



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»**

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΥΔΡΟΚΟΛΛΟΕΙΔΩΝ
ΑΠΟ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΟΙΝΟΠΟΙΑΣ
ΣΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ**

**ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΜΕΛΙΚΙΔΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΡΙΤΖΟΥΛΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2017

Ευχαριστίες

Το πειραματικό μέρος της εργασίας διενεργήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 11-ΣΥΝ-2-1701 OliGraGum.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους καθηγητές μου κ.Ραφαηλίδη Στυλιανό, κ.Πετρίδη Δημήτριο και κ.Ριτζούλη Χρήστο.

Την ευγνωμοσύνη μου στον καθηγητή κ.Ραφαηλίδη Στυλιανό για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη στην παρακολούθηση του μεταπτυχιακού προγράμματος ειδίκευσης και της εμπιστοσύνης που μου έδειξε.

Τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον κ.Πετρίδη Δημήτριο για την έμπρακτη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές στην οργάνωση της οργανοληπτικής αξιολόγησης του πειραματικού μέρους και την καθοδήγηση στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Την ευγνωμοσύνη και τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Ριτζούλη Χρήστο για την καθοριστική του συμβολή ως επιβλέπων στην εκπόνηση της παρούσας διατριβής, για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη του, και την ευκαιρία που μου έδωσε κατά την συνεργασία μας να συμμετάσχω ως ενεργό μέλος της ερευνητικής κοινότητας. Επίσης τις ευχαριστίες μου στον συνεργάτη κ.Παύλου Αλέξανδρο για την βοήθεια στην απόδοση πληροφοριών σχετικές με το υλικό Υ.Π.Ο.

Οφείλω να ευχαριστήσω την «ΦΑΡΜΑ ΚΟΥΚΑΚΗ Α.Ε.» και προσωπικά τον κ.Αθανάσιο Κουκάκη για την αρωγή του στην προσπάθειά μου αυτή για την ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου ανέλιξη.

Η προσπάθεια αυτή είναι αφιερωμένη στην οικογένειά μου στον Αντώνη μου και τα παιδιά μας. Δεν θα μπορούσα να επιτύχω την πρόοδο κι επαγγελματική εξέλιξη, όλα αυτά τα χρόνια δίχως να τον έχω πλάι μου σε κάθε μου βήμα, σε κάθε μου προσπάθεια για κάτι καλύτερο.

« Για τόσα κι άλλα τόσα κι άλλα τόσα». Ευχαριστώ.

Ιωάννα Μελικίδου

Μελέτη εφαρμογής υδροκολλοειδών από παραπροϊόντα οινοποιίας σε προϊόντα τύπου γιαούρτης

Ιωάννα Μελικίδου

Περίληψη

Νέα προϊόντα με γαλακτωματοποιητική και πηκτωματική δράση, παρασκευασμένα από υπολείμματα οινοποίησης δοκιμάστηκαν ως σταθεροποιητές και ως υποκαταστάτες της ζελατίνης σε προϊόντα τύπου γιαούρτης. Ως κύριοι παράμετροι μελέτης ορίστηκαν η λιποπεριεκτικότητα και η σταθεροποιητική ικανότητα. Δημιουργήθηκε πειραματικό πλάνο με 8 προϊόντα τύπου γιαούρτης διαφορετικών συστάσεων. Μελετήθηκαν φυσικοχημικές ιδιότητες και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αυτών.

Τα αποτελέσματα του υπό μελέτη υλικού (Υδροκολλοειδές από Παραπροϊόντα Οινοποιίας, ΥΠΟ) στις μετρήσεις του χρώματος υποδεικνύουν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, οι οποίες όμως δεν γίνονται αντιληπτές κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση. Υψηλότερες τιμές συμπίεσης επιτυγχάνονται στα προϊόντα που περιέχουν ζελατίνη και συνδυασμό ζελατίνης και ΥΠΟ. Η ρεολογική συμπεριφορά του προς μελέτη υλικού προσομοιάζει καλύτερα τη ζελατίνη σε σενάρια μερικής υποκατάστασης. Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, οι παράμετροι χρώμα και άρωμα δεν είχαν στατιστική σημαντικότητα. Στην παράμετρο του κρεμώδους υπερτερούν οι συνταγές με 2 % λιπαρά έναντι αυτών με 0% λιπαρά. Στη παράμετρο του παχύρρευστου οι συνταγές με 0% λιπαρά αποσπούν τη μεγαλύτερη βαθμολογία. Την μικρότερη αποβολή ορού εμφανίζουν τα προϊόντα με ζελατίνη και ζελατίνη + ΥΠΟ. Ο συνδυασμός των δύο σταθεροποιητών και στους δύο συνδυασμούς λιποπεριεκτικότητας συγκεντρώνει τις υψηλότερες προτιμήσεις δημιουργώντας προϊόντα με κρεμώδη χαρακτήρα, παχύρρευστα χωρίς ελαττώματα συναίρεσης.

Abstract

Novel products with emulsifying and thickening action, produced from winery waste have been tested as stabilizer and gelatin replacers in yoghurt-type products. Fat content and stabilization capacity have been assessed as primary factors under study. This was materialized using an 8-products experimental plan, comprising of yoghurts of different compositions. Physico - chemical properties and sensory properties have been studied in these samples.

Concerning the color measurements, the material under study (Winery Waste Extract, WWE) showed differences between samples, which are however not perceived by the testers. Higher compression values are associated with the products with gelatin and combinations of gelatin + WWE. The rheological behavior of the materials under study approaches best the gelatin-containing samples in the case of co-existence between gelatin and WWE. Concerning the sensory attributes, color and aroma were not statistically different between samples. Perceived creaminess is higher in the formulations containing 2% fat, as compared to the 0% fat ones. Perceived thickness ranks higher for the 0% formulations. Syneresis is lowest in the cases of gelatin and combinations of gelatin + WWE. Combination of these two stabilizers in both fat contents makes for the highest preference, creating products with creamy and thick character, without syneresis.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη.....	3
Abstract	4
Περιεχόμενα	5
1. Εισαγωγή	10
2.Βιβλιογραφική ανασκόπηση	11
2.1 Παγκόσμια παραγωγή γάλακτος	11
2.2 Ελληνική παραγωγή και κατανάλωση γάλακτος	12
2.3 Παραγωγή και κατανάλωση γιαούρτης.....	13
2.4 Πωλήσεις γιαούρτης στην Ελλάδα.....	15
2.5 Γάλα	16
2.6 Γιαούρτη και Προϊόντα Γιαούρτης	22
2.7 Γαλακτοκομικά	34
2.8 Υδροκολλοειδή	36
3. Σκοπός της εργασίας	40
4. Υλικά και Μέθοδοι.....	41
4.1.Υλικά.....	41
4.2. Προετοιμασία δειγμάτων	41
4.3 Φυσικοχημικές Μετρήσεις	45
4.4 Οργανοληπτικός Έλεγχος.....	56
4.3 Στατιστική ανάλυση	58
5. Αποτελέσματα και συζήτηση	59
5.1 Φυσικοχημικός έλεγχος / αποτελέσματα.....	59
5.2 Οργανοληπτικός έλεγχος / αποτελέσματα.....	65
5.3 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών	69
6.Συμπεράσματα	73
7.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	74
8.Βιβλιογραφία.....	75
Παράρτημα Α	81
Παράρτημα Β	84

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1. Παραγόμενη ποσότητα παραγωγής γιαούρτης και λοιπών ζυμούμενων προϊόντων κάποιων Ευρωπαϊκών χωρών (Prodcorn, 2016).....	13
Πίνακας 2 . Πίνακας ανάπτυξης διαφόρων ειδών γιαούρτης (http://kantarwordpanel.com)	13
Πίνακας 3. Μέσος όρος μηνιαίων δαπανών (σε €) των ελληνικών νοικοκυριών για γαλακτοκομικά προϊόντα, κατά περιοχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2013)	14
Πίνακας 4. Όρια Φυσικών και Χημικών Σταθερών του Γάλακτος (ΚΤΠ Άρθρο 80)	16
Πίνακας 5. Χημική σύνθεση αγελαδινού γάλακτος (Walstra et al. 2006).....	17
Πίνακας 6. Περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά οξέα (Bylund, 1995)	18
Πίνακας 7. Συγκέντρωση των κυριότερων πρωτεϊνών γάλακτος (Belitz et al. 2006).....	19
Πίνακας 8. Σύσταση αγελαδινού γάλακτος σε βιταμίνες (Walstra et al. 1984)	21
Πίνακας 9. Υδροκολλοειδή (Philips & Williams, 2009)	36
Πίνακας 10. Πειραματικό σχέδιο	42
Πίνακας 11. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις χρωματικών παραμέτρων, προϊόντων αναδευμένου γιαούρτης.....	59
Πίνακας 12 . Ομαδοποίηση προϊόντων αναδευμένης γιαούρτης, ως προς την λιποπεριεκτικότητα και την ποιότητα του σταθεροποιητή	70
Πίνακας 13. Ομαδοποίηση βάση αποδεκτότητας	72

Ευρετήριο σχημάτων

Σχήμα 1 .Στοιχεία των δέκα χωρών με τη μεγαλύτερη παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στον κόσμο 2001-2014 (IDF, 2016)	11
Σχήμα 2. Στοιχεία παραγωγής γάλακτος των χωρών της Ε.Ε.- 28 για το έτος 2016	11
Σχήμα 3. Παραγόμενη ποσότητα αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα στην Ελλάδα, 2015-2016	12
Σχήμα 4. Πωλήσεις λευκού γάλακτος και γιαούρτης σε όγκο στην Ελλάδα (IRI, 2017)	12
Σχήμα 5 .Πωλήσεις γιαούρτης σε όγκο στην Ελλάδα (IRI, 2017)	15
Σχήμα 6. Σχηματική απεικόνιση χημικής σύστασης γάλακτος (Chandan et al. 2008)	17
Σχήμα 7 . Μικρογράφημα SEM , λιποσφαιρίων νοπού γάλακτος. (Tamime, 2007).....	18
Σχήμα 8 . Δομή και σταθεροποίηση των καζεϊνικών μυκλίων (Bylund, 1995).....	19
Σχήμα 9. Σχηματική Απεικόνιση του τρόπου διασύνδεσης των πρωτεϊνών στην περίπτωση α) μη θερμικά επεξεργασμένου και β) θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος (Sodini et al. 2004)	28
Σχήμα 10 . Οξυγαλακτικά βακτήρια Streptococcus thermophiles (αριστερά) και Lactobacillus bulgaricus (δεξιά) (Tamime , 2007)	29
Σχήμα 11. Ηλεκτρονική απεικόνιση γάλακτος (pH 4.6) ζυμωθέν από οξυγαλακτικά βακτήρια Streptococcus thermophiles και Lactobacillus bulgaricus (Tamime , 2007)	29
Σχήμα 12. Στάδια διαδικασίας παραγωγής διαφόρων τύπων γιαούρτης	31
Σχήμα 13. Διαλυτοποίηση /Θέρμανση / Ανάδευση	42
Σχήμα 14 .Φυγοκέντρωση	42
Σχήμα 15. Ανάμιξη υλικών	43
Σχήμα 16.Τοποθέτηση σε γυάλινους περιέκτες	43
Σχήμα 17.Ενοφθαλμισμός.....	43
Σχήμα 18.Επώαση.....	43
Σχήμα 19.Μέτρηση οξύτητας.....	43

Σχήμα 20.Πλήρωση συσκευασιών	44
Σχήμα 21. Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων ελέγχου χημικών υπολειμμάτων. (Εγχειρίδιο BT COMBO BIOSIENTIFIC)	46
Σχήμα 22.Ηλεκτρονική φορητή συσκευή μέτρησης pH TESTO 105.....	46
Σχήμα 23.Συσκευή μέτρησης θερμοκρασίας TESTO 103.....	47
Σχήμα 24. Κρυοσκόπιο Cryostar II ,Funke Gerber.....	48
Σχήμα 25. Αυτομάτος αναλυτής γάλακτος FT 100 - FOSS.....	49
Σχήμα 26. Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας FTIR.....	49
Σχήμα 27.Αναλυτής υφής	52
Σχήμα 28.Διάγραμμα δύναμης / χρόνου , αναλυτή υφής.....	52
Σχήμα 29.Ιξωδόμετρο (Brookfield DV-II).....	53
Σχήμα 30. Σχηματική απεικόνιση της κλίμακας CIELAB (www.hunterlab.com)	54
Σχήμα 31. Αίθουσα οργανοληπτικής αξιολόγησης.....	57
Σχήμα 32.Δείγματα προς οργανοληπτική αξιολόγηση	57
Σχήμα 33. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης χρωματικών παραμέτρων σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών	60
Σχήμα 34. Διάγραμμα μεταβολής φυσικών παραμέτρων σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών	62
Σχήμα 35. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου «κρεμώδους» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών	65
Σχήμα 36. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου « παχύρρευστου» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών	66
Σχήμα 37. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου « ορός / φαινόμενο συναίρεσης» σε γιαούρτια διαφορετικής	

λιποπεριεκτικότητα και χρήσης σταθεροποιητών	67
Σχήμα 38. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου «αποδεκτότητα» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών	68
Σχήμα 39. Κρυμογράφημα των χαρακτηριστικών ριζών.....	69
Σχήμα 40. Γράφημα των δύο κύριων συνιστωσών με βάση τις τιμές των δειγμάτων	70
Σχήμα 41. Ανάλυση κύριων συνιστωσών για τη συσχέτιση των αντικειμενικών μετρήσεων και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων αναδευμένης γιαούρτης	71

1. Εισαγωγή

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα και συγκεκριμένα τα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος, η γιαούρτη και τα προϊόντα γιαούρτης, αποτελούν προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας με γνωστά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, και τυγχάνουν ευρείας κατανάλωσης από ανθρώπους κάθε ηλικιακής ομάδας. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων αυτών εξαρτώνται από τη σύσταση και την τεχνική παρασκευής τους.

Ισχυροποιείται και εξελίσσεται σε κυρίαρχη τάση, η κατανάλωση προϊόντων τα οποία συνδυάζουν τόσο την υψηλή διατροφική αξία όσο και την γευστική απόλαυση. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή γιαούρτης στη Διεθνή αγορά, είναι «τα χαμηλά λιπαρά» και «τα φυσικά συστατικά του» (Mintel,2012). Το γεγονός αυτό καθιστά πλέον επιτακτική την ανάγκη δημιουργίας προϊόντων χαμηλών λιπαρών με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά στο σύνολο των οργανοληπτικών παραμέτρων.

Δεδομένου ότι τα προϊόντα γιαούρτης από ημιαποβουτυρωμένο ή και αποβουτυρωμένο γάλα, έχουν μεγάλη αποδοχή από το καταναλωτικό κοινό ως υψηλής διατροφικής αξίας, η δημιουργία τέτοιων προϊόντων με οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που να προσεγγίζουν ή και να ξεπερνούν τα αντίστοιχα “full fat”, αποτελεί σχεδόν μονόδρομο. Η δημιουργία προϊόντων γιαούρτης με χαμηλά λιπαρά που να διαθέτουν αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη χρήση σταθεροποιητικών υλών.

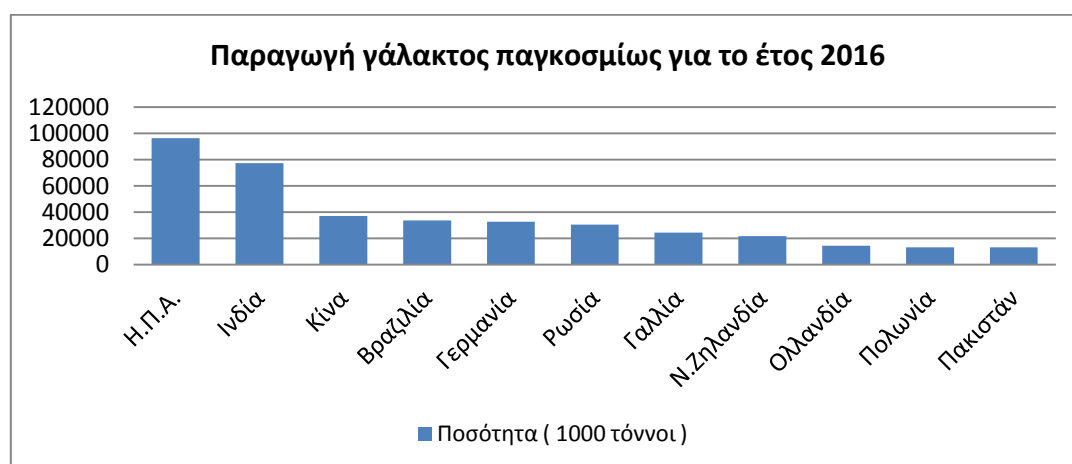
Υπάρχουν διάφορες σταθεροποιητικές πρώτες ύλες μεταξύ αυτών και η ζελατίνη η οποία προσδίδει ισχυρά τεχνολογικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η χρήση της όμως, πέραν του ότι σαν συστατικό πιθανώς να συγγέεται από τον καταναλωτή ως κάποιο συντηρητικό ή «επιβλαβές» πρόσθετο, είναι πλέον απαγορευτική για αρκετές καταναλωτικές ομάδες, με αποτέλεσμα την ανάγκη αντικατάστασής της.

Η ολική αντικατάσταση της ζελατίνης αποτελεί ένα δυναμικό θέμα στη βιομηχανία παραγωγής γιαούρτης και κυρίως για την κάλυψη των αναγκών, της μεγάλης αγοράς των εξαγωγίμων προϊόντων γιαούρτης.

2.Βιβλιογραφική ανασκόπηση

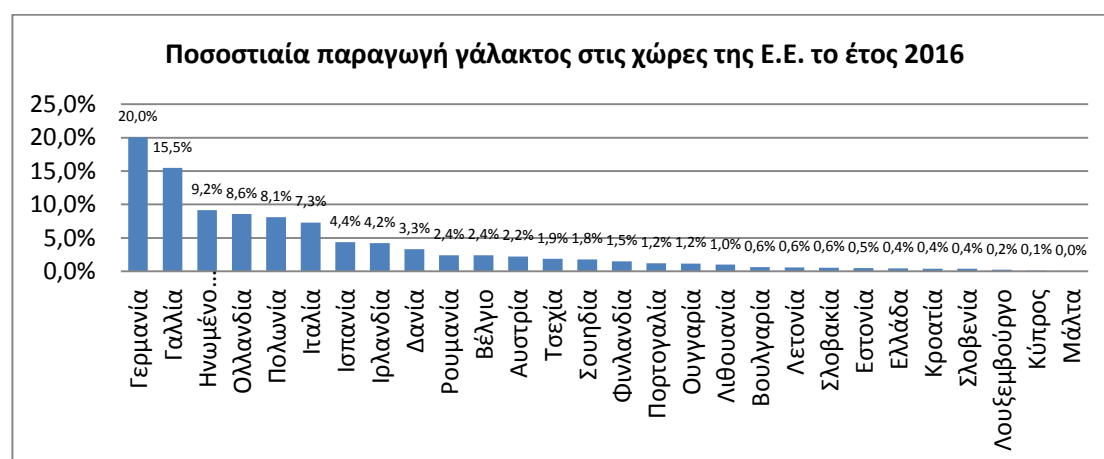
2.1 Παγκόσμια παραγωγή γάλακτος

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO η παγκόσμια παραγωγή αγελαδινού γάλακτος το 2016 ξεπέρασε τους 800 εκατομμύρια τόνους με τις δέκα κορυφαίες χώρες να αντιπροσωπεύουν το 63% της συνολικής παραγωγής. Πρώτη παραγωγός χώρα αγελαδινού γάλακτος είναι οι Η.Π.Α με παραγωγή που ξεπερνά τους 96 εκατομμύρια τόνους, ακολουθεί η Ινδία με παραγωγή 77,4 εκατομμύρια τόνους και τρίτη με σημαντική διαφορά η Κίνα με 37,1 εκατομμύρια τόνους (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Στοιχεία των δέκα χωρών με τη μεγαλύτερη παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στον κόσμο 2001-2014 (IDF, 2016)

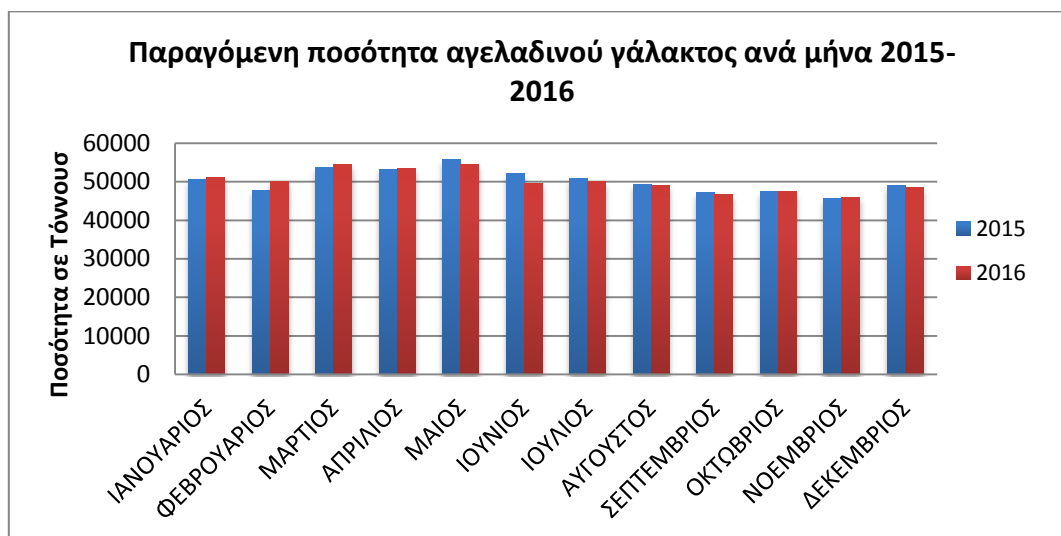
Μεταξύ των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (28 χωρών) την πρώτη θέση σε παραγωγή αγελαδινού γάλακτος κατέχει η Γερμανία με 20,0% και δεύτερη η Γαλλία με 15,5% επί του συνόλου. Η Ελλάδα κατέχει ποσοστό 0,4% επί του συνόλου (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Στοιχεία παραγωγής γάλακτος των χωρών της Ε.Ε.- 28 για το έτος 2016 (Prodcom, 2016)

2.2 Ελληνική παραγωγή και κατανάλωση γάλακτος

Η παραγωγή γάλακτος στην Ελλάδα κυμαίνεται σε 50.000-55.000 τόνους το μήνα με διακυμάνσεις που οφείλονται στην γαλακτοκομική περίοδο (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Παραγόμενη ποσότητα αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα στην Ελλάδα, 2015-2016 (ΕΛΟΓΑΚ)

Η ποσότητα αυτή της πρώτης ύλης κατανέμεται στην παραγωγή λευκού γάλακτος, τυριών και οξιτισμένων γαλάτων. Στο επίπεδο των πωλήσεων στην Ελλάδα μεταξύ των κατηγοριών γάλακτος και γιαούρτης, η κατηγορία του λευκού γάλατος αποτελεί την κυρίαρχη (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Πωλήσεις λευκού γάλακτος και γιαούρτης σε όγκο στην Ελλάδα (IRI, 2017)

2.3 Παραγωγή και κατανάλωση γιαούρτης

Το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανάλωσης γιαούρτης παγκοσμίως, περίπου 80%, πραγματοποιείται στην Ευρώπη, την Άπω Ανατολή και την Ωκεανία. Η Άπω Ανατολή και η Ωκεανία παρουσιάζουν συνεχείς αυξητικές τάσεις (Euromonitor, 2013).

Στην Ε.Ε. πρώτη στην παραγωγή γιαούρτης είναι η Γαλλία και δεύτερη η Γερμανία. Η Ελλάδα ξεπερνά σε παραγωγή τους 160.000 τόνους ετησίως (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Παραγόμενη ποσότητα παραγωγής γιαούρτης και λοιπών ζυμούμενων προϊόντων κάποιων Ευρωπαϊκών χωρών (Prodcom, 2016)

Χώρα	2005	2006	2007	2008	2009
Γαλλία	526.628.084	620.723.952.	535.738.671	526.802.449	516.668.882
Γερμανία	431.263.000	449.607.000	472.991.000	474.329.000	502.675.000
Πολωνία	210.174.000	237.274.000	165.178.000	196,878,000	247.976.000
Βουλγαρία	142.178.711	130.805.379	122.874.003	130.000.977	134.864.809
Ελλάδα	101.933.154	99.958.921	110.205.798	100.487.917	160.424.537
Ουγγαρία	94.154.000	101.626.000	90.867.000	110.466.000	113.347.000

Την μεγαλύτερη αύξηση του όγκου πωλήσεων το διάστημα 2013 την έχει η απλή γιαούρτη (ευρωπαϊκή και παραδοσιακή). Η γιαούρτη με χαμηλά και με πολύ χαμηλά λιπαρά παρουσίασε ανάπτυξη 4,2% και 7,7% αντίστοιχα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2 . Πίνακας ανάπτυξης διαφόρων ειδών γιαούρτης (<http://kantarwordpanel.com>)

Είδος προϊόντος	Μεταβολή (%)
Βιολογικό	-7,1
Παιδικό	+2,7
Χαμηλό σε λιπαρά	+4,2
Επώνυμης ετικέτας	+3,9
Απλή γιαούρτη	+15,8
Πολύ χαμηλό σε λιπαρά	+7,7

Η τάση αυτή επιβεβαιώνει και το συμπέρασμα έρευνας αγοράς ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή γιαούρτης είναι «τα χαμηλά λιπαρά» και « τα φυσικά συστατικά του» (Mintel, 2012).

Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Εταιρίας για το έτος 2013 το ποσοστό δαπάνης διατροφής ενός ελληνικού νοικοκυριού για γαλακτοκομικά είναι 9,1 % και συγκεκριμένα για τη γιαούρτη φτάνει το 2,4% (Πίνακας 3).

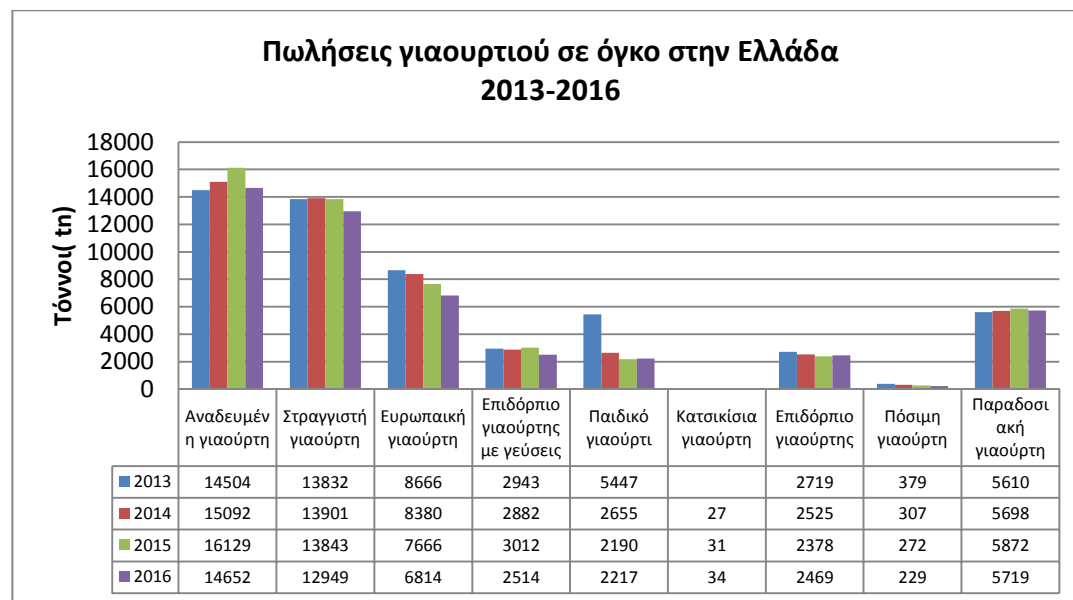
Πίνακας 3. Μέσος όρος μηνιαίων δαπανών (σε €) των ελληνικών νοικοκυριών για γαλακτοκομικά προϊόντα, κατά περιοχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2013)

Κατηγορία Αγαθών	Όλες οι Περιοχές	Αστικές Περιοχές	Αγροτικές Περιοχές
Σύνολο Δαπανών	1.509,39	1.578,25	1.249,90
Είδη Διατροφής (Σύνολο)	290,96	295,06	275,53
Σύνολο Γαλακτοκομικών Προϊόντων	26,53	27,58	22,62
Γάλα νωπό πλήρες	11,27	11,98	8,6
Γάλα νωπό πλήρες, παστεριωμένο ή ομογενοποιημένο.	10,91	11,59	8,34
Γάλα νωπό πλήρες, παστεριωμένο ή ομογενοποιημένο με πρόσθετα	0,36	0,39	0,25
Γάλα νωπό με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά	2,36	2,53	1,72
Γάλα συντηρημένο	3,25	2,99	4,23
Γάλα σε κουτιά, συμπυκνωμένο	2,16	1,87	3,25
Γάλα σε κουτιά, συμπυκνωμένο, με μειωμένα λιπαρά (έως 2%)	0,29	0,32	0,17
Γάλα σκόνη για βρέφη	0,8	0,8	0,8
Γάλα σοκολατούχο	0,37	0,37	0,37
Γιαούρτη	7,08	7,27	6,35
Γιαούρτη πλήρης	4,34	4,3	4,48
Γιαούρτη με μειωμένα λιπαρά (έως 2%), γιαούρτη διαίτης	1,8	1,95	1,25
Γιαούρτη με φρούτα, κακάο, μέλι ή δημητριακά	0,94	1,02	0,62
Βούτυρο γάλακτος	0,68	0,74	0,49
Λοιπά γαλακτοκομικά προϊόντα	1,52	1,7	0,86
Κρέμα γάλακτος	0,55	0,6	0,36
Άλλα προϊόντα γάλακτος	0,97	1,1	0,5

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι τα προϊόντα γιαούρτης καταλαμβάνουν ένα ποσοστό του οικογενειακού προϋπολογισμού χωρίς όμως να έχουν εξαντλήσει τα περιθώρια ανάπτυξης τους.

2.4 Πωλήσεις γιαούρτης στην Ελλάδα

Στην εγχώρια αγορά η αναδευμένη γιαούρτη αποτελεί την πιο ισχυρή εμπορικά κατηγορία προϊόντος, με ετήσιες πωλήσεις που ξεπερνούν τους 14000 τόνους προϊόντος. Δεύτερη κατηγορία είναι η στραγγιστή και τρίτη κατηγορία η ευρωπαϊκή γιαούρτη (Σχήμα 5).



Σχήμα 5 .Πωλήσεις γιαούρτης σε όγκο στην Ελλάδα (IRI, 2017)

Από το σύνολο των παραπάνω στοιχείων γίνεται φανερό ότι η δυναμική της γιαούρτης ως προϊόν, με ζήτηση στην εσωτερική και εξωτερική αγορά σε διαφορετικούς τύπους, και με ιδιαίτερα αυξανόμενη ανάγκη στα άπαχα και ελαφριά προϊόντα της κατηγορίας αναδευμένης γιαούρτης.

2.5 Γάλα

2.5 .Ορισμός

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων & Ποτών Άρθρο 80 (2009), «Νωπό γάλα» νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα. «Γάλα» είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης.

Με τον όρο «γάλα» απλά, χωρίς να συνοδεύεται αυτό από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο: α) Προέρχεται από αγελάδα β) Είναι νωπό γ) Είναι πλήρες. δ) Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση ε) Δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω.

Σε κάθε περίπτωση έχουν καθοριστεί όρια για τις φυσικοχημικές παραμέτρους κάθε τύπου γάλακτος (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Όρια Φυσικών και Χημικών Σταθερών του Γάλακτος (ΚΤΠ Άρθρο 80)

Προέλευση	Ειδικό βάρος 15°C (g/l)	Λίπος % (Ελάχιστο)	Σ.Υ.Α.Λ % (Ελάχιστο)
Αγελάδας	1,028	3,5	8,5
Κατσίκας	1,032	4,0	9,0
Προβάτου	1,035	6,0	10,2
Βουβάλου	1,033	6,0	9,7
Κατσίκας- Προβάτου	1,033	5,0	9,6

Σημείωση: Οι παράμετροι αλλάζουν με αλλαγές στην κείμενη νομοθεσία.

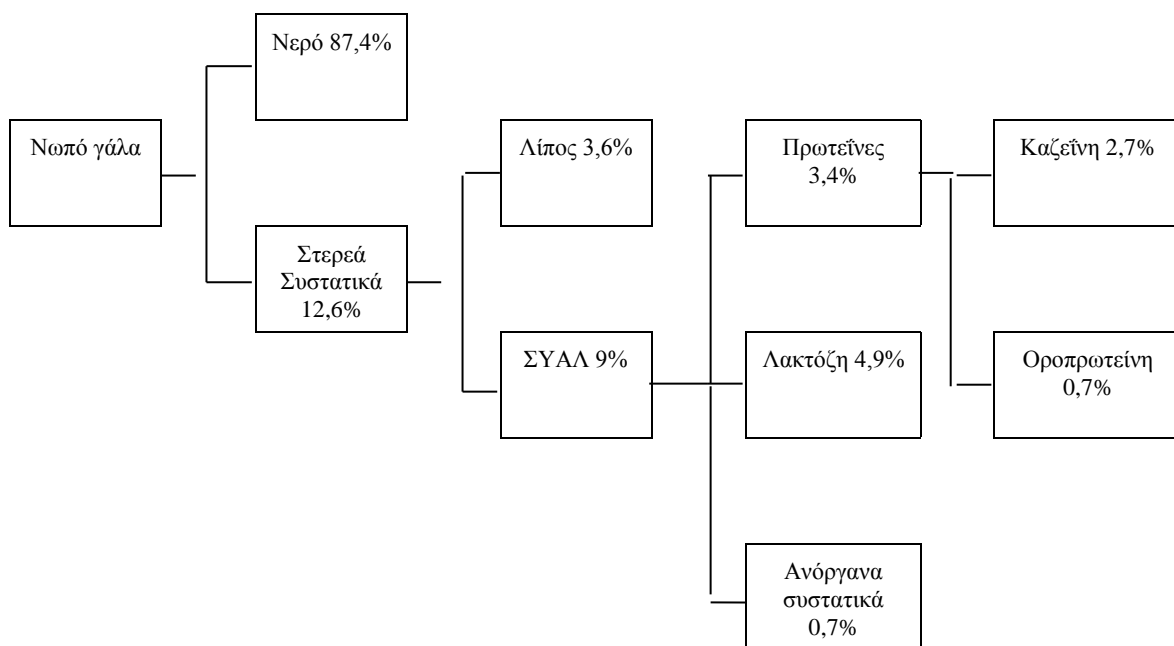
2.5.2 Συστατικά γάλακτος

Τα κύρια συστατικά του γάλακτος περιλαμβάνουν νερό, λιπαρά, πρωτεΐνες, λακτόζη (σάκχαρο γάλακτος) και ανόργανη ύλη (ανόργανα άλατα). Το γάλα περιέχει επίσης σε ίχνη και άλλα συστατικά όπως χρωστικές, ένζυμα, βιταμίνες, φωσφολιπίδια. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι % κ.β. των επιμέρους συστατικών του γάλακτος.

Πίνακας 5. Χημική σύνθεση αγελαδινού γάλακτος (Walstra et al. 2006)

Κύριο Συστατικό	Εύρος διακύμανσης (% κ.β)	Μέση τιμή (% κ.β)
Νερό	85,3-88,7	87,1
Ολικά Στερεά	7,9-10	8,9
Λιπαρά	2,5-5,5	4,0
Πρωτεΐνες	2,3-4,4	3,3
Καζεΐνη	1,7-3,5	2,7
Λακτόζη	3,8-5,3	4,6
Ανόργανα Συστατικά	0,57-0,83	0,7
Οργανικά οξέα	0,12-0,21	0,17

Σημείωση : Οι τιμές αυτές σπανίως αυξάνονται



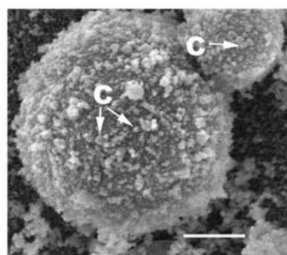
Σχήμα 6. Σχηματική απεικόνιση χημικής σύστασης γάλακτος (Chandan et al. 2008)

Λιπαρά

Η περιεκτικότητα του αγελαδινού γάλακτος σε λίπος κυμαίνεται σε όρια από 2,5 – 5%. Το λίπος είναι μορφοποιημένο σε λιποσφαίρια, τα οποία στο μεγαλύτερο μέρος τους (95-96%) αποτελούνται από τριγλυκερίδια.

Τα λιπαρά του γάλακτος απαντώνται με τη μορφή σφαιριδίων ή σταγονιδίων διασπαρμένων στον ορό του. Η διάμετρος τους κυμαίνεται από 0,1-20μm με μέση διάμετρο τα 3-4μm σε ομογενοποιημένο γάλα και σε ποσότητα περίπου 15 δισεκατομμύρια σφαιρίδια ανά mL. Τα λιπαρά αποτελούνται από τριγλυκερίδια , δι- και μόνογλυκερίδια, λιπαρά οξέα , στερόλες,

καροτενοειδή και βιταμίνες (λιποδιαλυτές A, D, E και K) . Η μεμβράνη των λιπαρών αποτελείται από φωσφολιπίδια , λιποπρωτεΐνες , κερεβροζίδια, πρωτεΐνες, νουκλεϊνικά οξέα, ένζυμα και δεσμευμένο νερό.



Σχήμα 7 . Μικρογράφημα SEM , λιποσφαιρίων νοπού γάλακτος. (Tamime, 2007)

Τα λιπαρά του γάλακτος αποτελούν ένα μίγμα από εστέρες των λιπαρών οξέων (τριγλυκερίδια), οι οποίοι σχηματίζονται από μια αλκοόλη που ονομάζεται γλυκερόλη και διάφορα λιπαρά οξέα, τα οποία διαμορφώνουν περίπου το 90% των λιπαρών του γάλακτος. Τα λιπαρά οξέα μπορεί να είναι κορεσμένα ή ακόρεστα με τουλάχιστον ένα διπλό δεσμό μεταξύ ανθράκων και δεδομένου ότι κάθε μόριο γλυκερόλης μπορεί να ενωθεί με τουλάχιστον τρία μόρια όχι απαραίτητα λιπαρών οξέων, ο αριθμός των σχηματιζόμενων τριγλυκεριδίων είναι σημαντικά μεγάλος (Bylund,1995).

Πίνακας 6.Περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά οξέα (Bylund,1995)

Λιπαρά Οξέα	% Ποσοστό του Ολικού Περιεχόμενου σε Λιπαρά Οξέα	Λιπαρά Οξέα	% Ποσοστό του Ολικού Περιεχόμενου σε Λιπαρά Οξέα
Κορεσμένα		Ακόρεστα	
Βουτυρικό οξύ	3,0-4,5	Ελαιικό Οξύ	30,0-40,0
Καπρονικό οξύ	1,3-2,2	Λινελαϊκό οξύ	2,0-3,0
Λαυρικό οξύ	2,0-5,0	Λινολενικό οξύ	Έως 1,0
Μυριστικό οξύ	7,0-11,0	Αραχιδονικό οξύ	Έως 1,0
Παλμιτικό οξύ	25,0-29,0	Στεατικό οξύ	3,0-7,0

Πρωτεΐνες

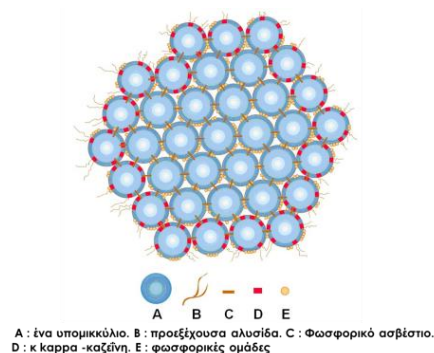
Οι πρωτεΐνες είναι μεγάλα μόρια που αποτελούνται από περίπου 100-200 μικρότερες μονάδες, τα αμινοξέα. Το είδος και η θέση των αμινοξέων στο πρωτεϊνικό μόριο καθορίζει και τη φύση της πρωτεΐνης. Έτσι οποιαδήποτε μεταβολή στο είδος ή τη θέση των αμινοξέων στην πρωτεϊνική αλυσίδα έχει ως αποτέλεσμα πρωτεΐνη με διαφορετικές ιδιότητες. Οι πρωτεΐνες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με ποικίλους τρόπους ανάλογα με τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες και τις βιολογικές τους δράσεις. Το γάλα περιέχει πολλές διαφορετικές πρωτεΐνες οι περισσότερες από τις οποίες απαντώνται σε πολύ μικρές ποσότητες.

Πίνακας 7. Συγκέντρωση των κυριότερων πρωτεϊνών γάλακτος (Belitz et al. 2006)

Πρωτεΐνη	Ποσοστό %	Πρωτεΐνη	Συγκέντρωση στο γάλα (g/kg)
Καζεΐνης	80	Πρωτεΐνες ορού	20
as1- καζεΐνη	34	Α-γαλακτοαλβουμίνη	4
as2- καζεΐνη	8	β-γαλακτογλοβουλίνη	9
β-καζεΐνη	25	Αλβουμίνη ορού	1,0
κ-καζεΐνη	9	Ανοσογλοβουλίνη	2
γ-καζεΐνη	4	Πεπτόνη-πρωτεόζη	4,0
Λιποπρωτεΐνες	0,4		

Καζεΐνες και καζεϊνικά μικύλλια

Οι καζεΐνες αποτελούν την κυρίαρχη κατηγορία πρωτεϊνών του γάλακτος με επί τοις εκατό περιεκτικότητα περίπου 79-80%. Τα μόρια των καζεϊνών αποτελούνται από πολλά ξεχωριστά μόρια, σχηματίζοντας μία κολλοειδή διασπορά. Λόγω των υδρόφοβων και υδρόφιλων τμημάτων των καζεϊνικών μορίων, τα μόρια των πολυμερών αυτών δημιουργούν χαρακτηριστικές αυτοοργανωμένες δομές.



Σχήμα 8 . Δομή και σταθεροποίηση των καζεϊνικών μικυλίων (Bylund, 1995)

Οι ιδιότητες των καζεϊνών διαφέρουν από αυτές των περισσότερων πρωτεϊνών. Οι καζεΐνες είναι εν μέρει υδρόβοφες, έχουν υψηλό φορτίο και περιέχουν πολλές προλίνες και λίγες κυστεΐνες. Δεν σχηματίζουν παρά μόνο μικρού μήκους α-έλικες και έχουν περιορισμένη τεταρτοταγή δομή. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα μόρια της καζεΐνης είναι τυχαίες έλικες. Όταν διαλύονται πολλές υδρόφοβες ομάδες εκτίθενται με αποτέλεσμα τα μόρια να σχηματίζουν εύκολα υδρόφοβους δεσμούς. Τα μόρια της καζεΐνης μετουσιώνονται δύσκολα γιατί έχουν περιορισμένη δευτεροταγή και τεταρτοταγή δομή. Το υψηλό φορτίο των καζεϊνών οφείλεται κατά βάση στις φωσφορικές τους ομάδες. Στις τιμές pH του γάλακτος ιονίζονται (Waalstra et al. 2003).

Το γεγονός ότι η καζεΐνη του γάλακτος δεν βρίσκεται σε διάλυμα αλλά σε μικύλλια έχει σημαντικές συνέπειες στις ιδιότητές του. Τα καζεϊνικά μικύλλια καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη φυσική σταθερότητα του γάλακτος κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας,

της συμπύκνωσης και της αποθήκευσής του. Η συμπεριφορά τους είναι καθοριστική για τις ρεολογικές ιδιότητες των ζυμούμενων προϊόντων.

Σχεδόν όλη η ποσότητα της καζεΐνης βρίσκεται με τη μορφή σφαιρικών σωματιδίων με διάμετρο από 40-300nm.

Λακτόζη

Η λακτόζη είναι ένα σάκχαρο που απαντάται πρακτικά μόνο στο γάλα, σε ποσοστό που κυμαίνεται από 3,6 έως 5,5 %. Πρόκειται για σάκχαρο με αρκετά χαμηλότερη γλυκύτητα από αυτή των υπόλοιπων σακχάρων .

Η λακτόζη είναι το κύριο συστατικό του γάλακτος που μεταβολίζεται από τα γαλακτικά βακτήρια. Τα εν λόγω βακτήρια φέρουν το ένζυμο λακτάση η οποία διασπά τη λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Στη συνέχεια άλλα ένζυμα των μικροοργανισμών αυτών μετατρέπουν τη γλυκόζη και τη γαλακτόζη σε γαλακτικό οξύ, το οποίο προσδίδει στο γάλα και τη χαρακτηριστική όξινη γεύση (Bylund, 1995).

Ένζυμα στο γάλα

Τα ένζυμα του γάλακτος προέρχονται είτε από το μαστό των ζώων είτε από τους μικροοργανισμούς που περιέχονται σε αυτό. Τα ένζυμα που προέρχονται από μικροοργανισμούς που περιέχονται στο γάλα ποικίλουν ως προς τον τύπο και τη συγκέντρωσή τους που είναι ανάλογα με τη φύση και το μέγεθος του μικροβιακού πληθυσμού. Τα πιο σημαντικά ένζυμα του γάλακτος είναι:

- **Αλκαλική φωσφατάση:** Εντοπίζεται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων. Είναι θερμοευαίσθητη αλλά περισσότερο ανθεκτική από τα μη σπορογόνα παθογόνα βακτήρια. Η αδρανοποίησή της κατά τη θέρμανση του γάλακτος υποδηλώνει και καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων. Αποτελεί την πρακτικότερη μέθοδο ελέγχου παστεριώσεως του γάλακτος.
- **Λιπάσες:** Υπάρχουν κατά 90% στα μικύλια καζεΐνης. Διασπούν τα τριγλυκερίδια του λίπους του γάλακτος, οπότε ελευθερώνονται λιπαρά οξέα, γλυκερόλη, μονογλυκερίδια και διγλυκερίδια, μεταβολές που επηρεάζουν την συντήρηση του γάλακτος και των προϊόντων τους διότι τους προσδίδουν οσμή και γεύση ταγγισμένου. Αδρανοποιούνται μερικώς κατά την παστερίωση και πλήρως κατά την αποστείρωση του γάλακτος.
- **Καταλάση:** Χρησιμοποιείται στη διάγνωση του γάλακτος που προέρχεται από ζώα που πάσχουν από μαστίτιδα, διότι η δραστηριότητα της αυξάνεται κατά 10-15 φορές

- Πρωτεάσες: Παρότι ανευρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση στο γάλα, παίζουν κάποιο ρόλο στη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τη συντήρηση του παστεριωμένου γάλακτος ή των γαλακτοκομικών. Απαντώνται σε αλκαλική και όξινη μορφή και φέρονται συνδεδεμένες με τις καζεΐνες.
- Υπεροξειδάση: Συντίθεται στο μαστό και είναι ποσοτικά το πολυπληθέστερο ένζυμο του γάλακτος (1% των οροπρωτεϊνών). Η δραστηριότητα της εξαρτάται από το είδος της τροφής, την εποχή και τη φάση του οιστρικού κύκλου (Μάντης, 2000).

Βιταμίνες

Το γάλα περιέχει λιποδιαλυτές A, D, E ,K και υδατοδιαλυτές βιταμίνες B και C. Η συγκέντρωσή αυτών στο γάλα αποτυπώνεται στον πίνακα 10.

Στο άπαχο και μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα η συγκέντρωση των λιποδιαλυτών βιταμινών είναι μικρότερη, δεδομένου ότι αποχωρίζονται με την κρέμα γάλακτος κατά την αποκορύφωση. Το πλήρες γάλα αποτελεί καλή πηγή βιταμίνης A (Walstra et al. 1984).

Πίνακας 8. Σύσταση αγελαδινού γάλακτος σε βιταμίνες (Walstra et al. 1984)

Βιταμίνες	Στα 100 g γαλακτος	Βιταμίνες	Στα 100 g γαλακτος
Θειαμίνη (B1)	45μg	Βιταμίνη C	2mg
Ριβοφλαβίνη	175g	Βιταμίνη A	40mg (RE)
Νιασίνη	90μg	Βιταμίνη D	4(IU)
Παντοθενικό οξύ	350μg	Βιταμίνη E	100μg
Βιοτίνη	3,5μg	Βιταμίνη K	5μg
Φολικό οξύ	5.5μg	Βιταμίνη B12	0,45μg

Ανόργανα συστατικά

Άλατα

Το γάλα περιέχει αρκετά μεταλλικά στοιχεία, είτε σε ελεύθερη ιοντική μορφή, είτε δεσμευμένα σε άλλα συστατικά, είτε τέλος με μορφή οργανικών ή ανόργανων αλάτων. Από τα κατιόντα τα κυριότερα είναι τα Ca^{++} το Na^{+} , το K^{+} και το Mg^{++} ενώ από τα ανιόντα το Cl^{-} , το PPO_4^{3-} και τα κιτρικά.

Σχετικά με την κατάσταση στην οποία βρίσκονται αυτά τα στοιχεία στο γάλα είναι γνωστό ότι το κάλιο, νάτριο και χλώριο βρίσκονται ως ελεύθερα ιόντα, ενώ τα ασβέστιο και μαγνήσιο μόνο σε μικρό ποσοστό σε ιονισμένη μορφή εκ των αλάτων τους. Στο γάλα

αγελάδας το 20% του ασβεστίου είναι δεσμευμένο στις καζεΐνες σε συνδυασμό με το φωσφόρο, το 50% είναι σε ανόργανη κολλοειδή μορφή και το 30% σε ιονισμένη μορφή.

Το γάλα είναι κορεσμένο ως προς το φωσφορικό και το κιτρικό ασβέστιο. Σχετικά με το φωσφόρο, το 30% περίπου είναι σε ανόργανη διαλυτή μορφή (HPO_4^{2-}), το 20% είναι δεσμευμένο στα μόρια των καζεϊνών, το 40% σε κολλοειδή ανόργανη μορφή και το υπόλοιπο 10% περίπου είναι δεσμευμένο σε λιπίδια.

Τα κιτρικά είναι σημαντικά συστατικά του γάλακτος. Ενώνονται ετεροπολικά με το Ca^{++} και διά του ισοζυγίου ιονισμού έτσι διατηρείται η διαλυτότητα του φωσφορικού ασβεστίου και το pH του γάλακτος (Μάντης, 2000).

2.6 Γιαούρτη και Προϊόντα Γιαούρτης

Στα προϊόντα αυτά περιλαμβάνονται διάφοροι τύποι γιαούρτης, το ξινόγαλα και άλλα παρόμοια προϊόντα που προκύπτουν από τη ζύμωση της λακτόζης εξαιτίας της μεταβολικής δραστηριότητα της οξυγαλακτικής καλλιέργειας και την παραγωγή γαλακτικού οξέος. Κατά τη ζύμωση των γαλακτοκομικών προϊόντων σχηματίζονται μεταξύ άλλων, διοξείδιο του άνθρακα, οξικό οξύ, διακετύλιο, και ακεταλδεϋδη ουσίες οι οποίες σχετίζονται με τα αρωματικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Bylund, 1995).

2.6.1 Γιαούρτη- Ορισμός

Η γιαούρτη ορίζεται ως μια πηκτή που αποτελείται από ένα τρισδιάστατο πλέγμα καζεΐνης που δημιουργήθηκε από τη δράση των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Το πλέγμα αυτό περιστοιχίζεται από μετουσιωμένες οροπρωτεΐνες και λιποσφαίρια. Ο ρόλος των λιποσφαιρίων στην δομή της γιαούρτης δρα ως υποστηρικτής του πρωτεϊνικού πλέγματος (Aguirre-Mandujano et al. 2009; Purwandari et al. 2007).

Σύμφωνα με τις οδηγίες των διεθνών οργανισμών FAO/WHO και CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO 2011) με τις οποίες συμβαδίζει πλέον και η Ελληνική νομοθεσία, ορίζεται ότι η γιαούρτη είναι ένα προϊόν πηγμένου γάλακτος το οποίο υπόκειται σε οξυγαλακτική ζύμωση μέσω της δράσης των θερμοφίλων βακτηρίων *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* και τα οποία θα πρέπει στο τέλος της διάρκειας ζωής του τελικού προϊόντος να είναι βιώσιμα σε συνολική συγκέντρωση 10^7 κύτταρα ανά g προϊόντος. Σύμφωνα με το άρθρο 82 του Κ.Τ.Π (2016) επιτρέπεται στην κατηγορία της γιαούρτης η προσθήκη λίπους για τη ρύθμιση της περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες και πρωτεϊνών γάλακτος για τεχνολογικούς λόγους ρύθμισης του Στερεού Υπολείμματος Άνευ Λίπους (ΣΥΑΛ), του ίδιου είδους ζώου, υπό την προϋπόθεση ότι η αύξηση του ΣΥΑΛ στο γιαούρτι δε θα ξεπερνά το ΣΥΑΛ του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε, όπως ορίζεται στο άρθρο 80, παρ. 3 του Κ.Τ.Π., κατά 4 μονάδες.

Σύμφωνα με το άρθρο 82 του Ελληνικού Κώδικα Τροφίμων και Ποτών υπάρχουν επιπλέον δύο κατηγορίες :

Η στραγγιστή γιαούρτη η οποία λαμβάνεται από τη γιαούρτη μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6% πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8% για το πρόβειο γάλα. Σε περίπτωση μιγμάτων διαφόρων ειδών γάλακτος η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υπολογίζεται με βάση την αναλογία των ειδών γάλακτος.

Παραδοσιακή είναι η γιαούρτη που πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές:

α) Παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του.

β) Προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα.

Για την παραγωγή της γιαούρτης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί πρώτη ύλη συγκεκριμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως και η χρήση συγκεκριμένων τεχνικών ανά τύπο γιαούρτης. Παρακάτω αποτυπώνονται οι κατηγορίες γιαούρτης και τα κριτήρια που ελήφθησαν υπόψιν για την κατηγοριοποίηση αυτή.

2.6.2 Κατηγορίες γιαούρτης

Παράλληλα με την κατανάλωση γιαούρτης έχει δημιουργηθεί και ζήτηση για παράγωγα της που είναι γνωστά ως προϊόντα τύπου – γιαούρτης / yoghurt like products. Η κατηγοριοποίηση των προϊόντων έτσι όπως προτάθηκε από τους Tamine και Robinson (2007) γίνεται με βάση:

- Τα νόμιμα κριτήρια (καθιερωμένα ή προτεινόμενα) που κατηγοριοποιούν ένα προϊόν βάσει της χημικής του σύστασης ή των περιεχόμενων λιπαρών
- Τη φύση του προϊόντος (σετ, αναμεμιγμένο, ρευστό)
- Το άρωμα και τη γεύση (απλή ή φρούτων)
- Τις διεργασίες μετά τη ζύμωση

Ανάλογα με τη χώρα ή την περιοχή προέλευσης το γιαούρτι παρασκευάζεται από γάλα διαφόρων ζώων και με διάφορες, μεθόδους με αποτέλεσμα να ποικίλει στη γεύση και τη σύσταση. Οι μορφές στις οποίες απαντάται η γιαούρτη είναι:

- Ευρωπαϊκού τύπου, στο οποίο η δράση των μικροοργανισμών και η ψύξη του προϊόντος πραγματοποιείται εντός της συσκευασίας του.

- Ανακατεμένου/ αναμεμιγμένου τύπου, στο οποίο η επώαση και η ψύξη πραγματοποιείται πριν τη συσκευασία που γίνεται αφού μεσολαβήσει ανάμιξη του πηγματος.
- Συμπυκνωμένη ή στραγγιστή στην οποία η επώαση πραγματοποιείται σε επωαστική δεξαμενή και ακολουθεί διαχωρισμός του ορού και ψύξη πριν συσκευαστεί.
- Πόσιμη η οποία επωάζει σε επωαστική δεξαμενή όπου το πήγμα «σπάζει» ώστε να γίνει ρευστό και μετά συσκευάζεται.
- Παγωμένη η οποία επωάζεται σε επωαστική δεξαμενή και έπειτα καταψύχεται όπως το παγωτό (Bylund, 1995).

2.6.3 Παραγωγή Γιαούρτης

Ακολουθεί παρουσίαση και ανάλυση όλων εκείνων των παραγόντων που ενδιαφέρουν την παραγωγική διαδικασία των προϊόντων γιαούρτης.

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την παραγωγή των προϊόντων γιαούρτης και για το λόγο αυτό θα πρέπει να ελέγχονται είναι:

- Η επιλογή της κατάλληλης πρώτης ύλης.
- Η τυποποίηση του γάλακτος.
- Ο εμπλουτισμός με προϊόντα γάλακτος.
- Η ομογενοποίηση του μίγματος.
- Η θερμική επεξεργασία του μίγματος.

2.6.3.1 Επιλογή των πρώτων υλών

Το γάλα ως πρώτη ύλη, αποτελεί το βασικό υλικό για την παραγωγή γιαούρτης θα πρέπει να έχει καλή μικροβιακή κατάσταση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του να είναι καθορισμένα. Το ποσοστό ΣΥΑΛ καθορίζει την ανάγκη και τον βαθμό εμπλουτισμού της πρώτης ύλης με πρόσθετες ύλες. (Robinson et al. 2010).

Το ποσοστό ΣΥΑΛ (Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους) σε ένα αγελαδινό γάλα βάση της Ελληνικής νομοθεσία θα πρέπει κατά ελάχιστον να βρίσκεται σε ποσοστό 8,5%. και της πρωτεΐνης σε ποσοστό 2,9% (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2016).

Η ποιότητα της γιαούρτης εξαρτάται από το ποσοστό πρωτεΐνης της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης η οποία συνήθως κυμαίνεται στο 3,3% (80 % καζεΐνη και 20% ορός γάλακτος).

Η λακτόζη κυμαίνεται σε ποσοστό ~4,5% και αποτελεί τη βασική τροφή των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Το ποσοστό λίπους θεωρητικά δεν επηρεάζει τον σχηματισμό του πήγματος.

Το λίπος στο γάλα κυμαίνεται σε ποσοστό 3,5%- 4,2% και αποτελεί έναν παράγοντα που θα βοηθήσει στην απόδοση συγκεκριμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Αν και το ποσοστό της πρωτεΐνης στο γάλα (3,3%) θεωρείται ιδανικό για την διατροφή των παιδιών, στην παραγωγή γιαούρτης απαιτούνται μεγαλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης για τη δημιουργία εντός σταθερού προϊόντος με συνοχή στην περίπτωση των set γιαουρτιών και με αυξημένο ιξώδες στην περίπτωση της αναμεμιγμένης γιαούρτης (Robinson, 2002).

Παγκοσμίως το λίπος και το περιεχόμενο σε στερεά του γάλακτος τυποποιούνται με βάση τις αρχές του κώδικα FAO/WHO. Στην Ελλάδα ακολουθείται επιπρόσθετη εθνική νομοθεσία για την περιεκτικότητα σε λίπος και ολικά στερεά της γιαούρτης (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών 2016).

2.6.3.2 Τυποποίηση (standardization)

Η τυποποίηση του γάλακτος συνίσταται στην τυποποίηση της λιπαρής ύλης του και των στερεών άνευ λίπους.

Αναφορικά με την τυποποίηση της λιπαρής ύλης τους γάλακτος αυτή μπορεί να επιτευχθεί:

1. Με απομάκρυνση μέρους των λιπαρών του γάλακτος μέσω της διεργασίας της αποκορύφωσής του
2. Με ανάμιξη πλήρους γάλακτος με αποβουτυρωμένο γάλα
3. Με ανάμιξη κρέμας γάλακτος σε αποβουτυρωμένο ή πλήρες γάλα
4. Με συνδυασμό κάποιων από τις παραπάνω διεργασίες (Tamime and Robinson's, 2007).

Η τυποποίηση των στερεών άνευ λίπους περιλαμβάνει:

1. Την μέθοδο της εξάτμισης κατά την οποία ο όγκος του γάλακτος μειώνεται περίπου στα 2/3 του αρχικού όγκου και η οποία εφαρμόζεται πλέον σε μικρής κλίμακας παραγωγικές μονάδες γαλακτοκομικών προϊόντων.
2. Την προσθήκη σκόνης αποβουτυρωμένου ή πλήρους γάλακτος συνηθέστερα σε ποσοστό έως 3% κ.β.
3. Την προσθήκη σκόνης ή συμπυκνωμάτων ή υδρολυμένων πρωτεϊνών ορού, συνηθέστερα σε ποσοστό 1-2% κ.β. καθώς υψηλότερα ποσοστά προσθήκης μπορεί να επιφέρουν μη επιθυμητό άρωμα ορού στο τελικό προϊόν.

4. Την προσθήκη καζεϊνών , καζεϊνικών αλάτων ή υδρολυμάτων.
5. Την προσθήκη συμπυκνωμάτων γάλακτος το οποίο μπορεί να προέρχεται είτε από εξάτμιση υπό κενό είτε μέσω διεργασιών διήθησης (αντίστροφη ώσμωση, νανοδιήθηση, μικροδιήθηση ή υπερδιήθηση).
6. Την προσθήκη πρωτεϊνών διαφορετικής προέλευσης από αυτή του γάλακτος (π.χ. γάλα σόγιας, πρωτεΐνη ηλίανθου κ.α. (Tamime & Robinson 2007)

2.6.3.3 Πρόσθετα συστατικά της γιαούρτης

Οι φυσικές ιδιότητες της γιαούρτης εξαρτώνται κατά μεγάλο βαθμό από το ποσοστό των ολικών στερεών του μίγματος. Το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από 9,0% σε προϊόντα αποβουτυρωμένα μέχρι και 22% σε εμπλουτισμένα προϊόντα . Το σύνηθες ποσοστό είναι 13% – 17% . Οι μέθοδοι εμπλουτισμού περιλαμβάνουν την προσθήκη σκόνης γάλακτος, πρωτεϊνών ορού ή καζεϊνικών και της προσθήκης συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορού (Jaros & Rohm, 2003).

Επίσης η προσθήκη λίπους (κρέμα γάλακτος) συνηθίζεται αποδίδοντας προϊόντα με υψηλή λιποπεριεκτικότητα. Το λίπος αποδίδει την αίσθηση του κρεμώδους και βελτιώνει την επίγευση των προϊόντων γιαούρτης (Sodini et al. 2004). Από την άλλη η μείωση των λιπαρών αντισταθμίζεται με τη χρήση υδροκολλοειδών.

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο εμπλουτισμού που θα επιλεγεί, αυτό που κυρίως καθορίζει τις ρεολογικές και φυσικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος είναι το πρωτεϊνικό περιεχόμενο του γάλακτος. Αύξηση του ποσοστού των πρωτεϊνών οδηγεί σε αύξηση του συγκρατούμενου νερού και συνεπώς σε βελτίωση της σταθερότητας του πήγματος. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχουν οι καζεΐνες οι οποίες έχουν την ικανότητα να «ακινητοποιούν» 2,82g νερού ανά g πρωτεΐνης , ενώ για τις πρωτεΐνες ορού ισχύει α) για τις μη μετουσιωμένες αναλογία 0,32g νερού και β) για τις μετουσιωμένες 2,34g νερού ανά g πρωτεΐνης. Γίνεται εύκολα αντιληπτή η κρισιμότητα της αναλογίας πρωτεϊνών ορού / καζεϊνών στις ιδιότητες της γιαούρτης (Jaros & Rohm 2003; Sodini et al.2004; Damin et al. 2009).

Η χρήση σταθεροποιητών αποτελεί πλέον μια ευρέως αποδεκτή λύση με πολύ καλά αποτελέσματα για την παραγωγή προϊόντων τύπου γιαούρτης. Οι σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται σε ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος για τον έλεγχο της υφής και την μείωσης της αποβολής ορού, δεδομένου ότι έχουν την ικανότητα της συγκράτησης νερού και της δημιουργία της βελούδινης υφής (Amatayakul et al. 2006).

Η προσθήκη πηκτικών μέσων όπως ζελατίνης ή αμύλου μπορεί επίσης να εφαρμοστεί με σκοπό την βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων και τη σταθερότητα του τελικού πήγματος. Στην περίπτωση αυτή σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του κατάλληλου πηκτικού μέσου και

στην κατάλληλη αναλογία, προκειμένου να μην υπάρξει οργανοληπτική απόρριψη (Sodini et al. 2004; Ares et al. 2007). Περιοριστικό παράγοντα στη χρήση τέτοιων ουσιών θα μπορούσε να αποτελέσει το κόστος αλλά και η μειωμένη αποδοχή των προϊόντων από τον καταναλωτή λόγω αναγνώρισης αυτών (Temesgen et al. 2015).

Σύμφωνα με τον Baziwane and He (2003) μεταξύ όλων των υδροκολλοειδών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη βιομηχανία τροφίμων το δημοφιλέστερο θεωρείται η ζελατίνη.

2.6.3.4 Ομογενοποίηση του μίγματος

Η ομογενοποίηση λαμβάνει χώρα στους 55-70°C σε πίεση 15-20mPa. Με την ομογενοποίηση επιτυγχάνουμε την μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων από 10 μm σε <2μm. Το γεγονός αυτό μειώνει την πιθανότητα της δημιουργίας υμενίου λίπους κατά την διάρκεια της επώασης αλλά και ενισχύει το λευκό χρώμα του γιαούρτη. Επίσης το ιξώδες της γιαούρτη φαίνεται να ενισχύεται από την ομογενοποίηση, όπου ένα μέρος των καζεϊνών και των οροπρωτεϊνών εισέρχονται και συμμετέχουν στο σχηματισμός της μεμβράνης, όταν η επιφάνεια των λιποσφαιρίων αυξάνεται κατά 4-6 φορές κατά την ομογενοποίηση (Bylund 1995; Tamine & Robinson 2007).

2.6.3.5 Θερμική επεξεργασία του μίγματος

Η θέρμανση του γάλακτος οδηγεί στην πλήρη ή μερική θανάτωση παθογόνων και άλλων ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, στην παραγωγή διεγερτικών / ανασταλτικών παραγόντων για τις καλλιέργειες εκκίνησης και σε αλλαγές στις φυσικοχημικές ιδιότητες των συστατικών του γάλακτος.

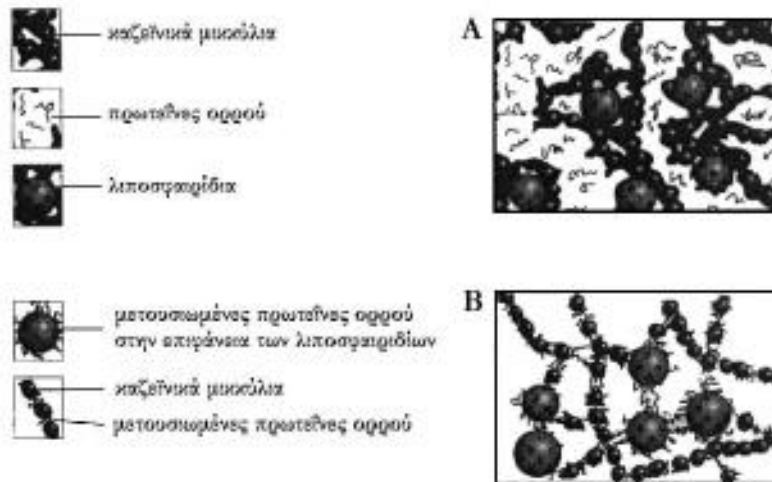
Η θερμική επεξεργασία (80-95 °C / 2-30min) αποσκοπεί :

1. Να βελτιώσει τις ιδιότητες του γάλακτος ως υπόστρωμα για τις καλλιέργειες εκκίνησης.
2. Στην σταθεροποίηση του πηγματος και στην μείωση της πιθανότητας εμφάνισης συναίρεσης στο τελικό προϊόν.

και το επιτυγχάνει με :

1. Καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και των περισσότερων ενζύμων του γάλακτος.
2. Μετουσίωση των ορρόπρωτεϊνών και σύνδεση αυτών με τις καζεΐνες.
3. Μείωση της συγκέντρωσης σε οξυγόνο.

4. Ενυδάτωση των σταθεροποιητών που συμμετέχουν στη σύνθεση.



Σχήμα 9. Σχηματική Απεικόνιση του τρόπου διασύνδεσης των πρωτεϊνών στην περίπτωση α) μη θερμικά επεξεργασμένου και β) θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος (Sodini et al. 2004)

2.6.3.6 Επιλογή και προετοιμασία καλλιέργειας

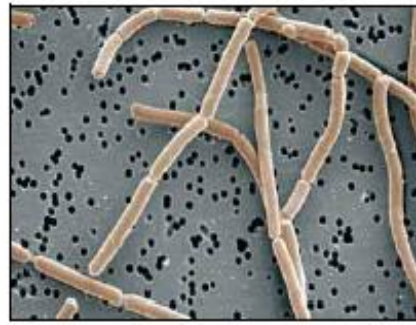
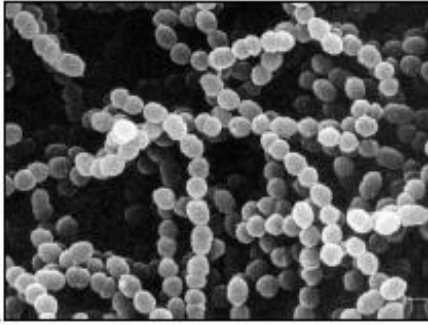
Η επιλογή της καλλιέργειας αποτελεί σημαντικό παράγοντα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Τόσο τα στελέχη όσο και η αναλογία αυτών δύναται να αποδώσουν τελικά προϊόντα με εντελώς διαφορετικές ιδιότητες υφής και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Κριτήριο για την επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας εκκίνησης αποτελούν τόσο ο τύπος του παραγόμενου γιαούρτης όσο και τα χαρακτηριστικά που η εκάστοτε βιομηχανία έχει θέσει ως στόχο για τα προϊόντα της (Sodini et al. 2002).

Χαρακτηριστικό μεγάλου αριθμού εμπορικών καλλιεργειών εκκίνησης αποτελεί η παραγωγή μέσω των στελεχών της ορισμένων εξωκυτταρικών πολυσακχαριτών οι οποίοι προκαλούν αύξηση του φαινόμενου ιξώδους και συνεπώς οδηγούν σε βελτίωση της σταθερότητας του ζυμούμενου προϊόντος. Αν και τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει πολλές μελέτες σχετικά με την απομόνωση και το χαρακτηρισμό των ουσιών αυτών από διάφορα στελέχη των οξυγαλακτικών βακτηρίων, παραμένει ακόμα ασαφής η λειτουργικότητα τους στα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα. Παρόλα αυτά υπάρχει η κοινή πεποίθηση ότι κυρίως ο τύπος, το φορτίο και το μοριακό βάρος των πολυσακχαριτών είναι αυτά που καθορίζουν τις ρεολογικές ιδιότητες της γιαούρτης, και όχι τόσο η ποσότητα τους, η οποία θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις ρεολογικές ιδιότητες σε περιπτώσεις που παράγεται ένας και μόνο τύπος πολυσακχαρίτη (Laws & Marshall 200; Ruas-Madiedo et al. 2002).

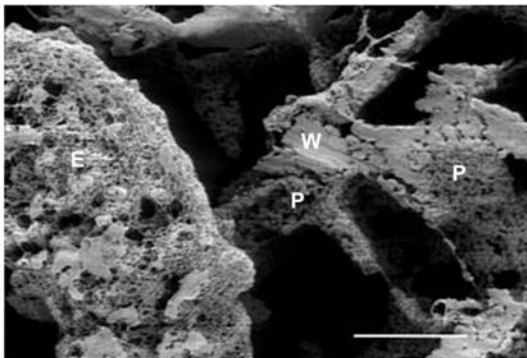
Όσον αφορά τις συνθήκες προετοιμασίας και τη μεταχείριση της καλλιέργειας εκκίνησης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή γιαούρτης ή οποιουδήποτε άλλου ζυμούμενου γάλακτος, αυτές θα πρέπει να είναι ακριβείς και να διεξάγονται κάτω από

άριστες συνθήκες υγιεινής, για την αποφυγή επιμολύνσεων από ζύμες ή φάγους (Bylund, 1995).

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη καλλιέργεια εκκίνησης για την παραγωγή γιαούρτης περιλαμβάνει, τα θερμοφιλά οξυγαλακτικά βακτήρια *Streptococcus salivarius* spp. *Thermophiles* και *Lactobacillus delbrueckij* ssp *bulgaricus* (Σχήμα 10).



Σχήμα 10 . Οξυγαλακτικά βακτήρια *Streptococcus thermophiles* (αριστερά) και *Lactobacillus bulgaricus* (δεξιά) (Tamime , 2007)



P = Πρωτεΐνη

E = Πολυσακχαρίτης

W=Καζεΐνη

Σχήμα 11. Ηλεκτρονική απεικόνιση γάλακτος (pH 4.6) ζυμωθέν από οξυγαλακτικά βακτήρια *Streptococcus thermophiles* και *Lactobacillus bulgaricus* (Tamime , 2007)

2.6.3.7 Συνθήκες της Γαλακτικής Ζύμωσης

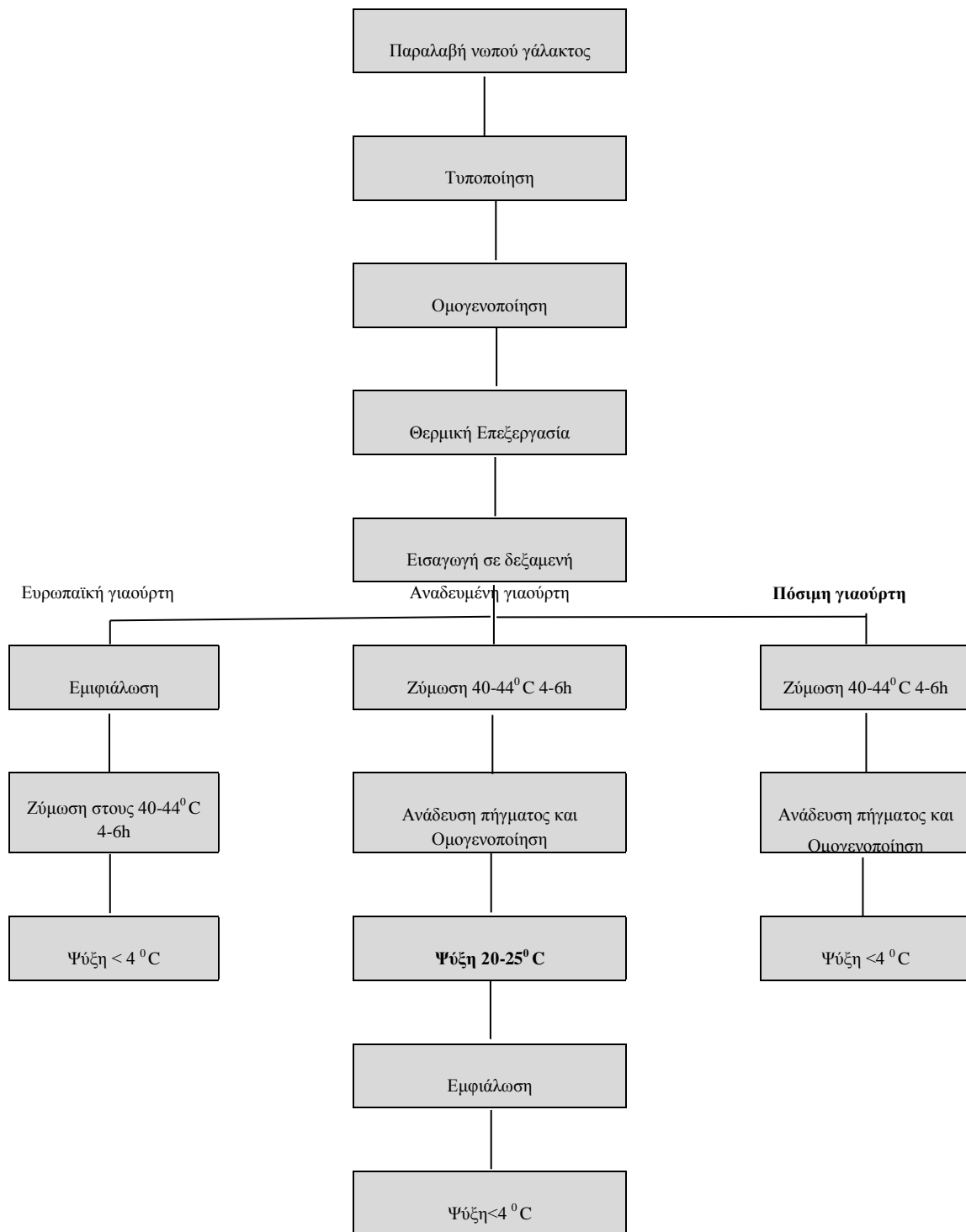
Η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η ζύμωση καθορίζει τις φυσικές ιδιότητες τη μικροδομή και το άρωμα του γιαούρτης. Συνήθως η θερμοκρασία ζύμωσης κυμαίνεται μεταξύ 41-43°C και πραγματοποιείται για 4-5ώρες ανάλογα τη χρησιμοποιούμενη καλλιέργεια εκκίνησης, το ποσοστό προσθήκης της στο γάλα αλλά και τη σύσταση του γάλακτος.

2.6.3.8 Ανάδευση / Ψύξη

Στην περίπτωση της αναδευμένης γιαούρτης δύο είναι οι βασικές παράμετροι ελέγχου κατά το στάδιο ανάδευσης / ψύξης του πηγμένου προϊόντος. Η πρώτη αφορά στην επιλογή των κατάλληλων συνθηκών ανάδευσης προκειμένου να διαρρηχθεί το πήγμα και να δημιουργηθεί

ένα προϊόν κρεμώδες με επιθυμητή συνοχή. Η δεύτερη αφορά το χρονο-θερμοκρασιακό προφίλ που θα ακολουθηθεί κατά την ψύξη του. Σε γενικές γραμμές η γιαούρτη αναδευμένου τύπου χρειάζεται κάποιο χρόνο μετά την ανάδευσή του , προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ψύξης. Όταν η θερμοκρασία του πηγμένου προϊόντος φτάσει τους 20-25°C μπορεί να ακολουθήσει η συσκευασία του προϊόντος (Jaros & Rohm 2003).

Παραγωγική διαδικασία



Σχήμα 12. Στάδια διαδικασίας παραγωγής διάφορων τύπων γιαούρτης

2.6.4 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

2.6.4.1 Ιξώδες

Η γιαούρτη αποτελεί ένα μη νευτώνιο ρευστό, ιξωδοελαστικό, θιξότροπο και χρονικά εξαρτώμενο. Τα ρεολογικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία.

Η δομή της καταρρέει με την εφαρμογή διατμητικής τάσης ωστόσο έχει την τάση να την επανακατά μέχρι ένα βαθμό κάτω από συνθήκες ηρεμίας (De Lorenzi et al. 1995).

Το ιξώδες αναφέρεται στην αντίσταση που προβάλλει η μάζα του ρευστού κατά την εφαρμογή δυνάμεων διάτμησης. Τα μη νευτώνια, χρονικά εξαρτώμενα ρευστά, είναι αυτά στα οποία η τάση παραμόρφωσης για συγκεκριμένο ρυθμό παραμόρφωσης μεταβάλλεται με το χρόνο με την εφαρμογή τάσης. Στα θιξότροπα ρευστά η καταστροφή της δομής εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια της παραμόρφωσης και από το χρόνο που αυτή ασκείται. Μετά την παύση της τάσης παραμόρφωσης ωστόσο η δομή έχει την τάση να επανορθώνεται. Τα ιξωδοελαστικά ρευστά έχουν την τάση να ανακάμπτουν ελαστικά από τις παραμορφώσεις που δέχονται κατά τη ροή τους (Steffe, 1996).

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του ιξώδους είναι τα ιξωδόμετρα.

Το ιξώδες είναι μια σημαντική παράμετρος που εξετάζεται στα τρόφιμα καθώς επηρεάζει άμεσα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Το ιξώδες στα προϊόντα γιαούρτης παρουσιάζει μείωση με την αύξηση του ρυθμού διάτμησης παρουσιάζοντας ψευδοπλαστική συμπεριφορά. Το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός πως η αύξηση του ρυθμού διάτμησης, προκαλεί διάσπαση των εσωτερικών δεσμών του καζεϊνικού πλέγματος. Οι δεσμοί αυτοί ανάμεσα στα μόρια του πλέγματος, βασίζονται κυρίως σε ασθενείς ηλεκτροστατικές δυνάμεις και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις με αποτέλεσμα να σπάνε και να παρατηρείται μείωση του ιξώδους καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διάτμησης (Mohameed et al. 2004).

Επιπλέον η αύξηση του ρυθμού διάτμησης οδηγεί σε μείωση της ικανότητας της πηκτής να συγκρατεί το νερό με αποτέλεσμα αυτό να απελευθερώνεται συνεχώς και έτσι να προκαλείται μείωση του ιξώδους της πηκτής (Kao et al. 2003; Zhang et al. 2013).

Τα περιστροφικά ιξωδόμετρα και μάλιστα αυτά με μεγάλο διάκενο (π.χ. Brookfield) είναι τα πλέον χρησιμοποιούμενα στην βιομηχανία τροφίμων. Σε αυτά, μετράται ηλεκτρονικά η ροπή στρέψης ενός άξονα που καταλήγει σε κύλινδρο ο οποίος με την σειρά του περιστρέφεται στην μάζα του ρευστού. Η τάση παραμόρφωσης μπορεί να εκτιμηθεί από τον τύπο:

$$\tau_w = A / (2 \cdot \pi \cdot L \cdot R^2), \text{ όπου:}$$

A : η ροπή στρέψης,

R : η ακτίνα του κυλίνδρου (ή δίσκου) και

L : το μήκος του άξονα.

Οι τιμές του τ_w εφαρμόζονται στις εξισώσεις που περιγράφουν τα ρεολογικά μοντέλα των ρευστών και από εκεί εκτιμούνται ανάλογα οι ρεολογικές σταθερές (b και n).

Τα πλέον σύγχρονα περιστροφικά ιξωδόμετρα δίνουν απ' ευθείας τις ενδείξεις των ρεολογικών σταθερών που μας ενδιαφέρουν. Αυτό γίνεται βάσει του τύπου:

$$\mu\Phi = (1/n)n (4\pi N')n - 1b, \text{ όπου:}$$

$\mu\Phi$ το φαινομενικό ιξώδες και

N' οι στροφές ανά λεπτό.

Στην συγκεκριμένη εργασία θα μελετήσουμε το φαινόμενο ιξώδες σε συγκεκριμένη τιμή ρυθμού διάτμησης ίση με 50 –s.

2.6.4.2 Σκληρότητα

Η σκληρότητα αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους υφής. Η σκληρότητα ή συνοχή ενός προϊόντος εξετάζεται με τη δοκιμή μονής συμπίεσης αναλυτή υφής. Από την παράμετρο της σκληρότητας μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για την σταθερότητα του προϊόντος και την αίσθηση στο στόμα όσον αφορά το παχύρρευστο. Η μονάδα μέτρησης της είναι τα γραμμάρια (g).

Οι υψηλές τιμές δεν αποτελούν απαραίτητα πλεονέκτημα ειδικά για τα προϊόντα αναδευμένης γιαούρτης.

2.6.4.3 Συναίρεση

Ως συναίρεση ορίζεται το ποσοστό του αποβαλλόμενου ορού από ένα προϊόν γιαούρτης. Αποτελεί ποιοτικό ελάττωμα στα ζυμούμενα προϊόντα και η χρήση σταθεροποιητών βοηθά στη εξάλειψη του φαινομένου.

2.6.5 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Δεδομένου ότι ο τελικός κριτής του προϊόντος είναι τελικά ο καταναλωτής θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας και τα οργανοληπτικά δεδομένα τα οποία καθορίζουν την εμπορική επιτυχία ενός προϊόντος.

Παρόλο που η αναγνωρισιμότητα του εμπορικού σήματος ενός τροφίμου αντιπροσωπεύει μόνο το 20% της ζήτησης αγοράς, η σκόπιμη αποφυγή του ως αποτέλεσμα δυσαρέσκειας αντιπροσωπεύει μια εντελώς ξεχωριστή κατάσταση (Kroger & Fram, 1975).

Η γιαούρτη μπορεί να ποικίλει σημαντικά στη σύνθεση των συστατικών, οπότε ο καθορισμός των κριτηρίων αποδοχής από τους καταναλωτές για αυτά τα προϊόντα είναι απαραίτητος για εμπορική επιτυχία. Η αποδοχή της γιαούρτης από τους καταναλωτές εξαρτάται από την οξύτητα, τη γλυκύτητα, την αντίληψη του αρώματος και τα χαρακτηριστικά υφής του προϊόντος (Beal et al. 1999).

Η υφή είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα της γιαούρτης και επηρεάζει την εμφάνισή του, τη γεύση και τη γενική αποδοχή (Yoon & McCarthy 2002; Crion et al. 2012). Επίσης η συνοχή της γιαούρτης είναι ίσως τόσο σημαντική όσο και η γεύση. Επαρκής σταθερότητα και απουσία συναίρεσης αποτελούν συνώνυμο προϊόντων υψηλών ποιοτικών προδιαγραφών (Kroger, 1975).

Η αίσθηση στο στόμα (mouthfeel) είναι μια άλλη σημαντική οργανοληπτική ιδιότητα των προϊόντων γιαούρτης. Σύμφωνα με τους Lawless και Hayman (1999) η αίσθηση στο στόμα ορίζεται ως τις αισθήσεις που εμφανίζονται στη στοματική κοιλότητα και σχετίζονται με τους στοματικούς ιστούς και την αντίληψή τους.

Στα προϊόντα γιαούρτης χαμηλών λιπαρών θα χρειαστεί να γίνουν αλλαγές στη συνταγή τους με τη χρήση υποκατάστατων λίπους, συστατικών γάλακτος, υδατανθράκων ώστε να επιτύχουμε αποδεκτά αποτελέσματα (Torres et al. 2012). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε την ενίσχυση του πρωτεϊνικού πλέγματος και κατ' επέκταση τη βελτίωση της υφής των προϊόντων αυτών. Πολλοί μελετητές έχουν ασχοληθεί με τη βελτιστοποίηση των συνταγών γιαούρτης χαμηλών λιπαρών, με τη χρήση διαφορετικών υδροκολλοειδών στοχεύοντας στη βελτίωση της αποδεκτότητας (Aguirre-Mandujano et al. 2009; Sahan et al. 2008; Decourcelle et al. 2003).

Αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την σύγχρονη βιομηχανία γιαούρτης η παραγωγή χαμηλών λιπαρών προϊόντων τα οποία να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τα ολόπαχα προϊόντα (Yazici & Akgun, 2004).

2.7 Γαλακτοκομικά

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) ως «γαλακτοκομικά προϊόντα νοούνται τα προϊόντα που παράγονται αποκλειστικά από γάλα στο οποίο είναι δυνατόν να προστίθενται απαραίτητες ουσίες για την παρασκευή τους εφόσον οι ουσίες αυτές δεν χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν εν όλω ή εν μέρει κάποιο συστατικό του γάλακτος και τα προϊόντα των οποίων κανένα συστατικό δεν υποκαθιστά ή δεν αποσκοπεί στον να υποκαταστήσει κάποιο συστατικό του γάλακτος και των οποίων το γάλα ή ένα γαλακτοκομικό προϊόν αποτελεί ουσιαστικό συστατικό, είτε λόγω ποσότητας είτε λόγω των χαρακτηριστικών που προσδίδει στο προϊόν».

2.7.1 Επιδόρπια γιαούρτης

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία επιδόρπιο (dessert) , χαρακτηρίζεται το προϊόν έτοιμο προς κατανάλωση που παρασκευάζεται από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κ.Τ.Π 2010, από προϊόντα γάλακτος ή και συστατικά γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος και λακτόζη) ή και μαγιά γιαούρτης. Και στις δύο περιπτώσεις η συμμετοχή του γάλακτος ή των προϊόντων γάλακτος θα πρέπει να υπερβαίνει το 75% κ.β. στη σύνθεση του τελικού προϊόντος, αναγόμενο σε νωπό γάλα. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν οξυγαλακτικές καλλιέργειες, σακχαρούχες γλυκαντικές ύλες (σακχαρόζη ή άλλο σάκχαρο), φυσικές αρωματικές ουσίες όπως φρούτα (νωπά, αφυδατωμένα, εγκυτωμένα), χυμοί φρούτων, κακάο σκόνη λιποπεριεκτικότητας 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο, σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ με ή χωρίς καφεΐνη και άλλες φυσικές ουσίες που δίνουν γεύση και άρωμα. Επίσης επιτρέπεται η χρήση τεχνητών αρωματικών και χρωστικών υλών, σταθεροποιητών (καραγεννάνη, αραβικό κόμμι, εδώδιμη ζελατίνη κ.α.) πυκνωτικών και πηκτικών υλών εφόσον αυτές επιτρέπονται από τον CODEX ALIMENTARIUS (Κ.Τ.Π., 2010).

2.8 Υδροκολλοειδή

2.8.1 Ορισμός

Τα υδροκολλοειδή είναι κυρίως ετεροπολυσακχαρίτες μεγάλου μοριακού βάρους με υδρόφιλο χαρακτήρα και κολλοειδείς ιδιότητες. Διαλυμένα σε νερό σχηματίζουν ιδιαίτερα ιξώδη διαλύματα. Ο όρος «υδροκολλοειδή» χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει μια σειρά από πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς, καθώς έχουν μια σειρά από λειτουργικές ιδιότητες όπως πήξη, δημιουργία υγροπηκτών, σταθεροποίηση αφρών, σχηματισμό γαλακτωμάτων και αιωρημάτων, αναστολή σχηματισμού κρυστάλλων πάγου και σακχάρων, καθώς και ελεγχόμενη απελευθέρωση γεύσεων και αρωμάτων. Περιλαμβάνει όλους τους πολυσακχαρίτες που παραλαμβάνονται από φυτά, φύκη και μικροβιακές πηγές, κόμμεα από φυτικά εξιδρώματα και τροποποιημένα βιοπολυμερή από τη χημική και ενζυμική επεξεργασία αμύλου ή κυτταρίνης. Στα υδροκολλοειδή κατατάσσεται κατ' εξαίρεση και μία πρωτεΐνη η ζελατίνη λόγω του έντονα υδρόφιλου χαρακτήρα της (Hoefler et al. 2004).

Τα εμπορικής σημασίας υδροκολλοειδή και η προέλευση τους παρατίθενται στον πίνακα 9 .

Πίνακας 9. Υδροκολλοειδή (Philips & Williams, 2009)

Βοτανική προέλευση	Δέντρα	Κυτταρίνη
	Κόμμεα από εκκρίματα δέντρων	Αραβικό κόμμι, κόμμι καράγιας , κομμα γκάτι, κόμμι τραγάκανθου
	Φυτά	Αμυλόζη , πηκτίνη, κυτταρίνη
	Σπόροι	Κόμμι γκουάρ, γαλακτομαννάνη χαρουπιού, κόμμι τάρα
	Κόνδυλοι	Κοηjac μαννάνη
Θαλάσσια προέλευση	Κόκκινα φύκια	Αγαρόζη, καρραγενάνη
	Καφέ φύκια	Αλγινικά άλατα
Μικροβιακή προέλευση		Ξανθάνη , δεξτράνη, κυτταρίνη, ζελάνη, curdlan
Ζωική προέλευση		Ζελατίνη, καζεϊνικά άλατα , πρωτεΐνες ορού γάλακτος, σόγιας , χιτοζάνη, πρωτεΐνες

Οι αλλαγές στο σύγχρονο τρόπο ζωής, η ολοένα αυξανόμενη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για τη σχέση μεταξύ διατροφής και υγείας και η ύπαρξη νέων τεχνολογιών επεξεργασίας έχουν οδηγήσει σε ταχεία αύξηση της κατανάλωσης , λειτουργικών προϊόντων μεταξύ των οποίων και αυτά με χαμηλά λιπαρά. Πολλά προϊόντα υδροκολλοειδών έχουν αναπτυχθεί ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα λίπους σε τρόφιμα, ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης υδροκολλοειδών από τη βιομηχανία τροφίμων. (Phillips and Williams, 2009)

2.8.2 Χαρακτηριστικά

Τα βιοπολυμερή χρησιμοποιούνται ως συστατικά σε πολλά γαλακτώματα τροφίμων εξαιτίας της ικανότητάς τους να μετατρέπουν την υδατική φάση σε πηκτή π.χ. γιαούρτη, τυρί, επιδόρπια, αυγά και προϊόντα κρέατος. Ο σχηματισμός πηκτής επιδρά στην δημιουργία των επιθυμητών παραμέτρων υφής και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Η πηκτή αποτελείται από ένα τρισδιάστατο πλέγμα το οποίο εγκλωβίζει μεγάλο όγκο νερού, αποδίδοντας χαρακτηριστικά στην συνολική δομή, τύπου «στερεού» (Mac Clements, 2005).

Οι κύριες ιδιότητες των υδροκολλοειδών είναι η ικανότητά τους να παράγουν υδατικά διαλύματα με υψηλό ιξώδες, παρέχοντας την απαιτούμενη συνοχή για την παραγωγή πηκτών διαφορετικών περιεκτικοτήτων και σταθερότητας (Smewing, 1999).

Ερευνητική δραστηριότητα αναφέρει τις ιδιότητες στα χαρακτηριστικά υφής που μπορεί να παράσχει ένα σύστημα πηκτής, όπως και την επιλογή του κατάλληλου πολυμερούς για την επίτευξη της επιθυμητής υφής. Παρόλα αυτά το εύρος των χαρακτηριστικών που αποδίδει ένα μοναδικό πολυμερές μπορεί να είναι περιορισμένο. Αυτό σε συνδυασμό με την ανάγκη που προκύπτει για την δημιουργία νέων προϊόντων με ειδικές ιδιότητες, όπως χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, οδήγησε στην έρευνα μικτών υλικών ώστε να επιτευχθεί ένα ευρύτερο φάσμα ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών (Temesgen et al. 2015).

2.8.3 Ζελατίνη

Η ζελατίνη είναι προϊόν πρωτεϊνικής φύσης που προκύπτει από τη μερική υδρόλυση του κολλαγόνου του δέρματος, των οστών και συνδετικών ιστών των ζώων, προέρχεται δηλαδή από πηγές κολλαγόνου διαθέσιμες τόσο σε ποσότητα όσο και σε λογική τιμή για τον παραγωγό (Jamilah & Harvinder, 2002; McClements, 2005).

2.8.3.1 Χαρακτηριστικά

Η ζωική αυτή πρωτεΐνη δομείται από όλα τα αμινοξέα εκτός από τη τρυπτοφάνη. Κατά τη προσθήκη νερού, η ζελατίνη απορροφά νερό και διογκώνεται. Κατά την ενυδάτωση, τα μόρια της ζελατίνης τα οποία βρίσκονται υπό μορφή πολυπεπτιδικών αλυσίδων, ενώνονται μεταξύ τους προς σχηματισμό χωροπλέγματος, όπου το απορροφούμενο νερό παγιδεύεται και ακινητοποιείται. Ένα μέρος του συγκρατείται από τα μόρια ζελατίνης με δεσμούς υδρογόνου. Κατά τη θέρμανσης της ενυδατωμένης ζελατίνης το σύστημα υγροποιείται μετατρέπόμενο σε κολλοειδές αιώρημα στερεού σε υγρό. Κατά τη ψύξη του αιωρήματος σχηματίζεται η πηκτή (Stevens, 2009).

2.8.3.2 Βιομηχανική εφαρμογή

Η ζελατίνη χρησιμοποιείται ευρέως από τη βιομηχανία τροφίμων (γιαούρτη, παγωτό, μαρμελάδες, κονσέρβες, κρασί κ.α.) ως παράγοντας πήξης, σταθεροποιητής και παράγοντας διαύγασης. Η χρήση της στηρίζεται στην ικανότητα της να δημιουργεί δυνατές κι ελαστικές πηκτές σε μικρές συγκεντρώσεις που έχουν τη ιδιότητα να λιώνουν στη θερμοκρασία των

37°C. Επίσης χρησιμοποιείται σε προϊόντα με μειωμένη λιποπεριεκτικότητα ώστε να προσδώσει στο προϊόν, πλούσια υφή όμοια με του λίπους χωρίς όμως το τρόφιμο να επιβαρύνεται θερμιδικά.

Στην περίπτωση των λευκών οίνων χρησιμοποιείται για τη διαύγασή τους από πρωτεϊνικά θολώματα.

Όπως προαναφέρθηκε, μία από τις σημαντικότερες ιδιότητες της ζελατίνης είναι η ικανότητα σχηματισμού θερμοαντιστρεπτών πηκτών. Τα θερμοαντιστρεπτά δίκτυα πολυμερών σχηματίζονται όταν ψύχεται ένα διάλυμα και ρευστοποιούνται πάλι όταν θερμαίνεται. (Belitz et al. 2006). Η ζελατίνη διογκώνεται σε κρύο υγρό και καταναλώνει 5-10 φορές τον όγκο της σε νερό. Όταν θερμαίνεται σε θερμοκρασίες περίπου 50-60°C διαλύεται και όταν ψύχεται σχηματίζει πηκτή. Αυτή η μετατροπή σε κολλοειδή πηκτή αναπαράγεται και μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές. Η δύναμή της προσδιορίζεται από την τιμή Bloom η οποία κυμαίνεται από 80 έως 300g (Shott, 2001).

Η ζελατίνη, η οποία πρέπει να ψυχθεί για ζελατινοποίηση παράγει πηκτές με χαμηλό σημείο τήξης, γεγονός που διευκολύνει την παρασκευή και τη διάλυσή της στο στόμα (Jones, 1977).

Η χρήση της στη παραγωγή προϊόντων γιαούρτης βελτιώνει τα χαρακτηριστικά δομής, υφής και ιξώδους. Επίσης μειώνει το ποσοστό αποβολής ορού, πιθανώς λόγω της δέσμευσης του ελεύθερου νερού στο προϊόν (Jawalekar et al. 1993). Επιπλέον η ζελατίνη είναι ένα υλικό που δρα συνεργιστικά με τις πρωτεΐνες συμβάλλοντας στην δημιουργία γευστικών προϊόντων και αποδίδοντας την αίσθηση του λιπαρού εξαιτίας της μοναδικής ιδιότητάς της να λιώνει στην θερμοκρασία του στόματος (Fizman and Salvador, 1999).

Τα πηκτώματα ζελατίνης είναι μαλακά, ελαστικά, «ζωντανά», καθαρά, διαυγή και τήκονται στο στόμα αποδίδοντας εξαιρετική αίσθηση (Marrs, 1997).

Παρόλο που η ζελατίνη αποτελεί ένα εξαιρετικό υλικό για τη βιομηχανία τροφίμων δημιουργεί προβληματισμό και απόρριψη του προϊόντος σε συγκεκριμένες ομάδες καταναλωτών εξαιτίας θρησκευτικών πεποιθήσεων, όπως οι Εβραίοι και οι Μουσουλμάνοι που φέρουν τον περιορισμό της χρήσης χοιρινού και σφαγίων όπως και εξαιτίας διατροφικών πεποιθήσεων όπως οι χορτοφάγοι – vegan λόγω της αποχής τους διατροφικά, από συγκεκριμένα ζωικά προϊόντα.

2.8.4 Υδροκολλοειδή από παραπροϊόντα οινοποίησης

2.8.4.1 Χαρακτηριστικά

Πρόσφατα αναπτύχθηκαν σε πιλοτική κλίμακα εκχυλίσματα υδροκολλοειδών από απόβλητα οινοποιείων με γαλακτωματοποιητική και πηκτωματική δράση. Τα υδροκολλοειδή

εκχυλίστηκαν από τα αδιάλυτα σε αλκοόλη στερεά απολιπανθέντων, λεπτά θρυμματισμένων και λυοφιλιωμένων παραπροϊόντων οινοποίησης της Ελληνικής ποικιλίας Ξινόμαυρο Ναούσης. Η γαλακτωματοποιητική και σταθεροποιητική ικανότητα των εκχυλισμάτων μελετήθηκε σε ουδέτερες και όξινες συνθήκες (pH 7 και pH 3).

Τα εκχυλίσματα παρουσιάζουν δυνατότητα χρήσης ως γαλακτωματοποιητές και κυρίως ως σταθεροποιητές για γαλακτώματα τόσο όξινου, όσο και ουδέτερου μοντέλου. Ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός κατέδειξε πως τα εκχυλίσματα από απόβλητα οινοποιείων είναι υδροκολλοειδή αρνητικά φορτισμένα και πλούσια σε πολυσακχαρίτες μεγάλου μοριακού βάρους, ενώ περιέχονται σε αυτά και πρωτεΐνες, σε ποσοστό περίπου 10 %.

Όσον αφορά την μορφολογία τους, πρόκειται για κυρίως άμορφα υλικά, που εμφανίζουν πολύ μικρό βαθμό κρυσταλλικότητας. Οι μετρήσεις διατμητικού ιξώδους κατέδειξαν πως πρόκειται για υλικά με ιξωδοελαστική συμπεριφορά, αλλά με σχετικώς περιορισμένη επίδραση στο επιτευχθέν ιξώδες ανά μονάδα μάζας.

Η μελέτη γαλακτωμάτων O/W τα οποία παρασκευάστηκαν με προσθήκη των υδροκολλοειδών κατέδειξε πως τα εκχυλίσματα είναι υλικά μάλλον ακατάλληλα για χρήση καθαρά ως γαλακτωματοποιητές, αλλά μπορούν να προσδώσουν σε αυτά μεγάλη σταθερότητα σε σχέση με το χρόνο.

Η μελέτη γαλακτωμάτων O/W που παρασκευάστηκαν με προσθήκη μικρού επιφανειοδραστικού ως γαλακτωματοποιητικού παράγοντα και στη συνέχεια προστέθηκαν σε αυτά υδροκολλοειδή, έδειξε ότι τα εκχυλισμένα βιοπολυμερή μπορούν να δράσουν σε αυτά ως τροποποιητές υφής, προκαλώντας κροκίδωση διά εκκένωσης (depletion flocculation).

Αυτή είναι πολύτιμη ιδιότητα, που θα μπορούσε να καταστήσει τα εκχυλισμένα υδροκολλοειδή χρήσιμα σε πραγματικά προϊόντα γαλακτωμάτων που παρασκευάζονται σε βιομηχανίες, όπως αυτή των τροφίμων (Pavlou et al. 2016).

Τα προϊόντα αυτά δεν είναι έτοιμα για εφαρμογή σε εμπορική κλίμακα, καθώς παραμένουν να επιλυθούν υπάρχοντα προβλήματα όπως ενδεικτικά αυτά της διαλυτοποίησης, του αποχρωματισμού και της συστηματικής παραγωγής. Παρόλα αυτά, κρίθηκε σκόπιμο να δοκιμασθούν ως προς τη δυνατότητα που προσφέρουν μεσοπρόθεσμα να δράσουν ως σταθεροποιητές σε προϊόντα γιαούρτης και υποκατάστατα της ζελατίνης.

3. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η προκαταρκτική μελέτη της επίδρασης των υδροκολλοειδών από υπολείμματα οινοποιείου στην παραγωγή προϊόντων αναδευμένης γιαούρτης (stirred). Συγκεκριμένα θα μελετηθεί η δυνατότητα μερικής ή ολικής υποκατάστασης της ζελατίνης από ένα νέο υδροκολλοειδές προερχόμενο από την εκχύλιση αποβλήτων οινοποιίας.

Το πείραμα σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψιν :

1. Τη στροφή του καταναλωτή προς τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας απενοχοποιημένα από υλικά προερχόμενα από σφάγια όπως η ζελατίνη.
2. Την ανάγκη της αξιοποίησης των υπαρχόντων πηγών και συγκεκριμένα των αποβλήτων απομονώνοντας υλικά χρήσιμα στη τεχνολογία τροφίμων.
3. Την καταναλωτική τάση, χρήσης προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας συνδυάζοντας και την γευστική απόλαυση.
4. Την προκαταρκτική εκτίμηση της δυνατότητας του υλικού από υπολείμματα οινοποιίας να λειτουργήσει ως πρόσθετο σε πραγματικά τρόφιμα.

Ο σχεδιασμός του πειράματος βασίζεται στη συγκριτική μελέτη των δύο υλικών υδροκολλοειδών σε γιαούρτι χαμηλών λιπαρών σε διαφορετικούς συνδυασμούς.

Οι σκοποί του πειράματος συνοψίζονται παρακάτω:

- Αξιολόγηση της επίδρασης της χρήσης υδροκολλοειδών στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αναδευμένης γιαούρτης (stirred), διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας.
- Αξιολόγηση της επίδρασης της χρήσης υδροκολλοειδών στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αναδευμένης γιαούρτης (stirred), διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας.
- Σύνδεση της αξιολόγησης των εμφανιζόμενων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών με αυτά των οργανοληπτικών.

4. Υλικά και Μέθοδοι

4.1.Υλικά

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των προϊόντων γιαούρτης είναι :

Γάλα και προϊόντα γάλακτος

Αγελαδινό γάλα της εταιρείας ΦΑΡΜΑ ΚΟΥΚΑΚΗ Α.Ε από την περιοχή του Κιλκίς, δύο τύπων άπαχο και ημίποβουτυρωμένο (2% λιπαρά), παστεριωμένο, ομογενοποιημένο.

Βιομηχανικής χρήσης πρωτεΐνης αγελαδινού γάλακτος (80% καζεΐνη, 20% οροπρωτεΐνη) της εταιρίας Alinda (Οινόφυτα, Ελλάδα).

Καλλιέργειες

Οξυγαλακτικά βακτήρια για τη γαλακτική ζύμωση του γάλακτος και συγκεκριμένα συνδυασμός *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* σε *λυοφιλωμένη μορφή* (FD-DVS YF-L812 Yo-Flex CHR) (Hansen, Copenhagen, Denmark).

Σταθεροποιητές

Βιομηχανικής χρήσης ζελατίνη Gelita 240 mesh της εταιρία GELA (Epperbach , Germany).

Εκχύλισμα υδροκολλοειδούς από παραπροϊόντα οινοποιίας (ΥΠΟ) (Θεσσαλονίκη, Ελλάδα).

4.2. Προετοιμασία δειγμάτων

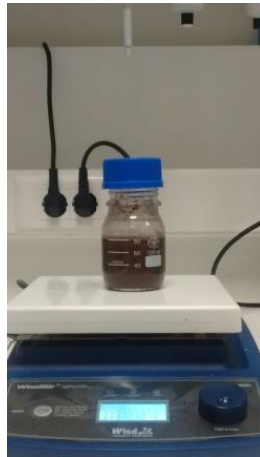
4.2.1 Παρασκευή των υλικών Υδροκολλοειδών από Παραπροϊόντα Οινοποιίας (ΥΠΟ)

Τα υδροκολλοειδή εκχυλίστηκαν από τα αδιάλυτα σε αλκοόλη στερεά απολιπανθέντων, λεπτά θρυμματισμένων και λυοφιλωμένων παραπροϊόντων οινοποιίας της Ελληνικής ποικιλίας Ξινόμαυρο Ναούσης.

4.2.2 Προετοιμασία των υλικών σταθεροποίησης

Το υδροκολλοειδές υλικό διαλυτοποιήθηκε σε νερό και σε νερό σε αναλογία 1:10κατόπιν προστέθηκε στο γιαούρτι σε ως υδατικό διάλυμα. Στη συνέχεια ακολούθησε η θέρμανση του (40°C) με ταυτόχρονη ανάδευση διάρκειας 10 ωρών. Ακολούθησε φυγοκέντρηση και διαχωρισμός της υδατικής φάσης (Σχήματα 13 και 14).

Σε μικρή ποσότητα νερού προστέθηκε το υλικό της ζελατίνης σταδιακά. Ακολούθησε ανάδευση 20 λεπτά.



Σχήμα 13. Διαλυτοποίηση /Θέρμανση / Ανάδευση



Σχήμα 14 .Φυγοκέντρηση

4.2.3 Προετοιμασία του γάλακτος

Φρέσκο νωπό γάλα αποκορυφώθηκε δημιουργώντας δύο τύπους γάλακτος, με ποσοστό λιπαρών 0% και 2%. Στην συνέχεια ομογενοποιήθηκε (γάλα 2% λιπαρά) και παστεριώθηκε (72°C / 15 sec).

4.2.4.Προετοιμασία μίγματος

Στο παστεριωμένο γάλα και των δύο τύπων προστέθηκε μίγμα κλασμάτων πρωτεΐνης (καζεΐνη και οροπρωτεΐνη), με την αύξηση του συνολικού ποσοστού πρωτεΐνης κατά 2% συνολικά.

Στους δύο τύπους γάλακτος προστέθηκε ζελατίνη ή/και υδροκolloειδές οινοποιίας σε τέσσερεις συνδυασμούς. (πίνακας 10)

Πίνακας 10. Πειραματικό σχέδιο

ΔΟΚΙΜ	ΛΙΠΟΣ %	ΖΕΛΑΤΙΝΗ%	ΥΔΡΟΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ%
1	0	0	0
2	0	0,5	0
3	0	0,25	0,25
4	0	0	0,5
5	2	0	0
6	2	0,5	0
7	2	0,25	0,25
8	2	0	0,5

Στη συνέχεια ακολούθησε ανάμιξη στους 60°C με τη χρήση εργαστηριακού αναμίκτη δύο φάσεων για διάστημα 210sec (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Ανάμιξη υλικών



Σχήμα 16. Τοποθέτηση σε γυάλινους περιέκτες

Ακολούθησε θερμική επεξεργασία στους 85 °C for 30 min.

Το μίγμα τοποθετήθηκε σε γυάλινους περιέκτες και ακολούθησε ταχεία ψύξη στους 42°C με τη χρήση υδατόλουτρου (Σχήμα 16).

4.2.5. Προετοιμασία και προσθήκη οξυγαλακτικής καλλιέργειας

Σε μικρή ποσότητα παστεριωμένου γάλακτος προστέθηκε απευθείας η καλλιέργεια με ταυτόχρονη ανάδευση για διάστημα 10 λεπτών με σκοπό την ομοιόμορφη διάλυση και προσαρμογή της καλλιέργειας.

Ακολούθησε ενοφθαλμισμός με 0.02U/lit και επώαση στους 42 °C (Σχήματα 17 και 18).



Σχήμα 17. Ενοφθαλμισμός



Σχήμα 18. Επώαση



Σχήμα 19. Μέτρηση οξύτητας

Κατά τη διάρκεια της επώασης διενεργούνταν μέτρηση ενεργούς οξύτητας (pH) και θερμοκρασίας ανά 1 ώρα. Όταν το pH έφτασε το 4,70 (Σχήμα 19), οι περιέκτες με τη γιαούρτη βγήκαν από τους επωαστικούς θαλάμους και τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρα για την ψύξη αυτών.

Στην θερμοκρασία των 25 °C ομογενοποιήθηκαν με τη χρήση μύλου κολλοειδών (ITPON, Germany). Ακολούθησε η πλήρωση των πλαστικών συσκευασιών 120g , με το προϊόν γιαούρτης και τοποθέτηση των συσκευασιών σε χάρτινα τελάρα συσκευασίας (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. Πλήρωση συσκευασιών

Ακολούθησε σταδιακή ψύξη με τη χρήση κυψελών ψύξης για 15 λεπτά με βηματισμό μείωσης θερμοκρασίας 1 βαθμό / 90sec.

Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή των δειγμάτων σε ψυγείο με παραμονή στη συντήρηση (2-4 °C) για τέσσερεις (4) ημέρες με στόχο την σταθεροποίηση των προϊόντων.

Ακολούθησε η ανάλυση των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών παραμέτρων.

4.3 Φυσικοχημικές Μετρήσεις

Η εξέταση φυσικοχημικών παραμέτρων αφορά τα:

1. Νωπό γάλα και παστεριωμένο γάλα
2. Γιαούρτη

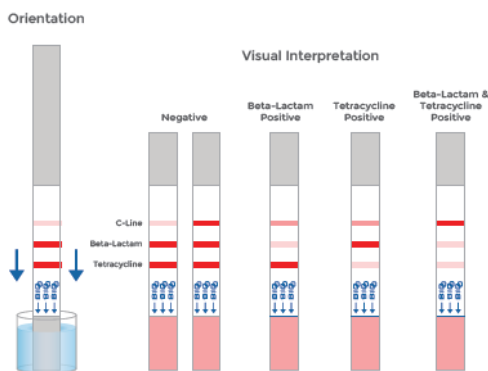
Το σύνολο των ελέγχων στο νωπό και παστεριωμένο γάλα πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την διασφάλιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της πρώτης ύλης και την εξασφάλιση της ορθής παρασκευής των πειραματικών μονάδων. Δεν αποτελούν παραμέτρους προς μελέτη και περαιτέρω ανάλυση. Το ίδιο ισχύει και για την παράμετρο pH στα έτοιμα δείγματα γιαούρτης.

4.3.1. Νωπό και παστεριωμένο γάλα

4.3.1.1. Έλεγχος αντιβιοτικών με τη χρήση sticks lateral flow (BIOOSCIENTIFIC)

Η ανοσοχρωματογραφική μέθοδος, (lateral flow assay) βασίζεται σε κομμάτια πορώδους χαρτιού, [νιτροκυταρίνης](#) ή ειδικού πολυμερούς, τα οποία αποτελούν τη βάση της συσκευής.

Η βάση αυτή (υπόστρωμα) έχει την ικανότητα να μεταφέρει το βιολογικό υγρό με φυσικό τρόπο χρησιμοποιώντας την αρχή της διάχυσης. Το υπόστρωμα αυτό λειτουργεί σαν «σφουγγάρι» και παρακρατεί την περίσσεια από το υγρό του υπό εξέταση δείγματος. Σ ένα σημείο του υποστρώματος βρίσκεται το αντιδραστήριο το οποίο περιέχει αντισώματα ειδικά για το υπό ανίχνευση αντιγόνο συζευγμένα με το χρωμοφόρο (συνεπλεγμένο αντίσωμα) (συνήθως ιόντα χρυσού σε μέταλλο ή μικροσφαιρίδια latex). Εάν το δείγμα είναι θετικό τα αντισώματα που είναι συζευγμένα με το χρωμοφόρο ενώνονται με το αντίστοιχο αντιγόνο. Το σύμπλεγμα αντιγόνων και αντισωμάτων συζευγμένων με το χρωμοφόρο, ρέει στην υπόλοιπη επιφάνεια του υποστρώματος. Μετά από λίγο όταν περισσότερα και περισσότερα μόρια του διαλύματος διαβρέχουν την μεμβράνη του υποστρώματος, τα μόρια συσσωρεύονται και καθώς το πορώδες χαρτί διαβρέχεται η περιοχή αλλάζει χρώμα. Τυπικά υπάρχουν δύο περιοχές: η μία αναφερόμενη ως περιοχή ελέγχου (control) ή οποία εγκλωβίζει οποιοδήποτε μόριο και με αυτόν τον τρόπο διαβεβαιώνει ότι η αντίδραση αυτή λειτούργησε σωστά και η δεύτερη περιοχή, περιοχή δοκιμής (test) περιέχει ένα εξειδικευμένο εγκλωβισμένο μόριο το οποίο δεσμεύει μόνο τα μόρια πάνω στα οποία έχει ακινητοποιηθεί το μόριο του δείγματος το οποίο αναλύεται ή ανιχνεύεται από τη συγκεκριμένη ανοσοχρωματογραφική δοκιμασία. Στο τέλος το υγρό διαπερνά όλο το πορώδες υλικό και αφού απορροφηθεί εξολοκλήρου, δίνεται το τελικό αποτέλεσμα. Η ανοσοχρωματογραφία μπορεί να βασίζεται στη μεθοδολογία της ανταγωνιστικής ή μη ανταγωνιστικής (sandwich) δοκιμασίας (Σχήμα 21).



Σχήμα 21. Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων ελέγχου χημικών υπολειμμάτων. (Εγχειρίδιο BT COMBO BIOSIENTIFIC)

Υλικά και σκεύη

Σύριγγες 200μl

Sticks lateral flow

4.3.1.2. Προσδιορισμός οξύτητας με μέτρηση pH (φορητό pHμετρο TESTO 205, Testo, Victoria, Australia)

Ο προσδιορισμός του pH των δειγμάτων έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού φορητού πεχαμέτρου. Αρχικά ρυθμίζεται το όργανο με τη χρησιμοποίηση δύο ρυθμιστικών διαλυμάτων τα οποία έχουν pH 7 και 4. Έπειτα αφού το δείγμα έχει αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος γίνεται η μέτρηση βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο στη μάζα του δείγματος. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα η τιμή σταθεροποιείται και λαμβάνεται η ένδειξη του πεχαμέτρου.



Σχήμα 22. Ηλεκτρονική φορητή συσκευή μέτρησης pH TESTO 105

Υλικά και Σκεύη

Πρότυπα διαλύματα 4,00 – 7,00 για βαθμονόμηση ηλεκτρονικών pHμέτρων

4.3.1.3 Έλεγχος θερμοκρασίας γάλακτος με θερμομέτρηση (TESTO 103, Testo,Victoria, Australia)

Η μέτρηση της θερμοκρασίας του γάλακτος έγινε με φορητό ψηφιακό θερμοόμετρο , εμβαπτίζοντας την ακίδα του θερμομέτρου στο δείγμα μέχρι σταθεροποίησης της τιμής.



Σχήμα 23.Συσκευή μέτρησης θερμοκρασίας TESTO 103

4.3.1.4. Ποσοτικός προσδιορισμός αφλατοξίνης M1 με την μέθοδο Elisa (M1 ES /PROGNOSIS)

Οι αφλατοξίνες είναι τοξικοί μεταβολίτες που προκαλούν μείζονα προβλήματα στη γαλακτοκομική βιομηχανία, η οποία γενικά παράγεται από τα *Aspergillus fl avus*, *A. parasiticus* και *A. nomius*. Μπορούν να έχουν ανοσοκατασταλτικά, μεταλλαξιογόνα, τερατογόνα και καρκινογόνα αποτελέσματα. Οι αφλατοξίνες που εισάγονται από ζώα σε μολυσμένα σφαιρίδια και ζωοτροφές μετασχηματίζονται βιολογικά σε ηπατικό επίπεδο σε αφλατοξίνη M1 (AFM1). Στη συνέχεια, η αφλατοξίνη απεκκρίνεται με τη μορφή αυτή στο γάλα που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση και είναι επίσης παρόν σε γαλακτοκομικά προϊόντα. Η AFM1 στο γάλα και στα γαλακτοκομικά προϊόντα θεωρείται ότι παρουσιάζει ορισμένους υγειονομικούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και ως εκ τούτου υπάρχει ένα καθορισμένο όριο EE 0,05 μg/kg (50 ppt) (EK 1881/2006).

Αρχή της μεθόδου Η ποσοτική δοκιμή βασίζεται στις αρχές του ανοσοπροσροφητικού προσδιορισμού που συνδέονται με το ένζυμο. Τα φρεάτια των λωρίδων μικροτιτλοδότησης επικαλύπτονται με ειδικά αντισώματα AFM1. Τα πρότυπα ή δείγματα AFM1 προστίθενται στα φρεάτια της πλάκας μικροτιτλοδότησης. Στη συνέχεια, τα AFM1 προτύπων ή δειγμάτων (εάν υπάρχει AFM) δεσμεύονται στα επικαλυμμένα αντισώματα. Οποιοσδήποτε μη δεσμευμένος AFM1 αφαιρείται σε ένα στάδιο πλυσίματος. Προστίθεται ένα διάλυμα ανίχνευσης με συζυγές AFM1-HRP και δεσμεύεται στις θέσεις δέσμευσης επικαλυμμένων αντισωμάτων που δεν έχουν ήδη καταληφθεί από AFM1 προτύπων ή δειγμάτων. Οποιοσδήποτε μη δεσμευμένος συζυγής AFM1-HRP του διαλύματος ανίχνευσης αφαιρείται σε ένα στάδιο έκπλυσης. Ένα υπόστρωμα χρωμογόνου προστίθεται στα πηγάδια με αποτέλεσμα την προοδευτική ανάπτυξη μπλε χρωματισμένου συμπλόκου με το αντίσωμα

ανίχνευσης. Η ανάπτυξη του χρώματος στη συνέχεια διακόπτεται με την προσθήκη οξέος που μετατρέπει το προκύπτον τελικό προϊόν σε κίτρινο. Η μέτρηση γίνεται φωτομετρικά στα 450 nm και η ένταση του παραχθέντος χρωματισμένου συμπλόκου είναι έμμεσα αναλογική προς τη συγκέντρωση του AFM1 που υπάρχει στα δείγματα και τα πρότυπα.(Prognosis, 2015).

4.3.1.5. Προσδιορισμός σημείου πήξης γάλακτος (CRYOSTAR II, Funke Gerber, Germany)

Σημείο πήξης γάλακτος: η λαμβανόμενη τιμή κατά τη μέτρηση σύμφωνα με την περιγραφόμενη διαδικασία και εκφρασμένη σε βαθμούς Κελσίου (°C).

Μια δοκιμαστική δόση γάλακτος υπερψύχεται στην κατάλληλη θερμοκρασία, και η κρυστάλλωση διεγείρεται με μηχανική δόνηση που προκαλεί τη γρήγορη άνοδο της θερμοκρασίας έως μια περιοχή οριζοντιοποίησης η οποία αντιστοιχεί στο σημείο πήξης του δείγματος . Το όργανο βαθμονομείται με προσαρμογή του ώστε να δίνει τη σωστή ανάγνωση για δύο πρότυπα διαλύματα, χρησιμοποιώντας την ίδια διαδικασία όπως και για δείγματα γάλακτος . Κάτω από τις συνθήκες αυτές, η περιοχή οριζοντιοποίησης αποδίδει το σημείο πήξης του γάλακτος σε βαθμούς Κελσίου .

Το χρησιμοποιούμενο όργανο λειτουργεί πάνω στην αρχή της ανίχνευσης της πρώτης περιοχής οριζοντιοποίησης της καμπύλης σημείου πήξης . Η περιοχή οριζοντιοποίησης είναι το τμήμα της καμπύλης στο οποίο η θερμοκρασία παραμένει σταθερή μέσα στο όριο των $\pm 0,002$ °C επί 20 δευτερόλεπτα τουλάχιστον.

Υλικά και Σκεύη

Διαλύματα πλύσης και βαθμονόμησης κρυσκόπιο (Funke Gerber, Germany)



Σχήμα 24. Κρυσκόπιο Cryostar II ,Funke Gerber

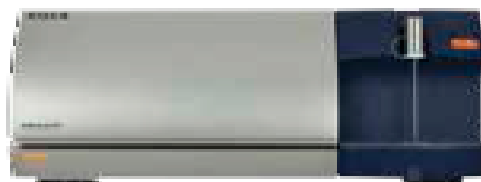
Το κρυσκόπιο αποτελείται από ένα θερμοστατικά ελεγχόμενο λουτρό ψύξης, ένα διερευνητή θερμίστορα (ένα θερμόμετρο αντίστασης ημιαγωγού) με συνδεδεμένο κύκλωμα και γαλβανόμετρο ή διάταξη ανάγνωσης, ένα αναδευτήρα δείγματος και συσκευή για την εκκίνηση της πήξης μαζί με σωλήνες υποδοχής του δείγματος.

4.3.1.6. Προσδιορισμός του λίπους, των πρωτεϊνών, της λακτόζης και Σ.Υ.Α.Λ. με τη χρήση συσκευής FTIR (FOSS, FT100 Hillerod Denmark).

Τα δείγματα γάλακτος μεταγγίστηκαν σε φιάλες 200 mL και τοποθετήθηκαν στον αυτόματο αναλυτή. Το δείγμα μετράται αυτόματα και το σύνολο των αποτελεσμάτων αποδίδεται μέσω ειδικού λογισμικού ηλεκτρονικά.

Υλικά και Σκεύη

Διαλύματα πλύσης και βαθμονόμησης μηχανήματος FTIR (FOSS T100)



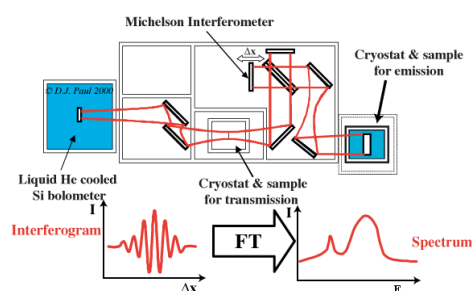
Σχήμα 25. Αυτόματος αναλυτής γάλακτος FT 100 - FOSS

Η λειτουργία των φασματοφωτομέτρων FTIR περιγράφεται παρακάτω:

Η πηγή εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία η οποία μέσω ενός παραβολικού κατόπτρου προσπίπτει σ' ένα διαχωριστή δέσμης, που αποτελείται από ένα φιλμ γερμανίου σε υπόστρωμα KBr, διαπερατό στο κυρίως IR.

Λόγω της ημιδιαπερατότητάς του δημιουργούνται δύο δέσμες εκ των οποίων η μία τον διαπερνά και προσπίπτει (ανακλάται) στο κινούμενο κάτοπτρο, ενώ η άλλη κατευθύνεται στο ακίνητο. Οι δύο δέσμες επιστρέφουν στο διαχωριστή δέσμης το φαινόμενο της συμβολής και προκύπτει μια συνελιγμένη δέσμη. Το διπλάσιο της διαφοράς των αποστάσεων των δύο κατόπτρων, άρα των διαδρομών των δύο δεσμών, ονομάζεται καθυστέρηση και συμβολίζεται με δ .

Όταν $\delta = k\lambda$ (όπου $k=0,1,2,\dots$ και λ το μήκος κύματος της ακτινοβολίας), τότε το σήμα παίρνει τη μέγιστη τιμή, ενώ όταν $\delta = (2k+1)\lambda/2$, τότε μηδενίζεται. Σε κάθε άλλη περίπτωση το σήμα λαμβάνει ενδιάμεση τιμή.



Σχήμα 26. Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας FTIR

Η πηγή εκπέμπει μια σειρά από συχνότητες μονοχρωματικής ακτινοβολίας, οι οποίες ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία δημιουργούν ένα περίπλοκο σήμα, τη συνολική συνελιγμένη δέσμη που στην πραγματικότητα αποτελείται από ένα μίγμα ακτινοβολιών. Η συνολική συνελιγμένη δέσμη ακτινοβολίας μέσω κατόπτρου εισέρχεται στο χώρο του δείγματος. Από το δείγμα απορροφώνται ολικά ή μερικά ορισμένες συχνότητες και ακολούθως, η δέσμη εξέρχεται, εστιάζεται σε ειδικό κάτοπτρο και κατευθύνεται προς τον ανιχνευτή. Στον ανιχνευτή προκαλείται μεταβολή στη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα τη μεταβολή της διαφοράς δυναμικού. Η μεταβολή της τάσης μετατρέπεται από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα προκειμένου να γίνει αντιληπτό από τον υπολογιστή και με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού λαμβάνεται το συμβολόγραμμα. Το συμβολόγραμμα υπόκειται σε μετασχηματισμό Fourier και τελικά, εμφανίζεται σαν τυπικό FT-IR φάσμα (Σχήμα 26). Σημειώνεται, επίσης, ότι πριν από οποιαδήποτε καταγραφή φάσματος γίνεται ευθυγράμμιση των οπτικών μερών του φασματοφωτομέτρου, ώστε οι γωνίες που σχηματίζει ο διαχωριστής δέσμης με το κινούμενο και ακίνητο κάτοπτρο να είναι ίσες.

4.3.1.7. Προσδιορισμός της οξύτητας ογκομετρικά με NaOH N/10.

Για την εκτίμηση της ογκομετρούμενης οξύτητας, σε ποσότητα δείγματος 10ml προστέθηκε νερό και το μίγμα τιτλοδοτήθηκε με διάλυμα NaOH 0,1N. Ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινολοφθαλείνης (1%). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σύμφωνα με τη σχέση: $1 \text{ mL } 0,1\text{N NaOH} = 0,009 \text{ g γαλακτικού οξέος}$ και εκφράστηκαν ως ποσοστό γαλακτικού οξέος επί τοις εκατό (%) της μάζας του δείγματος

Όπου V, ο όγκος του καταναλισκόμενου NaOH (mL) 0.1N και m, η μάζα του τιτλοδοτούμενου δείγματος (g) (Ανυφαντάκης, 1992).

Υλικά και Σκεύη

NaOH 0,1N

Δείκτης φαινολοφθαλείνη

Προχοΐδα 25 mL

Σιφώνια μετρήσεως 10mL

Ογκομετρική φιάλη 1L

4.3.1.8. Προσδιορισμός λίπους με την μέθοδο Gerber (British Standards Institution 1955)

Στο βουτυρόμετρο προστίθενται 10mL θεικού οξέος, 11mL γάλακτος, 1mL αμυλικής αλκοόλης πωματίζεται . Ακολουθεί έντονη ανακίνηση με αναστροφή του βουτυρόμετρου μέχρις ότου διαλυθεί τελείως η μάζα του δείγματος. Τα βουτυρόμετρα τοποθετούνται για φυγοκέντρωση στις 1000-1200 στροφές για 5min στους 65°C. Μετά το τέλος της φυγοκέντρωσης γίνεται άμεσα η ανάγνωση της κλίμακας του βουτυρόμετρου ώστε να μην πέσει η θερμοκρασία του. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε λίπος ανά 100g προϊόντος είναι η διαφορά της κλίμακας μεταξύ της ανάγνωσης του κάτω και άνω άκρου της στοιβάδας λίπους (Δημητρέλη, 2009)

Υλικά και Σκεύη

Βουτυρόμετρα γάλακτος Gerber, κλίμακα 0-10%

Ελαστικό πόμα

Σιφώνια πλήρωσεως των 11mL

Φυγόκεντρος θερμοστατούμενη (1100-1200 rpm/min)

Θεικό οξύ πυκνότητας 1,820g/mL

Αμυλική αλκοόλη

4.3.2. Γιαούρτη

4.3.2.1. Προσδιορισμός της οξύτητας με μέτρηση pH (φορητό pHμετρο TESTO 205)

Το πεχάμετρο ελέγχεται και ρυθμίζεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών διαλυμάτων (Buffer 4 και 7). Το ηλεκτρόδιο του πεχαμέτρου εμβαπτίζεται στο δείγμα γιαούρτης και σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου.

4.3.2.2. Προσδιορισμός της οξύτητας ογκομετρικά με NaOH N/10

Για την εκτίμηση της ογκομετρούμενης οξύτητας, σε ποσότητα δείγματος 9g προστέθηκε νερό και το μίγμα τιτλοδοτήθηκε με διάλυμα NaOH 0,1N. Ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινολοφθαλείνης (1%). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σύμφωνα με τη σχέση: 1 mL 0,1N NaOH = 0,009 g γαλακτικού οξέος και εκφράστηκαν ως ποσοστό γαλακτικού οξέος επί τοις εκατό (%) της μάζας του δείγματος.

Όπου V, ο όγκος του καταναλισκόμενου NaOH (mL) 0.1N και m, η μάζα του τιτλοδοτούμενου δείγματος (g) (IDF, 1991).

4.3.2.3. Προσδιορισμός του λίπους με τη μέθοδο GERBER

Ζυγίζονται 11,33gr σκευάσματος γιαούρτης σε ποτήρι ζέσεως, όπου προστίθενται 6mL θεικού οξέος και αναμιγνύονται μέχρις ότου να διαλυθεί η μάζα του δείγματος. Το δείγμα μεταφέρεται σε βουτυρόμετρο Gerber, προστίθενται επιπλέον 4mL θεικού οξέος και ο προσδιορισμός συνεχίζεται όπως και στην περίπτωση του γάλακτος (Αντωνίου, 2002).

4.3.2.4. Προσδιορισμός παραμέτρων υφής / Σκληρότητα

Η εκτίμηση των παραμέτρων υφής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αναλυτή υφής (Texture analyzer Model T3 BROOKFIELD INSTRUMENT) με μετατροπέα δύναμης 5kg (Σχήμα 27).

Τα προϊόντα γιαούρτης μεταφέρονταν από την θερμοκρασία συντήρησης σε κλίβανο θερμοκρασίας 10°C μέχρι την εξισορρόπηση της θερμοκρασίας και στη συνέχεια ακολουθούσε η μέτρησή τους. Για το προσδιορισμό της σκληρότητας τα προϊόντα υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα μονής συμπίεσης με ακρυλικό κυλινδρικό έμβολο διαμέτρου 25,4mm και μήκους 35mm (Brookfield Viscometer Ltd, Hadow Essex, U.K.).

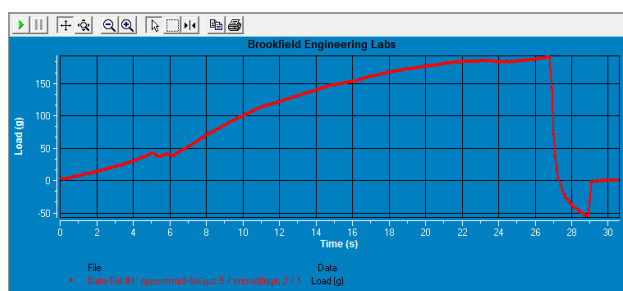
Οι παράμετροι του προγράμματος συμπίεσης ρυθμίζονταν στις ακόλουθες τιμές

1. Ταχύτητα στελέχους πριν την διείσδυση : 4mm/s
2. Ταχύτητα στελέχους κατά την διείσδυση:0,5mm/s
3. Ταχύτητα στελέχους μετά τη διείσδυση: 0,5mm/s
4. Βάθος διείσδυσης 25mm
5. Θερμοκρασία 10°C
6. Αντίσταση που αναγνωρίζει το στέλεχος για να ξεκινήσει η μέτρηση : 2g

Τα διαγράμματα δύναμης – χρόνου καταγράφονταν και με τη βοήθεια του λογισμικού TexturePro CT V1.3 Build 15 (Σχήμα 20).



Σχήμα 27. Αναλυτής υφής



Σχήμα 28. Διάγραμμα δύναμης / χρόνου , αναλυτή υφής.

4.3.2.5. Συναίρεση / αποβολή ορού

Για την εκτίμηση της συναίρεσης , εφαρμόστηκε φυγοκέντρηση σε δείγματα 30g (222Xg) για 10 min στους 4 °C. Ογκομετρήθηκε η υδατική φάση αφού διηθήθηκε. Η υδατική φάση

ποσοτικοποιήθηκε εκφραζόμενη σε όγκο αποβαλλόμενου ορού (mL ορού γάλακτος) (Keogh & O'Kennedy, 1998).

4.3.2.6.Ιξώδες

Η ρεολογική συμπεριφορά των διαφορετικών τύπων γιαουρτών προσδιορίστηκε με τη χρήση περιστροφικού ροομέτρου Brookfield DV-II (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA.). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν, τέσσερις ημέρες μετά την παρασκευή των δειγμάτων εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα μεταβολής του ρυθμού διάτμησης στο εύρος (5-200 s⁻¹) στους 20 ° C.

Το ιξώδες υπολογίστηκε για τιμή ρυθμού διάτμησης ίση με 50 s⁻¹ που αντιπροσωπεύει και την διαδικασία αντίληψης υφής στο στόμα για τρόφιμα χαμηλού ιξώδους (Akhtar et al. 2006 ; Stanley & Taylor 1993).



Σχήμα 29.Ιξωδόμετρο (Brookfield DV-II)

. Το ιξωδόμετρο αυτό αποτελείται από δύο ομοκεντρικούς κυλίνδρους με ρευστό στο ενδιάμεσο διάστημα τους και φέρει μηχανισμό που μετρά τη ροπή στρέψης ενός από τους δύο κυλίνδρους. Η ροπή αυτή είναι ανάλογη με την αντίσταση στη στρέψη που προβάλλει το ρευστό στον περιστρεφόμενο κύλινδρο. Η δύναμη που δρα στην επιφάνεια του εσωτερικού κυλίνδρου είναι:

$$F = A / R$$

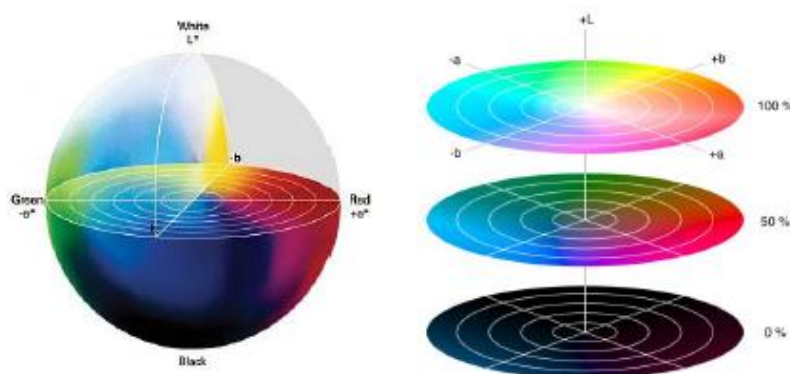
όπου, A η μετρούμενη ροπή στρέψης και R η ακτίνα του κυλίνδρου. Η δύναμη της παραπάνω σχέσης προκαλεί την αντίσταση στην περιστροφή.

Έχει μία σειρά κυλίνδρων ή δίσκων διαφορετικής διαμέτρου, και την κάθε φορά χρησιμοποιείται ο κατάλληλος κύλινδρος ή δίσκος έτσι ώστε η ένδειξη του οργάνου να βρίσκεται στο κέντρο περίπου της κλίμακας του (για μέγιστη ακρίβεια μετρήσεων).

4.3.2.7. Χρώμα

Για το προσδιορισμό των παραμέτρων χρώματος χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Micro Color (Hunter, Dr Lange , Germany), στη χρωματική κλίμακα CIELA , η οποία εκφράζει τη μαθηματική προσέγγιση της μη γραμμικής απόκρισης του ματιού.

Στη χρωματική κλίμακα CIELAB η παράμετρος L εκφράζει την φωτεινότητα του χρώματος, θετική τιμή για την παράμετρο a υποδεικνύει κόκκινο χρώμα, ενώ η αρνητική τιμή πράσινο χρώμα και θετική τιμή για την παράμετρο b θετική τιμή υποδεικνύει κίτρινο χρώμα ενώ αρνητική τιμή μπλε χρώμα (Σχήμα 22).



Σχήμα 30. Σχηματική απεικόνιση της κλίμακας CIELAB_ (www.hunterlab.com)

Ο τρισδιάστατος αυτός τύπος χρωματομέτρου αναπτύχθηκε από τον Hunter και έγινε ευρέως αποδεκτό από την βιομηχανία τροφίμων. Πλεονεκτεί λόγω του μειωμένου κόστους, της αντοχής, της δυνατότητας μεταφοράς του, της ταχύτητας και της ακρίβειας των αποτελεσμάτων που αποδίδει.

Ένας γλόμπος Ulbricht σε συνδυασμό με έναν λαμπτήρα φλας Xenon, εκπέμπουν ακτινοβολία. Η μέτρηση αφορά την διάχυτη αντανάκλαση του δείγματος σε γωνία 8° . Το φως διαβιβάζεται στη φορητή μονάδα μέτρησης μέσω καλωδίου οπτικών ινών για τον ακριβή διαχωρισμό πάνω στα πρότυπα φίλτρα χρώματος. Το ειδικό σύστημα μέτρησης παρέχει στον χρήστη αναπαραγωγικά αποτελέσματα. Οι μετρούμενες τιμές επεξεργάζονται από μικροεπεξεργαστές. Όλες οι μετρούμενες τιμές αποθηκεύονται και απεικονίζονται ψηφιακά (Dr . Lange).

Η βαθμονόμηση του οργάνου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δύο προτύπων, ενός λευκού κι ενός μαύρου πλακιδίου. Το όργανο αποδίδει τις παραμέτρους L, a και b.

Τα δείγματα ύστερα από ανάδευση τοποθετούνταν σε γυάλινα τρυβλία και μετρούνταν. Το χρωματόμετρο πριν από κάθε μέτρηση βαθμονομούνταν με τα πλακίδια προτύπου λευκού και μαύρου χρώματος .

Η μέτρηση του χρώματος των δειγμάτων πραγματοποιείται με την επαφή της κεφαλής του χρωματομέτρου στην επιφάνεια του δείγματος, το οποίο βρίσκεται σε περιέκτη σταθερού εμβαδού και βάθους (Καζάζης, 1995).

Για κάθε χρονική στιγμή γίνονταν μετρήσεις από τρία ανεξάρτητα δείγματα και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ο μέσος όρος των μετρήσεων.

4.4 Οργανοληπτικός Έλεγχος

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων αναμιγμένης γιαούρτης με τη χρήση ζελατίνης και ΥΠΟ έγινε ως προς τα αντικειμενικά της χαρακτηριστικά (αξιολόγηση της έντασης του μετρούμενου χαρακτηριστικού – μεταβλητής) και ηδονικά χαρακτηριστικά (αξιολόγηση της αρεστότητας ως προς το μετρούμενο χαρακτηριστικό – μεταβλητή).

Οργανώθηκε επιλεγμένο σχέδιο ισορροπημένου ατελώς ομαδοποιημένου πειράματος με τις παρακάτω παραμέτρους:

$t= 8$ μεταχειρίσεις

$k= 4$ μεταχειρίσεις ανά δοκιμαστή

$b= 14$ δοκιμαστές

$n=7$ επαναλήψεις ανά μεταχείριση

$\lambda=3$ συνενυρέσεις κάθε ζεύγους συνδυασμών των μεταχειρίσεων

Οι μονάδες δοκιμής για κάθε δοκιμαστή τυχαιοποιήθηκαν και η νέα διευθέτησή τους αποτέλεσε τη σειρά αξιολόγησης σε κάθε πιάτο οργανοληπτικής αξιολόγησης.

Οι δοκιμαστές που επιλέχθηκαν αποτελούν μέλη διδακτικού προσωπικού του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων με εκπαίδευση στην οργανοληπτική αξιολόγηση και πολλαπλές συμμετοχές σε αντίστοιχες δοκιμές.

Η οργανοληπτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο που πληροί τις προδιαγραφές του EA-4 (2003) παραρτήματος του προτύπου ISO 17025 (European Co-operation for Accreditation EA-4/09[Jul 03 rev 1], 2003) σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις διαπίστευσης εργαστηρίων οργανοληπτικών δοκιμών.

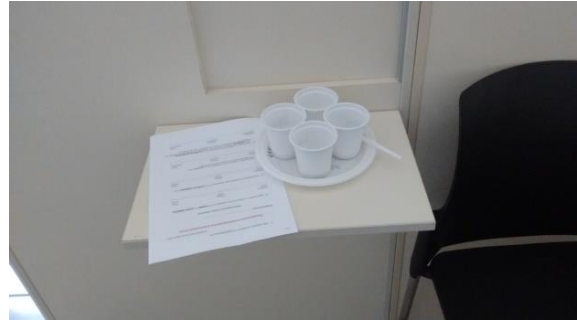
Ο χώρος αποτελούταν από 10 ατομικούς θαλάμους, διαθέτει ελεγχόμενη θερμοκρασία και φωτισμό (Σχήμα 31).

Τα δείγματα μοιράστηκαν σε κάθε δοκιμαστή, από μια ειδική διαμορφωμένη είσοδο στην εμπρόσθια όψη του θαλάμου.

Τα δείγματα συνοδεύονταν από οδηγίες για την αξιολόγηση και πόσιμο νερό για να ξεπλένουν το στόμα τους οι δοκιμαστές με καθαρό νερό για την ουδετεροποίηση των γευστικών κυττάρων. Ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να αποβάλουν το δείγμα μετά τη δοκιμή (Σχήμα 32).



Σχήμα 31. Αίθουσα οργανοληπτικής αξιολόγησης



Σχήμα 32. Δείγματα προς οργανοληπτική αξιολόγηση

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε δύο φορές σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο του Πίνακα 10, έτσι ώστε να μπορέσει να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της αλληλεπίδρασης των κύριων παραγόντων (περιεκτικότητα σε λίπος και περιεκτικότητα σε σταθεροποιητή).

Τα δείγματα αξιολογήθηκαν για τα αντικειμενικά και τα ηδονικά οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά ως προς τις παρακάτω μεταβλητές :

Αντικειμενικά χαρακτηριστικά

Ένταση αρώματος

Ένταση λευκού χρώματος

Ένταση παχύρρευστου

Ως “**παχύρρευστο**” ορίζεται η δύναμη που καταβάλλει η γλώσσα για τη συμπίεση του δείγματος όταν αυτό βρίσκεται μεταξύ του ουρανίσκου και της γλώσσας.

Κρεμώδες

Ως “**κρεμώδες**” ορίζεται η ομοιογενής, βελούδινη υφή

Ένταση αποβολής ορού (συναίρεσης)

Ως “**αποβολή ορού/συναίρεση**” ορίζεται η εμφάνιση υγρού με την κλίση του δείγματος

Ηδονικά χαρακτηριστικά

Αποδεκτότητα ως προς την αρεστότητα

Για την βαθμολόγηση της έντασης κάθε μετρούμενου οργανοληπτικού χαρακτηριστικού χρησιμοποιήθηκε η δεκαπενταβάθμια αδιαβάθμιστη κλίμακα (μήκους 15cm) αυξανόμενης έντασης 0 έως 15cm. Η αριστερή άκρη της κλίμακας (0cm) της κλίμακας αντιπροσωπεύει τη μηδενική ένταση των εξεταζόμενων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών , ενώ το δεξί άκρο (15cm) την ανώτερη ένταση τους.

4.5 Στατιστική ανάλυση

Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τον ορισμό του πειραματικού σχεδίου, την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τον σχεδιασμό των γραφημάτων ήταν το Minitab 17.0. Αρχικά έγινε ο υπολογισμός των διορθωμένων μέσω όρων των τιμών για κάθε φυσικοχημική ιδιότητα.

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων αναμιγμένης γιαούρτης με τη χρήση ζελατίνης και ΥΠΟ έγινε ως προς τα αντικειμενικά της χαρακτηριστικά (αξιολόγηση της έντασης του μετρούμενου χαρακτηριστικού – μεταβλητής) και ηδονικά χαρακτηριστικά (αξιολόγηση της αρεστότητας ως προς το μετρούμενο χαρακτηριστικό – μεταβλητή).

Οργανώθηκε επιλεγμένο σχέδιο ισορροπημένου ατελώς ομαδοποιημένου πειράματος με τις παρακάτω παραμέτρους

t= 8 μεταχειρίσεις

k= 4 μεταχειρίσεις ανά δοκιμαστή

b= 14 δοκιμαστές

n=7 επαναλήψεις ανά μεταχείριση

λ=3 συνενυρέσεις κάθε ζεύγους συνδυασμών των μεταχειρίσεων

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για την στατιστική ανάλυση των παραμέτρων ήταν η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA).

Τα αποτελέσματα απεικονίσθηκαν γραφικά με κρυμνογράφημα, γράφημα XY, γράφημα 95% ορίων εμπιστοσύνης, γράφημα κύριων συνιστωσών, γράφημα συσχέτισης συνιστωσών.

5. Αποτελέσματα και συζήτηση

5.1 Φυσικοχημικός έλεγχος / αποτελέσματα

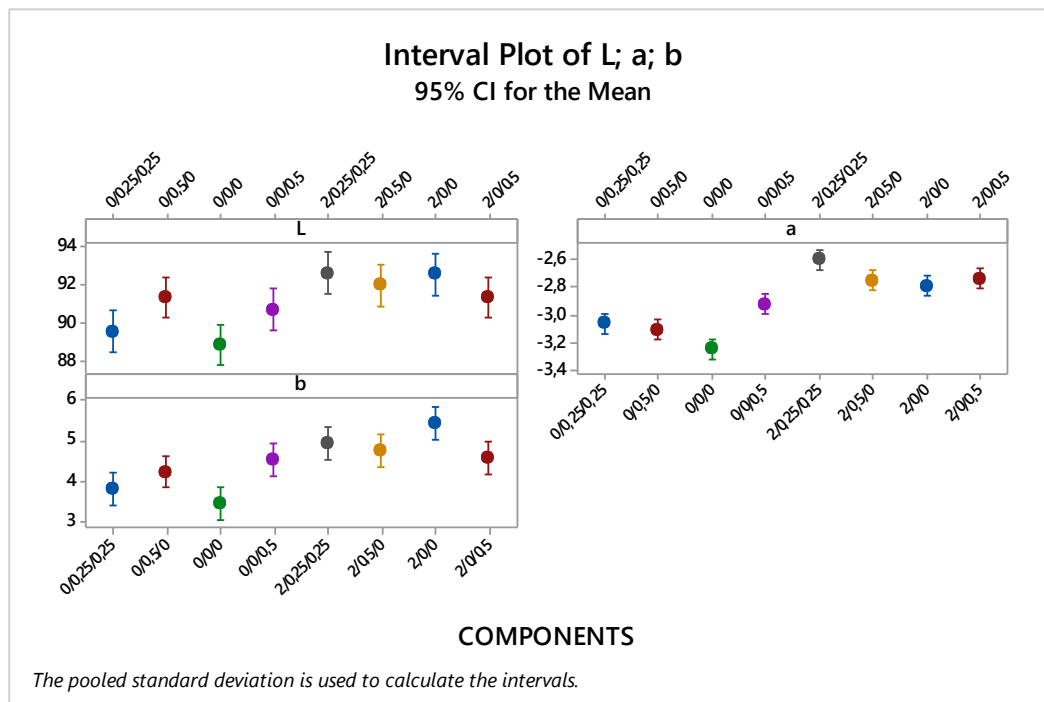
Για όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν δίνονται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των τιμών. Από τη στατιστική επεξεργασία προέκυψαν πολυωνυμικές εξισώσεις που εκφράζουν τις ιδιότητες που μελετήθηκαν σε συνάρτηση με τις διαφορετικές λιποπεριεκτικότητες και προσθήκη των σταθεροποιητών. Εκτός της στατιστικής σημαντικότητας, η σύγκριση βασίζεται και στο μέγεθος των συντελεστών προσδιορισμού (R^2 , R^2 pred), οι οποίοι φανερώνουν τη δυνατότητα των εξισώσεων να αποτελέσουν μοντέλα πρόβλεψης.

5.1.1. Χρώμα

Από τις τιμές του χρώματος στην παράμετρο της έντασης φαίνεται μια μικρή αύξηση αυτής στα προϊόντα με λιπαρά 2% χωρίς όμως διαφοροποιήσεις στην παράμετρο των σταθεροποιητών. Οι τιμές στην παράμετρο a είναι αρνητικές και παρουσιάζουν μικρότερες τιμές στα άπαχα προϊόντα. Όσον αφορά τις τιμές της παραμέτρου b είναι υψηλότερες στα προϊόντα 2% λιπαρά χωρίς όμως ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις σε σχέση με το σταθεροποιητή.

Πίνακας 11. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις χρωματικών παραμέτρων, προϊόντων αναδευμένου γαιούρης

	COMPONENTS	L	STD	a	STD	b	STD
1	0/0/0/	88.847	0.670	-3.2467	0.1069	3.443	0.472
2	0/0,5/0	91.307	1.505	-3.1100	0.0721	4.2433	0.0551
3	0/0,25/0,25	89.543	0.388	-3.0667	0.0153	3.837	0.386
4	0/0/0,5	90.683	0.490	-2.9267	0.0551	4.543	0.291
5	2/0/0	92.490	1.473	-2.7933	0.0153	5.4333	0.1650
6	2/0,5/0	91.923	0.621	-2.7567	0.0513	4.770	0.375
7	2/0,25/0,25	92.567	0.546	-2.6067	0.0577	4.940	0.392
8	2/0/0,5	91.290	0.325	-2.7400	0.0436	4.587	0.280



Σχήμα 33. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης χρωματικών παραμέτρων σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

Στην **λαμπερότητα / ένταση** στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ των προϊόντων με λίπος 0% και απουσία σταθεροποιητή και του λίπος 0% με ζελατίνη και σε όλα τα 2%.

Η γραμμική εξίσωση που προέκυψε είναι

$$L = 91,081 - 2,235 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 0,225 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 1,538 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - 0,398 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 1,409 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 0,842 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 + 1,485 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 0,209 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 75.58\%$ και $R^2 \text{ pred} = 45.05\%$

Όπου φαίνεται ότι οι συνταγές των άπαχων γιαουρτιών τείνουν να μειώσουν την λαμπερότητα / ένταση του προϊόντος ενώ οι συνταγές με 2% λιπαρά να την αυξήσουν με αυτές του μάρτυρα και του μίγματος σταθεροποιητών να αποδίδουν την κύρια δραστηριότητα. Διατυπώνοντας κάθε επιφύλαξη λόγω της μικρής στατιστικής αξιοπιστίας που παρουσιάζει το μοντέλο.

- Στην **παράμετρο a** εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των προϊόντων 2% λιπαρά και των προϊόντων 0% λιπαρά.

Η γραμμική εξίσωση που προέκυψε είναι :

$$a = -2,9058 - 0,3408 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 - 0,2042 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 0,1608 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - 0,0208 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 0,1125 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 0,1492 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 + 0,2992 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 0,1658 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 94.74\%$ και $R^2 \text{ pred} = 88.16\%$

Όπου παρατηρούμε την ίδια αντίδραση με την ένταση , μείωση στις συνταγές των άπαχων γιαουρτιών και αύξηση στις συνταγές με 2% λιπαρά.

- Στην **παράμετρο b** μεταξύ του 2% χωρίς σταθεροποιητές και του 0% με ζελατίνη , μίγμα σταθεροποιητών και χωρίς σταθεροποιητή. Επίσης το 0% λιπαρά χωρίς σταθεροποιητές με το 2% λιπαρά με ΥΠΟ.

Η γραμμική εξίσωση που προέκυψε είναι :

$$b = 4,4746 - 1,031 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_1} - 0,231 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_2} - 0,638 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_3} \\ + 0,069 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_4} \\ + 0,959 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_5} + 0,295 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_6} + 0,465 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_7} + 0,112 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ_8}$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 82.83\%$ και $R^2 \text{ pred} = 61.37\%$

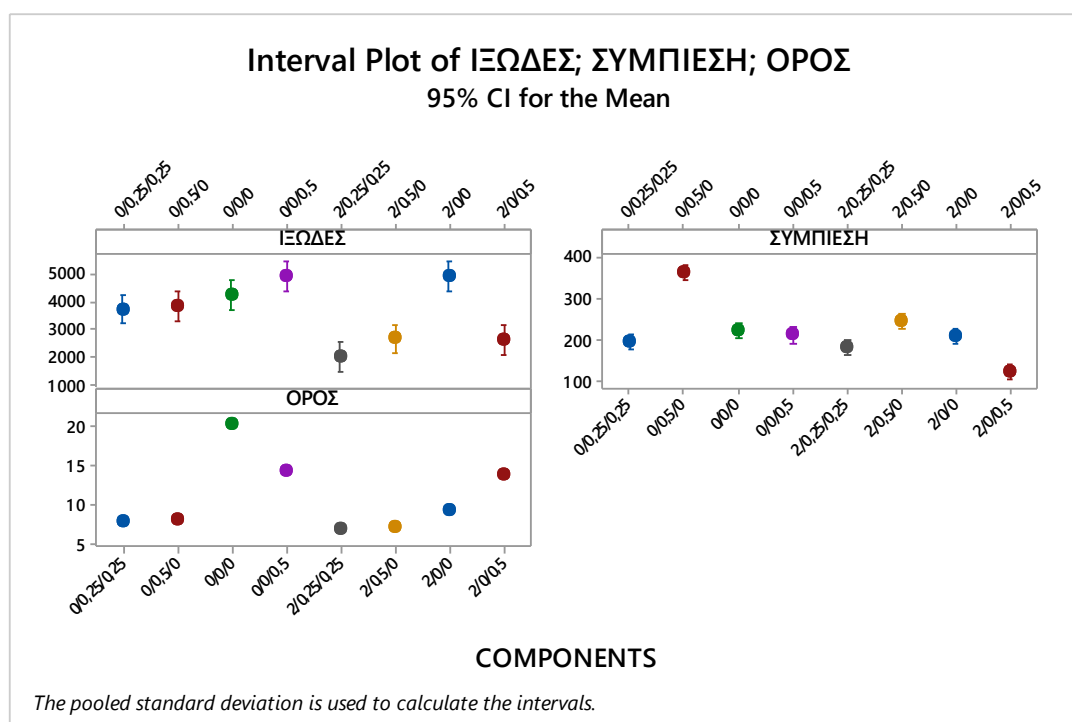
Όπου παρατηρούμε την ίδια αντίδραση με την ένταση , μείωση στις συνταγές των άπαχων γιαουρτιών της παραμέτρου b και αύξηση στις συνταγές με 2% λιπαρά, διατυπώνοντας κάθε επιφύλαξη λόγω της μικρής στατιστικής αξιοπιστίας που παρουσιάζει το μοντέλο.

5.1.2. Ιξώδες-Συμπίεση-Ορός

Αποτελέσματα Συμπίεσης, Ιξώδους και αποβολής Ορού

Πίνακας 12. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις φυσικοχημικών παραμέτρων προϊόντων αναδευμένης γιαούρτης

	COMPONENTS	ΣΥΜΠΙΕΣΗ (g)	STD	ΙΞΩΔΕΣ (cpa)	STD	ΟΡΟΣ (g)	STD
1	0/0/0/	221.3	24.4	4240	546	20.433	0.850
2	0/0,5/0	361.1	28.6	3804	330	8.100	0.200
3	0/0,25/0,25	194.73	2.22	3710.3	44.1	7.8667	0.1155
4	0/0/0,5	209.50	7.46	4913	575	14.300	0.624
5	2/0/0	208.15	12.75	4917	619	9.400	0.1000
6	2/0,5/0	244.60	6.83	2643	514	7.200	0.265
7	2/0,25/0,25	181.62	6.44	2005.1	162.6	6.800	0.100
8	2/0/0,5	120.07	11.04	2624	284	13.967	0.153



Σχήμα 34. Διάγραμμα μεταβολής φυσικών παραμέτρων σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

Στην παράμετρο ιξώδες στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται μεταξύ των προϊόντων 0% λιπαρά, 2 % λιπαρά χωρίς σταθεροποιητές και όλων των υπόλοιπων προϊόντων 2% λιπαρά.

Η γραμμική εξίσωση που προκύπτει είναι :

$$\text{ΙΞΩΔΕΣ} = 3606,9 + 633 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 197 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 + 103 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 + 1306 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 1310 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 - 964 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 1602 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 - 983 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 82,32\%$ και $R^2 \text{ pred} = 75,96\%$

Η γραμμική εξίσωση φανερώνει την αύξηση ιξώδους στα προϊόντα 0% λιπαρά ενώ αντίθετα στα προϊόντα 2% λιπαρά σε όλες τις συνταγές προσθήκης σταθεροποιητή το ιξώδες μειώνεται.

Στην παράμετρο ορός διαφαίνεται ο ρόλος της ζελατίνης στην συγκράτηση νερού και η αδυναμία του υδροκολλοειδούς οινοποιείου να ανταπεξέλθει στην ιδιότητα αυτή αυτόνομα.

Η γραμμική εξίσωση που προκύπτει είναι :

$$\text{ΟΡΟΣ} = 11,0083 + 9,425 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 - 2,908 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 3,142 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 + 3,292 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 - 1,608 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 - 3,808 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 4,208 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 2,958 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 99,47\%$ και $R^2 \text{ pred} = 98,82\%$

Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μεταξύ του 0% χωρίς σταθεροποιητή και όλων των υπολοίπων όπως και των συνταγών με ΥΠΟ και όλων των υπολοίπων.

Η γραμμική εξίσωση φανερώνει την μείωση της αποβολής ορού με τη χρήση σταθεροποιητών και μεταξύ αυτών την καλύτερη απόκριση την είχε το μίγμα σταθεροποιητών, ακόμη και από τις συνταγές με εξολοκλήρου χρήση ζελατίνης.

Στην παράμετρο συμπίεση επιτυγχάνονται υψηλότερες τιμές στα προϊόντα όπου περιέχουν ζελατίνη και στις δύο λιποπεριεκτικότητες Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μεταξύ του 0% με ζελατίνη και όλων των υπολοίπων.

Η γραμμική εξίσωση που προκύπτει είναι :

$$\text{ΣΥΜΠΙΕΣΗ} = 217,63 + 3,66 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 143,47 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 22,90 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - 8,13 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 - 9,49 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 26,97 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 36,00 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 - 97,57 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

Με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 96,39\%$ και $R^2 \text{ pred} = 91,87\%$

Από τη γραμμική εξίσωση και από το γράφημα φαίνεται καταρχήν η ισχυρή θετική επίδραση της ζελατίνης στην αύξηση των τιμών συμπίεσης. Ακολουθεί το μίγμα σταθεροποιητών. Όλοι οι υπόλοιποι συνδυασμοί επιδρούν αρνητικά στις τιμές συμπίεσης.

Συμπερασματικά:

Στα άπαχα προϊόντα , το ιξώδες, δεν επηρεάζεται από την ζελατίνη ή το ΥΠΟ, ενώ η παράμετρος της συμπίεσης αυξάνεται από τη ζελατίνη χωρίς να επηρεάζεται από το ΥΠΟ και τον συνδυασμό του με τη ζελατίνη. Όσον αφορά τη παράμετρο της συναίρεσης, φαίνεται η θετική επίδραση της ζελατίνης την οποία φαίνεται να ανταγωνίζεται το ΥΠΟ σε συνδυασμό με τη ζελατίνη.

Στα προϊόντα με λίπος 2% το ΥΠΟ εμφανίζεται εξίσου αποτελεσματικό στην αύξηση του ιξώδους με την ζελατίνη. Στην παράμετρο της συμπίεσης, μαλακώνει το προϊόν εμφανίζοντας τιμές μικρότερες του μάρτυρα, ιδιότητα ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα σε συνδυασμό με την αύξηση του ιξώδους. Όσον αφορά την συναίρεση το ΥΠΟ δεν λειτουργεί θετικά παρά με τον συνδυασμό με ζελατίνη.

Φαίνεται λοιπόν το ΥΠΟ να μπορεί να αντικαταστήσει μέρος της ζελατίνης χωρίς όμως να έχει την δυνατότητα της πλήρους αντικατάστασης.

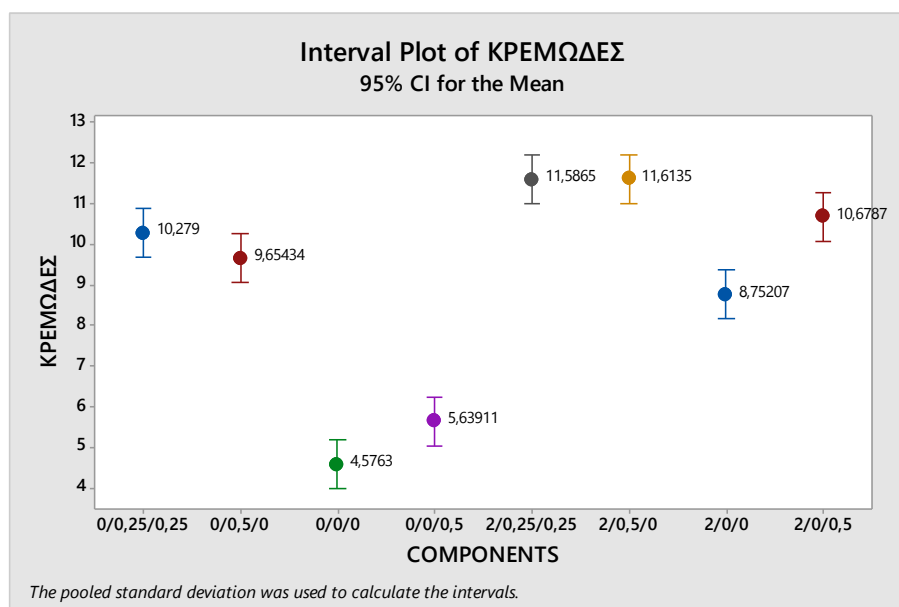
5.2 Οργανοληπτικός έλεγχος/ αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν εκτιμήθηκαν οι διορθωμένοι μέσοι όροι για κάθε μεταχείριση ανά μεταβλητή οι οποίοι ακολούθως προσαρμόστηκαν στα συνδυασμένα επίπεδα του παραγοντικού σχεδίου.

Από την ανάλυση οι έλεγχοι της κανονικότητας και της ομοιογένειας των διακυμάνσεων των στοιχείων έδειξαν να συμμορφώνονται τα στοιχεία στις προϋποθέσεις για την εφαρμογή της παλινδρόμησης και της ANOVA.

Από την περαιτέρω ανάλυση διακύμανσης από τις οκτώ εξεταζόμενες παραμέτρους οι 2 δεν είχαν σημαντική στατιστική σημαντικότητα (χρώμα και άρωμα) ενώ όλες οι υπόλοιπες εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές (παράρτημα Β).

5.2.1.Κρεμώδες



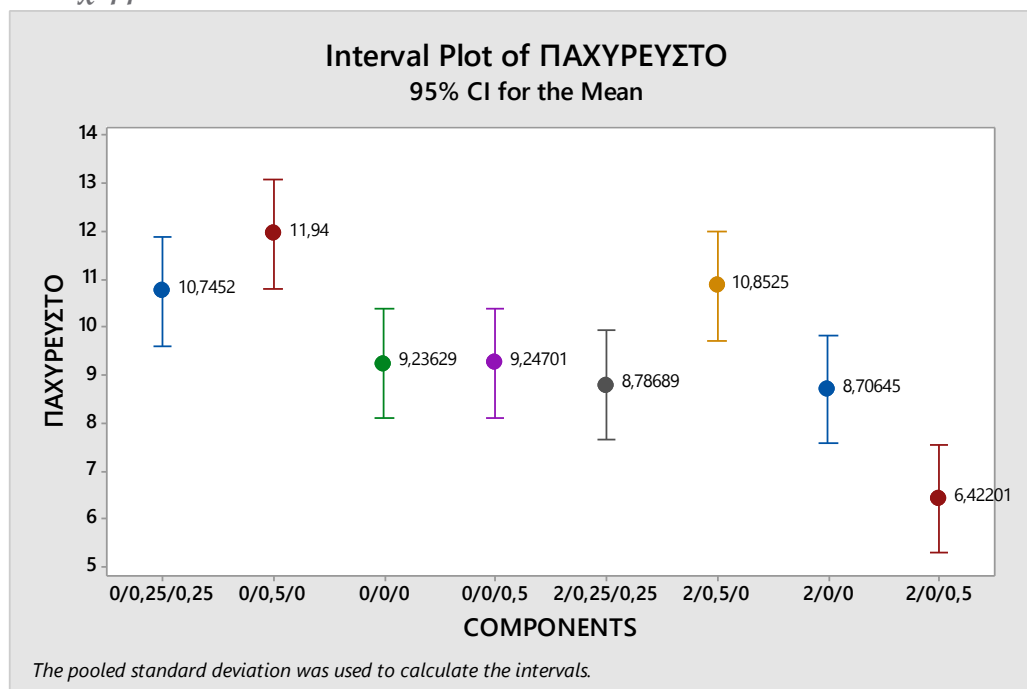
Σχήμα 35. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου «κρεμώδους» σε γαιούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

Από την ανάλυση προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των προϊόντων 0% λιπαρά χωρίς σταθεροποιητές και 0% λιπαρά με ΥΠΟ με όλα τα υπόλοιπα προϊόντα. Ο μάρτυρας 2% δεν παρουσιάζει διαφορά από το δείγμα 0% λιπαρά με ζελατίνη, γεγονός που αποδεικνύει την συνεισφορά του λίπους στην παράμετρο του κρεμώδους.

Φαίνεται ότι οι συνταγές με 2% λιπαρά και την προσθήκη σταθεροποιητών είναι αυτές που πετυχαίνουν την μέγιστη βαθμολογία των 11,6 και 11,58 και 10,7 στην παράμετρο του κρεμώδους αποδεικνύοντας ότι η παράμετρος αυτή επηρεάζεται καταρχήν από την σύσταση σε λίπος και ότι η ύπαρξη σταθεροποιητών ενισχύει το χαρακτηριστικό. Αυτό που θα πρέπει

να τονίσουμε είναι ότι οι συνταγές του 0% με σταθεροποιητές την ζελατίνη και μίγμα ζελατίνης και υδροκολλοειδούς απέσπασαν βαθμολογία 10,28 και 9,65 αντίστοιχα εκφράζοντας την δυνατότητα της ζελατίνης να μπορεί να αντικαταστήσει το λίπος. Από την άλλη η πολύ χαμηλή βαθμολογία του προϊόντος 0% με υδροκολλοειδές αποδεικνύει την αδυναμία του υλικού να λειτουργήσει μόνο του ως αντικαταστάτης σε προϊόντα άπαχα και φαίνεται να έχει την ανάγκη της συνεργιστικής δράσης με τη ζελατίνη για την επίτευξη αποτελέσματος.

5.2.2. Παχύρρευστο

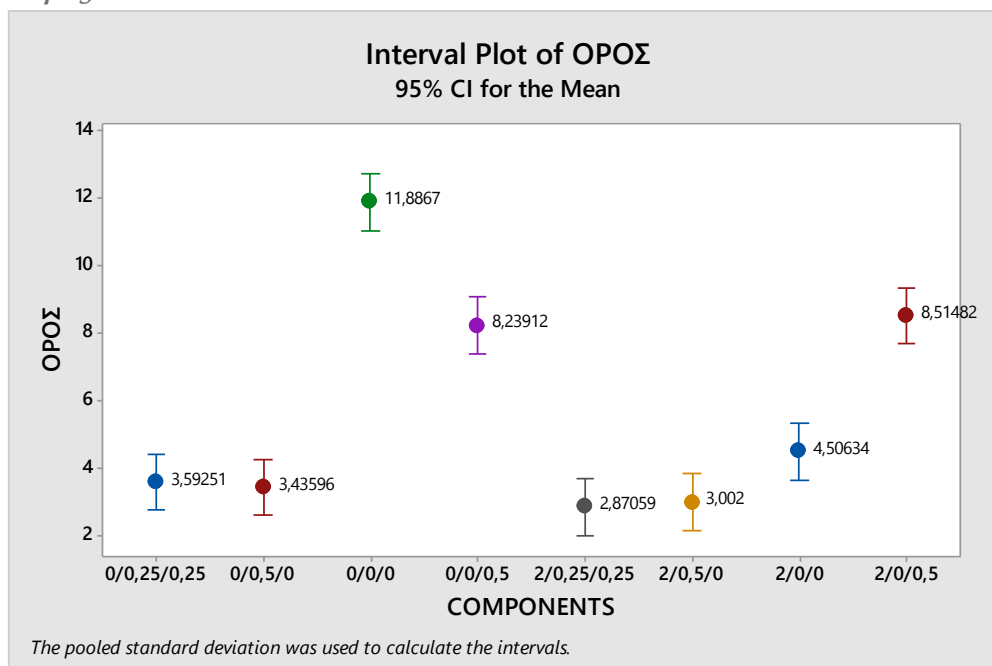


Σχήμα 36. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου « παχύρρευστο» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

Με στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται το 2% με ΥΠΟ από τα 2% με ζελατίνη και όλα τα προϊόντα 0% λιπαρά.

Στα προϊόντα αναμιγμένης γιαούρτης είναι σημαντική η παράμετρος του παχύρρευστου. Τα άπαχα προϊόντα με ζελατίνη και μείγμα υδροκολλοειδών αποσπούν την μεγαλύτερη βαθμολογία 11,94 και 10,75 με το προϊόν 2% με ζελατίνη να ακολουθεί 10,83. Στις συνταγές με ΥΠΟ εμφανίζονται μικρές διαφορές έναντι των μαρτύρων συμπεραίνοντας την αδυναμία δράσης του, στην παράμετρο αυτή παρά μόνο σε συνδυασμό με τη ζελατίνη.

5.2.3.Ορός



Σχήμα 37. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου « ορός / φαινόμενο συναίρεσης» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

Εμφανίζονται τρεις ομάδες μεταξύ των οποίων υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

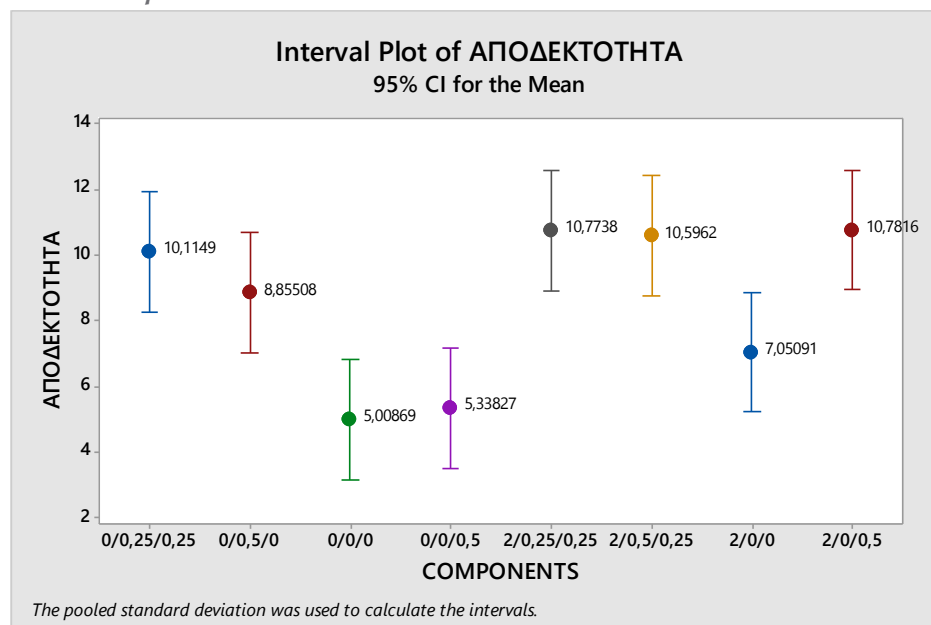
Το προϊόν 0% λιπαρά χωρίς σταθεροποιητές με όλα τα υπόλοιπα.

Τα προϊόντα 0% και 2% με Υ.Π.Ο με όλα τα υπόλοιπα.

Τα προϊόντα 0% και 2% με μίγμα και ζελατίνη , το 2 χωρίς σταθεροποιητές με όλα τα υπόλοιπα.

Την μικρότερη αποβολή ορού εμφανίζουν τα προϊόντα με ζελατίνη και μίγμα σταθεροποιητών. Γεγονός που επιβεβαιώνει το ρόλο της ζελατίνης αλλά και τη συνεργιστική δράση αυτής με το Υ.Π.Ο.

5.2.4. Αποδεκτότητα



Σχήμα 38. Διάγραμμα μεταβολής μέσου όρου και 95% ορίων εμπιστοσύνης της οργανοληπτικής παραμέτρου «αποδεκτότητα» σε γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και χρήσης σταθεροποιητών

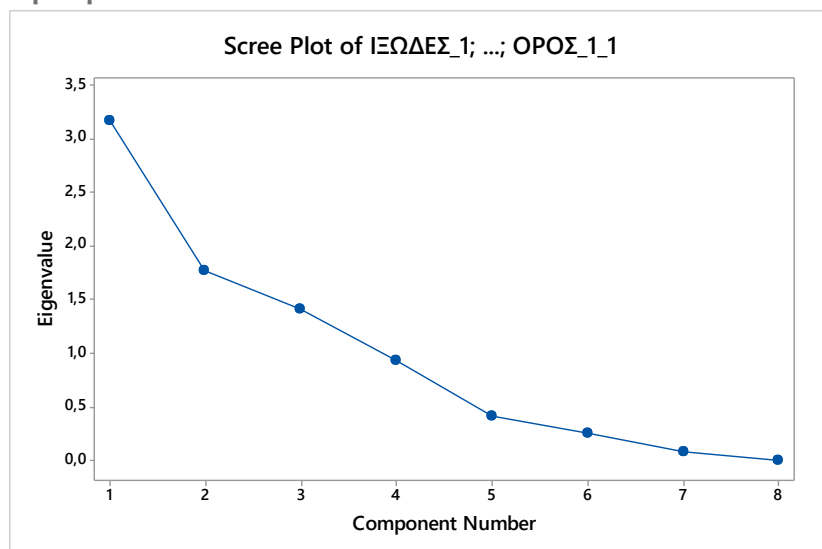
Τα προϊόντα τα οποία εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι τα 0% χωρίς σταθεροποιητές και με Υ.Π.Ο από τα 2% με μίγμα σταθεροποιητών , με ζελατίνη και με Υ.Π.Ο.

Τα προϊόντα που έγιναν περισσότερο αποδεκτά είναι στην πρώτη θέση τα 2% λιπαρά με Υ.Π.Ο και με μίγμα σταθεροποιητών (10,78) ,στη δεύτερη το 2% λιπαρά με ζελατίνη (10,77) και στην τρίτη το 0% λιπαρά με μίγμα σταθεροποιητών.

Ο συνδυασμός τέλος των δύο σταθεροποιητών φαίνεται να συγκεντρώνει τις υψηλότερες προτιμήσεις δημιουργώντας προϊόντα με ωραίο άρωμα κρεμώδη και παχύρρευστα χωρίς αποβολή όρου .

Προκειμένου να αναγνωρισθούν οι συνιστώσες μεταξύ των φυσικοχημικών μετρήσεων και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων προϊόντων, τα δεδομένα που ελήφθησαν υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών.

5.3 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών



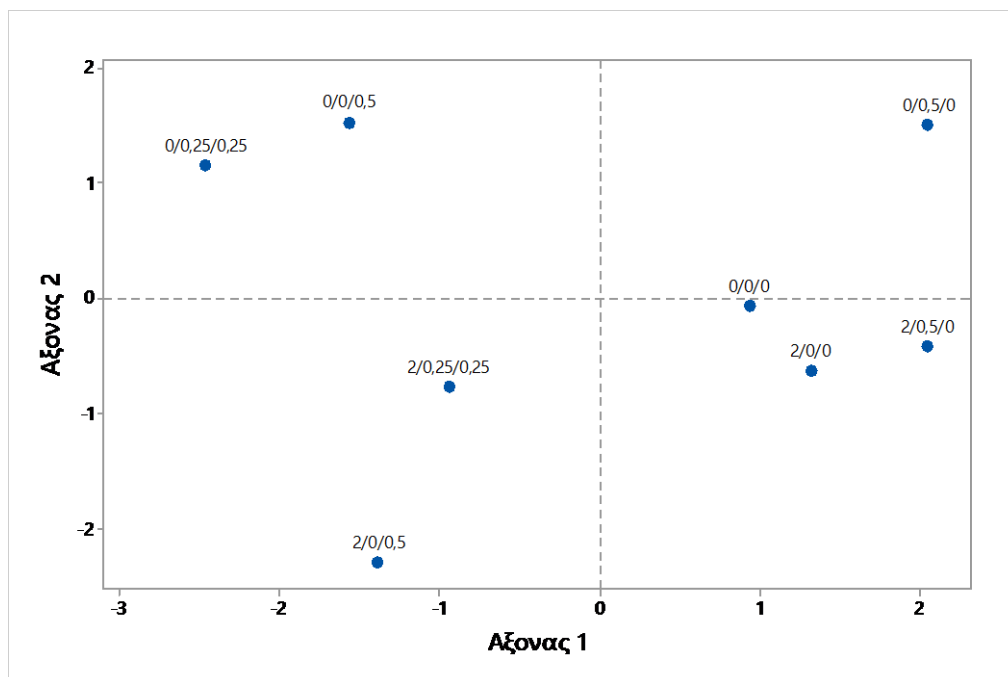
Σχήμα 39. Κρυμογράφημα των χαρακτηριστικών ριζών.

Από τις χαρακτηριστικές ρίζες λ (eigenvalue) και τα ποσοστά επεξήγησης της διακύμανσης από κάθε συνιστώσα συμπεραίνουμε ότι οι τέσσερις πρώτες συνιστώσες επεξηγούν κατά 90,2% τη διακύμανση.

Αναλυτικά Ιξώδες, (39,6%) Συμπύση (22,2%), Ορός (17,5%), Χρώμα (11,6%), Άρωμα (5%) και Κρεμώδες (3,2%) (Παράρτημα Β).

Στο παρακάτω γράφημα των δύο συνιστωσών περιγράφεται η διάταξη των δειγμάτων γιαούρτης. Μπορούμε να διακρίνουμε 4 ομάδες γιαουρτιών:

1. Στο επάνω δεξί τεταρτημόριο μια ομάδα
2. Στο αριστερό επάνω τεταρτημόριο την δεύτερη
3. Στο κάτω αριστερό τεταρτημόριο την τρίτη και τέλος
4. Στο δεξί κάτω τεταρτημόριο την τέταρτη.

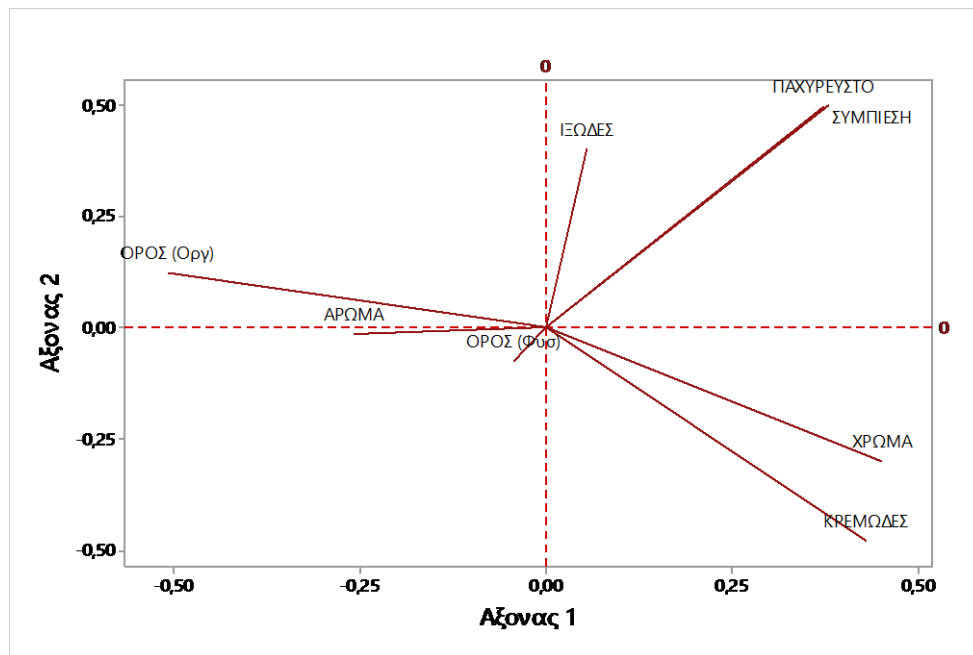


Σχήμα 40. Γράφημα των δύο κύριων συνιστωσών με βάση τις τιμές των δειγμάτων

Η ομαδοποίηση γίνεται μεταξύ των γιαουρτιών γίνεται κυρίως ως προς την λιποπερικτικότητα τους και την ποιότητα του σταθεροποιητή.

Πίνακας 12 . Ομαδοποίηση προϊόντων αναδευμένης γιαούρτης, ως προς την λιποπερικτικότητα και την ποιότητα του σταθεροποιητή

ΣΥΝΤΑΓΕΣ	ΛΙΠΟΣ	ΖΕΛΑΤΙΝΗ	ΥΠΟ	ΟΜΑΔΕΣ
1	0	0	0	B
2	0	0,5	0	A
3	0	0,25	0,25	C
4	0	0	0,5	C
5	2	0	0	B
6	2	0,5	0	B
7	2	0,25	0,25	D
8	2	0	0,5	D



Σχήμα 41. Ανάλυση κύριων συνιστωσών για τη συσχέτιση των αντικειμενικών μετρήσεων και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων αναδευμένης γιαούρτης

Οι μεταβλητές που συσχετίζονται ισχυρά με την Z1 (first component) είναι οι Ορός (οργ), Άρωμα , Ορός (φυσικ)

Οι μεταβλητές που συσχετίζονται ισχυρά με την Z2 (second component) είναι Ιξώδες

Οι μεταβλητές που συσχετίζονται με την Z2 είναι Παχύρευστο, Συμπίεση , Κρεμώδες

Οι μεταβλητές με τις μεγαλύτερες εντάσεις είναι οι Παχύρευστο, Συμπίεση, Κρεμώδες και Ορός.

Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν οι μεταβλητές:

Παχύρευστο – Συμπίεση

Χρώμα - Κρεμώδες

Κρεμώδες και Χρώμα με Ορό και Άρωμα

Ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν οι μεταβλητές:

Ορος – Κρεμώδες, Χρώμα

Ορός (φυσ) – Παχύρευστο , Συμπίεση

Αν τώρα αντιστοιχηθούν οι μεταβλητές στα δείγματα των δύο παραπάνω διαγραμμάτων μπορούν να συναχθούν τα εξής:

Τα γιαούρτια στο επάνω δεξί ημισφαίριου δηλαδή η συνταγή 0 % με ζελατίνη, έχουν αυξημένες τιμές στις παραμέτρους Παχύρευστο και Συμπίεση.

Η ομάδα Β εμφανίζει υψηλές τιμές στο Κρεμώδες και στο Χρώμα (οργανοληπτικό) και χαμηλές στο Ορό (οργαν).

Η ομάδα C εμφανίζει υψηλές τιμές Ορού (οργ) και χαμηλές (αρνητικές) Χρώματος και Κρεμώδους. Τέλος η ομάδα D εμφανίζει χαμηλές τιμές Παχύρρευστου και Συμπίεσης.

Τα προϊόντα που απέσπασαν τις καλύτερες βαθμολογίες στην παράμετρο της αποδεκτότητας ακολουθούν.

Πίνακας 13. Ομαδοποίηση βάση αποδεκτότητας

ΣΥΝΤΑΓΕΣ	ΛΙΠΟΣ	ΖΕΛΑΤΙΝΗ	ΥΠΟ	ΟΜΑΔΕΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ
1	0	0	0	B	-
2	0	0,5	0	A	10,9
3	0	0,25	0,25	C	11,8
4	0	0	0,5	C	-
5	2	0	0	B	-
6	2	0,5	0	B	12,0
7	2	0,25	0,25	D	12,3
8	2	0	0,5	D	12,2

Οι υψηλότερες βαθμολογίες όσον αφορά την αποδεκτότητα των συνταγών είναι >12 που σημαίνει πολύ αποδεκτό. Η συνταγή με την υψηλότερη βαθμολογία (12,3) είναι με 2% λίπος και μίγμα σταθεροποιητών (12,3) , ακολουθεί (12,2) το προϊόν 2% με το υδροκολλοειδές και τρίτο (12,0) το προϊόν 2% λιπαρά με ζελατίνη.

Οι συνταγές που απέσπασαν τις υψηλότερες βαθμολογίες ανά παράμετρο είναι:

Η συνταγή 0% λιπαρά με ζελατίνη στο Παχύρρευστο

Η συνταγή 2% λιπαρά με μίγμα σταθεροποιητών στο Άρωμα και στο Χρώμα

Η συνταγή 2% λιπαρά με υδροκολλοειδές στο Άρωμα και στο Κρεμώδες

Τα προϊόντα με υψηλότερα λιπαρά και σταθεροποιητές εμφανίζουν μεγαλύτερη αποδεκτότητα.

6.Συμπεράσματα

Το υπό μελέτη υλικό (ΥΠΟ), κατόπιν εφαρμογής του σε προϊόντα γιαούρτης έναντι της ζελατίνης και σε συνδυασμό με αυτήν έδωσε θετικά αποτελέσματα δράσης σε πραγματικά προϊόντα. Συγκεκριμένα:

-Τα αποτελέσματα στις μετρήσεις του χρώματος υποδεικνύουν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, οι οποίες όμως δεν γίνονται αντιληπτές κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση.

-Υψηλότερες τιμές συμπίεσης επιτυγχάνονται στα προϊόντα που περιέχουν ζελατίνη και συνδυασμό ζελατίνης και ΥΠΟ.

-Η ρεολογική συμπεριφορά των του προς μελέτη υλικού προσομοιάζει καλύτερα της ζελατίνης σε σενάρια μερικής υποκατάστασης.

-Στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται χρώμα, άρωμα, παχύρρευστο, κρεμώδες και ορός. Οι παράμετροι χρώμα και άρωμα δεν είχαν στατιστική σημαντικότητα στο πεδίο της οργανοληπτικής αξιολόγησης. Στη παράμετρο του κρεμώδους υπερτερούν οι συνταγές με 2 % λιπαρά έναντι αυτών με 0% λιπαρά. Το υλικό ΥΠΟ παρουσιάζει αδυναμία συνεισφοράς στην παράμετρο παρά μόνο σε συνδυασμό με τη ζελατίνη. Στη παράμετρο του παχύρρευστου οι συνταγές με 0% λιπαρά αποσπούν τη μεγαλύτερη βαθμολογία.

-Την μικρότερη αποβολή ορού εμφανίζουν τα προϊόντα με ζελατίνη και μίγμα σταθεροποιητών, (ζελατίνη + ΥΠΟ).

-Ο συνδυασμός των δύο σταθεροποιητών (ζελατίνη + ΥΠΟ) και στους δύο συνδυασμούς λιποπερικεκτικότητας συγκεντρώνει τις υψηλότερες προτιμήσεις δημιουργώντας προϊόντα με κρεμώδη χαρακτήρα, παχύρρευστα χωρίς ελαττώματα συναίρεσης.

Συνολικά, τα υπό δοκιμή υλικά δείχνουν εξαιρετική δυναμική για εφαρμογές ως σταθεροποιητές προϊόντων τύπου γιαούρτης, ενώ οι εγγενείς περιορισμοί τους εντοπίστηκαν και αξιολογήθηκαν.

7. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Καθώς τα υπό μελέτη υλικά δεν είναι έτοιμα για εμπορική χρήση, προτείνεται :

1. Η μελέτη του αποχρωματισμού και η επαναξιολόγηση του αποχρωματισμένου προϊόντος.
2. Η μελέτη της αντιοξειδωτικής δράσης του υλικού, καθώς και η βελτιστοποίηση της διασποράς του.
3. Η πιστοποίηση του υλικού από παραπροϊόντα ως κατάλληλου για τρόφιμα.
4. Η χρήση υλικών από κομποστοποίηση παραπροϊόντων οινοποιίας.
5. Η μελέτη της εφαρμογής σε άλλες κατηγορίες τροφίμων.

8.Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αντωνίου Κ., (2002). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Θεσσαλονίκη.
- Αντωνίου Κ. (2002) . Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, Όξινα γαλακτοκομικά προϊόντα, Θεσσαλονίκη.
- Ανυφαντάκης Ε. (1992). Μέθοδοι εξετάσεως του Γάλακτος και των Προϊόντων του. Εκδόσεις Α.Σταμούλης , Πειραιάς.
- Δημητρέλη Γ. (2009). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, Εργαστηριακές ασκήσεις. Θεσσαλονίκη.
- Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή Ένωση), (2005). Ευρωπαϊκός Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2074/2005 Προσδιορισμός σημείου πήξεως.
- ΕΛ.ΣΤΑΤ (Ερευνα Οικογενειακών Προϋπολογισμών), (2013).
- Εγχειρίδιο χρωματομέτρου Dr Lange.
- Εγχειρίδιο χρήσης , M1 ES, κιτ ανίχνευσης αφλατοξίνης M1, Prognosis.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2016), Άρθρο 80 και 82, Γάλα και Γιαούρτι. Γενικό Χημείο του Κράτους, Ανώτατο Χημικό Συμβούλιο, Αθήνα.
- Μάντης Α., (2000). Υγιεινή και Τεχνολογία Γάλακτος και των Προϊόντων του. Γ΄Εκδοση . Εκδόσεις αδελφών Κυριακίδη.
- Πετρίδης Δ., (2000). Εφαρμοσμένη στατιστική. Εκδόσεις Όμηρος, Θεσσαλονίκη

Ξένη βιβλιογραφία

- Abu-Jdayil B, Mohameed H.A. & Eassa A. (2004) Rheology of wheat starch–milk–sugar systems: effect of starch concentration, sugar type and concentration, and milk fat content. *Journal of Food Engineering*, **64**, 207-212.
- Aguirre-Mandujano E., Lobato-Calleros C., Beristain C. I., Garcia H.S. & Vernon-Carter E.J. (2009). Microstructure and viscoelastic properties of low-fat yoghurt structured by monoglyceride gels. *Food Science and Technology*, **42**, 938-944.
- Akhtar M., Muccay B.S. & Dickinson E. (2006). Perception of creaminess of model oil-in-water dairy emulsion: influence of the shear-thinning nature of a viscosity – controlling hydrocolloic . *Food Hydrocolloids*, **20**, 839-847.
- Amatayakul T., Sherkat F. & Shah N.P (2006). Syneresis in set yoghurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids. *International Journal of Dairy Technology*, **59**(3), 216-221.

- Ares G. , González D., Pérez C., Reolón G., Segura N., Lema P. & Gámbaro A. (2007). Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, **60**, 263-269.
- Ares G., Parol C. & Harte F. (2006). Measurement of firmness of stirred yoghurt in routine quality control. *Journal of Food Quality* , **29**, 628-642.
- Baziwane D. & He Q. Gelatin (2003). The paramount food additive: *Food Revue International*, **19**, 423-435.
- Belitz H-D., Grosh W. & Shieberle P. (2006). Χημεία Τροφίμων, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Bioscientific AuroFlow™. (2015). BT Combo Strip Test Kit, Rapid Antibiotic Test for Raw Commingled Milk, Bioo Scientific Corp.
- Brennan E.M., Setser C. & Schmidt K.A. (2002). *Journal of Food Science*, **67**, 2785.
- Bylund G. (1995). Dairy Processing Handbook . Tetrapak Processing Systems, AB, Sweden.
- Cayot P., Shenker F., Houze G., Sulmont-Rosse C. & Colas B. (2008). Creaminess in relation to consistency and particle size in stirred fat-free yoghurt. *International Dairy Journal*, **18**, 303-311.
- Chandan R.C., Kilara A. & Shah N. P. (2008). *Dairy Processing and Quality Assurance*. John Willey & Sons, Chichester.
- Crion C. I. E., Gee V. L., Kelly A. L. & Auty M.A.E. (2012) Modifying the microstructure of low-fat yoghurt by microfluidisation of milk at different pressures to enhance rheological and sensory properties.. *Food Chemistry*, **130**, 510-519.
- Damin M.R. Alcantara M.R., Nunes A.P. & Oliveira M.N. (2009). Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure and nonfat stirred yogurt. *LWT – Food Science & Technology*, **42**, 1744-1755.
- Decourcelle N., Lubbers S., Vallet N., Rondeau P. & Guichard, E. (2003). Effect of thickeners and sweeteners on the release of blended aroma compounds in fat-free stirred yoghurt during shear conditions. *International Dairy Journal*, **14**, 783-789.
- De Lorenzi L., Pricl S. & Torriano G. (1995). Rheological Behaviour of Low-fat and Full-fat Stirred Yogurt. *International Dairy Journal*, **5**, 661-671.
- Dickinson E. (1992). *An Introduction to Food Colloids*, Oxford University Press, Oxford.
- European Co-Operation for accreditation (2003). Accreditation for Sensory Testing Laboratories, EA-4/09(Jul 03 Rev 1) – Supplement to ISO 17025.

- FAO/WHO (2011). Codex Alimentarius: Milk and Milk Product , 2end Edition, Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Fiszman S.M. & Salvador A. (1999). Effect of gelatin on the texture of yoghurt and of acid-heat-induced milk gels. *Zeitschrift fur Lebensmitteluntersuchung und Forschung* , **208**, 100-105.
- IDF (International Dairy Federation) (2016). Bulletin of the International Dairy Federation 485/2016, The world Dairy Situation.
- IDF (International Dairy Federation) (1991). Yogurt: Determination of titratable acidity. IDF/ ISO/AOAC , Standard 151:1991. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IDF (International Dairy Federation) 108/ISO 5764, Milk — Determination of freezing point — Thermistor cryoscope method.
- Jamilah B. and Harvinder K.G. (2002). Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossmbicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry*, **77**, 81-84.
- Jaros D. & Rohm H. (2003). Controlling the texture of fermented dairy products: the case of yoghurt. In: Dairy processing: Improving quality,(Gerrit Smit Ed), Woodhead Publishing Limited U.K.
- Jawalekar S.D., Ingle U.M, Waghmare P.S., & Zanjad P.N. (1993). Influence of hydrocolloids on rheological and sensory properties of cow and buffalo milk yoghurt. *Indian Journal of Dairy Science* **46(5)**, 217-219.
- Johnson D.L. (1982). Elastodynamics of Gels. *Journal of Chemical Physics*, **77** (3), 151-153.
- Hoefler A.C. (2004). Hydrocolloids: Practical Guides for the Food Industry, Handbook Series , Eagan Press, St. Paul Minnesota, U.S.A.
- Kao T., Lu Y., Hsieh H. & Chen B. (2003). Stability of isoflavone glucosides during processing of soymilk and tofu. *Food Research International*, **37(9)** , 891-900.
- Keogh M. K. & O’Kennedy B. T. (1998) Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*, **63**, 108-112.
- Kroger M., (1975). Quality of yoghurt, *Journal of Dairy Science*, **59 (2)**, 344-350.
- Kroger M. & Fram S.R. , (1975). *Journal of Food Technology*, **29** (11), 52.
- Lawless H.T. & Heymann H. (1999). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. (Aspen Publishers, Inc. Ed) , Gaithersburg, MD, U.S.A
- Lucey J.A. (2004). Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, **57 (2/3)**, 77-84.

- McClements D.J. (2005) *Principles, Practices, and Techniques*, Second Edition, CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
- Marshall R.T. (1992). *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. 16th Washington, DC , American Public Health Association.
- Mars M. (1997). Melt-in-mouth gels. *World of Ingredients*, **June 1997**, pp 39-40.
- Minitab Inc (2013). Minitab 17 Statistical Software, State College, PA.
- Mintel (2012). Global Market Research & Market Insight.
- Pavlou A., Ritzoulis C., Filotheou A. & Panayiotou C. (2016) . Emulsifiers extracted from winery waste. *Waste and Biomass Valorization*, **7**, 533-542.
- Petridis D., Vlazakis E., Tzivanos I., Derlikis E. and Ritzoulis C. (2010). Effect of selected ingredients and fat content on frankfurter-type sausages. *Food Science and Nutrition*, **41**, 880-898.
- Phillips G.O. & Williams P.A. (2009). *Handbook of Hydrocolloids*, Second Edition, Woodhead Publishing , Oxford.
- Purwandari U., Shah N.P. & Vasiljevic T. (2007). Effects of exopolysaccharide-producing strains of *Streptococcus thermophilus* on technological and rheological properties of set-type yoghurt. *International Dairy Journal*, **17**, 1344-1352.
- Robinson R.K. (2002). *Dairy Microbiology Handbook*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Robinson R.K. & Haddadin M.S.Y. (2010) . Milk quality requirements for yoghurt-making In: *Improving the safety and quality of milk*, (Mansel W.G. Ed), pp 416-439, CRS Press , Boca Raton, U.S.A.
- Ritzoulis C., Marini E., Aslanidou A., Georgiadis N., Karayannakidis P.D., Koukiotis C., Filotheou A., Lousinian S. & Tzimpilis E. 2014. Hydrocolloids from quince seed: Extraction, characterization, and study of their emulsifying/stabilizing capacity. *Food Hydrocolloid.* , **42**, 178–186
- Ritzoulis, C. (2014). *Introduction to the Physical Chemistry of Foods*, CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
- Sahan N., Yasar K. & Hayaloglu A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, **22**, 1291-1297.
- Schott A. (2001). Functions of gelatin in food applications, in *Cereal Food World*, **46**, 414-416, American Association of Cereal Chemists
- Shoemaker C.F., Nantz J., Bonnans S. & Noble A.C. (1992). Rheological characterization of dairy products. *Food Technology*, **46**, 98.

- Smewing J.(1999). *Food Texture, Hydrocolloids*, pp.282-303, Aspen Publishers, Inc., New York, U.S.A.
- Sodini I., Lucas A., Oliveira M.N., Remeuf F. & Corrieu G. (2002). Effect of milk base and starter culture on acidification, texture, and probiotic cell counts in fermented milk processing. *Journal of Dairy Science*, **85**, 2479-2488.
- Sodini I., Reneuf F., Hadda S., & Corrieu G. (2004). The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture : A Review. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, **44**, 113-137.
- Stanley N.I. & Taylor I.J. (1993). Rheological basis of oral characteristics of fluid and semi-solid foods : a review. *Acta Psychologica*, **84**, 79-92.
- Steffe J.F. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*, Freeman Press , East Lansing, Michigan, U.S.A.
- Stevens P. & Imeson A.(2009) Gelatin In: *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, (Blackie Academic and Professional Ed), pp. 116-144. London, U.K.
- Van Vliet T., & Walstra P. (1995). *Large deformation and fracture behavior of gels*. Faraday Discuss, **101**, 359–370.
- Tamime A. (2007). *Structure of Dairy Products*, Willey Blackwell Publishing Ltd, Chichester, U.K.
- Tamine A.Y. & Robinson's R.K. (2007), *Yoghurt : Science & Technology*. CRC Press, U.K.
- Temesgen M. & Yetneberk S.(2015). Effect of application of stabilizers on gelation and syneresis in yoghurt. *Food Science and Quality Management* **37**, 90-102.
- Torres I. C. Rubino J. M. R .& Ipsen R. (2012). Using fractal image analysis to characterize microstructure of low-fat stirred yoghurt manufactured with microparticulated whey protein. *Journal of Food Engineering*, **109**, 721-729.
- Walstra P, Robert J. & Badings H.T, (1984). *Dairy Chemistry and Physics*, Wiley-Interscience , John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M, & Geurts, T.J. (2003). *Dairy Science & Technology*. CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
- Yazici F. & Akgun, A. (2004). Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, **62**, 245.
- Zhang T, Zhang Z, Yan H, Li D, Yang Z, & Guo M. (2012). Effects of stabilizers and exopolysaccharides on physicochemical properties of fermented skim milk by *Streptococcus thermophilus* ST1. *African Journal of Biotechnoly.*, **11** , 6123-6130.

Ηλεκτρονικές πηγές

- [http:// www.mintel.com](http://www.mintel.com) (Global Market Research & Market Insight)
- [http:// www.kantarworldpanel.com](http://www.kantarworldpanel.com)
- [http:// www. www.hunterlab.com](http://www.hunterlab.com)
- [http:// www.eurostat.com](http://www.eurostat.com)

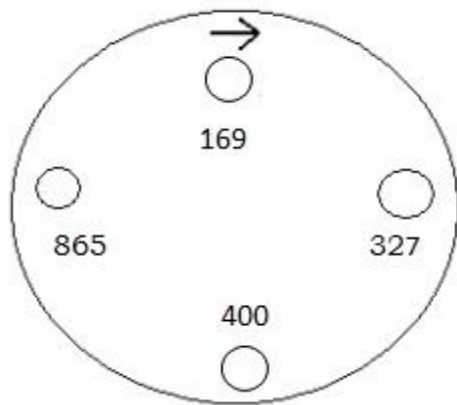
Παράρτημα Α

Ερωτηματολόγιο οργανοληπτικής αξιολόγησης

Οδηγίες για τον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο

Το πιάτο με τα δείγματα που θα σας δοθεί θα μοιάζει με το παρακάτω σχήμα.

Κάθε δείγμα φέρει έναν τυχαίο τριψήφιο αριθμό.

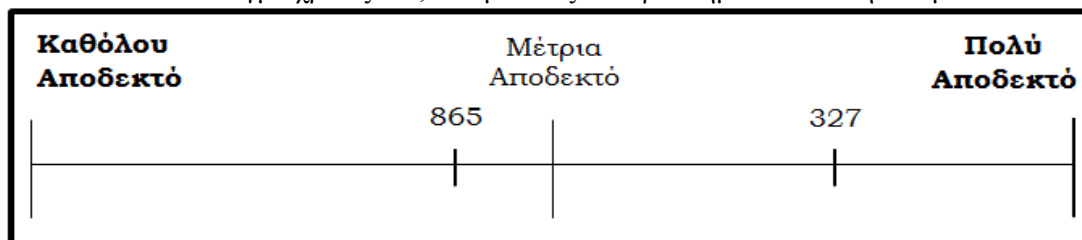


Παράδειγμα
σημειώσεων περιθωρίου

327>169>865>400

Σας ζητείται σε κάθε ερώτηση να αξιολογήσετε ένα καθορισμένο χαρακτηριστικό ως προς την ένταση.

1. Δοκιμάζετε τα 4 δείγματα με τη φορά που δείχνει το βέλος.
2. Πριν βάλετε τη βαθμολογία σας στην κλίμακα δοκιμάστε όλα τα δείγματα διαδοχικά για να έχετε μία πρώτη σύγκριση.
3. Κάθε φορά που δοκιμάζετε ένα δείγμα ξεπλένετε το στόμα σας πριν δοκιμάσετε το επόμενο.
4. Σημειώστε στο περιθώριο, για να θυμάστε, τους κωδικούς βάζοντάς τους σε αυξανόμενη σειρά ως προς την ένταση.
5. Τέλος, σημειώνετε πάνω στην κλίμακα βάζοντας μία κάθετη γραμμή και αναγράφοντας από πάνω της τον κωδικό του δείγματος (όπως απεικονίζεται παρακάτω).
6. Σε όποιο δείγμα χρειάζεται, δοκιμάστε ξανά πριν σημειώσετε στην κλίμακα.



- Μη διστάσετε να ρωτήσετε όποια απορία έχετε.
- Μην ξεχάσετε να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας.
Ευχαριστούμε για τον χρόνο σας!

Ερωτηματολόγιο αντικειμενικού-ηδονικού οργανοληπτικού ελέγχου

Όνοματεπώνυμο :.....

Οργανοληπτικός έλεγχος γιαούρτης

- 1.** Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την ένταση του λευκού χρώματος.

Καθόλου
λευκό

Μέτρια
λευκό

Πολύ
λευκό

--

- 2.** Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την ένταση του αρώματός τους.

Καθόλου
έντονο

Μέτρια
έντονο

Πολύ
έντονο

--

- 3.** Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με το κρεμώδες τους.

(Ως κρεμώδες ορίζεται η ομοιογενής, βελούδινη υφή)

Καθόλου
κρεμώδες

Μέτρια
κρεμώδες

Πολύ
κρεμώδες

--

- 4.** Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την ένταση του παχύρρευστου. (Ως παχύρρευστο ορίζεται η δύναμη που καταβάλλει η γλώσσα για τη συμπίεση του δείγματος όταν αυτό βρίσκεται μεταξύ του ουρανίσκου και της γλώσσας.)

Καθόλου
παχύρρευστο

Μέτρια
παχύρρευστο

Πολύ
παχύρρευστο

--

5. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την αποβολή ορού/συναίρεση τους (Ως αποβολή ορού/συναίρεση ορίζεται η εμφάνιση υγρού με την κλίση του δείγματος) .

Καθόλου
συναίρεση

Μέτρια
συναίρεση

Πολύ συναίρεση

--	--	--

6. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την συνολική τους αποδεκτότητα.

Καθόλου
αποδεκτό

Μέτρια
αποδεκτό

Πολύ
αποδεκτό

--	--	--

7. Αναφορικά με το δείγμα που είχε την μέγιστη βαθμολογία στην προηγούμενη ερώτηση, σημειώστε με X στον παρακάτω πίνακα τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία πιστεύετε ότι διακρίνονται επαρκώς οργανοληπτικά, καθώς και την ένταση τους.

ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΝΑ ΕΚΤΙΜΗΣΕΤΕ ΟΛΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΠΑΡΑ ΜΟΝΟ ΟΣΑ ΑΝΤΙΑΛΜΒΑΝΕΣΤΕ ΕΠΑΡΚΩΣ.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΚΑΘΟΛΟΥ	ΛΙΓΟ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΡΚΕΤΑ	ΠΟΛΥ
ΧΡΩΜΑ					
ΑΡΩΜΑ					
ΚΡΕΜΩΔΕΣ					
ΠΑΧΥΡΕΥΣΤΟ					

Παράρτημα Β

Στατιστική ανάλυση

Αντικειμενικά χαρακτηριστικά

L

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,870704	75,58%	64,89%	45,05%

Regression Equation

$$L = 91,081 - 2,235 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 0,225 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 1,538 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - 0,398 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 1,409 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 0,842 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 + 1,485 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 0,209 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

a

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΣΥΝΤΑΓΕΣ	7	1,00818	0,144026	41,15	0,000
Error	16	0,05600	0,003500		
Total	23	1,06418			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0591608	94,74%	92,44%	88,16%

Regression Equation

$$a = -2,9058 - 0,3408 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 - 0,2042 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 0,1608 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - 0,0208 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 0,1125 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 0,1492 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 + 0,2992 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 0,1658 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

b

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΣΥΝΤΑΓΕΣ	7	8,293	1,1847	11,03	0,000
Error	16	1,719	0,1074		
Total	23	10,012			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,327758	82,83%	75,32%	61,37%

Regression Equation

$$b = 4,4746 - 1,031 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 - 0,231 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 0,638 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 + 0,069 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 + 0,959 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 0,295 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 + 0,465 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 + 0,112 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8$$

ΙΕΩΔΕΣ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΣΥΝΤΑΓΕΣ	7	24994002	3570572	19,11	0,000
Error	16	2989605	186850		
Total	23	27983607			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
432,262	89,32%	84,64%	75,96%

$$\begin{aligned} \text{ΙΕΩΔΕΣ} = & 3606,9 + 633 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 197 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 + 103 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 \\ & + 1306 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 \\ & + 1310 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 - 964 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 1602 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 - \\ & 983 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8 \end{aligned}$$

ΣΥΜΠΙΕΣΗ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΣΥΝΤΑΓΕΣ	7	98457	14065,3	60,96	0,000
Error	16	3692	230,7		
Total	23	102149			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
15,1899	96,39%	94,80%	91,87%

$$\begin{aligned} \text{ΣΥΜΠΙΕΣΗ} = & 217,63 + 3,66 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 + 143,47 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 22,90 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 - \\ & 8,13 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 \\ & - 9,49 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 + 26,97 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 36,00 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 - \\ & 97,57 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8 \end{aligned}$$

ΟΡΟΣ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΣΥΝΤΑΓΕΣ	7	484,638	69,2340	432,71	0,000
Error	16	2,560	0,1600		
Total	23	487,198			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,4	99,47%	99,24%	98,82%

Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{ΟΡΟΣ} = & 11,0083 + 9,425 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_1 - 2,908 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_2 - 3,142 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_3 \\ & + 3,292 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_4 \\ & - 1,608 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_5 - 3,808 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_6 - 4,208 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_7 \\ & + 2,958 \text{ ΣΥΝΤΑΓΕΣ}_8 \end{aligned}$$

Principal Component Analysis: ΙΞΩΔΕΣ_1; ΣΥΜΠΙΕΣΗ_1; ΟΡΟΣ_1; ΧΡΩΜΑ_1; ΑΡΩΜΑ_1; ΚΡΕΜΩΔΕΣ_1; ΠΑΧ

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3,1649	1,7726	1,4009	0,9281	0,4037	0,2553	0,0746	-0,0000
Proportion	0,396	0,222	0,175	0,116	0,050	0,032	0,009	-0,000
Cumulative	0,396	0,617	0,792	0,908	0,959	0,991	1,000	1,000

Variable	PC1	PC2
ΙΞΩΔΕΣ_1	0,055	0,401
ΣΥΜΠΙΕΣΗ_1	0,380	0,499
ΟΡΟΣ_1	-0,043	-0,076
ΧΡΩΜΑ_1	0,451	-0,301
ΑΡΩΜΑ_1	-0,258	-0,015
ΚΡΕΜΩΔΕΣ_1	0,430	-0,479
ΠΑΧΥΡΕΥΣΤΟ_1	0,373	0,498
ΟΡΟΣ_1_1	-0,507	0,124

Principal Component Analysis: L_1; a_1; b_1; ΙΞΩΔΕΣ_1; ΣΥΜΠΙΕΣΗ_1; ΟΡΟΣ_1; ΧΡΩΜΑ_1; ΑΡΩΜΑ_1;

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3,9796	3,1890	1,6218	1,1545	0,5833	0,3755	0,0963	0,0000
0,0000	0,0000							
Proportion	0,362	0,290	0,147	0,105	0,053	0,034	0,009	0,000
0,000	0,000							
Cumulative	0,362	0,652	0,799	0,904	0,957	0,991	1,000	1,000
1,000	1,000							

Eigenvalue	-0,0000
Proportion	-0,000
Cumulative	1,000

Variable	PC1	PC2
L_1	-0,479	-0,035
a_1	-0,431	-0,275
b_1	-0,452	-0,088
ΙΞΩΔΕΣ_1	0,217	0,178
ΣΥΜΠΙΕΣΗ_1	0,048	0,446
ΟΡΟΣ_1	0,282	0,065
ΧΡΩΜΑ_1	-0,158	0,399
ΑΡΩΜΑ_1	0,221	-0,181
ΚΡΕΜΩΔΕΣ_1	-0,315	0,304
ΠΑΧΥΡΕΥΣΤΟ_1	0,118	0,461
ΟΡΟΣ_1_1	0,253	-0,429

Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

ΑΡΩΜΑ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
COMPONENTS	7	6,983	0,9975	1,95	0,186
Error	8	4,103	0,5128		
Total	15	11,085			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,716135	62,99%	30,60%	0,00%

ΚΡΕΜΩΔΕΣ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
COMPONENTS	7	98,505	14,0722	103,99	0,000
Error	8	1,083	0,1353		
Total	15	99,588			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,367867	98,91%	97,96%	95,65%

ΠΑΧΥΡΕΥΣΤΟ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
COMPONENTS	7	40,157	5,7367	11,88	0,001
Error	8	3,864	0,4830		
Total	15	44,021			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,694960	91,22%	83,54%	64,89%

ΟΡΟΣ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
COMPONENTS	7	157,796	22,5422	86,55	0,000
Error	8	2,084	0,2605		
Total	15	159,879			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,510355	98,70%	97,56%	94,79%

ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
COMPONENTS	7	83,51	11,930	9,45	0,003
Error	8	10,10	1,263		
Total	15	93,62			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,12385	89,21%	79,76%	56,83%

Ανάλυση Κύριων συνιστωσών

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue 3,1649 1,7726 1,4009 0,9281 0,4037 0,2553 0,0746 -0,0000

Proportion 0,396 0,222 0,175 0,116 0,050 0,032 0,009 -0,000

Cumulative 0,396 0,617 0,792 0,908 0,959 0,991 1,000 1,000

Variable	PC1	PC2
ΙΞΩΔΕΣ_1	0,055	0,401
ΣΥΜΠΙΕΣΗ_1	0,380	0,499
ΟΡΟΣ_1	-0,043	-0,076
ΧΡΩΜΑ_1	0,451	-0,301
ΑΡΩΜΑ_1	-0,258	-0,015
ΚΡΕΜΩΔΕΣ_1	0,430	-0,479
ΠΑΧΥΡΕΥΣΤΟ_1	0,373	0,498
ΟΡΟΣ_1_1	-0,507	0,124