινών (Muehlhoff, 2013). Ακόμη, περιέχουν αυξημένα ελεύθερα λιπαρά οξέα και συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), που συμβάλλει στην άμυνα έναντι της εμφάνισης καρκίνου και στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού (Adolfsson et al., 2004) (Gomez-Gallego, Gueimonde, & Salminen, 2018)

Επίσης το γιαούρτι αποτελεί σημαντική πηγή ασβεστίου και άλλων μετάλλων όπως καλίου, μαγνησίου, φωσφόρου, ψευδαργύρου, σεληνίου, καθώς και βιταμινών του συμπλέγματος B, βιταμίνης A και βιταμίνης D (Weaver, 2014);(Bodot, 2013)

Πολλά από τα συστατικά που περιέχονται στο γάλα δεν λειτουργούν μεμονωμένα, αλλά αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και μέσω της συνεργιστικής τους δράσης οδηγούν στην αύξηση της απορρόφησης ορισμένων θρεπτικών συστατικών και στην ενεργοποίηση του μεταβολισμού (Jacobs, Gross, & Tapsell, 2009). Έχει αναφερθεί πως η πρόσληψη πρωτεΐνης σε συνδυασμό με το ασβέστιο, που περιέχονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα συμβάλλει στην ενίσχυση της υγείας των οστών (Rizzoli, 2014).

### 1.3 Τύποι γιαουρτιού

Οι τύποι γιαουρτιού μπορούν να ταξινομηθούν με τρία διαφορετικά κριτήρια. Πιο συγκεκριμένα τα κριτήρια αυτά αφορούν, την πρώτη ύλη, την σύσταση της λιποπεριεκτικότητας τους και τον τρόπο παρασκευής τους.

#### Τύποι γιαουρτιού με βάση την πρώτη ύλη

Όσον αφορά τον πρώτο άξονα κατάταξης που αφορά την πρώτη ύλη, ουσιαστικά αναφέρεται στην προέλευση του γάλακτος το οποίο χρησιμοποιείται ως κύριο συστατικό. Στην Ελλάδα το γάλα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή γιαουρτιού προέρχονται κυρίως από: α) αγελαδινό, β) κατσικίσιο και γ) πρόβειο γάλα. Ανάλογα με την προέλευση του γάλακτος παρατηρείται και διαφορετική αναλογία των συστατικών τους και κατά συνέπεια προϊόντα γιαουρτιού με διαφορετική σύσταση, γεύση και άρωμα.

Πίνακας 1.3.α Σύσταση του γάλακτος διαφόρων θηλαστικών εκφρασμένη (%) κατά βάρος (Chandan 2006).

Προέλευση γάλακτος	Αγελαδινό	Κατσικίσιο	Πρόβειο
Νερό(% κ.β)	87,4	87,0	81,6
Λιπαρά(%κ.β )	3,9	4,5	7,5
Πρωτεΐνη((%κ.β)	3,3	3,3	10,3
Λακτόζη((%κ.β)	4,7	4,6	2,7
Τέφρα((%κ.β)	0,7	0,6	1,4

Το γάλα γενικά αποτελεί ένα γαλάκτωμα που είναι πλούσιο σε πληθώρα θρεπτικών συστατικών. Τα κύρια συστατικά του είναι: οι πρωτεΐνες, η λακτόζη, τα λιπαρά, , τα μέταλλα και ιχνοστοιχεία.

- ❖ Λακτόζη: Η λακτόζη είναι ο βασικός υδατάνθρακας του γάλακτος, που αποτελείται από γλυκόζη και γαλακτόζη.
- ❖ Λιπαρά: Στο γάλα παρατηρείται πληθώρα λιπαρών οξέων που διαφέρουν στο μέγεθος της αλυσίδας τους καθώς και στον κορεσμό τους.
- ❖ Πρωτεΐνες: Το 80% των πρωτεϊνών του γάλακτος αποτελείται από την καζεΐνες (  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ - καζεΐνες). Το υπόλοιπο 20% αποτελείται κατά κύριο λόγο από πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος, με την κυριότερη να είναι η  $\beta$ -λακτοσφαιρίνη.

- ❖ Μέταλλα: Τα κύρια μέταλλα που συναντώνται στο γάλα είναι: το *Ca, K, Na, Mg*.

## **Τύποι γιαουρτιού με βάση την λιποπεριεκτικότητα του γιαουρτιού**

Σύμφωνα με το δεύτερο κριτήριο κατάταξης, το ποσοστό των λιπαρών, το γιαούρτι μπορεί να χαρακτηριστεί ως :

- ❖ Πλήρες
- ❖ Χαμηλών λιπαρών (0,5g έως 3g λιπαρών ανά 100g προϊόντος)
- ❖ Άπαχο (<0,5g λιπαρών ανά 100g προϊόντος) (ΕΚ 1924/2006)

Σήμερα, η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων με χαμηλά λιπαρά συνίσταται από πολλούς ειδικούς φορείς (Elwood, Pickering, Givens, & Gallacher, 2010). Ωστόσο, δεν είναι λίγες οι έρευνες από τις οποίες έχει παρατηρηθεί αρνητική συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης γαλακτοκομικών με πλήρη λιπαρά και της πιθανότητας εμφάνισης παχυσαρκίας τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά (Wadolowska et al., 2018), (Lu, 2016).

## **Τύποι γιαουρτιού με βάση τις μεθόδους παρασκευής γιαουρτιού**

Τέλος σύμφωνα και με το τρίτο κριτήριο ταξινόμησης των τύπων γιαουρτιού ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους αυτά διαχωρίζονται περαιτέρω σε: παραδοσιακού, στραγγιστού, βιομηχανικού τύπου και επιδορπίων γιαουρτιού.

### **1.3.1 Παραδοσιακού τύπου**

Για να χαρακτηριστεί ένα γιαούρτι παραδοσιακό, πρέπει να φέρει υμένα(πέτσα) στην επιφάνεια του και να παράγεται αποκλειστικά από νωπό ή παστεριωμένο γάλα χωρίς να έχει προηγηθεί περαιτέρω επεξεργασία του. Επιτρέπεται μόνο η ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας του γάλατος έως ότου είναι τεχνολογικά επιτεύξιμο ο σχηματισμός της χαρακτηριστικής πέτσας (*Άρθρο 82: Γιαούρτι*, 2016).

Κατά την παραδοσιακή διαδικασία γίνεται διήθηση του γάλατος, βρασμός και αποθήκευση του σε θερμοκρασία ~44 °C στα κύπελλα συσκευασίας, μέχρι την δημιουργία της στοιβάδας λιποσφαιριδίων στην επιφάνεια του. Αποτελεί τον μοναδικό τύπο γιαουρτιού που δεν υφίσταται ομογενοποίηση καθώς μετά τον βρασμό το γάλα μεταφέρεται σε κύπελα συσκευασίας όπου και πραγματοποιείται η πήξη του (Καμιναρίδης Σ., 2009). Έπειτα ο υμένας σηκώνεται προσεκτικά και γίνεται ο

εμβολιασμός με την οξυγαλακτική καλλιέργεια (μαγιά γιαουρτιού προηγούμενης ημέρας ή καθαρή καλλιέργεια), ακολουθεί η επώαση στους ~44 °C και ψύξη.

Οι συνθήκες υγιεινής κατά την παραδοσιακή παραγωγική διαδικασία βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα καθώς πολλές επεξεργασίες γίνονται με πρόχειρα μέσα και με εμπειρικό τρόπο. Η σύγχρονη γαλακτοβιομηχανία έχει αναβαθμίσει την τεχνολογία παρασκευής εισάγοντας αυτοματοποιημένες διεργασίες και βελτιώνοντας συνολικά το τελικό αποτέλεσμα (Ζερφυρίδης Γ., 2001)

### 1.3.2 Στραγγιστού τύπου

Στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το γιαούρτι μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6% πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή κατσικίσιο γάλα και 8% για το πρόβειο γάλα (*Άρθρο 82, Κώδικας Τροφίμων και Ποτών*, 2016).

Το στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται από αυξημένη αναλογία στερεών συστατικών (Καμινारीδης Σ., 2009). Η υψηλότερη περιεκτικότητα πρωτεϊνών και η χαμηλότερη σύσταση σε σάκχαρα στο συγκεκριμένο τύπο οφείλεται στην στράγγιση του. Η διαδικασία της στράγγισης παραδοσιακά πραγματοποιούνταν μέσω τσαντίλων, πανιών ή σακουλιών, ενώ οι σύγχρονες πρακτικές περιλαμβάνουν μεθόδους φυγοκέντρωσης σε ειδικού τύπου διαχωριστήρες και συμπύκνωσης με υπερδιήθηση μέσω ημιπερατών μεμβρανών (Jørgensen, 2018; Wang, 2004; Μαντής, 2000).

Η αφαίρεση μέρους του ορού ακόμα και σε τύπους γιαουρτιού που χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά συμβάλλει στη δημιουργία ενός τελικού προϊόντος με κρεμώδη και πλούσια υφή (Robinson, 2007).

### 1.3.3 Επιδόρπια γιαουρτιού

Η ελληνική νομοθεσία ορίζει ως επιδόρπιο (*dessert*) το έτοιμο προϊόν προς βρώση που παρασκευάζεται:

- ❖ Από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.
- ❖ Από προϊόντα γάλακτος ή και συστατικό γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος, λακτόζη) ή και μαγιά γιαουρτιού όπου και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα βρίσκεται σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος, αναγόμενο σε νωπό γάλα
- ❖ Με προσθήκη σακχάρων
- ❖ Με φρούτα ή χυμούς φρούτων (με ή χωρίς ζάχαρη)

- ❖ Με κακάο σκόνη (λιποπεριεκτικότητα 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο), σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ με ή χωρίς καφεΐνη

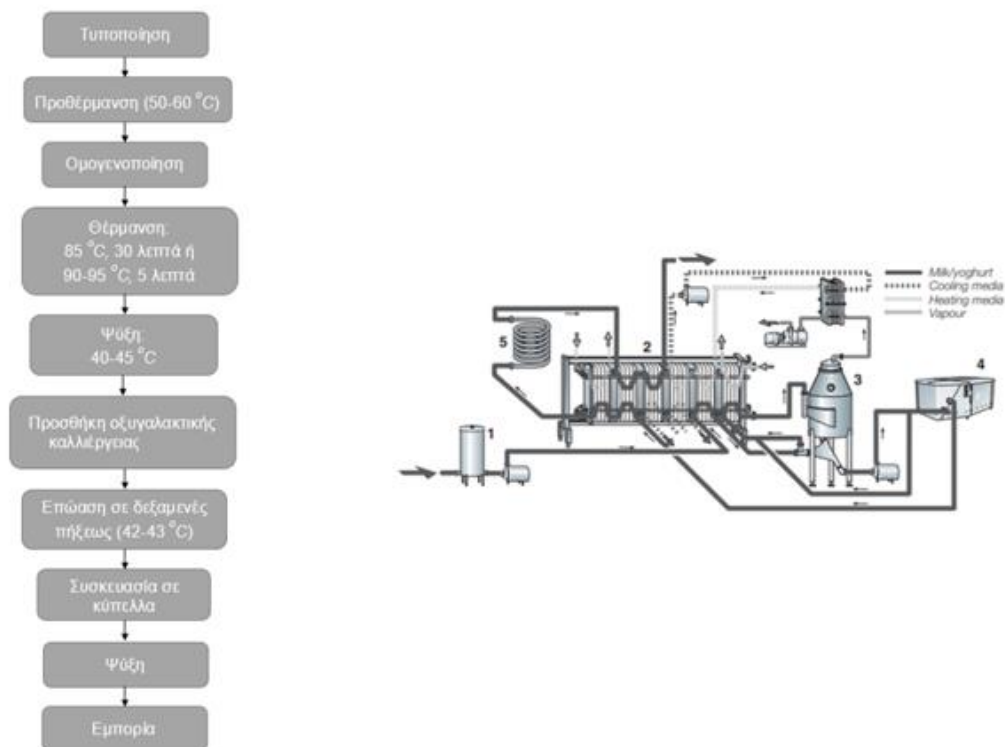
Στα παραπάνω προϊόντα επιτρέπεται και η προσθήκη τεχνιτών αρωματικών, χρωστικών υλών, σταθεροποιητών, πυκνωτικών και πηκτικών υλών. (Άρθρο 84, Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2010).

### 1.3.4 Βιομηχανικού τύπου

Στο βιομηχανικού τύπου γιαούρτι συγκαταλέγονται δύο μεγάλες κατηγορίες, αυτά της:

- ❖ Συνεκτικής δομής (τύπου *set*)
- ❖ Αναδευμένης δομής (τύπου *stirred*).

Στο τύπου *set* γιαούρτι, η επώαση και η ψύξη πραγματοποιούνται εντός της τελικής συσκευασίας, διατηρώντας ανέπαφο το πήγμα. Ενώ στο τύπου *stirred* γιαούρτι η επώαση γίνεται σε δεξαμενές, το πήγμα θραύεται και ψύχεται προτού συσκευαστεί στους τελικούς περιέκτες και αποθηκευτεί σε θερμοκρασία συντήρησης (Sfakianakis & Tzia, 2014).



Εικόνα 1.3.4.α: Συνοπτική απεικόνιση της παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού τύπου *stirred* (Tamime, 2006; Μαντής, 2000).

### **1.3.4.1 Πόσιμο γιαούρτι**

Το πόσιμο γιαούρτι αποτελεί μια υποκατηγορία του αναδευμένου γιαουρτιού. Παρασκευάζεται με τον ίδιο τρόπο αλλά με την ειδοποιό διαφορά ότι η δομή του έχει χαμηλότερο ιξώδες. Μια κοινή πρακτική στην παρασκευή ρευστής δομής γιαουρτιού είναι το γάλα που θα χρησιμοποιηθεί να είναι χαμηλό σε λιπαρά (Robinson, 2007; Shiby, 2013).

Η συσκευασία των προϊόντων αυτού του είδους γιαουρτιού συνηθίζεται να γίνεται σε μπουκάλια ή ποτήρια, προσφέροντας μια εύκολη χρήση στον καταναλωτή κατά την πόση του.

## **1.4 Μεθοδολογία παραγωγικής διαδικασίας βιομηχανικού γιαουρτιού**

Οι βασικές διεργασίες, εικόνα 1.3.4.α, για την παραγωγή του βιομηχανικού είδους γιαουρτιού που αναφέρθηκε προκύπτουν από τα ίδια βασικά στάδια βιομηχανικής επεξεργασίας και προετοιμασίας του γάλακτος. Σήμερα, οι γαλακτοβιομηχανίες έχουν τηρήσει τη βασική τεχνολογία αλλά έχουν εκσυγχρονίσει τα στάδια παραγωγής με αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση των συνθηκών υγιεινής και εμφάνισης του προϊόντος. Ο τρόπος με τον οποίον πραγματοποιούνται τα παρακάτω βήματα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο γιαουρτιού που παράγεται (Lee, 2010; Μαντής, 2000).

### **Καθαρισμός**

Το νωπό γάλα που παραλαμβάνεται από τις φάρμες, είναι ένα ευπαθές προϊόν λόγω των πολλών μικροοργανισμών και ακαθαρσιών που περιέχει. Στις γαλακτοβιομηχανίες ο καθαρισμός του γάλακτος γίνεται μηχανικά με την χρήση φυγόκεντρων μηχανών. Ο διαχωρισμός μέσω φυγοκέντρωσης των ξένων υλών που περιέχονται στο γάλα, στηρίζεται στο γεγονός πως είναι βαρύτερες και διαφεύγουν προς το εξωτερικό κάλυμμα του τυμπάνου της φυγόκεντρου. Το γάλα μετά την διαύγαση του και εφόσον δεν χρησιμοποιηθεί άμεσα πρέπει να αποθηκευτεί υπό ψύξη. Τα απορρίμματα που απορρέουν από αυτήν την διεργασία είναι πλούσια σε οργανική ύλη και συλλέγονται στον βιολογικό καθαρισμό (Ζερφυρίδης Γ., 2001).



## Τυποποίηση της λιποπεριεκτικότητας και του ΣΥΑΛ

Η σύνθεση του γάλατος δεν είναι σταθερή και μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την εποχή και την κτηνοτροφική μονάδα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις ποικίλες απαιτήσεις των καταναλωτών για προϊόντα γιαουρτιού με διαφορετικά χαρακτηριστικά που να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές διατροφικές ανάγκες κάνει φανερό ότι το γάλα θα πρέπει να έχει προκαθορισμένη σύνθεση πράγμα που απαιτεί την τυποποίηση του.

Το γάλα τυποποιείται ως προς την σύσταση των λιπαρών με την απομάκρυνσή τους με φυγοκέντρηση (~60 °C). Έπειτα γίνεται χρήση της κρέμας γάλακτος που προκύπτει για την ανάμιξη με το αποβουτυρωμένο γάλα. Ρυθμίζεται με αυτόν τον τρόπο η τελική περιεκτικότητα στο επιθυμητό επίπεδο (Lee, 2010; Robinson, 2007).

Το ΣΥΑΛ(στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους), αποτελείται από πρωτεΐνες, τη λακτόζη και τα μεταλλικά στοιχεία που περιέχονται στο γιαούρτι. Η διαδικασία της τυποποίησης του (ΣΥΑΛ), στοχεύει στην αύξηση των πρωτεϊνών στο τελικό προϊόν βελτιώνοντας την δομή και την υφή του. (Robinson, 2007). Η επίτευξη αυτού του σκοπού πραγματοποιείται με την παραδοσιακή μέθοδο της προσθήκης σκόνης γάλακτος ή με την προσθήκη πρωτεϊνών γάλακτος. Επιπλέον, πιο σύγχρονα εργαλεία και με καλύτερο αποτέλεσμα είναι η συμπύκνωση με χρήση υπερδιήθησης ή της αντίστροφης ώσμωσης με ημιπερατές μεμβράνες από πολυμερή με εφαρμογή πίεσης (Robinson, 2007).

## Ομογενοποίηση

Κατά την ομογενοποίηση του γάλατος, συμβαίνει ο τεμαχισμός των λιποσφαιριδίων σε μικρότερα μεγέθη και έχει ως σκοπό την ομοιογενή διασπορά του λίπους στο μίγμα. Με αυτόν τον τρόπο, αποφεύγεται ο σχηματισμός συσσωματωμάτων λιποσφαιριδίων που ανέρχονται στην επιφάνεια κατά την επώαση και την αποθήκευση, ελαττώνεται το φαινόμενο της συναίρεσης και αυξάνεται η υφή του πηγματος(Lee, 2010; Ζερφυρίδης Γ., 2001).Οι συνηθέστερες τιμές πίεσης κατά την ομογενοποίηση είναι περίπου 100-200 *bar* στο πρώτο στάδιο και περίπου 50 *bar* στο δεύτερο στάδιο, σε θερμοκρασία κοντά στους 60-70 °C (Malitz, 1971).

## Θέρμανση του μίγματος

Η θερμική επεξεργασία είναι ένα κρίσιμο βήμα στην παραγωγή γιαουρτιού, το οποίο προσδίδει στο γάλα φυσικοχημικές αλλαγές που αυξάνουν τη συμπαγή δομή του γιαουρτιού και διευκολύνει την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το γάλα θερμαίνεται σε πλακοειδής εναλλάκτες θερμότητας. Οι πιο κοινοί συνδυασμοί θερμοκρασίας και χρόνου που χρησιμοποιούνται στις γαλακτοβιομηχανίες είναι: 85 °C για 30 λεπτά ή 90-95 °C για 5 λεπτά. Λιγότερα συχνά, συναντάτε η θερμική επεξεργασία σε πολύ υψηλή θερμοκρασία για σύντομο χρονικό διάστημα: 100 °C έως 130 °C για 4 έως 16 δευτερόλεπτα, ή η υπέρ- υψηλή παστερίωση *UHT*: 140 °C για 4 έως 16 δευτερόλεπτα (Sodini, Remeuf, Haddad, & Corrieu, 2004).

Βασικές επιδράσεις της θέρμανσης στους παραπάνω χρόνους είναι :

- ❖ Η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών (Lee, 2010).
- ❖ Η απενεργοποίηση των ενζύμων που βρίσκονται στο γάλα, αποτρέποντας τις λιπολύσεις και τις πρωτεολύσεις που δημιουργούν αντίστοιχα ταγκή και πικρή γεύση
- ❖ Η μετουσίωση της α-λακταλβουμίνης και β λακτοσφαιρίνης, που σχηματίζουν ένα σύμπλοκο με τις κ-καζεΐνες, σταθεροποιώντας το καζεϊνικό μικκύλιο ακόμη περισσότερο. Ο σχηματισμός του συμπλόκου γίνεται με δισουλφιδικούς δεσμούς(-SS). (Shah, 2003)

Το σύμπλοκο του καζεϊνικού μικκυλίου έχει ως συνέπεια την μείωση της συναίρεσης και την αύξηση της συνοχής του πηγματος, καθώς επιφέρει:

- ❖ Αύξηση του υδρόφιλου χαρακτήρα των πρωτεϊνών και συγκράτηση περισσότερης υγρασίας
- ❖ Σχηματισμό πλέγματος μικκυλίων καζεΐνης όμοια διασπαρμένων, ανάμεσα στα οποία ακινητοποιείται η υδατική φάση
- ❖ Τον μετασχηματισμό σε μικρότερο μέγεθος των καζεϊνικών συσσωματωμάτων συνεπώς και την κατανομή τους σε μεγαλύτερη επιφάνεια (Ζερφυρίδης Γ., 2001).

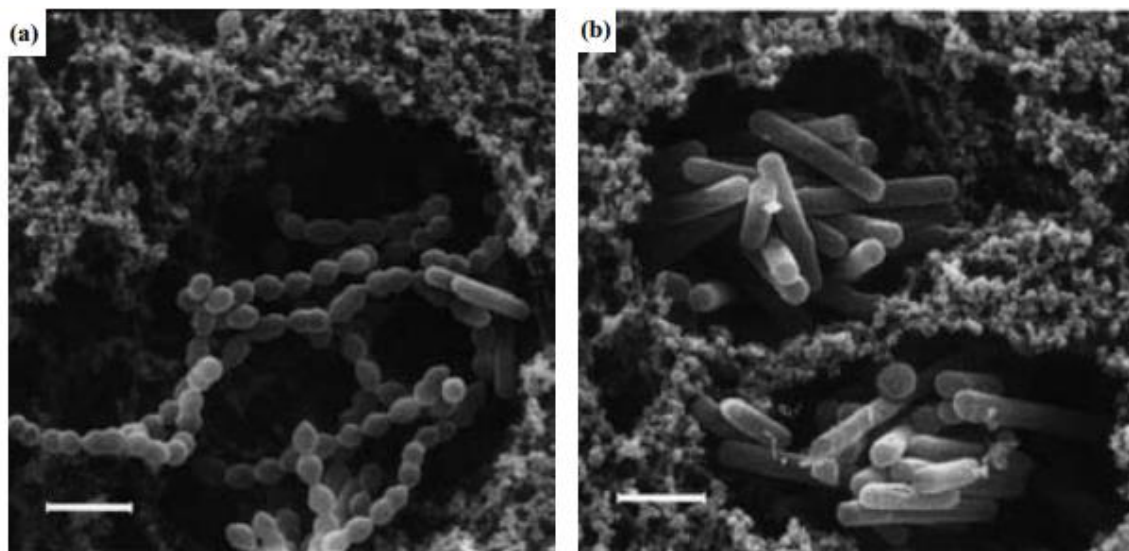
## Απόσμηση

Το γάλα πολλές φορές φέρει οσμές από τις φάρμες που παραλαμβάνεται. Στην γαλακτοβιομηχανία το γάλα περνάει από ένα μηχάνημα που ονομάζεται αποσμητής. Στον αποσμητή το γάλα θερμαίνεται στους ~70 °C υπό ανάδευση και σε ατμόσφαιρα

κενού ώστε να απομακρυνθούν οι οσμές που προέρχονται από τις πτητικές ενώσεις. Ο αποσμητής βρίσκεται πάντα στην γραμμή παστερίωσης και η απόσμηση είναι μια διαδικασία συνεχούς λειτουργίας (Tamime, 2006; Ζερφυρίδης Γ., 2001).

## Εμβολιασμός με καλλιέργεια

Μετά την παστερίωση το γάλα ψύχεται σε θερμοκρασία 40-45 °C ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των μικροοργανισμών στην καλλιέργεια εκκίνησης (Lee, 2010). Για την παραγωγή γιαουρτιού απαιτείται ο εμβολιασμός του γάλακτος με οξυγαλακτική καλλιέργεια βακτηρίων. Τα βακτήρια αυτά είναι τα: *Streptococcus thermophilus* και το *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* και έχουν την δυνατότητα υδρόλυσης της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Το βακτήριο *L. bulgaricus* είναι υπεύθυνο για την παραγωγή D- γαλακτικού οξέος και το *S. thermophilus* για την παραγωγή L- γαλακτικού οξέος, το πρώτο βακτήριο είναι υπεύθυνο για την παραγωγή των μεγαλύτερων ποσοτήτων γαλακτικού οξέος. Η γαλακτόζη δεν μεταβολίζεται περαιτέρω ενώ αντίθετα η γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ μέσω του ενζύμου γαλακτική αφυδρογονάση (LDH) των βακτηρίων αυτών. Τα βακτήρια αυτά δρουν συνεργατικά, ευνοώντας το ένα την ανάπτυξη του άλλου. Πιο συγκεκριμένα, μετά τον εμβολισμό της καλλιέργειας στο γάλα, πρώτο ξεκινά να αναπτύσσεται το βακτήριο *S. thermophilus* καθώς είναι πιο ανεκτικό στο ουδέτερο pH και είναι πιο αποτελεσματικό στην πρόσληψη αμινοξέων και ιχνοστοιχείων σε σχέση με το *L. bulgaricus*. Κατά την ανάπτυξη του *S. thermophilus* παράγεται μυρμηκικό οξύ και φυλλικό οξύ. Ειδικά το φυλλικό οξύ είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του *L. bulgaricus* καθώς στερείται των γονιδίων υπεύθυνων για την βιοσύνθεση του φυλλικού οξέος και επομένως την βιοσύνθεση πουρινών. Επιπλέον κατά την ανάπτυξη του *S. thermophilus* παράγεται και CO<sub>2</sub> που ευνοεί την ανάπτυξη του λιγότερο ανθεκτικού στο οξυγόνο *L. bulgaricus*. Μετά από κάποιο σημείο η ανάπτυξη του *S. thermophilus* επιβραδύνεται λόγω της ανεπάρκειας ελεύθερων αμινοξέων και πιο συγκεκριμένα, αμινοξέων με διακλαδισμένες πλευρικές αλυσίδες και ομάδες -S. Σε αυτό το σημείο ξεκινάει η ανάπτυξη του *L. bulgaricus* το οποίο τροφοδοτεί με αυτά τα αμινοξέα το *S. thermophilus* με την δράση μίας πρωτεάσης του κυτταρικού τοιχώματος (PrtB). Η δράση αυτής της πρωτεάσης είναι επαρκής ώστε να τροφοδοτήσει την ανάπτυξη και των δύο βακτηρίων (Sieuwerts, 2016).

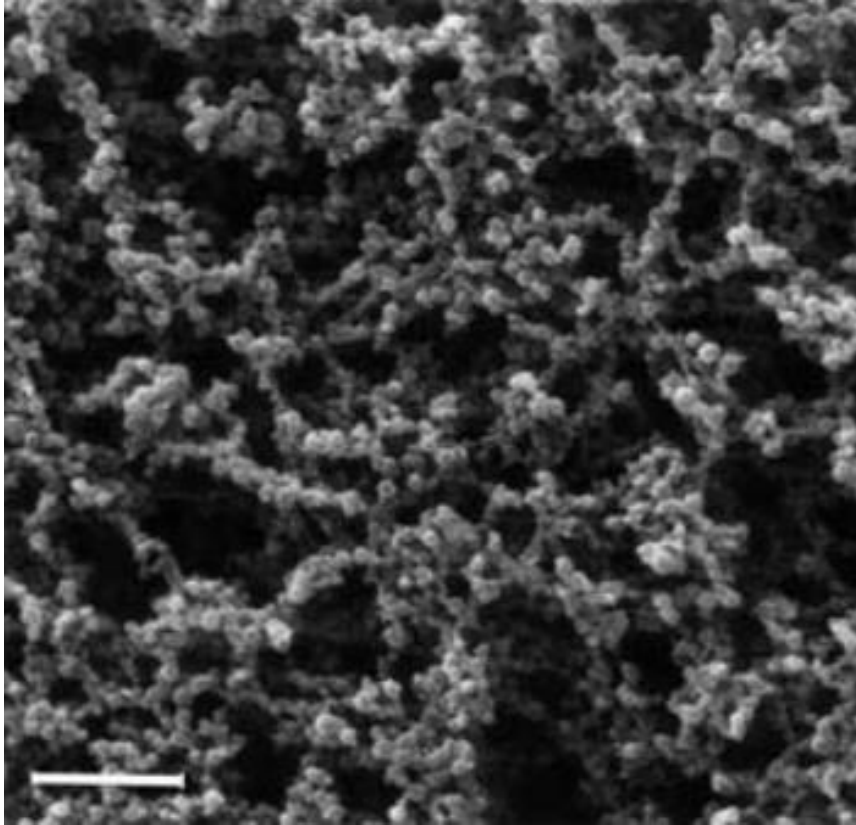


Εικόνα 1.4.α: α) Κόκκοι *S. thermophilus*, β) αποικίες ράβδων *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Tamime, 2006).

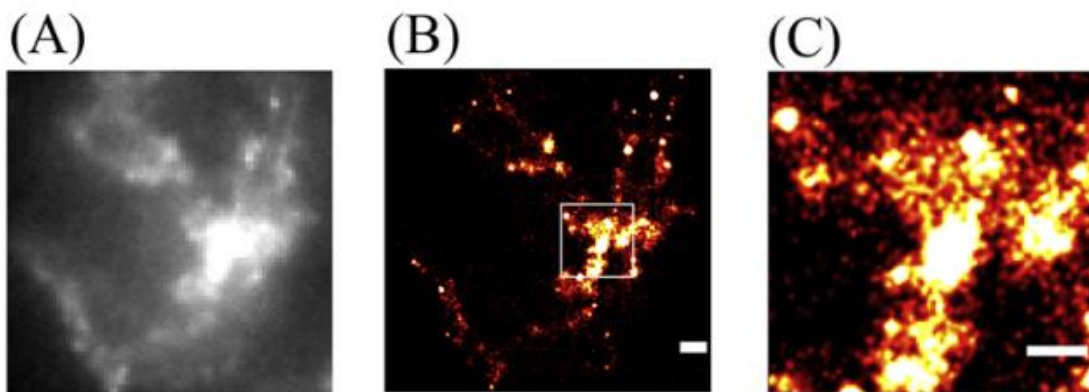
### Δημιουργία πήγματος

Μετά από 3-4 ώρες από την επώαση με την οξυγαλακτική καλλιέργεια παρατηρείται αύξηση της οξύτητας (1,0-1,2 g/100 mL γαλακτικού οξέος), γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία πήγματος. Η δημιουργία του πήγματος οφείλεται κατά κύριο λόγο στην παρουσία του γαλακτικού οξέος, καθώς γίνεται πτώση του  $pH$  η οποία με την σειρά της έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του αρνητικού φορτίου στην επιφάνεια των καζεϊνικών μικκυλίων με αποτέλεσμα να μειώνονται οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις τους μεταξύ των ομάδων.

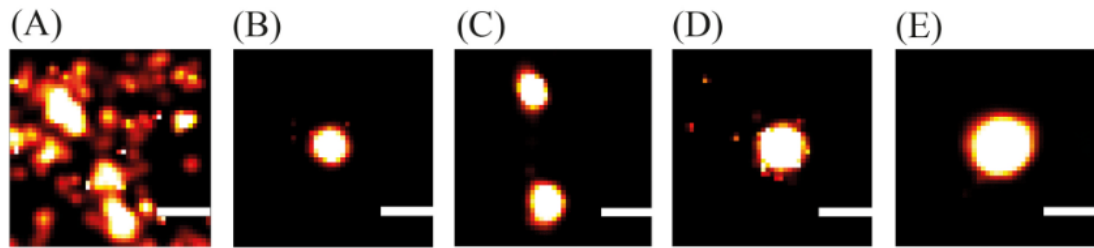
Ταυτόχρονα, καθώς το  $pH$  μειώνεται κοντά στην τιμή 5, κατά την διάρκεια της ζύμωσης της λακτόζης προς γαλακτικό οξύ, μέρος του συμπλέγματος κολλοειδούς ασβεστίου και φωσφόρου μεταβάλλονται σε διαλυτή κατάσταση αποβαλλόμενα από το καζεϊνικό μικκύλιο. Με αυτόν τον τρόπο το καζεϊνικό μικκύλιο αποσταθεροποιείται και παράλληλα ελαττώνεται και το ηλεκτρικό του φορτίο. Η πήξη του μίγματος ξεκινάει στην τιμή 5 του  $pH$  και γίνεται μέγιστη όταν αυτή προσεγγίσει την τιμή  $pH$  4,6, που αποτελεί και το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης. Στο  $pH$  4.6, το καζεϊνικό μικκύλιο δεν έχει πλέον δεσμευμένα άλατα, είναι πλήρως αποσταθεροποιημένο και χωρίς ηλεκτρικό φορτίο. Το ασβέστιο και το γαλακτικό οξύ σχηματίζουν γαλακτικό ασβέστιο και τα καζεϊνικά μικκύλια το πήγμα, ένα τρισδιάστατο δίκτυο που αποτελείται από συμπλέγματα και αλυσίδες καζεϊνών. (Foroutanparsa, 2021; Ouanezar, 2012; Tamime, 2006)



Εικόνα 1.4.β: Εικόνα πηκτής γιαουρτιού από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Tamime, 2006).



Εικόνα: 1.4.γ Στην εικόνα παρατηρείται το πλέγμα καζεϊνών που σχηματίζεται σε  $pH$  κάτω του 5.2 με απεικόνιση μικροσκοπίας *dSTORM* : (A) εικόνα συσσωματώματος καζεΐνης σε  $pH$  4,5, (B) Απόδοση υψηλής ανάλυσης της περιοχής ενδιαφέροντος που εμφανίζεται στο σημείο (A) στα 1000nm, (C)Μεγέθυνση του σημείου ενδιαφέροντος που εμφανίζεται στο (B) στα 500 nm (Foroutanparsa, 2021).



Εικόνα 1.4.δ: Στην εικόνα παρατηρούνται τα καζεϊνικά μικκύλια κατά την διάρκεια εξέλιξης του  $pH$  σε απεικόνιση μικροσκοπίας *dSTORM* στα 250 nm.: (A)  $pH$  4.5. (B)  $pH$  5.5. (C)  $pH$  7. (D)  $pH$  7.5. (E)  $pH$  8.3 (Foroutanparsa, 2021).

## Ψύξη

Η ψύξη είναι το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας του γάλακτος για παρασκευή της γιαουρτιού. Μετά την πήξη διακόπτεται η παροχή θερμότητας στον επωαστικό θάλαμο και ο θάλαμος αερίζεται, ώστε να κατέβει η θερμοκρασία στους 15-20 °C. Το προϊόν συσκευάζεται στους κατάλληλους περιέκτες όπου και διατηρείται σε θερμοκρασία 2-6 °C. Με την ψύξη επιτυγχάνεται καλύτερη στερεοποίηση του πηγματος και επηρεάζονται σημαντικά οι ιδιότητες του προϊόντος (Kulshrestha, 1974) . Η ψύξη καθώς και ο ρυθμός με τον οποίον πραγματοποιείται η πτώση της θερμοκρασίας επηρεάζει την τελική οξύτητα, αφού η πτώση του  $pH$  συνεχίζεται και μετά τη διακοπή της επώασης κατά την αποθήκευση. Η ψύξη του προϊόντος έχει ως αποτέλεσμα την αναστολή της βιολογικής δράσης των μικροοργανισμών.

Η ψύξη δεν πρέπει να καθυστερεί, αλλά ούτε να είναι απότομη, γιατί θα προκαλέσει συστολή του πηγματος και απελευθέρωση ορού που είναι ανεπιθύμητη. (Κεχαγιάς, 2011)

## Συσκευασία

Ο σκοπός της συσκευασίας, είναι η διατήρηση του τρόφιμου στην καλύτερη δυνατή μορφή έως ότου την ημερομηνία ανάλωσης του από τον καταναλωτή. Θα πρέπει να προσφέρει προστασία στο τρόφιμο, εύκολη αποθήκευση και διακίνηση.

Στην Ελλάδα τα κύρια είδη συσκευασιών που συναντώνται είναι: πλαστική, γυάλινη, πήλινη και χάρτινη, σε ποικίλες διαστάσεις και βάρη.

## 1.5 Μελέτη και σχεδιασμός λειτουργικού προϊόντος στην γαλακτοβιομηχανία

Η βιομηχανία επιθυμεί να σχεδιάσει και να αναπτύξει λειτουργικά προϊόντα, καθώς πέραν της επαρκούς διατροφικής κάλυψης που προσφέρουν είναι καινοτόμα και επηρεάζουν ευεργετικά μια ή περισσότερες βασικές λειτουργίες του οργανισμού (Sajdakowska, Gebiski, & Gutkowska, 2021).

### Λειτουργικά τρόφιμα

Τα λειτουργικά τρόφιμα ονομάζονται αυτά που πέρα από τη κάλυψη των διατροφικών αναγκών μπορούν να παρέχουν επιπρόσθετα οφέλη στην υγεία (Bech-Larsen & Grunert, 2003).

Ο όρος «λειτουργικό τρόφιμο» πρωτοαναφέρεται στην Ιαπωνία περίπου στην δεκαετία του ογδόντα, και αφορά τρόφιμα που έχουν εμπλουτιστεί με ειδικά συστατικά που παρέχουν ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία του οργανισμού. Αργότερα, η έννοια του λειτουργικού τροφίμου έγινε αποδεκτή και σε άλλες χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, κάποιες Ευρωπαϊκές χώρες καθώς και άλλα μέρη του κόσμου. Δεν υπάρχει κοινός αποδεκτός ορισμός των λειτουργικών τροφίμων παγκοσμίως, αν και έχουν προταθεί αρκετοί ορισμοί (Alzamora, 2005). Οι εθνικοί, οι ακαδημαϊκοί και οι ειδικοί φορείς της βιομηχανίας τροφίμων γενικά αναφέρουν ότι τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν βιοενεργά συστατικά ή είναι εμπλουτισμένα με θρεπτικά συστατικά με σκοπό την παροχή θετικών επιδράσεων που αφορούν την υγεία. Επιπλέον, είναι παρόμοια σε εμφάνιση με τα συμβατικά τρόφιμα και προορίζονται για κατανάλωση ως μέρος της καθημερινής διατροφής (Lau, 2013).

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή για την επιστήμη των λειτουργικών τροφίμων (*FUFOSE*) αναφέρει ότι λειτουργικά τρόφιμα είναι αυτά που πέρα από την επαρκή διατροφική δράση τους, αποδεικνύουν ικανοποιητικά ότι επηρεάζουν ευεργετικά μία ή περισσότερες από τις βασικές λειτουργίες του οργανισμού κατά τέτοιο τρόπο που να βελτιώνει την κατάσταση υγείας και ευεξίας ή να μειώνει τον κίνδυνο εκδήλωσης ασθενειών. Θα πρέπει να διατηρούν την μορφή των συμβατικών τροφίμων και τα αποτελέσματά τους θα πρέπει να παρατηρούνται μετά από κατανάλωση φυσιολογικών ποσοτήτων συνιστάμενης ημερήσιας πρόσληψης. Ως εκ τούτου, δεν πρέπει να εμφανίζονται στη μορφή χαπιών ή καψουλών, αλλά να αποτελούν τμήμα ενός φυσιολογικού πλάνου διατροφής (Tur, 2015).

Ένα λειτουργικό τρόφιμο μπορεί να είναι ένα φυσικό τρόφιμο ή μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα συγκεκριμένα συστατικά, τα οποία έχουν ευεργετική επίδραση στην υγεία και την ευεξία του καταναλωτή.

Τα λειτουργικά τρόφιμα μπορούν να καταχτούν σε ορισμένες κατηγορίες, τα

- Φυσικά τρόφιμα, που ενέχουν τα λειτουργικά συστατικά
- Τροποποιημένα, όπου έχει αφαιρεθεί, μειωθεί ή αντικατασταθεί ένα επιβλαβές συστατικό για την υγεία
- Εμπλουτισμένα με προστιθέμενα συστατικά που δεν περιέχονται φυσικά στο τρόφιμο
- Ενισχυμένα ως προς ένα ή περισσότερα συστατικά τους (Lau, 2013)

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η ζήτηση για ενισχυμένα γαλακτοκομικά τρόφιμα με πρόσθετες ευεργετικές ιδιότητες, ο σχεδιασμός και η παραγωγή τους βρίσκονται στην κορυφή του ερευνητικού ενδιαφέροντος, καθώς χαρακτηρίζονται από αυξημένη καταναλωτική ζήτηση (Martins, 2018).

### **Μελέτη και ανάπτυξη λειτουργικού προϊόντος στην γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ**

Η ΚΡΙΚΡΙ Α.Ε ενημερώνεται διαρκώς για τις τάσεις της ελληνικής και της παγκόσμιας αγοράς, σε μια προσπάθεια να συμβαδίσει μαζί τους, αλλά και να οδηγηθεί πρώτη στην δημιουργία ενός προϊόντος που θα έχει απήχηση στους καταναλωτές.

Οι διεργασίες για την ανάπτυξη ενός καινοτόμου προϊόντος ξεκινούν από το τμήμα του *Marketing* το οποίο μελετάει και διεξάγει έρευνες αγοράς με σκοπό την εύρεση κενών στην καταναλωτική αγορά και επικοινωνεί τα αποτελέσματα με δυνητικούς πελάτες. Στην συνέχεια εάν υπάρχει ενδιαφέρον από τους πελάτες, το αίτημα μεταφέρεται στα αρμόδια τμήματα :

- ❖ Των *Προμηθειών* για την αναζήτηση νέων πρώτων υλών όπου κρίνεται απαραίτητο
- ❖ *Έρευνας και Ανάπτυξης* για τον σχεδιασμό μιας θεωρητικής φόρμας συνταγής
- ❖ Του *Οικονομικού* για την κοστολόγηση του προϊόντος με βάση την φόρμα που συντάχθηκε και την αποτίμηση του βιομηχανικού κόστους του προϊόντος
- ❖ Της *Διεύθυνσης Παραγωγής* για να αξιολογηθεί εάν η υπάρχουσα βιομηχανική υποδομή μπορεί να ανταποκριθεί για να παραχθεί το προϊόν σε μεγάλη κλίμακα.

Όταν, το υποψήφιο προϊόν εγκριθεί από όλα τα παραπάνω τμήματα και συγκλίνει στις απαιτήσεις του πελάτη, υπογράφεται από τον *Διευθύνοντα Σύμβουλο* το έντυπο 1<sup>ου</sup> επιπέδου έγκρισης και ορίζεται η αφετηρία της πιλοτικής ανάπτυξης του προϊόντος. Από και έπειτα αναλαμβάνει αρμοδιότητα το τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης και



ξεκινάει ο σχεδιασμός και η δημιουργία του καινοτόμου προϊόντος και η αξιολόγηση του, με σκοπό τον δειγματισμό του στον τελικό αποδέκτη που είναι ο πελάτης.



<b>ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ</b>	<b>ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΝΕΩΝ ΙΔΕΩΝ</b>
<b>ΕΝΤΥΠΟ</b>	<b>1<sup>ο</sup> ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ</b>
<b>ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ</b>	
<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>	
<b>ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ:</b>	Έρευνας & Ανάπτυξης
	Τεχνικός
	Εμπορικός
	Marketing
	Πωλήσεων
	Παραγωγής
	Εξαγωγών
	Διασφάλισης Ποιότητας

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ CONCEPT ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ:  
 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ:  
 ΜΕΓΕΘΟΣ:  
 ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΙΜΗ:  
 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΠΩΛΗΣΕΩΝ:  
 ΕΠΙΘΥΜΗΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΛΑΝΣΑΡΙΣΜΑΤΟΣ:

	<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>	<b>ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
<b>ΕΓΚΡΙΣΗ Δ/ΝΣΗΣ MARKETING</b>		
<b>ΕΓΚΡΙΣΗ Δ/ΝΤΗ ΠΩΛΗΣΕΩΝ</b>		
<b>ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ Δ/ΝΤΗ</b>		
<b>ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΕΥΘ. ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ</b>		

Εικόνα 1.5.α: Έντυπο 1<sup>ου</sup> επιπέδου έγκρισης.

Η παραπάνω εσωτερική διαδικασία δημιουργίας νέου προϊόντος τηρήθηκε για την ανάπτυξη του λειτουργικού πόσιμου γιαουρτιού, με υψηλή περιεκτικότητά σε πρωτεΐνη, χωρίς λιπαρά και δίχως λακτόζη.

## 2. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήτανε να μελετηθεί και να αναπτυχθεί ένα λειτουργικό προϊόν πόσιμου γιαουρτιού στην γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ έπειτα από επιθυμία ενός πελάτη. Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκε ένα καινοτόμο προϊόν πόσιμου γιαουρτιού εμπλουτισμένου με πρωτεΐνη, χωρίς λιπαρά και δίχως λακτόζη.

Τρόπος προσέγγισης του σκοπού ήτανε να πραγματοποιηθούνε πιλοτικές δοκιμές παρασκευής των λειτουργικών προϊόντων πόσιμου γιαουρτιού, η μέτρηση της διατροφικής αξίας των δειγμάτων, η μέτρηση του  $pH$  και η μελέτη γευσιγνωσίας με στόχο να αναδειχθεί το προϊόν με τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ώστε να είναι αρεστό από τον πελάτη.

### 3. Μελέτη και ανάπτυξη λειτουργικού πόσιμου γιαουρτιού

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στην γαλακτοβιομηχανία ΚΡΙΚΡΙ. Το τμήμα *Marketing* της εταιρίας ΚΡΙ-ΚΡΙ πρότεινε στο τμήμα *Έρευνας και Ανάπτυξης* κατόπιν αίτησης από πελάτη την παραγωγή ενός προϊόντος, με συγκεκριμένες αξιώσεις και ισχυρισμούς διατροφής. Οι απαιτήσεις αυτές ήταν να αναπτυχθεί ένα λειτουργικό προϊόν πόσιμου γιαουρτιού με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, χωρίς λιπαρά και απουσία λακτόζης με σκοπό να προσελκύει τον καταναλωτή αφενός λόγω των παραπάνω χαρακτηριστικών και αφετέρου λόγω της εύκολης κατανάλωσής του καθώς δεν απαιτείται η χρήση σκευών (*food on the go*).

Δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικά μίγματα γάλακτος τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή έξι διαφορετικών προϊόντων πόσιμου γιαουρτιού.

Μετά την παραγωγή τους έγινε μέτρηση της διατροφικής αξίας, και την 7<sup>η</sup> έως και την 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης των προϊόντων πραγματοποιήθηκε έλεγχος του *pH* και οργανοληπτική αξιολόγηση των προϊόντων με στόχο την αποτίμηση του βαθμού της αποδοχής τους από τους εκπαιδευμένους γευσινγώστες της εταιρείας. Τελικό βήμα, της αξιολόγησης αποτέλεσε ο δειγματισμός του πιο αρεστού προϊόντος από αυτά που αναπτύχθηκαν στον πελάτη.

#### 3.1 Υλικά για την παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού

Στην παρούσα πειραματική δοκιμή τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των μιγμάτων ήταν:

- Αγελαδινό γάλα από τοπικές φάρμες της περιοχής των Σερρών
- Πρωτεΐνες γάλακτος
  - i. *PROMILK® YogFluid 80 (Ingredia S.A)*,
  - ii. *PROMIL HPDY (Alinda- Velco S.A)*,
  - iii. *Nutrillac® YO-8075 (Arla Foods Ingredients Group)*
- Οξυγαλακτικές καλλιέργειες με τα στελέχη *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*.

Οι οποίες σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών είναι κατάλληλες για την παραγωγή πόσιμου γιαουρτιού και παρέχουν ήπιο αρωματικό και γευστικό προφίλ.

- Λακτάση από την εταιρεία *Chr. Hansen*

### 3.2 Όργανα για την παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν για την :

Παρασκευή του πόσιμου γιαουρτιού:

- i. Πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας της εταιρείας *ARMFIELD*
- ii. Σύστημα ομογενοποίησης της εταιρείας *ARMFIELD*
- iii. Θάλαμος επώασης

Για την συσκευασία χρησιμοποιήθηκε :

- i. Υδραυλική πρέσα θερμοσφράγισης της εταιρείας *EDISSON*
- ii. Υλικά συσκευασίας από την εταιρεία *MONOMAT*.

Για την μέτρηση της διατροφικής αξίας του γιαουρτιού, χρησιμοποιήθηκαν τα όργανα:

- i. *FoodScan* της εταιρείας *FOSS*
- ii. *LactosensR* της εταιρείας *Chr. Hansen*.



Εικόνα 3.2.α: Περιέκτης των 200g με μεμβράνη για την πόση, που χρησιμοποιήθηκε για την συσκευασία του πόσιμου γιαουρτιού.

### 3.3 Μελέτη της παρασκευής πόσιμου γιαουρτιού

Για την παραγωγή πόσιμου γιαουρτιού χρησιμοποιήθηκαν νωπό άπαχο αγελαδινό γάλα με σύσταση σε πρωτεΐνη 3,3% και τρία συμπυκνώματα πρωτεϊνών γάλακτος από διαφορετικούς προμηθευτές, για την ενίσχυση της συνολικής πρωτεΐνης του μίγματος. Τα συμπυκνώματα των πρωτεϊνών που χρησιμοποιήθηκαν είχαν την εξής σύσταση:

- ❖ *Nutrilac*<sup>®</sup> YO-8075: 80% πρωτεΐνης, 3,3% λακτόζη (*Arla Foods Ingredients Group*)
- ❖ *PROMIL HPDY*: 80% πρωτεΐνης, 9% λακτόζη (*Alinda- Velco S.A.*)
- ❖ *PROMILK*<sup>®</sup> YogFluid80: 80% πρωτεΐνης, 8% λακτόζη (*Ingredia S.A.*)

Συνολικά παράχθηκαν 3 μίγματα γάλακτος καθένα από το οποίο περιέχει την ίδια τελική περιεκτικότητα πρωτεΐνης (7%), στα οποία προστέθηκαν δυο διαφορετικές οξυγαλακτικές καλλιέργειες του εμπορίου, οι *YC-Premium* και *YC-YoMix*, και λακτάση.

Τα μίγματα περιέχουν γάλα που βρίσκεται σε ποσοστό 95,18% και προστιθέμενη πρωτεΐνη σε ποσοστό 4,82%.

Στα πλαίσια της μελέτης και ανάπτυξης λειτουργικού προϊόντος η εταιρεία χρησιμοποιεί το παρακάτω έντυπο συνταγής.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ								ΗΜΕΡ/ΝΙΑ	
	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΛΙΠΡΑ	ΚΙΛΑ	ΠΡΩΤΕΙΝΗ	ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ	ΛΑΚΤΟΖΗ	ΛΙΠΟΣ	ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ		ΑΛΑΤΙ
ΓΑΛΑ ΦΡΕΣΚΟ ΠΛΗΡΕΣ										
ΓΑΛΑ ΦΡΕΣΚΟ ΑΠΑΧΟ										
ΓΑΛΑ ΣΚΟΝΗ										
ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑ ΓΑΛΑ										
ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 76										
ΠΡΩΤΕΙΝΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 50										
WPC										
MPC 85										
ΜΟΝΟΓΛΥΚΕΡΙΔΙΑ										
ΖΕΛΑΤΙΝΗ										
ΜΑΛΤΟΔΕΣΤΡΙΝΗ										
ΑΜΥΛΟ										
ΑΛΑΤΙ										
ΖΑΧΑΡΗ										
ΜΕΛΙ										
ΚΑΚΑΟ										
ΚΡΕΜΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 40%										
ΚΡΕΜΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 70%										
ΖΩΙΚΑ ΛΙΠΑΡΑ 82%										
ΦΥΤΙΚΑ ΛΙΠΑΡΑ(ΦΟΙΝ/ΠΥ										
ΦΥΤΙΚΑ ΛΙΠΑΡΑ (ΡΑΦΙΝΕ)										
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ										
ΠΡΟΣΤ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ										
ΣΟΡΒΙΚΟ										
ΝΕΡΟ										
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>								

Εικόνα 3.3.α: Έντυπη πρότυπη φόρμα συνταγής γιαουρτιού ΚΡΙΚΡΙ.

### 3.4 Πιλοτική παρασκευή πόσιμου γιαουρτιού

Αρχικά γίνεται η παραλαβή του φρέσκου γάλακτος από το σιλό στον χώρο της παραλαβής του γάλακτος. Στη συνέχεια το γάλα τοποθετείται σε μια δεξαμενή (*buffer tank*) για να προθερμαθεί στους 60 °C. Με το πέρας της πρώτης θέρμανσης ακολουθεί η προσθήκη της πρωτεΐνης σε μορφή σκόνης. Το μίγμα αφήνεται με καλή ανάδευση για περίπου 30-40 λεπτά στους 60 °C ώστε να πραγματοποιηθεί η ενυδάτωση και η καλύτερη διαλυτοποίηση της πρωτεΐνης. Ακολουθεί η ομογενοποίηση και η παστερίωση του μίγματος στους 90 °C για περίπου 3 λεπτά, σε έναν πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας υδραυλικά συζευγμένο με το σύστημα της ομογενοποίησης. Η ομογενοποίηση του μίγματος συμβαίνει σε δυο στάδια, το πρώτο στα 160 *bar* και το δεύτερο στα 40 *bar*. Μετά την έξοδο της παστερίωσης το μίγμα ψύχεται στους 42 °C. Σε αυτή την θερμοκρασία γίνεται η προσθήκη των δυο εμπορικών οξυγαλακτικών καλλιέργειών σε αναλογία 50 U/ 250 L μίγματος και της λακτάσης σε αναλογία 500-18000 *BLU(bifido lactase units)/ L* μίγματος. Τα μίγματα κωδικοποιούνται και τοποθετούνται σε θερμοθάλαμο ρυθμισμένο στους ~42 °C. Η επώασή με την οξυγαλακτική καλλιέργεια διαρκεί σχεδόν 6 ώρες. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα λαμβάνεται δείγμα γιαουρτιού του οποίου το *pH* μετρείται. Όταν η τιμή του *pH*, φτάσει στο 4,6 παρατηρούμε τον σχηματισμό του πήγματος. Αμέσως το μίγμα υφίσταται έντονη μηχανική ανάδευση (με την χρήση *mixer*) με σκοπό την θραύση του πήγματος. Τελικά το προϊόν συσκευάζεται σε περιέκτες των 200 g, θερμοσφραγίζεται με μια υδραυλική πρέσα και αποθηκεύεται σε ψυγεία σε θερμοκρασία 2-6 °C, για 21 ημέρες. Η διαδικασία παραγωγής που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια για όλες τις διαφορετικές πρωτεΐνες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και για όλες τις οξυγαλακτικές καλλιέργειες.

Πίνακας 3.4.α : Συγκεντρωτικός πίνακας των παραγόμενων προϊόντων πόσιμου γιαουρτιού

Δείγμα	Γάλα (% χρήσης στο μίγμα)	Πρωτεΐνη γάλακτος(% χρήσης στο μίγμα)	Καλλιέργεια εκκίνησης	Τελικό προϊόν
A1	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	YogFluid 80: 4,82%	YC Premium	YC Premium + YogFluid 80
A2	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	Nutrilac YO-8075: 4,82%	YC Premium	YC Premium + Nutrilac YO-8075
A3	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	Promil HPDY: 4,82%	YC Premium	YC Premium + Promil HPDY
B1	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	YogFluid 80: 4,82%	YC YoMix	YC YoMix + YogFluid 80
B2	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	Nutrilac YO-8075: 4,82%	YC YoMix	YC YoMix + Nutrilac YO-8075
B3	Άπαχο αγελαδινό γάλα: 95,18%	Promil HPDY: 4,82%	YC YoMix	YC YoMix + Promil HPDY

### 3.5 Δειγματοληψία και αναλύσεις

#### Μέτρηση του pH

Σε όλα τα προϊόντα πόσιμου γιαουρτιού που αναπυχθήκαν, ελήφθησαν δείγματα και πραγματοποιήθηκε μέτρηση του pH την 7<sup>η</sup>, την 14<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα από την παραγωγή τους. Για τον ακριβή προσδιορισμό των τιμών του pH οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τρεις φορές.

#### Μέτρηση διατροφικής αξίας

Ο προσδιορισμός των θρεπτικών συστατικών στο τελικό προϊόν προσδιορίστηκε την πρώτη ημέρα από την παραγωγή του προϊόντος με την βοήθεια του μηχανήματος *FoodScan*. Το μηχάνημα αυτό στηρίζεται σε φασματοσκοπία στο εγγύς ερυθρό (*Near-Infrared Spectroscopy*) βασιζόμενο στην φασματική απορρόφηση συγκεκριμένων μηκών κύματος (700-2500 nm) από κάθε χημική ομάδα, καρβονύλια, υδροξύλια και μεθυλένια (Osborne, 1986). Το προϊόν, τοποθετείται σε ένα τρυβλίο petri και το μηχάνημα τίθεται σε λειτουργία. Η δέση φωτός που πέφτει πάνω στο προϊόν θα έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση δόνησης των ατόμων που συμμετέχουν στους χημικούς

δεσμούς. Η ενέργεια η οποία μεταφέρεται από τους δεσμούς, ανιχνεύεται από το μηχάνημα και σύμφωνα με την καμπύλη βαθμονόμησης που έχει επιλεγεί, μπορεί να δοθεί η περιεκτικότητα του προϊόντος σε νερό, λιπαρά, σάκχαρα και πρωτεΐνες.

Επίσης, μετά την ολοκλήρωση της παραγωγής του πόσιμου γιαουρτιού την πρώτη ημέρα παραλαμβάνεται δείγμα για να ελεγχθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης λακτόζης με το όργανο *LactoSensR* που βασίζεται στην χρήση βιοαισθητήρα. Βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση σωστής μέτρησης είναι τα δείγματα καθώς και τα αντιδραστήρια να βρίσκονται σε θερμοκρασία  $22 \pm 2$  °C. Η δοκιμή αυτή ανιχνεύει την ύπαρξη λακτόζης με εύρος 8–200 mg/100 g (0,008–0,200%) (Halbmayer-Jerch, 2020).

Για τον ακριβή προσδιορισμό της διατροφικής σύστασης οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν τρεις φορές.

### 3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πόσιμου γιαουρτιού

Τα δείγματα πόσιμου γιαουρτιού που παρασκευάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας αξιολογήθηκαν ξεχωριστά για 5 χαρακτηριστικά τους (χρώμα, άρωμα, δομή, υφή στο στόμα, γεύση) και την συνολική εικόνα τους. Οι οργανοληπτικές δοκιμές συνέβησαν την 7<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα από την παραγωγή τους.

Η αξιολόγηση που διενεργήθηκε ήταν η δοκιμή αποδοχής με κλίμακα διαβάθμισης 7-*point hedonic scale*. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση της αποδοχής των δειγμάτων σε κάθε επιμέρους κατηγορία που αξιολογήθηκε, κυμαινόταν από το ένα έως το επτά σε αύξουσα σειρά προτίμησης, με τον αριθμό ένα να σημαίνει πάρα πολύ δυσάρεστο και τον αριθμό επτά πάρα πολύ αρεστό αντίστοιχα.

Πριν από κάθε οργανοληπτική δοκιμασία, πραγματοποιήθηκε σύντομη ενημέρωση των γευσιγνωστών της εταιρίας, όπου και τέθηκε ο στόχος της δοκιμής και δόθηκαν συγκεκριμένες οδηγίες.

Ως στόχος της κάθε οργανοληπτικής δοκιμής ορίστηκε ως η αποτίμηση του βαθμού της αποδοχής του κάθε προϊόντος, σύμφωνα με τα κλασσικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού.

Η επιλογή των γευσιγνωστών έγινε εσωτερικά από στελέχη και εργαζόμενους. Συγκεντρώθηκαν 27 άτομα (26 έως 57 ετών), υγιή και εξοικειωμένοι με τα προϊόντα του γάλακτος. Συστάθηκε στους γευσιγνώστες να μην έχουν καταναλώσει καφέ ή τσιγάρο τουλάχιστον μια ώρα πριν την δοκιμή. Η ώρα διεξαγωγής των δοκιμών ήταν μεταξύ 11:00 και 13:00 ώστε να απέχει από το πρωινό και μεσημεριανό γεύμα.

Η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου ήταν ρυθμισμένη στους 24,6 °C και η υγρασία στο ~40%. Ο θάλαμος, ήταν προστατευμένος από εξωτερικά ερεθίσματα όπως το φως



του ηλίου, θορύβους και οσμές. Τα δείγματα προσφέρονταν με την σειρά σε θερμοκρασία συντήρησης (2 °C με 6 °C) και καταναλώνονταν στην συσκευασία πώλησης τους, καθώς έτσι θα γίνεται και η χρήση του τροφίμου στην αγορά. Η ποσότητα ανάλωσης του δείγματος ορίστηκε σε μια έως δυο πλούσιες γουλιές. Για να αποφευχθεί η γευστική κόπωση υπήρχαν διαθέσιμα νερό και φρυγανιά. Οι γευστιγνώστες απομονωμένοι και χωρίς να επιτρέπεται η κοινωνικοποίηση μεταξύ τους, προχωρούσαν στην βαθμολόγηση των δειγμάτων στο έντυπο της αξιολόγησης. Τέλος, ο υπεύθυνος της δοκιμασίας συγκεντρώνει όλα τα έντυπα που συμπληρωθήκαν, και επεξεργάζεται τις απαντήσεις.



Εικόνες 3.6..α και β : Θάλαμος οργανοληπτικών αξιολογήσεων της εταιρείας ΚΡΙΚΡΙ.

	ISO 9001 / ISO 22000/ ISO 14001 / BRC / IFS
	ΚΡΙ – ΚΡΙ Α.Ε.
	ΤΙΤΛΟΣ: <b>ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ</b>
	ΚΩΔΙΚΟΣ: <b>E-24-04-02</b>

### ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Δείγμα	ΧΡΩΜΑ	ΑΡΩΜΑ	ΔΟΜΗ	ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΣΥΝΟΛ.ΕΙΚΟΝΑ
A1						
A2						
A3						
B1						
B2						
B3						

1	2	3	4	5	6	7
Πάρα πολύ δυσάρεστο	Πολύ δυσάρεστο	Δυσάρεστο	Ουδέτερο	Αρεστό	Πολύ αρεστό	Πάρα πολύ αρεστό

Δοκιμαστής:..... (α/α)

ΣΥΝΤΑΞΗ : R&D	ΕΓΚΡΙΣΗ : ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:
ΣΥΝΤΑΞΗ : R&D	ΕΓΚΡΙΣΗ : ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

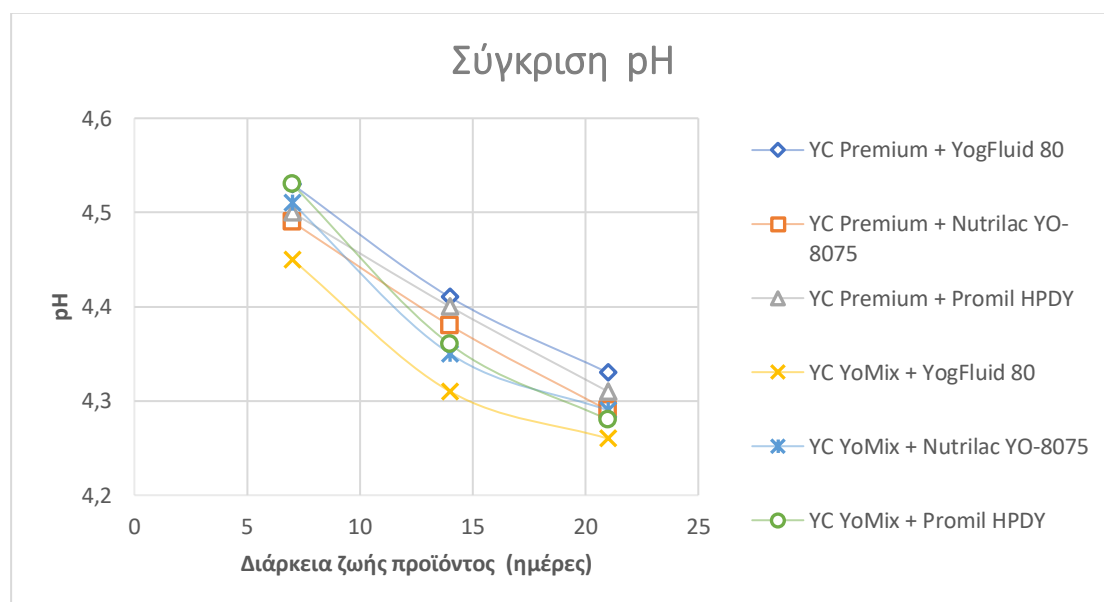
### 3.7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής δοκιμής

Τα προϊόντα του πόσιμου γιαουρτιού που παρασκευάστηκαν αξιολογήθηκαν ξεχωριστά για 5 χαρακτηριστικά τους (χρώμα , άρωμα, δομή, υφή στο στόμα, γεύση) και την αποτίμηση της συνολικής εικόνας τους. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν την 7<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα από την ημέρα αποθήκευσης τους και τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών αξιολογήσεων συλλέχθηκαν και έγινε η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα *SPSS IBM*.

## 4. Αποτελέσματα - Συζήτηση

### 4.1 Μέτρηση του pH

Στα προϊόντα πόσιμου γιαουρτιού που αναπτύχθηκαν, μετρήθηκε το *pH* στην 7<sup>η</sup>, την 14<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα από την ημέρα παρασκευής τους.



Γραφικά παράσταση 4.1.α: Σύγκριση του *pH* κατά την διάρκεια ζωής των προϊόντων.

Στο γράφημα 4.1.α, παρατηρούμε πως τα προϊόντα με την καλλιέργεια *Yo-Mix* έχουν πιο γρήγορη πτώση στο *pH*, γεγονός που επηρεάζει την οξύτητα και το άρωμα τους και δεν αποτελεί επιθυμητή επίδραση.

### 4.2 Διατροφική σύσταση των δειγμάτων του πόσιμου γιαουρτιού

Τα έξι δείγματα που αναπτύχθηκαν μετρήθηκαν για την διατροφική τους αξία με τα όργανα *FoodScan* και *LactosensR* την πρώτη ημέρα από την ημερομηνία της παρασκευής τους .

Τα τελικά ποσοστά πρωτεΐνης είναι ίδια σε όλα τα μίγματα, στο ~7% και το ποσοστό των λιπαρών βρίσκεται στο ~0,24%.Επίσης στις μετρήσεις λακτόζης από το *LactosensR* δεν ανιχνεύθηκε λακτόζη.

Συνεπώς επιβεβαιώνεται :

- ❖ Η θεωρητική συνταγή από τις μετρήσεις του *FoodScan* για την διατροφική αξία των παραγόμενων προϊόντων
- ❖ Ο ισχυρισμός διατροφής για την υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, καθώς το σύνολο της ενέργειας που προέρχεται από την πρωτεΐνη σε όλα τα προϊόντα πόσιμου γιαουρτιού που αναπτυχθήκαν, είναι πάνω από το 20% /100g προϊόντος όπως απαιτεί η νομοθεσία των πλαισίων ΕΚ 1169/2011 και ΕΚ 1924/2006
- ❖ Ο ισχυρισμός διατροφής χωρίς λιπαρά, καθώς το λίπος βρίσκεται σε περιεκτικότητα <0,5 g/ 100 g προϊόντος σύμφωνα με την νομοθεσία ΕΚ 1924/2006
- ❖ Η αξίωση του πελάτη για απουσία λακτόζης

Πίνακας 4.2.α : Μετρήσεις από το μηχάνημα *FoodScan*. Περιγράφεται η σύσταση σε λίπος πρωτεΐνη και ολικά στερεά. Στην τελευταία στήλη ερμηνεύεται η συμμετοχή(σε ποσοστό) της ενεργειακής προσφοράς της πρωτεΐνης ανά 100g τελικού προϊόντος , για όλα τα δείγματα που αναπτυχθήκαν

<b>Δείγμα</b>	<b>Πρωτεΐνη</b>	<b>Λιπαρά</b>	<b>Ολικά στερεά</b>	<b>% Ενεργειακής προσφοράς πρωτεΐνης /100g προϊόντος</b>	<b>Συνολική ενέργεια /100g προϊόντος(σε kcal)</b>
<i>YC Premium + YogFluid 80</i>	7,12	0,22	12,92	>20%	53
<i>YC Premium + Nutrilac YO-8075</i>	6,96	0,26	12,52	>20%	51
<i>YC Premium + Promil HPDY</i>	7,21	0,21	12,71	>20%	52
<i>YC YoMix + YogFluid 80</i>	7,03	0,25	12,81	>20%	53
<i>YC YoMix + Nutrilac YO-8075</i>	6,91	0,25	12,44	>20%	51
<i>YC YoMix + Promil HPDY</i>	7,13	0,23	12,66	>20%	52

### 4.3 Οργανοληπτική αξιολόγηση

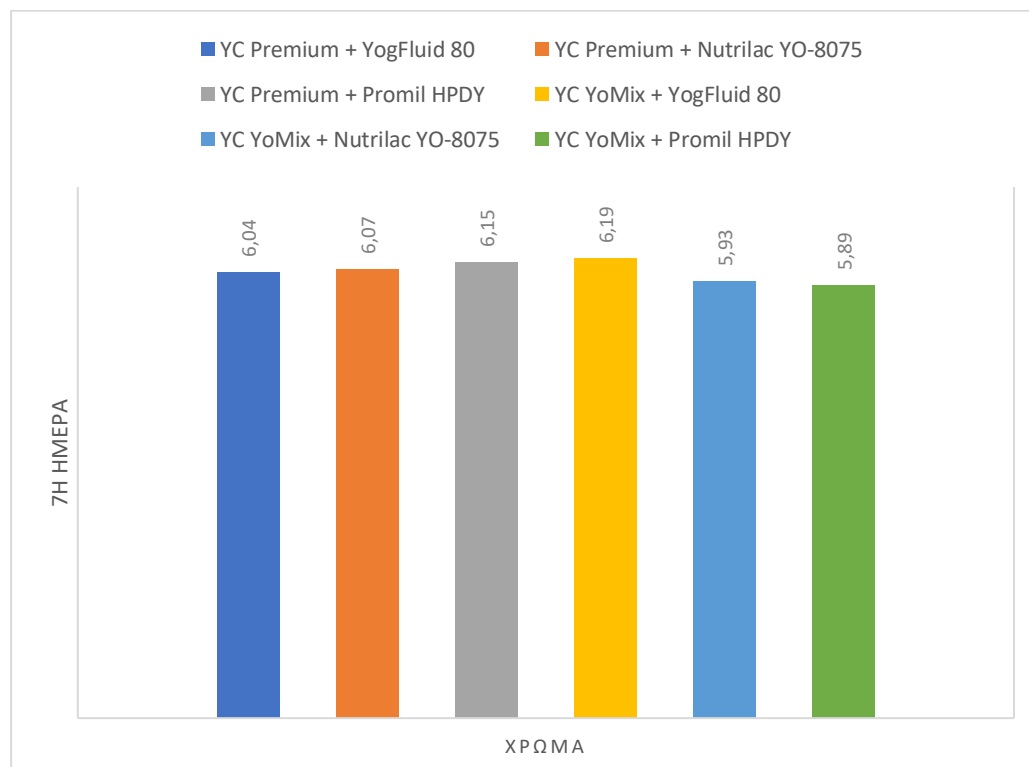
Το είδος της οργανοληπτικής αξιολόγησης ήταν δοκιμή αποδοχής σε 7-point hedonic scale. Στις γευσίγνώσεις που πραγματοποιήθηκαν την 7<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης των προϊόντων, λάβανε μέρος 27 γευσίγνώστες. Τα προϊόντα αξιολογήθηκαν ξεχωριστά για το χρώμα, άρωμα, δομή, υφή στο στόμα, γεύση και την συνολική εικόνα τους. Τα δεδομένα που προέκυψαν από την οργανοληπτική αξιολόγηση επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS IBM.

#### 4.3.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής εξέτασης πόσιμου γιαουρτιού μετά από αποθήκευση για 7 ημέρες

Για την ερμηνεία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές των παρατηρήσεων εκφρασμένες σε ραβδογράμματα για κάθε χαρακτηριστικό ξεχωριστά ώστε να σχηματιστεί μια ακριβής εικόνα της αποδοχής μεταξύ των προϊόντων.

Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση της αποδοχής των δειγμάτων σε κάθε επιμέρους κατηγορία που αξιολογήθηκε, κυμαινόταν από το ένα έως το επτά σε αύξουσα σειρά προτίμησης, με τον αριθμό ένα να σημαίνει πάρα πολύ δυσάρεστο και τον αριθμό επτά πάρα πολύ αρεστό αντίστοιχα.

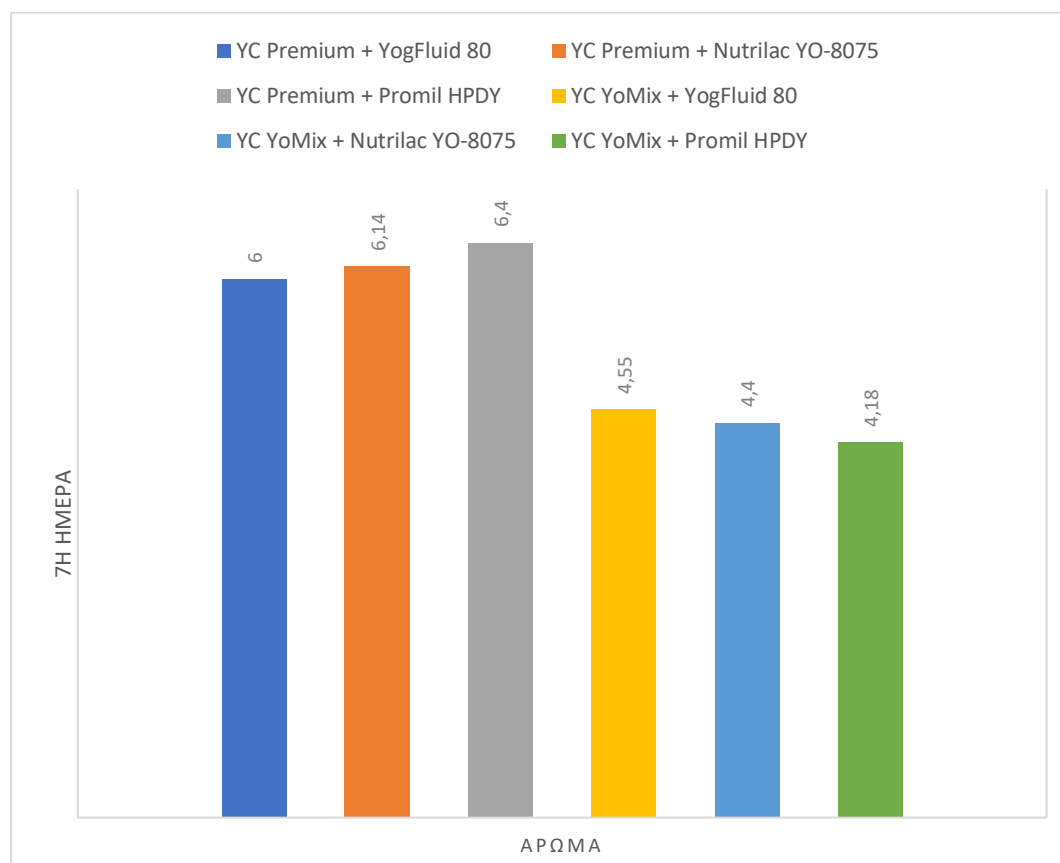
Η πρώτη παράμετρος που αξιολογήθηκε ήταν το χρώμα και τα αποτελέσματα παρατίθενται στο παρακάτω γράφημα.



Γραφική παράσταση 4.3.1.α, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο του χρώματος, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Στο γράφημα 4.3.1.α, φαίνεται ότι το χρώμα μεταξύ των προϊόντων δεν διαφέρει σημαντικά καθώς οι μέσες τιμές τους είναι πολύ κοντά.

Η δεύτερη παράμετρος που αξιολογήθηκε ήταν το άρωμα των δειγμάτων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω γραφική απεικόνιση.

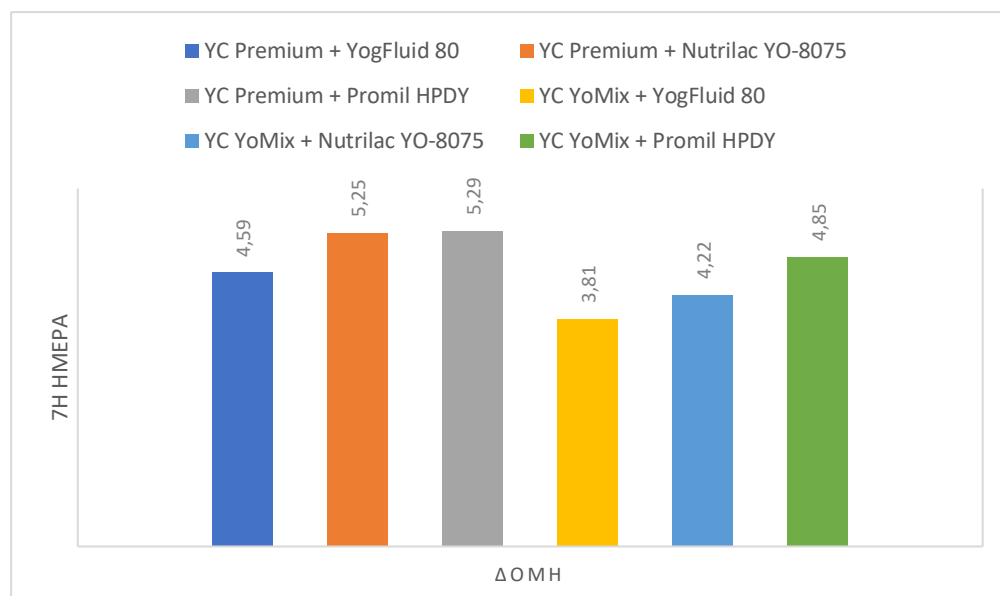


Γραφική παράσταση 4.3.1.β, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο του αρώματος, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.1.β, παρατηρούνται διαφορές στις μέσες τιμές των αξιολογήσεων, καθώς όλα τα προϊόντα με την καλλιέργεια *Yo-Mix* έχουν κριθεί χειρότερα για το άρωμα τους σε σχέση με αυτά με την καλλιέργεια *Premium*.

Το προϊόν το οποίο άρεσε περισσότερο ως προς το άρωμα του από τους γευσιγνώστες ήταν το *YC-Premium + Promil HPDY* (6,4).

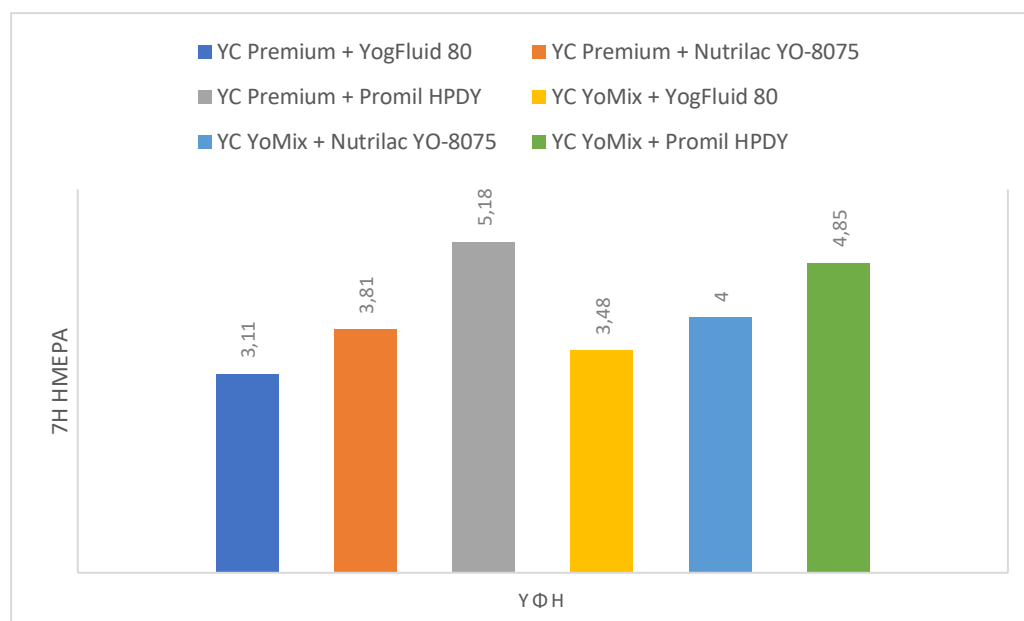
Ακολουθήσε η αξιολόγηση της δομής των προϊόντων από τους γευσιγνώστες και τα αποτελέσματα παρατηρούνται στην παρακάτω γραφική παράσταση.



Γραφική παράσταση 4.3.1.γ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της δομής, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Από την γραφική παράσταση 4.3.1.γ προκύπτει ότι περισσότερο αρεστό από τους γευσιγνώστες κρίνεται το προϊόν *YC-Premium + Promil HPDY* και ακολουθεί το *YC-Premium + Nutrilac YO-8075*, με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα.

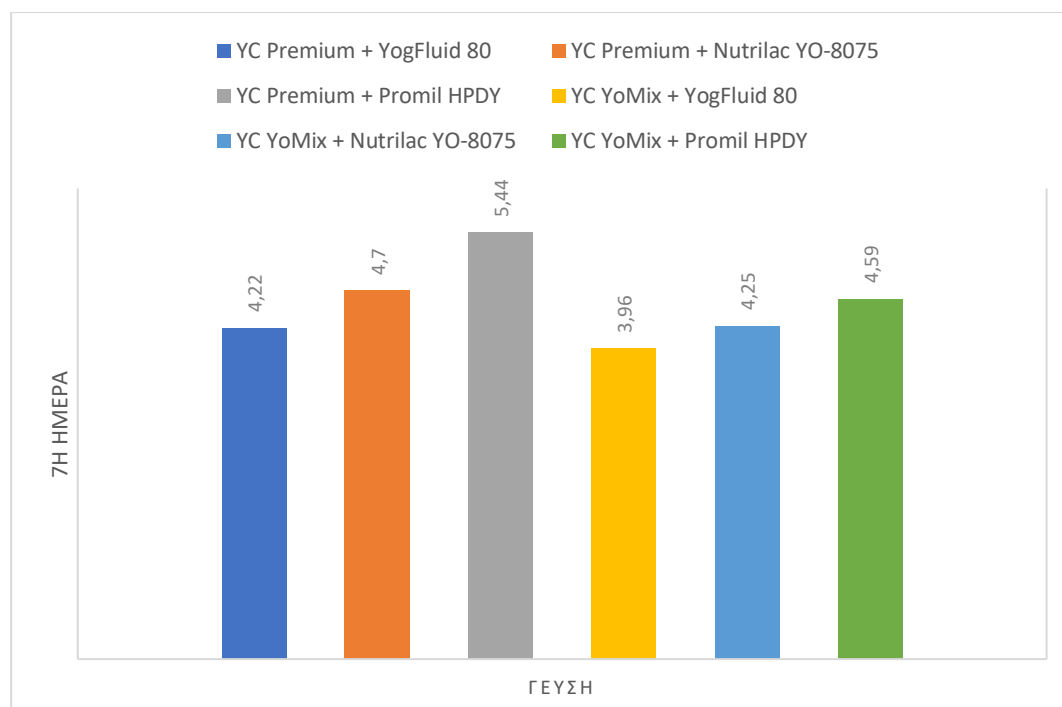
Στην συνέχεια της δοκιμής εξετάστηκε η υφή στο στόμα που προσέδιδαν τα προϊόντα, με τα αποτελέσματα να φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



Γραφική παράσταση 4.3.1.δ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της υφής, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.1.δ, παρατηρείτε ότι το προϊόν *YC-Premium + Promil HPDY* να είναι πρώτο σε αποδοχή με βάση την υφή του στο στόμα. Επίσης, θετικά αποδέχονται οι δοκιμαστές και την υφή του *YoMix + Promil HPDY*. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι κυρίως η πρωτεΐνη επηρέασε τις παρατηρήσεις των γευσιγνωστών καθώς και τα δυο προϊόντα με την *Promil HPDY* κατατάσσονται σύμφωνα με τις μέσες τιμές ως πολύ καλύτερα των υπολοίπων.

Έπειτα, σειρά στην οργανοληπτική εξέταση έλαβε η κατηγορία της γεύσης. Τα αποτελέσματα της δοκιμής περιγράφονται στο παρακάτω γράφημα.

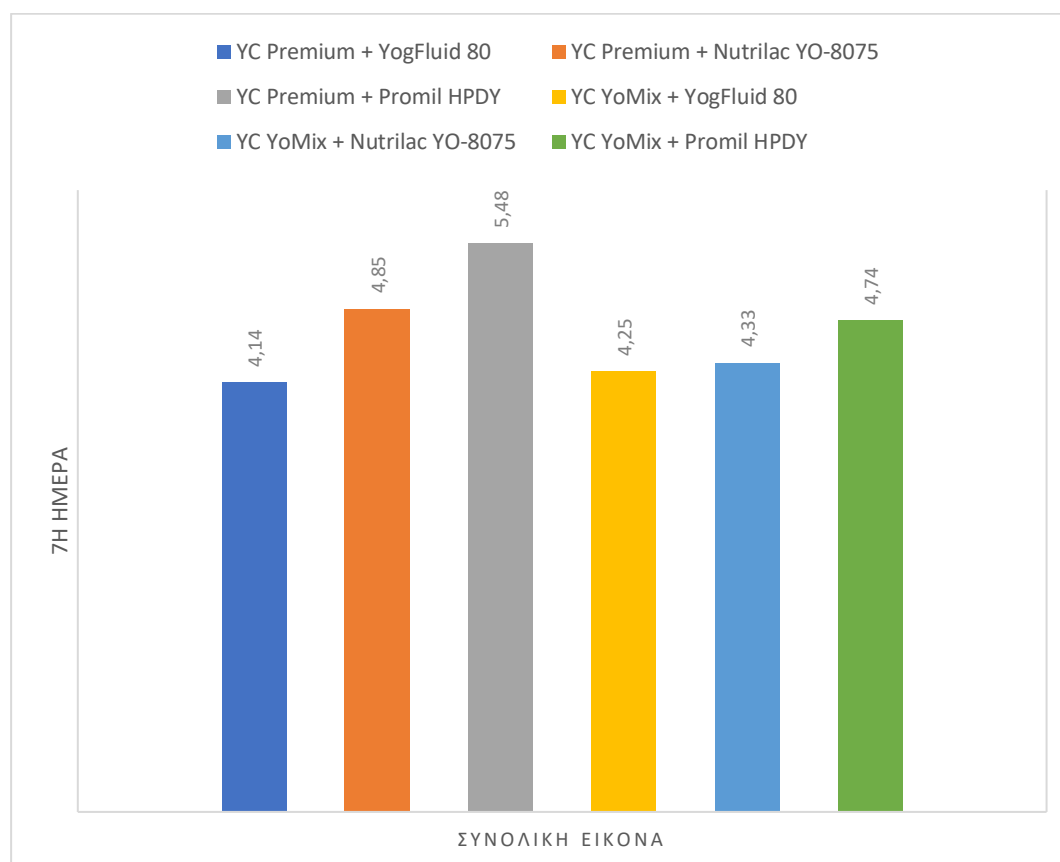


Γραφική παράσταση 4.3.1.ε, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της γεύσης, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.1.ε, το προϊόν *YC-Premium + Promil HPDY* φέρει τα καλύτερα αποτελέσματα στην αποδοχή της γεύσης με σημαντική διαφορά από το δεύτερο *YC-Premium + Nutrilac YO 8075*. Ακολουθούνε τα προϊόντα *YC-YoMix + Promil HPDY* και το *YC-YoMix + Nutrilac YO 8075*, γεγονός που υποδεικνύει ότι η πρωτεΐνη *YogFluid 80* και στα δυο μίγματα που χρησιμοποιήθηκε αξιολογήθηκε λιγότερα επιθυμητά από τις άλλες δύο πρωτεΐνες στην γεύση.



Τελευταίο μέρος της εξέτασης, αποτέλεσε η αξιολόγηση της συνολικής εικόνας των δειγμάτων από τους γευσιγνώστες και οι παρατηρήσεις που καταγράφηκαν παρατηρούνται στην παρακάτω γραφικά παράσταση.



Γραφική παράσταση 4.3.1.στ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της συνολικής εικόνας, , την 7<sup>η</sup> ημέρα της αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.1.στ, αναλύεται η συνολική εικόνα στην αποτίμηση της αποδοχής από τους γευσιγνώστες για κάθε προϊόν. Το προϊόν το οποίο πιο επιθυμητό από τους γευσιγνώστες και με διαφορά ήταν το YC-Premium + Promil HPDY. Μετά ξεχώρισαν τα *Nutrilac YO 8075* και το *YC-YoMix+ Promil HPDY*. Το αποτέλεσμα της συνολικής εικόνας που κατατάσσει πρώτο στην προτίμηση το YC-Premium + Promil HPDY είναι απόρροια της υπεροχής του στις επιμέρους κατηγορίες και πιο συγκεκριμένα στο άρωμα, την υφή και την γεύση

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ο μη-παραμετρικός έλεγχος κατανομής *Kruskal-Wallis*, λόγω του πληθυσμού των προϊόντων και της απουσίας κανονικής κατανομής στα δεδομένα των παρατηρήσεων. Το διάστημα εμπιστοσύνης ορίστηκε στο 95%. Το αποτέλεσμα που εξήλθε επιβεβαιώνει αυτό της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης παραπάνω, πως μόνο μια κατηγορία αυτή του χρώματος, δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές

διάφορες μεταξύ των δειγμάτων ( $p_{value}>0,05$ ). Ενώ στα υπόλοιπα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρατηρούνται διαφορές έστω και για μόνο ένα προϊόν μεταξύ των έξι ( $p_{value}<0,05$ ) όπως περιεγράφηκε και με την βοήθεια των γραφημάτων.

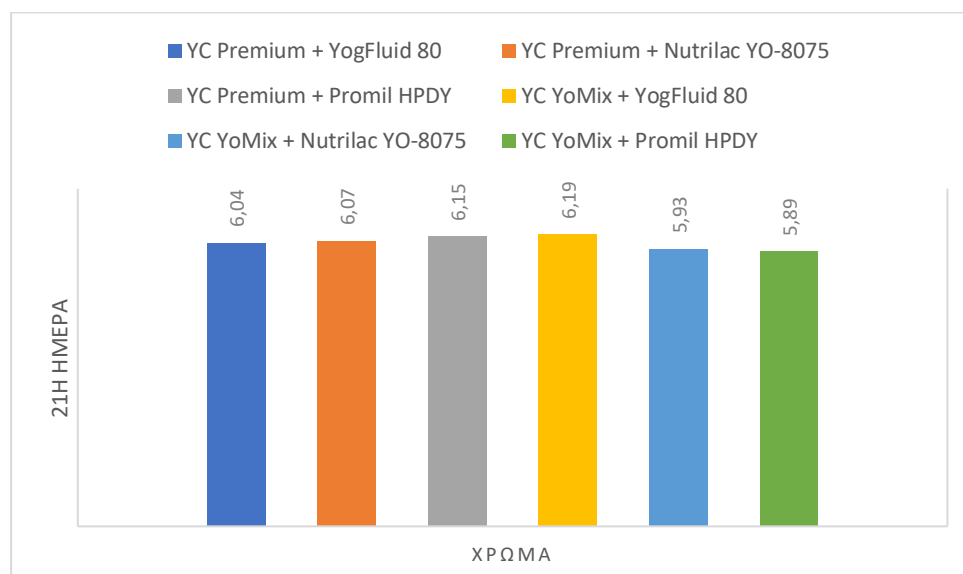
#### 4.3.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής εξέτασης πόσιμου γιαουρτιού μετά από αποθήκευση για 21ημέρες

Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήθηκε και για την επεξεργασία των δεδομένων που προήλθαν από την δεύτερη οργανοληπτική αξιολόγηση την 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης των προϊόντων.

Ομοίως με παραπάνω, για την έκφραση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν ραβδογράμματα για κάθε χαρακτηριστικό ξεχωριστά ώστε να σχηματιστεί μια ακριβής εικόνα προτίμησης συγκριτικά των προϊόντων, αναλύοντας τις μέσες τιμές των παρατηρήσεων.

Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση της αποδοχής των δειγμάτων σε κάθε επιμέρους κατηγορία που αξιολογήθηκε, κυμαινόταν από το ένα έως το επτά σε αύξουσα σειρά προτίμησης, με τον αριθμό ένα να σημαίνει πάρα πολύ δυσάρεστο και τον αριθμό επτά πάρα πολύ αρεστό αντίστοιχα.

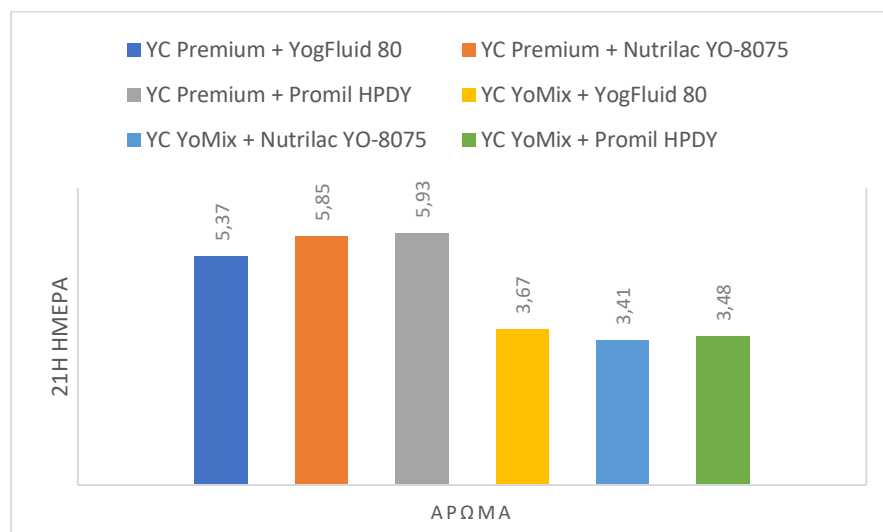
Η πρώτη παράμετρος που αξιολογήθηκε ήταν το χρώμα των δειγμάτων και τα αποτελέσματα καταγράφονται στο παρακάτω γράφημα.



Γραφική παράσταση 4.3.2.α, με τις μέσες τιμές στην παράμετρο του χρώματος την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.2.α, φαίνεται πάλι ότι στο χρώμα οι μέσες τιμές είναι σχεδόν ίδιες χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, με το προϊόν του YC-YoMix + YogFluid 80 να ικανοποιεί περισσότερο.

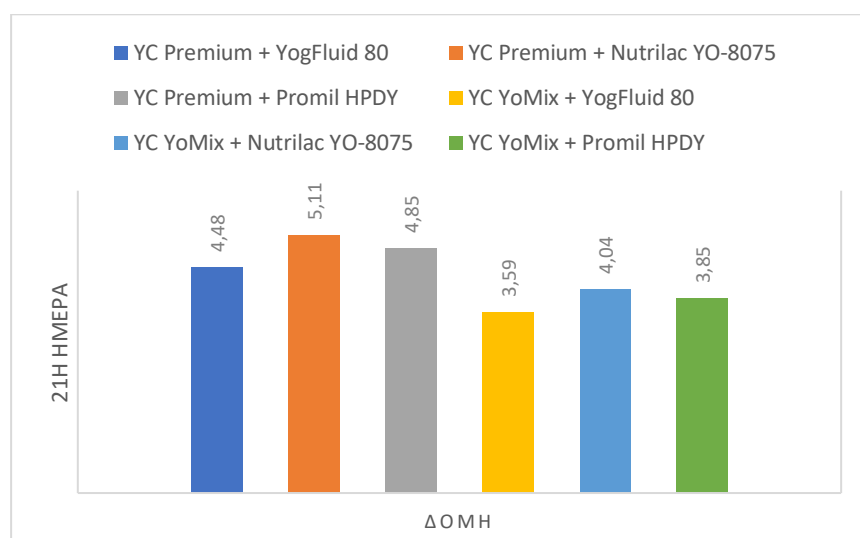
Στην συνέχεια τα δείγματα εξετάστηκαν από τους γευσισγνώστες ως προς το άρωμα.



Γραφική παράσταση 4.3.2.β, με τις μέσες τιμές στην παράμετρο του αρώματος την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Στην κατηγορία του αρώματος, γράφημα 4.3.2.β, ομοίως και με την δοκιμή των επτά ημερών, τα προϊόντα με την καλλιέργεια *Premium* βαθμολογούνται καλύτερα σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιήθηκε η *Yo-Mix*, με το *YC-Premium + Promil HPDY* να κατατάσσεται πρώτο στις προτιμήσεις.

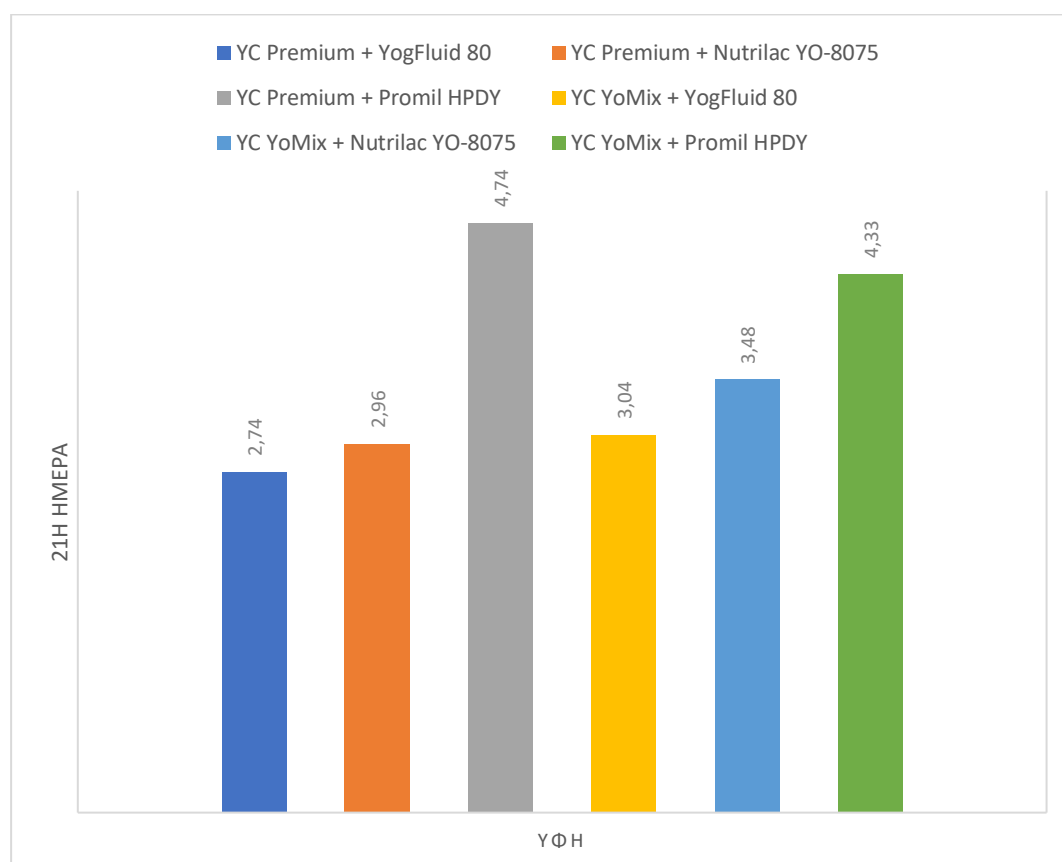
Έπειτα, οι γευσισγνώστες προχώρησαν στην αξιολόγηση της δομής που είχαν τα δείγματα, και τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω γραφική παράσταση.



Γραφική παράσταση 4.3.2.γ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της δομής την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Παρατηρείται, ότι στο γράφημα 4.3.2.γ, αξιολογείτε καλύτερα το προϊόν *YC-Premium + Nutrilac YO-8075*. Σχεδόν εξίσου αρεστό αναδεικνύεται και το *YC-Premium + Promil HPDY*, με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα τέσσερα προϊόντα.

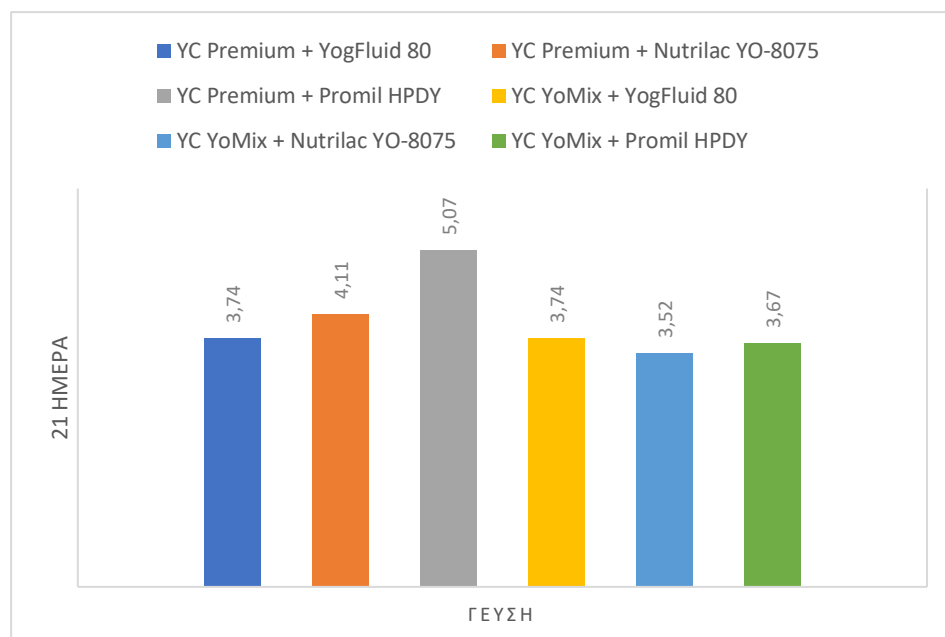
Η συνέχεια της οργανοληπτικής δοκιμής, έλαβε μέρος με την εξέταση της υφής που πρόσφεραν στους γευσιγνώστες, τα έξι προϊόντα. Με τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων για την προτίμηση των γευσιγνώστων να καταγράφονται στην παρακάτω γραφική απεικόνιση.



Γραφική παράσταση 4.3.2.δ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της υφής την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Στην γραφική παράσταση 4.3.2.δ, είναι ξεκάθαρη η αποδοχή των προϊόντων με την πρωτεΐνη *Promil HPDY* καθώς ανεξαρτήτως της καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα, αξιολογείται καλύτερα για την υφή που προσδίδει και με διαφορά από τα υπόλοιπα προϊόντα. Με το *YC-Premium + Promil HPDY* να ικανοποιεί περισσότερο τους γευσιγνώστες.

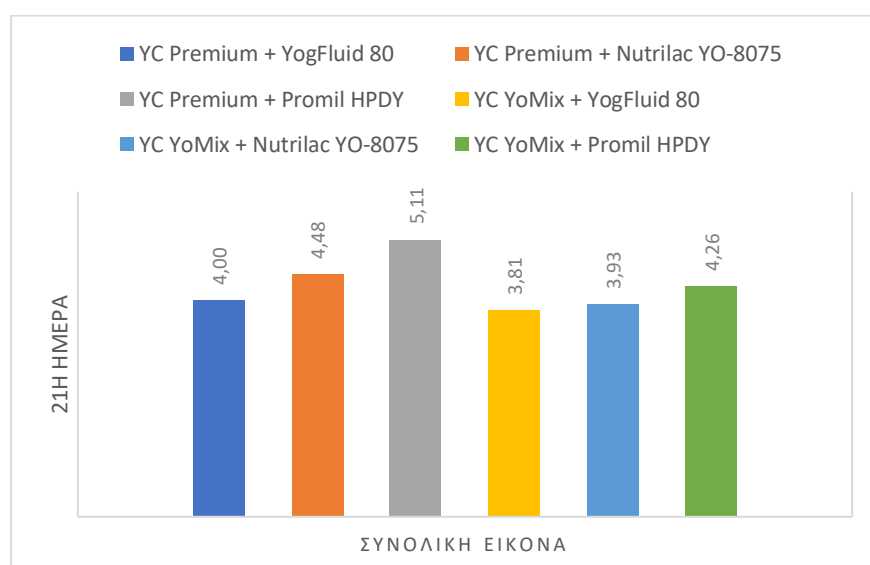
Ακολούθησε η αξιολόγηση της γεύσης, και τα αποτελέσματα της αναφέρονται στο παρακάτω γράφημα.



Γραφική παράσταση 4.3.2.ε, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της γεύσης την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Στην γεύση, γραφική παράσταση 4.3.2.ε, ξεχωρίζει σύμφωνα με τις μέσες τιμές πάλι το προϊόν *YC-Premium + Promil HPDY* με ξεκάθαρη διαφορά στις προτιμήσεις των γευσισγνωστών συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα.

Για την ολοκλήρωση της οργανοληπτικής δοκιμής, ζητήθηκε από τους γευσισγνώστες η συνολική αποτίμηση στην προτίμηση των προϊόντων, με τα αποτελέσματα να καταγράφονται στην παρακάτω γραφική παράσταση.



Γραφική παράσταση 4.3.2.στ, με τις μέσες τιμές που αντιστοιχεί στην παράμετρο της συνολικής εικόνας την 21<sup>η</sup> ημέρα αξιολόγησης.

Μαζί με όλες τις παραπάνω παρατηρήσεις, και η γραφική παράσταση 4.3.2.στ αναδεικνύουν συνολικά την υπεροχή του *YC-Premium + Promil HPDY* στην αποδοχή του από τους γευσιγνώστες, όπου όμοια με τα αποτελέσματα των 7 ημερών το κατατάσσουν πρώτο στον βαθμό αρεσκείας τους.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ο μη-παραμετρικός έλεγχος κατανομής *Kruskal-Wallis*, λόγω του πληθυσμού των προϊόντων και της απουσίας κανονικής κατανομής στα δεδομένα των παρατηρήσεων. Το διάστημα εμπιστοσύνης ορίστηκε στο 95%. Το αποτέλεσμα που εξήλθε επιβεβαιώνει αυτό της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης παραπάνω, πως μόνο μια κατηγορία αυτή του χρώματος, δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων ( $p_{value}>0,05$ ). Ενώ στα υπόλοιπα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρατηρούνται διαφορές έστω και για μόνο ένα προϊόν μεταξύ των έξι ( $p_{value}<0,05$ ) όπως περιεγράφηκε και παραπάνω με την βοήθεια των γραφημάτων. Μετά τους δύο οργανοληπτικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν την 7<sup>η</sup> και την 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης του πόσιμου γιαουρτιού δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές στα μεταξύ τους αποτελέσματα.

Μελετώντας τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις που περιγράφουν τα αποτελέσματα των δύο οργανοληπτικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε πως εκτός της κατηγορίας του χρώματος στην οποία δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, το προϊόν *YC-Premium Promil HPDY* αξιολογείται καλύτερα στο βαθμό της αποδοχής από τους γευσιγνώστες σε όλες τις κατηγορίες και στις δυο δοκιμές εξέτασης.

Συνεπώς, μπορεί να εξαχθούν τα εξής αποτελέσματα :

- i) Η καλλιέργεια *Yo-Mix* που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται να επιδρά αρνητικά στο αρωματικό προφίλ του γιαουρτιού, καθώς όλα τα προϊόντα αξιολογήθηκαν κατωτέρα σε σχέση με αυτά που περιείχανε την *Premium*. Σε αυτό συμφωνεί και η μέτρηση του *pH* κατά την διάρκεια αποθήκευσης των προϊόντων, που δείχνει μια ελαφρώς γρηγορότερη πτώση του *pH*, στα προϊόντα με *YO-Mix*. Πιθανόν η εντονότερη όξυνση να οφείλεται σε μια μεγαλύτερη αναλογία *L.Bulgaricus* στα στελέχη της εμπορικής καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκε καθώς το *L.Bulgaricus* είναι υπεύθυνο για την παραγωγή γαλακτικού οξέος
- ii) Στο χρώμα δεν διέφερε σημαντικά κανένα προϊόν, και επομένως δεν επηρέασε τις παρατηρήσεις στην συνολική εικόνα των δειγμάτων
- iii) Στην δομή τόσο το *YC-Premium+ Nutrilac 8075* όσο και το *YC-Premium Promil HPDY* άρεσαν εξίσου και απείχαν με διαφορά στην εκδήλωση της προτίμησης των γευσιγνώστων, από τα υπόλοιπα δείγματα

- iv) Σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες και στην συνολική εικόνα σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα , το προϊόν που είχε την υψηλότερη βαθμολογία στον βαθμό αρεσκείας από τους γευσιγνώστες, ήταν το *YC-Premium Promil HPDY*.
- v) Μελετώντας τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου για την επίδραση των τριών διαφορετικών πρωτεϊνών στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ποσίμου γιαουρτιού, η προσθήκη της πρωτεΐνης *Promil HPDY* δημιουργεί προϊόν το οποίο αξιολογείται από τους γευσιγνώστες πολύ καλύτερα στην κλίμακα προτίμησης από τις υπόλοιπες δύο πρωτεΐνες, *Nutrillac YO-8075* και *YogFluid 80*.
- vi) Τα αποτελέσματα ήταν ίδια και για τις δυο οργανοληπτικές δοκιμές που έλαβαν χώρα και επομένως η αποθήκευση δεν επηρέασε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου γιαουρτιού.

Σε συνέχεια το προϊόν που είχε τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά δειγματίστηκε στον πελάτη ο οποίος όμως ανταποκρίθηκε με ορισμένες παρατηρήσεις και σχόλια όσον αφορά, το κόστος και την συσκευασία του προϊόντος.

## **5. Συμπεράσματα**

Μετά από την παραπάνω διαδικασία μελέτης και ανάπτυξης πόσιμου γιαουρτιού όλα τα προϊόντα που αναπτύχθηκαν τηρούσαν τις απαιτήσεις που είχαν οριστεί για την καινοτομία του λειτουργικού προϊόντος, υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης, χωρίς λιπαρά και δίχως λακτόζη. Από τα προϊόντα αυτά συνολικά υπερείχε οργανοληπτικά το προϊόν *YC-Premium Promil HPDY*, και στις δύο δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν την 7<sup>η</sup> και 21<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης του. Αυτό το προϊόν πόσιμου γιαουρτιού δειγματίστηκε στον πελάτη.

Τέλος, η μελέτη αυτή των λειτουργικών πόσιμων γιαουρτιών από την βιομηχανία, έχει δώσει νέα ερεθίσματα και ιδέες για έναν μελλοντικό σχεδιασμό καινοτόμου προϊόντος που μπορεί να εμπλουτιστεί με βιταμίνες και μέταλλα ώστε να φέρει περισσότερους ισχυρισμούς υγείας και διατροφής αυξάνοντας την προστιθεμένη αξία του.

## 6. Βιβλιογραφία

- Adolfsson, O., Meydani, S. N., & Russell, R. M. (2004). Yogurt and gut function. *Am J Clin Nutr*, 80(2), 245-256. doi:10.1093/ajcn/80.2.245
- Alzamora, S. M., Salvatori, D., Tapia, M.S., López-Malo, A., Welti-Chanes, J., Fito, P.,. (2005). Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. *Journal of Food Engineering*, 62(1-2), 205-214.
- Astrup, A., Rice Bradley, B. H., Brenna, J. T., Delplanque, B., Ferry, M., & Torres-Gonzalez, M. (2016). Regular-Fat Dairy and Human Health: A Synopsis of Symposia Presented in Europe and North America (2014-2015). *Nutrients*, 8(8). doi:10.3390/nu8080463
- Bech-Larsen, T., & Grunert, K. G. (2003). The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers' perception of functional foods. *Appetite*, 40(1), 9-14. doi:10.1016/s0195-6663(02)00171-x
- Bodot, V., Soustre, Y. and Reverend, B., (2013). Best of 2013: Yogurt Special. *French National Dairy Council (CNIEL): Scientific and Technical Affairs Division*.
- Elwood, P. C., Pickering, J. E., Givens, D. I., & Gallacher, J. E. (2010). The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. *Lipids*, 45(10), 925-939. doi:10.1007/s11745-010-3412-5
- Fisberg, M. a. M., R.,. (2015). History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition reviews*, 73, 4-7.
- Foroutanparsa, S., Bröls, M., Tas, R., P., Maljaars, P., Voets, I., K. (2021). Super resolution microscopy imaging of pH induced changes in the microstructure of casein micelles. *Food Structure*, 30.
- Gomez-Gallego, C., Gueimonde, M., & Salminen, S. (2018). The role of yogurt in food-based dietary guidelines. *Nutr Rev*, 76(Suppl 1), 29-39. doi:10.1093/nutrit/nuy059
- Halbmayer-Jerch, E., Kittl, R., Weinmann, P., Schulz, C., Kowalik, A., Sygmund, C., Brunelle, S. (2020). Determination of Lactose in Lactose-Free and Low-Lactose Milk, Milk Products, and Products Containing Dairy Ingredients by the LactoSens Amperometry Method: First Action 2020.01. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 103(6), 1534-1546.
- Jacobs, D. R., Jr., Gross, M. D., & Tapsell, L. C. (2009). Food synergy: an operational concept for understanding nutrition. *Am J Clin Nutr*, 89(5), 1543S-1548S. doi:10.3945/ajcn.2009.26736B
- Jørgensen, C., E., Abrahamsen, R., K., Rukke, E., O., Hoffmann, T., K., Johansen., A., G, Skeie, S.,B. (2018). Processing of high-protein yoghurt – A review. *International Dairy Journal*, 88, 42-49.
- Kulshrestha, D. C., Marth E. A. (1974). Inhibition of bacteria by some volatile and non-volatile compounds associated with milk. *J. Milk and Food Technol.*, 37, 606.
- Lau, T. C., Chan, M.W., Tan, H.P., Kwek, C.L. (2013). Functional food: A growing trend among the health conscious. *Asian Social Science*, 9(1), 271-294.
- Lee, W. J., Lucey, J.A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9).
- Lu, L., Xun, P., Wan, Y., He, K., Cai, W. (2016). Long-term association between dairy consumption and risk of childhood obesity: a systematic review and meta-



- analysis of prospective cohort studies. *European journal of clinical nutrition*, 70(4), 414-423.
- Malitz, H., Dubenkropp G. (1971). Homogenisierung und Eindampfung von Joghurtmilch.
- Martins, N., Oliveira, B., Ferreira, I.C., . (2018). Development of functional dairy foods. *Bioactive Molecules in Food*, 1-9.
- McGee, H. (2004). *On Food and Cooking*: Scribner.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., McMahon, D.,. (2013). Milk and dairy products in human nutrition. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*.
- Osborne, G., B.,. (1986). *Near-infrared Spectroscopy in Food Analysis*: BRI Australia Ltd.
- Ouanezar, M., Guyomarc'h, F., Bouchoux, A. (2012). AFM Imaging of Milk Casein Micelles: Evidence for Structural Rearrangement upon Acidification. *Langmuir*, 4915-4920.
- Rao, M. A. (1999). *Rheology of fluid and semisolid foods : principles and applications*: Gaithersburg, Md. : Aspen Publishers.
- Rizzoli, R. (2014). Dairy products, yogurts, and bone health. *Am J Clin Nutr*, 99(5 Suppl), 1256S-1262S. doi:10.3945/ajcn.113.073056
- Robinson, A. Y. T. a. R. K. ( 2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt* (3 ed.). England: Woodhead Publishing Limited.
- Sajdakowska, M., Gebiski, J., & Gutkowska, K. (2021). Directions of Changes in the Health Values of Dairy Products in the Opinion of Consumers. *Nutrients*, 13(6). doi:10.3390/nu13061945
- Sfakianakis, P., & Tzia, C. (2014). Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review. *Foods*, 3(1), 176-193. doi:10.3390/foods3010176
- Shiby, V. K., Mishra, H. K. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods—A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(3), 482-496.
- Sieuwerds, S. (2016). Microbial Interactions in the Yoghurt Consortium: Current Status and Product Implications. *SOJ Microbiology & Infectious Diseases*, 4(2), 1-5.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., & Corrieu, G. (2004). The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 44(2), 113-137. doi:10.1080/10408690490424793
- Tamime, A. Y. (2006) *Fermented Milks*. United Kingdom: Blackwell Science Ltd.
- Tur, J. A., Bibiloni, M.M., . (2015). *Encyclopedia of Food and Health* (F. P. Caballero B., Todrá F. Ed. 1 ed.): Academic Press.
- Wadolowska, L., Ulewicz, N., Sobas, K., Wuenstel, J. W., Slowinska, M. A., Niedzwiedzka, E., & Czlapka-Matyasik, M. (2018). Dairy-Related Dietary Patterns, Dietary Calcium, Body Weight and Composition: A Study of Obesity in Polish Mothers and Daughters, the MODAF Project. *Nutrients*, 10(1). doi:10.3390/nu10010090
- Wang, Y. F., Huo. G. C., Liu, L. B. (2004). Isolation and identification of the lactic acid bacteria from kefir grains. *China Dairy Industry*, 32, 17-19.
- Weaver, C. M. (2014). How sound is the science behind the dietary recommendations for dairy? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1217S-1222S.
- Άρθρο 82: Γιαούρτι. (2016). Ελλάδα Retrieved from <https://www.aade.gr/sites/default/files/2020-07/82-iss2.pdf>
- Ζερφυρίδης Γ. (2001). *Τεχνολογία προϊόντων Γάλακτος*: Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη.
- Καμιναρίδης Σ., Μ. τ. Γ. (2009). *Γαλακτοκομία*. Ελλάδα: Έμβρυο.

- Κεχαγιάς, Χ. (2011). *Γάλα,-επιστήμη, Τεχνολογία και έλεγχοι για τη Διασφάλιση της ποιότητας: Όμιλος Ίων*.
- Μαντής, Α. (2000). *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του* (3 ed.): Αφοί Κυριακίδη.

