



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

---

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΥ, ΑΝΑΜΕΜΙΓΜΕΝΟΥ ΚΑΙ  
ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ  
ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥΣ**

---



Διπλωματική Εργασία

Μαριάννα Μπλέκου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Τζιά Κωνσταντίνα  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2017



## Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα. Κωνσταντίνα Τζιά για την εμπιστοσύνη και την υποστήριξη που μου έδειξε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων Ε.Μ.Π. για τη βοήθεια που μου προσέφεραν και ειδικότερα την κα. Βιργινία Γιάννου για τις πολύτιμες συμβουλές της. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα Γεωργία Φρακολάκη για την αμέριστη υποστήριξή της όλο αυτό το διάστημα και τον υποψήφιο διδάκτορα Παναγιώτη Σφακιανάκη για τη βοήθεια που μου προσέφερε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ την εταιρεία ΦΑΓΕ Α.Ε. για τη δωρεάν παροχή του γάλακτος, αλλά και τον συμφοιτητή μου Κωνσταντίνο Αλεξιά που το μετέφερε στην σχολή. Τέλος, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, στους φίλους μου και στους δικούς μου ανθρώπους για την υπομονή, τη συμπαράσταση, την κατανόηση που έδειξαν όλο αυτό το διάστημα και τη δύναμη που μου έδωσαν να συνεχίσω και να πραγματοποιήσω τους στόχους μου.



## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	13
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	17
1. Εισαγωγή.....	17
1.1 Ιστορικά Στοιχεία.....	18
1.2 Γάλα - Γιαούρτι - Ορισμός.....	19
1.3 Συστατικά του Γάλακτος.....	19
1.3.1 Νερό.....	21
1.3.2 Λιπαρά.....	21
1.3.3 Πρωτεΐνες.....	22
1.3.4 Υδατάνθρακες.....	23
1.3.5 Μεταλλικά στοιχεία.....	24
1.3.6 Ιχνοστοιχεία.....	24
1.3.7 Βιταμίνες.....	24
1.3.8 Ένζυμα.....	25
2. Παραγωγική Διαδικασία του Γιαουρτιού.....	26
2.1 Παραδοσιακή - Βιομηχανική Μέθοδος Παραγωγής Γιαουρτιού.....	26
2.2 Προεπεξεργασία Γάλακτος - Καθαρισμός - Αποθήκευση.....	28
2.3 Τυποποίηση Λιπαρών.....	28
2.4 Τυποποίηση Στερεών Υπολειμμάτων Άνευ Λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.).....	29
2.4.1 Βρασμός.....	29
2.4.2 Προσθήκη σκόνης γάλακτος.....	29
2.4.3 Προσθήκη σκόνης βουτυρογάλακτος.....	29
2.4.4 Προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος.....	30

2.4.5 Προσθήκη στερεών καζεϊνών .....	30
2.5 Προσθήκη Σταθεροποιητών .....	30
2.5.1 Ξανθάνη .....	32
2.5.2 Καραγεννάνη .....	32
2.6 Προσθήκη Γλυκαντικών .....	33
2.7 Ομογενοποίηση .....	34
2.8 Θερμική κατεργασία .....	36
2.9 Εμβολιασμός – Επώαση .....	40
2.9.1 Γενικά .....	40
2.9.2 Οξυγαλακτική καλλιέργεια .....	40
2.9.3 Παραγόμενα συστατικά .....	42
2.9.4 Σχηματισμός πήγματος .....	43
2.9.5 Μοντέλο Gompertz .....	45
2.10 Ψύξη .....	46
2.11 Προσθήκη φρούτων και αρωματικών .....	47
2.12 Συσκευασία .....	47
3. Είδη Γιαουρτιού – Παραγωγική διαδικασία .....	48
3.1 Συνεκτικό Γιαούρτι (Set) .....	48
3.2 Αναμεμιγμένο Γιαούρτι (Stirred) .....	49
3.3 Στραγγιστό Γιαούρτι (Strained) .....	51
3.4 Πόσιμο γιαούρτι (Drinking) .....	53
3.5 Παγωμένο Γιαούρτι (Frozen) .....	53
4. Θρεπτική Αξία του Γιαουρτιού .....	55
4.1 Υδατάνθρακες .....	55

4.2 Γαλακτικό οξύ .....	57
4.3 Πρωτεΐνες.....	57
4.4 Λιπαρά .....	58
4.5 Ανόργανα στοιχεία και Βιταμίνες .....	58
4.6 Το γιαούρτι και η υγεία του ανθρώπου .....	60
5. Καινοτόμες μέθοδοι στην επεξεργασία του γάλακτος για την παραγωγή γιαουρτιού .....	61
5.1 Επεξεργασία γάλακτος με χρήση υπερυψηλής πίεσης (UHP).....	61
5.2 Επεξεργασία γάλακτος με χρήση υπερήχων .....	61
5.3. Επεξεργασία γάλακτος με μικρορευστοποίηση (Microfluidization) .....	63
5.4 Επεξεργασία Γάλακτος με εφαρμογή παλμικών ηλεκτρονικών πεδίων.....	64
5.5 Προβιοτικά βακτήρια στα γιαούρτια .....	66
5.6 Πρεβιοτικά στα γιαούρτια.....	66
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	67
6. Πειραματική Διαδικασία .....	67
6.1 Σκοπός .....	67
6.2 Υλικά – Συσκευές.....	68
6.2.1 Πρώτες ύλες: .....	68
6.2.2 Όργανα και Συσκευές.....	68
6.3 Πειραματική Διαδικασία.....	69
6.3.1 Παραγωγή συνεκτικού (set) γιαουρτιού .....	69
6.3.2 Παραγωγή αναμεμιγμένου (stirred) γιαουρτιού .....	70
6.3.3 Παραγωγή στραγγιστού (strained) γιαουρτιού .....	71
6.4 Δειγματοληψία και Αναλύσεις .....	74
6.4.1 Προσδιορισμός pH .....	74

6.4.2 Προσδιορισμός Ιξώδους .....	74
6.4.3 Προσδιορισμός Ικανότητας Συγκράτησης Ύδατος του πηγματος (Water Holding Capacity, WHC) .....	74
6.5.3 Ανάλυση Υφής των δειγμάτων γιαουρτιού.....	74
6.5.4 Οργανοληπτικός Έλεγχος .....	75
7. Αποτελέσματα – Επεξεργασία .....	77
7.1 Εισαγωγή.....	77
7.2 Χρήση κόμμεων ή σκόνης ορού γάλακτος στην παραγωγή γιαουρτιών.....	77
7.2.1 Χρόνος Ζύμωσης.....	78
7.2.2 Μεταβολή pH-χρόνου, Ιξώδους-χρόνου κατά την επώαση.....	80
7.2.3 Ρυθμός μεταβολής pH ( $\mu_{pH}$ ) και λανθάνουσα φάση pH ( $\lambda_{pH}$ ) .....	89
7.2.4 Ρυθμός μεταβολής και διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους .....	91
7.2.5 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C .....	93
7.2.6 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πηγματος .....	95
7.2.7 Ανάλυση αντικειμενικής υφής .....	97
7.2.8 Οργανοληπτικός έλεγχος.....	101
7.3 Εφαρμογή Υπερήχων κατά την Παραγωγή Γιαουρτιού .....	109
7.3.1 Χρόνος Ζύμωσης.....	109
7.3.2 Μεταβολή pH-χρόνου, Ιξώδους-χρόνου κατά την επώαση.....	111
7.3.3 Ρυθμός μεταβολής pH ( $\mu_{pH}$ ) και διάρκεια λανθάνουσας φάσης pH ( $\lambda_{pH}$ )	114
7.3.4 Ρυθμός μεταβολής ιξώδους και διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους	115
7.3.5 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C .....	117
7.3.6 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πηγματος(WHC).....	119



7.3.7	Ανάλυση αντικειμενικής υφής .....	121
7.3.8	Οργανοληπτικός έλεγχος.....	124
7.4	Στατιστική επεξεργασία – Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) .....	129
8.	Συμπεράσματα – Προτάσεις .....	144
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	140
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	i
	Π.1 Πίνακες – αποτελέσματα Στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιού και τα αντίστοιχα με προσθήκες κόμμεων και στερεών .....	i
	Π.1.1 Συνεκτικό γιαούρτι.....	ii
	Π.1.2 Αναμεμιγμένο γιαούρτι .....	xiii
	Π.1.3 Στραγγιστό γιαούρτι .....	xxv
	Π.2. Πίνακες – αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιού και τα αντίστοιχα με εφαρμογή υπερήχων xxxv	
	Π.2.1 Συνεκτικό Γιαούρτι.....	xxxvi
	Π.2.2 Αναμεμιγμένο Γιαούρτι.....	xlv
	Π.2.3 Στραγγιστό Γιαούρτι.....	liv
	Π.3. Ιστογράμματα οργανοληπτικού ελέγχου .....	lxiii



## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην παρασκευή συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού και στη μελέτη της επίδρασης του είδους του γάλακτος (πλήρες/αποβουτυρωμένο), της διαφορετικής θερμικής κατεργασίας του γάλακτος (83°C για 20min/95°C για 20min), της χρήσης κόμμεων και στερεών ενίσχυσης (ξανθάνη 0,02%/κ-καραγεννάνη 0,02%/σκόνη ορού γάλακτος 1,5% κ.β. του γάλακτος) καθώς και της εφαρμογής υπερήχων (37kHz για 5min πριν ή μετά τη ζύμωση του γάλακτος) στην εξέλιξη της ζύμωσης και στις ιδιότητες των γιαουρτιών. Η εξέλιξη της ζύμωσης παρακολουθείται μέσω της μεταβολής του pH και του ιξώδους του πηγματος με το χρόνο και ειδικότερα μέσω της λανθάνουσας φάσης και του ρυθμού μείωσης του pH ή του ρυθμού αύξησης του ιξώδους (μετά από προσαρμογή στο μοντέλο Gompertz) και ως συνολικός χρόνος (έως απόκτησης τελικής τιμής pH=4,6). Στα τελικά προϊόντα των γιαουρτιών των τριών τύπων (συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού) μελετώνται οι εξής ιδιότητες: το ιξώδες, η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα, οι αντικειμενικές παράμετροι υφής (σκληρότητα, συνεκτικότητα, προσκολλησιμότητα) και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ( στους 4°C).

Ο χρόνος της επώασης των γιαουρτιών έλαβε μεγαλύτερες τιμές, όταν χρησιμοποιήθηκε αποβουτυρωμένο γάλα, καθυστερώντας τη λανθάνουσα φάση και το ρυθμό μείωσης του pH. Γενικά, προέκυψε ότι αναμεμιγμένο γιαούρτι, το οποίο παρασκευάστηκε έπειτα από ήπια ανάδευση των συνεκτικών γιαουρτιών, είχε πολύ μικρότερες τιμές ιξώδους (από πλήρες: 18066cP, από αποβουτυρωμένο: 12363cP) σε σχέση με το συνεκτικό γιαούρτι (από πλήρες: 40763cP, από αποβουτυρωμένο: 17372cP). Το στραγγιστό γιαούρτι το οποίο παρασκευάστηκε έπειτα από φυγοκέντρηση του αναμεμιγμένου γιαουρτιού, έλαβε τις υψηλότερες τιμές ιξώδους ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο γάλα (από πλήρες ή αποβουτυρωμένο: 87235cP). Η προσθήκη των κόμμεων και των στερεών ενίσχυσης βελτίωσε τις τιμές του ιξώδους των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα. Η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα ήταν μικρότερη για τα αναμεμιγμένα γιαούρτια και μεγαλύτερη για τα στραγγιστά γιαούρτια και μειωνόταν με τη χρήση αποβουτυρωμένου γάλακτος (1. συνεκτικό: από πλήρες: 76% - από αποβουτυρωμένο: 60%, 2. αναμεμιγμένο: από πλήρες: 72% - από αποβουτυρωμένο 49% και 3. στραγγιστό: από πλήρες: 80% - από αποβουτυρωμένο: 74%). Στη συνέχεια, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της αντικειμενικής υφής, προέκυψε ότι η σκληρότητα, η προσκολλησιμότητα και η συνεκτικότητα και για τα τρία είδη γιαουρτιών εξαρτάται από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Τα συνεκτικά και τα

αναμεμιγμένα γιαούρτια τα οποία παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα είχαν πιο μαλακά πήγματα, με μικρότερη προσκολλησιμότητα και μεγαλύτερη συνεκτικότητα. Το στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα είχε μεγάλη προσκολλησιμότητα και η συνεκτικότητά του αυξήθηκε με την προσθήκη ξανθάνης. Η έντονη θερμική κατεργασία του γάλακτος οδήγησε σε μείωση της προσκολλησιμότητας στο συνεκτικό και το αναμεμιγμένο γιαούρτι, ωστόσο σε αύξηση στο στραγγιστό γιαούρτι. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών επηρεάστηκαν αρκετά από το είδος του γάλακτος, τη θερμική κατεργασία που εφαρμόστηκε στο γάλα και από τη χρήση των κόμμεων και των στερεών (σκόνη ορού γάλακτος). Τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα είχαν ασθενή πήγματα τόσο στο συνεκτικό όσο και στο αναμεμιγμένο γιαούρτι, ενώ στο στραγγιστό γιαούρτι το πήγμα ήταν αρκετά πιο σκληρό όχι όμως πολύ αποδεκτό λόγω της δημιουργούμενης κοκκώδους μορφής. Τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα με προσθήκη κόμμεων και σκόνης ορού γάλακτος είχαν πιο κρεμώδη υφή και μικρότερη εμφάνιση συναίρεσης.

Όσον αφορά την παραγωγή γιαουρτιών με χρήση υπερήχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος, παρατηρήθηκε μία καθυστέρηση στο χρόνο ζύμωσης, χωρίς ωστόσο αυτό να επιδρά σημαντικά στις υπόλοιπες παραμέτρους της ζύμωσης. Η τιμή του ιξώδους στα συνεκτικά, τα αναμεμιγμένα και τα στραγγιστά γιαούρτια δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την εφαρμογή των υπερήχων (είτε πριν είτε μετά τη διαδικασία της ζύμωσης), παρά μόνο από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Το συνεκτικό γιαούρτι το οποίο παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα που προεπεξεργάστηκε με υπέρηχους είχε μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος, χωρίς ωστόσο το φαινόμενο αυτό να παρατηρείται στο αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι, τα οποία επηρεάστηκαν μόνο από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος (1. συνεκτικό: από πλήρες: 75% - από αποβουτυρωμένο: 60%, 2. αναμεμιγμένο: από πλήρες: 70% - από αποβουτυρωμένο: 51%, 3. στραγγιστό: από πλήρες: 81% - από αποβουτυρωμένο: 69%). Η σκληρότητα, η συνεκτικότητα και η προσκολλησιμότητα των γιαουρτιών δεν επηρεάστηκε άμεσα από τη χρήση των υπερήχων, παρά μόνο από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των συνεκτικών γιαουρτιών, η εφαρμογή υπερήχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος οδήγησε σε δημιουργία μικρότερης κρούστας, ωστόσο επηρέασε ελάχιστα τη γεύση και το άρωμα όλων των τύπων γιαουρτιών, προσδίδοντας μία ελαφρώς καμμένη και πικρή γεύση. Σε αυτή τη σειρά πειραμάτων επίσης, τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα προσέφεραν πιο αποδεκτά τελικά προϊόντα

σε σχέση με τα αντίστοιχα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα.



# Abstract

The present study aims at the preparation of set, stirred and strained yogurt and the study of the effect of the type of milk (whole / skim), the different heat treatment of the milk (83°C for 20min / 95°C for 20min), the use of gums and solids (xanthan 0,02%/ carrageenan 0,02% / whey powder 1,5% by weight of milk) and the application of ultrasound (before or after fermentation of milk) to the development of fermentation and to the properties of yogurt. The evolution of the fermentation is monitored by changing the pH and viscosity of the gel over time, and more specifically through the latent phase and rate of decrease in pH or the rate of increase in viscosity (after adaptation to the Gompertz model) and as a total time (final pH value = 4.6). The three types of final yogurts (set, stirred and strained) are studied concerning the viscosity (at 4°C), water holding capacity of the gel, objective texture parameters (hardness, consistency, adhesion) and organoleptic characteristics.

Initially, the incubation time of yoghurt received higher values when skim milk was used, delaying the latency phase and the rate of pH decrease. In general, it has emerged that stirred yoghurt, which was made after gentle stirring of the set yogurt, has much lower viscosity values (Whole: 18066cP, Skim: 12363cP), than set yogurt (Whole: 40763cP, Skim: 17372cP). Strained yoghurt which is made after centrifuging of the stirred yoghurt receives the highest viscosity values regardless of the milk used (Whole-Skim: 87235cP). The addition of gums and whey powder improved the viscosity values of the stirred yoghurt and the water holding capacity of the gel. The water holding capacity of the gel was lower for stirred yoghurts, higher for the strained yoghurts and decreased by using skim milk (Set: Whole: 76% - Skim: 60%, Stirred: Whole: 72% - Skim 49% and Strained: Whole: 80% - Skim: 74%). Regarding the characteristics of the objective texture, it appeared that the hardness, adherence and consistency for all three types of yoghurt depends on the type of milk used. Set and stirred yoghurt made from skimmed milk had softer gels, with less adherence and greater consistency. The strained yoghurt made from skimmed milk had a high adherence and the addition of xanthan gum increased its consistency. Intensive heat treatment reduced adherence to set and stirred yoghurt, but increased it to drained yogurt. The organoleptic characteristics of yoghurt were greatly influenced by the type of milk, the heat treatment applied to the milk and the use of gums and solids. Yoghurts made from skimmed milk had weak gels in both set and stirred yoghurt, while the strained yoghurt was harder but not very acceptable due to the intense granular form it created. Yoghurts made from whole

milk with added gums and whey powder had a more creamy texture and less appearance of syneresis.

Regarding the production of yoghurt using ultrasound during the pretreatment of milk, a delay in the fermentation time was observed, but it did not have any significant effect on the other parameters of the fermentation. The viscosity value in the set, stirred and strained yogurt was not significantly affected using ultrasound, but only by the type of milk used. Set yoghurt made from whole milk pretreated with ultrasound produced greater water holding capacity, without this phenomenon being observed in the corresponding stirred and strained yoghurt, which were only affected by the type of milk used. (Set: Whole: 75% - Skim: 60%, Stirred: Whole: 70% - Skim: 51%, Strained: Whole: 81% - Skim: 69%). The hardness, consistency and adherence of yogurts was not directly affected using ultrasound, except by the type of milk used. As far as the organoleptic characteristics of set yogurt, the application of ultrasound to the pretreatment of milk led to a shorter crust, but it affected the flavor and aroma of all types of yoghurt, giving a slightly burned and bitter taste. In this series of experiments, yoghurt made from whole milk offered more acceptable products than yogurt made from skim milk.



# Θεωρητικό Μέρος

## 1. Εισαγωγή

Γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένα των θηλαστικών που προορίζεται για τη διατροφή του νεογέννητου για το οποίο αποτελεί τη μοναδική τροφή μέχρι μία ορισμένη ηλικία. Για τον άνθρωπο, όμως, το γάλα εξακολουθεί να αποτελεί μέρος της καθημερινής διαίτας του είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (γιαούρτι, τυριά, βούτυρο κ.λ.π) για όλη τη διάρκεια της ζωής του (Μάντης 2000).

Οι λόγοι που οδήγησαν στην παραγωγή ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος είναι αρκετοί και σχετίζονται αρχικά με την επέκταση της διάρκειας ζωής του και έπειτα με τα πλεονεκτήματα που αυτά προσφέρουν, όπως η βελτίωση της γεύσης του γάλακτος και η ομαλή αφομοίωση των συστατικών του, η ενίσχυση του πεπτικού συστήματος, οι ευεργετικές ιδιότητες που προσφέρουν στην υγεία καθώς και η παρασκευή πλήθους διαφορετικών προϊόντων.

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του γιαουρτιού είναι το πλήρες ή το αποβουτυρωμένο γάλα από οποιοδήποτε γαλακτοφόρο ζώο και μία καλλιέργεια που αποτελείται από βακτήρια *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Με τη δράση των βακτηρίων αυτών λαμβάνει χώρα η ζύμωση του γάλακτος και η όξινη πήξη αυτού, παράγοντας γαλακτικό οξύ. Η μείωση του pH που λαμβάνει χώρα κατά την ζύμωση του γάλακτος, έχει ως συνέπεια την καθυστέρηση της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, τη μετατροπή του φωσφόρου και του ασβεστίου στην υδατοδιαλυτή τους μορφή και την καλύτερη αφομοίωση των πρωτεϊνών που βρίσκονται στο γιαούρτι.

Σήμερα, στο γιαούρτι προστίθενται και άλλα βακτηριακά στελέχη όπως *Lactobacillus acidophilus* και *Bifidobacterium bifidus* με σκοπό να προσφέρουν περισσότερα οφέλη στην ανθρώπινη υγεία. Άλλωστε, όταν το γιαούρτι καταναλώνεται καθημερινά, μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών, γεγονός που είναι ευεργετικό για το ανθρώπινο έντερο. Επιπλέον, η ενίσχυση των γιαουρτιών με πρωτεΐνες, ασβέστιο ή βιταμίνες αυξάνει τη διατροφική του αξία (Fisberg and Machado 2015). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι στη σημερινή εποχή η αγορά περιλαμβάνει πλήθος διαφορετικών ειδών γιαουρτιού όπως το συνεκτικό, το αναμεμιγμένο, το στραγγιστό, τα επιδόρπια γιαουρτιών εμπλουτισμένα με φρούτα, γλυκαντικούς παράγοντες κ.α., τα οποία διαμορφώνονται ανάλογα με την ζήτηση και τις ανάγκες των καταναλωτών.

## 1.1 Ιστορικά Στοιχεία

Από ιστορική άποψη δεν είναι γνωστό πότε ο άνθρωπος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το γάλα των ζώων ως τροφή. Φαίνεται ότι η χρησιμοποίηση του γάλακτος των γαλακτοπαραγωγών ζώων στη διατροφή του ανθρώπου, άρχισε συγχρόνως με την εξημέρωσή τους. Είναι προφανές από τα σχέδια που βρέθηκαν σε βράχους της Σαχάρας χιλιάδες χρόνια πριν, ότι το γάλα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούσαν σημαντική τροφή για τον άνθρωπο (Μάντης 2000, Miller, Jarvis and McBean 2007).

Η διαδικασία της ζύμωσης του γάλακτος αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο μέσω της οποίας ο άνθρωπος προσπάθησε να μετατρέψει το γάλα σε προϊόντα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Με τη μέθοδο αυτή κατάφεραν να διατηρούν τις θρεπτικές ουσίες του γάλακτος, οι οποίες θα καταστρέφονταν πιο γρήγορα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν. Στην πραγματικότητα, η ζύμωση του γάλακτος ανακαλύφθηκε τυχαία κατά την αποθήκευση αυτού σε σακούλες από έντερα ζώων. Συνεπώς, η επαφή του γάλακτος με τα εντερικά υγρά σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν, προκάλεσε την πήξη του γάλακτος και την ελαφρά όξινη γεύση του (Fisberg and Machado 2015). Σύμφωνα με παλιές καταγραφές υποδεικνύεται η αρχαία Ινδία, η Μεσοποταμία και η Αίγυπτος ως οι πρώτες περιοχές όπου υπήρξε ανάπτυξη γαλακτοκομικών προϊόντων χάρη στα γαλακτοφόρα ζώα που αξιοποιούνταν (Farnworth 2008).

Σε ότι αφορά την ονομασία του γιαουρτιού, πιστεύεται ότι η λέξη "γιαούρτι" (yogurt) προέρχεται από την τουρκική λέξη "yoğurtmak", η οποία σημαίνει πυκνότητα, πήξη, ή πήγμα. Η χρήση του γιαουρτιού από τους Τούρκους του Μεσαίωνα καταγράφεται σε πολλά βιβλία που γράφτηκαν τον 11<sup>ο</sup> αιώνα. Οι Τούρκοι ήταν επίσης οι πρώτοι που αξιολόγησαν τη φαρμακευτική χρήση του γιαουρτιού για μία ποικιλία ασθενειών και συμπτωμάτων, όπως η διάρροια και οι κοιλιακές κράμπες καθώς και η ανακούφιση του δέρματος που έχει καεί από την ηλιακή ακτινοβολία (McGee 2004, Fisberg and Machado 2015).

Μόλις τον 20<sup>ο</sup> αιώνα οι ερευνητές κατάφεραν να αποδώσουν μία εξήγηση για τα οφέλη της κατανάλωσης γιαουρτιού στην υγεία του ανθρώπου. Το 1905 ένας Βούλγαρος φοιτητής ιατρικής, ο Stamen Grigorov, ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε το *Bacillus bulgaricus* (τώρα *L. bulgaricus*), ένα βακτήριο γαλακτικού οξέος που χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στις καλλιέργειες γιαουρτιού. Βασισμένος στην έρευνα του Grigorov, ο ρώσος βραβευμένος με Νόμπελ, Yllia Metchnikoff, από το Ινστιτούτο Pasteur στο Παρίσι, πρότεινε ότι οι γαλακτοβάκιλλοι στο γιαούρτι συνδέονταν με τη μακροζωία του βουλγαρικού αγροτικού πληθυσμού.

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, το γιαούρτι έγινε γνωστό για τα οφέλη στην υγεία του ανθρώπου και πωλείτο στα φαρμακεία ως φάρμακο. Το γιαούρτι βρήκε εμπορική επιτυχία όταν ο Isaac Carasso, από τη Βαρκελώνη, άρχισε να παράγει γιαούρτι με μαρμελάδες. Αφού διέφυγε από τη ναζιστική κατοχή, ο Daniel Carasso, ο γιος του Isaac Carasso, ίδρυσε την Danone στη Μαδρίτη το 1922 (Danone στη Γαλλία). Το πρώτο εργοστάσιο γιαουρτιού άνοιξε στη Γαλλία το 1932 και στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1941 (Farnworth 2008 , Fisberg and Machado 2015).

## 1.2 Γάλα - Γιαούρτι - Ορισμός

Ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ, Άρθρο 80, 2016) ορίζει ότι *«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:*

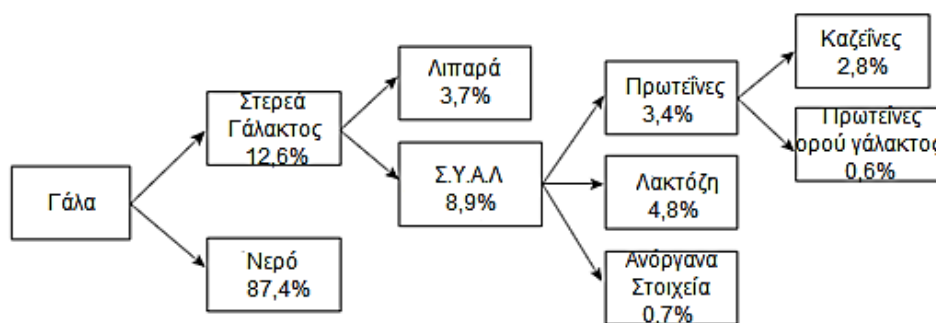
- α. Προέρχεται από αγελάδα
- β. Είναι νωπό
- γ. Είναι πλήρες
- δ. Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση
- ε. Δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω.”

Το γάλα χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη του γιαουρτιού και ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ, Άρθρο 82, 2016) ορίζει ότι *“Γιαούρτι χαρακτηρίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται από τη ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με τη χρήση υποχρεωτικά των καλλιεργείων - εκκινητών *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον  $10^7$  cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του”*.

## 1.3 Συστατικά του Γάλακτος

Το γάλα είναι η τροφή που η φύση προόρισε για τη διατροφή και τη γρήγορη ανάπτυξη των νεογέννητων στα θηλαστικά. Αποτελεί ένα περίπλοκο βιολογικό υγρό, η σύσταση και τα φυσικά χαρακτηριστικά του οποίου διαφέρουν από είδος σε είδος, ανάλογα με τις διατροφικές ανάγκες του νεογέννητου. Τα κύρια συστατικά του γάλακτος είναι το νερό, τα λιπίδια, οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα ανόργανα άλατα. Σε μικρότερες αναλογίες υπάρχουν μεταλλικά και άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά, τα οποία περνούν στο γάλα όπως

υπάρχουν στο αίμα χωρίς να υποστούν κανένα μετασχηματισμό στο μαστικό αδέννα (Varnam and Sutherland 1994, Μάντης 2000).



Εικόνα 1.3.1 Κύρια συστατικά του γάλακτος (Miller et al. 2007)

Πολλά ζώα, όπως η αγελάδα, τα πρόβατα, οι γίδες, οι βούβαλοι, οι καμήλες και οι φοράδες αξιοποιούνται στην παραγωγή γάλακτος για ανθρώπινη κατανάλωση. Στον Πίνακα 1.3.1 αναφέρεται η τυπική σύσταση του γάλακτος για διάφορα είδη θηλαστικών ζώων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος.

Πίνακας.1.3.1 Σύσταση του γάλακτος διαφόρων θηλαστικών (%) (Tamime and Robinson, 2000, Chandan 2006)

Γάλα/Προέλευση	Νερό (%)	Λιπαρά (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λακτόζη (%)	Τέφρα (%)
Αγελάδα	87,4	3,9	3,3	4,7	0,7
Βούβαλος	82,1	8,0	4,2	4,9	0,8
Γίδα	87,0	4,5	3,3	4,6	0,6
Πρόβατο	81,6	7,5	10,3	2,7	1,4
Καμήλα	87,1	4,2	3,7	4,1	0,9
Άλογο	88,8	1,9	2,6	6,2	0,5
Φοράδα	89,0	2,5	2,0	6,0	0,5
Ινδικός βους	82,7	6,5	5,3	4,6	0,9

Μία επιπλέον κατηγοριοποίηση του γάλακτος αναφέρεται στην περιεκτικότητα των περιεχόμενων λιπαρών του. Ως αποβουτυρωμένο γάλα χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα, μετά την αφαίρεση του λίπους από αυτό με μηχανική κατεργασία και χωρίς καμία προσθήκη. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 0,5% κατ' ανώτατο όριο και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) 8,5%. Ως ημιαποβουτυρωμένο γάλα χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα μετά την αφαίρεση μέρους από το λίπος του, χωρίς οποιαδήποτε προσθήκη. Επισημαίνεται ότι το

λίπος πρέπει να περιέχεται σε ποσοστό 1,5-1,8%. Τέλος, μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται επίσης με ανάλογο τρόπο, του οποίου η περιεκτικότητα του λίπους είναι ανώτερη του 0,5% και κατώτερη του 1,5% και αναγράφεται στη συσκευασία. Τα παραπάνω φαίνονται συγκεντρωτικά στον *Πίνακα 1.3.2*

*Πίνακας 1.3.2 Περιεκτικότητα γάλακτος σε λιπαρά και Σ.Υ.Α.Λ. (ΚΤΠ, 2009)*

<b>Είδος Γάλακτος</b>	<b>Λίπος (%)</b>	<b>Σ.Υ.Α.Λ (%)</b>
<b>Πλήρες</b>	3,5	8,5
<b>Αποβουτυρωμένο</b>	0,5	8,5
<b>Ημιαποβουτυρωμένο</b>	1,5-1,8	8,5
<b>Μερικώς αποβουτυρωμένο</b>	1,8-3,5	8,5

### **1.3.1 Νερό**

Το νερό αποτελεί το μέσο όπου τα υπόλοιπα συστατικά του γάλακτος (ολικά στερεά) είναι διαλυμένα ή διεσπαρμένα. Το περιεχόμενο νερό στο γάλα κυμαίνεται από 85,4% έως 87,7% ανάλογα με το είδος του γάλακτος. Ένα μικρό ποσοστό του περιεχόμενου νερού στο γάλα χρησιμοποιείται για την ενυδάτωση της λακτόζης και των αλάτων και ένα άλλο μικρό ποσοστό είναι δεσμευμένο με τις πρωτεΐνες (Chandan 2006).

### **1.3.2 Λιπαρά**

Τα λιπαρά του γάλακτος προσδίδουν μοναδικά χαρακτηριστικά στην εμφάνιση, την υφή και τη γεύση των γαλακτοκομικών προϊόντων και αποτελούν μία σημαντική πηγή ενέργειας, ειδικά τα λιπαρά οξέα, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες και άλλα συστατικά τους. Τα λιπαρά του γάλακτος είναι διαμορφωμένα σε σφαιρίδια, διαμέτρου 1 έως 20μm, τα οποία περιβάλλονται από μία σφαιρική μεμβράνη, η σύσταση της οποίας δομείται από πρωτεΐνες, λιπίδια, λιποπρωτεΐνες, φωσφολιπίδια, νουκλεϊκά οξέα, ένζυμα και δεσμευμένο νερό (Chandan 2006).

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά κυμαίνεται από 3,4 έως 5,1% ανάλογα με το είδος του ζώου, την τροφή του και την γεωγραφική περιοχή που βρίσκεται. Τα περισσότερα γάλατα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γιαουρτιού περιέχουν λιπαρά περίπου 3,5% (Chandan 2006). Όπως αναφέρθηκε, αυτά τα λιπαρά είναι διαμορφωμένα σε λιποσφαίρια, τα οποία στο μεγαλύτερο μέρος τους αποτελούνται από τριγλυκερίδια (εστέρες γλυκερόλης με λιπαρά οξέα) σε ποσοστό 98%, ενώ σε ποσοστό μικρότερο από 1% υπάρχουν φωσφολιπίδια

και σε μικρές ποσότητες από διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια, χοληστερόλη και ίχνη άλλων λιπιδίων (Smith 2003).

Στο πλήρες γάλα, το οποίο περιέχει περίπου 3,25% λιπαρά, το 57% αποτελείται από κορεσμένα λιπαρά οξέα, το 25% από μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και το 6% από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα τα οποία υπάρχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό είναι το παλμιτικό, το στεατικό και το μυριστικό οξύ.

*Πίνακας 1.3.2.1 Σύσταση λιπαρών οξέων σε γάλα αγελάδας, προβάτου και γίδας (Markiewicz-Keszycka et al 2013)*

Λιπαρά Οξέα (g /100g)	Αγελάδα	Πρόβατο	Γίδα
C4:0 βουτυρικό	2,87	2,57	2,08
C6:0 καπρονικό	2,01	1,87	2,78
C8:0 καπρυλικό	1,39	1,87	2,92
C10:0 καπρικό	3,03	6,63	9,59
C12:0 λαυρικό	3,64	3,99	4,52
C14:0 μυριστικό	10,92	10,17	9,83
C16:0 παλμιτικό	28,7	25,1	24,64
C18:0 στεατικό	11,23	8,85	8,87
18:1 ελαϊκό	22,36	20,18	18,65
18:2 λινελαϊκό	2,57	2,32	2,25

### 1.3.3 Πρωτεΐνες

Το γάλα περιέχει χιλιάδες πρωτεΐνες, οι περισσότερες από τις οποίες βρίσκονται σε ίχνη. Το γάλα της αγελάδας περιέχει περίπου 3,5% πρωτεΐνη κατά βάρος, η οποία αντιπροσωπεύει το 38% των στερεών υπολειμμάτων άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) και συνεισφέρει στο 21% της συνολικής ενέργειας του γάλακτος.

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στο αγελαδινό γάλα είναι ένα ετερογενές μίγμα πρωτεϊνών όπου το 80% αποτελείται από καζεΐνες και το 20% από πρωτεΐνες ορού γάλακτος.

- **Καζεΐνες:**

Οι καζεΐνες με βάση τη διάταξη των αμινοξέων στο μόριό τους διακρίνονται σε  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - και  $\kappa$ - καζεΐνες. Έχουν την ιδιότητα να καταβυθίζονται σε pH=4,6, γεγονός το οποίο αξιοποιείται κατά την παραγωγή γιαουρτιού. Οι καζεΐνες απαντούν στο γάλα σε μορφή συμπλόκων μορίων τα οποία καλούνται μικκύλια και βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά στην υδατική φάση. Τα μικκύλια αποτελούνται κατά 93% από καζεΐνες και κατά το υπόλοιπο από ανόργανη ύλη (φωσφόρος, ασβέστιο). Το μέγεθος των μικκυλίων κυμαίνεται

από 50 έως 600nm και η αύξηση του μεγέθους αυτών σταματά, όταν όλη η επιφάνειά τους αποτελείται από κ-καζεΐνες, οι οποίες λόγω της υδροφιλικής τους σταθεροποιούν το μικκύλιο (Μάντης 2000, Jensen 1995, Smit 2003).

- **Πρωτεΐνες ορού γάλακτος:**

Οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος αποτελούνται από β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακτοαλβουμίνη, οροαλβουμίνη, ανοσογλοβουλίνες (IG<sub>1</sub>, IG<sub>2</sub>, IGA, IGM, FSC), πρωτεάσες και πλήθος διαφόρων ενζύμων. Συγκριτικά με τις καζεΐνες, οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος έχουν πιο ταξινομημένη σφαιρική δομή, η οποία περιέχει δισουλφιδικούς δεσμούς. Είναι μία θερμικά ασταθής πρωτεΐνη η οποία πάνω από τους 90°C μετουσιώνεται σχηματίζοντας πήγμα. Επισημαίνεται, ότι οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος έχουν μεγαλύτερη βιολογική αξία σε σχέση με τις καζεΐνες (Chandan 2006).

*Πίνακας 1.3.3.1 Βασικές διαφορές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των καζεϊνών και των πρωτεϊνών ορού γάλακτος (Chandan 2006)*

<b>Καζεΐνες</b>	<b>Πρωτεΐνες ορού γάλακτος</b>
Ισχυρά υδρόφοβες περιοχές	Υδροφοβικές και υδρόφιλες περιοχές
Περιέχουν κατάλοιπα φωσφόρου	Δεν περιέχουν κατάλοιπα φωσφόρου
Περιέχουν μικρές ποσότητες κυστεΐνης	Περιέχουν ποσότητες κυστεΐνης και κυστίνης
Σπειροειδή μορφή	Σφαιρική και ελικοειδή μορφή
Πολύ σταθερές σε θερμική επεξεργασία	Μετουσιώνονται και καθιζάνουν σε θερμική επεξεργασία
Καθιζάνουν σε pH=4,6	Διαλυτές σε pH=4,6

### 1.3.4 Υδατάνθρακες

Ο κυριότερος υδατάνθρακας που περιέχεται στο γάλα είναι η λακτόζη, η οποία απαντάται σε ποσοστό 2,7% έως 5,2% (κατά μέσο όρο 4,7%). Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης ο οποίος περιέχει μόρια α-D-γλυκόζης και β-D-γαλακτόζης. Στη φύση υπάρχουν τρεις στερεές μορφές της λακτόζης: η κρυσταλλική ένυδρη α-λακτόζη και η άνυδρη α- και β-λακτόζη (Varnam and Sutherland 1994).

Στα προϊόντα που προκύπτουν από την ζύμωση του γάλακτος, όπως το γιαούρτι, η λακτόζη ζυμώνεται σε γαλακτικό οξύ από τα γαλακτικά βακτήρια. Στην πραγματικότητα, κατά τη ζύμωση του γάλακτος μόνο το 20% της λακτόζης ζυμώνεται, οπότε τα άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη ίσως μπορούν να καταναλώσουν το γιαούρτι χωρίς να επηρεαστούν (Smit and Fox 2003).



Εκτός από τη λακτόζη υπάρχουν σε μικρά ποσά αρκετοί μονοσακχαρίτες, ουδέτεροι ή όξινοι ολιγοσακχαρίτες καθώς και σάκχαρα δεσμευμένα με πρωτεΐνες ή πεπτίδια (Μάντης 2000).

### **1.3.5 Μεταλλικά στοιχεία**

Το γάλα περιέχει αρκετά μεταλλικά στοιχεία, είτε σε ιοντική μορφή, είτε δεσμευμένα με άλλα συστατικά, είτε τέλος σε μορφή οργανικών ή ανόργανων αλάτων. Από τα κυριότερα είναι το  $Ca^{2+}$ , το  $Na^+$ , το  $K^+$  και το  $Mg^{+}$ , ενώ από τα ανιόντα το  $Cl^-$ , ο  $P^-$  και τα κιτρικά. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε μεταλλικά στοιχεία είναι μικρότερη από 1%, ωστόσο αυτά επηρεάζουν πολλά από τα χαρακτηριστικά του γάλακτος (Μάντης 2000, Chandan 2006).

### **1.3.6 Ιχνοστοιχεία**

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν πολλά ιχνοστοιχεία και θρεπτικά συστατικά τα οποία χρειάζεται ο οργανισμός σε ποσότητες της τάξης των mg/ημέρα. Τα ιχνοστοιχεία αυτά ανευρίσκονται στο γάλα κυρίως με τη μορφή οργανικών ενώσεων, συνδεδεμένα κυρίως με πρωτεΐνες, αν και ορισμένα από αυτά όπως ο χαλκός, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, κ.α. βρίσκονται και στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων (Μάντης 2000).

### **1.3.7 Βιταμίνες**

Σχεδόν όλες οι βιταμίνες που είναι γνωστό ότι είναι απαραίτητες για τον άνθρωπο έχουν ανιχνευθεί σε κάποιο ποσοστό στο γάλα. Οι βιταμίνες A, D, E και K σχετίζονται με τα λιπαρά συστατικά του γάλακτος. Η βιταμίνη D είναι μία λιποδιαλυτή βιταμίνη, η οποία ενισχύει την εντερική απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου, γι' αυτό είναι απαραίτητη για τη διατήρηση του υγιούς ανθρώπινου σκελετού. Η βιταμίνη E (κυρίως η τοκοφερόλη) είναι ένα αντιοξειδωτικό, το οποίο προστατεύει την κυτταρική μεμβράνη και τις λιποπρωτεΐνες από οξειδωτική βλάβη από ελεύθερες ρίζες (Institute of Medicine 2000). Η βιταμίνη K που είναι απαραίτητη για την πήξη του αίματος, βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο γάλα (0,2mg/100g).

Εκτός από τις βασικές λιποδιαλυτές βιταμίνες, το γάλα και τα άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν επίσης όλες τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες σε ποικίλες ποσότητες που απαιτούνται από τον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, η θειαμίνη (Βιταμίνη B1), η οποία δρα ως συνένζυμο για πολλές αντιδράσεις στο μεταβολισμό



των υδατανθράκων, βρέθηκε σε σημαντικές ποσότητες στο γάλα (0,04mg/100g). Το γάλα είναι επίσης εξαιρετική πηγή ριβοφλαβίνης (Βιταμίνη Β2), η οποία λειτουργεί ως πρόδρομος για ορισμένα συνένζυμα που είναι σημαντικά για την οξείδωση της γλυκόζης, των λιπαρών οξέων και των αμινοξέων (Miller et al 2007).

### **1.3.8 Ένζυμα**

Το γάλα περιέχει ποικιλία ενζύμων. Περισσότερα από 60 ένζυμα έχουν ανιχνευθεί στο αγελαδινό γάλα. Σχετίζονται είτε με τη μεμβράνη των λιποσφαιριδίων (οξειδάση της ξανθίνης, γλουταμυλτρανσφεράση,) είτε με τον ορό του αποβουτυρωμένου γάλακτος (καταλάση), είτε τέλος με τα μικύλλια της καζεΐνης (λιποπρωτεϊνική λιπάση). Η κατανομή αυτών των ενζύμων επηρεάζεται από την επεξεργασία και την αποθήκευση του γάλακτος. Άλλα ένζυμα που είναι παρόντα είναι η λακτοπεροξειδάση, η ριβονουκλεάση, η λυσοζύμη, κ.α.

Τα ένζυμα του γάλακτος προέρχονται είτε από το μαστό των γαλακτοφόρων ζώων είτε από τα βακτήρια (βακτηριακά ένζυμα). Αρκετά από τα ένζυμα που περιέχονται στο γάλα χρησιμοποιούνται σε ποιοτικούς ελέγχους του γάλακτος.

## 2. Παραγωγική Διαδικασία του Γιαουρτιού

### 2.1 Παραδοσιακή – Βιομηχανική Μέθοδος Παραγωγής Γιαουρτιού

Η τεχνολογία παρασκευής του παραδοσιακού γιαουρτιού διαμορφώθηκε μέσα από την εμπειρία χιλιετών και είναι περίπου ίδια στους περισσότερους λαούς. Η διαδικασία περιλαμβάνει το βράσιμο του γάλακτος μέχρις ότου ο όγκος του να μειωθεί στα 2/3 του συνολικού αρχικού όγκου. Στη συνέχεια, το γάλα μοιράζεται σε κύπελλα και όταν δημιουργηθεί η χαρακτηριστική πέτσα, εμβολιάζεται με μαγιά. Επισημαίνεται ότι η μαγιά είναι γιαούρτι το οποίο έχει παρασκευαστεί την προηγούμενη ημέρα κατ' ανάλογο τρόπο. Στη συνέχεια το γιαούρτι επωάζεται στους 30-40°C και τέλος ψύχεται και αποθηκεύεται στο ψυγείο (Tamime and Deeth 1980, Μάντης 2000).

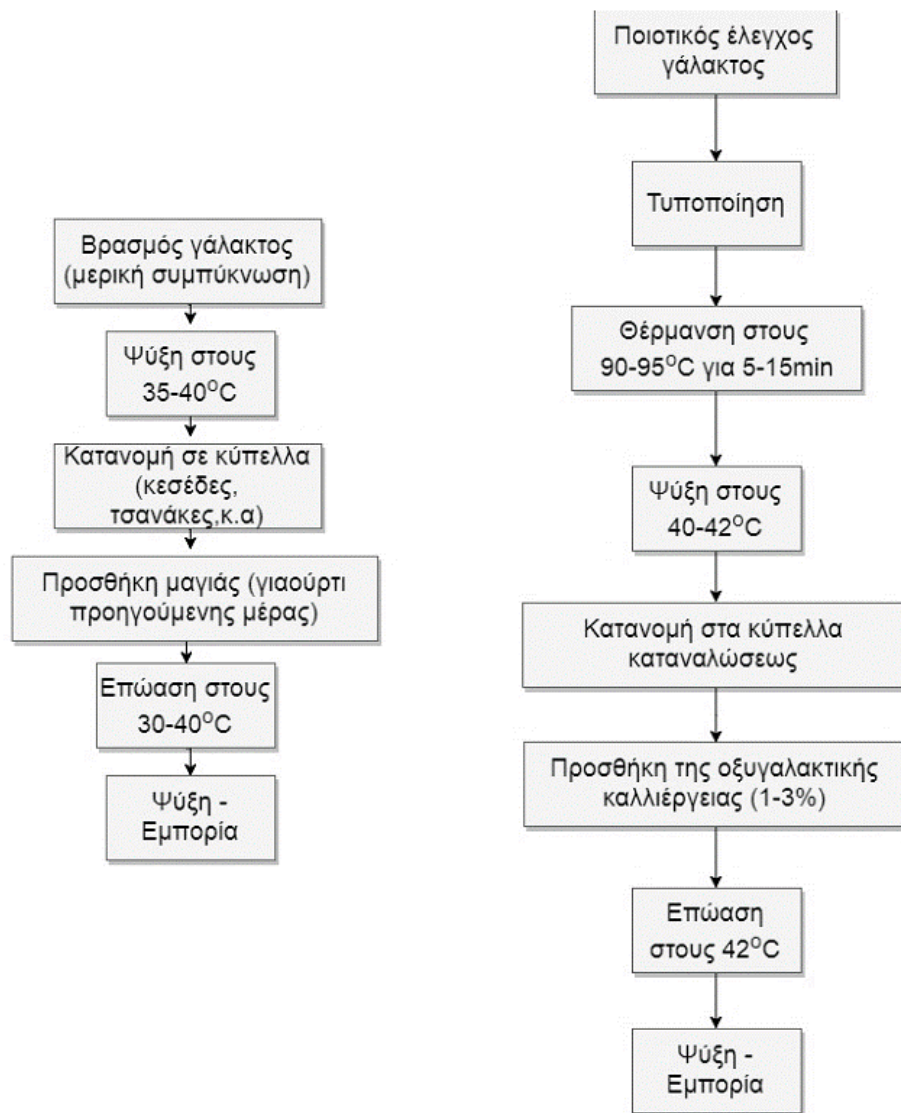
Η παραγωγή γιαουρτιού με την παραδοσιακή μέθοδο έχει αρκετά μειονεκτήματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- Οι διαδοχικοί εμβολιασμοί από την καλλιέργεια εκκίνησης (μαγιά) διαταράσσουν την αναλογία μεταξύ του *S. thermophilus* and *L. Bulgaricus*.
- Η χαμηλή θερμοκρασία επώασης οδηγεί σε αργή οξίνιση του πηγματος το οποίο μπορεί να προκαλέσει διαχωρισμό ορού στο γιαούρτι.
- Δεν μπορεί να γίνει έλεγχος της τιμής του γαλακτικού οξέος που παράγεται κατά τη ζύμωση του γάλακτος.
- Οι συνθήκες παραγωγής υστερούν σε υγιεινή και υπάρχει κίνδυνος επιμολύνσεων από τα σκεύη, το προσωπικό ή το περιβάλλον.

Σήμερα, οι γαλακτοβιομηχανίες έχουν τηρήσει τη βασική τεχνολογία αλλά έχουν εκσυγχρονίσει τα στάδια παραγωγής με αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση των συνθηκών υγιεινής και εμφάνισης του προϊόντος (Μάντης 2000). Τα εμπορικά γιαούρτια διαχωρίζονται σε κατηγορίες όπως πλήρες/φυσικό γιαούρτι, γιαούρτι με φρούτα και επιδόρπια γιαουρτιού και αυτά παρασκευάζονται είτε ως συνεκτικά (set) είτε ως αναμεμιγμένα (stirred) γιαούρτια. Τα τελευταία είναι πιο δημοφιλή στο καταναλωτικό κοινό και επιπλέον πληροφορίες για αυτά δίνονται στην ενότητα 3.2.

Εν συντομία η βιομηχανική παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού περιλαμβάνει επιπλέον τα εξής στάδια: τυποποίηση των λιπαρών, τυποποίηση των στερεών υπολειμμάτων άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) και προσθήκη γλυκαντικών και σταθεροποιητών. Το γάλα προθερμαίνεται στους 60°C, ομογενοποιείται με πίεση 17 MPa, παστεριώνεται στους 90-95°C για 3-5min. Έπειτα ψύχεται στους 45°C και εμβολιάζεται με την οξυγαλακτική καλλιέργεια εκκίνησης. Στην περίπτωση που παράγεται συνεκτικό γιαούρτι (set), η επώαση γίνεται εντός των

κυπέλλων, ενώ για το αναμεμιγμένο (stirred) γιαούρτι, η επώαση πραγματοποιείται εντός της δεξαμενής πήξης και έπειτα το πήγμα διαταράσσεται και αναμιγνύεται, και ακολούθως γεμίζονται τα κύπελλα. Τέλος, ακολουθεί ψύξη των γιαουρτιών σε θερμοκρασία 5°C μέχρι να φτάσουν στον καταναλωτή (Tamime and Robinson, 1999, Bylund, 1995).



Εικόνα 2.1.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής παραδοσιακού γιαουρτιού. Αριστερά: παραδοσιακό γιαούρτι. Δεξιά: Βιομηχανικό παραδοσιακού τύπου (Μάντης 2000)

## 2.2 Προεπεξεργασία Γάλακτος - Καθαρισμός - Αποθήκευση

Το γάλα που παραλαμβάνεται από την αγελάδα μετά την άμελξη μπορεί να περιέχει διάφορες ανεπιθύμητες προσμίξεις, όπως επιθηλιακά κύτταρα από το μαστό του ζώου. Επίσης, προσμίξεις όπως χώμα, φύλλα, σπόροι, κ.α. είναι πιθανόν να μολύνουν το γάλα. Για το σκοπό αυτό ενδείκνυται ο καθαρισμός του γάλακτος πριν από οποιαδήποτε άλλη επεξεργασία, με τη μέθοδο του φιλτραρίσματος. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή έχει ως κύριο μειονέκτημα ότι αφαιρεί μόνο τις εξωτερικές ακαθαρσίες του γάλακτος και δεν αντιμετωπίζει τυχόν επιμολύνσεις από μικροοργανισμούς. Κατά την παραγωγή τυριών προτείνεται επιπλέον θερμική επεξεργασία του γάλακτος στους 72°C για 15s, κάτι το οποίο δεν ισχύει για την παραγωγή γιαουρτιών διότι η περαιτέρω επεξεργασία του απομακρύνει τους περισσότερους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς του αρχικού γάλακτος (Tamime and Robinson 1999).

Για τον καθαρισμό του γάλακτος έχει χρησιμοποιηθεί η φυγοκέντρωση, με λιγότερη επιτυχία, διότι η μέθοδος αυτή διασπά τα βακτηριακά κύτταρα με συνέπεια το γάλα να ξινίζει πιο γρήγορα (Tamime and Robinson 1999). Μία άλλη μέθοδος για την απομάκρυνση των μολυσματικών σπορίων από το γάλα είναι η μικροδιήθηση, η οποία μπορεί επίσης να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του γάλακτος (Elwell and Barbano 2006).

Κατά την αποθήκευση του γάλακτος ενδείκνυται οι παρακάτω πρακτικές: (α) αποθήκευση του γάλακτος σε θερμοκρασία περίπου 5°C, (β) πιθανή θερμική επεξεργασία στους 65°C και έπειτα ψύξη στους 5°C, (γ) εμβολιασμός του γάλακτος με βακτήρια γαλακτικού οξέος με σκοπό να ελεγχθεί η ανάπτυξη των ψυχρότροφων βακτηρίων και (δ) η προσθήκη CO<sub>2</sub> το οποίο βοηθά στη μείωση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών (Tamime and Robinson 1999, Rajagopal et al 2005).

## 2.3 Τυποποίηση Λιπαρών

Για την παραγωγή γιαουρτιού με καθορισμένη σύσταση λιπαρών είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί η τυποποίηση λιπαρών. Τυπικά το γάλα περιέχει λιπαρά 3,7 με 4,2g / 100g, ενώ τα περιεχόμενα λιπαρά για το γιαούρτι κυμαίνονται από 0,5g έως 3,5g/ 100g. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την τυποποίηση των λιπαρών είναι (Tamime and Robinson 1999 , Tamime 2006):

- Η αφαίρεση μέρους των περιεχόμενων λιπαρών του γάλακτος
- Η μίξη κρέμας πλήρους γάλακτος και αποβουτυρωμένου γάλακτος
- Η προσθήκη κρέμα σε πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα
- Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων

## 2.4 Τυποποίηση Στερεών Υπολειμμάτων Άνευ Λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.)

Το ποσοστό των περιεχόμενων στερεών άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) όπως η λακτόζη, οι πρωτεΐνες και τα μεταλλικά στοιχεία που περιέχονται στο γιαούρτι ρυθμίζονται από τη νομοθεσία της εκάστοτε χώρας. Τα νομοθετικά όρια κυμαίνονται από 8,2-8,6g/100g. Τα στερεά που ενδείκνυται να έχει το γάλα, συμπεριλαμβανομένων και των λιπαρών είναι το λιγότερο 9g/100g και το περισσότερο 30g/100g. Η βέλτιστη τιμή των ολικών στερεών που περιέχονται στο γιαούρτι είναι 15g/100g.

Η τυποποίηση των Σ.Υ.Α.Λ μπορεί να πραγματοποιηθεί με τις παρακάτω μεθόδους:

### 2.4.1 Βρασμός

Ο βρασμός του γάλακτος αποτελεί μία παραδοσιακή μέθοδο όπου ο όγκος του γάλακτος μειώνεται στα 2/3 του αρχικού του όγκου. Ο βαθμός συμπύκνωσης των Σ.Υ.Α.Λ. που επιτυγχάνεται με αυτή τη μέθοδο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, ωστόσο θεωρείται ότι εάν το γάλα είχε αρχικά περιεκτικότητα 13g/100g σε Σ.Υ.Α.Λ., μετά το βρασμό η τιμή αυξάνεται σε 20g/100g. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι με τη μέθοδο αυτή προκαλούνται αρκετές φυσικοχημικές μεταβολές στο γάλα.

### 2.4.2 Προσθήκη σκόνης γάλακτος

Η σκόνη γάλακτος (πλήρους ή αποβουτυρωμένου) χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία παραγωγής γιαουρτιού με σκοπό να παράγει ένα προϊόν με συνεκτική και απαλή υφή. Πιο συνηθισμένη είναι η χρήση της σκόνης αποβουτυρωμένου γάλακτος, καθώς έχουν αφαιρεθεί τα λιπαρά του γάλακτος πριν την ξήρανση. Τα επιτρεπτά όρια περιεχόμενων Σ.Υ.Α.Λ. στο γιαούρτι είναι (Tamime 2006):

- 12g/100g για το παραδοσιακό γιαούρτι
- 13-14g/100g για το αναμεμιγμένο γιαούρτι με φρούτα
- 17-18g/100g για το φυσικό συνεκτικό γιαούρτι

Επισημαίνεται ότι υπάρχουν σκόνες γάλακτος (πλήρους ή αποβουτυρωμένου) οι οποίες περιέχουν υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης. Αυτές παρασκευάζονται με ξήρανση του γάλακτος, το οποίο έχει προηγουμένως υποστεί υπερδιήθηση με σκοπό τη μείωση της περιεχόμενης λακτόζης (Tamime 1999, Morell et al 2015).

### 2.4.3 Προσθήκη σκόνης βουτυρογάλακτος

Η σκόνη βουτυρογάλακτος είναι ένα παραπροϊόν της κρέμας γάλακτος. Έχει παρόμοια σύνθεση με τη σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος και παίζει

σημαντικό ρόλο στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων διότι περιέχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά με υψηλά επίπεδα φωσφολιπιδίων. Τέλος, η προσθήκη σκόνης βουτυρογάλακτος σε συνδυασμό με τη σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος δημιουργεί καλής ποιότητας γιαούρτι (Tamime and Robinson 1999).

#### **2.4.4 Προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος**

Η σκόνη ορού γάλακτος αποτελεί παραπροϊόν της βιομηχανίας τυριού όπου με θερμικές κατεργασίες διαχωρίζεται ο ορός και μετατρέπεται σε σκόνη. Σύμφωνα με μελέτες, έχει παρατηρηθεί ότι οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος παρουσιάζουν πολύ καλή θερμική σταθερότητα στις εναλλαγές που συμβαίνουν κατά την παρασκευή γιαουρτιού. Επιπλέον, η προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος σε ποσοστά 0,6-4% κατά την παρασκευή γιαουρτιού: (α) αυξάνει την παραγόμενη ακεταλδεϋδη, (β) αυξάνει το ιξώδες και μειώνει τη συναίρεσή του, (γ) βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (Tamime and Robinson 1999).

#### **2.4.5 Προσθήκη στερεών καζεϊνών**

Υπάρχουν διάφορα είδη στερεών καζεϊνών όπως: η όξινη καζεΐνη, η υδρολυμένη καζεΐνη, το καζεϊνικό  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{K}^+$  και  $\text{NH}_3$  τα οποία παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα. Η σκόνη καζεΐνης, όπως υποδεικνύει το όνομά της, αποτελείται κυρίως από καζεΐνη και η προσθήκη της στο γιαούρτι γίνεται για να αυξήσει την περιεχόμενη πρωτεΐνη του και να βελτιώσει το ιξώδες του. Από έρευνες προέκυψε ότι η προσθήκη 1% σκόνης καζεΐνης μπορεί να αυξήσει το ιξώδες του γιαουρτιού κατά 16-87% και να μειώσει τη συναίρεση κατά 26,5-30%. Για την παραγωγή ενός καλής ποιότητας γιαουρτιού συνιστάται η προσθήκη σκόνης καζεΐνης και σκόνης ορού γάλακτος σε αναλογία 1:1 (Tamime and Robinson 1999).

### **2.5 Προσθήκη Σταθεροποιητών**

Οι σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή των γαλακτοκομικών προϊόντων. Ο πρωταρχικός στόχος της προσθήκης σταθεροποιητών στη βάση του γάλακτος είναι η ενίσχυση και η διατήρηση των επιθυμητών χαρακτηριστικών στο γιαούρτι καθώς και η βελτίωση στην υφή, στο ιξώδες του, στην εμφάνιση και στην αίσθηση που δίνει αυτό στο στόμα. Το γιαούρτι υφίσταται αρκετές μηχανικές μεταβολές κατά την παρασκευή του, όπως διάσπαση του πήγματός του για την παρασκευή αναμεμιγμένου γιαουρτιού, με συνέπεια να δημιουργούνται μικρότερα ιξώδη ή ακόμη εμφάνιση ορού γάλακτος.

Οι σταθεροποιητές μπορούν να αντιμετωπίσουν και να βελτιώσουν αυτά τα ελαττώματα αφού η λειτουργία τους συνίσταται στη δέσμευση του νερού και στην αύξηση του ιξώδους (Tamime and Robinson 1999, Hematyar 2012).

Οι σταθεροποιητές συχνά αναφέρονται και ως υδροκολλοειδή. Τα υδροκολλοειδή είναι μία ετερογενής ομάδα πολυμερών μακράς αλύσου (πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες) που χαρακτηρίζονται από την ιδιότητά τους να σχηματίζουν πήγματα κατά τη διασπορά τους στο νερό. Η παρουσία μεγάλου αριθμού ομάδων υδροξυλίου (-OH) τα καθιστά υδρόφιλες ενώσεις με μεγάλη ικανότητα δέσμευσης μορίων νερού (Saha and Bhattacharya 2010).

Μία ταξινόμηση που μπορεί να γίνει στους σταθεροποιητές είναι: (α) φυσικά κόμμεα, που βρίσκονται στη φύση, (β) τροποποιημένα φυσικά ή ημι-συνθετικά κόμμεα τα οποία είναι φυσικά κόμμεα που έχουν υποστεί χημική τροποποίηση και (γ) συνθετικά κόμμεα τα οποία παρασκευάζονται εξ' ολοκλήρου με χημική σύνθεση (Tamime and Robinson 1999). Οι σταθεροποιητές που συναντώνται συχνά στην παρασκευή γιαουρτιού δίνονται στον Πίνακα 2.5.1.

*Πίνακας 2.5.1 Σταθεροποιητές που χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή γιαουρτιού (Tamime and Robinson, 1999)*

Natural	Modified	Synthetic
Plant	Cellulose derivatives	Polymers
Exudates	Carboxymethylcellulose	Polyvinyl derivatives
Arabic	Methylcellulose	Polyethylene derivatives
Tragacanth	Hydroxyethylcellulose	
Karaya	Hydroxypropylcellulose	
Extracts	Hydroxypropylmethylcellulose	
Pectins	Microcrystallinecellulose	
Seed flour	Microbial fermentation	
Carob	Dextran	
Guar	Xanthan	
Seaweeds	Miscellaneous derivatives	
Extracts	Low-methoxy pectin	
Agar	Propylene glycole alginate	
Alginates	Pregelatinised starches	
Carrageenan	Modified starches	
Furcelleran	Carboxymethyl starch	
Cereal starches	Hydroxyethyl starch	
Wheat	Hydroxypropyl starch	
Corn		
Animal		
Gelatin		
Casein		
Vegetable		
Soy protein		

Το κόμμι της Ξανθάνης χρησιμοποιείται για να βελτιώσει την υφή, να αυξήσει τη σταθερότητα και να αποτρέψει τη συναίρεση του γιαουρτιού. Η καρραγεννάνη, συνεργιστικά με άλλα κόμμεα, μπορεί να αυξήσει το ιξώδες του πηγματος και να δεσμεύσει νερό. Η συναίρεση στο γιαούρτι μπορεί να μειωθεί

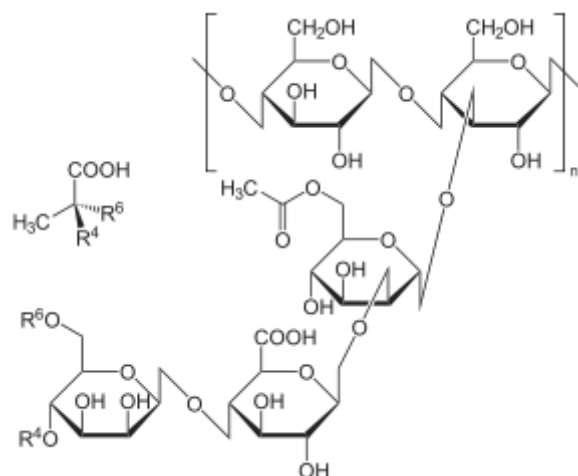


προσθέτοντας σταθεροποιητές οι οποίοι αντιδρούν με το σύμπλεγμα της καζεΐνης (Hematyar 2012). Στη συνέχεια θα αναλυθεί η χημική δομή της καραγεννάνης, η οποία απορροφά νερό και αντίστοιχα της ξανθάνης η οποία δεν απορροφά νερό.

### 2.5.1 Ξανθάνη

Το κόμμι ξανθάνη είναι ένας ετεροπολυσακχαρίτης που παράγεται από το βακτήριο *Xanthomonas campestris*. Η κύρια δομή της αποτελείται από επαναλαμβανόμενες μονάδες πεντασακχαρίτη ο οποίος σχηματίζεται από δύο μονάδες γλυκόζης, δύο μονάδες μαννόζης και μία μονάδα γλυκουρουνικού οξέος. Η κύρια αλυσίδα αποτελείται από μονάδες β-D-γλυκόζης ενωμένες στις θέσεις 1,4. Η χημική δομή της κύριας αλυσίδας είναι πανομοιότυπη με εκείνη της κυτταρίνης. Οι πλευρικές αλυσίδες περιέχουν μία μονάδα D-γλυκουρουνικού οξέος ανάμεσα σε δύο μονάδες D-μαννόζης. Οι μισές από τις μονάδες μαννόζης που βρίσκονται στο τέλος μίας αλυσίδας μεταφέρουν μία ρίζα πυροσταφυλικού οξέος.

Τα υδατικά διαλύματα της ξανθάνης επηρεάζονται από τη θερμοκρασία στην οποία διαλύθηκαν και την παρουσία άλλων πολυμερών πέραν της ξανθάνης. Σε μέτριες θερμοκρασίες διάλυσης η ξανθάνη τείνει να δημιουργεί μεγάλο ιξώδες. Επίσης, δρα συνεργιστικά με άλλα κόμμεα, όπως το κόμμι γκουάρ, με σκοπό την αύξηση του ιξώδους (Garcia-Ochoa et al 2000, Palaniraj et al 2011).



Εικόνα 2.5.1.1 Χημική δομή του κόμμεος ξανθάνης

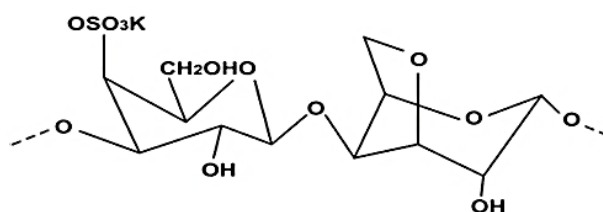
### 2.5.2 Καραγεννάνη

Οι καραγεννάνες αποτελούν υδατοδιαλυτούς πολυσακχαρίτες οι οποίοι βρίσκονται σε αρκετά είδη κόκκινων θαλάσσιων φυκιών. Η βασική δομή της



καραγεννάνης είναι ένας γραμμικός πολυσακχαρίτης ο οποίος αποτελείται από θειικούς ή διθειικούς εστέρες της γαλακτόζης. Ανάλογα με τον αριθμό των θειικών ομάδων που βρίσκονται στους δισακχαρίτες, κατατάσσονται σε κ-, ι- και λ-καραγεννάνη με 1, 2 και 3 ομάδες θειικών αντίστοιχα. Όσο υψηλότερος είναι ο αριθμός των θειικών ομάδων, τόσο μεγαλύτερη είναι η διαλυτότητα της καρραγεννάνης σε ψυχρό περιβάλλον. Για το λόγο αυτό, η διάλυση της κ-καραγεννάνης λαμβάνει χώρα σε θερμό περιβάλλον (Singh Chauhan and Saxena 2016).

Η κ-καραγεννάνη σχηματίζει ισχυρά πήγματα, όταν προστεθεί στο γάλα σε αρκετά μικρές συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στην ηλεκτροστατική αλληλεπίδραση των αρνητικά φορτισμένων καζεινών με τις θετικά φορτισμένες θειικές ομάδες που βρίσκονται στην κ-καραγεννάνη (Saha et al 2010).



Εικόνα 2.5.1.2 Χημική δομή του κόμμεος κ-καραγεννάνης

## 2.6 Προσθήκη Γλυκαντικών

Οι γλυκαντικές ουσίες προστίθενται κατά την παραγωγή γιαουρτιών με φρούτα ή επιδόρπιων γιαουρτιού και σε μερικές περιπτώσεις για την παραγωγή «γλυκού» φυσικού γιαουρτιού, αν και αυτή η περίπτωση είναι εξαιρετικά σπάνια. Ο κύριος λόγος της προσθήκης γλυκαντικών ουσιών είναι για να αντισταθμιστεί η οξύτητα που δημιουργείται στο γιαούρτι λόγω του γαλακτικού οξέος. Η ποσότητα των γλυκαντικών που θα προστεθούν εξαρτάται από παράγοντες όπως το είδος του χρησιμοποιούμενου γλυκαντικού, η προτίμηση των καταναλωτών, το είδος του φρούτου που χρησιμοποιείται, η πιθανή παρεμπόδιση που θα προκαλέσει το γλυκαντικό στην καλλιέργεια εκκίνησης και τα νομοθετικά όρια.

Τα γλυκαντικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι διάφοροι υδατάνθρακες μερικοί από τους οποίους περιγράφονται παρακάτω (Tamime and Robinson 1999):

- **Σουκρόζη (Σακχαρόζη):** Η σουκρόζη αναφέρεται γενικά ως ζάχαρη και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων ως γλυκαντικός παράγοντας. Συνήθως προστίθεται στο γάλα όταν αυτό θερμαίνεται στους 40°C και ακολουθεί καλή ανάδευση για να διαλυθεί πλήρως.

- **Φρουκτόζη:** Η φρουκτόζη με μοριακό τύπο  $C_6H_{12}O_6$  είναι πιο γλυκιά από τη σουκρόζη και τη γλυκόζη. Γενικά, η φρουκτόζη προέρχεται από την μετατροπή του αμύλου, αλλά μπορεί να παραχθεί και από τα σταφύλια.
- **Γλυκόζη:** Καλείται και δεξτρόζη και παράγεται από την υδρόλυση του αμύλου του καλαμποκιού
- **Σιρόπι γλυκόζης/γαλακτόζης:** Παράγεται από τον ορό γάλακτος που είναι παραπροϊόν της παραγωγής τυριού και περιέχει λακτόζη σε περιεκτικότητα 5g/100g. Για τη χρήση του ως γλυκαντική ουσία, πρέπει πρώτα η λακτόζη να υδρολυθεί προς γλυκόζη και γαλακτόζη, γεγονός που επιτυγχάνεται με χρήση ενζύμων.
- **Τεχνητά γλυκαντικά:** Είναι γλυκαντικά τα οποία έχουν αντικαταστήσει τη σουκρόζη, όπως η ασπαρτάμη, η σακχαρίνη, η ακεσουλφάμη και η σουκραλόζη. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, σε αυτά που έχουν λίγες θερμίδες και παρέχουν ενέργεια και σε αυτά που δεν έχουν θερμίδες. Τα γλυκαντικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από ανθρώπους με προβλήματα υγείας όπως διαβήτη ή υψηλή χοληστερόλη (Oliveira et al. 2005).

## 2.7 Ομογενοποίηση

Το γάλα αποτελεί ένα γαλάκτωμα λίπους-νερού και συνεπώς τα λιπαρά έχουν την τάση να διαχωρίζονται από το υπόλοιπο μίγμα, ειδικά κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του γάλακτος εντός του επώαστήρα. Για να αποτραπεί το φαινόμενο αυτό, το γάλα υποβάλλεται σε ανάμιξη υψηλής πίεσης ή ομογενοποίηση.

Είναι γνωστό ότι τα λιποσφαιρία έχουν αρχικά διάμετρο που κυμαίνεται από 1 έως 10 $\mu$ m (με μέση τιμή 3,5 $\mu$ m περίπου). Η ομογενοποίηση έχει ως στόχο να μειώσει τη διάμετρο των λιποσφαιρίων σε τιμές μικρότερες του 1 $\mu$ m και να καταναίμει τα λιποσφαιρίδια ομοιόμορφα στο γάλα, ώστε να μην διαχωρίζονται σχηματίζοντας κρούστα στην επιφάνεια του γιαουρτιού. Παράλληλα, με την ομογενοποίηση παράγεται ένα πολύ πιο σταθερό πήγμα και μειώνεται ο διαχωρισμός του ορού.

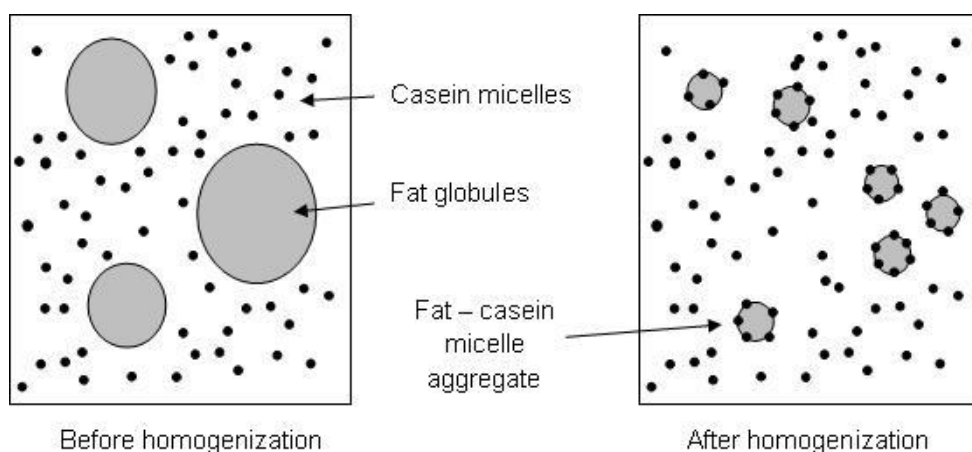
Η θερμοκρασία της ομογενοποίησης πρέπει να είναι άνω των 45°C, διότι σε τέτοιες θερμοκρασίες απενεργοποιούνται οι λιπάσες που περιέχει το γάλα (Massoud et al. 2016). Συνήθως η θερμοκρασία κυμαίνεται από 55 έως 80°C με πίεση ανάμεσα σε 10 έως 20MPa (100-250 bar). Στη βιομηχανία, η ομογενοποίηση λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο, η εφαρμοζόμενη πίεση μειώνει τη διάμετρο των λιποσφαιρίων, ενώ στη συνέχεια το δεύτερο στάδιο εξυπηρετεί δύο βασικές λειτουργίες: (α) παρέχει συνεχή και ελεγχόμενη πίεση στο πρώτο στάδιο βελτιώνοντας έτσι την απόδοση της ομογενοποίησης και (β)

προλαμβάνει τη συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων που μπορεί να προκληθούν μετά το πρώτο στάδιο της ομογενοποίησης.

Για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του γιαουρτιού χρησιμοποιείται η ομογενοποίηση υψηλής πίεσης (High Pressure Homogenization, HPH), όπου εφαρμόζονται πιέσεις άνω των 100MPa. Η HPH επηρεάζει το μέγεθος των λιποσφαιρίων, τις πρωτεΐνες και τους πολυσακχαρίτες αλλάζοντας τις λειτουργικές τους ιδιότητες. Συγκεκριμένα:

- Λόγω της διάσπασης των λιποσφαιρίων, δημιουργείται μεγαλύτερη επιφάνεια στη μεμβράνη τους.
- Τα καζεϊνικά μικκύλια διασπώνται σε μικρότερα τμήματα, απελευθερώνοντας φωσφορικό ασβέστιο και καζεΐνες στην υδατική φάση.
- Οι καζεΐνες προσκολλώνται στην επιφάνεια των λιποσφαιρίων.
- Προκαλούνται χημικές αλλαγές στη δομή των πρωτεϊνών, εκθέτοντας τις υδρόφοβες περιοχές τους.
- Σε πιέσεις μέχρι 100MPa, οι χημικές αλλαγές των πρωτεϊνών είναι αναστρέψιμες, ωστόσο σε πιέσεις άνω των 200MPa προκαλείται μετουσίωση των πρωτεϊνών.
- Οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος μετουσιώνονται και μπορούν να προσδεθούν στις καζεΐνες και στα λιποσφαιρίδια .

(Tamime and Robinson 1999, Massoud et al. 2016, Chandan 2006).



Εικόνα 2.7.1 Επίδραση της ομογενοποίησης στα λιποσφαιρίδια του γάλακτος (fat globules)

## 2.8 Θερμική κατεργασία

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η θέρμανση του γάλακτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία μέθοδος για την αύξηση των στερεών του γάλακτος. Ωστόσο, στην παραγωγή γιαουρτιού, η θέρμανση του γάλακτος προσφέρει και άλλα πλεονεκτήματα, όπως:

- Μείωση και εξαφάνιση των παθογόνων και άλλων ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.
- Δημιουργία παραγόντων που υποβοηθούν την καλλιέργεια εκκίνησης του γιαουρτιού.
- Αλλαγές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των συστατικών του γάλακτος που σχετίζονται με την παραγωγή γιαουρτιού.

Ο χρόνος και η θερμοκρασία που εφαρμόζεται κατά την παστερίωση του γάλακτος κυμαίνεται από 65°C για 1-8s (θέρμισμα) έως 150°C για 1-3s (αποστείρωση). Αναλυτικότερα οι συνθήκες των θερμικών κατεργασιών που χρησιμοποιούνται στο γάλα δίνονται στον *Πίνακα 2.8.1*.

*Πίνακας 2.8.1 Θερμοκρασία και χρόνος για την θερμική κατεργασία του γάλακτος (Tamime and Robinson, 1999)*

Χρόνος	Θερμοκρασία (°C)	Κατεργασία	
1-8 s	≤65	Θέρμισμα	Κύριος στόχος είναι η καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων. Δεν προκαλεί άλλες αλλαγές.
30 min	65	Μερική Παστερίωση	Καταστροφή σχεδόν όλων των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκονται στο γάλα, αλλά όχι όλων των βλαστικών κυττάρων των μικροοργανισμών.
15s	72	Παστερίωση	Απενεργοποίηση μερικών ενζύμων Οι πρωτεΐνες του ορού παραμένουν αναλλοίωτες. Η γεύση διατηρείται.
4-20 s	85	Υψηλή παστερίωση	Καταστροφή όλων των βλαστικών κυττάρων, αλλά όχι των βακτηριακών σπορίων. Τα περισσότερα ένζυμα καταστρέφονται, αλλά όχι οι βακτηριακές πρωτεΐνες και λιπάσες. Μετουσίωση των πρωτεϊνών ορού γάλακτος.
30min	85		
5 s	90-95		
4-20min	110-120	Αποστείρωση	Καταστροφή όλων των μικροοργανισμών και των σπορίων.
2-20 s	135-150	Αποστείρωση υψηλής θερμοκρασίας (UHT)	Επηρεάζονται οι χημικές αλλαγές, το χρώμα και η γεύση του γάλακτος Πιθανόν να μην αρκεί για την απενεργοποίηση όλων των ενζύμων

Οι θερμοκρασίες παστερίωσης και αποστείρωσης προκαλούν μεταβολές στις πρωτεΐνες του γάλακτος, στα ένζυμα, στην μεμβράνη των λιποσφαιρίων, σε ορισμένες βιταμίνες και στα μεταλλικά στοιχεία (Chandal 2006).

Όσον αφορά τους μικροοργανισμούς, έχει παρατηρηθεί ότι σε θερμοκρασίες 85-95°C οι περισσότεροι από αυτούς καταστρέφονται. Ωστόσο, ορισμένα σπόρια ή κάποια θερμοάντοχα ένζυμα μπορεί να επιβιώσουν. Για παράδειγμα, οι πεπτιδικές λιπάσες και υδρολάσες, που είναι θερμικώς σταθερά ένζυμα, απαιτούν πιο έντονη θερμική επεξεργασία (150°C) για την αδρανοποίησή τους.

Κατά τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος, δημιουργούνται ευνοϊκές ή παρεμποδιστικές συνθήκες για τον μετέπειτα εμβολιασμό του γάλακτος με την οξυγαλακτική καλλιέργεια. Έχει παρατηρηθεί ότι λαμβάνει χώρα ένας κύκλος ανάλογα με τη θερμοκρασία που εφαρμόζεται στο γάλα, σύμφωνα με τον οποίο δημιουργείται εναλλάξ ενεργοποίηση και παρεμπόδιση στην οξυγαλακτική καλλιέργεια. Αναλυτικότερα, στους 62°C-72°C για 30min έως 40 min αντίστοιχα υπάρχει ενεργοποίηση. Αντίθετα, στους 72°C για 45 min, στους 82°C για 10-120 min ή στους 90°C για 1-45 min παρατηρείται παρεμπόδιση. Έπειτα στους 90°C για 60-180min ή στους 120°C για 15-30 min ενισχύεται ξανά η δράση της οξυγαλακτικής καλλιέργειας, ενώ η αποστείρωση στους 120°C για περισσότερο από 120min παρεμποδίζει την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Ο κύκλος αυτός οφείλεται στις αλλαγές που συμβαίνουν στη συγκέντρωση των καζεϊνών στο γάλα και στη μετατροπή των θεικών σε τοξικές ενώσεις (Tamime and Robinson 1999, Quigley et al. 2013).

Οι πιθανές φυσικοχημικές μεταβολές που μπορεί να προκληθούν κατά τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος περιλαμβάνουν (Walstra 2006):

- Τα αέρια, συμπεριλαμβανομένου και του CO<sub>2</sub>, απομακρύνονται εν μέρει (εάν αυτό είναι εφικτό από τον εξοπλισμό θέρμανσης). Η απώλεια του O<sub>2</sub> είναι σημαντική για το ρυθμό των αντιδράσεων οξειδωσης κατά τη διάρκεια της θέρμανσης και για το ρυθμό ανάπτυξης ορισμένων βακτηρίων. Η απώλεια των αερίων είναι αναστρέψιμη, ωστόσο η πρόσληψη από τον αέρα ίσως διαρκέσει πολύ.
- Η ποσότητα των κολλοειδών φωσφορικών αυξάνεται, αλλά η συγκέντρωση του Ca<sup>2+</sup> μειώνεται. Η αλλαγή αυτή είναι αναστρέψιμη, αλλά σε πολύ αργό ρυθμό.
- Η λακτόζη ισομερίζεται και αποσυντίθεται εν μέρει για να αποφέρει λακτουλόζη και οργανικά οξέα.

- Οι φωσφορικοί εστέρες, ειδικά εκείνοι της καζεΐνης, υδρολύονται. Τα φωσφολιπίδια επίσης διασπώνται. Συνεπώς, η ποσότητα ανόργανου φωσφόρου αυξάνεται.
- Η τιμή του pH του γάλακτος μειώνεται κυρίως λόγω των παραπάνω αλλαγών.
- Οι περισσότερες από τις πρωτεΐνες του ορού μετουσιώνονται και καθίστανται έτσι αδιάλυτες.
- Μέρος των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος (ειδικά η β-γαλακτοσφαιρίνη) συνδέεται ομοιοπολικά με την κ-καζεΐνη και με άλλες πρωτεΐνες της μεμβράνης των λιποσφαιρίων.
- Τα ένζυμα αδρανοποιούνται.
- Λαμβάνουν χώρα αντιδράσεις μεταξύ των πρωτεϊνών και της λακτόζης, ιδιαίτερα αντιδράσεις Maillard. Αυτό συνεπάγεται απώλεια της λυσίνης.
- Δημιουργούνται ελεύθερες ομάδες σουλφυδρυλίων. Αυτό προκαλεί για παράδειγμα μείωση του δυναμικού οξειδοαναγωγής.
- Συμβαίνουν και άλλες αντιδράσεις μεταξύ των πρωτεϊνών, όπως η συσσωμάτωση των μικκυλίων της καζεΐνης τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε σχηματισμό πηγματος.
- Υπάρχουν αλλαγές στη μεμβράνη των λιποσφαιριδίων όπως η περιεκτικότητά του σε Cu
- Ορισμένες πρωτεΐνες υποβαθμίζονται.

Πίνακας 2.8.2 Μεταβολές που προκαλεί η θέρμανση στα συστατικά του γάλακτος (Μάντη, 2000, Tamime and Robinson 1999)

Συστατικό και είδος μεταβολής	Επίδραση στην ποιότητα του γιαουρτιού
<p><b>Πρωτεΐνες ορού</b>                      -Μετουσίωση και σχηματισμός σύμπλοκων μορίων μεταξύ α-γαλακταλβουμίνης (α-La) και β-γαλακτοσφαιρίνης (β-Lg) και σύνδεση με κ-καζεΐνη                      -Παραγωγή ενεργών σουλφυδρικών ομάδων (-SH)                      -Μετουσίωση και συσσωμάτωση ανοσοσφαιρινών</p>	<p>Αύξηση ικανότητα συγκράτησης ύδατος, μείωση τάσης συναίρεσης, αύξηση ιξώδους, σταθερότητα πήγματος                      Μείωση Eh, μείωση οξειδωτικών αντιδράσεων, γεύση «βρασμένου»                      Παρεμπόδιση σχηματισμού κορυφής</p>
<p><b>Καζεΐνες</b>                      Μερική υδρόλυση, απελευθέρωση γλυκοπεπτιδίων από κ-καζεΐνη, αποφωσφορλίωση</p>	<p>Επίδραση στην πεπτικότητα και γευστικότητα</p>
<p><b>Ένζυμα</b>                      Αδρανοποίηση</p>	<p>Μείωση της τάσης προς υδρολυτική τάγγιση ή απόκτηση πικρής γεύσης.</p>
<p><b>Ελεύθερα αμινοξέα</b>                      Διάσπαση, σχηματισμός λυσινοαλανίνης</p>	<p>Σχηματίζονται προϊόντα που δίνουν γεύση και άρωμα</p>
<p><b>Υδατάνθρακες</b>                      Διάσπαση προς οργανικά οξέα, φουρφοουράλη και υδρομεθυλοφουρφοουράλη, αντίδραση με αμινοξέα (αντίδραση Maillard)</p>	<p>Μείωση pH και Eh.                      Παραγωγή μυρμηκικού οξέος.                      Καλύτερη ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων.                      Καλύτερο άρωμα.</p>
<p><b>Λίπη</b>                      Σχηματισμός λακτονών, μεθυλοκετονών και άλλων πτητικών κετονών</p>	<p>Συμβολή στο άρωμα και τη γεύση</p>
<p><b>Βιταμίνες</b>                      Μερική καταστροφή (έως 60%) των βιταμινών B1, B12, B6, C και φολικού οξέος</p>	<p>Μικρή υποβάθμιση της θρεπτική αξίας</p>
<p><b>Άλατα</b>                      Ανακατανομή Ca, P, Mg μεταξύ της κολλοειδούς και υδατοδιαλυτής φάσης</p>	<p>Μείωση pH, τροποποίηση δομής μικκυλίων καζεΐνης και μείωση του χρόνου πήξης</p>
<p><b>Μικροοργανισμοί</b>                      Καταστροφή παθογόνων καθώς και εκείνων που επηρεάζουν την ποιότητα (ζύμες, μύκητες, κολοβακτήρια)</p>	<p>Εξασφάλιση της δημόσιας υγείας.                      Αύξηση του χρόνου συντήρησης</p>
<p><b>Αέρια</b>                      Μείωση διαλυμένου O, N, CO<sub>2</sub></p>	<p>Ευνοεί την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων</p>

## 2.9 Εμβολιασμός - Επώαση

### 2.9.1 Γενικά

Οι καλλιέργειες εκκίνησης είναι επιλεγμένοι μικροοργανισμοί οι οποίοι προστίθενται στο γάλα για να ξεκινήσουν και να επιτύχουν την επιθυμητή ζύμωση υπό ελεγχόμενες συνθήκες κατά την παραγωγή ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων. Παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση, στο άρωμα και στην υφή που θα έχει το τελικό προϊόν καθώς επίσης προσφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία (Ozer et al. 2015). Για την παραγωγή του γιαουρτιού έχει επικρατήσει η χρήση της οξυγαλακτικής καλλιέργειας που αποτελείται από το *Streptococcus thermophilus* και το *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Η συμβίωσή τους βασίζεται στην ανταλλαγή των μεταβολιτών που είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη καθενός βακτηρίου στο γάλα (Sasaki et al. 2014).

Κατά την παρασκευή του γιαουρτιού, το θερμικά επεξεργασμένο γάλα ψύχεται στη θερμοκρασία επώασης της οξυγαλακτικής καλλιέργειας. Γενικά, η θερμοκρασία που επιλέγεται για την ζύμωση του γάλακτος είναι 40-45°C, διότι έχει αποδειχθεί ότι είναι η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της χρησιμοποιούμενης συμβιωτικής καλλιέργειας. Αμέσως μετά τον εμβολιασμό του γάλακτος με την απαιτούμενη ποσότητα της καλλιέργειας, η επώαση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε χωριστά κύπελλα για την παραγωγή συνεκτικού (set) γιαουρτιού είτε μέσα στη δεξαμενή για την παρασκευή αναμεμιγμένου (stirred) γιαουρτιού. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τον τύπο του γιαουρτιού που παρασκευάζεται, η καλλιέργεια που χρησιμοποιείται και οι βιοχημικές αντιδράσεις με τις οποίες σχηματίζεται το πήγμα είναι ακριβώς οι ίδιες (Tamime and Robinson 1999, Tamime 2006).

### 2.9.2 Οξυγαλακτική καλλιέργεια

Τα γενικά χαρακτηριστικά των οξυγαλακτικών βακτηρίων είναι: θετικά κατά Gram, μη σπορογόνα, αρνητικά σε καταλάση, χωρίς κυτόχρωμα, αναερόβια αλλά αεροαναεκτικά, ευαίσθητα και απαιτητικά σε θρεπτικά συστατικά και οξεοάντοχα.

Όπως αναφέρθηκε, κύριος σκοπός της καλλιέργειας εκκίνησης που προστίθεται στο γάλα είναι να επιφέρει χημικές, διατροφικές και αισθητικές αλλαγές. Πιθανώς, η πιο σημαντική ιδιότητα των οξυγαλακτικών βακτηρίων είναι η ικανότητά τους να παράγουν γαλακτικό οξύ από την ζύμωση των υδατανθράκων. Επισημαίνεται ότι τα οξυγαλακτικά βακτήρια μπορεί να

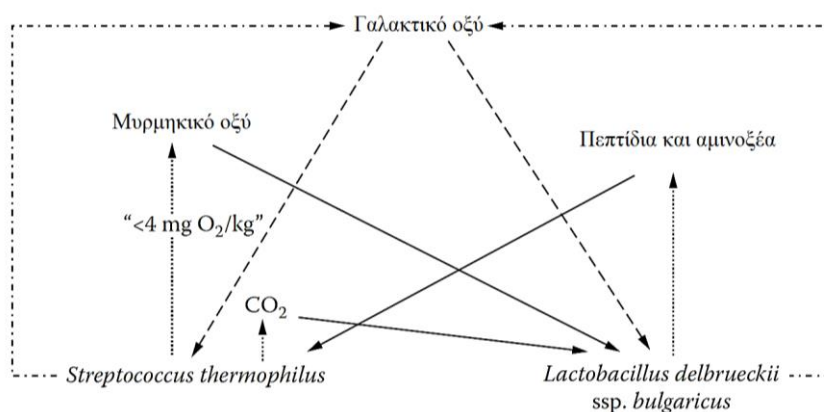


αλλάξουν το μεταβολισμό τους υπό διαφορετικές συνθήκες και να προκύψει ένα διαφορετικό προϊόν. (Ozer 2015).

Το γένος *Streptococcus* περιλαμβάνει 27 είδη, ωστόσο μόνο ένα είδος χρησιμοποιείται στις οξυγαλακτικές καλλιέργειες, ο *Streptococcus Salivarius subsp. Thermophilus*. Πρόκειται για κόκκο ο οποίος διατάσσεται σε ζεύγη ή αλυσίδες που μερικές φορές είναι πολύ μακριές. Ζυμώνει σάκχαρα ομοζυγωτικά παράγοντας (L-) γαλακτικό οξύ. Τέλος, αναπτύσσεται σε άριστη θερμοκρασία 40-45°C.

Το γένος *Lactobacillus* είναι μία μεγάλη ομάδα ραβδόμορφων βακίλλων που το σχήμα τους ποικίλλει από μακρύ και λεπτό έως κοίλο και κοντό. Διαχωρίζονται σε θερμοφίλους και σε μεσόφιλους. Ο *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* είναι το είδος που χρησιμοποιείται στην οξυγαλακτική καλλιέργεια του γιαουρτιού. Εμφανίζεται σε αλυσίδες ραβδίων και ζυμώνει σάκχαρα παράγοντας από τη λακτόζη (D+) γαλακτικό οξύ. Ως μεσόφιλος μικροοργανισμός, η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξής του είναι στους 45°C.

Η συνεργιστική δράση του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus* οφείλεται στις ευνοϊκές συνθήκες που δημιουργούν τα βακτήρια αυτά για την ανάπτυξή τους. Η δράση αυτή λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια. Αρχικά, ο *L. bulgaricus* διεγείρει την ανάπτυξη του *S. Thermophilus* ελευθερώνοντας τα απαραίτητα αμινοξέα από την καζεΐνη μέσω της πρωτεολυτικής του δράσης. Σε αυτό το στάδιο ο *L. bulgaricus* αναπτύσσεται αργά. Κατά το τέλος του πρώτου σταδίου, η ανάπτυξη του *S. Thermophilus* επιβραδύνεται λόγω της υψηλής συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος. Όταν ο *S. Thermophilus* έχει παραγάγει αρκετό μυρμηκικό οξύ, το οποίο διεγείρει την ανάπτυξη του *L. bulgaricus*, ξεκινά το δεύτερο στάδιο. Αυτή η θετική αλληλεπίδραση στην ανάπτυξη μεταξύ των δύο βακτηρίων έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία παραγωγή του γαλακτικού οξέος (Walstra et al. 2006, Tracho 2002, Widyastuti et al. 2013).



Εικόνα 2.9.2.1 Παραγωγή γαλακτικού οξέος από τους *L. bulgaricus* και *S. Thermophilus*

### 2.9.3 Παραγόμενα συστατικά

Κατά τη δράση του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus* παράγονται ορισμένα συστατικά τα οποία αναφέρονται παρακάτω.

- **Γαλακτικό οξύ:**

Και τα δύο βακτήρια παράγουν γαλακτικό οξύ από τη γλυκόζη. Η γαλακτόζη που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης της λακτόζης δεν μετατρέπεται. Ως εκ τούτου, η μοριακή συγκέντρωση της γαλακτόζης αυξάνεται καθώς η συγκέντρωση της λακτόζης μειώνεται. Το μεγαλύτερο μέρος της γλυκόζης αποσυντίθεται με ομοζυγωτικό τρόπο. Ο *S. Thermophilus* σχηματίζει L(+) και ο *L. bulgaricus* D(-) γαλακτικό οξύ. Τα ισομερή παράγονται σε σχεδόν ίσες ποσότητες. CO<sub>2</sub>, οξικό οξύ και αιθανόλη παράγονται επίσης αλλά σε μικρές ποσότητες. Το περιεχόμενο οξικό οξύ του γιαουρτιού είναι 30 έως 50 mg/kg (0.5 to 0.8 mM) και η περιεκτικότητα σε αιθανόλη είναι 10 έως 40 mg/kg (0.2 to 0.7 mM). Τέλος, η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε γαλακτικό οξύ είναι 0,7% έως 0,9% κατά βάρος (80-100mM)

- **Ακεταλδεΐδη:**

Το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο για το χαρακτηριστικό άρωμα στο γιαούρτι. Παράγεται κυρίως από το *L. Bulgaricus*. Η περιεχόμενη ακεταλδεΐδη στο γιαούρτι είναι περίπου 10 mg/kg (0.2 mM).

- **Διακετύλιο:**

Ο *S. thermophilus* και, σε μικρότερο βαθμό, ο *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus* σχηματίζουν διακετύλιο. Τα βακτήρια αυτά δεν αποσυνθέτουν το κιτρικό οξύ. Ως εκ τούτου το πυροσταφυλικό οξύ που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης της γλυκόζης αποτελεί το μόνο συστατικό στο γιαούρτι που είναι πρόδρομο του διακετυλίου. Το περιεχόμενο διακετύλιο στο γιαούρτι είναι 0,8 έως 1,5 mg/kg (0,01 έως 0,02 mM).

- **Πολυσακχαρίτες:**

Τα βακτήρια που βρίσκονται στο γιαούρτι μπορούν να σχηματίσουν ένα στρώμα αλυσίδων πολυσακχαριτών, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από γαλακτόζη και άλλα γλυκίδια και επειδή αυτά μπορεί να εκκριθούν στην υδατική φάση καλούνται εξω-πολυσακχαρίτες. Παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη σύσταση του γιαουρτιού, ιδιαίτερα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού.

#### 2.9.4 Σχηματισμός πήγματος

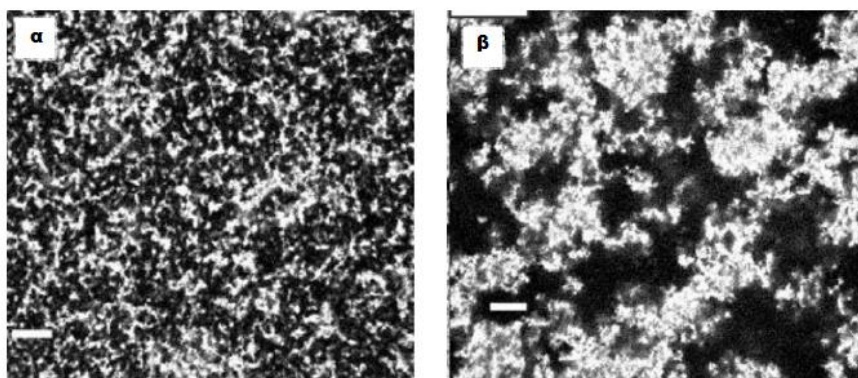
Είναι προφανές ότι ο σχηματισμός του πήγματος στο γιαούρτι είναι αποτέλεσμα βιολογικών και φυσικών δράσεων των συστατικών του γάλακτος, και συνεπώς παίζουν ρόλο η σύσταση του γάλακτος, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος και η ζύμωση της λακτόζης από την οξυγαλακτική καλλιέργεια.

Κατά την όξινη πήξη του γάλακτος, προκαλείται διάσπαση των εσωτερικών μικκυλίων της καζεΐνης λόγω της διαλυτοποίησης του φωσφορικού ασβεστίου. Καθώς οι καζεΐνες προσεγγίζουν το ισοηλεκτρικό τους σημείο ( $pH=4,6$ ) το αρνητικό φορτίο των καζεϊνών μειώνεται, μειώνοντας έτσι την ηλεκτροστατική απώθηση των φορτισμένων ομάδων. Η αύξηση της ηλεκτροστατικής έλξης, αλλά και η έλξη των πρωτεϊνών αυξάνεται μέσω των υδροφοβικών αλληλεπιδράσεων. Οι φυσικοχημικοί μηχανισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά τη δημιουργία του πήγματος του γιαουρτιού μπορεί να ταξινομηθούν σε 3 περιοχές με βάση το  $pH$  τους (Tamime and Robinson 1999, Lee and Lucye 2003, Tamime 2006):

- Σε  $pH=6,6-6,0$  : Η παρουσία του γαλακτικού οξέος έχει ως συνέπεια το αρνητικό φορτίο των καζεϊνικών μικκυλίων να μειώνεται, γεγονός που προκαλεί μείωση στην ηλεκτροστατική απώθησή τους. Δεδομένου ότι μόνο μία μικρή ποσότητα φωσφορικού ασβεστίου διαλυτοποιείται, το μέγεθος των καζεϊνικών μικκυλίων παραμένει αμετάβλητο περίπου  $0,1\mu m$  και η διασπορά τους είναι ομοιόμορφη στο γάλα.
- Σε  $pH=6,0-5,0$  : Το φορτίο των αρνητικά φορτισμένων καζεϊνικών μικκυλίων μειώνεται δραματικά, με συνέπεια να μειώνεται η ηλεκτροστατική απώθηση και η στερεοχημική σταθεροποίησή τους, που είναι υπεύθυνες για τη σταθερότητα των καζεϊνικών μικκυλίων στο αρχικό γάλα. Αυξάνεται η διαλυτότητα του φωσφορικού ασβεστίου, αποδυναμώνοντας την εσωτερική δομή των καζεϊνικών μικκυλίων και αυξάνοντας την ηλεκτροστατική απώθηση των εκτεθειμένων υπολειμμάτων φωσφοσερίνης. Το φωσφορικό ασβέστιο που περιέχεται στα μικκύλια διαλυτοποιείται πλήρως σε  $pH=5,0$ . Επισημαίνεται ότι όταν λαμβάνουν χώρα αυτές οι αλληλεπιδράσεις των μικκυλίων, το πήγμα που σχηματίζεται, δεν πρέπει να διαταράσσεται.
- $pH\leq 5,0$  : Όσο το  $pH$  του γάλακτος πλησιάζει το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης, δημιουργούνται συσσωματώματα μικκυλίων σε υψηλές συγκεντρώσεις, τα οποία είναι μεγαλύτερα σε σχέση με εκείνα του προηγούμενου σταδίου αφού ευνοούνται από τις υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις. Τελικά, σε  $pH=4,5$  η διαδικασία οξίνισης έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό τρισδιάστατου δικτύου που αποτελείται από συστάδες και αλυσίδες καζεϊνών.

Επισημαίνεται ότι το γάλα που προορίζεται για παραγωγή γιαουρτιού υπόκειται σε έντονη θερμική επεξεργασία (90°C για 5-10min), η οποία έχει αξιοσημείωτη επίδραση στο τελικό προϊόν. Οι θερμοκρασίες άνω των 90°C προκαλούν μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος (ειδικά της β-γαλακτοσφαιρίνης), οι οποίες μέσω των δισουλφιδικών δεσμών είτε συνδέονται με τα καζεϊνικά μικκύλια είτε σχηματίζουν διαλυτά συσσωματώματα. Αυτό έχει ως συνέπεια την αυξημένη σταθερότητα του τελικού πηγματος λόγω της αύξησης του αριθμού και της συνεκτικότητας των δεσμών που έχουν δημιουργηθεί.

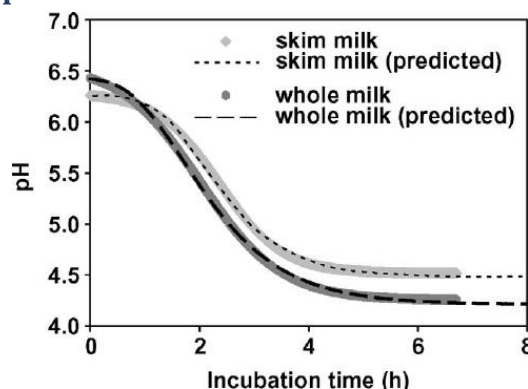
Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η διαδικασία της ζύμωσης του γάλακτος λαμβάνει χώρα είτε μέσα στα κύπελλα διανομής όταν πρόκειται να παραχθεί συνεκτικό γιαούρτι, είτε μέσα στη δεξαμενή επώασης όταν πρόκειται να παραχθεί αναμεμιγμένο γιαούρτι. Στη δεύτερη περίπτωση, κατά την ολοκλήρωση της ζύμωσης του γάλακτος, διαταράσσεται και αναμιγνύεται το πήγμα το οποίο στη συνέχεια διανέμεται στα κύπελλα. Σύμφωνα με τη μελέτη των Lee and Lucey (2006), το πήγμα του συνεκτικού γιαουρτιού που παράγεται επηρεάζει άμεσα το αντίστοιχο αναμεμιγμένο γιαούρτι που θα παραχθεί από αυτό. Ένα ασθενές πρωτεϊνικό σύμπλεγμα με αραιή διάταξη των πρωτεϊνών στο χώρο, οδηγεί σε αναμεμιγμένο γιαούρτι με πολύ χαμηλότερο ιξώδες.



*Εικόνα 2.9.4.1 Μικροδομή (α) συνεκτικού γιαουρτιού και (β) αναμεμιγμένου γιαουρτιού (Lee and Lucey 2006)*

Στην *Εικόνα 2.9.4.1* παρουσιάζεται η μικροδομή του συνεκτικού και του αντίστοιχου αναμεμιγμένου γιαουρτιού. Όπως διακρίνεται, το αναμεμιγμένο γιαούρτι έχει πολύ πιο πυκνά πρωτεϊνικά συσσωματώματα σε σχέση με το συνεκτικό γιαούρτι. Αυτό ίσως οφείλεται στην ανάδευση, η οποία διαταράσσοντας το αρχικό πήγμα οδηγεί στη σύγκρουση των σωματιδίων και τελικά στον σχηματισμό ασθενών συσσωματωμάτων (Lee and Lucey 2006).

## 2.9.5 Μοντέλο Gompertz



Εικόνα 2.9.5.1 Διάγραμμα του pH συναρτήσει του χρόνου κατά το στάδιο της επώασης του γιαουρτιού για το πλήρες (whole) και το αποβουτυρωμένο (skim) γάλα

Κατά την οξυγαλακτική ζύμωση του γάλακτος προς γιαούρτι η καμπύλη μεταβολής του pH με το χρόνο όπως προκύπτει είναι σιγμοειδής και τα τρία τμήματα αυτής αντιστοιχούν: το 1<sup>ο</sup> τμήμα με μικρή κλίση στη δράση του *S. Thermophilus*, το 2<sup>ο</sup> με μεγάλη κλίση στη δράση και των δύο βακτηρίων και τέλος το 3<sup>ο</sup> τμήμα με μικρή επίσης κλίση στη δράση του *L. bulgaricus* (Soukoulis et al. 2007).

Η μεταβολή του pH με το χρόνο ζύμωσης μπορεί να περιγραφεί από το τροποποιημένο μοντέλο Gompertz για την ανάπτυξη των βακτηρίων:

$$pH = pH_0 + (pH_{\infty} - pH_0) \cdot \exp \left\{ - \exp \left[ \frac{\mu \cdot e}{pH_{\infty} - pH_0} \cdot (\lambda - t) + 1 \right] \right\}$$

Όπου,

$pH_0$  : η αρχική τιμή του pH

$pH_{\infty}$  : η τιμή του pH στο τέλος της ζύμωσης

$\mu$  : ο μέγιστος ρυθμός μείωσης του pH

$\lambda$  : ο χρόνος διάρκειας της 1<sup>ης</sup> φάσης

Κατ' ανάλογο τρόπο η μεταβολή του ιξώδους του οξιζόμενου γάλακτος κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μπορεί επίσης να περιγραφεί από το τροποποιημένο μοντέλο του Gompertz:

$$\mu_{\alpha} = \mu_{\alpha 0} + (\mu_{\alpha 0} - \mu_{\alpha \infty}) \cdot \exp \left\{ - \exp \left[ \frac{\mu \cdot e}{(\mu_{\alpha 0} - \mu_{\alpha \infty})} \cdot (\lambda - t) + 1 \right] \right\}$$

Όπου,

$\mu_{\alpha 0}$  : αρχική τιμή φαινόμενου ιξώδους

$\mu_{\alpha \infty}$  : η τιμή του φαινόμενου ιξώδους στο τέλος της ζύμωσης

$\mu$  : ο μέγιστος ρυθμός αύξησης του φαινόμενου ιξώδους

$\lambda$ : ο χρόνος διάρκειας της 1<sup>ης</sup> φάσης

## 2.10 Ψύξη

Κατά την παραγωγή του γιαουρτιού, η ψύξη του αποτελεί μία γνωστή μέθοδο για τον έλεγχο των μεταβολικών δράσεων της καλλιέργειας που έχει χρησιμοποιηθεί ως εμβόλιο και των ενζύμων που αυτή περιέχει. Οι μικροοργανισμοί που περιέχει το γιαούρτι είναι μεσόφιλοι και έχουν μικρή ικανότητα ανάπτυξης στους 10°C. Για το λόγο αυτό, αμέσως μετά την επώαση του γιαουρτιού στους 45°C, μεταφέρεται το γιαούρτι προς ψύξη σε θερμοκρασίες μικρότερες των 10°C (ιδανικά 5°C) όσο πιο γρήγορα γίνεται ώστε με αυτό τον τρόπο να ελέγχεται η τελική οξύτητα στο γιαούρτι. Η διαδικασία της ψύξης λαμβάνει χώρα σε ένα στάδιο ή σε δύο στάδια (Tamime and Robinson 1999).

- **Ψύξη ενός σταδίου**

Σε αυτή τη διαδικασία, το πηγμένο προϊόν ψύχεται απευθείας από τη θερμοκρασία επώασης, στους 10°C, πριν την προσθήκη αρωματικών και τη συσκευασία του. Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στην υπόθεση ότι το πήγμα είναι πιο σταθερό σε αυτή τη θερμοκρασία σε σχέση με ένα πήγμα που ψύχεται σε θερμοκρασία 20°C, συνεπώς υπάρχουν λιγότερες καταστροφές στα επόμενα στάδια, όπως κατά την προσθήκη φρούτων/αρωματικών ή κατά τη συσκευασία. Στην πραγματικότητα, το πήγμα στη θερμοκρασία των 20°C είναι λιγότερο ιξώδες με συνέπεια, το προϊόν να μπορεί να μεταφερθεί από το ένα τμήμα του εξοπλισμού στο άλλο με ελάχιστες δομικές αλλαγές. Συνεπώς, η μονοφασική ψύξη δεν χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία. Επιπλέον, η πολύ ταχεία ψύξη μπορεί να οδηγήσει σε διαχωρισμό ορού γάλακτος, λόγω της γρήγορης συστολής της πρωτεϊνική μήτρας, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τις υδρόφιλες ιδιότητες.

- **Ψύξη δύο σταδίων**

Η πρώτη φάση της ψύξης περιλαμβάνει την μείωση της θερμοκρασίας του πηγματος από τους 45°C στους 20°C πριν την προσθήκη αρωματικών και άλλων ουσιών, με σκοπό να μην υπάρξει περαιτέρω αύξηση της οξύτητας. Το δεύτερο στάδιο της ψύξης λαμβάνει χώρα σε ψυγείο στο οποίο το γιαούρτι ψύχεται σε θερμοκρασίες κάτω των 10°C (συνήθως 5°C). Η τελική ψύξη του γιαουρτιού λαμβάνει χώρα επομένως στο κύπελλο λιανικής πώλησης, όπου το πήγμα παραμένει αδιατάρακτο κατά την αποθήκευσή του για 1-2 ημέρες με συνέπεια τη δημιουργία ακόμη πιο βελτιωμένου ιξώδους.



## 2.11 Προσθήκη φρούτων και αρωματικών

Μετά την ψύξη του γιαουρτιού στους 20°C, μπορεί να προστεθούν τα φρούτα και οι αρωματικές ουσίες ή ακόμα και χρωστικές για να κάνουν πιο δελεαστικό το προϊόν.

Τα φρούτα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν είναι φρέσκα ή κονσερβοποιημένα. Τα φρέσκα φρούτα λόγω της εποχιακής μη διαθεσιμότητάς τους δεν προτιμώνται στις μεγάλες βιομηχανίες. Αντίθετα, είναι ευρέως διαδεδομένη η χρήση κονσερβοποιημένων φρούτων τα οποία μπορεί να περιέχουν ζάχαρη, συντηρητικά, χρωστικές ή σταθεροποιητές που βελτιώνουν το ιξώδες του τελικού προϊόντος.

Η θερμική επεξεργασία που υπόκεινται τα φρούτα έχει ως συνέπεια τη μείωση των χαρακτηριστικών της γεύσης και της οσμής τους. Συνεπώς, η προσθήκη των αρωματικών μπορεί να εξισορροπήσει αυτή την απώλεια και να προκύψει ένα νόστιμο προϊόν. Τα αρωματικά που προστίθενται μπορεί να είναι φυσικής προέλευσης ή συνθετικές ουσίες.

Τέλος, επισημαίνεται ότι το είδος και η ποσότητα των φρούτων, αρωματικών και χρωστικών που προστίθενται στο γιαούρτι, μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα και τα όρια ορίζονται από τη νομοθεσία της εκάστοτε χώρας (Tamime and Robinson 1999, Bylund 1995).

## 2.12 Συσκευασία

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στη συσκευασία του γιαουρτιού πρέπει να προστατεύουν το προϊόν από την αφυδάτωση, τις επιμολύνσεις, την απώλεια του αρώματος ή την απόκτηση οσμών από το περιβάλλον. Παράλληλα πρέπει να μην αντιδρούν με τα συστατικά του γιαουρτιού, να είναι ανθεκτικά στα οργανικά οξέα και να διατηρούν ορισμένο σχήμα.

Στην πράξη το γιαούρτι συσκευάζεται σε πλαστικά κύπελλα από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), πολυστυρένιο ή πολυαιθυλένιο, όλα με ειδικές προδιαγραφές σκληρότητας, ανθεκτικότητας και διαπερατότητας. Το μέγεθος της συσκευασίας εξαρτάται από τις ανάγκες της αγοράς, κυριαρχεί όμως το κύπελλο των 220-250g. Μικρές ποσότητες γιαουρτιού συσκευάζονται και σε πήλινα δοχεία (Μάντης 2000).

### **3. Είδη Γιαουρτιού – Παραγωγική διαδικασία**

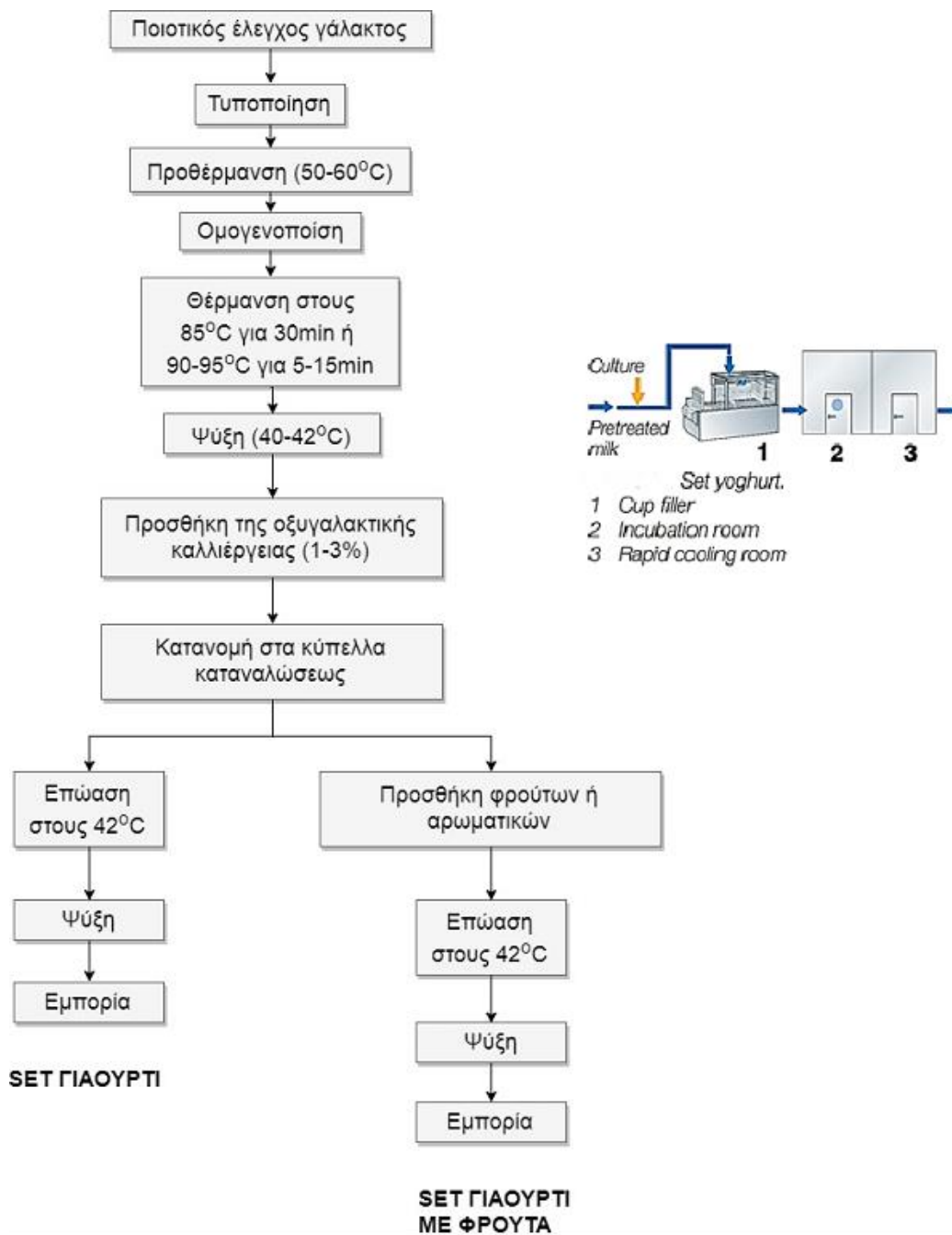
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και αναλύεται η παραγωγική διαδικασία του συνεκτικού, του αναμεμιγμένου, του στραγγιστού, του πόσιμου και του παγωμένου γιαουρτιού (Tamime and Robinson 1999, Nakazawa and Hasono 1992, Chandan 2006, Bylund 1995, Lee and Lucy 2010).

#### **3.1 Συνεκτικό Γιαούρτι (Set)**

Η παρασκευή του συνεκτικού γιαουρτιού, το οποίο αποκαλείται και φυσικό γιαούρτι περιλαμβάνει τα εξής στάδια: το γάλα αναμιγνύεται με τα απαραίτητα συστατικά, παστεριώνεται και ομογενοποιείται, ψύχεται στη θερμοκρασία επώασης όπου εμβολιάζεται με την οξυγαλακτική καλλιέργεια. Ακολούθως, το μίγμα αδειάζεται σε κύπελλα τα οποία οδηγούνται προς επώαση και στη συνέχεια προς ψύξη. Επισημαίνεται ότι τα κύπελλα βρίσκονται καθ' όλη τη διάρκεια πάνω σε παλέτες, ώστε να μην διαταραχθεί το πήγμα κατά τη μεταφορά του. Μπορεί να παρασκευαστούν συνεκτικά γιαούρτια τα οποία περιέχουν σταθεροποιητές, γλυκαντικά, φρούτα και αρωματικά. Η προσθήκη των φρούτων και των άλλων γλυκαντικών συστατικών πρέπει να γίνεται στα κύπελλα, πριν αυτά πληρωθούν με το ζυμωμένο γάλα.

Κατά το στάδιο του εμβολιασμού του γάλακτος με την καλλιέργεια πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, διότι η ζύμωση ξεκινά αμέσως όσο το μίγμα βρίσκεται στη μεγάλη δεξαμενή. Κατά συνέπεια, τα κύπελλα που γεμίζονται στη συνέχεια είναι πιθανό να περιέχουν μίγμα το οποίο βρίσκεται σε διαφορετική φάση ζύμωσης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα όπως διαχωρισμό του ορού γάλακτος.





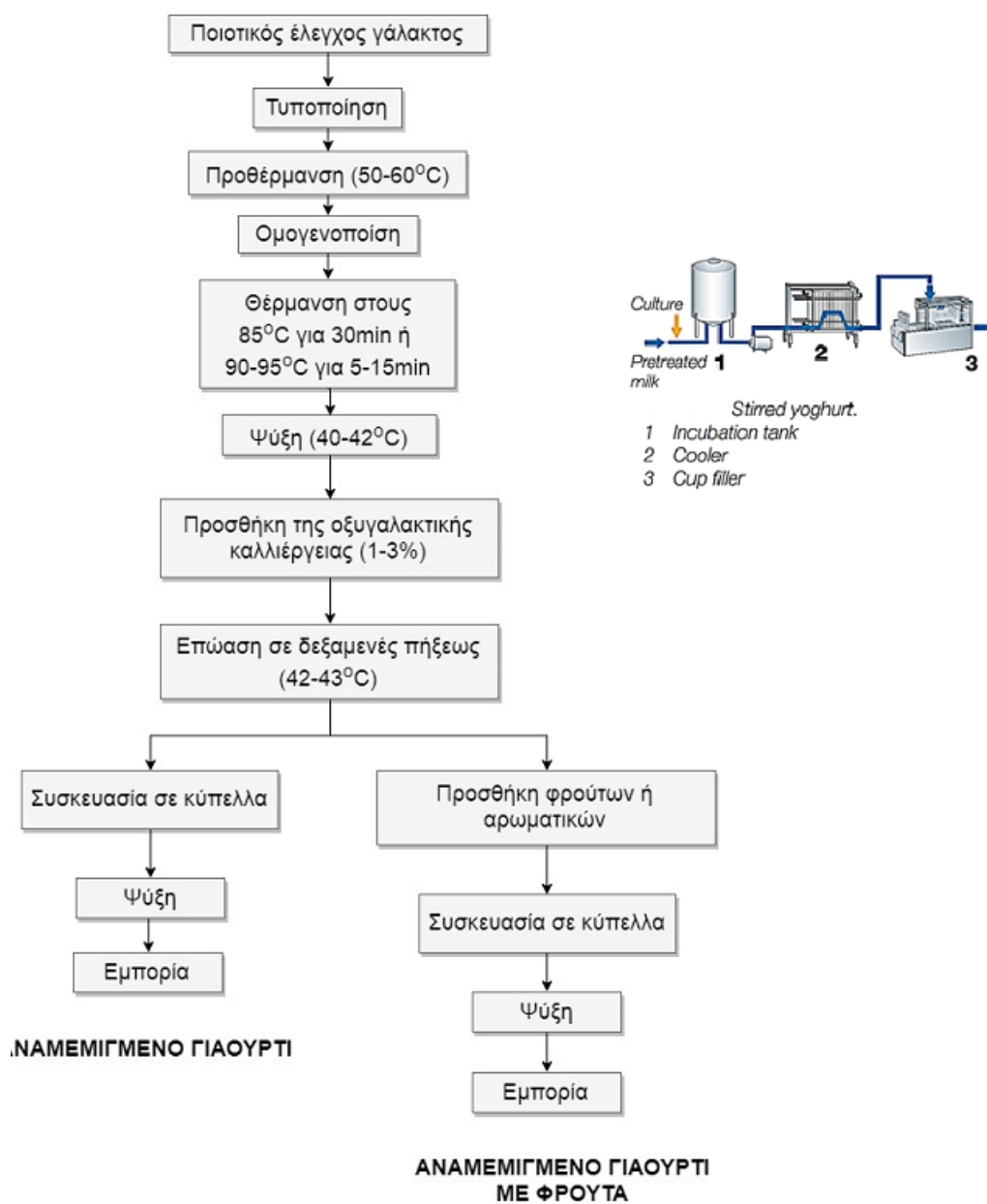
Εικόνα 3.1.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής συνεκτικού γιαουρτιού. (Μάντης 2000)

### 3.2 Αναμεμιγμένο Γιαούρτι (Stirred)

Το αναμεμιγμένο γιαούρτι, δεν έχει ζελατινοειδή μορφή όπως το συνεκτικό γιαούρτι, αλλά είναι ένα ημίρρευστο υψηλού ιξώδους γιαούρτι. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του τύπου γιαουρτιού είναι ότι η ζύμωση πραγματοποιείται εντός της δεξαμενής η οποία διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία κατά την επώαση. Στη συνέχεια, όταν επιτευχθεί η επιθυμητή οξύτητα, διαταράσσεται το πήγμα με έναν αναδευτήρα και έπειτα οδηγείται προς ψύξη στους 20°C, με σκοπό την

επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών ποιότητας. Εκεί αδειάζεται το γιαούρτι στα κύπελλα όπου τελικά αποθηκεύεται σε θερμοκρασία 5°C.

Επισημαίνεται ότι στο αναμεμιγμένο γιαούρτι μπορεί να προστεθούν φρούτα, σταθεροποιητές ή αρωματικά όπως στο συνεκτικό γιαούρτι. Οι σταθεροποιητές προστίθενται στην αρχή της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ τα φρούτα και τα αρωματικά προστίθενται κατά τη διάρκεια της ψύξης του γιαουρτιού στους 20°C. Οι γλυκαντικές ουσίες μπορεί να προστεθούν είτε στα αρχικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είτε όταν προστίθενται τα φρούτα.



Εικόνα 3.2.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής αναμεμιγμένου γιαουρτιού (stirred) (Μάντης 2000)

### 3.3 Στραγγιστό Γιαούρτι (Strained)

Το στραγγιστό γιαούρτι παράγεται όπως το αναμεμιγμένο γιαούρτι, όμως μετά το πέρας της ζύμωσης απομακρύνεται ο ορός του γάλακτος. Ο πιο παλαιός τρόπος απομάκρυνσης του ορού γάλακτος είναι με στράγγιση του γιαουρτιού σε υφασμάτινα φίλτρα στους 4°C κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες στην παραγωγική διαδικασία, είναι ανθυγιεινή και όχι πολύ αποδοτική, διότι μένουν υπολείμματα γιαουρτιού στα υφάσματα. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί άλλες μέθοδοι οι οποίες αναφέρονται εν συντομία παρακάτω

- **Υφασμάτινοι σάκοι ή σύστημα Berge**

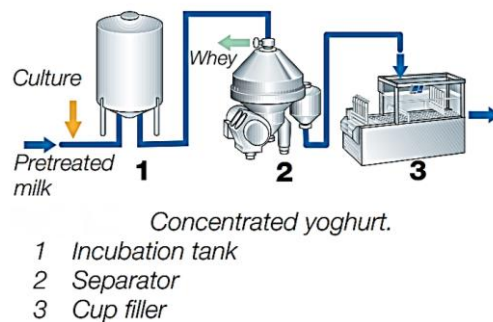
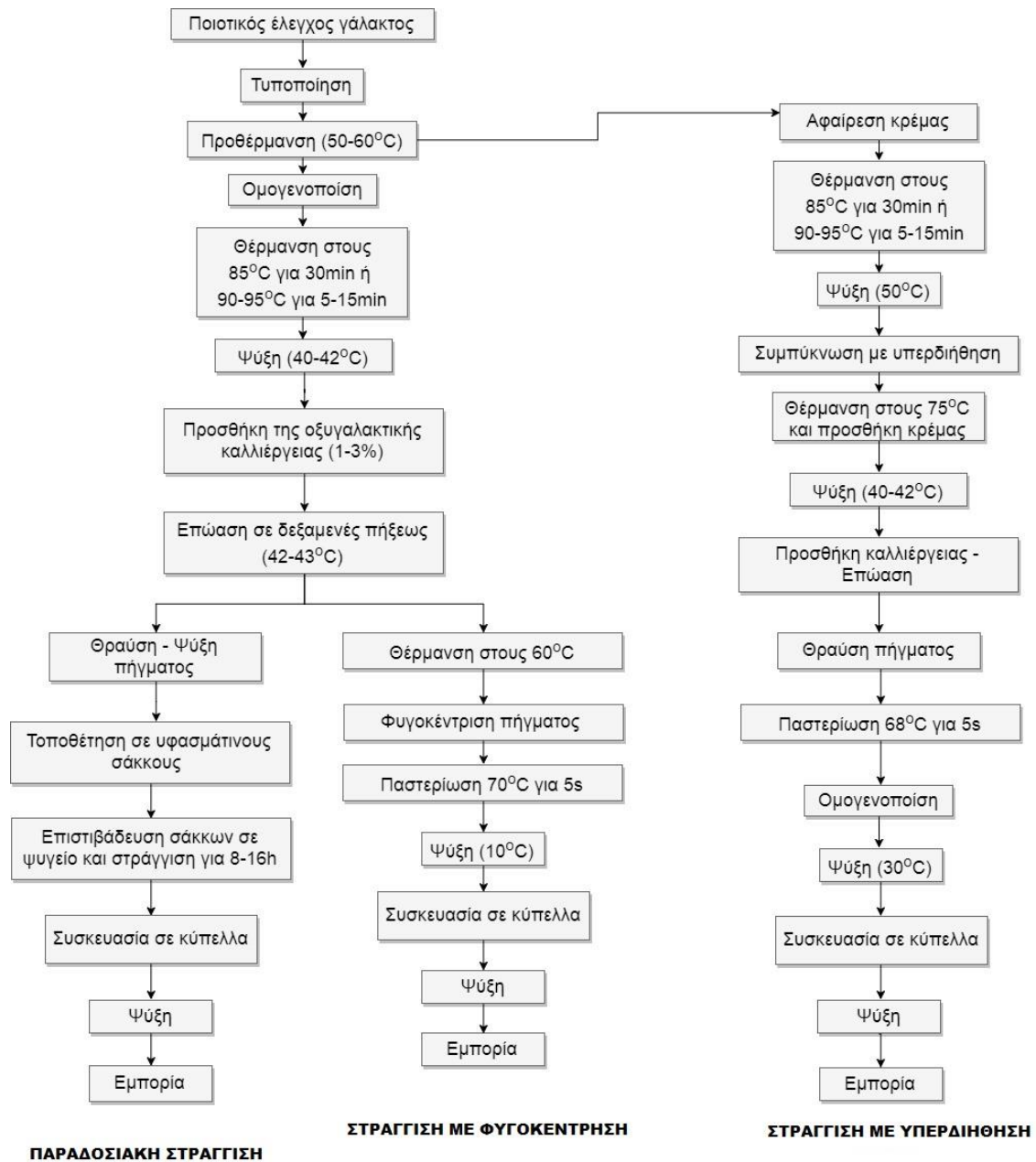
Το αναμεμιγμένο γιαούρτι που έχει ψυχθεί στους 20°C, αδειάζεται σε πάνινους σάκους των 25 kg περίπου και στοιβάζονται ο ένας πάνω στον άλλον ασκώντας τους κάθετη πίεση. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα σε ένα ψυχόμενο θάλαμο. Η πίεση ασκείται με σκοπό να αποβληθεί ο ορός γάλακτος σε σύντομο χρονικό διάστημα (περίπου 6 h). Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν οριζόντια υφασμάτινα φίλτρα τα οποία αναταράσσονται ελαφρά πάνω κάτω και στα οποία μπορεί να ασκείται πλευρικά μία μικρή πίεση. Η τελευταία μέθοδος ονομάζεται σύστημα Berge και εφαρμόστηκε αρχικά στην Γαλλία το 1960.

- **Μηχανικός διαχωριστής**

Μετά το πέρας της ζύμωσης του γάλακτος και πριν το στάδιο του διαχωρισμού πραγματοποιείται εξαερισμός για 15-20min ώστε να βοηθήσει στον διαχωρισμό του ορού γάλακτος. Στη συνέχεια, το γιαούρτι οδηγείται σε φυγοκέντρους για την αποβολή του ορού.

- **Υπερδιήθηση**

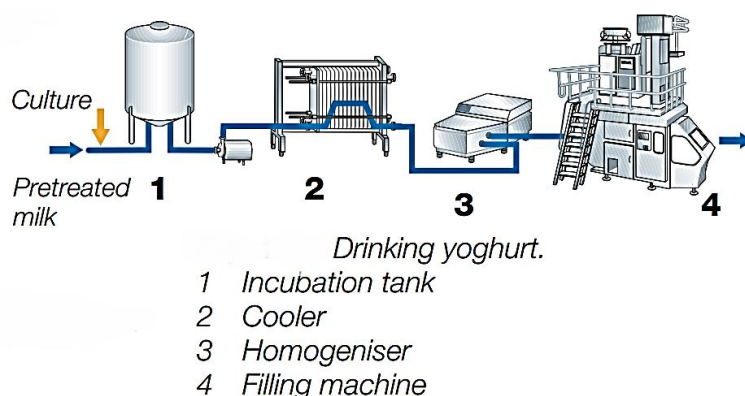
Σε αυτή τη διαδικασία, ο ορός γάλακτος διαχωρίζεται από το γιαούρτι με ειδικά σχεδιασμένα φίλτρα. Συγκεκριμένα, αμέσως μετά την ζύμωση, το γιαούρτι θερμαίνεται στους 50°C, διαπερνώντας τη συσκευή υπερδιήθησης. Η χρήση αυτών των φίλτρων βοηθά στη διατήρηση περισσότερων πρωτεϊνών στο τελικό προϊόν κάτι το οποίο δεν μπορεί να επιτύχει ο φυγοκεντρικός διαχωριστής.



Εικόνα 3.3.1 Παραγωγή στραγγιστού γιαουρτού (Μάντης 2000)

### 3.4 Πόσιμο γιαούρτι (Drinking)

Το πόσιμο γιαούρτι θεωρείται ως ένα χαμηλού ιξώδους αναμεμιγμένο γιαούρτι. Η παρασκευή του είναι παρόμοια με αυτή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού. Όταν η οξύτητα φτάσει σε μία συγκεκριμένη τιμή, το ζυμωμένο προϊόν που βρίσκεται στη δεξαμενή ψύχεται στους 20°C, διαταράσσεται το πήγμα και προστίθενται σταθεροποιητές (που έχουν παστεριωθεί), όπως π.χ. η πηκτίνη. Έπειτα συνεχίζεται η ζύμωση και όταν αυτή ολοκληρωθεί, το πήγμα ομογενοποιείται και τέλος αδειάζεται στα κύπελλα. Συνήθως, λόγω της σύστασης του πόσιμου γιαουρτιού προτιμώνται φιάλες των 500 ή των 1000mL για διάθεση στην αγορά.



Εικόνα 3.4.1 Παραγωγή πόσιμου γιαουρτιού (Bylund 1995)

### 3.5 Παγωμένο Γιαούρτι (Frozen)

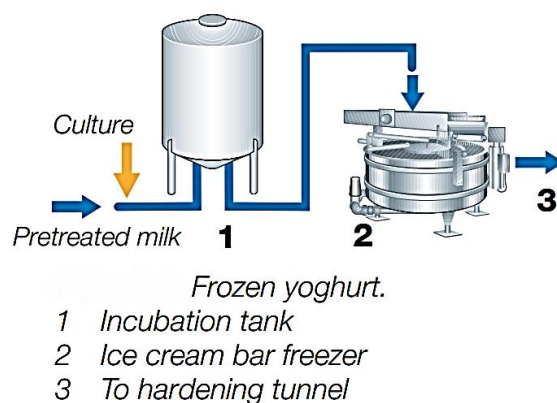
Το παγωμένο γιαούρτι μπορεί να παρασκευαστεί με δύο τρόπους. Είτε το γιαούρτι να αναμιχθεί με μίγμα παγωτού είτε ένα μίγμα γιαουρτιού να ζυμωθεί πριν από κάθε άλλη επεξεργασία. Επιπλέον το παγωμένο γιαούρτι μπορεί να είναι μαλακό ή σκληρό και τα χαρακτηριστικά των δύο τύπων οποίων δίνονται στον Πίνακα 3.5.1.

Πίνακας 3.5.1 Συστατικά σε μαλακό και σκληρό παγωμένο γιαούρτι (Bylund 1995)

Συστατικά (%)	Μαλακό Παγωμένο γιαούρτι	Σκληρό παγωμένο γιαούρτι
Λιπαρά	4	6
Σάκχαρα	11-14	12-15
Σ.Υ.Α.Λ.	10-11	12
Σταθεροποιητές-Γαλακτωματοποιητές	0,85	0,85
Νερό	71	66

Η παρασκευή του παγωμένου γιαουρτιού είναι παρόμοια με αυτή του πόσιμου γιαουρτιού. Το μαλακό παγωμένο γιαούρτι παρασκευάζεται προσθέτοντας σιρόπι φρούτων, σταθεροποιητές και γαλακτωματοποιητές σε μία παγωμένη βάση ζυμωμένου γάλακτος, και το τελικό μίγμα στη συνέχεια οδηγείται σε κατάψυξη σε θερμοκρασία 0°C. Το σκληρό παγωμένο γιαούρτι από την άλλη μοιάζει περισσότερο με παγωτό καθώς περιέχει περισσότερη ποσότητα σιροπιού φρούτων και αποθηκεύεται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (-25°C).

Ακόμη ένα χαρακτηριστικό του παγωμένου γιαουρτιού που το κάνει ξεχωριστό, είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής που έχει το τελικό προϊόν διότι διατηρείται παγωμένο. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων στο προϊόν πρέπει να παραμένει  $\geq 10^7$  κατά την περίοδο της διανομής του.



*Εικόνα 3.5.1 Παραγωγή παγωμένου γιαουρτιού (Bylund 1995)*

## 4. Θρεπτική Αξία του Γιαουρτιού

Η βασική χημική σύσταση του γιαουρτιού που παράγεται από πλήρες γάλα προσομοιάζει κατ' αρχήν με εκείνη του γάλακτος το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του. Μία λεπτομερέστερη όμως χημική ανάλυση αποκαλύπτει αξιοσημείωτες διαφορές, οι οποίες οφείλονται μερικώς μεν στην επίδραση της θερμικής κατεργασίας, κυρίως δε στη βιοχημική δραστηριότητα των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Επισημαίνεται ότι η βιοχημική δραστηριότητα των οξυγαλακτικών βακτηρίων έχει ως συνέπεια κάποια από τα συστατικά του γάλακτος να μειώνονται και άλλα να αυξάνονται ποσοτικά, ενώ παράλληλα παράγονται και νέα προϊόντα ζύμωσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η θρεπτική αξία των επιμέρους συστατικών που περιέχει το γάλα (Tamime and Robinson 1999, Μάντης 2000, Nakazawa and Hosono 1992, Walstra et al. 2006).

### 4.1 Υδατάνθρακες

Το γιαούρτι περιέχει λακτόζη η οποία προέρχεται από το γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του και ανάλογα με το είδος του γιαουρτιού μπορεί να περιέχει γλυκαντικές ουσίες όπως σακχαρόζη, φρουκτόζη, γλυκόζη κ.α. καθώς και σταθεροποιητές όπως πηκτίνη, καραγεννάνη κ.α.

Ο πιο σημαντικός υδατάνθρακας του γιαουρτιού είναι η λακτόζη. Στο γάλα η λακτόζη υπάρχει σε ποσοστό 20-30% η οποία υδρολύεται πρώτα προς γλυκόζη και γαλακτόζη και στη συνέχεια ζυμώνεται από τα γαλακτικά βακτήρια μετατρέπόμενη σε γλυκόζη και τελικά προς γαλακτικό οξύ. Συνεπώς, η περιεκτικότητα της λακτόζης στο τελικό προϊόν μειώνεται στο 4-5%. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά το γιαούρτι ιδανική τροφή για τους ανθρώπους που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη. Ως δυσανεξία στη λακτόζη χαρακτηρίζεται η μη ικανότητα ορισμένων οργανισμών να μεταβολίζουν τη λακτόζη προς γλυκόζη και γαλακτόζη όταν την καταναλώνουν, διότι διαθέτουν μικρές ποσότητες του ενζύμου λακτάση, το οποίο επιτελεί αυτή τη διαδικασία. Επιπρόσθετα, η υδρόλυση της λακτόζης λαμβάνει χώρα πολύ πιο αργά σε σχέση με τα άλλα σάκχαρα, οπότε στην πραγματικότητα υδρολύεται περίπου το 1/3 της λακτόζης. Πλέον έχουν γίνει προσπάθειες από τις γαλακτοβιομηχανίες για παραγωγή γιαουρτιού το οποίο δεν περιέχει σχεδόν καθόλου λακτόζη, καθώς η λακτόζη που περιέχεται στο γάλα που θα χρησιμοποιηθεί υδρολύεται προηγουμένως με το ένζυμο β-γαλακτοσιδάση.

Η γλυκόζη η οποία παράγεται από τη λακτόζη στον οργανισμό μεταβολίζεται στο ήπαρ και ένα μέρος της αποθηκεύεται ως γλυκογόνο, για να μετατραπεί εκ νέου σε γλυκόζη και να χρησιμοποιηθεί ως σάκχαρο του αίματος προσδίδοντας σημαντική ενέργεια στον οργανισμό. Η γαλακτόζη απορροφάται

καλύτερα από το γαστρεντερικό σύστημα και μεταβολίζεται προς γλυκόζη στο ήπαρ. Επιπλέον, η γαλακτόζη συνεισφέρει στην ανάπτυξη του εγκεφάλου και των νευρικών ιστών, ιδιαίτερα κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου.

Τελικά, οι ευεργετικές ιδιότητες της λακτόζης που βρίσκεται στο γιαούρτι μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- i. Αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας στον ανθρώπινο οργανισμό.
- ii. Περιέχεται ως βασικό σάκχαρο στα ανθρώπινα όργανα, τους μύες και το νευρικό ιστό.
- iii. Διεγείρει τη γαστρεντερική δραστηριότητα.
- iv. Αυξάνει την ικανότητα του οργανισμού να χρησιμοποιεί φωσφόρο και ασβέστιο.
- v. Η γαλακτόζη αυξάνει την ικανότητα του οργανισμού να χρησιμοποιεί τα λιπαρά.
- vi. Είναι πιο εύκολα αφομοιώσιμη από τους ανθρώπους που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη σε σχέση με το γάλα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το γιαούρτι περιέχει και διάφορους σταθεροποιητές, οι οποίοι είναι περίπλοκοι υδατάνθρακες. Για παράδειγμα, το κόμμι γκουάρ, το κόμμι του χαρουπιού, οι καρραγεννάνες κ.α. αποτελούνται από μακριές αλυσίδες πολυσακχαριτών και είναι δύσκολο να αφομοιωθούν από τα ένζυμα του πεπτικού συστήματος. Η συνεισφορά τους στον ανθρώπινο οργανισμό θα μπορούσε να περιγραφεί από τις εξής λειτουργίες:

- i. Παρέχουν παράγοντες οι οποίοι βοηθούν στην καλή λειτουργία του εντέρου και θα αποτρέπουν τυχόν δυσλειτουργίες.
- ii. Απορροφούν μερικές δυνητικά τοξικές χημικές ουσίες που μπορεί να σχηματιστούν στο παχύ έντερο ως αποτέλεσμα της βακτηριακής δράσης
- iii. Μειώνουν τη χοληστερόλη στο αίμα
- iv. Καθυστερούν τη διάχυση των σακχάρων στο εντερικό τοίχωμα, μία λειτουργία που θα μπορούσε να βοηθήσει τα άτομα που είναι επιρρεπείς σε μεταγευματική υπεργλυκαιμία.
- v. Επιβραδύνουν, σε συνδυασμό με τις πρωτεΐνες, το χρόνο απορρόφησης της λακτόζης, έτσι ώστε το ένζυμο της λακτάσης να λειτουργεί φυσιολογικά και τα άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη να μην νιώθουν δυσφορία.



## 4.2 Γαλακτικό οξύ

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί το προϊόν που παράγεται κατά την ζύμωση της λακτόζης από τα γαλακτικά βακτήρια. Συναντάται σε δύο οπτικά ισομερή, το L(+) και το D(-) γαλακτικό οξύ. Και τα δύο απορροφώνται από το γαστρεντερικό σύστημα, ωστόσο διαφέρουν στις ποσότητες που μετατρέπονται από τη γλυκόζη ή το γλυκογόνο στο μεταβολικό σύστημα του ανθρώπου. Το L(+) γαλακτικό οξύ μετατρέπεται πλήρως από τη γλυκόζη, ενώ το D(-) γαλακτικό οξύ μετατρέπεται μερικώς και η ταχύτητα της μετατροπής του είναι πολύ αργή. Το μεγαλύτερο μέρος του D(-) γαλακτικού οξέος αποβάλλεται από τα ούρα. Οι θρεπτικές ιδιότητες του γαλακτικού οξέος μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- i. Αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας για το αναπνευστικό σύστημα και για την καρδιά και χρησιμοποιείται σε άλλα όργανα όπως το ήπαρ, ο εγκέφαλος, κ.λ.π.
- ii. Μετατρέπεται σε γλυκόζη χάρη στο μεταβολικό σύστημα του ανθρωπίνου σώματος
- iii. Διεγείρει το στομάχι χάρη στο χαμηλό του pH και επιταχύνει τη μεταφορά του γαστρικού περιεχομένου στον εντερικό σωλήνα.
- iv. Η αφομοίωση διευκολύνεται, καθώς οι μικροί κόκκοι των πρωτεϊνών λόγω καθίζησης διασπώνται πιο εύκολα από τα πρωτεολυτικά ένζυμα.
- v. Καταπολεμά την ανάπτυξη επικίνδυνων βακτηρίων.

## 4.3 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στο γιαούρτι προέρχονται από το γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του και είναι κυρίως καζεΐνες και πρωτεΐνες του ορού γάλακτος. Μερικοί τύποι γιαουρτιών περιέχουν επίσης πρωτεΐνη από την ζελατίνη που προστίθεται. Επιπλέον, η προσθήκη στερεών πρωτεϊνών στο γιαούρτι το καθιστά ακόμη πιο σημαντική πηγή πρωτεϊνών.

Αξίζει να τονιστεί ότι οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στο γιαούρτι είναι πλήρως αφομοιώσιμες από τον οργανισμό, διότι ένα μέρος τους έχει υδρολυθεί προς πεπτίδια και αμινοξέα κατά το στάδιο της ζύμωσης του γάλακτος από τα γαλακτικά βακτήρια. Επιπλέον, δεν φέρουν τη σφαιρική μορφή των μικκυλίων, αλλά έχουν μία άμορφη μορφή, γεγονός που διευκολύνει τη διάσπασή τους από τα ένζυμα του γαστρεντερικού συστήματος. Συνεπώς, η πιο σημαντική λειτουργία των πρωτεϊνών του γιαουρτιού είναι να παρέχει τα απαραίτητα αμινοξέα στον οργανισμό.

#### 4.4 Λιπαρά

Τα λιπαρά στο γιαούρτι προέρχονται κυρίως από το γάλα από το οποίο παρασκευάστηκε και η περιεκτικότητά τους κυμαίνεται από 0,1 έως 3,5%. Τα λιπαρά αυτά έχουν ομογενοποιηθεί κατά την παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού, με συνέπεια η διάμετρος των σφαιριδίων αυτών να είναι μικρότερη από 1-2μm. Έτσι αυξάνεται η επιφάνεια των λιποσφαιρίων και καθίστανται πιο ευάλωτα στη δράση των λιπασών και άλλων ενζύμων που χρησιμοποιούνται κατά τη χώνευση. Έχει παρατηρηθεί ότι κατά την ζύμωση του γάλακτος από τα γαλακτικά βακτήρια τα ελεύθερα κορεσμένα λιπαρά οξέα αυξάνονται, ενώ το στεατικό, το ελαϊκό, το λινελαϊκό και το παλμιτικό οξύ μειώνονται. Επιπλέον, τα πτητικά λιπαρά οξέα αυξάνονται, όπως το μυρμηκικό και το οξικό οξύ.

Οι κύριες θρεπτικές αξίες που παρέχουν τα λιπαρά του γιαουρτιού στον οργανισμό δίνονται παρακάτω:

- i. Αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας.
- ii. Εφόσον ομογενοποιούνται, απορροφώνται και χωνεύονται εύκολα.
- iii. Οξειδώνονται εύκολα χάρη στις μικρές αλυσίδες και στο χαμηλό μοριακό βάρος που έχουν τα λιπαρά οξέα.
- iv. Παρέχουν τα απαραίτητα λιπαρά οξέα και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες στον οργανισμό.
- v. Η χολίνη, που αποτελεί συστατικό των φωσφολιπιδίων, προωθεί την οξείδωση των λιπιδίων στο ήπαρ και διατηρεί την ισορροπία της χοληστερόλης.
- vi. Η χρήση των λιπιδίων από τον οργανισμό, ενισχύεται από την παρουσία της λακτόζης και των πρωτεϊνών.

#### 4.5 Ανόργανα στοιχεία και Βιταμίνες

Τα μεταλλικά στοιχεία που βρίσκονται στο γιαούρτι προέρχονται από το γάλα από το οποίο παρασκευάστηκε και όπως φαίνεται δεν μεταβολίζονται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης του γάλακτος. Αυτά απορροφώνται κυρίως από το λεπτό έντερο ως υδατοδιαλυτά συστατικά με μικρό μοριακό βάρος, αν και ένα μικρό μέρος τους απορροφάται από το στομάχι και το παχύ έντερο.

Η απορρόφηση των μεταλλικών στοιχείων από τον οργανισμό επιτελεί τις εξής λειτουργίες:

- i. Στοιχεία όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο και ο φωσφόρος αποτελούν συστατικά των σκληρών ιστών, δηλαδή των δοντιών και των οστών.

- ii. Στοιχεία όπως ο σίδηρος, το κάλιο, το χλώριο και το ιώδιο αποτελούν στοιχεία των μαλακών ιστών συμβάλλοντας στο σχηματισμό των μυών, του δέρματος και άλλων οργάνων.
- iii. Συμμετέχουν σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες όπως στην διατήρηση της ελαστικότητας των μυών, στην ευαισθησία στα νευρικά ερεθίσματα, στη ρύθμιση του pH των βιολογικών υγρών, κ.α.

Οι βιταμίνες που περιέχονται στο γιαούρτι προέρχονται επίσης από το γάλα από το οποίο παρασκευάζεται. Ωστόσο, οι βιταμίνες αυτές είναι πολύ πιο δύσκολο να διατηρηθούν στο γιαούρτι σε σχέση με τα μεταλλικά στοιχεία, διότι είναι πολύ ευαίσθητες στις συνθήκες επεξεργασίας που λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγή του γιαουρτιού. Όσο πιο χαμηλή είναι η θερμοκρασία παστερίωσης του γάλακτος, τόσο μεγαλύτερο είναι το περιεχόμενο σε βιταμίνες. Η βιταμίνη C καταστρέφεται σχεδόν πλήρως υπό την επίδραση θερμότητας, ενώ η δράση της βιταμίνης B12 χάνεται μετά την αποθήκευση για 5 ημέρες στο ψυγείο. Οι βιταμίνες A, B1, B6 και B12 παραμένουν στο γιαούρτι. Στον οργανισμό, οι βιταμίνες απορροφώνται από το λεπτό έντερο και αποθηκεύονται στο ήπαρ. Στη συνέχεια, μεταβολίζονται στην ενεργή μορφή τους (συνένζυμα), τροφοδοτώντας διάφορες λειτουργίες του οργανισμού. Στον Πίνακα 4.5.1 δίνεται η περιεκτικότητα των πιο σημαντικών βιταμινών που βρίσκονται στο γάλα και στο παραγόμενο γιαούρτι αντίστοιχα.

*Πίνακας 4.5.1 Βιταμίνες που περιέχονται στο γάλα και στο γιαούρτι. Αναφέρονται ανά 100g προϊόντος (Tamime and Robinson 1999)*

Βιταμίνη (μg)	Γάλα		Γιαούρτι	
	Πλήρες	Αποβουτυρωμένο	Πλήρες	Χαμηλών λιπαρών
Ρετινόλη	52	1	28	10
Καροτένιο	21	Ίχνη	21	4
Θειαμίνη (B <sub>1</sub> )	30	40	60	50
Ριβοφλαβίνη (B <sub>2</sub> )	170	170	270	210
Πυροδοξίνη (B <sub>6</sub> )	60	60	100	80
Κυανοκοβαλαμίνη (B <sub>12</sub> )	0,4	0,4	0,2	0,2

#### 4.6 Το γιαούρτι και η υγεία του ανθρώπου

Έχει αποδειχθεί ότι το γιαούρτι, αλλά και γενικά όλα τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, ασκούν διάφορες ευεργετικές επιδράσεις στον οργανισμό. Συνοπτικά, αναφέρονται οι εξής:

- Το γαλακτικό οξύ τονώνει την κινητικότητα του εντέρου, προκαλεί αύξηση των γαστρικών υγρών, αυξάνει την πεπτικότητα της καζεΐνης και βοηθά στην απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο.
- Η κατανάλωση γιαουρτιού, ιδιαίτερα εφόσον περιέχει προβιοτικά βακτήρια, ενισχύει τη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος. Βοηθά στην αναγέννηση της φυσικής μικροχλωρίδας του εντέρου, διότι ο *L.bulgaricus* συνεισφέρει στον πολλαπλασιασμό των γαλακτοβακίλλων του εντέρου (ο ίδιος δεν μπορεί να αποικήσει στο έντερο).
- Έχει σαφή αντιμικροβιακή δράση για ένα μεγάλο αριθμό βακτηρίων, ιδιαίτερα αυτών που προκαλούν εντερικές λοιμώξεις. Συνεπώς, θεραπεύει ασθένειες όπως διάρροια ειδικά σε μικρά παιδιά (Μάντης 2000).
- Έχει αποδειχθεί ότι το γιαούρτι προστατεύει τον οργανισμό από την εμφάνιση του καρκίνου του παχέος εντέρου (Mazahreh et al. 2009).
- Σε ανθρώπους που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη επιτρέπεται η κατανάλωση γιαουρτιού, χωρίς να τους προκαλεί δυσφορία (Tamime and Robinson 1999).
- Ορισμένα στοιχεία δείχνουν ότι τα γιαούρτια με υψηλό ποσοστό ασβεστίου μπορούν να προστατεύσουν τους ενήλικες από την οστεοπόρωση.
- Σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί *in vitro*, υποστηρίζεται ότι το γιαούρτι μπορεί να προστατέψει τα δόντια από φθορές ή ακόμη να ενισχύσει την επανακατασκευή του σμάλτου των δοντιών (El-Abbadī et al. 2014).
- Η κατανάλωση γιαουρτιού έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει και να διατηρήσει την υγεία των οστών καθώς και να προστατέψει τους ανθρώπους από τα κατάγματα (Rizzoli 2014).
- Η κατανάλωση γιαουρτιού έχει αποδειχθεί ότι αποτρέπει την εμφάνιση καρδιαγγειακών νόσων (Astrup 2014, Μάντης 2000, Nakazawa and Hasono 1992).

## 5. Καινοτόμες μέθοδοι στην επεξεργασία του γάλακτος για την παραγωγή γιαουρτιού

Κατά την παραγωγή του γιαουρτιού, οι πιο σημαντικές επεξεργασίες που πραγματοποιούνται στο γάλα είναι η ομογενοποίηση, η παστερίωση και η ζύμωση. Πέρα από τις συμβατικές διαδικασίες, η εξέλιξη της τεχνολογίας προσφέρει νέες μεθόδους στην επεξεργασία του γάλακτος όπως η χρήση υπερυψηλής πίεσης, υπερήχων, παλμικών ηλεκτρικών πεδίων και μικρορευστοποίησης. Αξίζει να αναφερθεί και η χρήση προβιοτικών και πρεβιοτικών καλλιεργειών στην παραγωγή γιαουρτιού τα οποία επιφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία.

### 5.1 Επεξεργασία γάλακτος με χρήση υπερυψηλής πίεσης (UHP)

Η υπερυψηλή πίεση (Ultra-High Pressure, UHP) αναφέρεται σε εφαρμογή πιέσεων από 100 έως 1000 MPa. Η χρήση της στη βιομηχανία τροφίμων ξεκίνησε περίπου το 1980 και αποτελεί μία μη θερμική μέθοδο η οποία δεν απαιτεί παστερίωση. Σύμφωνα με μελέτες, η επεξεργασία του γάλακτος σε πιέσεις 400-600 MPa για 10min στους 25°C επιφέρει τα ίδια αποτελέσματα με την παστερίωση στους 72°C για 15s όσον αφορά τη μικροβιακή ποιότητα του γάλακτος (Trujillo et al. 2002). Επιπλέον, με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται αποσύνθεση των καζεϊνικών μικκυλίων σε μικρότερα σωματίδια και αύξηση της ποσότητας των καζεϊνών και του φωσφορικού ασβεστίου στην υδατική φάση. Επίσης, σε πιέσεις μεγαλύτερες των 500 MPa συμβαίνει μετουσίωση πολλών πρωτεϊνών του ορού γάλακτος, ιδιαίτερα της β-λακτοσφαιρίνης και της α-λακταλβουμίνης.

Η χρήση της UHP στην παραγωγή του γιαουρτιού βελτιώνει τη σταθερότητα και την υφή του πηγμάτος που προκύπτει, μειώνει τη συναίρεση και αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης νερού, σε σχέση με τα συμβατικά γιαούρτια. Τέλος, οι έρευνες έχουν καταλήξει ότι η αύξηση του ιξώδους του γιαουρτιού και η μείωση του χρόνου ζύμωσης επιτυγχάνεται καλύτερα με συνδυασμό UHP και θερμικής επεξεργασίας, παρά μόνο με UHP (Sfakianakis and Tzia 2014, Trujillo et al. 2002).

### 5.2 Επεξεργασία γάλακτος με χρήση υπερήχων

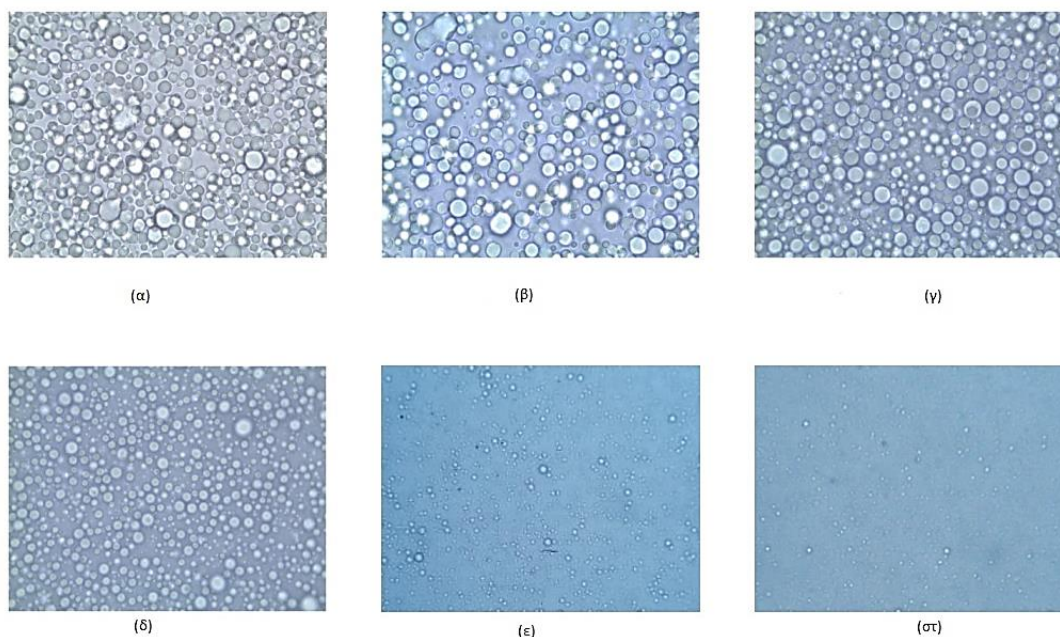
Οι υπέρηχοι (Ultrasound, US) αποτελούν ένα ηχητικό κύμα με συχνότητα υψηλότερη από το ανώτατο όριο της ανθρώπινης ακοής, συνήθως υψηλότερη από 20kHz. Οι υπέρηχοι έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων από τα τέλη του 1960 για τον καθαρισμό, την παρακολούθηση και το χαρακτηρισμό των

συστατικών των τροφίμων. Σήμερα, η χρήση υπερήχων στις γαλακτοβιομηχανίες ενδείκνυται για την ομογενοποίηση του γάλακτος κατά την προεπεξεργασία αυτού, μειώνοντας το μέγεθος των λιποσφαιρίων και αποτρέποντας τη δημιουργία συσσωματωμάτων. Έρευνες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή υπερήχων προκαλεί μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων σε τιμές 1-0,1μm, ενώ παράλληλα δημιουργεί δομικές αλλαγές στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων. Όσο πιο πολύ το γάλα εκτίθεται στους υπέρηχους, τόσο μικρότερο μέγεθος αποκτούν τα λιποσφαιρίδια. Επιπλέον, κατά την ομογενοποίηση του γάλακτος τα λιποσφαιρία κατανέμονται ομοιόμορφα στο γάλα, και έτσι δεν δημιουργείται η χαρακτηριστική στοιβάδα λιπιδίων στην επιφάνειά του.

Λόγω της μείωσης του μεγέθους των λιποσφαιρίων αυξάνεται η επιφάνειά τους, όπου εκεί απορροφούν πρωτεΐνες από τον ορό του γάλακτος, κυρίως καζεΐνες. Επιπλέον, οι υπέρηχοι προκαλούν αλλαγή στη δευτεροταγή δομή των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος ή ακόμη και μετουσίωση αυτών (Liu et al 2014). Όπως έχει αποδειχθεί, η χρήση υπερήχων κατά την επεξεργασία του γάλακτος, μπορεί να μειώσει το περιεχόμενο μικροβιακό φορτίο τους.

Κατά την παραγωγή γιαουρτιού από ομογενοποιημένο γάλα με χρήση υπερήχων παρατηρείται μία αύξηση στο χρόνο ζύμωσης κατά τη διάρκεια της επώασης. Ωστόσο το τελικό προϊόν που παράγεται έχει καλύτερα αντικειμενικά χαρακτηριστικά σε σχέση με το γιαούρτι που παράγεται με τη συμβατική ομογενοποίηση. Η αύξηση του ιξώδους, η αύξηση της ικανότητας συγκράτησης ύδατος στο πήγμα και η μείωση της συναίρεσης είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των γιαουρτιών των οποίων το γάλα έχει ομογενοποιηθεί με χρήση υπερήχων (Sfakianakis and Tzia 2014, Wu et al. 2001).

Σύμφωνα με τους Wu et al. (2001), η εφαρμογή των υπερήχων σε γάλα το οποίο έχει μόλις εμβολιαστεί με καλλιέργεια προς παρασκευή γιαουρτιού, οδηγεί σε μικρότερο χρόνο ζύμωσης και σε αύξηση του ιξώδους του πηγματος και της ικανότητας συγκράτησης ύδατος αυτού. Ωστόσο έχει αρνητική επίδραση στη συναίρεση του γιαουρτιού.



Εικόνα 5.2.1 Επίδραση των υπερήχων στα λιποσφαίρια του γάλακτος. (α) Πλήρες γάλα μη επεξεργασμένο, (β) Γάλα ομογενοποιημένο με υπέρηχους 150W, (γ) Γάλα ομογενοποιημένο με υπέρηχους 262,5W, (δ) Γάλα ομογενοποιημένο με υπέρηχους με 375W, (ε) Γάλα ομογενοποιημένο με υπέρηχους με 562,5W και (στ) Γάλα ομογενοποιημένο με υπέρηχους με 750W (Sfakianakis and Tzia, 2014)

### 5.3. Επεξεργασία γάλακτος με μικρορευστοποίηση (Microfluidization)

Ο μικρορευστοποιητής (Microfluidizer) είναι μία συσκευή η οποία προκαλεί ομογενοποίηση του γάλακτος μέσω διάτμησης, στροβιλισμού και σπηλαίωσης. Αρχικά, το υγρό επιταχύνεται και χωρίζεται σε δύο ρεύματα τα οποία διασταυρώνονται σε ένα θάλαμο και συγκρούονται. Η σύγκρουση προκαλεί έντονη αναταραχή και σπηλαίωση και έτσι επιτυγχάνεται η ομογενοποίηση. Στην περίπτωση του γάλακτος, η μικρορευστοποίηση προκαλεί μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων έως 2μm.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε γάλα με 0% λιπαρά αύξησε τη συναίρεση και μείωσε το ιξώδες του γιαουρτιού. Αντίθετα, σε γάλα με 1,5% λιπαρά τα αποτελέσματα της συναίρεσης και του ιξώδους ήταν παρόμοια με αυτά που έδωσε το γιαούρτι που παρασκευάστηκε με τη συμβατική επεξεργασία ομογενοποίησης. Παρ' όλα αυτά διαφορά προέκυψε στη μικροδομή και τη διασύνδεση των πρωτεϊνών με τα λιποσφαίρια. Η τεχνική αυτή απαιτεί περισσότερη μελέτη για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητά της στην παρασκευή γιαουρτιού.



#### **5.4 Επεξεργασία Γάλακτος με εφαρμογή παλμικών ηλεκτρονικών πεδίων**

Κατά την επεξεργασία με παλμικά ηλεκτρικά πεδία (Pulsed electric field, PEF) εκπέμπονται έντονοι ηλεκτρικοί παλμοί διαμέσου ενός συνεχούς μέσου, με σκοπό να αποσταθεροποιήσουν και να αδρανοποιήσουν τους μικροοργανισμούς. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε σε γαλακτοκομικά συστήματα σε συνδυασμό με προβιοτικές καλλιέργειες. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου κυμαίνεται μεταξύ 15 έως 50 kV/cm και η επεξεργασία διαρκεί μόνο λίγα δευτερόλεπτα. Η αποτελεσματικότητα των PEF εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και από τον αριθμό και την διάρκεια των παλμών (Sfakianakis and Tzia 2014).



Πίνακας 5.4.1 Επίδραση διαφόρων τεχνικών ομογενοποίησης στις ιδιότητες του γάλακτος και του γιαουρτιού. (Sfakianakis and Tzia 2014)

Επεξεργασία Γάλακτος	Είδος επεξεργασίας	Επίδραση στο γάλα	Επίδραση στο γιαούρτι
Συμβατική με πίεση	10-20 MPa	-Μείωση του μεγέθους των λιποσφαιρίων -Σταθερότητα του γάλακτος ως γαλάκτωμα -Απορρόφηση των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων	-Διευκόλυνση στο σχηματισμό του πήγματος -Εισαγωγή των πρωτεϊνών ορού γάλακτος στη μήτρα των καζεϊνών -Μικρή αύξηση ιξώδους
Εξαιρετικά υψηλή πίεση (Ultra High Pressure, UHP)	100-1000 MPa	-Απενεργοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών -Διάσπαση των καζεϊνικών μικκυλίων -Μετουσίωση μερικών πρωτεϊνών του ορού γάλακτος -Το μέγεθος των λιποσφαιρίων μειώνεται με τάση να δημιουργηθούν συσσωματώματα	-Υψηλότερο ιξώδες -Χαμηλότερη συναίρεση Αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού -Καλύτερα χαρακτηριστικά υφής
Υπέρηχοι (Ultrasonication)	>20 kHz >100 W	-Μείωση μεγέθους λιποσφαιρίων -Σταθερότητα του γάλακτος ως γαλάκτωμα -Αλληλεπίδραση των πρωτεϊνών ορού γάλακτος με τα καζεϊνικά μικκύλια και τα λιποσφαίρια -Μείωση του μικροβιακού περιεχόμενου -Αύξηση των πτητικών ουσιών εκτός του αρώματος	-Υψηλότερο ιξώδες -Χαμηλότερη συναίρεση Αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού -Καλύτερα χαρακτηριστικά υφής
Μικρορρευστοποίηση (Microfluidization)	Διαχωρισμός του γάλακτος σε δύο ρεύματα με μεγάλη ταχύτητα με συνέπεια τη σύγκρουση	Μείωση μεγέθους λιποσφαιρίων	-0% γιαούρτι: αύξηση συναίρεσης και χαμηλό ιξώδες -1,5% γιαούρτι: παρόμοια υφή με το συμβατικά παρασκευασμένο γιαούρτι
Παλμικό Ηλεκτρικό Πεδίο (Pulsed Electric Field, PEF)	1-50 kV/cm για 1-5 s	Μείωση μικροβιακού περιεχομένου	Παρόμοια υφή και ικανότητα συγκράτησης νερού με το συμβατικά παρασκευασμένο γιαούρτι.

## 5.5 Προβιοτικά βακτήρια στα γιαούρτια

Τα προβιοτικά βακτήρια είναι ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι, όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες, προσφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία του καταναλωτή με κυριότερη τη βελτίωση της εντερικής μικροχλωρίδας. Τα προβιοτικά ζυμωμένα όξινα προϊόντα, όπως το γιαούρτι, περιέχουν ζωντανά προβιοτικά βακτήρια σε ικανοποιητικές συγκεντρώσεις, τα οποία επιζούν μετά τη διαδικασία της πέψης και μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην υγεία του ανθρώπου. Τα προβιοτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται στα γιαούρτια ανήκουν στα γένη *Lactobacillus* (π.χ. *Lactobacillus acidophilus*) και *Bifidobacterium* (π.χ. *Bifidobacterium bifidus*) (Saarela et al. 2000, Vitderola et al. 2011).

Τα περισσότερα προβιοτικά βακτήρια δεν έχουν σημαντική επίδραση στη διαδικασία της ζύμωσης όπως και στην υφή του τελικού προϊόντος γιαουρτιού. Γενικά, προστίθενται σε συγκεντρώσεις  $10^7$  ή  $10^8$  CFU/g ή mL, χωρίς να συμμετέχουν στην διαδικασία της ζύμωσης και χωρίς να τροποποιείται η συγκέντρωσή τους κατά την επεξεργασία του γιαουρτιού. Στην πραγματικότητα, οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί αναπτύσσονται αργά στο γάλα, γι' αυτό όταν προστίθενται στις καλλιέργειες εκκίνησης λειτουργούν ως θρεπτικά υποστρώματα (Vinderola et al. 2011).

## 5.6 Πρεβιοτικά στα γιαούρτια

Για τη βελτίωση της επιβίωσης και εγκατάστασης των προβιοτικών βακτηρίων στο πεπτικό σύστημα χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και πρεβιοτικά συστατικά. Τα πρεβιοτικά είναι πολυσακχαρίτες, συγκεκριμένα φρουκτοολιγοσακχαρίτες. Οι πιο συνήθεις ολιγοσακχαρίτες με πρεβιοτικό χαρακτήρα είναι η ινουλίνη, ο trans-γαλακτοολιγοσακχαρίτης, η λακτουλόζη, η ισομαλτάλη και η ολιγοφρουκτόζη. Σύμφωνα με μελέτες, τα πρεβιοτικά διεγείρουν την ανάπτυξη των βακτηρίων *Bifidobacteria*. Η προσθήκη ολιγοφρουκτόζης στο γιαούρτι δεν επηρεάζει το pH ή την ανάπτυξη των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*. Ωστόσο, το τελικό προϊόν που προκύπτει έχει ασθενές πήγμα με θιξοτροπική και ψευδοπλαστική συμπεριφορά. Τελικά, τα γιαούρτια που περιέχουν ολιγοφρουκτόζη έχουν αποκτήσει υψηλή αποδοχή από το κοινό. Γενικότερα, οι περισσότερες μελέτες δείχνουν ότι η προσθήκη των πρεβιοτικών ολιγοσακχαριτών στο γιαούρτι προσδίδει σε αυτό παρόμοια χαρακτηριστικά με το συμβατικό γιαούρτι. Λίγες είναι η περιπτώσεις πρεβιοτικών που έχουν αρνητική επίδραση στην τελική υφή του γιαουρτιού (Walstra 2006, Sfakianakis and Tzia 2014).

# Πειραματικό Μέρος

## 6. Πειραματική Διαδικασία

### 6.1 Σκοπός

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη παραγωγή τριών τύπων γιαουρτιού συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού (set, stirred, strained) και στη μελέτη της επίδρασης που έχει η θερμική κατεργασία του γάλακτος, το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος ως προς τα περιεχόμενα λιπαρά του (πλήρες με 3,5% λιπαρά, αποβουτυρωμένο με <0,3% λιπαρά), η προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης καθώς και η εφαρμογή υπερήχων τόσο στην εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας της ζύμωσης όπως και στις ιδιότητες του τελικού προϊόντος γιαουρτιού. Συγκεκριμένα, παρασκευάζεται συνεκτικό (set), αναμεμιγμένο (stirred) και στραγγιστό (strained) γιαούρτι από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο υποβάλλεται σε δύο διαφορετικές θερμικές κατεργασίες (83°C για 20min και 95°C για 5min). Για τη βελτίωση της δομής των γιαουρτιών προστίθενται τα κόμμεα της ξανθάνης σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος και της καραγεννάνης σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος, αλλά και η σκόνη ορού γάλακτος για ενίσχυση των στερεών σε ποσοστό 1,5% κ.β. του γάλακτος. Τέλος, γίνεται εφαρμογή υπερήχων (πριν ή μετά την ζύμωση) δηλαδή είτε κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος πριν τη θερμική κατεργασία είτε στο τελικό ζυμωμένο γιαούρτι. Οι παράμετροι που εξετάζονται και συγκρίνονται αφορούν στην εξέλιξη της ζύμωσης και της πήξης του γιαουρτιού και στις ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Συγκεκριμένα, η εξέλιξη της ζύμωσης παρακολουθείται μέσω της μεταβολής του pH και του ιξώδους του πηγματος με το χρόνο και ειδικότερο μέσω της λανθάνουσας φάσης και του ρυθμού μείωσης του pH ή του ρυθμού αύξησης ιξώδους (έπειτα από την προσαρμογή στο μοντέλο Gompertz) και ως συνολικός χρόνος (έως απόκτησης τελικής τιμής pH=4,6). Στα τελικά προϊόντα των γιαουρτιών των τριών τύπων (συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού) μελετώνται οι ιδιότητες του ιξώδους, η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα, οι αντικειμενικές παράμετροι υφής (σκληρότητα, συνεκτικότητα, προσκολλησιμότητα) και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα τελικά γιαούρτια (έπειτα από την αποθήκευση των γιαουρτιών στους 4°C για μία ημέρα).

## 6.2 Υλικά - Συσκευές

### 6.2.1 Πρώτες ύλες:

- Πλήρες αγελαδινό γάλα υψηλής παστερίωσης ΦΑΓΕ Α.Ε. (περιεκτικότητα σε λιπαρά 3,5% κ.β.)
- Αποβουτυρωμένο αγελαδινό γάλα υψηλής παστερίωσης ΦΑΓΕ Α.Ε. (περιεκτικότητα σε λιπαρά 0% κ.β.)
- Οξυγαλακτική καλλιέργεια *Lactobacillus Bulgaricus* και *Streptococcus Thermophilus* σε αναλογία 1:1 (YF-L702 Frozen 500g, FROMAGEX)
- Σκόνη ορού γάλακτος ION Α.Ε.
- κ-Καραγεννάνη SIGMA-ALDRICH
- Ξανθάνη SIGMA-ALDRICH

### 6.2.2 Όργανα και Συσκευές

- Υδατόλουτρο (GFL 1083, Labortechnik GmbH, Burgwedel, Germany)
- Επωαστήρας (SANYO Incubator MIR-153m, Japan)
- Αναλυτής Υφής (Texture Analyzer TA-XT2i, Stable Microsystems, UK και το κυλινδρικό στέλεχος Cylinder Probe TA3/1000)
- Περιστροφικό ιξωδόμετρο (Brookfield/DV-II+ Pro, USA)
- Αναλυτικός ζυγός Precisa Series 620C
- pHμετρο 340i/SET 2A30 – 101T Clarkson Laboratory & Supply Inc., Germany
- pHμετρο 3310/SET 2AA312 - Clarkson Laboratory & Supply Inc., Germany
- Λουτρό Υπερήχων (Elmasonic S30/S30H ELMA)
- Αναδευτήρας
- Ηλεκτρική κουζίνα
- Εργαστηριακά σκεύη κοινής χρήσης:
  - Ποτήρια ζέσεως
  - Ογκομετρικοί κύλινδροι
  - Θερμόμετρο
  - Πλαστικά κύπελλα
  - Κατσαρόλες
  - Σπαθίδα

## 6.3 Πειραματική Διαδικασία

### 6.3.1 Παραγωγή συνεκτικού (set) γιαουρτιού

#### 1. Χωρίς Προσθήκες (Τυφλά δείγματα)

Αρχικά, γάλα (πλήρες ή αποβουτυρωμένο αντίστοιχα) όγκου περίπου 1500mL παστεριώνεται στους 83°C για 20 min ή στους 95°C για 5 min υπό έντονη ανάδευση. Στη συνέχεια, το γάλα ψύχεται στους 45°C όπου προστίθεται η καλλιέργεια εκκίνησης σε αναλογία 1,2g / 1000mL. Ακολουθεί ήπια ανάδευση και έγχυση του μίγματος αυτού σε πλαστικά κύπελλα ώστε να προκύψουν δείγματα των 100mL. Τα δείγματα εισάγονται εντός του επωαστήρα ο οποίος ρυθμίζεται σε συνθήκες τέτοιες ώστε το μίγμα να παραμένει συνεχώς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης σε σταθερή θερμοκρασία στους 45°C. Το ηλεκτρόδιο του ηλεκτρονικού pHμέτρου εμβαπτίζεται σε ένα δείγμα που υφίσταται ζύμωση και ρυθμίζεται, ώστε να καταγράφει την εξέλιξη του pH (λαμβάνοντας μετρήσεις ανά 5 min) έως ότου αυτό φτάσει στην τιμή 4,6 όπου ολοκληρώνεται η ζύμωση και ο χρόνος αυτός θεωρείται ως «χρόνος ζύμωσης». Επισημαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της ζύμωσης λαμβάνονται διαδοχικά 8 μετρήσεις ανά 40-60min για τον προσδιορισμό του ιξώδους και τα δείγματα αυτά δεν επαναφέρονται στον επωαστήρα για την συνέχιση της ζύμωσης, αλλά απορρίπτονται. Τα τελικά δείγματα συνεκτικών γιαουρτιών αποθηκεύονται στο ψυγείο στους 4°C. Την επόμενη μέρα μετρείται το ιξώδες τους και πραγματοποιείται ανάλυση της υφής τους καθώς και οργανοληπτικός έλεγχος αυτών. Τέλος, πραγματοποιείται φυγοκέντρηση με σκοπό την εύρεση της ικανότητας συγκράτησης νερού στο πήγμα.

#### 2. Με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης

Τα κόμμεα που χρησιμοποιούνται είναι ξανθάνη σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος και κ-καραγεννάνη σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος και ως στερεά ενίσχυσης χρησιμοποιείται η σκόνη ορού γάλακτος που προστίθεται σε ποσοστό 1,5% κ.β. του γάλακτος. Οι προσθήκες αυτές λαμβάνουν χώρα κατά την παστερίωση του γάλακτος υπό έντονη ανάδευση, ώστε να επιτευχθεί πλήρως η διασπορά τους. Η διαδικασία που ακολουθείται στη συνέχεια είναι ακριβώς η ίδια όπως αναφέρεται παραπάνω και για το γιαούρτι χωρίς προσθήκες.

#### 3. Εφαρμογή υπερήχων

Η εφαρμογή των υπερήχων (σε ένταση 37kHz για 5min) λαμβάνει χώρα σε δύο διαφορετικά στάδια κατά την παρασκευή των συνεκτικών γιαουρτιών. Στην πρώτη περίπτωση οι υπέρηχοι εφαρμόζονται στο γάλα για 5min, πριν αυτό υποστεί τη θερμική του επεξεργασία και έπειτα ακολουθεί παστερίωση και παρασκευή του γιαουρτιού με την ίδια διαδικασία όπως περιγράφεται για το

γιαούρτι χωρίς προσθήκες. Εναλλακτικά, η εφαρμογή των υπερήχων γίνεται με την ολοκλήρωση της ζύμωσης, οπότε τα συνεκτικά γιαούρτια οδηγούνται στο λουτρό υπερήχων για 5min και έπειτα αποθηκεύονται στο ψυγείο.



*Εικόνα 6.3.1 Λουτρό υπερήχων κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας του γάλακτος*

### **6.3.2 Παραγωγή αναμεμιγμένου (stirred) γιαουρτιού**

#### **1. Χωρίς Προσθήκες ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης**

Το γάλα είτε χωρίς προσθήκες ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης, μετά από την παστερίωση και τον εμβολιασμό του με καλλιέργεια όπως περιεγράφηκε στην ενότητα 6.3.1, εγχέεται σε ποσότητα 500mL σε ποτήρι ζέσεως και οδηγείται στον επωαστήρα έως ότου το pH φτάσει στην τιμή 4,6 και επέλθει η πήξη του. Στη συνέχεια, το πήγμα οδηγείται προς ήπια ανάδευση για 30s. Τέλος, το αναμεμιγμένο γιαούρτι που προκύπτει εγχέεται σε κύπελλα και αποθηκεύεται στο ψυγείο στους 4°C. Την επόμενη ημέρα μετρείται το ιξώδες των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και πραγματοποιείται ανάλυση της υφής τους καθώς και οργανοληπτικός έλεγχος αυτών. Τέλος, πραγματοποιείται φυγοκέντρηση με σκοπό την εύρεση της ικανότητας συγκράτησης νερού του πηγματος.

#### **2. Εφαρμογή υπερήχων**

Το συνεκτικό γιαούρτι στο οποίο έχει γίνει εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση οδηγείται προς ανάδευση οπότε προκύπτουν τα αντίστοιχα αναμεμιγμένα γιαούρτια τα οποία αποθηκεύονται στο ψυγείο στους 4°C. Την επόμενη ημέρα μετρείται το ιξώδες των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και πραγματοποιείται ανάλυση της υφής τους καθώς και οργανοληπτικός έλεγχος αυτών. Τέλος, πραγματοποιείται φυγοκέντρηση με σκοπό την εύρεση της ικανότητας συγκράτησης νερού του πηγματος.



*Εικόνα 6.3.2 Εισαγωγή των δειγμάτων γιαουρτιού εντός του επωαστήρα.  
Στα ποτήρια ζέσεως επωάζεται το γιαούρτι από το οποίο θα παραχθεί το αναμεμιγμένο και το αντίστοιχο  
στραγγιστό γιαούρτι*

### **6.3.3 Παραγωγή στραγγιστού (strained) γιαουρτιού**

Η παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού πραγματοποιήθηκε για όλα τα δείγματα ως εξής: Δείγματα αναμεμιγμένου γιαουρτιού οδηγήθηκαν σε φυγόκεντρο στις 5000rpm για 5min. Τέλος, αφαιρείται ο ορός και λαμβάνεται το στραγγισμένο γιαούρτι το οποίο αποθηκεύεται σε κύπελλα στο ψυγείο. Την επόμενη ημέρα μετρείται το ιξώδες των στραγγιστών γιαουρτιών και πραγματοποιείται ανάλυση της υφής και οργανοληπτικός έλεγχος αυτών. Τέλος, πραγματοποιείται φυγοκέντρηση για την εύρεση της ικανότητας συγκράτησης νερού του πηγματος.

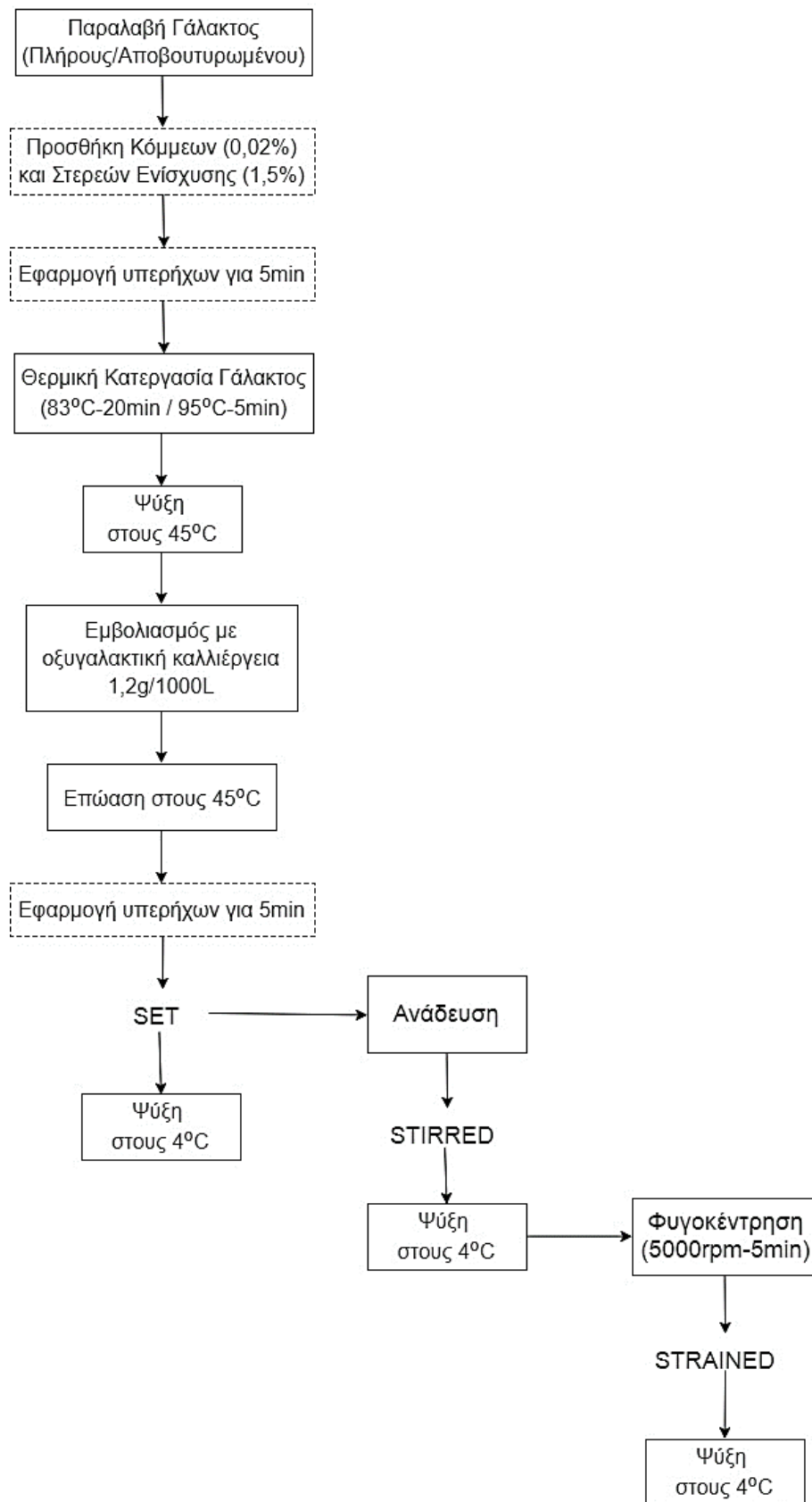


Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά ο αύξων αριθμός των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν και οι τιμές των συνθηκών σε κάθε πείραμα:

*Πίνακας 6.3.1 Συνθήκες και παράμετροι των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν*

Αριθμός Πειράματος	Θερμική Κατεργασία (°C)	Ποσοστό Λιπαρών Γάλακτος (% κ.β.)	Χρήση Υπερήχων	Προσθήκη Στερεά ενίσχυσης ή Σταθεροποιητής
<b>1<sup>η</sup> σειρά πειραμάτων: Παραγωγή γιαουρτιού με κόμμεα ή στερεά ενίσχυσης</b>				
1	83	3,5	-	-
2	83	0	-	-
3	83	3,5	-	κ-Καραγεννάνη 0,02%
4	83	0	-	κ-Καραγεννάνη 0,02%
5	83	3,5	-	Ξανθάνη 0,02%
6	83	0	-	Ξανθάνη 0,02%
7	83	3,5	-	Σκόνη ορού γάλακτος 1,5%
8	83	0	-	Σκόνη ορού γάλακτος 1,5%
9	95	3,5	-	-
10	95	0	-	-
11	95	3,5	-	κ-Καραγεννάνη 0,02%
12	95	0	-	κ-Καραγεννάνη 0,02%
13	95	3,5	-	Ξανθάνη 0,02%
14	95	0	-	Ξανθάνη 0,02%
15	95	3,5	-	Σκόνη ορού γάλακτος 1,5%
16	95	0	-	Σκόνη ορού γάλακτος 1,5%
<b>2<sup>η</sup> σειρά πειραμάτων: Παραγωγή γιαουρτιού με εφαρμογή υπερήχων</b>				
17	83	3,5	πριν την ζύμωση	-
18	83	0	πριν την ζύμωση	-
19	83	3,5	μετά την ζύμωση	-
20	83	0	μετά την ζύμωση	-
21	95	3,5	πριν την ζύμωση	-
22	95	0	πριν την ζύμωση	-
23	95	3,5	μετά την ζύμωση	-
24	95	0	μετά την ζύμωση	-





Εικόνα 6.3.3 Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας του συνεκτικού και του αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού

## 6.4 Δειγματοληψία και Αναλύσεις

### 6.4.1 Προσδιορισμός pH

Χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό pHμετρο το οποίο λαμβάνει μετρήσεις ανά 5 min καθ' όλη τη διάρκεια της επώασης του γάλακτος.

### 6.4.2 Προσδιορισμός Ιξώδους

Το ιξώδες μετρείται κατά την εξέλιξη της πήξης του γάλακτος σε 8 διαδοχικές χρονικές στιγμές με τη χρήση του περιστροφικού ιξωδόμετρου (Brookfield/DV-II+ Pro, USA) στις 50RPM με τη χρήση των στελεχών S92, S94 και S95. Μετά την ψύξη των γιαουρτιών, μετρείται το ιξώδες στις 50RPM με το στέλεχος S96. Επισημαίνεται ότι εάν κρίνεται απαραίτητο ρυθμίζονται αντίστοιχα οι στροφές.



Εικόνα 6.4.2.1  
Μέτρηση ιξώδους  
γιαουρτιών

### 6.4.3 Προσδιορισμός Ικανότητας Συγκράτησης Ύδατος του πηγματος (Water Holding Capacity, WHC)

Ο προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης ύδατος του πηγματος έγινε με φυγοκέντρηση. Συγκεκριμένα, για κάθε δείγμα ζυγίστηκε συγκεκριμένη ποσότητα γιαουρτιού και οδηγήθηκε προς φυγοκέντρηση στις 5000rpm για 5min. Στη συνέχεια, ζυγίστηκε ο ορός που απέβαλλε το γιαούρτι και ο υπολογισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού έγινε από τον τύπο:

$$WHC = \frac{\text{Μάζα Γιαουρτιού (g)} - \text{Μάζα Ορού (g)}}{\text{Μάζα Γιαουρτιού (g)}}$$

### 6.5.3 Ανάλυση Υφής των δειγμάτων γιαουρτιού

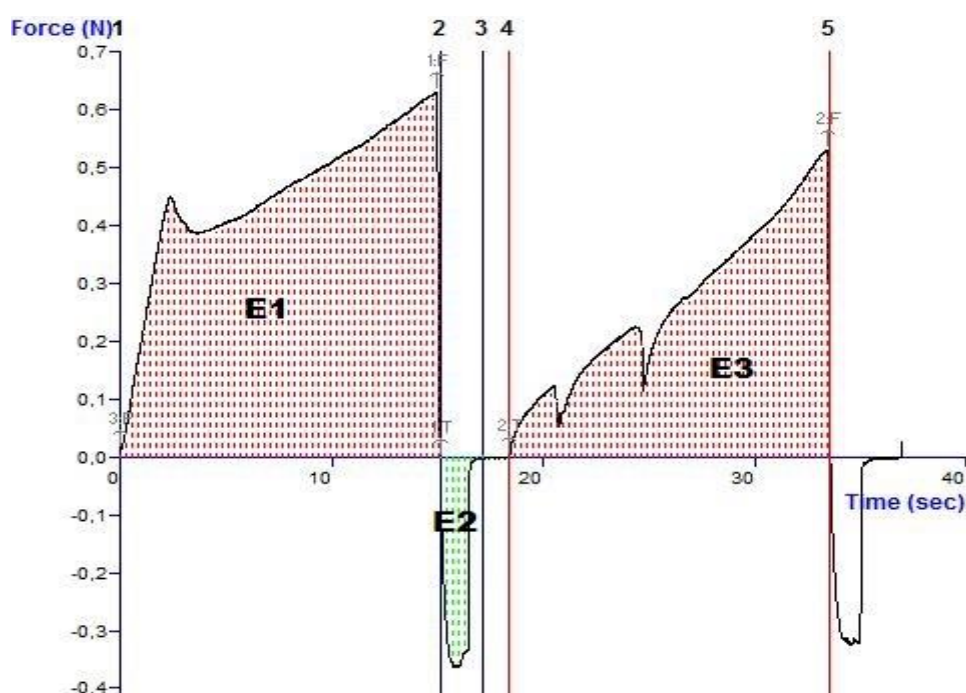
Οι αναλύσεις υφής των δειγμάτων γιαουρτιών έγιναν με τη συσκευή Texture Analyzer TA-XT2i, Stable Microsystems με χρήση του στελέχους Cylinder Probe TA3/1000 (σχήματος κυλίνδρου, διαμέτρου 25mm και ύψους 35mm). Η λειτουργία της συσκευής συνίσταται στην πίεση του τροφίμου, διαδοχικά 2 φορές από το κυλινδρικό στέλεχος, κατ' απομίμηση της μηχανικής καταπόνησης που υφίσταται το τρόφιμο στο στόμα κατά τη μάσηση και στη μέτρηση της εφαρμοζόμενης δύναμης. Οι παράγοντες που



Εικόνα 6.5.3.1 Αναλυτής υφής  
Textue Analyzer TA-XT2i

χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αντικειμενικής υφής είναι:

- **Σκληρότητα:** Η απαιτούμενη δύναμη για να συμπιεστεί ένα τρόφιμο μεταξύ των γομφίων του στόματος. Στο διάγραμμα αντιστοιχεί στη μέγιστη κορυφή που παρουσιάζεται κατά την πρώτη διείσδυση του στελέχους στο τρόφιμο.
- **Συνεκτικότητα:** Η δύναμη των δεσμών που συγκροτούν ένα τρόφιμο. Εκφράζεται ως ο λόγος του έργου της δεύτερης συμπίεσης προς το έργο της πρώτης συμπίεσης. Στο διάγραμμα αντιστοιχεί στο λόγο των εμβαδών  $\frac{E3}{E1}$ .
- **Προσκολλησιμότητα:** Η ενέργεια που απαιτείται για να αποκολληθεί ένα τρόφιμο από μία επιφάνεια. Στο διάγραμμα αντιστοιχεί στο εμβαδόν  $E2$ .



Διάγραμμα 6.5.3.1 Τυπικό διάγραμμα ανάλυσης υφής σε γιαούρτι

#### 6.5.4 Οργανοληπτικός Έλεγχος

Η οργανοληπτική εξέταση των τροφίμων είναι απαραίτητη για την συνολική εκτίμηση της ποιότητας των τροφίμων. Η εξέταση αυτή περιλαμβάνει την εκτίμηση/αξιολόγηση των τροφίμων με τις αισθήσεις (γεύση, οσμή, όραση, αφή και ακοή). Τα χαρακτηριστικά των τροφίμων που εκτιμώνται είναι με τη σειρά που γίνονται αντιληπτικά: εμφάνιση (χρώμα, σχήμα, μέγεθος, ελαττώματα), υφή με το χέρι ή το κουτάλι (σκληρότητα κ.λπ.), οσμή, γεύση, υφή στο στόμα κατά το δάγκωμα ή μάσημα (σκληρότητα, ελαστικότητα, λιπαρότητα, κλπ.), άρωμα (flavor-οσμή/γεύση) και μετάγευση.

Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο συμπληρώθηκε το έντυπο που φαίνεται παρακάτω. Επισημαίνεται ότι η βαθμολογία κλιμακώνεται από το 1 έως το 10 όπου το 1 αντιστοιχεί σε μη αποδεκτό προϊόν, το 5 σε αποδεκτό προϊόν και το 10 σε προϊόν το οποίο δεν έχει κανένα ελάττωμα.

ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΠΑΟΥΡΤΙ					
		1=μη αποδεκτό-ακατάλληλο, 5=αποδεκτό, 10=κανένα ελάττωμα			
		Set	Stirred	Στραγγιστό	
ΧΡΩΜΑ - ΕΜΦΑΝΙΣΗ	Λευκό Χρώμα				
	Λεία/Επίπεδη επιφάνεια				
	Υπαρξη φυσαλίδων αέρα				
	Υπαρξη κρούστας				
	Συναίρεση				
ΑΡΩΜΑ	Φυσικό				
	Καμμένο				
ΓΕΥΣΗ	Ώξινη γεύση				
	Γεύση Ορού				
	Γεύση Γάλακτος				
	Γλυκύτητα				
	Πικρή Γεύση				
ΥΦΗ	(στο κουτάλι)	Ελαστικό			
		Κολλώδες			
		Κοκκώδες			
		Πηγματώδες			
		Συνεκτικό			
		Συναίρεση στον τεμαχισμό			
		Ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι			
	(στο στόμα)	Λιπαρό			
		Κοκκώδες			
		Κολλώδες			
		Συνεκτικό			
		Κρεμώδες			
		Κοιμώδες			
Υπαρξη αδιάλυτων στερεών					

Εικόνα 6.5.4.1 Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου των γιαουρτιών

## 7. Αποτελέσματα – Επεξεργασία

### 7.1 Εισαγωγή

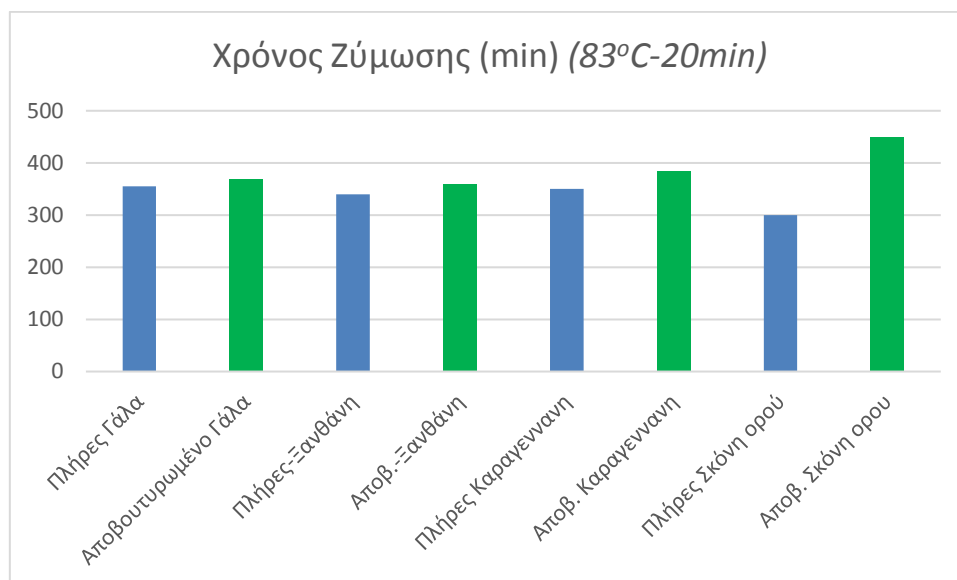
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων μετά από την κατάλληλη επεξεργασία τους όπως αναφέρθηκε στο πειραματικό μέρος. Κρίνεται σκόπιμο να ομαδοποιηθούν τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε δύο υποενότητες που αντιστοιχούν στις δύο σειρές πειραμάτων (βλ. Πίνακα 6.3.1). Η πρώτη σειρά θα περιλαμβάνει τα πειράματα παραγωγής γιαουρτιών (από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποστεί δύο διαφορετικές θερμικές κατεργασίες) στα οποία προστέθηκαν ενισχυτές στερεών όπως η σκόνη του ορού γάλακτος ή/και τα κόμμεα ξανθάνης και καρραγεννάνης. Η δεύτερη σειρά πειραμάτων περιλαμβάνει τα πειράματα παραγωγής γιαουρτιών (επίσης από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με δύο διαφορετικές θερμικές κατεργασίες) που υπέστησαν επεξεργασία με χρήση υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση. Σε κάθε σειρά μελετάται αρχικά ο χρόνος που χρειάζεται κάθε δείγμα για την ολοκλήρωση της ζύμωσης (τελικό pH=4,6) καθώς και η μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους-χρόνου, μέσω των οποίων υπολογίζεται ο ρυθμός οξίνισης των γιαουρτιών, ο ρυθμός μεταβολής ιξώδους αυτών και η λανθάνουσα φάση για το pH και το ιξώδες αντίστοιχα. Στη συνέχεια, προσδιορίζεται το τελικό ιξώδες των γιαουρτιών και η ικανότητα συγκράτησης νερού των πηγμάτων (στους 4°C). Τέλος, μελετώνται τα αποτελέσματα της ανάλυσης αντικειμενικής υφής και του οργανοληπτικού ελέγχου των γιαουρτιών μετά από μία ημέρα αποθήκευσης σε ψύξη (4°C).

### 7.2 Χρήση κόμμεων ή σκόνης ορού γάλακτος στην παραγωγή γιαουρτιών

Για τη βελτίωση της υφής και των χαρακτηριστικών του γιαουρτιού χρησιμοποιήθηκαν τα κόμμεα ξανθάνης σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος και καρραγεννάνης επίσης σε ποσοστό 0,02% κ.β. του γάλακτος. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε για την ενίσχυση των στερεών του προϊόντος σκόνη ορού γάλακτος σε ποσοστό 1,5% κ.β. του γάλακτος. Αρχικά, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τυφλών δειγμάτων γιαουρτιού, δηλαδή εκείνων χωρίς προσθήκες που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με τις δύο θερμικές κατεργασίες (83°C για 20min και 95°C για 5min αντίστοιχα) και ομοίως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των γιαουρτιών με προσθήκες.

### 7.2.1 Χρόνος Ζύμωσης

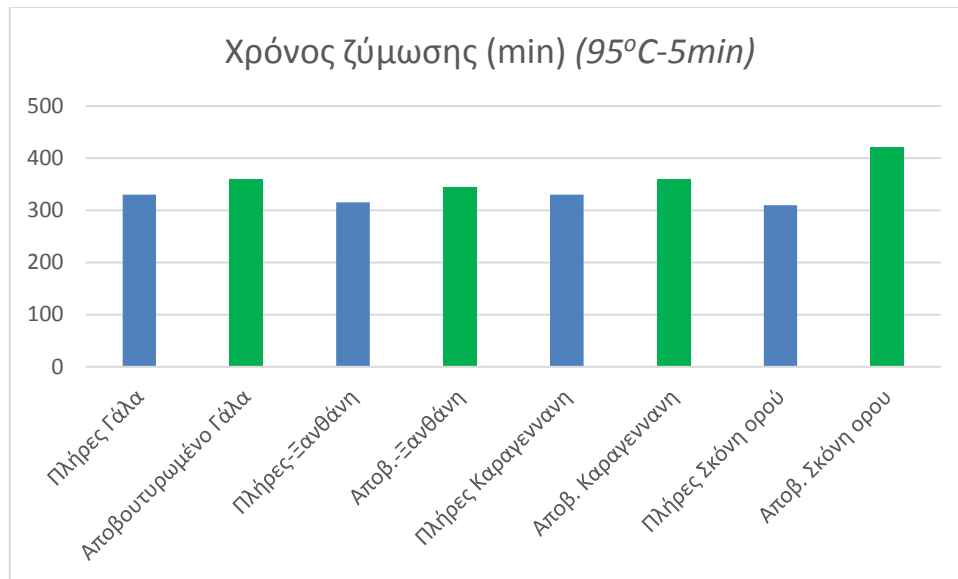
Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα του χρόνου ζύμωσης (έως τελικό pH=4,6) όπως προέκυψαν για τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που είχε υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min.



Διάγραμμα 7.2.1.1 Χρόνος ζύμωσης των γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω διάγραμμα σε όλες τις περιπτώσεις, το πλήρες γάλα ζυμώνεται πιο γρήγορα σε σχέση με το αποβουτυρωμένο. Πρέπει να επισημανθεί ότι ο μικρότερος χρόνος ζύμωσης παρατηρείται για το γιαούρτι από πλήρες γάλα στο οποίο έχει προστεθεί σκόνη ορού γάλακτος (300min), ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος παρατηρείται για το αντίστοιχο γιαούρτι από αποβουτυρωμένο γάλα (450min).

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αντίστοιχα αποτελέσματα που προκύπτουν για τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποστεί θερμική επεξεργασία στους 95°C για 5min.



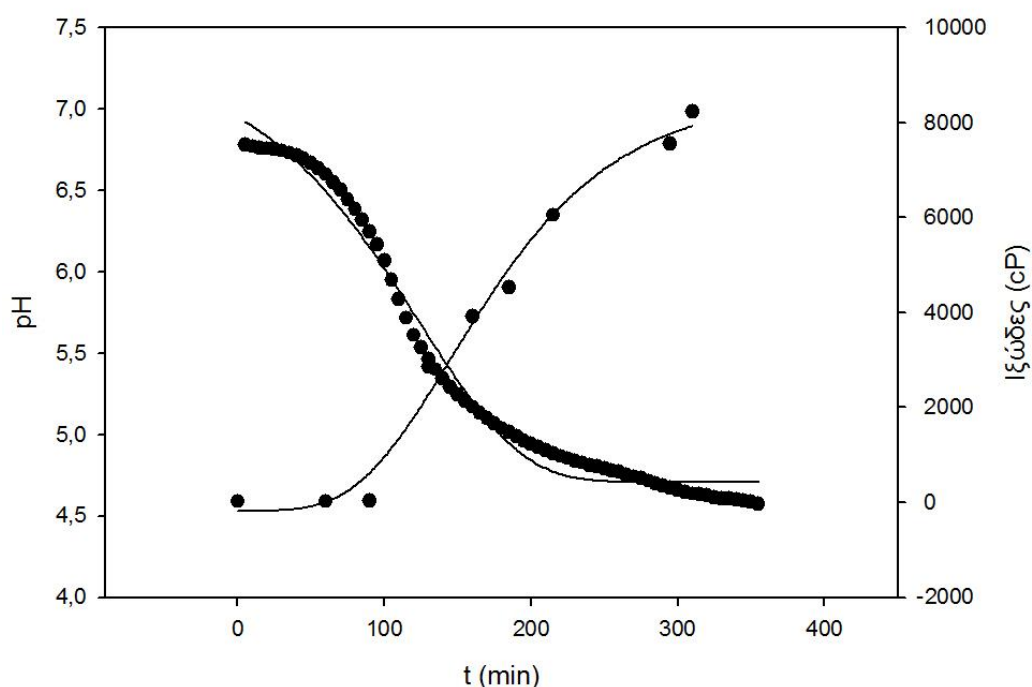
Διάγραμμα 7.2.1.2 Χρόνος ζύμωσης των γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 20min

Όπως παρατηρείται, η έντονη θερμική επεξεργασία του γάλακτος οδήγησε σε μικρότερους χρόνους ζύμωσης για όλα τα γιαούρτια. Από τη συμπεριφορά αυτή φαίνεται να αποκλίνει το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος. Η ελάττωση του χρόνου ζύμωσης στην περίπτωση που το γάλα έχει υποστεί έντονη θερμική κατεργασία οφείλεται κυρίως στην προκαλούμενη μετουσίωση των πρωτεϊνών κατά την κατεργασία. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη η στατιστική επεξεργασία με την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) έδειξε ότι η θερμική κατεργασία δεν έχει σημαντική επίδραση στο χρόνο ζύμωσης, ενώ έχει το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Η παρουσία των λιποσφαιριδίων, όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι σημαντική κατά την πήξη του γάλακτος προς παρασκευή γιαουρτιού. Συνεπώς στο αποβουτυρωμένο γάλα, όπου υπάρχει έλλειψη λιποσφαιριδίων, η πήξη πρέπει να λαμβάνει χώρα πιο αργά. Επιπλέον, η προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος σε πλήρες γάλα οδηγεί σε μικρότερους χρόνους ζύμωσης τόσο στην περίπτωση που έχει προηγηθεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min, όσο και αντίστοιχα στους 95°C για 5min. Αυτό ίσως οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών ορού που περιέχει η σκόνη ορού γάλακτος, οι οποίες είναι μετουσιωμένες λόγω της έντονης κατεργασίας που ήδη έχουν υποστεί κατά την παρασκευή της σκόνης ορού γάλακτος. Ωστόσο συνολικά, ούτε η προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος, ούτε η προσθήκη των υδροκολλοειδών φαίνεται να επηρεάζει το χρόνο ζύμωσης των γιαουρτιών.

## 7.2.2 Μεταβολή pH-χρόνου, Ιξώδους-χρόνου κατά την επώαση

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά την ζύμωση αρχικά για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιού και στη συνέχεια για τα δείγματα του γιαουρτιού που περιέχουν ως προσθήκες τα κόμμεα ξανθάνης και καραγεννάνης ή τη σκόνη ορού γάλακτος. Τα διαγράμματα παρουσιάζονται πρώτα για τα δείγματα που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο έχει υποβληθεί σε θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min.

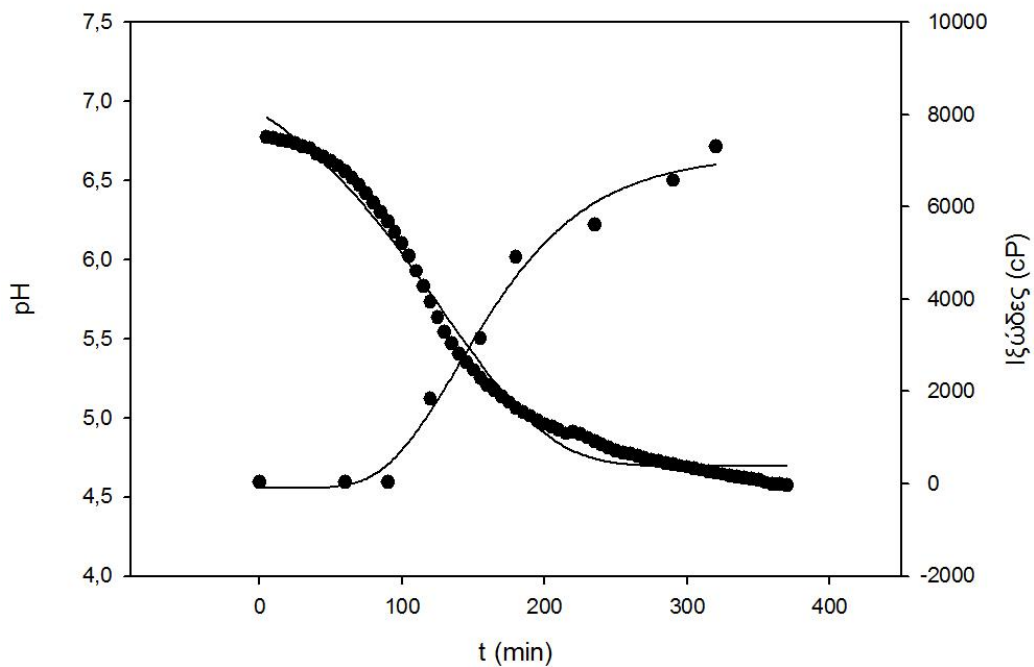
### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ (83°C-20min)



Διάγραμμα 7.2.2.1 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min

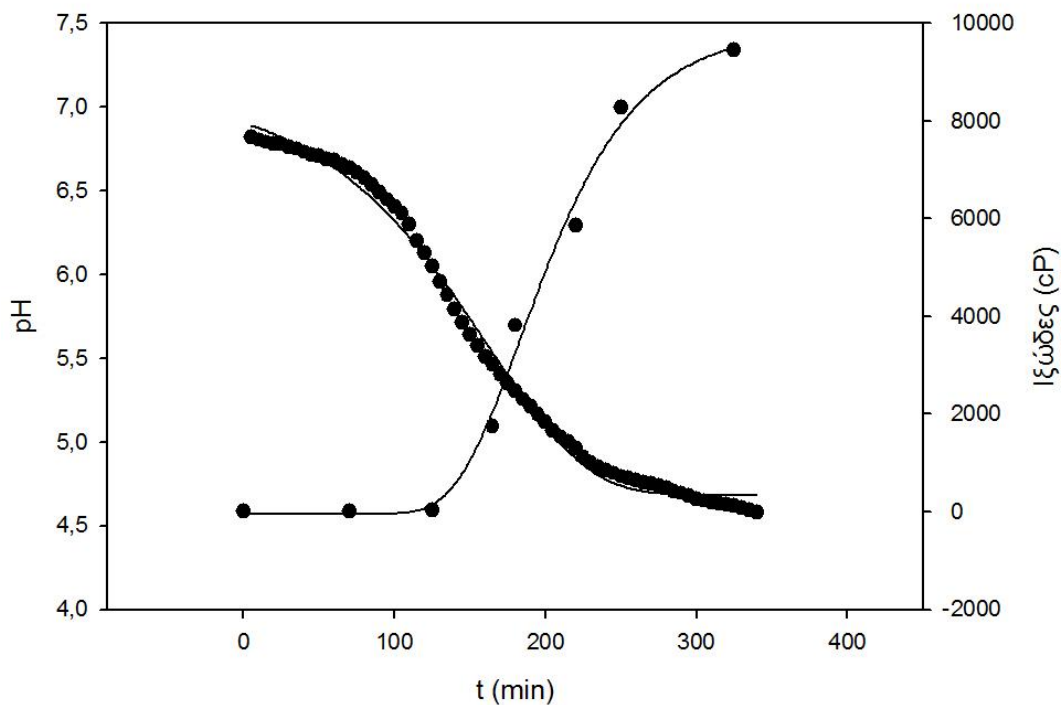


### ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΜΕΝΟ ΓΑΛΑ (83°C - 20min)



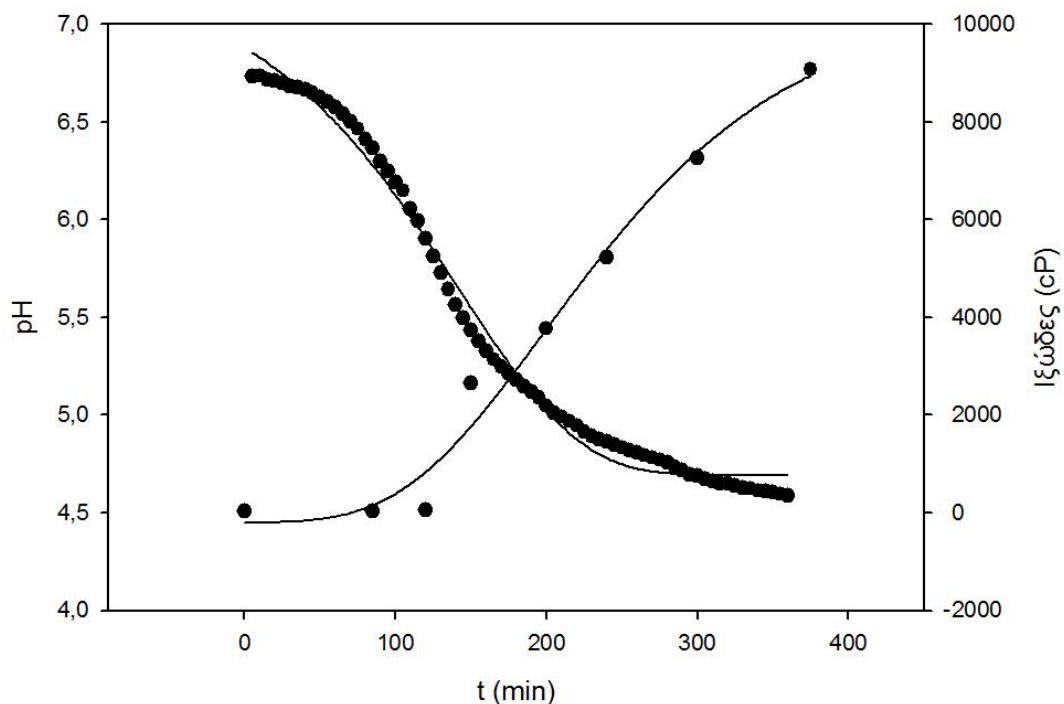
Διάγραμμα 7.2.2.2 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min

### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ - ΞΑΝΘΑΝΗ (83°C-20min)



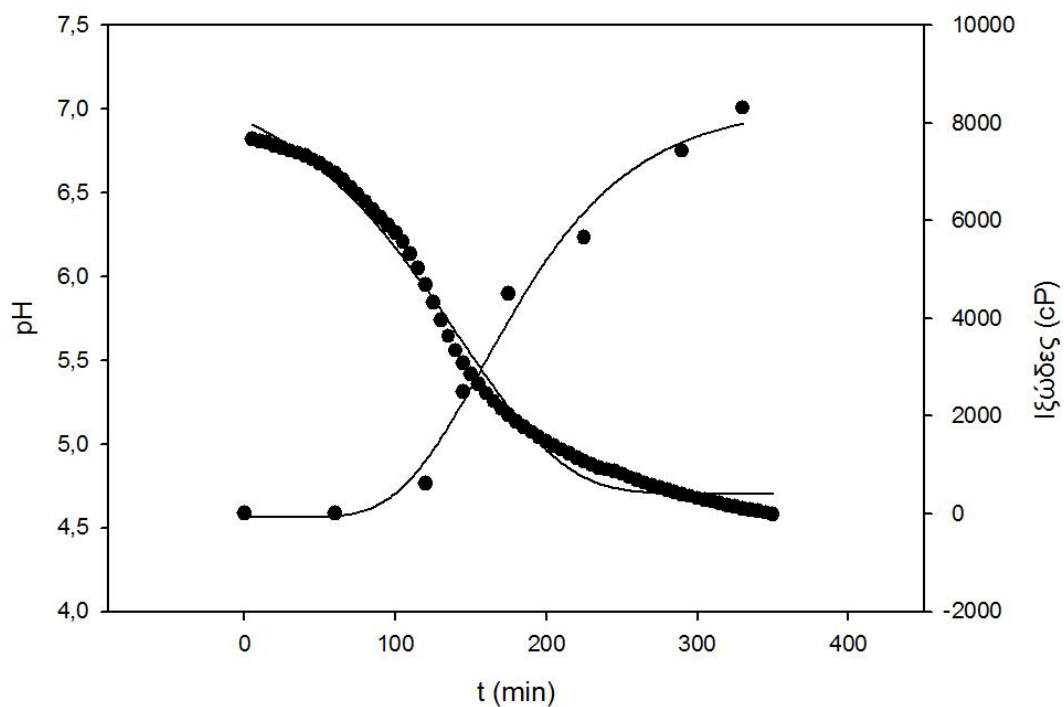
Διάγραμμα 7.2.2.3 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη του κόμμεος ξανθάνης

### ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - ΞΑΝΘΑΝΗ (83°C-20min)



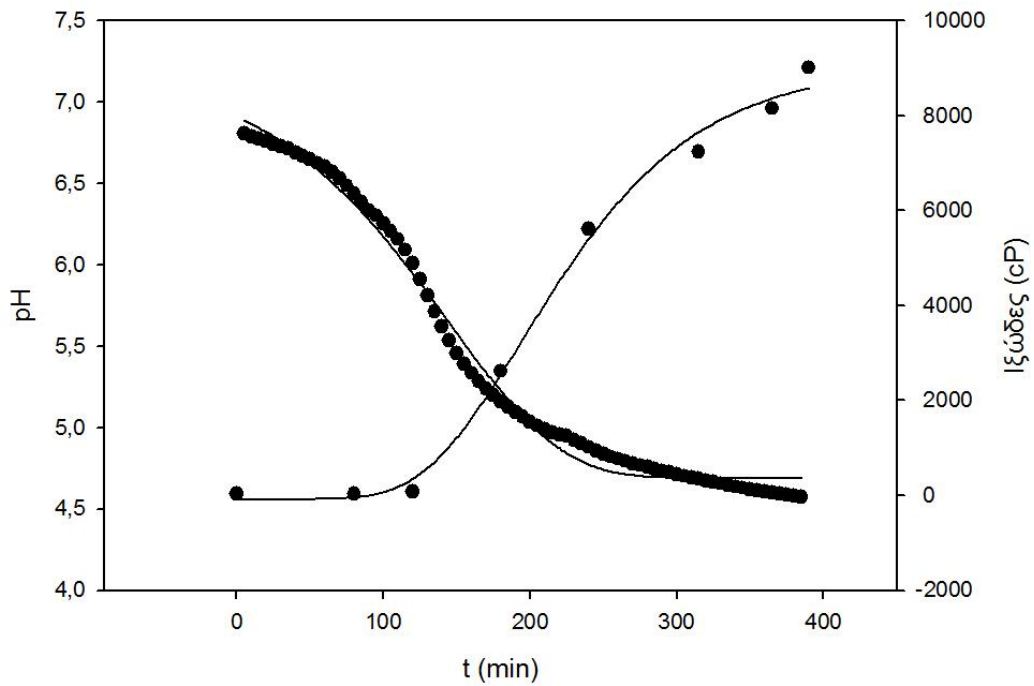
Διάγραμμα 7.2.2.4 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη του κόμμεος Ξανθάνης

### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ - κ-ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗ (83°C-20min)



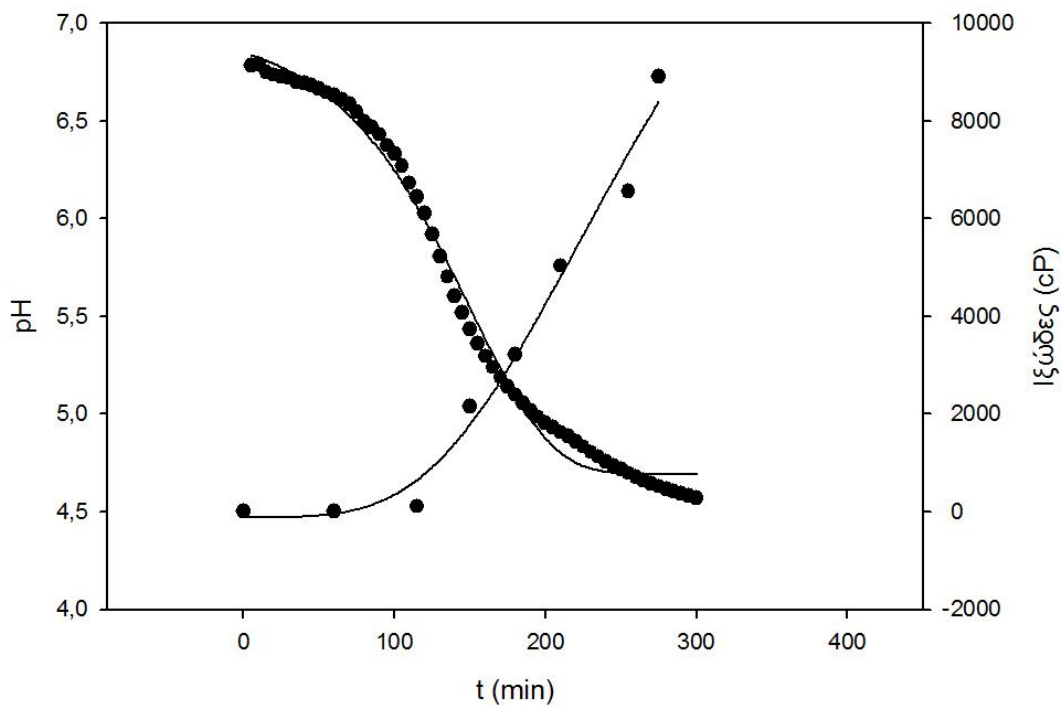
Διάγραμμα 7.2.2.5 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη του κόμμεος κ-καραγεννάνης

### ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - κ-ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗ (83°C-20min)



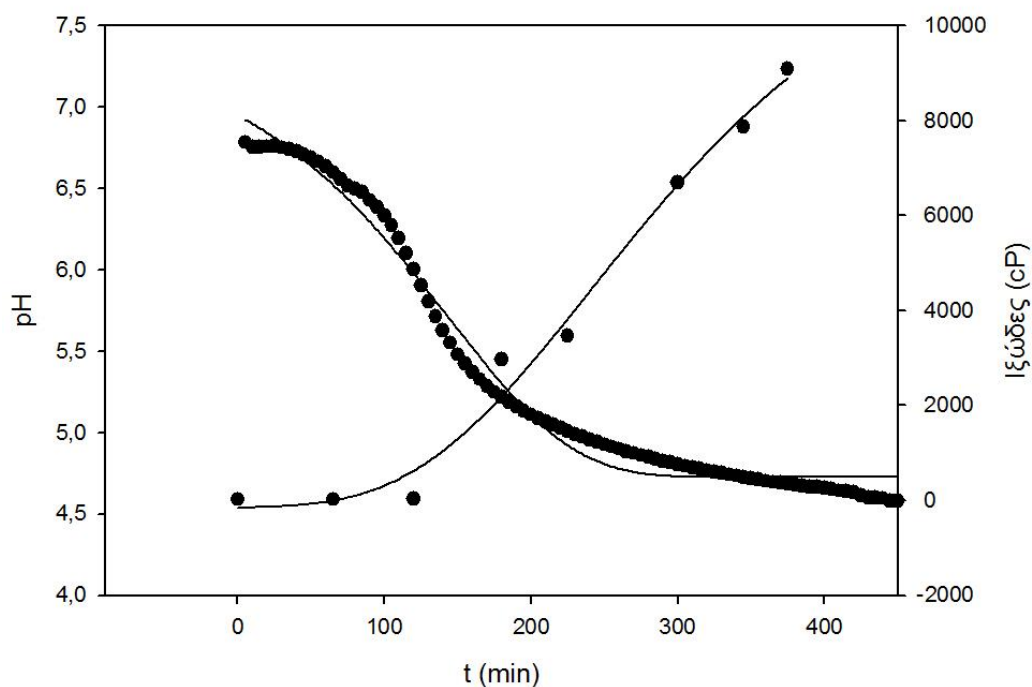
Διάγραμμα 7.2.2.6 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη του κόμμεος κ-καραγεννάνης

### ΠΛΗΡΕΣ - ΣΚΟΝΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (83°C-20min)



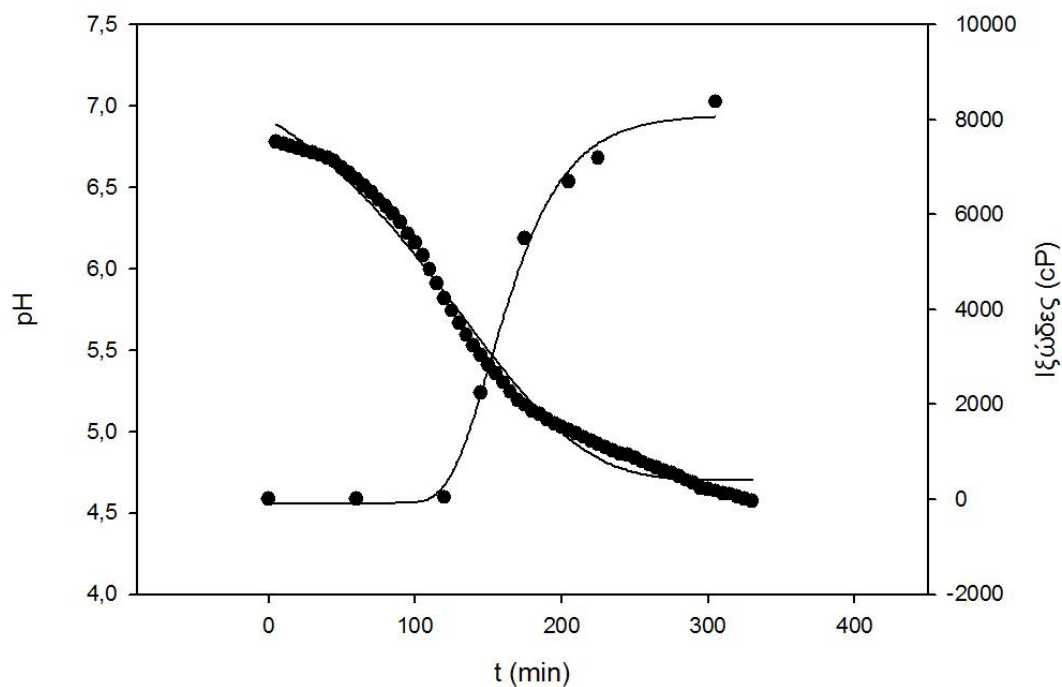
Διάγραμμα 7.2.2.7 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος

ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - ΣΚΟΝΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (83°C-20min)



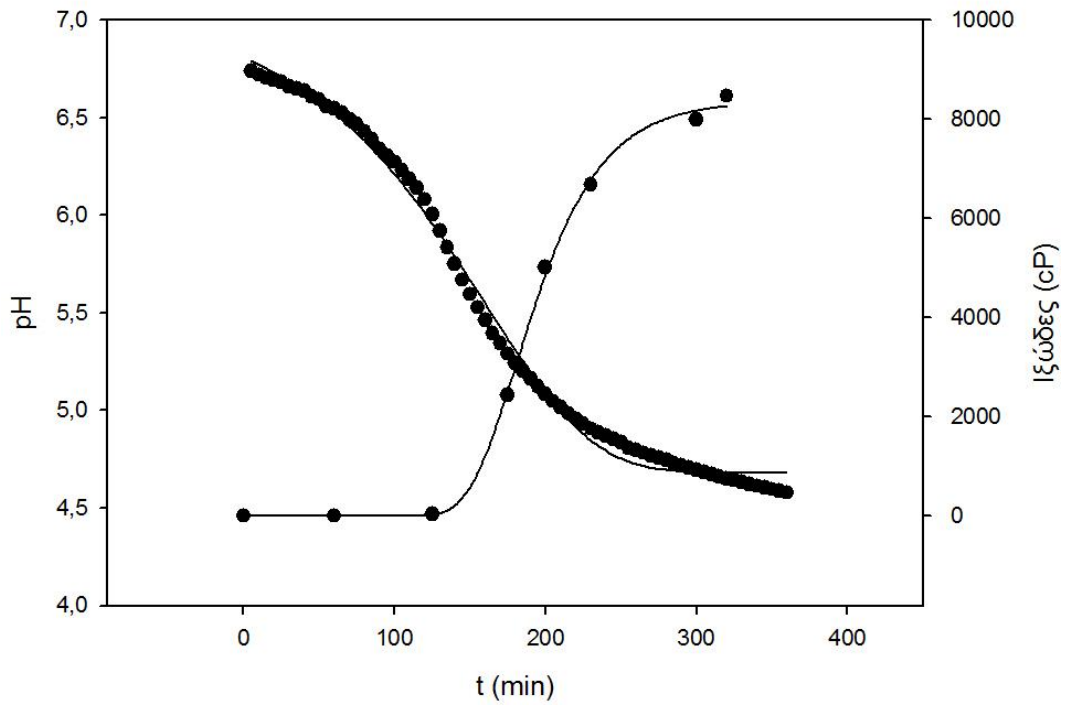
Διάγραμμα 7.2.2.8 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος

ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ (95°C-5min)



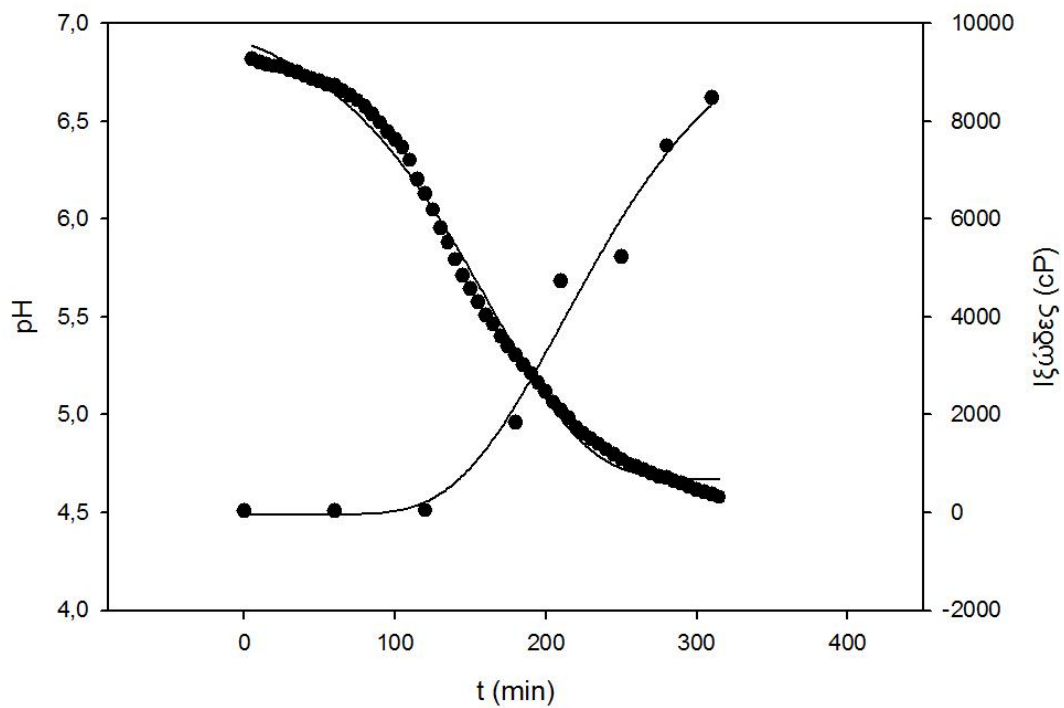
Διάγραμμα 7.2.2.9 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min

### ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΜΕΝΟ ΓΑΛΑ (95°C-5min)



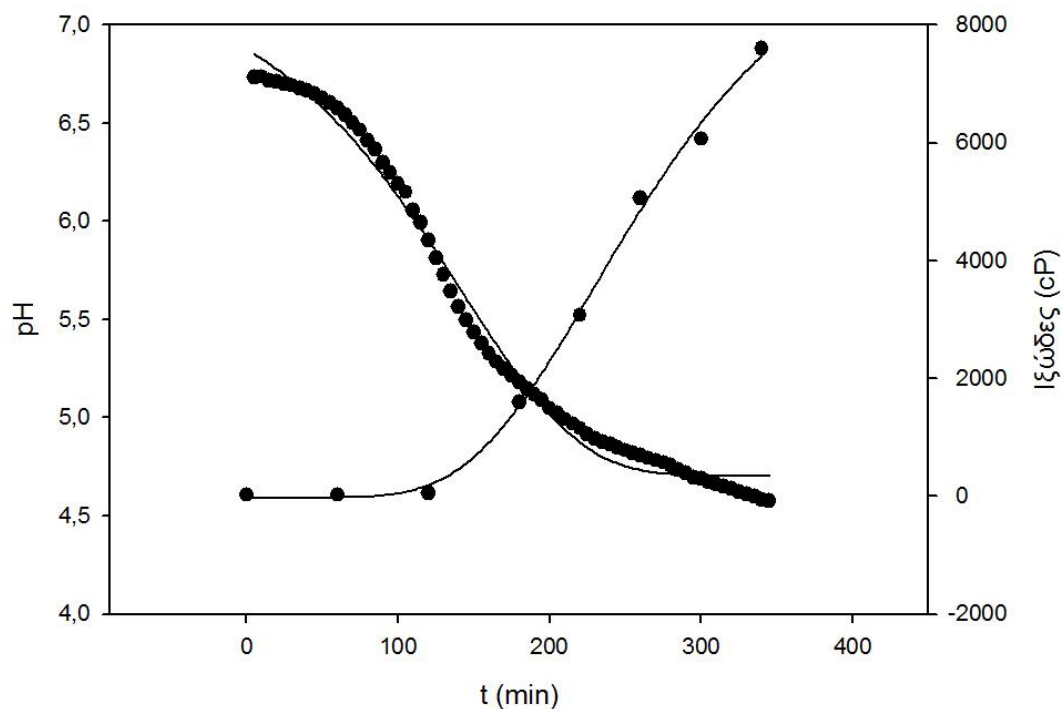
Διάγραμμα 7.2.2.10 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min

### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ-ΞΑΝΘΑΝΗ (95°C-5min)



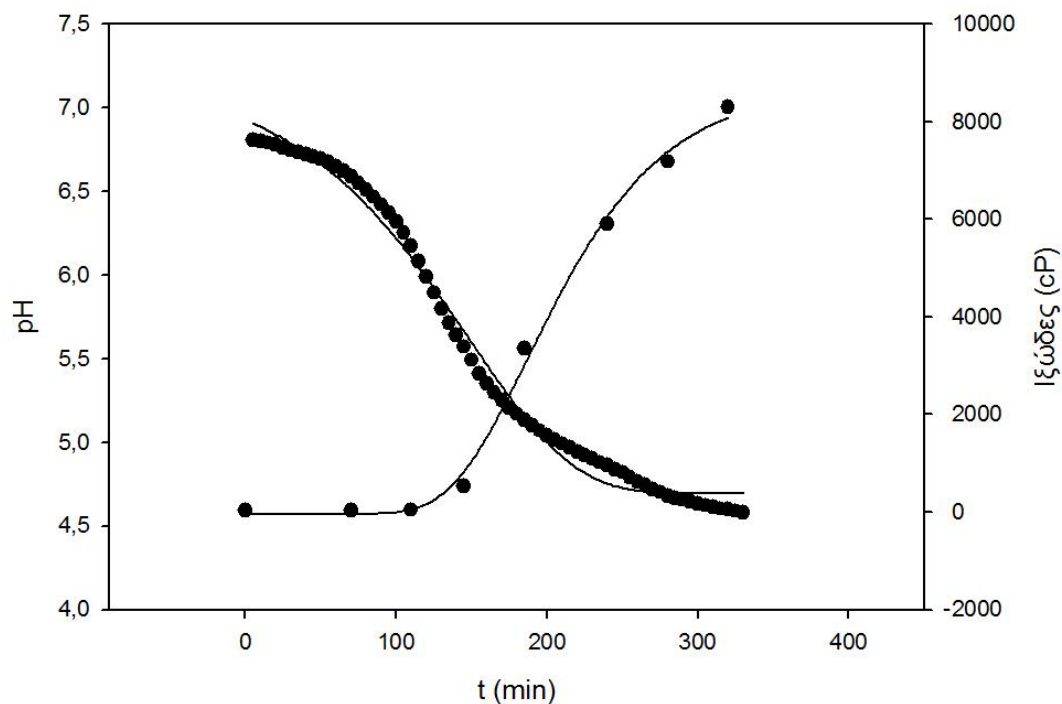
Διάγραμμα 7.2.2.11 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min με προσθήκη του κόμματος ξανθάνης

### ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - ΞΑΝΘΑΝΗ (95°C-5min)



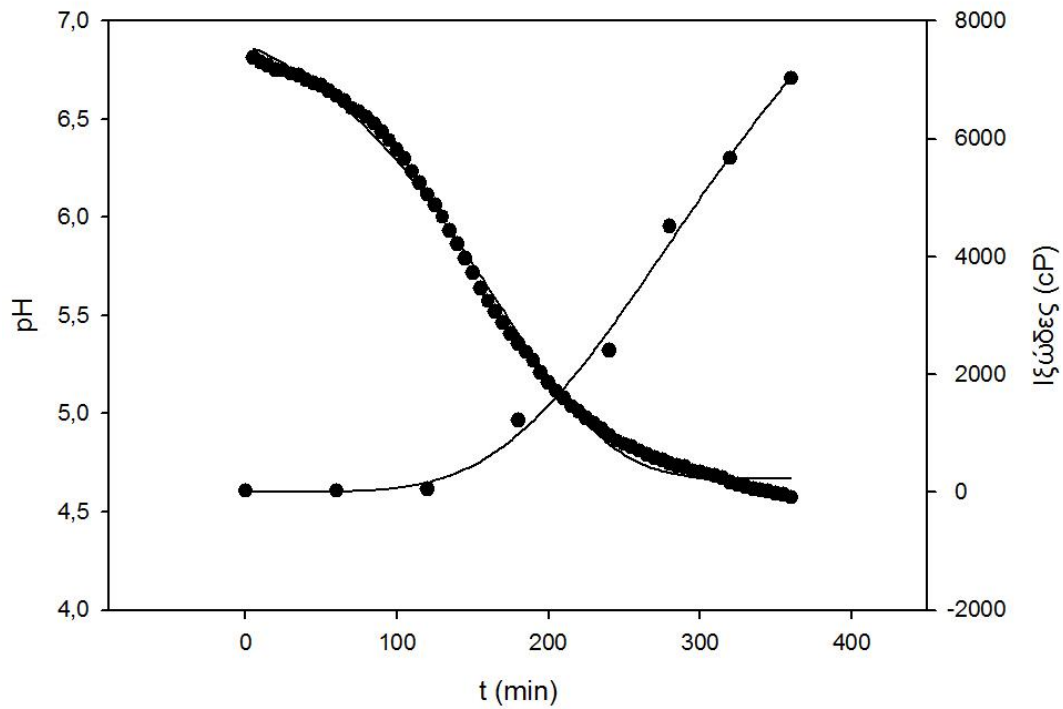
Διάγραμμα 7.2.2.12 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83oC για 20min με προσθήκη του κόμμεος Ξανθάνης

### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ - κ-ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗ (95°C-5min)



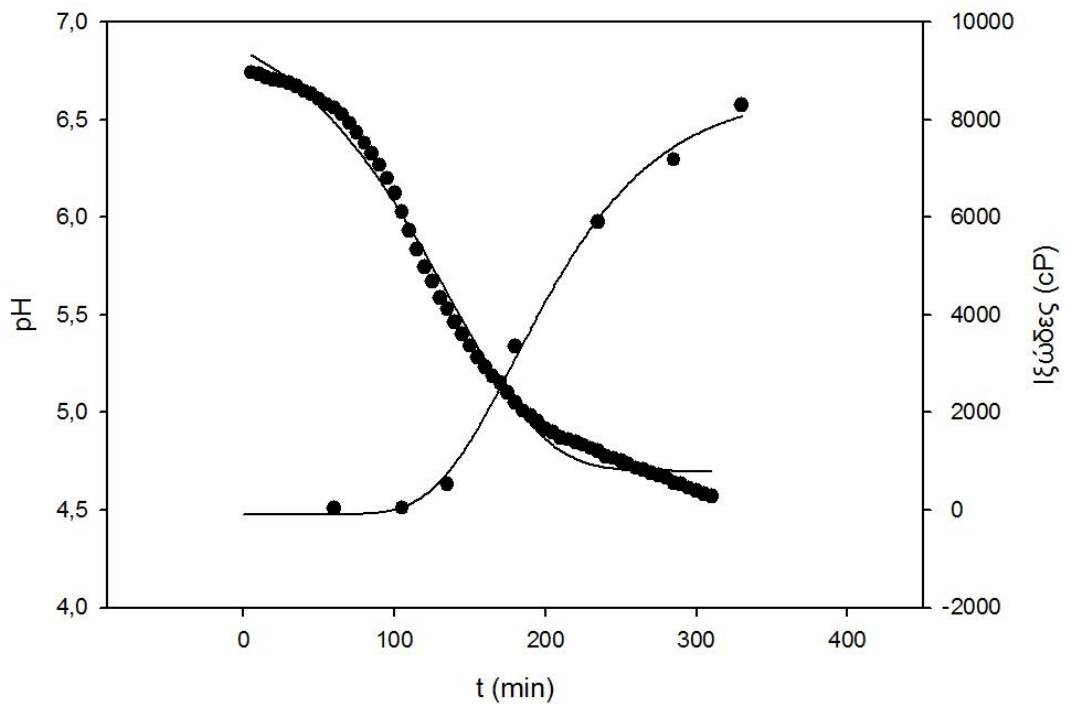
Διάγραμμα 7.2.2.13 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95oC για 5min με προσθήκη του κόμμεος κ-καραγεννάνης

### ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - κ-ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗ (95°C-5min)



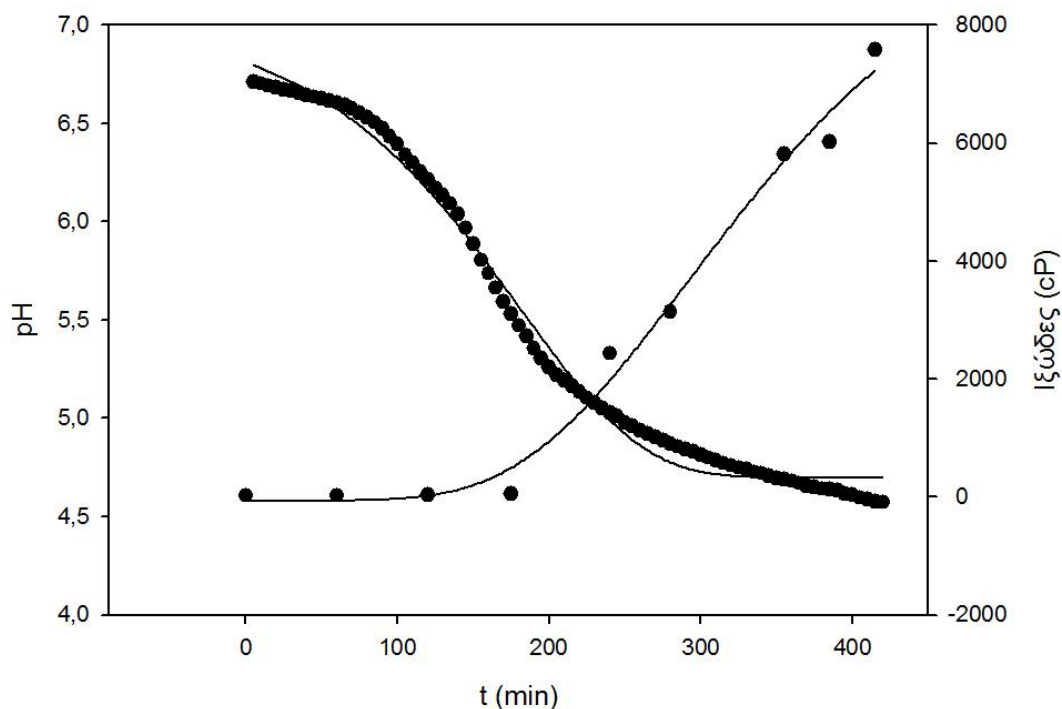
Διάγραμμα 7.2.2.14 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min με προσθήκη του κόμμεος κ-καραγεννάνης

### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ ΣΚΟΝΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (95°C-5min)



Διάγραμμα 7.2.2.15 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος

### ΑΠΟΒ. ΓΑΛΑ - ΣΚΟΝΗ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (95°C-5min)



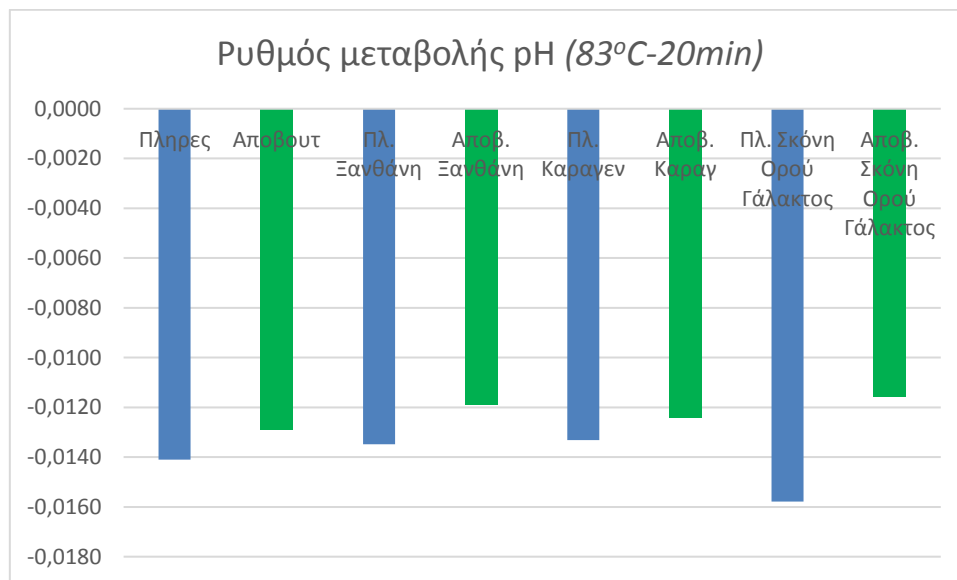
Διάγραμμα 7.2.2.16 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος

Γενικά, όπως παρατηρείται ο ρυθμός μείωσης του pH λαμβάνει χώρα λίγο πιο γρήγορα σε σχέση με το ρυθμό αύξησης ιξώδους, πράγμα λογικό διότι η πτώση του pH είναι βασικά η αιτία που συμβαίνει αύξηση του ιξώδους. Στα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, οι πειραματικές μετρήσεις έχουν προσαρμοστεί στο μοντέλο Gompertz τόσο για το pH, όσο και για το ιξώδες από το οποίο εξάγονται οι τιμές ρυθμού μεταβολής και λανθάνουσας φάσης του pH και οι τιμές ρυθμού μεταβολής και λανθάνουσας φάσης του ιξώδους, αντίστοιχα. Επισημαίνεται ότι η προσαρμογή της εξίσωσης Gompertz στα δεδομένα είχε αρκετά καλή εφαρμογή τόσο στις τιμές του pH, όσο στις τιμές του ιξώδους ( $0,98 < R^2 < 0,99$ ).

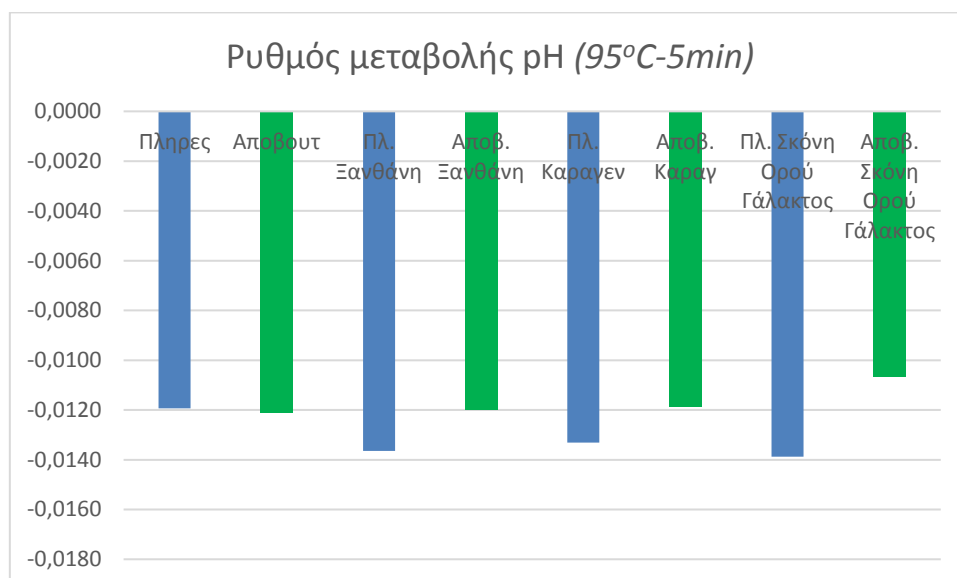


### 7.2.3 Ρυθμός μεταβολής pH ( $\mu_{pH}$ ) και λανθάνουσα φάση pH ( $\lambda_{pH}$ )

Αρχικά, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ρυθμού μεταβολής του pH πρώτα για τα γιαούρτια που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποβληθεί σε θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min. Επισημαίνεται ότι οι τιμές του ρυθμού μεταβολής του pH και της διάρκειας λανθάνουσας φάσης του pH προκύπτουν έπειτα από την προσαρμογή των πειραματικών μετρήσεων στο μοντέλο Gompertz.



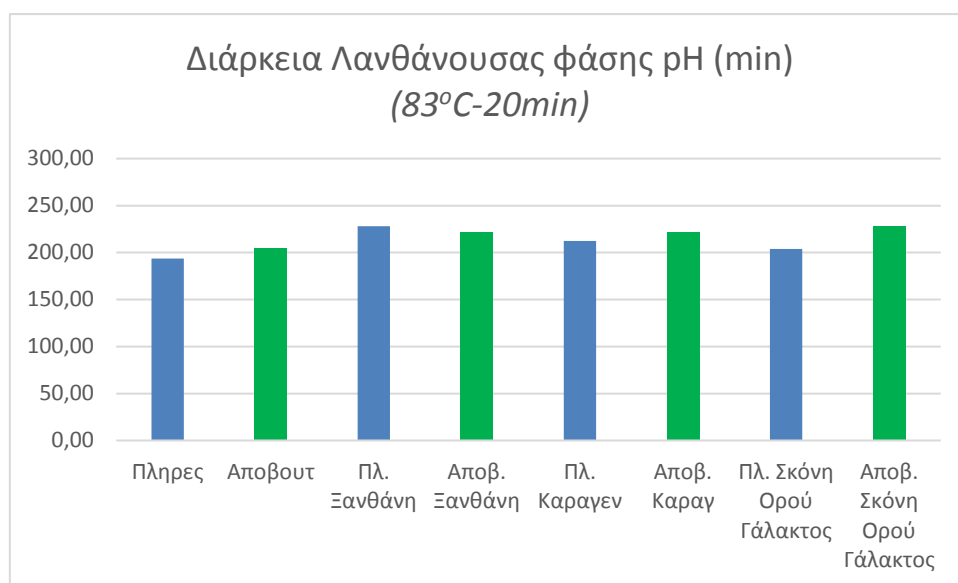
Διάγραμμα 7.2.3.1 Ρυθμός μεταβολής pH για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



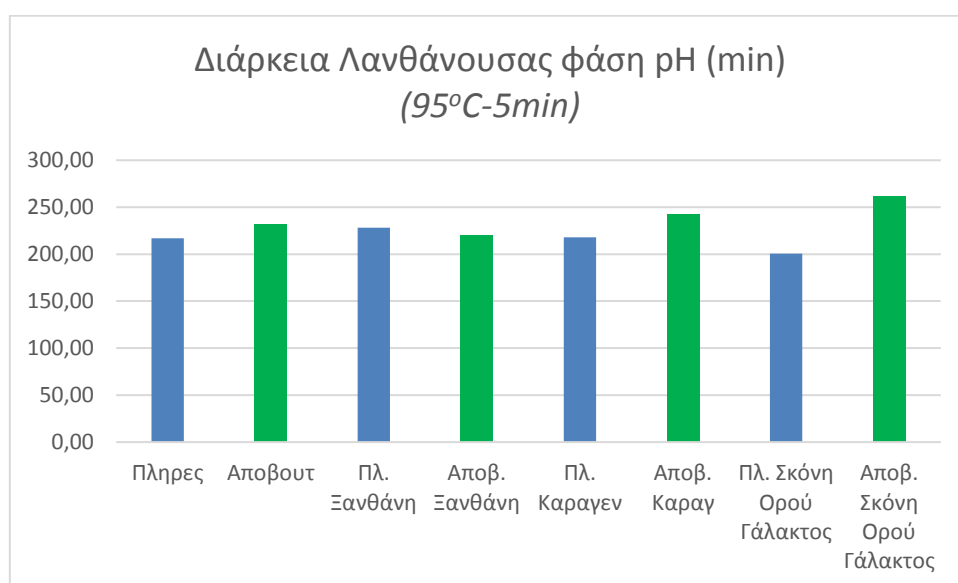
Διάγραμμα 7.2.3.2 Ρυθμός μεταβολής pH για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA, σημαντική επίδραση στο ρυθμό μεταβολής του pH έχει το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Συγκεκριμένα, στο πλήρες γάλα παρατηρούνται μεγαλύτεροι ρυθμοί μείωσης του pH (κατ' απόλυτη τιμή) σε σχέση με το αποβουτυρωμένο.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα της διάρκειας της λανθάνουσας φάσης για τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο έχει υποβληθεί σε θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και στη συνέχεια, αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.2.3.3. Διάρκεια λανθάνουσας φάσης pH (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min

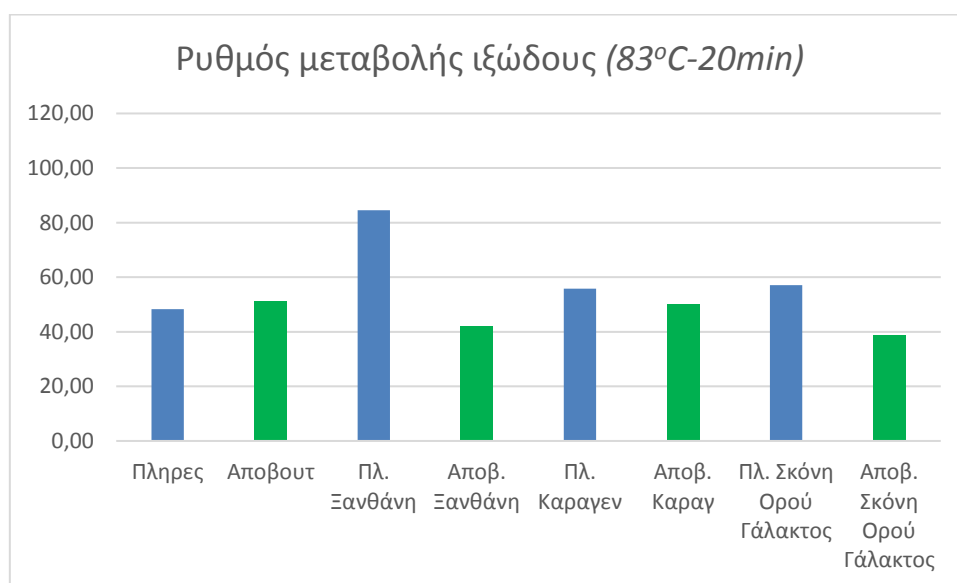


Διάγραμμα 7.2.3.4 Διάρκεια λανθάνουσας φάσης του pH (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

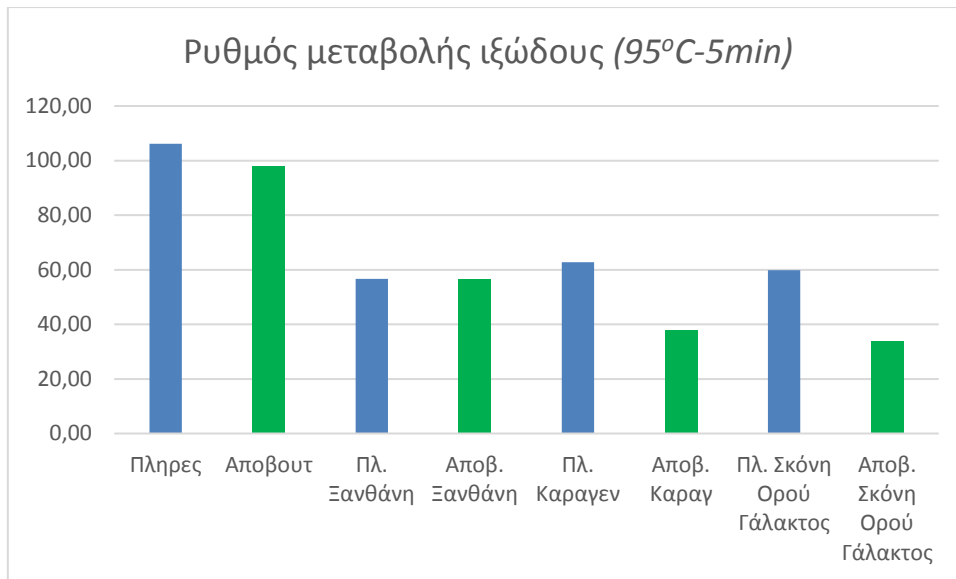
Η διάρκεια της λανθάνουσας φάσης του pH επηρεάζεται μόνο από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Συγκεκριμένα, το γιαούρτι που παρασκευάζεται από πλήρες γάλα εξελίσσεται κατά την ζύμωση, έτσι ώστε να οδηγεί σε μικρότερη διάρκεια λανθάνουσας (212min) φάσης σε σχέση με το αποβουτυρωμένο γάλα (229min).

#### 7.2.4 Ρυθμός μεταβολής και διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους

Ομοίως, παρουσιάζεται πρώτα ο ρυθμός μεταβολής του ιξώδους και η διάρκεια λανθάνουσας φάσης του ιξώδους για τα δείγματα γιαουρτιού που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min και έπειτα για τα δείγματα αντίστοιχα στους 95°C για 5min. Οι τιμές του ρυθμού μεταβολής ιξώδους και της διάρκειας λανθάνουσας φάσης του ιξώδους προκύπτουν έπειτα από την προσαρμογή των πειραματικών μετρήσεων στο μοντέλο Gompertz.



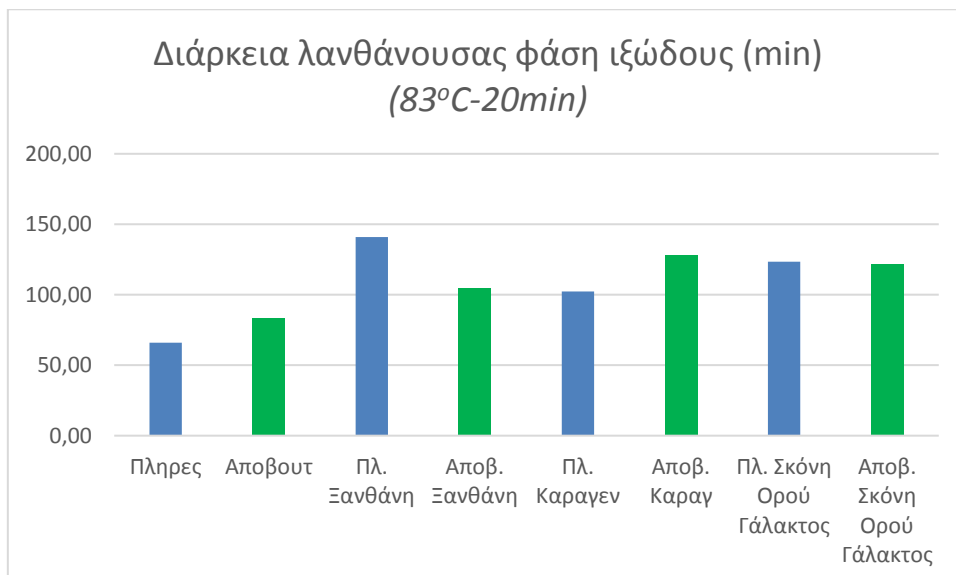
Διάγραμμα 7.2.4.1 Ρυθμός μεταβολής ιξώδους για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



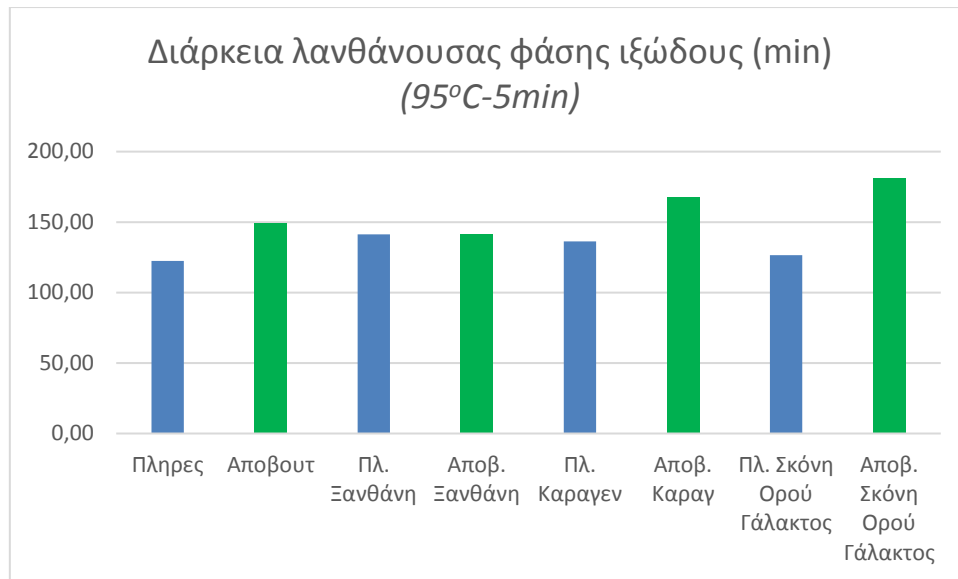
Διάγραμμα 7.2.4.2. Ρυθμός μεταβολής ιζώδους για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

Ο ρυθμός αύξησης του ιζώδους δεν φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, τη θερμική κατεργασία και την προσθήκη των κόμμεων ή των στερεών στα γιαούρτια.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα διαγράμματα της διάρκειας της λανθάνουσας φάσης του ιζώδους για τα γιαούρτια, που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει θερμανθεί πρώτα στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.2.4.3 Διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιζώδους (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



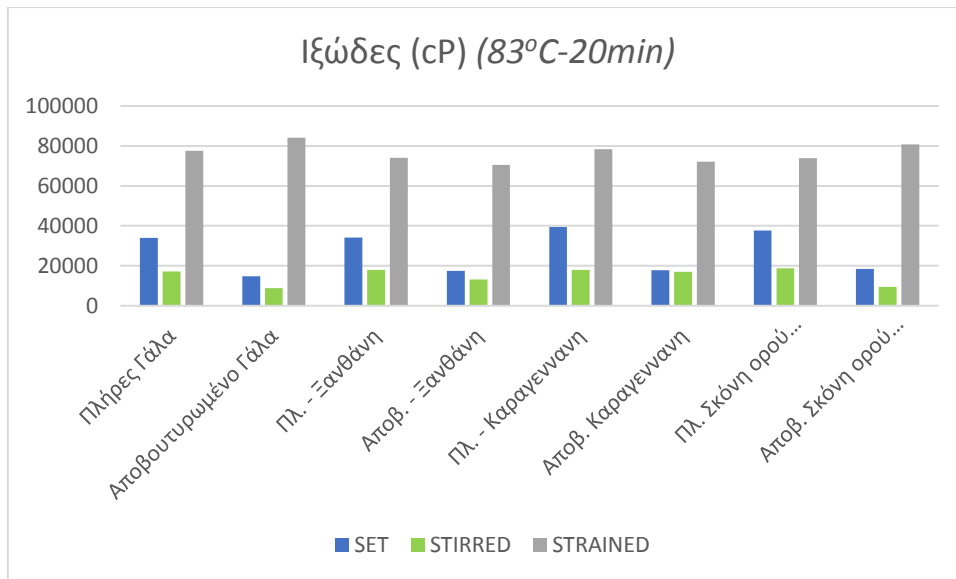
Διάγραμμα 7.2.4.4 Διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

Από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA προκύπτει ότι η λανθάνουσα φάση του ιξώδους επηρεάζεται από τη θερμική κατεργασία ( $p < 0,05$ ), που έχει υποστεί προηγουμένως το γάλα, με την έντονη θερμική κατεργασία να οδηγεί σε πιο μεγάλη διάρκεια λανθάνουσας φάσης (145min) έναντι της ήπιας θερμικής κατεργασίας (108min).

### 7.2.5 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν για το τελικό ιξώδες των γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με δύο θερμικές κατεργασίες μετά την αποθήκευσή τους στους 4°C. Τα αποτελέσματα αφορούν το συνεκτικό, το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι που προέκυψαν από κάθε σειρά πειραμάτων.

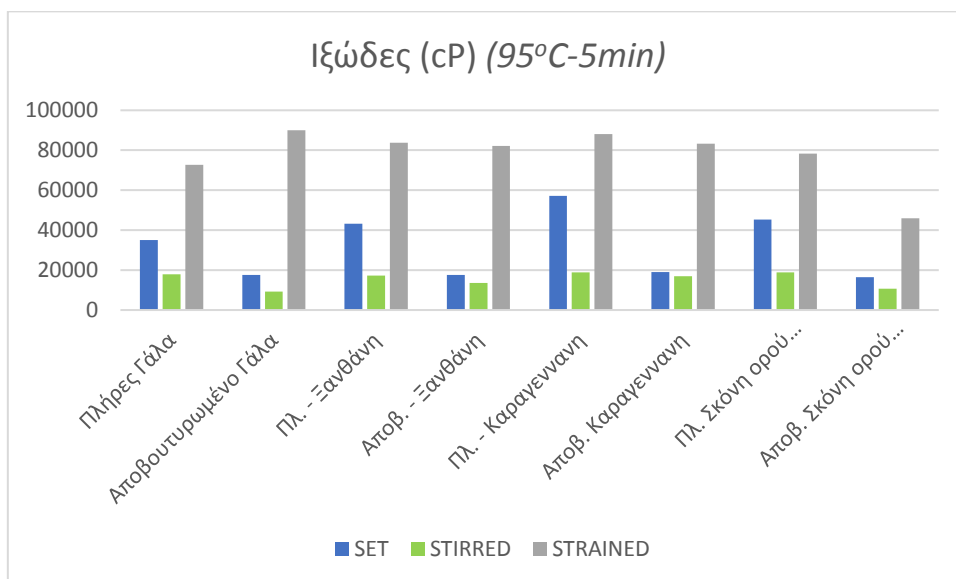
Πρώτα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που επεξεργάστηκε σε θερμοκρασία 83°C για 20min και στη συνέχεια αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.2.5.1 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C για το συνεκτικό και το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω διάγραμμα, τα υψηλότερα ιξώδη αντιστοιχούν στα στραγγιστά γιαούρτια και τα χαμηλότερα στα αναμεμιγμένα. Επιπλέον, στα συνεκτικά (set) και στα αναμεμιγμένα (stirred) γιαούρτια το ιξώδες των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα είναι μεγαλύτερο σε σχέση με εκείνα που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα αντίστοιχα.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το αντίστοιχο διάγραμμα τιμών του ιξώδους για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min.



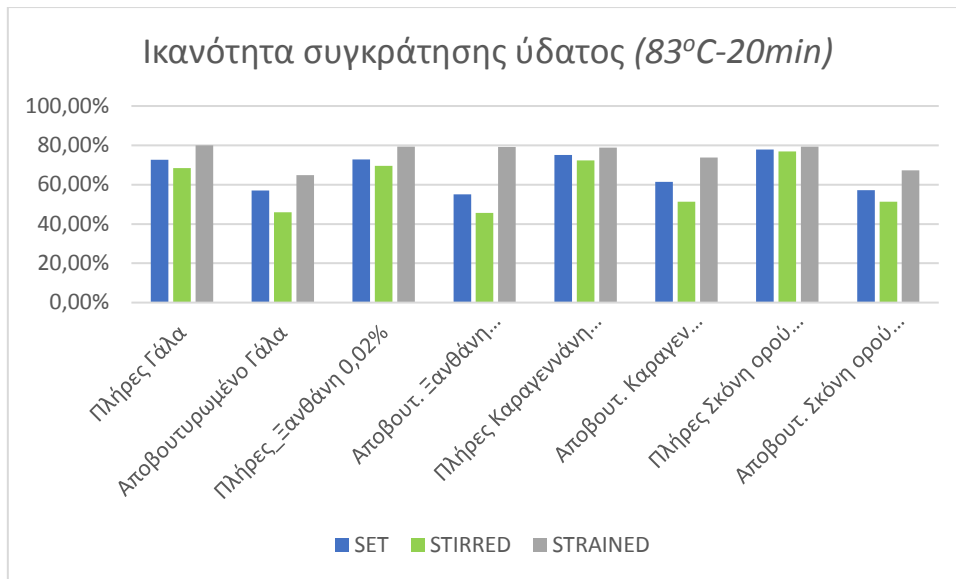
Διάγραμμα 7.2.5.2 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C για το συνεκτικό και το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

Όπως παρατηρείται στο *Διάγραμμα 7.2.5.2* τα ιξώδη των γιαουρτιών που παρασκευάζονται από πλήρες γάλα είναι μεγαλύτερα σε σχέση με εκείνα που παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα τόσο για τα συνεκτικά όσο και για τα αντίστοιχα αναμεμιγμένα γιαούρτια. Τα στραγγιστά γιαούρτια λαμβάνουν και πάλι τις μεγαλύτερες τιμές ιξώδους.

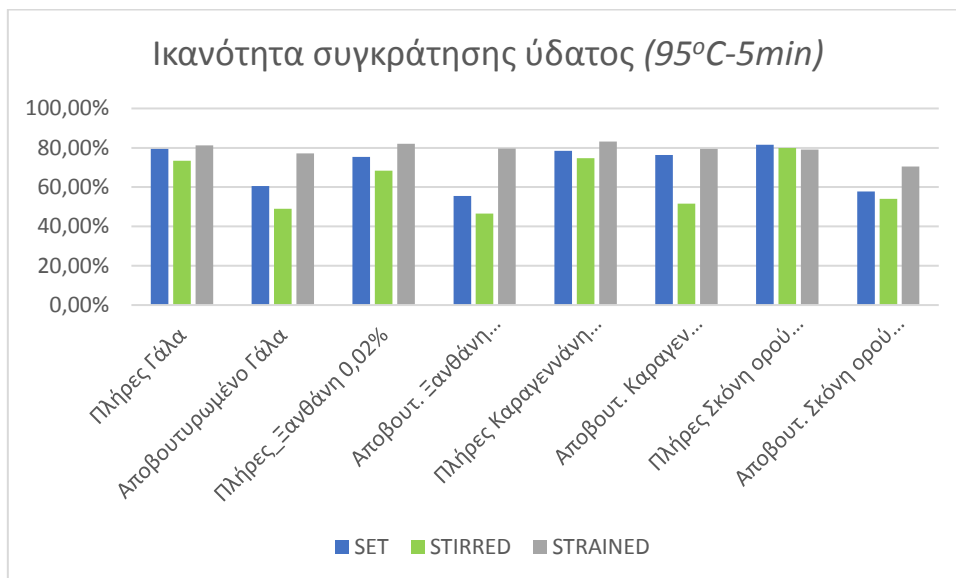
Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA έδειξαν ότι το είδος του γάλακτος έχει σημαντική επίδραση στο ιξώδες των τελικών γιαουρτιών. Συγκεκριμένα, στο συνεκτικό γιαούρτι το πλήρες γάλα δίνει μεγαλύτερες τιμές ιξώδους (40762 cP) σε σχέση με το αποβουτυρωμένο γάλα (17372 cP). Στο αναμεμιγμένο γιαούρτι σημαντική επίδραση στο ιξώδες του έχει όχι μόνο το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, αλλά και η ενίσχυση του πηγματος με στερεά και κόμμεα. Συγκεκριμένα, μεγαλύτερο ιξώδες παρουσιάζει το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα. Αξίζει να τονιστεί ότι σε σχέση με τα τυφλά δείγματα, η ενίσχυση του πηγματος των γιαουρτιών με κόμμεα και στερεά οδήγησε σε μεγαλύτερα ιξώδη. Η προσθήκη κ-καραγεννάνης οδηγεί σε μεγαλύτερα ιξώδη (17682 cP) και έπειτα ακολουθεί η ξανθάνη (15460 cP) και η σκόνη ορού γάλακτος (14440 cP). Τέλος, τα στραγγιστά γιαούρτια παρουσιάζουν όλα μεγάλες τιμές ιξώδους οι οποίες δεν φαίνεται να επηρεάζονται από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, τη θερμική κατεργασία του γάλακτος ή την προσθήκη στερεών και κόμμεων.

### **7.2.6 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πηγματος**

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πηγμα για τα συνεκτικά και τα αντίστοιχα αναμεμιγμένα και στραγγιστά γιαούρτια. Αρχικά, παρατίθενται τα αποτελέσματα για τα γιαούρτια που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που επεξεργάστηκε στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.2.6.1 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος για το συνεκτικό και αντίστοιχα το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



Διάγραμμα 7.2.6.2 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος για το συνεκτικό και αντίστοιχα το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min

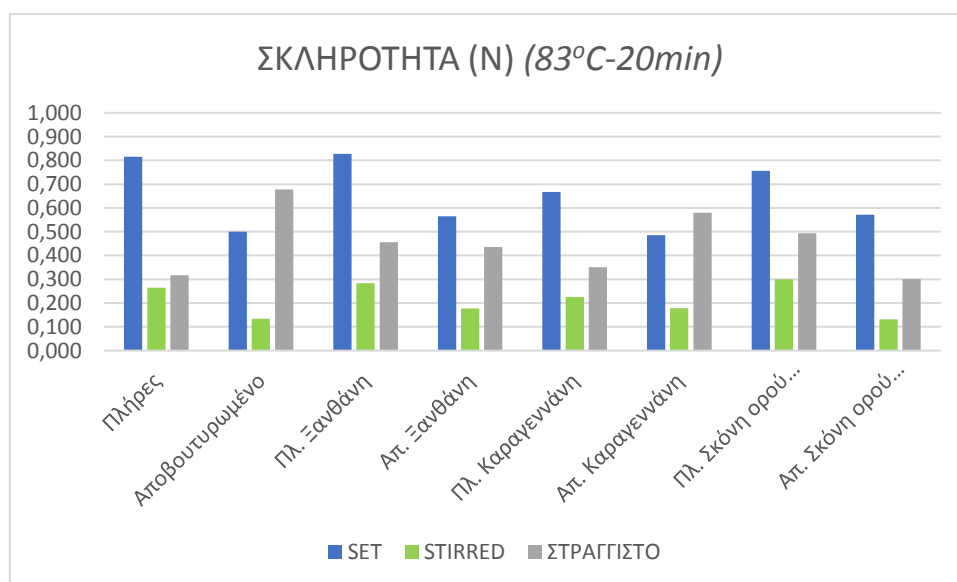
Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα έχουν τα στραγγιστά γιαούρτια και μικρότερη τα αναμεμιγμένα γιαούρτια. Στα συνεκτικά γιαούρτια μεγαλύτερη επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα έχει το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Συγκεκριμένα, τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από πλήρες γάλα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα (76,67%) σε σχέση με τα αντίστοιχα από αποβουτυρωμένο γάλα (60,11%). Στα αναμεμιγμένα γιαούρτια, η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα επηρεάζεται σημαντικά από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, τη θερμική κατεργασία του γάλακτος και την προσθήκη κόμμεων ή στερεών ενίσχυσης. Αναλυτικότερα, από



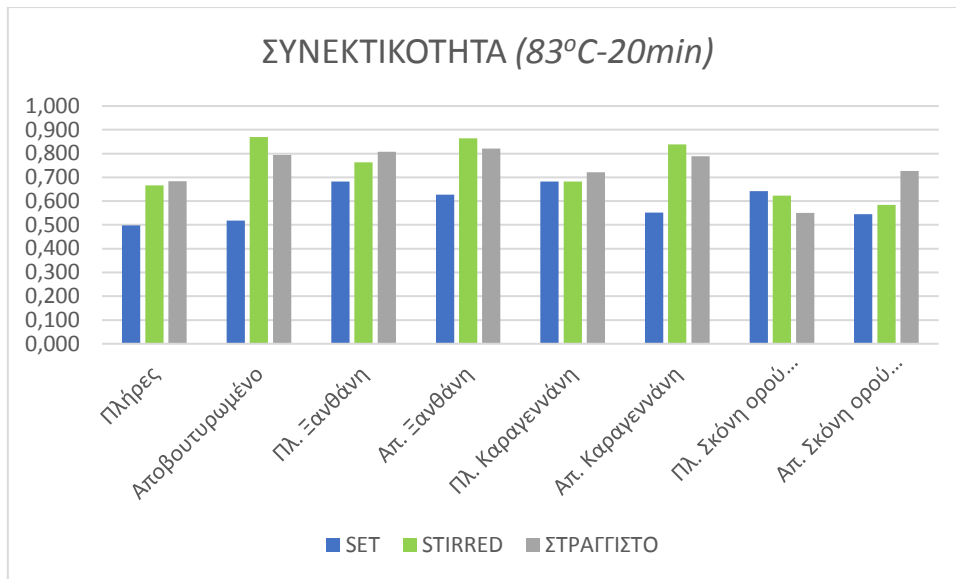
πλήρες γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min προκύπτουν γιαούρτια με μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα. Επιπλέον, η χρήση καραγεννάνης οδηγεί σε πιο ισχυρά πήγματα με μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα. Η ικανότητα αυτή της καραγεννάνης οφείλεται στην ηλεκτροστατική αλληλεπίδραση των αρνητικά φορτισμένων καζεινών με τις θετικά φορτισμένες θειικές ομάδες της κ-καραγεννάνης. Τέλος, στα στραγγιστά γιαούρτια, η ικανότητα συγκράτησης νερού επηρεάζεται αρκετά από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, με το πλήρες γάλα να οδηγεί και εδώ σε μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα (80,39%), σε σχέση με το γιαούρτι που παρασκευάζεται από αποβουτυρωμένο γάλα (74%).

### 7.2.7 Ανάλυση αντικειμενικής υφής

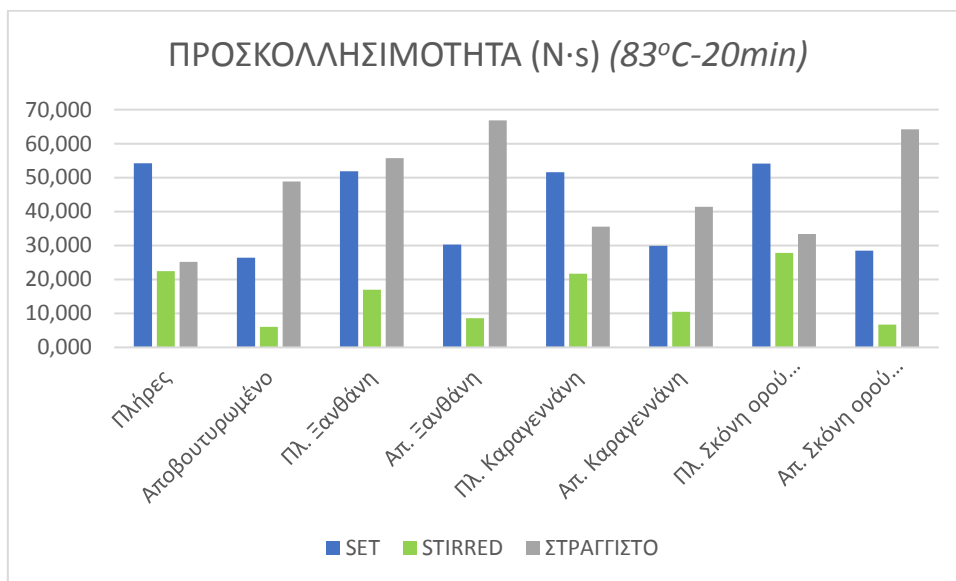
Στην ανάλυση υφής που πραγματοποιήθηκε στα γιαούρτια προσδιορίστηκε η σκληρότητα, η συνεκτικότητα και η προσκολλησιμότητα αυτών. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τα αποτελέσματα του συνεκτικού, του αντίστοιχου αναμεμιγμένου και του αντίστοιχου στραγγιστού γιαουρτιού πρώτα για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



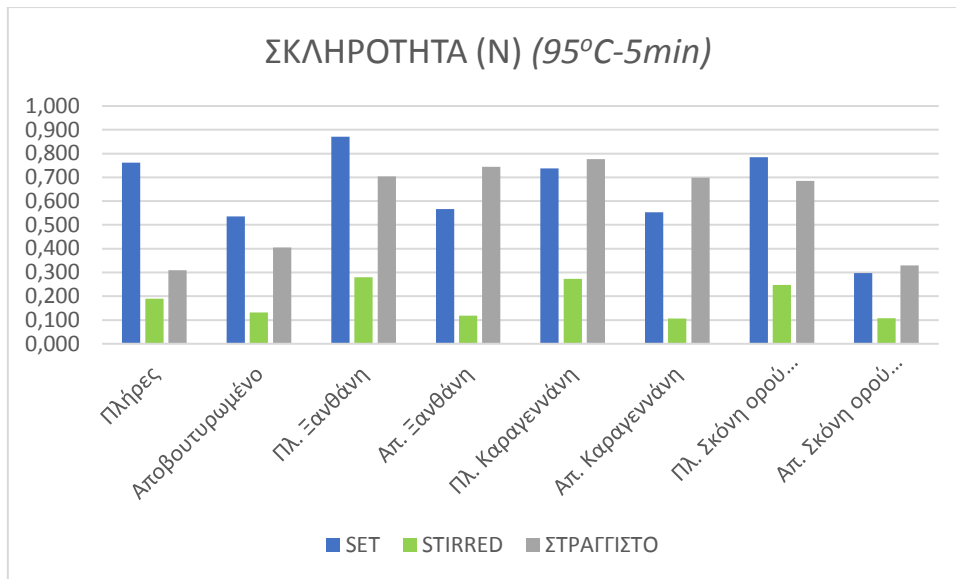
Διάγραμμα 7.2.7.1 Σκληρότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



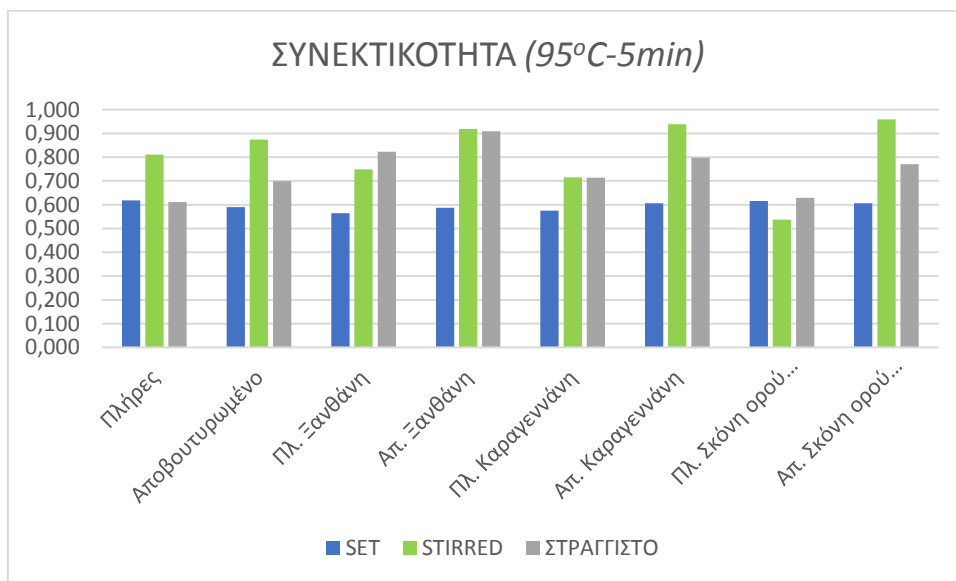
Διάγραμμα 7.2.7.2 Συνεκτικότητα συνεκτικού και αντίστοιχον αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



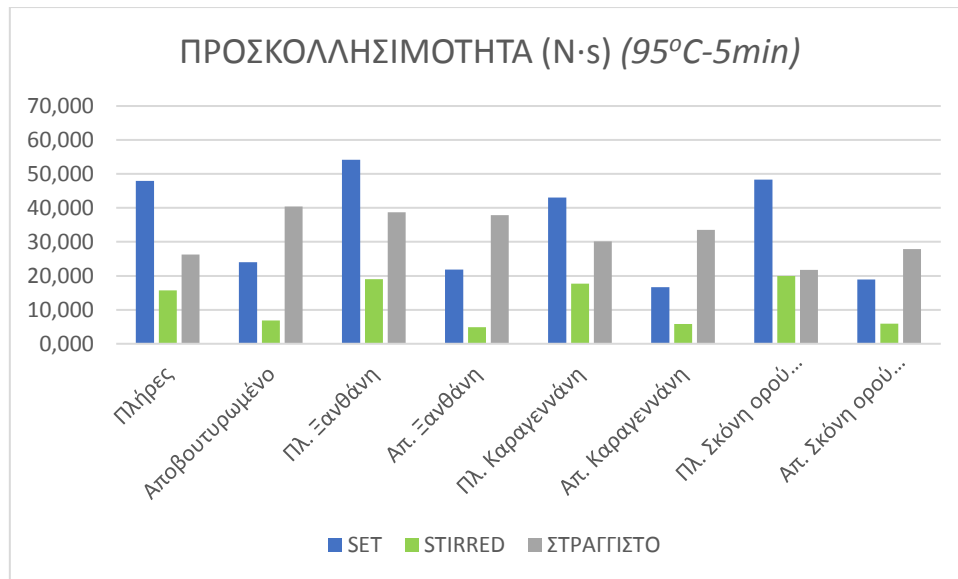
Διάγραμμα 7.2.7.3 Προσκολλησιμότητα συνεκτικού και αντίστοιχον αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min



Διάγραμμα 7.2.7.4 Σκληρότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min



Διάγραμμα 7.2.7.5 Συνεκτικότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min



*Διάγραμμα 7.2.7.6 Προσκολλησιμότητα συνεκτικού και αντίστοιχον αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min*

Από τα διαγράμματα που αντιστοιχούν στη σκληρότητα των γιαουρτιών είναι εμφανές ότι τα αναμεμιγμένα γιαούρτια έχουν πολύ μικρότερη σκληρότητα σε σχέση με τα αντίστοιχα συνεκτικά και τα στραγγιστά γιαούρτια. Στα συνεκτικά γιαούρτια η επίδραση του είδους του χρησιμοποιούμενου γάλακτος είναι μεγάλη ( $p < 0,05$ ). Όπως προκύπτει το γιαούρτι από πλήρες γάλα παρουσιάζει πιο σκληρά πήγματα, σε σχέση με το αντίστοιχο από αποβουτυρωμένο γάλα. Στα αναμεμιγμένα γιαούρτια, η σκληρότητα επηρεάζεται επίσης από το είδος του γάλακτος καθώς από πλήρες γάλα παρασκευάζονται γιαούρτια με μεγαλύτερη σκληρότητα (0,25 N) από ότι με αποβουτυρωμένο (0,13 N). Τα στραγγιστά γιαούρτια δεν φαίνεται να επηρεάζονται από το είδος του γάλακτος, τη θερμική κατεργασία του γάλακτος ή τις πραγματοποιούμενες προσθήκες. Από τα παραπάνω διαγράμματα διακρίνεται ότι από τα στραγγιστά γιαούρτια μεγαλύτερη σκληρότητα έχει εκείνο που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα που είχε υποστεί θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min με προσθήκη του κόμματος καραγεννάνη (0,777 N) και μικρότερη τα τυφλά στραγγιστά γιαούρτια από πλήρες γάλα χωρίς καμία προσθήκη.

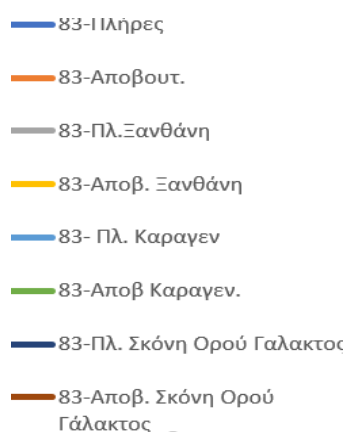
Όσον αφορά τη συνεκτικότητα, παρατηρείται ότι τα αναμεμιγμένα γιαούρτια έχουν υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα αντίστοιχα συνεκτικά και τα αντίστοιχα στραγγιστά γιαούρτια. Από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA προέκυψε ότι η συνεκτικότητα των συνεκτικών γιαουρτιών δεν επηρεάζεται από το είδος του γάλακτος, τη θερμική κατεργασία τους γάλακτος ή την προσθήκη στερεών ενίσχυσης και κόμμεων. Αντίθετα, η συνεκτικότητα τόσο των αναμεμιγμένων όσο και των στραγγιστών γιαουρτιών επηρεάζεται από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, με το αποβουτυρωμένο γάλα να παράγει

γιαούρτια με υψηλότερες τιμές συνεκτικότητας (αναμεμιγμένο: 0,86, στραγγιστό: 0,78). Επιπλέον, η συνεκτικότητα των στραγγιστών γιαουρτιών επηρεάζεται από την ενίσχυση του πηγματος με στερεά και κόμματα, με την προσθήκη της ξανθάνης να αποδίδει μεγαλύτερες τιμές συνεκτικότητας (0,84).

Τέλος, η προσκολλησιμότητα που παρουσιάζουν τα γιαούρτια επηρεάζεται και για τα τρία είδη γιαουρτιών από το είδος του γάλακτος και τη θερμική κατεργασία που εφαρμόστηκε στο γάλα. Συγκεκριμένα, στο συνεκτικό και στο αναμεμιγμένο γιαούρτι η χρήση πλήρους γάλακτος το οποίο υπέστη θερμική επεξεργασία στους 83°C για 20min οδηγεί σε μεγαλύτερες τιμές προσκολλησιμότητας. Αντίθετα, στο στραγγιστό γιαούρτι μεγαλύτερες τιμές προσκολλησιμότητας προκύπτουν κατά τη χρήση αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min.

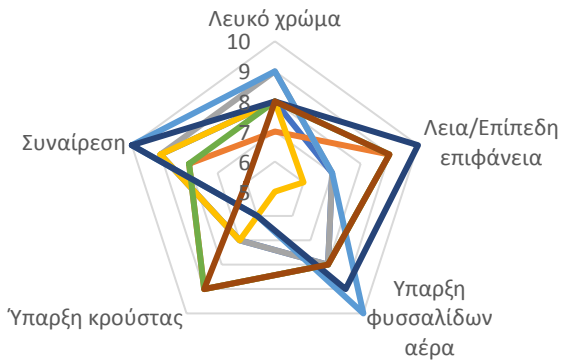
### 7.2.8 Οργανοληπτικός έλεγχος

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου για τους τρεις τύπους γιαουρτιών. Σε κάθε διάγραμμα απεικονίζονται τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα επεξεργασμένο στους 83°C για 20 min και τα έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min. Επίσης, τα διαγράμματα τύπου ιστού αράχνης κατανέμονται ως προς την εμφάνιση, το άρωμα-γεύση, την υφή στο κουτάλι και την υφή στο στόμα. Στο παράρτημα παρουσιάζονται και τα αντίστοιχα ιστογράμματα.

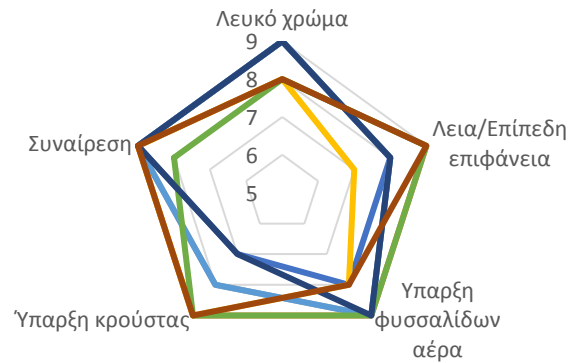


- Συνεκτικά Γιαούρτια (SET)

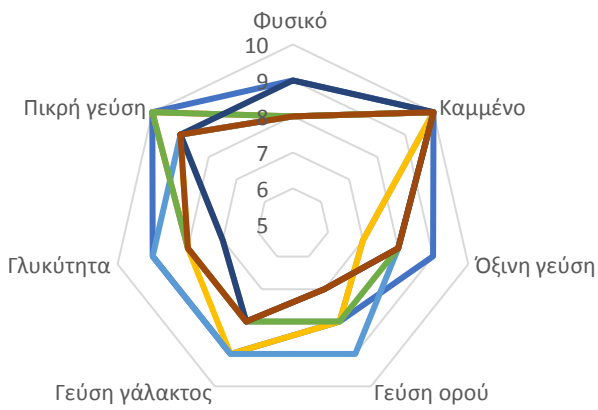
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ - SET (83°C-20min)



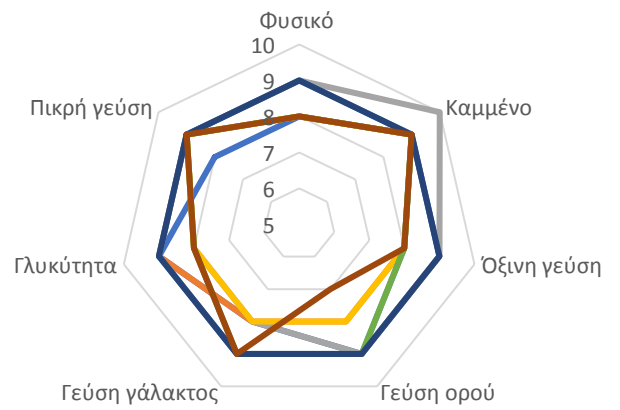
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ - SET (95°C-5min)



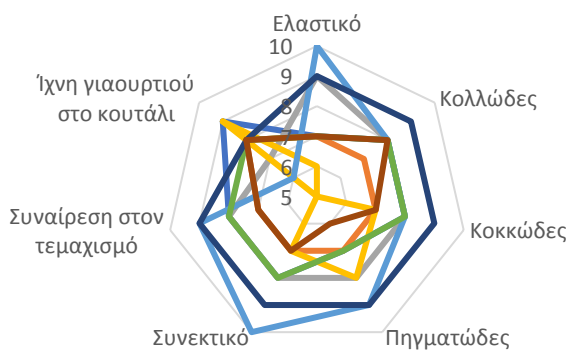
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ - SET (83°C-5min)



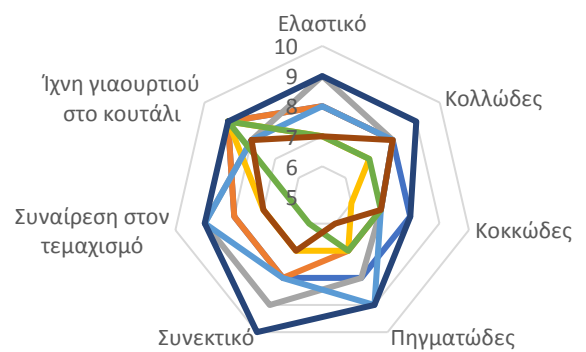
### ΑΡΩΜΑ-ΓΕΥΣΗ - SET (95°C-5min)



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ - SET (83°C-20min)



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ - SET (95°C-5min)



ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - SET (83°C-20min)



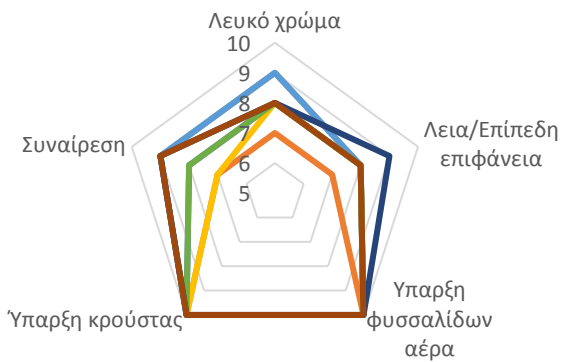
ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - SET (95°C-5min)



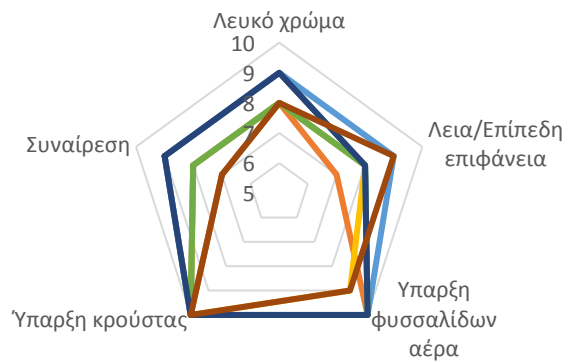
Διάγραμμα 7.2.8.1 Οργανοληπτικός έλεγχος συνεκτικών γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα επεξεργασμένο με δύο θερμικές κατεργασίες. (83°C για 20min και 95°C για 5min)

- Αναμεμιγμένο γιαούρτι (STIRRED)

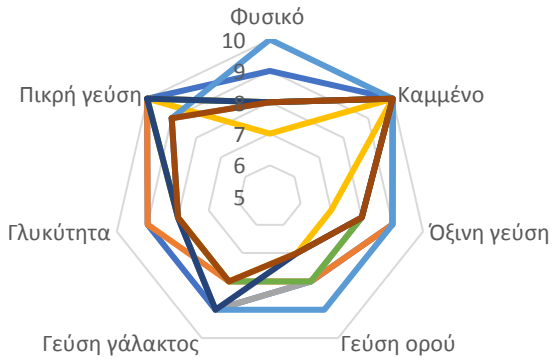
ΕΜΦΑΝΙΣΗ - STIRRED (83°C-20min)



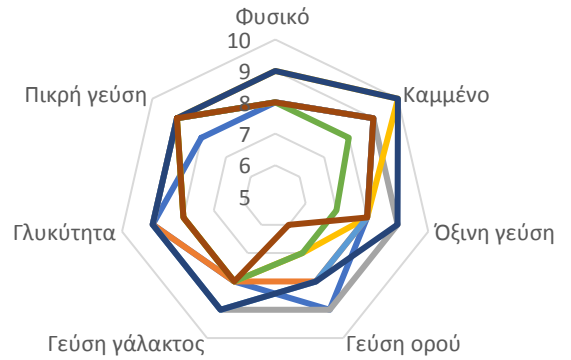
ΕΜΦΑΝΙΣΗ - STIRRED (95°C-5min)



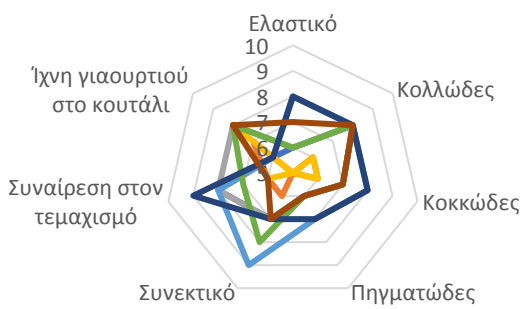
ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ STIRRED  
(83°C-20min)



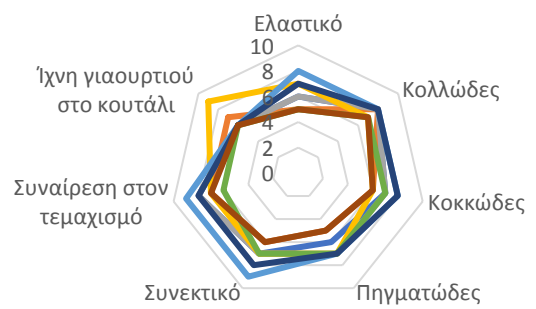
ΑΡΩΜΑ-ΓΕΥΣΗ STIRRED  
(95°C-5min)



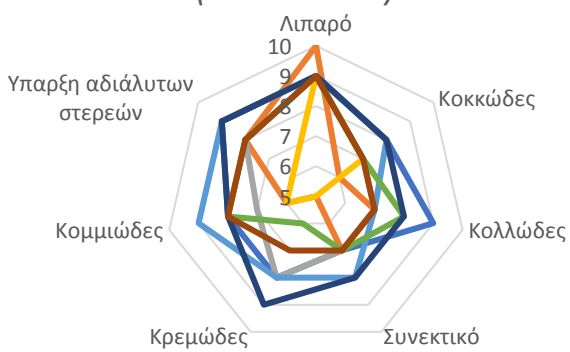
ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ - STIRRED  
(83°C-20min)



ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ STIRRED  
(95°C-5min)



ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - STIRRED  
(83°C-20min)



ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ STIRRED  
(95°C-5min)

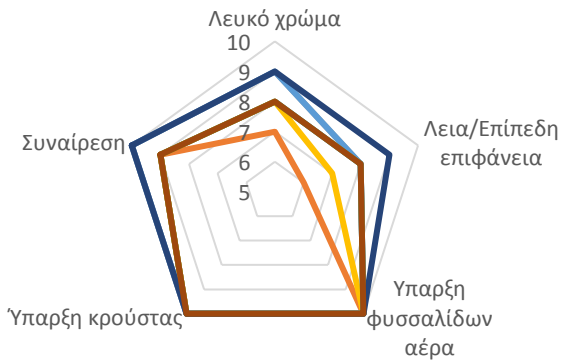


Διάγραμμα 7.2.8.2 Οργανοληπτικός έλεγχος αναμεμιγμένων γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα επεξεργασμένο με δύο θερμικές κατεργασίες. (83°C για 20min και 95°C για 5min)

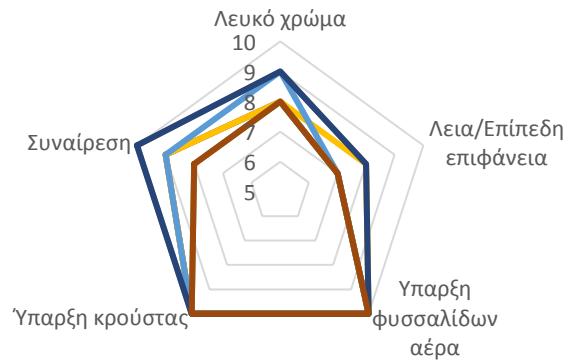


- Στραγγιστό Γιαούρτι (STRAINED)

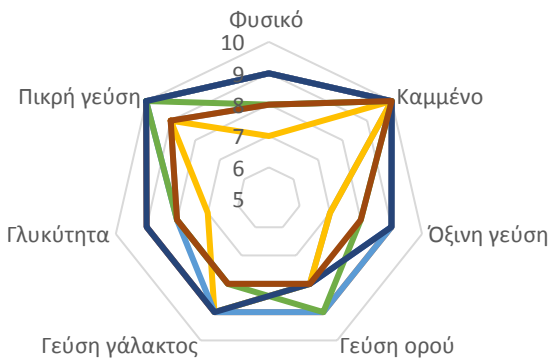
ΕΜΦΑΝΙΣΗ - STRAINED (83°C-20min)



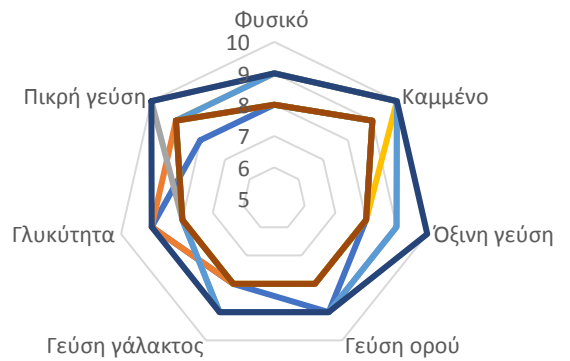
ΕΜΦΑΝΙΣΗ STRAINED (95°C-5min)



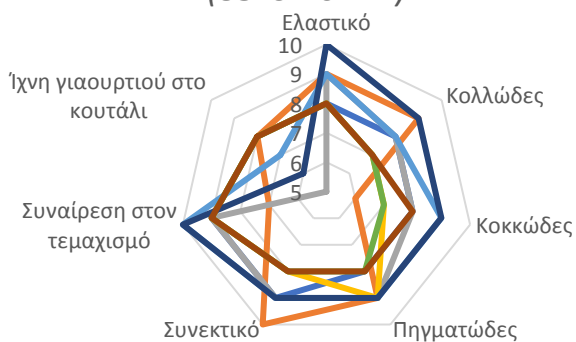
ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ - STRAINED (83°C-20min)



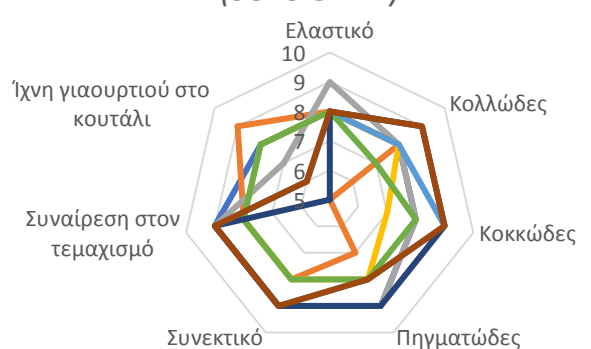
ΑΡΩΜΑ-ΓΕΥΣΗ STRAINED (95°C-5min)



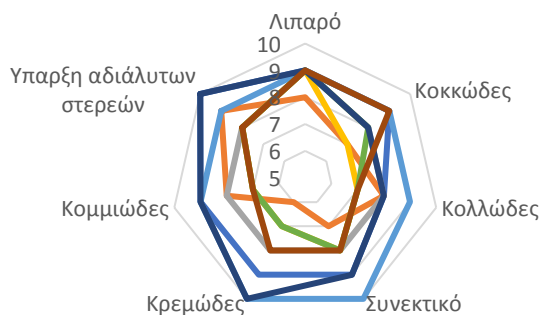
ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ - STRAINED (83°C-20min)



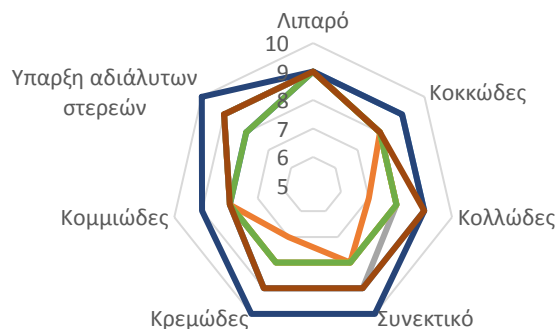
ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ STRAINED (95°C-5min)



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - STRAINED (83°C-20min)



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ STRAINED (95°C-5min)



Διάγραμμα 7.2.8.3 Οργανοληπτικός έλεγχος στραγγιστών γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα επεξεργασμένο με δύο θερμικές κατεργασίες. (83°C για 20min και 95°C για 5min)

Ο οργανοληπτικός έλεγχος για τους τρεις τύπους γιαουρτιών παρουσίασε αρκετές διαφορές ανάλογα με το εξεταζόμενο γιαούρτι. Αρχικά, όσον αφορά την εμφάνιση των γιαουρτιών, τα συνεκτικά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα είχαν την τάση να δημιουργούν μία μικρή κρούστα στην επιφάνεια του γιαουρτιού λόγω της συσσώρευσης λιποσφαιριδίων στην επιφάνεια. Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώνεται και από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA σύμφωνα με την οποία η παρασκευή γιαουρτιού από πλήρες γάλα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κρούστας, ενώ αυτό δεν συμβαίνει στα γιαούρτια από αποβουτυρωμένο γάλα. Τα αναμεμιγμένα και τα στραγγιστά γιαούρτια δεν παρουσίασαν καθόλου κρούστα λόγω της ανάδευσης του πηγμάτος και των περαιτέρω διεργασιών που υπέστησαν. Στη συνέχεια, το λευκό χρώμα των γιαουρτιών επηρεάστηκε τόσο από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, όσο και από την ενίσχυση του πηγμάτος με στερεά και κόμμεα. Σε όλους τους τύπους γιαουρτιών, η χρήση αποβουτυρωμένου γάλακτος κατά την παρασκευή των γιαουρτιών οδήγησε σε γιαούρτια με ένα ελαφρώς υποκίτρινο χρώμα, το οποίο είναι αναμενόμενο λόγω της έλλειψης των λιπαρών του γάλακτος. Στο αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι, η προσθήκη της ξανθάνης προσέφερε πιο λευκό χρώμα στο τελικό προϊόν. Η λεία επιφάνεια και η ύπαρξη φυσαλίδων αέρα στα γιαούρτια εξαρτάται από την ύπαρξη κρούστας και τους χειρισμούς του πειραματιστή και δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τους εξεταζόμενους παράγοντες. Επιπλέον, το είδος του γάλακτος, η θερμική κατεργασία του γάλακτος και η χρήση κόμμεων και στερεών ενίσχυσης δεν επηρεάζει τη συναίρεση στα συνεκτικά γιαούρτια. Ωστόσο, στα αναμεμιγμένα γιαούρτια τόσο

το είδος του γάλακτος, όσο και η ενίσχυση του πήγματος με στερεά και κόμμεα έχουν μεγάλη επίδραση στη συναίρεση που εμφάνισαν τα γιαούρτια. Συγκεκριμένα, τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα είχαν μικρότερη τάση προς συναίρεση και η χρήση του κόμμεος κ-καραγεννάνης οδήγησε σε μικρότερη εμφάνιση συναίρεσης στο τελικό γιαούρτι σε σχέση με την ξανθάνη και την σκόνη του ορού γάλακτος. Τέλος, τα στραγγιστά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα είχαν πολύ μικρότερη τάση εμφάνισης συναίρεσης σε σχέση στραγγιστά γιαούρτια παρασκευασμένα από αποβουτυρωμένο γάλα.

Όσον αφορά τη γεύση και το άρωμα, μεταξύ των τριών τύπων γιαουρτιών το συνεκτικό γιαούρτι επηρεάζει άμεσα τη γεύση και το άρωμα των αντίστοιχων αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών που παράγονται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ελαφρώς καμμένο άρωμα που προσδίδεται στο συνεκτικό γιαούρτι λόγω της έντονης θερμικής κατεργασίας του γάλακτος, το οποίο εξακολουθεί να υπάρχει και στο αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι. Το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, η θερμική κατεργασία που εφαρμόστηκε στο γάλα καθώς και η προσθήκη των κόμμεων και των στερεών ενίσχυσης επηρεάζουν άμεσα την γεύση ορού γάλακτος που αποκτά το συνεκτικό και το αναμεμιγμένο γιαούρτι. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA και τον έλεγχο Duncan, το γιαούρτι παρασκευασμένο από πλήρες γάλα επεξεργασμένο στους 95°C για 5min με προσθήκη του κόμμεος ξανθάνης, τείνει να δώσει το πιο βελτιωμένο αποτέλεσμα σε ότι αφορά τη γεύση ορού γάλακτος που αποκτά το γιαούρτι. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στο στραγγιστό γιαούρτι η γεύση ορού γάλακτος δεν επηρεάζεται από τους παραπάνω παράγοντες, διότι η απομάκρυνση μέρους του ορού γάλακτος προκαλεί και ελάττωση της έντονης γεύσης του. Επιπλέον, στο αναμεμιγμένο γιαούρτι παρατηρήθηκε μία ελαφρώς πικρή γεύση λόγω της έντονης θερμικής κατεργασίας. Τέλος, στο στραγγιστό γιαούρτι, το αποβουτυρωμένο γάλα σε συνδυασμό με τη σκόνη ορού γάλακτος προσέδωσε μία πιο γλυκιά γεύση στο γιαούρτι.

Στα συνεκτικά γιαούρτια, το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος επηρέασε πολλά από τα χαρακτηριστικά της υφής στο κουτάλι. Συνοπτικά, τα συνεκτικά γιαούρτια τα οποία παράγονται από αποβουτυρωμένο γάλα καθίστανται λιγότερο ελαστικά και πηγματώδη και περισσότερο κοκκώδη και κολλώδη σε σχέση με τα γιαούρτια που παράγονται από πλήρες γάλα. Επιπλέον, έχουν μεγαλύτερη τάση εμφάνισης συναίρεσης κατά τον τεμαχισμό. Στα αναμεμιγμένα γιαούρτια πέρα από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, σημαντικό ρόλο έπαιξαν επίσης οι προσθήκες κόμμεων και στερεών ενίσχυσης

στα χαρακτηριστικά της υφής. Το αποβουτυρωμένο γάλα χωρίς προσθήκες, καθιστά το αναμεμιγμένο γιαούρτι ελάχιστα ελαστικό με έντονα κολλώδη υφή. Η παρασκευή αναμεμιγμένων γιαουρτιών με προσθήκη των κόμμεων κ-καραγεννάνης και ξανθάνης βελτιώνει την πηγματώδη και την κοκκώδη υφή των γιαουρτιών. Τέλος, η συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του αναμεμιγμένου γιαουρτιού επηρεάστηκε αρκετά ( $p < 0,01$ ) από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος καθώς το γιαούρτι από αποβουτυρωμένο γάλα είχε την τάση να παρουσιάζει πολύ περισσότερη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό σε σχέση με το γιαούρτι από πλήρες γάλα.

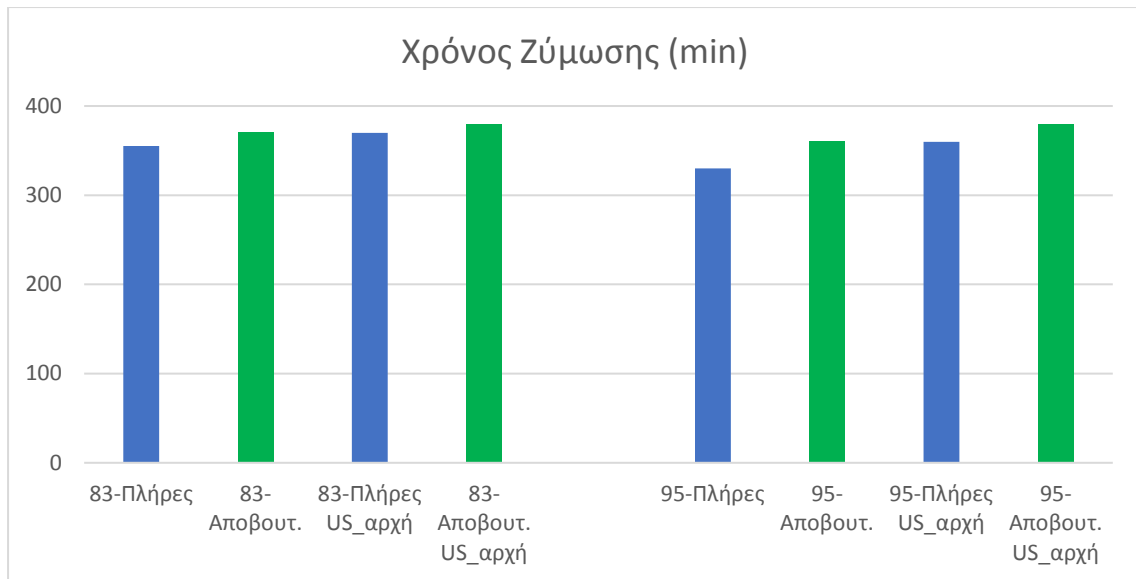
Το είδος του γάλακτος επηρέασε επίσης πολλά από τα χαρακτηριστικά υφής του γιαουρτιού στο στόμα. Ομοίως με την παραπάνω ανάλυση, τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα έχουν πιο κοκκώδη και λιγότερο συνεκτική υφή στο στόμα, σε σχέση τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα. Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα του αναλυτή υφής σε όσον αφορά τη συνεκτικότητα των αναμεμιγμένων γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα, είναι αντίθετα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε σε αυτά. Τέλος, σε όλους τους τύπους γιαουρτιών που μελετήθηκαν, η κρεμώδης υφή τους επηρεάστηκε από το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος και την ενίσχυση του πηγματος με στερεά και κόμμεα. Αναλυτικότερα, η παρασκευή συνεκτικού γιαουρτιού από πλήρες γάλα και η προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος προσέδωσε πολύ πιο κρεμώδη υφή στο γιαούρτι σε σχέση με τα γιαούρτια χωρίς προσθήκες. Στην πραγματικότητα, η προσθήκη των κόμμεων αύξησε επίσης την κρεμώδη υφή του συνεκτικού γιαουρτιού. Τέλος, η κρεμώδης υφή των αναμεμιγμένων και των στραγγιστών γιαουρτιών αντίστοιχα βελτιώθηκε αρκετά με την προσθήκη της σκόνης ορού γάλακτος.

### 7.3 Εφαρμογή Υπερήχων κατά την Παραγωγή Γιαουρτιού

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι υπέρηχοι εφαρμόστηκαν ως προεπεξεργασία του γάλακτος πριν τη θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min ή στους 95°C για 5min, αντίστοιχα. Επιπλέον, οι υπέρηχοι εφαρμόστηκαν μετά το πέρας της ζύμωσης του πλήρους ή του αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο είχε υποστεί τις δύο διαφορετικές θερμικές κατεργασίες. Η ένταση των υπερήχων ήταν 37kHz και η διάρκεια έκθεσης των γιαουρτιών σε αυτούς ήταν 5min. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν από πλήρες και αποβουτυρωμένο γάλα στα οποία εφαρμόστηκαν υπέρηχοι είτε πριν είτε μετά το στάδιο της ζύμωσης σε σύγκριση με τα τυφλά δείγματα (χωρίς τη χρήση υπερήχων). Πρέπει να τονιστεί ότι η εφαρμογή των υπερήχων μετά το πέρας της ζύμωσης μελετάται μόνο ως προς τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών, δηλαδή το ιξώδες, τη σκληρότητα, τη συνεκτικότητα, την προσκολλησιμότητα και την ικανότητα συγκράτησης νερού του πηγματος.

#### 7.3.1 Χρόνος Ζύμωσης

Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα του χρόνου ζύμωσης, έως ότου το pH να λάβει την τιμή 4,6 όπως προέκυψαν για τα γιαούρτια τα οποία παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι (πριν την ζύμωση) πριν τη θερμική κατεργασία (83°C για 20min ή 95°C για 5min). Στο παρακάτω διάγραμμα, τα γιαούρτια τα οποία παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που υπέστη θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min αντιπροσωπεύονται από τον αριθμό 83, ενώ τα αντίστοιχα γιαούρτια τα οποία παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που υπέστη θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min αντιπροσωπεύονται από τον αριθμό 95. Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται και τα αποτελέσματα των τυφλών δειγμάτων γιαουρτιού.



Διάγραμμα 7.3.1.1 Χρόνος ζύμωσης των γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία (83°C-20min / 95°C-5min)

Όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα, το πλήρες γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν την ζύμωση ζυμώνεται πιο γρήγορα σε σχέση με το αποβουτυρωμένο γάλα, όπως άλλωστε το ίδιο συμβαίνει και για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιών. Επιπλέον, παρατηρείται μία καθυστέρηση στο χρόνο της ζύμωσης των γιαουρτιών όταν εφαρμόζονται υπέρηχοι είτε στο πλήρες ή στο αποβουτυρωμένο γάλα πριν τη ζύμωση.

Επιπλέον, τα δείγματα γιαουρτιών που προέρχονται από γάλα που επεξεργάστηκε με υπερήχους και στη συνέχεια υποβλήθηκε σε πιο έντονη θερμική κατεργασία, παρέχουν μικρότερους χρόνους ζύμωσης, εκτός από το δείγμα γιαουρτιού που παρασκευάστηκε με αποβουτυρωμένο γάλα. Όπως ήδη αναφέρθηκε στην υποενότητα 7.2.2.1, μείωση του χρόνου ζύμωσης κατά την έντονη θερμική κατεργασία του γάλακτος, οφείλεται στη μετουσίωση των πρωτεϊνών του γάλακτος, ιδιαίτερα των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος που περιέχει η οποία πρέπει να ενισχύεται περαιτέρω με την επίδραση των υπερήχων. Επίσης, παρατηρείται και σε αυτήν την περίπτωση ότι τα δείγματα γιαουρτιών που παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα καθυστερούν στην ζύμωσή τους σε σχέση με τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από πλήρες γάλα. Τέλος, όπως επιβεβαιώνεται από τους Sfakianakis and Tzia (2014), η εφαρμογή υπερήχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος οδηγεί σε μεγαλύτερους χρόνους ζύμωσης.

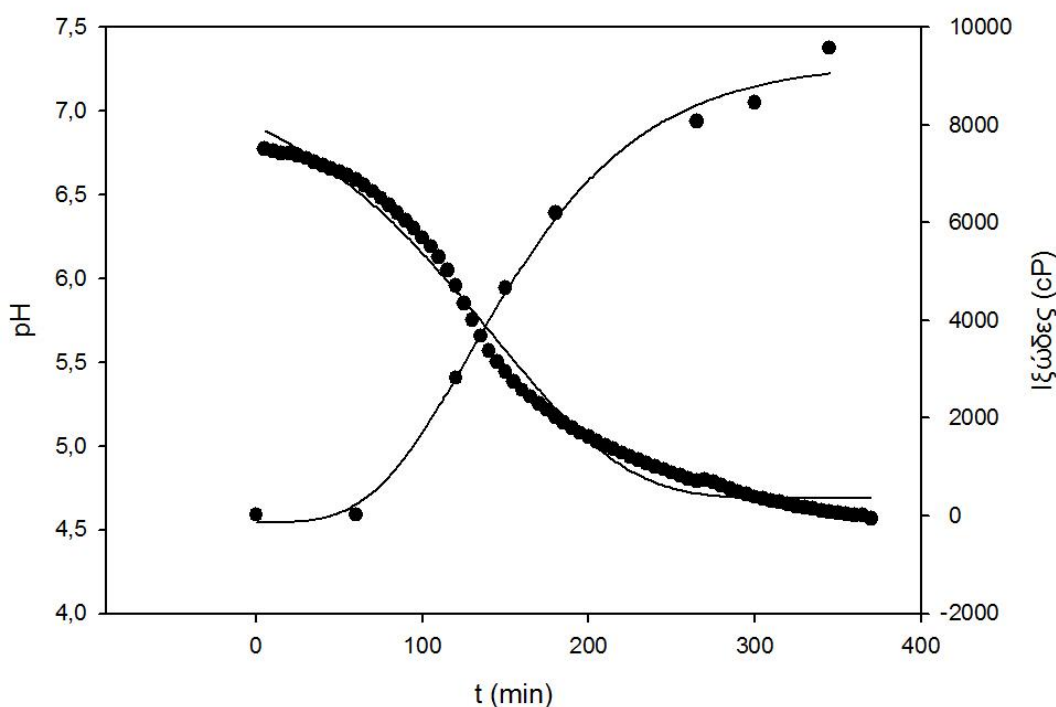
Από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA που πραγματοποιήθηκε για το χρόνο ζύμωσης, φαίνεται ότι το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος και η εφαρμογή των υπερήχων έχουν σημαντική

επίδραση στο χρόνο ζύμωσης ( $p < 0,05$ ), σε αντίθεση με τη θερμική κατεργασία του γάλακτος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά το χρόνο ζύμωσης.

### 7.3.2 Μεταβολή pH-χρόνου, Ιξώδους-χρόνου κατά την επώαση

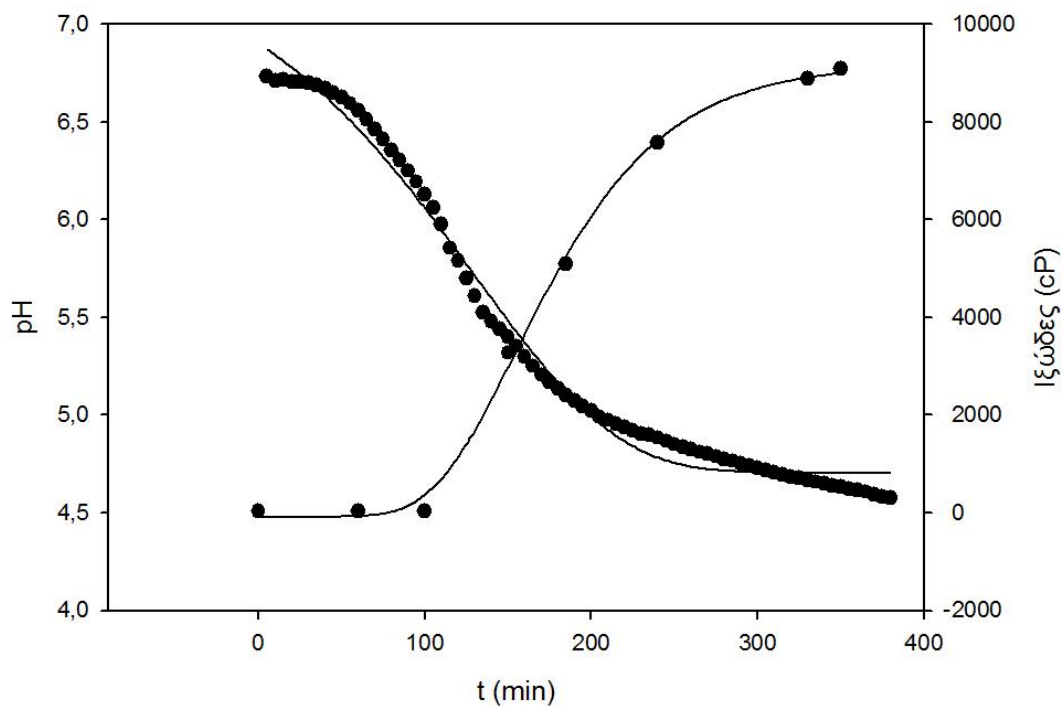
Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα pH-χρόνου και ιξώδους-χρόνου κατά τη ζύμωση για τα δείγματα γιαουρτιού που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει επεξεργαστεί με υπερήχους και έπειτα έχει υποστεί δύο διαφορετικές θερμικές κατεργασίες (στους 83°C για 20min και στους 95°C για 5min, αντίστοιχα).

#### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ - US APXH 83°C-20min



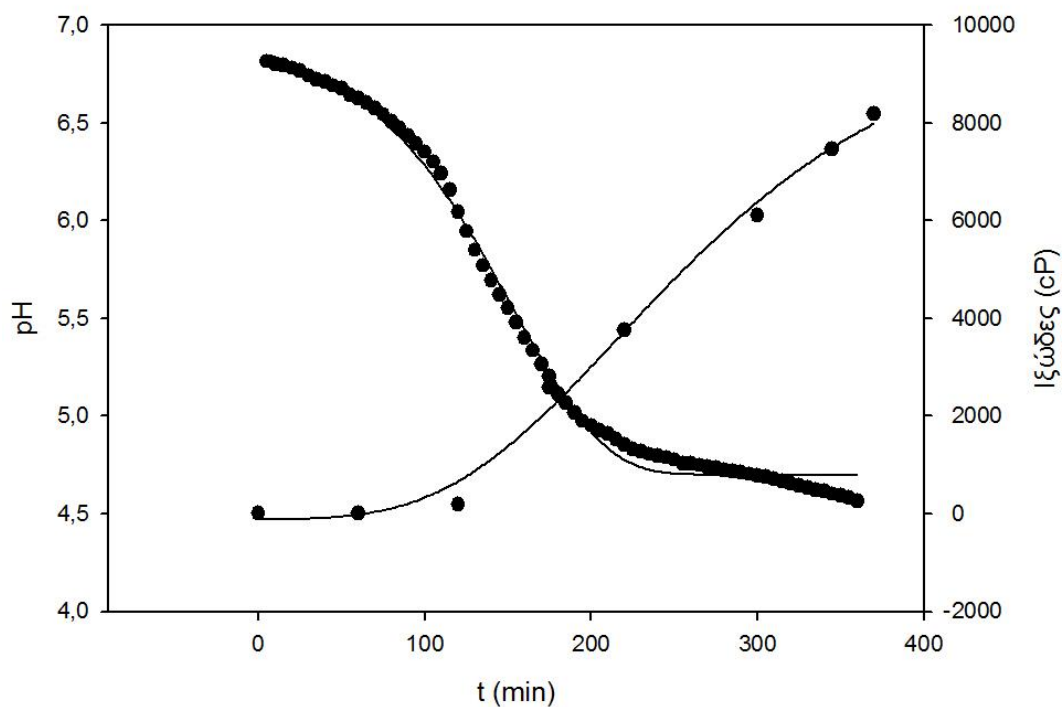
Διάγραμμα 7.3.2.1 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει προεπεξεργαστεί με υπερήχους πριν τη θερμική του κατεργασία στους 83°C για 20min

### ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΜΕΝΟ ΓΑΛΑ - US APXH 83°C-20min



Διάγραμμα 7.3.2.2 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει προεπεξεργαστεί με υπερήχους και έχει υποστεί θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min

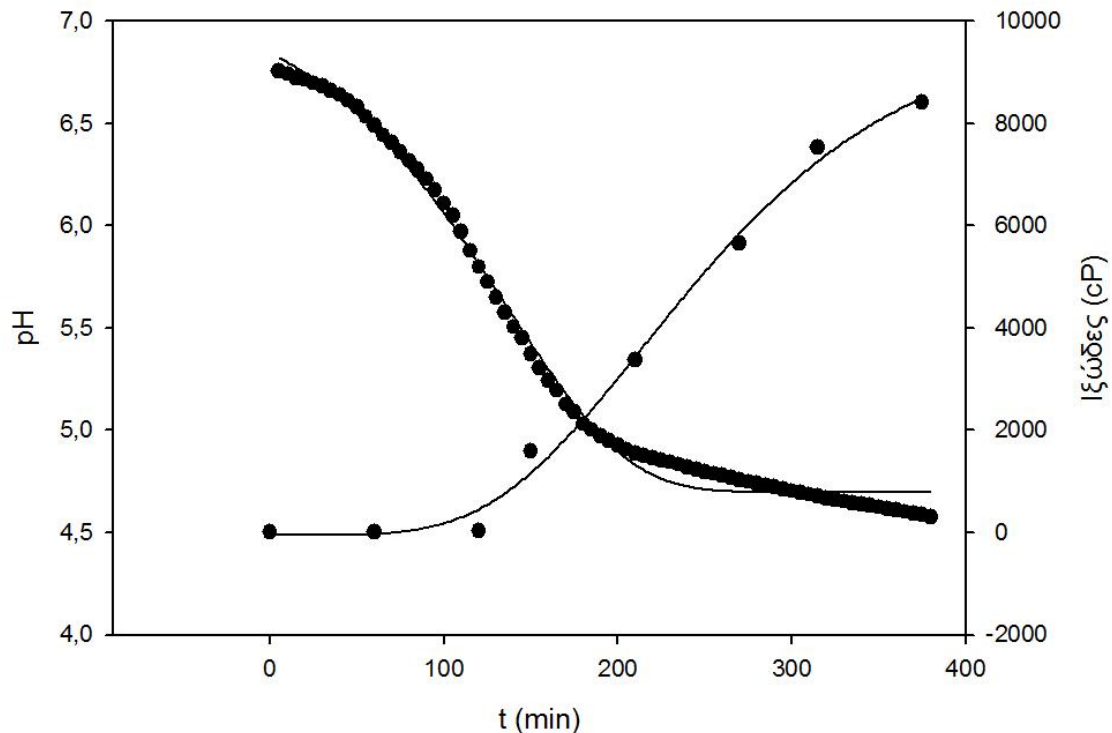
### ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ US APXH 95°C-5min



Διάγραμμα 7.3.2.3 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του πλήρους γάλακτος που έχει προεπεξεργαστεί με υπερήχους πριν τη θερμική του κατεργασία στους 95°C για 5min



### ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΜΕΝΟ ΓΑΛΑ US ΑΡΧΗ 95°C-5min



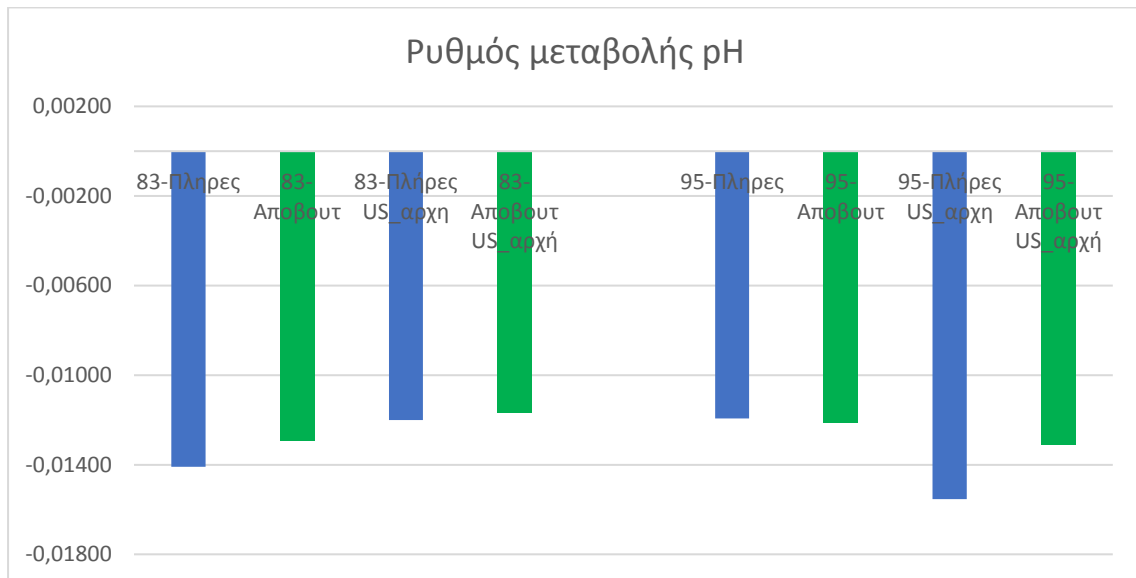
Διάγραμμα 7.3.3.4 Μεταβολή pH-χρόνου και ιξώδους χρόνου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του αποβουτυρωμένου γάλακτος που έχει προεπεξεργαστεί με υπέρηχους πριν τη θερμική του κατεργασία στους 95°C για 5min

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα, οι πειραματικές μετρήσεις έχουν προσαρμοστεί στο μοντέλο Gompertz τόσο για το pH, όσο και για το ιξώδες. Γενικά, παρατηρούνται παρόμοια χαρακτηριστικά όπως στην πρώτη σειρά πειραμάτων. Δηλαδή και στη σειρά αυτή ο ρυθμός μείωσης του pH λαμβάνει χώρα λίγο πιο γρήγορα σε σχέση με το ρυθμό αύξησης ιξώδους, πράγμα λογικό διότι η πτώση του pH είναι η αιτία που συμβαίνει αύξηση του ιξώδους. Επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι η λανθάνουσα φάση για το ιξώδες είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του pH.

Στη συνέχεια, μέσω του μοντέλου Gompertz υπολογίζεται ο ρυθμός οξίνισης του pH και η λανθάνουσα φάση του pH καθώς επίσης και ο ρυθμός αύξησης του ιξώδους και η λανθάνουσα φάση του ιξώδους. Επισημαίνεται ότι η προσαρμογή της εξίσωσης Gompertz στα δεδομένα είχε αρκετά καλή εφαρμογή τόσο στις τιμές του pH, όσο στις τιμές του ιξώδους ( $0,97 < R^2 < 0,99$ ).

### 7.3.3 Ρυθμός μεταβολής pH ( $\mu_{pH}$ ) και διάρκεια λανθάνουσας φάσης pH ( $\lambda_{pH}$ )

Παρακάτω παρουσιάζεται ο ρυθμός μεταβολής του pH για τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με εφαρμογή υπερήχων πριν τη θερμική του κατεργασία στους 83°C για 20min ή στους 95°C για 5min. Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται και τα αποτελέσματα που προέκυψαν στα τυφλά δείγματα γιαουρτιών (που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με υπερήχους). Οι τιμές αυτές προκύπτουν έπειτα από την προσαρμογή των πειραματικών μετρήσεων στο μοντέλο Gompertz.

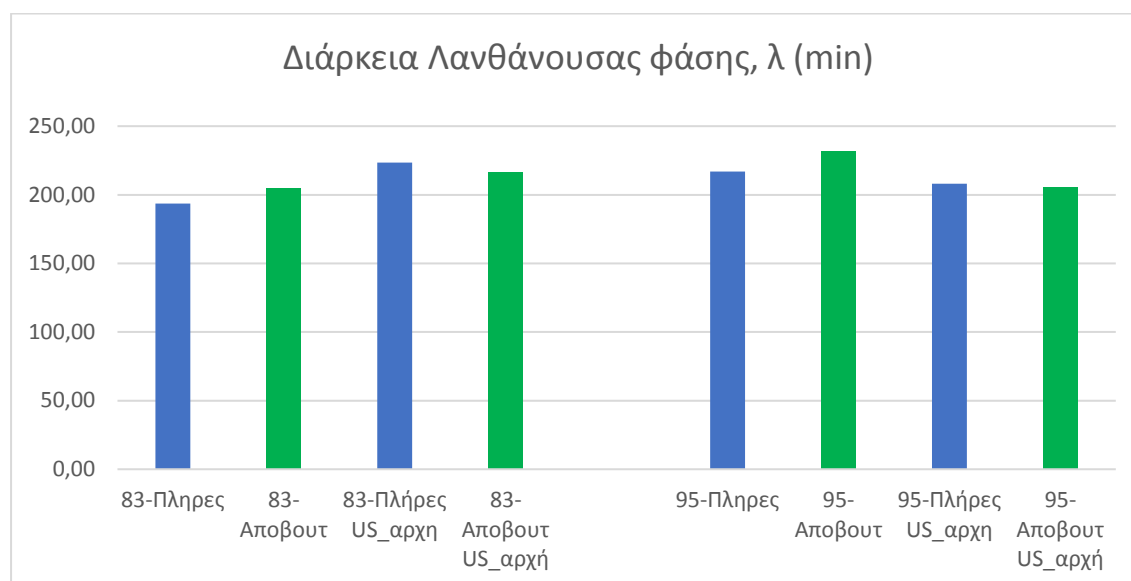


Διάγραμμα 7.3.3.1 Ρυθμός μεταβολής pH για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία (83°C-20min / 95°C-5min)

Παρατηρείται ότι ο ρυθμός μεταβολής του pH για το αποβουτυρωμένο γάλα που προεπεξεργάστηκε με υπερήχους είναι μικρότερος (κατ' απόλυτη τιμή) σε σχέση με το αντίστοιχο πλήρες γάλα, τόσο για τη θερμική κατεργασία του γάλακτος στους 83°C για 20min, όσο και στους 95°C για 5min. Παρ' όλα αυτά, από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA προκύπτει ότι το είδος του γάλακτος, η θερμική κατεργασία του γάλακτος ή η εφαρμογή των υπερήχων δεν έχουν σημαντική επίδραση στο ρυθμό μεταβολής του pH.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τιμές της διάρκειας της λανθάνουσας φάσης του pH όπως προέκυψαν έπειτα από την προσαρμογή των πειραματικών τιμών στο μοντέλο Gompertz. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν με πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία στους 83°C για 20min ή στους 95°C για 5 min. Για λόγους σύγκρισης

παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν στα τυφλά δείγματα γιαουρτιών (που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με υπερήχους).



Διάγραμμα 7.3.3.2 Διάρκεια λανθάνουσας φάσης του pH (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία (83°C-20min / 95°C-5min)

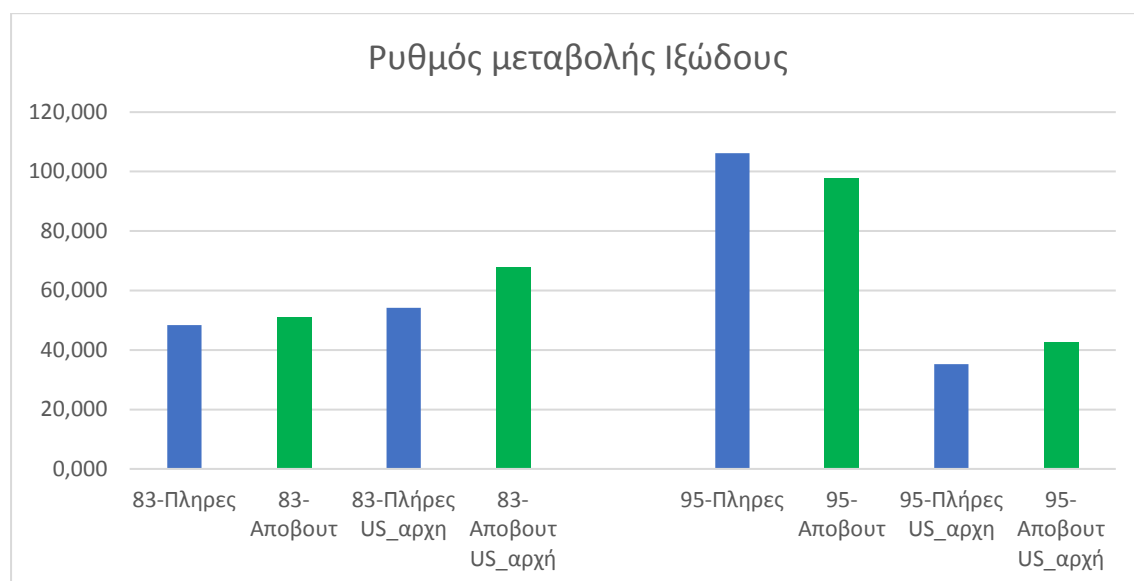
Όσον αφορά την διάρκεια λανθάνουσας φάσης του pH, παρατηρείται ότι τα δείγματα γιαουρτιού που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα που υπέστη προκατεργασία με υπερήχους παρουσιάζουν μικρότερη διάρκεια λανθάνουσας φάσης pH σε σχέση με τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επίσης με εφαρμογή υπερήχων. Γενικά, όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, η θερμική κατεργασία του γάλακτος και η εφαρμογή των υπερήχων ως προεπεξεργασία του γάλακτος δεν είχαν σημαντική επίδραση στην διάρκεια της λανθάνουσας φάσης του pH.

Συνολικά προκύπτει ότι η εφαρμογή υπερήχων στο γάλα πριν τη θερμική του κατεργασία δεν μεταβάλλει τη μορφή της καμπύλης εξέλιξης του pH κατά τη ζύμωση του γιαουρτιού.

#### 7.3.4 Ρυθμός μεταβολής ιξώδους και διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους

Παρακάτω παρουσιάζεται ο ρυθμός μεταβολής του ιξώδους για τα γιαούρτια που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα προεπεξεργασμένο με υπερήχους το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min ή στους 95°C για 5min. Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται τα αποτελέσματα που

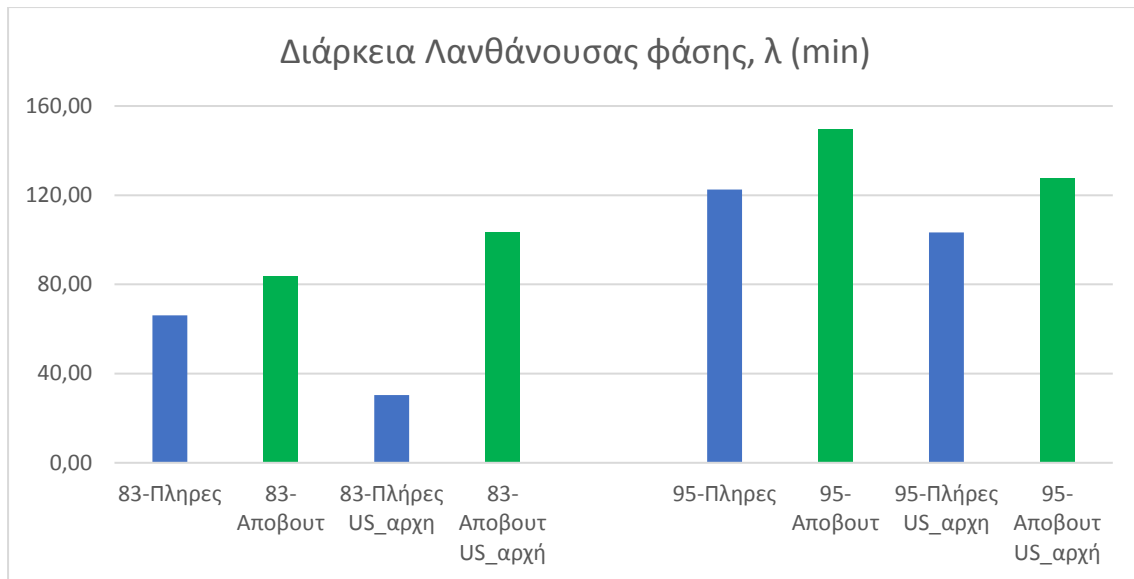
προέκυψαν στα τυφλά δείγματα γιαουρτιών (που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με υπέρηχους).



Διάγραμμα 7.3.4.1 Ρυθμός μεταβολής ιξώδους για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία (83°C-20min / 95°C-5min)

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω διάγραμμα, κατά την παρασκευή γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο επεξεργάστηκε με υπέρηχους και έπειτα θερμάνθηκε στους 83°C για 20min, ο ρυθμός αύξησης του ιξώδους τους είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το ρυθμό αύξησης του ιξώδους των τυφλών δειγμάτων (παρασκευασμένων από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C), ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν το γάλα θερμάνθηκε στους 95°C για 5min. Και στις δύο θερμικές κατεργασίες ωστόσο, το αποβουτυρωμένο γάλα που επεξεργάστηκε με υπέρηχους οδηγεί σε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ιξώδους στο γιαούρτι απ' ότι αντίστοιχα το πλήρες γάλα.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα διαγράμματα της διάρκειας της λανθάνουσας φάσης για τα γιαούρτια που προέρχονται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που έχει υποβληθεί σε υπέρηχους πριν τη θερμική του κατεργασία στους 83°C για 20min ή στους 95°C για 5min. Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν στα τυφλά δείγματα γιαουρτιών (που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με υπέρηχους).



*Διάγραμμα 7.3.4.2 Διάρκεια λανθάνουσας φάσης ιξώδους (min) για τα γιαούρτια από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν τη θερμική του κατεργασία (83°C-20min / 95°C-5min)*

Η διάρκεια λανθάνουσας φάσης του ιξώδους κατά την παρασκευή γιαουρτιού λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές όταν χρησιμοποιείται αποβουτυρωμένο γάλα προεπεξεργασμένο με υπέρηχους, απ' ότι όταν χρησιμοποιείται αντίστοιχα πλήρες γάλα. Τέλος, όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος, η θερμική κατεργασία του γάλακτος και η εφαρμογή των υπέρηχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος δεν είχαν σημαντική επίδραση στο ρυθμό μεταβολής του ιξώδους ή στη διάρκεια της λανθάνουσας φάσης του ιξώδους.

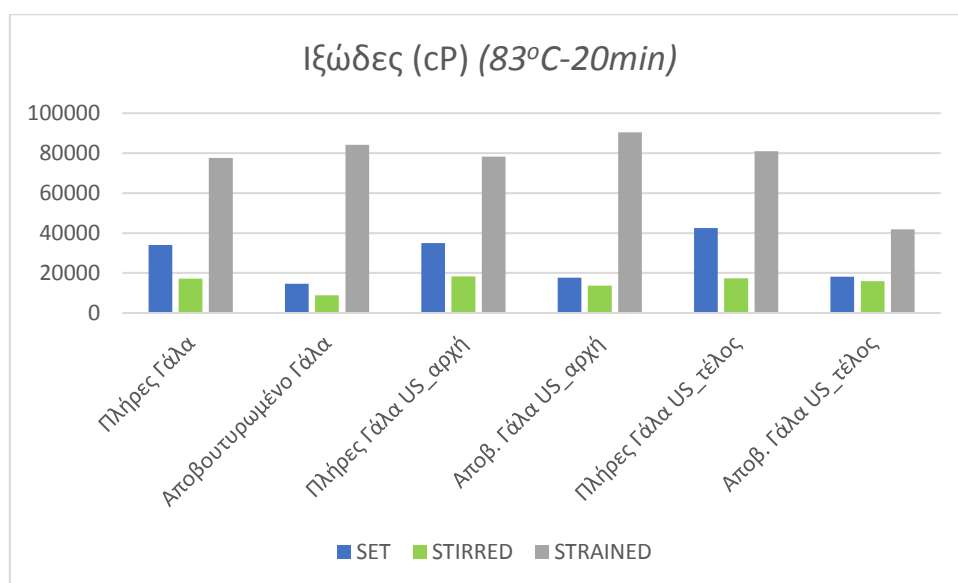
Συνολικά προκύπτει ότι η εφαρμογή υπέρηχων στο γάλα πριν τη θερμική του κατεργασία δεν μεταβάλλει τη μορφή της καμπύλης εξέλιξης του ιξώδους κατά την ζύμωση του γιαουρτιού

### 7.3.5 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C

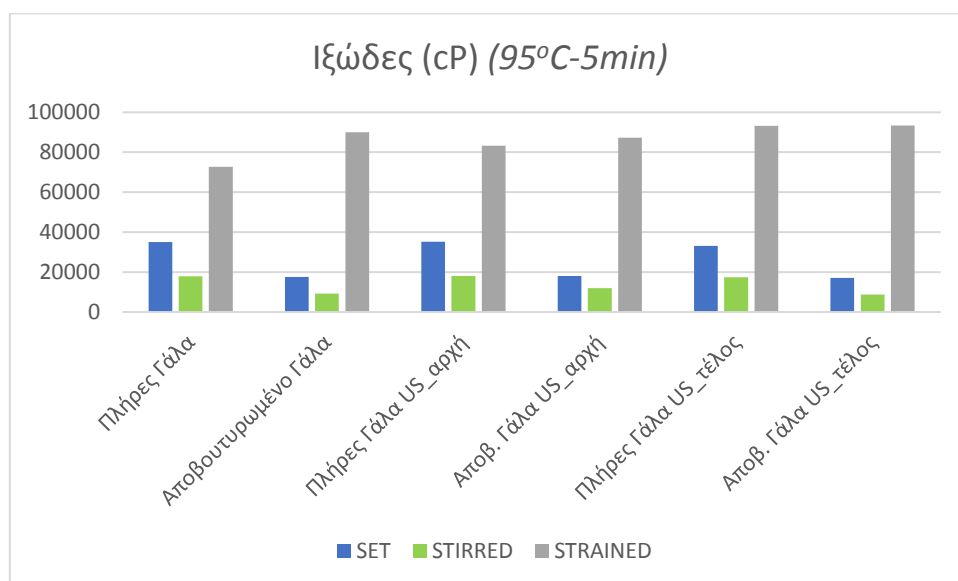
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν για το τελικό ιξώδες των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που είχε προεπεξεργαστεί με υπέρηχους είτε πριν την ζύμωση (πριν τη θερμική κατεργασία του γάλακτος), είτε μετά το τέλος της ζύμωσης, μετά την αποθήκευσή τους στους 4°C. Τα αποτελέσματα αφορούν το συνεκτικό, το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και το αντίστοιχο στραγγιστό γιαούρτι όπως προέκυψαν στην δεύτερη σειρά πειραμάτων. Επισημαίνεται ότι οι υπέρηχοι που εφαρμόστηκαν πριν την ζύμωση αναφέρονται ως US\_αρχη και μετά την

ζύμωση αναφέρονται ως US\_τέλος στο διάγραμμα αντίστοιχα. Επίσης, παρατίθενται τα αντίστοιχα αποτελέσματα των τυφλών δειγμάτων γιαουρτιού για λόγους σύγκρισης.

Πρώτα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στην εφαρμογή υπερήχων (πριν ή μετά την ζύμωση) στην παραγωγή γιαουρτιών από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που επεξεργάστηκε στους 83°C για 20min και στη συνέχεια αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.3.5.1 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C για το συνεκτικό και το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών.



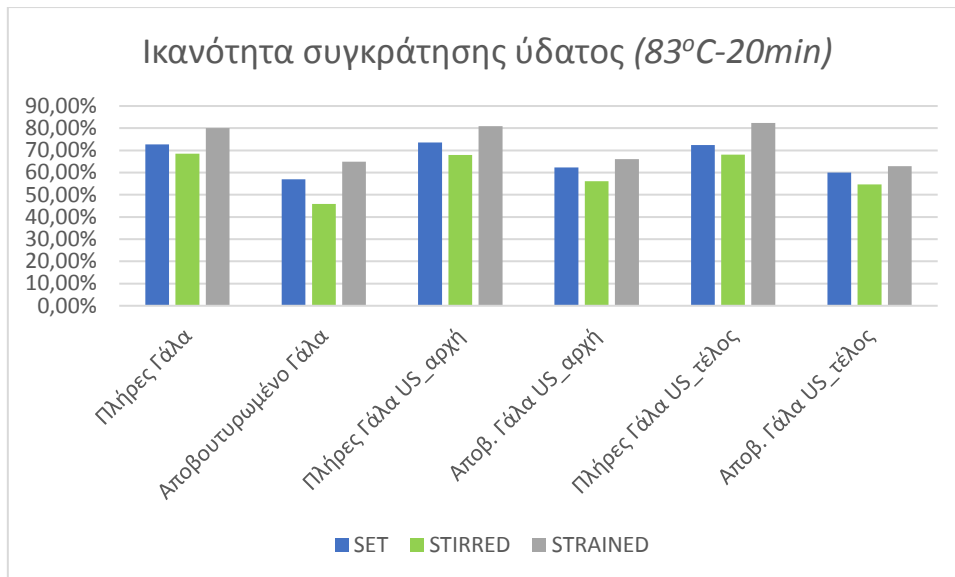
Διάγραμμα 7.3.5.2 Ιξώδες γιαουρτιών στους 4°C για το συνεκτικό και το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα το τελικό ιξώδες των γιαουρτιών παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με τον τύπο του γιαουρτιού που εξετάζεται. Το αναμεμιγμένο γιαούρτι φαίνεται να παρουσιάζει πολύ μικρότερες τιμές ιξώδους σε σχέση με το συνεκτικό και το στραγγιστό γιαούρτι. Επιπλέον, τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα παρουσιάζουν μικρότερες τιμές ιξώδους τόσο για τα συνεκτικά, όσο και για τα αποβουτυρωμένα γιαούρτια.

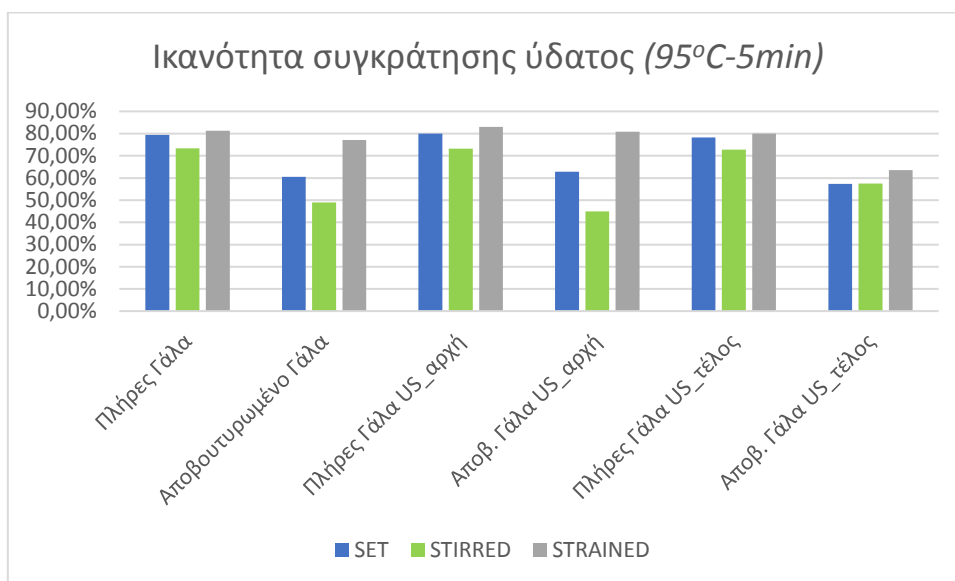
Όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα, η εφαρμογή των υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση του γάλακτος (πλήρους ή αποβουτυρωμένου) που έχει θερμανθεί στους 83°C για 20min οδηγεί σε μικρή αύξηση της τιμής του ιξώδους του συνεκτικού και του αντίστοιχου αναμεμιγμένου γιαουρτιού. Η συμπεριφορά αυτή δεν παρατηρήθηκε για τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επεξεργασμένο στους 95°C για 5min, τα οποία παρουσίασαν μικρή μείωση της τιμής του ιξώδους τους. Ωστόσο, οι διαφορές αυτές είναι μικρές και από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA προέκυψε ότι η εφαρμογή των υπερήχων γενικά δεν επιδρά στο ιξώδες του συνεκτικού και του αντίστοιχου αναμεμιγμένου γιαουρτιού. Τέλος, το ιξώδες των στραγγιστών γιαουρτιών λαμβάνει μεγάλες τιμές ανεξαρτήτως του είδους του γάλακτος, της θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος και της εφαρμογής των υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση του γάλακτος.

### **7.3.6 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πήγματος(WHC)**

Η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα για τα διαφορετικά δείγματα γιαουρτιού έλαβε χώρα με φυγοκέντρωση των γιαουρτιών, η οποία πραγματοποιήθηκε μετά την αποθήκευσή τους στο ψυγείο στους 4°C για μία ημέρα. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται παρακάτω αφορούν στην εφαρμογή υπερήχων (πριν ή μετά την ζύμωση) κατά την παραγωγή γιαουρτιών αρχικά από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min και μετά αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



Διάγραμμα 7.3.6.1 Ικανότητα συγκράτησης ύδατος για το συνεκτικό και αντίστοιχα το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



Διάγραμμα 7.3.6.2. Ικανότητα συγκράτησης ύδατος για το συνεκτικό και αντίστοιχα το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα, τη μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα παρουσιάζουν τα στραγγιστά γιαούρτια σε αντίθεση με τα αναμεμιγμένα γιαούρτια που έχουν μικρή ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα. Επιπλέον, είναι εμφανές ότι τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από αποβουτυρωμένο γάλα έχουν μικρότερη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα σε σχέση με τα γιαούρτια που παρασκευάζονται από πλήρες γάλα.

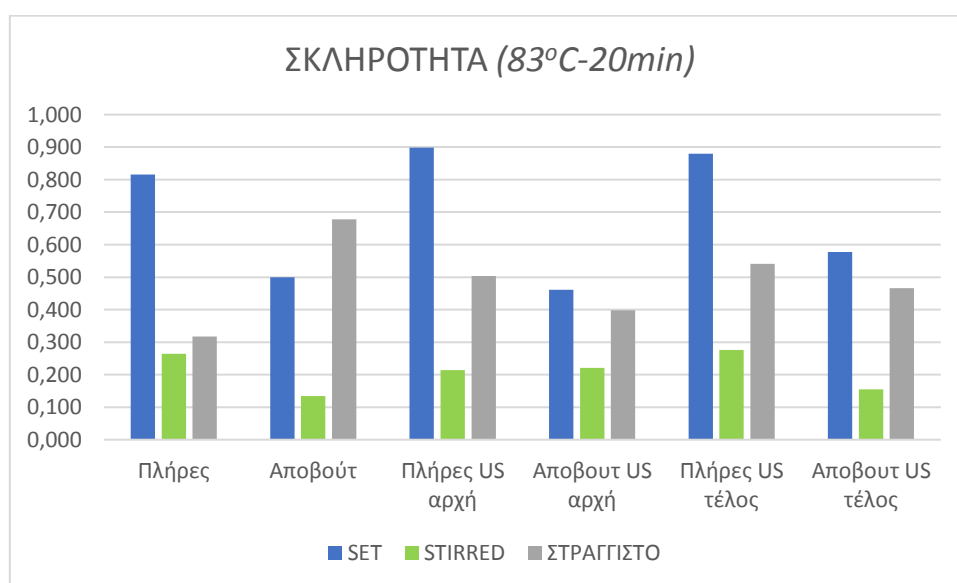


Αναλυτικότερα, η χρήση των υπερήχων έχει σημαντική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα. Συγκεκριμένα τα συνεκτικά γιαούρτια τα οποία παρασκευάζονται από πλήρες γάλα με εφαρμογή υπερήχων πριν την ζύμωση, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τιμή WHC=75%. Η συμπεριφορά αυτή των γιαουρτιών ίσως οφείλεται στα μικρότερου μεγέθους λιποσφαίρια που παράγονται λόγω της χρήσης των υπερήχων, οπότε αυξάνεται η επιφάνεια στην οποία προσκολλώνται τα καζεϊνικά μικκύλια που καθίστανται ιδιαίτερα υδρόφιλα. Ωστόσο, η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα των συνεκτικών γιαουρτιών μειώνεται, όταν αυτά παρασκευάζονται από πλήρες γάλα με εφαρμογή υπερήχων μετά την ζύμωση.

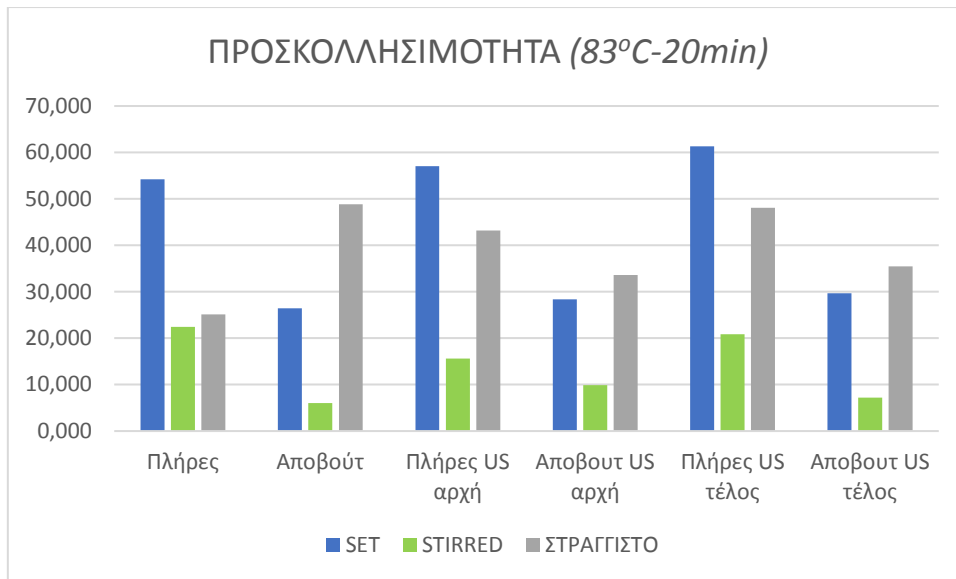
Στα αναμεμιγμένα και στα αντίστοιχα στραγγιστά γιαούρτια η εφαρμογή των υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση του γάλακτος δεν φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα των γιαουρτιών.

### 7.3.7 Ανάλυση αντικειμενικής υφής

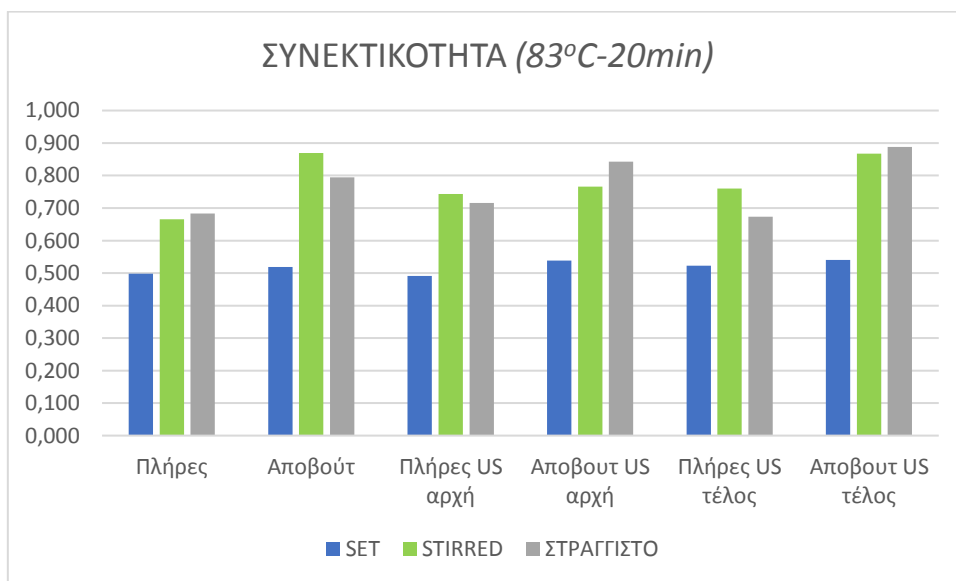
Στην ανάλυση υφής που πραγματοποιήθηκε στα γιαούρτια όπου έχει γίνει εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά τη ζύμωση προσδιορίστηκε η σκληρότητα, η συνεκτικότητα και η προσκολλησιμότητα αυτών. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τα αποτελέσματα του συνεκτικού, του αναμεμιγμένου και του στραγγιστού γιαουρτιού πρώτα από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα που είχε θερμανθεί στους 83°C για 20min και έπειτα αντίστοιχα στους 95°C για 5min.



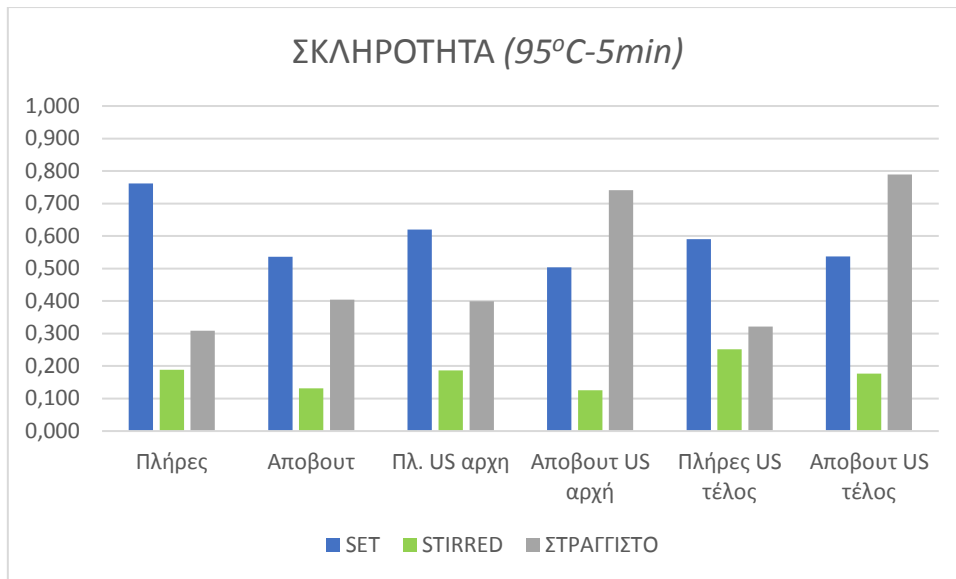
Διάγραμμα 7.3.7.1 Σκληρότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



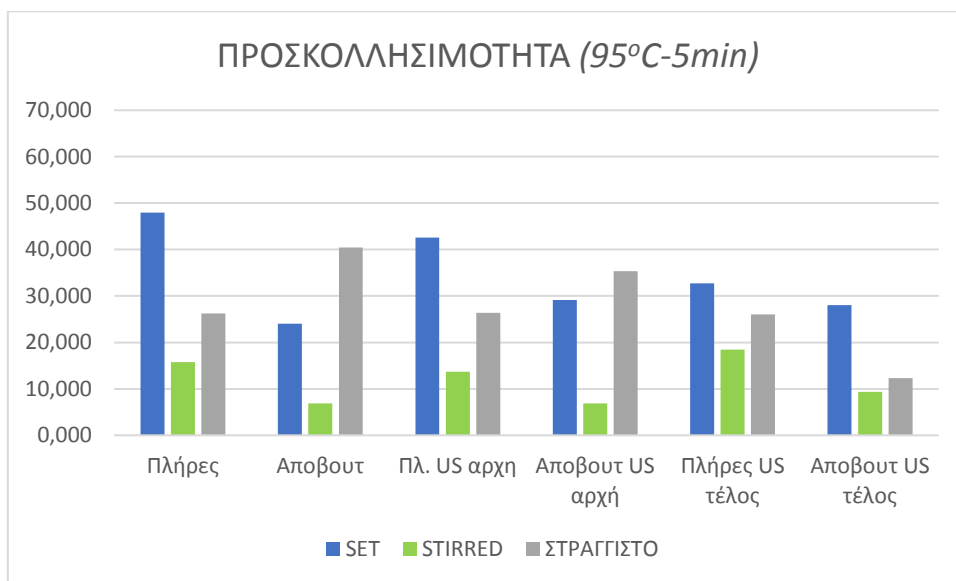
Διάγραμμα 7.3.7.2 Προσκολλησιμότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



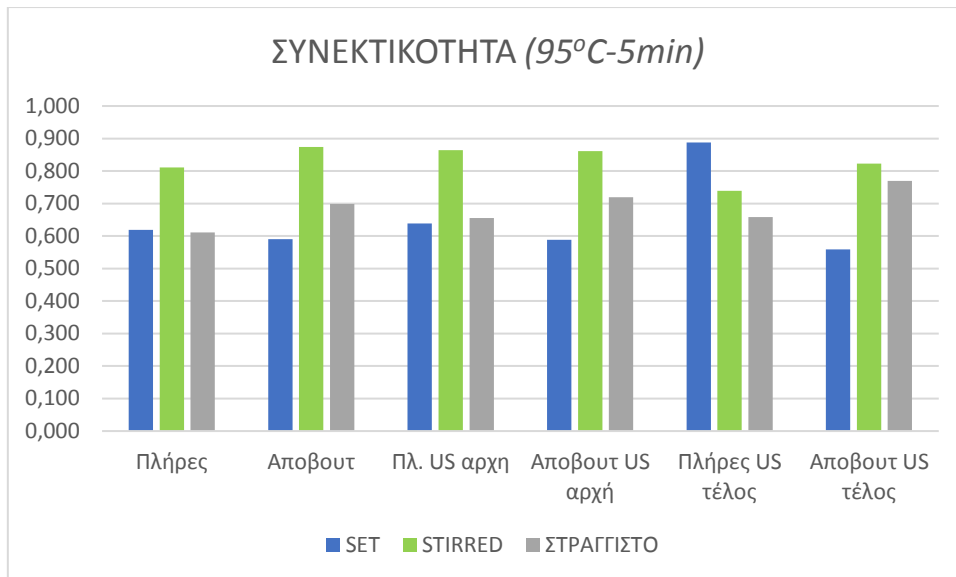
Διάγραμμα 7.3.7.3 Συνεκτικότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



Διάγραμμα 7.3.7.4 Σκληρότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



Διάγραμμα 7.3.7.5 Προσκολλησιμότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού από που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών



Διάγραμμα 7.3.7.6 Συνεκτικότητα συνεκτικού και αντίστοιχου αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα με θερμική κατεργασία στους 95°C για 5min και εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση των γιαουρτιών

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα, τα αναμεμιγμένα γιαούρτια παρουσιάζουν μικρές τιμές σκληρότητας και προσκολλησιμότητας, αλλά μεγάλες τιμές συνεκτικότητας σε σχέση με τα συνεκτικά και τα στραγγιστά γιαούρτια. Επίσης, η σκληρότητα των συνεκτικών και των αντίστοιχων αναμεμιγμένων γιαουρτιών λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές κατά τη χρήση πλήρους γάλακτος σε σχέση με το αποβουτυρωμένο γάλα.

Οι διαφορές που παρατηρούνται στη σκληρότητα, στη συνεκτικότητα και στην προσκολλησιμότητα των γιαουρτιών που υπέστησαν επεξεργασία με υπερήχους πριν ή μετά τη διαδικασία της ζύμωσης είναι μικρές και όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA η εφαρμογή των υπερήχων πριν ή μετά την ζύμωση του γάλακτος δεν επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της αντικειμενικής υφής των συνεκτικών και των αντίστοιχων αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών.

### 7.3.8 Οργανοληπτικός έλεγχος

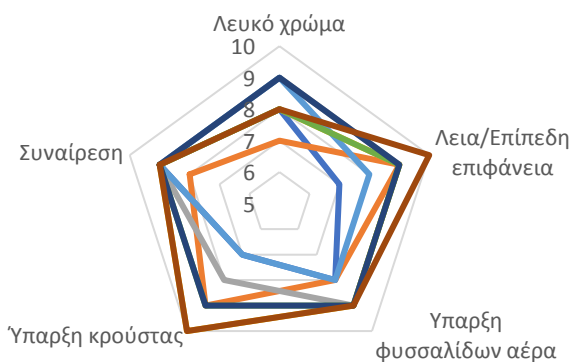
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε στα τυφλά δείγματα γιαουρτιών και στα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν με γάλα το οποίο προεπεξεργάστηκε με υπερήχους. Τα παρακάτω διαγράμματα τύπου ιστού αράχνης κατηγοριοποιούνται ως προς την εμφάνιση, το άρωμα-γεύση, την υφή στο κουτάλι και την υφή στο στόμα.

Για κάθε πείραμα η θερμική κατεργασία που υπέστη το γάλα αναφέρεται με τον αριθμό 83, όταν πρόκειται για θέρμανση στους 83°C για 20min και με τον αριθμό 95 όταν πρόκειται για θέρμανση στους 95°C για 5min, αντίστοιχα. Επίσης το χρώμα που αντιστοιχεί σε κάθε πείραμα φαίνεται στη διπλανή εικόνα.

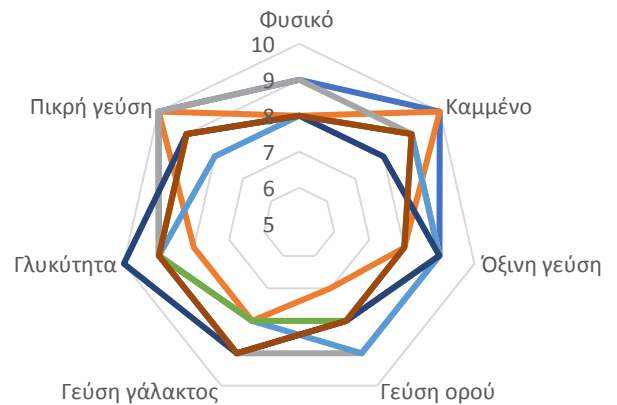
- Πλήρες-83
- Αποβουτ.-83
- Πλ. US-83
- Αποβ. US-83
- Πλήρες-95
- Αποβουτ.-95
- Πλ. US-95
- Αποβ. US-95

- Συνεκτικό γιαούρτι (SET)

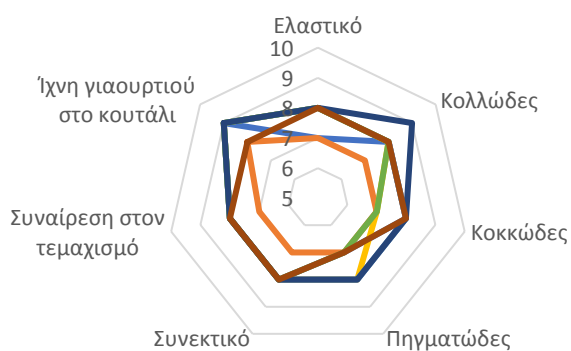
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ - SET



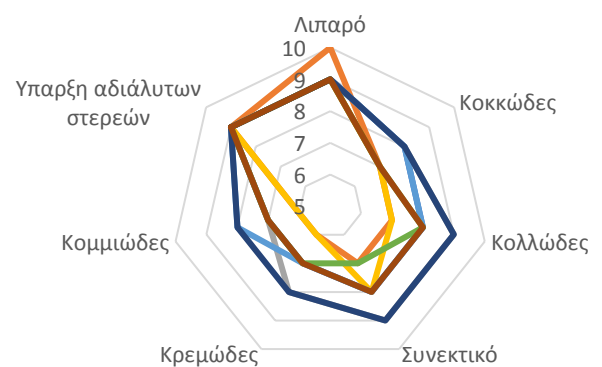
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ SET



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ - SET

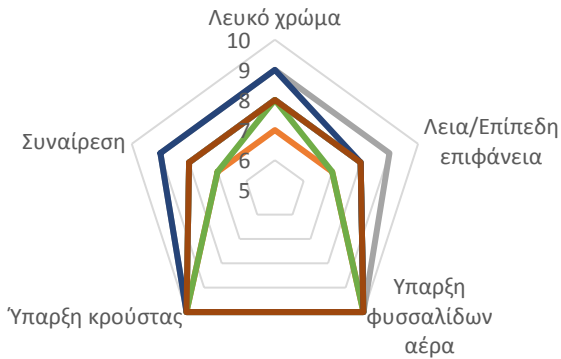


### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - SET

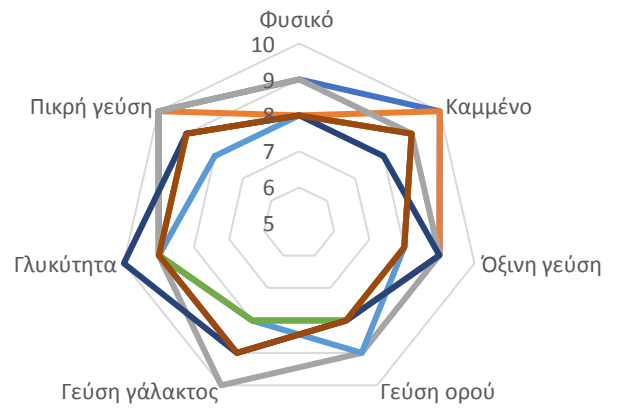


- Αναμεμιγμένο Γιαούρτι (STIRRED)

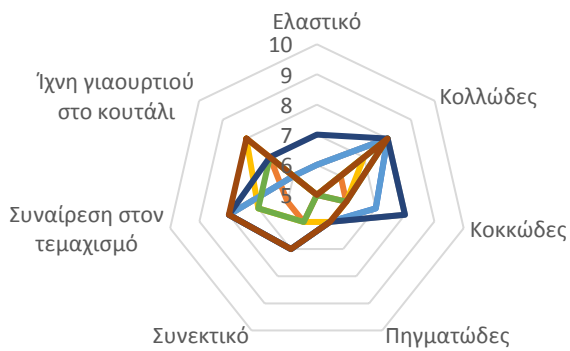
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ *STIRRED*



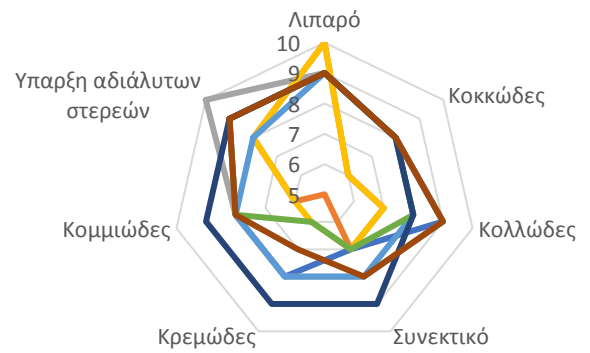
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ *STIRRED*



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ *STIRRED*

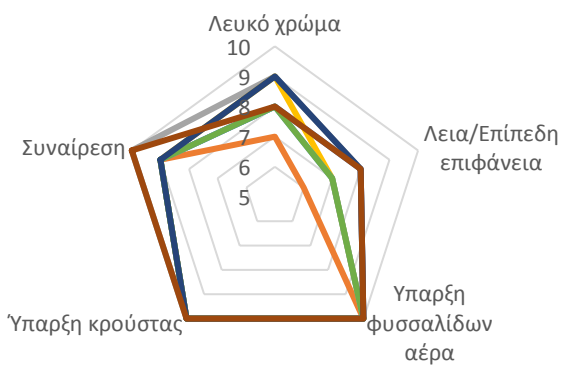


### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ *STIRRED*

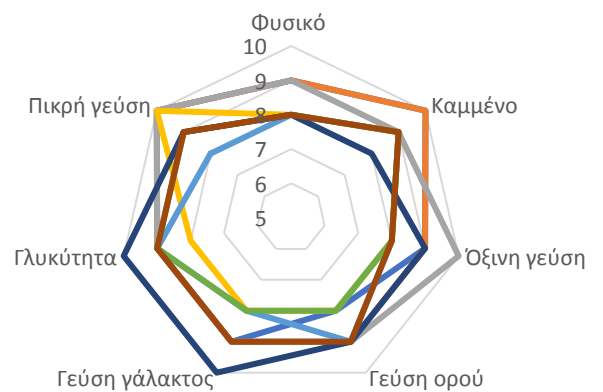


- Στραγγιστό Γιαούρτι (STRAINED)

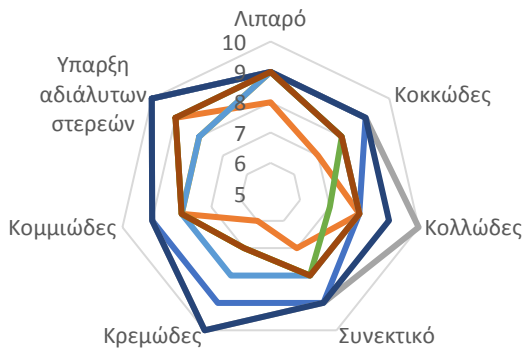
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ *STRAINED*



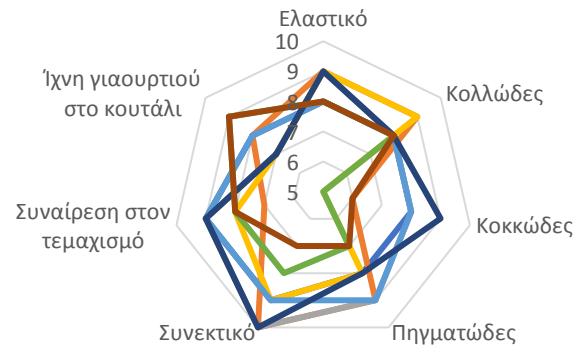
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ *STRAINED*



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ *STRAINED*



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ *STRAINED*



Τα συνεκτικά (set) γιαούρτια που παρασκευάστηκαν και σε αυτή τη σειρά πειραμάτων από πλήρες γάλα τείνουν να δημιουργούν μια κρούστα στην επιφάνεια, σε αντίθεση με τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα τα οποία δεν παρουσιάζουν κρούστα και έχουν πιο λεία επιφάνεια. Η κρούστα αυτή προκύπτει για τον ίδιο λόγο, από την τάση των λιποσφαιριδίων να συσσωρεύονται στην επιφάνεια του γάλακτος. Ωστόσο, κατά την εφαρμογή υπερήχων πριν την ζύμωση, η κρούστα αυτή μειώθηκε αρκετά διότι οι υπέρηχοι διασπούν τα λιποσφαιρίδια σε μικρότερα τμήματα και τα διασπείρουν ομοιόμορφα στο γάλα. Όπως προέκυψε και από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA, το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος και η εφαρμογή των υπερήχων φαίνεται πως έχουν σημαντική επίδραση στο σχηματισμό της κρούστας που δημιουργείται στην επιφάνεια των γιαουρτιών. Το χρώμα και η συναίρεση που παρουσίασαν τα συνεκτικά γιαούρτια δεν είχαν επηρεαστούν από την εφαρμογή των υπερήχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος. Στα αναμεμιγμένα και τα στραγγιστά γιαούρτια, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, δεν παρουσιάστηκε καθόλου κρούστα στην επιφάνεια των γιαουρτιών (όπως και στην πρώτη σειρά πειραμάτων), λόγω της ανάδευσης που πραγματοποιήθηκε κατά την παρασκευή τους. Επίσης, με την εφαρμογή των υπερήχων δεν φαίνεται να επηρεάστηκε η συναίρεση που παρουσίασαν τα γιαούρτια, η οποία στα στραγγιστά γιαούρτια ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση με τα αντίστοιχα αναμεμιγμένα.

Τα περισσότερα δείγματα γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν με γάλα το οποίο θερμάνθηκε σε έντονες συνθήκες ή προεπεξεργάστηκε με υπερήχους απέκτησαν μία ελαφρά γεύση καμμένου στο γιαούρτι. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τη στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA όπου η θερμική κατεργασία του γάλακτος και η χρήση υπερήχων έχουν μεγάλη επίδραση στην καμμένη γεύση

του γιαουρτιού ( $p < 0,05$ ), ενώ δεν φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά τα άλλα χαρακτηριστικά της γεύσης του γιαουρτιού.

Όσον αφορά το άρωμα των γιαουρτιών παρατηρήθηκε ελαφρώς καμένο άρωμα στα δείγματα γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν με γάλα που υπέστη έντονη θερμική κατεργασία ή που εφαρμόστηκαν υπερήχοι κατά την προεπεξεργασία του. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε τόσο στο συνεκτικό, όσο στο αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις από το φυσικό άρωμα των γιαουρτιών και την όξινη γεύση τους.

Όσον αφορά την υφή που έχουν τα συνεκτικά γιαούρτια στο κουτάλι, αυτή επηρεάστηκε κυρίως από το είδος του γάλακτος και όχι από τη χρήση των υπερήχων. Η εφαρμογή των υπερήχων επηρέασε κυρίως τη συνεκτική και κρεμώδη υφή των αναμεμιγμένων γιαουρτιών. Τέλος, στα στραγγιστά γιαούρτια τα οποία ήταν πιο πηγματώδη σε σχέση με τα αναμεμιγμένα, παρουσίασαν διαφορές στην υφή τους ανάλογα με το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε, χωρίς η εφαρμογή των υπερήχων να έχει επίδραση στην υφή τους. Γενικώς, παρατηρήθηκε σε όλα τα δείγματα ότι το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα (χωρίς ή με εφαρμογή υπερήχων) είχε πιο κοκκώδη υφή τόσο στο κουτάλι, όσο και στο στόμα, σε σχέση με το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα (χωρίς ή με εφαρμογή υπερήχων).



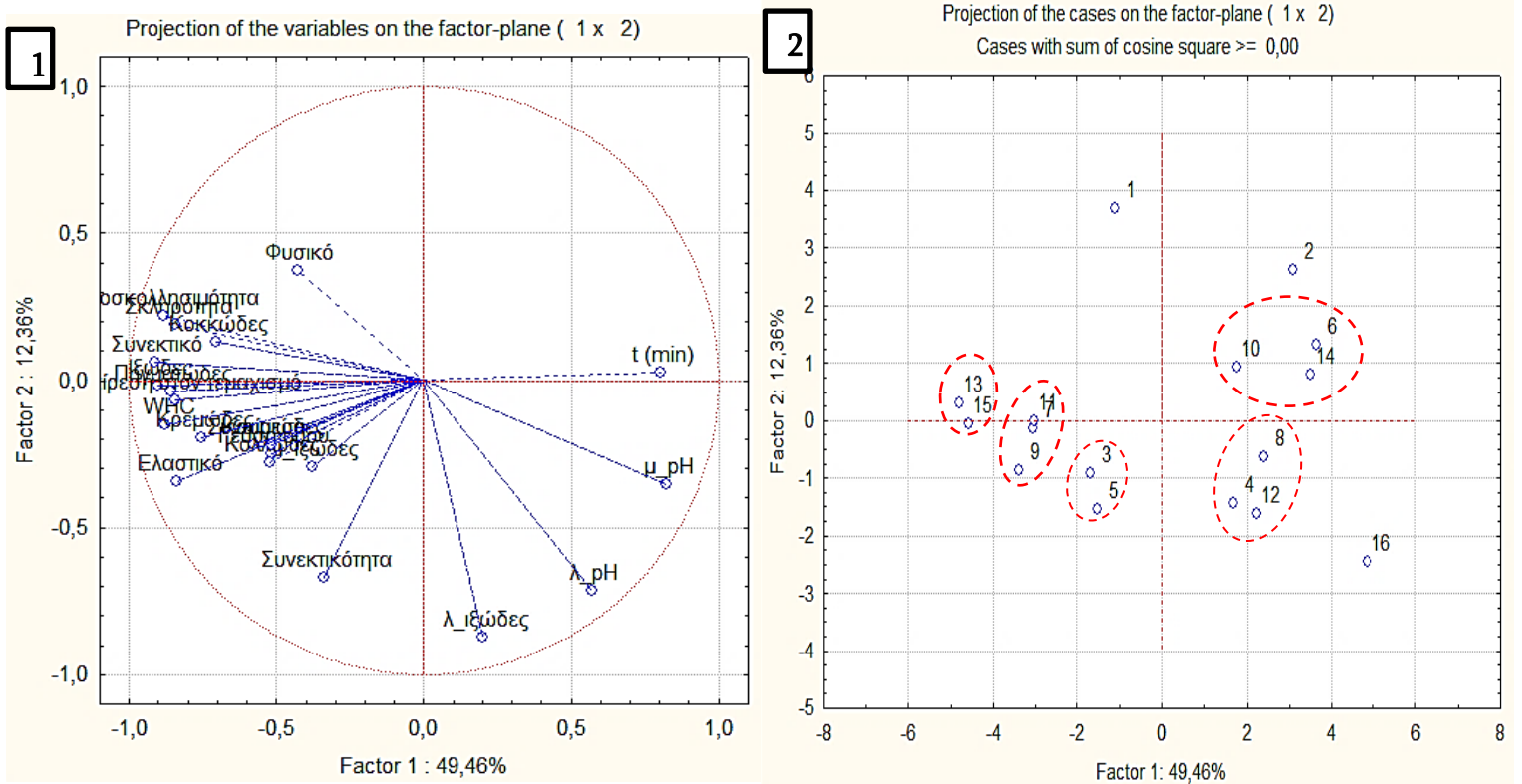
## 7.4 Στατιστική επεξεργασία – Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

Στο κεφάλαιο αυτό κρίνεται σκόπιμο να εξεταστούν οι επιμέρους συσχετίσεις μεταξύ των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των γιαουρτιών με τις αντικειμενικές μετρήσεις (παράμετροι της οξυγαλακτικής ζύμωσης και χαρακτηριστικά αντικειμενικής υφής). Αρχικά, θα εξεταστούν χωριστά οι παράμετροι αυτές για το συνεκτικό, το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι και έπειτα θα γίνει μία συσχέτιση μεταξύ τους στα βασικά αντικειμενικά χαρακτηριστικά τους. Επίσης, η παρακάτω ανάλυση θα λάβει χώρα χωριστά για τις δύο σειρές πειραμάτων.

*Πίνακας 7.5.1 Αύξων αριθμός πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στην πρώτη σειρά πειραμάτων (προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης) όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα κύριων συνιστωσών στο PCA*

<b>ΑΥΞΩΝ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ</b>			
<b>1:</b> Πλήρες Γάλα (83°C-20min)	<b>5:</b> Πλήρες Γάλα - Ξανθάνη (83°C-20min)	<b>9:</b> Πλήρες Γάλα - Καραγεννάνη (83°C-20min)	<b>13:</b> Πλήρες Γάλα - Σκόνη ορού γάλακτος (83°C-20min)
<b>2:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα (83°C-20min)	<b>6:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Ξανθάνη (83°C-20min)	<b>10:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Καραγεννάνη (83°C-20min)	<b>14:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Σκόνη ορού γάλακτος (83°C-20min)
<b>3:</b> Πλήρες Γάλα (95°C-5min)	<b>7:</b> Πλήρες Γάλα - Ξανθάνη (95°C-5min)	<b>11:</b> Πλήρες Γάλα - Καραγεννάνη (95°C-5min)	<b>15:</b> Πλήρες Γάλα - Σκόνη ορού γάλακτος (95°C-5min)
<b>4:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα (95°C-5min)	<b>8:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Ξανθάνη (95°C-5min)	<b>12:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Καραγεννάνη (95°C-5min)	<b>16:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα - Σκόνη ορού γάλακτος (95°C-5min)

- Συνεκτικό γιαούρτι



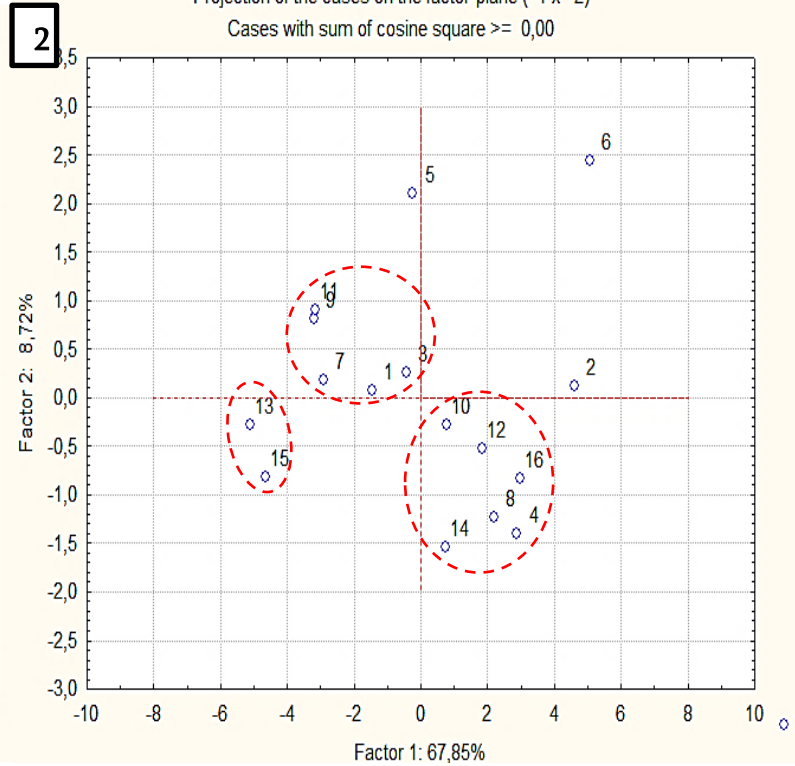
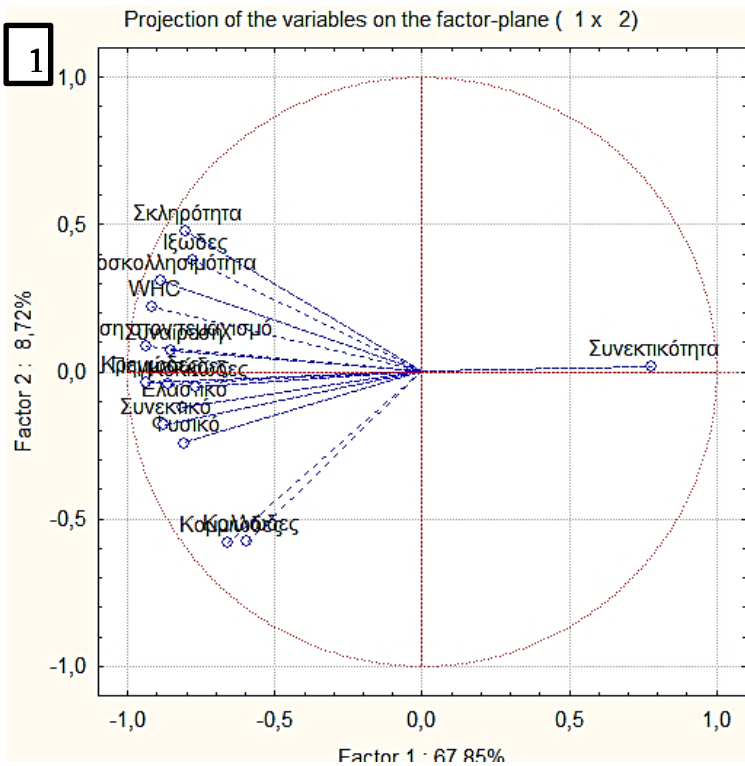
Διάγραμμα 7.4.1 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το συνεκτικό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής συνεκτικών γιαουρτιών με κόμμεα και στερεά ενίσχυσης περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 61,82% (Factor 1: 49,46%, Factor 2: 12,36%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχουν ο χρόνος ζύμωσης, το ιξώδες και η ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πηγμάτος, η αντικειμενική σκληρότητα και η προσκολλησιμότητα, η εμφανιζόμενη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του συνεκτικού γιαουρτιού καθώς και η πηγματώδης και συνεκτική υφή που έχει αυτό όπως προκύπτει κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα σημαντική είναι η επίδραση της λανθάνουσας φάσης του ιξώδους. Όπως προκύπτει μεγάλη συσχέτιση παρουσιάζει η σκληρότητα και η προσκολλησιμότητα των συνεκτικών γιαουρτιών και η συναίρεση κατά τον τεμαχισμό με την ικανότητα συγκράτησης νερού του πηγμάτος.

Στο διάγραμμα 2 απεικονίζονται οι θέσεις των πειραμάτων σε σχέση με τις δύο κύριες συνιστώσες. Όπως παρατηρείται, τα πειράματα 6,10 και 14 αποτελούν μία ομάδα, δηλαδή τα συνεκτικά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min με προσθήκη

ξανθάνης, καραγεννάνης και σκόνης ορού γάλακτος αντίστοιχα, και παρουσιάζουν μεγαλύτερους χρόνους ζύμωσης. Τα πειράματα 4, 8 και 12 δηλαδή τα συνεκτικά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C για 5min (τυφλό, με προσθήκη ξανθάνης και με προσθήκη καραγεννάνης, αντίστοιχα) οδηγούν σε μεγαλύτερη διάρκεια λανθάνουσας φάσης pH και σε μικρότερο ρυθμό οξίνισης pH. Τα δείγματα 3 και 5 (γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα με θέρμανση στους 95°C για 5min και γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα με θέρμανση στους 83°C για 20min με προσθήκη ξανθάνης) παρουσιάζουν παρόμοιο ρυθμό αύξησης ιξώδους και παρόμοιες τιμές συνεκτικότητας και αποτελούν μια ομάδα. Τέλος, τα δείγματα 7, 9, 11 (γιαούρτι παρασκευασμένο από πλήρες γάλα με θέρμανση στους 95°C για 5min, γιαούρτι από πλήρες γάλα που υπέστη θέρμανση στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη καραγεννάνης) αποτελούν μία ομάδα και τα δείγματα 13 και 15 αποτελούν μία ακόμη ομάδα (γιαούρτι από πλήρες γάλα που υπέστη θέρμανση στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος αντίστοιχα), οι οποίες ομάδες έχουν βελτιωμένα χαρακτηριστικά ως προς το ιξώδες, την ικανότητα συγκράτησης νερού, τη συνεκτική και κρεμώδη υφή του γιαουρτιού καθώς και την εμφανιζόμενη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό.

- Αναμεμιγμένο γιαούρτι

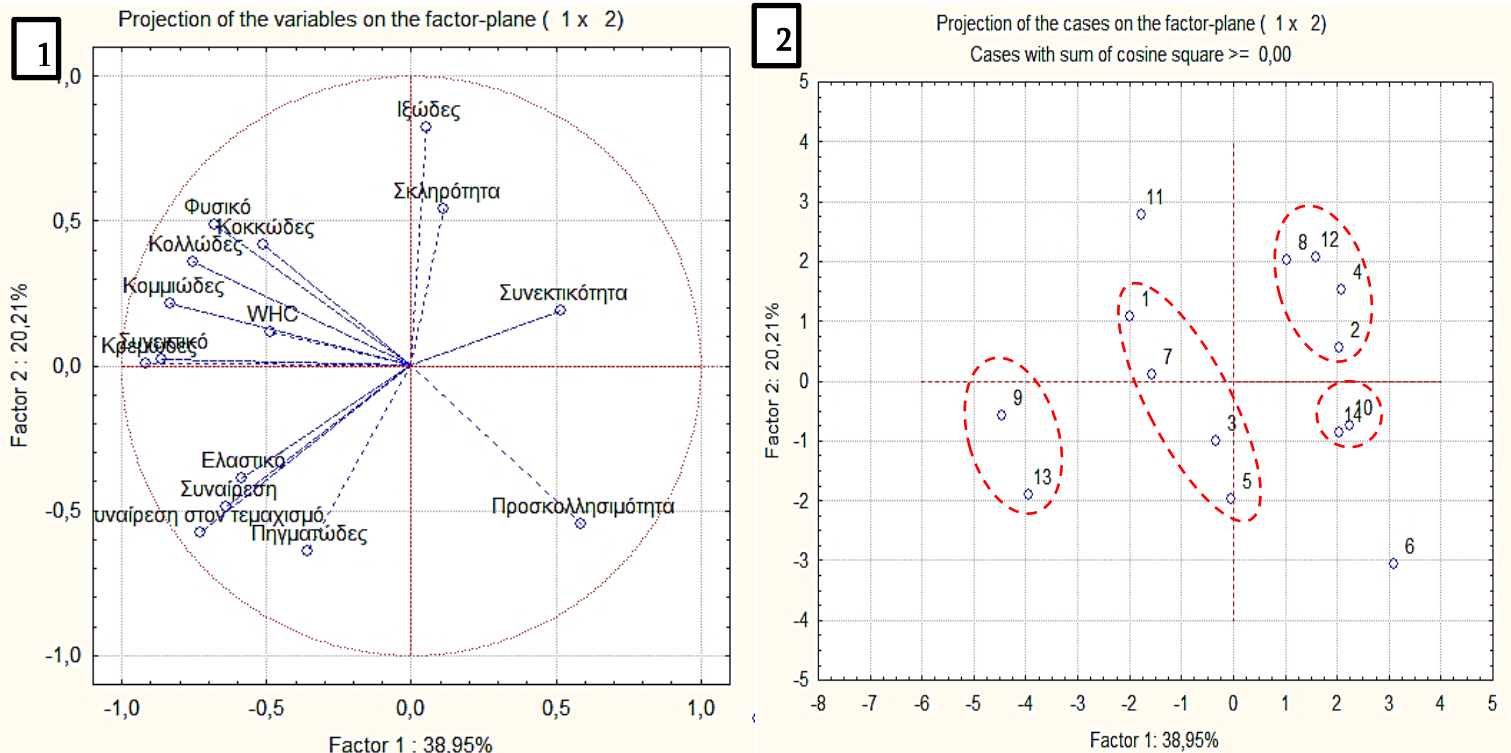


Διάγραμμα 7.4.2 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το αναμεμιγμένο γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής αναμεμιγμένων γιαουρτιών με κόμμεα και στερεά ενίσχυσης περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 76,57% (Factor 1: 67,85%, Factor 2: 8,72%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχουν η ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πήγματος, η αντικειμενική σκληρότητα και προσκολλησιμότητα, η εμφανιζόμενη συναίρεση στο αναμεμιγμένο γιαούρτι αλλά και κατά τον τεμαχισμό αυτού καθώς και η πηγματώδης, η συνεκτική και η κρεμώδης υφή που έχει αυτό όπως προκύπτει κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα δεν φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Όπως προκύπτει μεγάλη συσχέτιση παρουσιάζει η σκληρότητα με το ιξώδες των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και η πηγματώδης με την κρεμώδη υφή των γιαουρτιών αυτών. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η αντικειμενική συνεκτικότητα (όπως προκύπτει από τον αναλυτή υφής) είναι μη συσχετίσιμη με τη συνεκτική υφή (όπως προκύπτει κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο).

Συγκρίνοντας με το Διάγραμμα 2, παρατηρείται ότι τα πειράματα 13 και 15, δηλαδή αυτά που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επεξεργασμένο και στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος, αποτελούν μια ομάδα με θετική επίδραση στο φυσικό άρωμα των γιαουρτιών και στην ελαστική υφή τους. Επιπλέον, τα πειράματα 1, 3, 7, 9 και 11 δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επεξεργασμένο και στις δύο θερμικές κατεργασίες, το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα επεξεργασμένο στους 95°C για 5min με προσθήκη ξανθάνης και τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επεξεργασμένο και στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη καραγεννάνης αποτελούν μια ομάδα με κοινά χαρακτηριστικά και θετική επίδραση στο ιξώδες, την προσκολλησιμότητα και την ικανότητα συγκράτησης νερού. Τέλος, τα πειράματα 4, 8, 10, 12, 14 και 16 δηλαδή όλα τα γιαούρτια που παρήχθησαν από αποβουτυρωμένο γάλα, εκτός από το τυφλό και εκείνο το οποίο παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min με προσθήκη ξανθάνης, αποτελούν μία ομάδα η οποία παρουσιάζει αρνητική επίδραση τόσο στο ιξώδες και την ικανότητα συγκράτησης νερού, όσο και στα χαρακτηριστικά υφής των γιαουρτιών όπως προσκολλησιμότητα, σκληρότητα, κρεμώδη και πηγματώδη υφή. Ωστόσο, ο αναλυτής υφής προσέδωσε μεγάλες τιμές συνεκτικότητας στα γιαούρτια αυτά, σε αντίθεση με τον οργανοληπτικό έλεγχο, ο οποίος έκρινε ότι δεν ήταν αρκετά συνεκτικά τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα.

• Στραγγιστό γιαούρτι



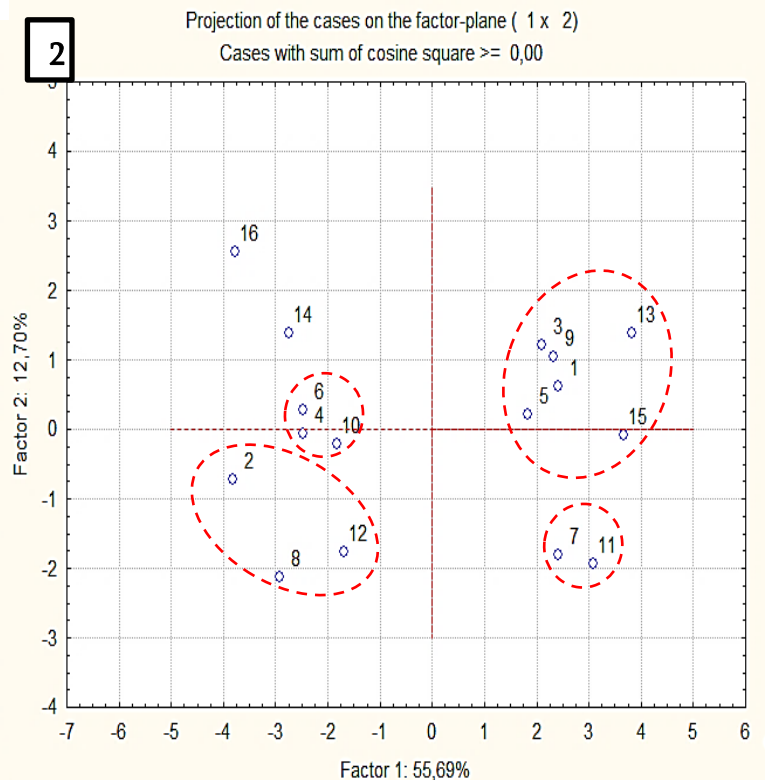
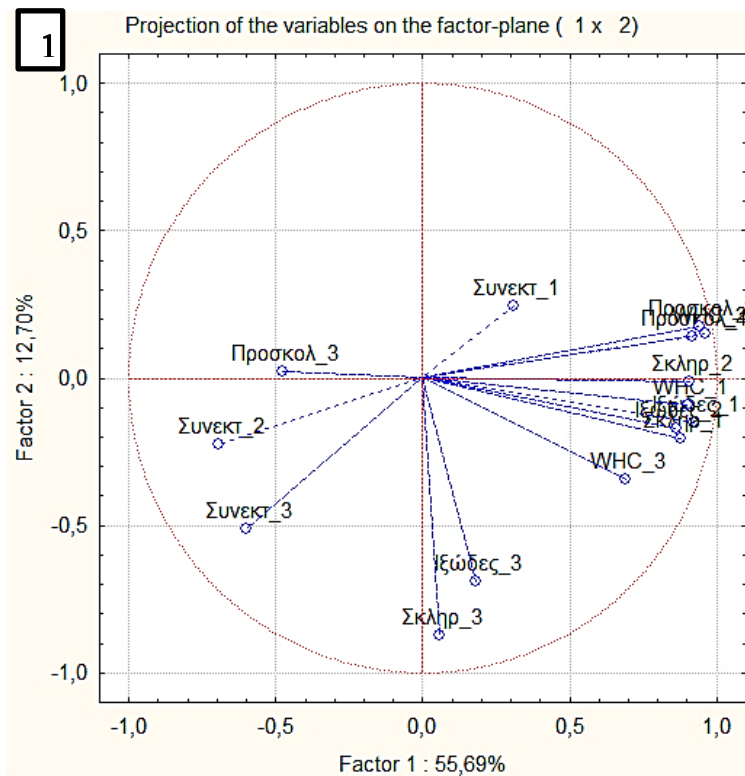
Διάγραμμα 7.4.3 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το στραγγιστό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής στραγγιστών γιαουρτιών με κόμμεα και στερεά ενίσχυσης περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 59,16% (Factor 1: 38,95%, Factor 2: 20,21%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχουν η συνεκτική, η κρεμώδης και η κομμιώδης υφή που εμφανίζει το στραγγιστό γιαούρτι όπως προκύπτουν κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση παρουσιάζει το ιξώδες. Όπως προκύπτει μεγάλη συσχέτιση παρουσιάζει η συναίρεση που εμφανίζεται χωρίς να διαταράσσεται το πήγμα του στραγγιστού γιαουρτιού και της εμφανιζόμενης συναίρεσης κατά τον τεμαχισμό του γιαουρτιού αυτού. Επίσης, αρκετά συσχετίσιμες είναι η συνεκτική και η κρεμώδης υφή των στραγγιστών γιαουρτιών.

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 2, συμπεραίνεται ότι τα πειράματα 10 και 14, δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min με προσθήκη καραγεννάνης και σκόνης ορού γάλακτος αντίστοιχα, αποτελούν μια ομάδα η οποία έχει πολύ αρνητική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της υφής (κοκκώδης και κομμιώδης υφή). Επιπλέον, τα πειράματα 2, 4, 8 και 12 δηλαδή τα τυφλά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο

επεξεργάστηκε και στις δύο θερμικές κατεργασίες και τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C για 5min με προσθήκη ξανθάνης και καραγεννάνης, αποτελούν μία ομάδα στην οποία υπάρχει θετική επίδραση ως προς τη σκληρότητα και τη συνεκτικότητα, ωστόσο υστερεί αρκετά ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα πειράματα 9 και 13, δηλαδή τα γιαούρτια στα οποία χρησιμοποιήθηκε πλήρες γάλα που υπέστη θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και προστέθηκε καραγεννάνη και σκόνη ορού γάλακτος αντίστοιχα αποτελούν μία ομάδα με βελτιωμένα χαρακτηριστικά όπως, η πηγματώδης και η ελαστική υφή του στραγγιστού γιαουρτιού. Τέλος, τα πειράματα 1, 3, 5 και 7 δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα που κατεργάστηκε και στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη ξανθάνης ή χωρίς, αποτελούν μία ομάδα επίσης με καλή ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το συγκεντρωτικό διάγραμμα στο οποίο συσχετίζονται τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά για τα τρία είδη γιαουρτιών, δηλαδή το ιξώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα και η σκληρότητα, η προσκολλησιμότητα και η συνεκτικότητα όπως προκύπτουν από τον αναλυτή υφής. Με το δείκτη 1 αναφέρεται το συνεκτικό γιαούρτι, με το 2 το αναμεμιγμένο και με το 3 το στραγγιστό γιαούρτι.



Διάγραμμα 7.4.4 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το συνεκτικό, το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με προσθήκη κόμμεων και στερεών ενίσχυσης



Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής των 3 τύπων γιαουρτιών με κόμμεα και στερεά ενίσχυσης περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 68,39% (Factor 1: 55,69%, Factor 2: 12,70%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει το ιξώδες και η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα, η σκληρότητα και η προσκολλησιμότητα του συνεκτικού και του αναμεμιγμένου γιαουρτιού. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση παρουσιάζει η σκληρότητα του στραγγιστού γιαουρτιού. Όπως προκύπτει η συνεκτικότητα των συνεκτικών γιαουρτιών είναι μη συσχετίσιμη με τη συνεκτικότητα των αντίστοιχων αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών.

Οι ομάδες που έχουν δημιουργηθεί στα πειράματα αυτά είναι:

- 4, 6, 10: δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C (τυφλό δείγμα) και τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min με προσθήκη ξανθάνης και καραγεννάνης αντίστοιχα. Τα στραγγιστά γιαούρτια αυτής της ομάδας έχουν καλή προσκολλησιμότητα, αλλά αρνητική επίδραση στα επιμέρους χαρακτηριστικά τόσο των στραγγιστών όσο και των συνεκτικών και των αναμεμιγμένων γιαουρτιών.
- 7, 11: δηλαδή τα γιαούρτια από πλήρες γάλα που θερμάνθηκε στους 95°C για 5min με προσθήκη ξανθάνης και καραγεννάνης αντίστοιχα. Στα στραγγιστά γιαούρτια αυτών των πειραμάτων παρατηρείται θετική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης ύδατος του πήγματος και στο ιξώδες.
- 2, 8, 12: δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min (τυφλό δείγμα) και εκείνα που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C με προσθήκη ξανθάνης και καραγεννάνης αντίστοιχα. Τα γιαούρτια αυτά παρουσίασαν θετική επίδραση στη συνεκτικότητα των αναμεμιγμένων και των στραγγιστών γιαουρτιών, ωστόσο είχαν αρνητική επίδραση στα αντικειμενικά χαρακτηριστικά των συνεκτικών και στο ιξώδες των αναμεμιγμένων γιαουρτιών.
- 1, 3, 5, 9, 13, 15: δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα και συγκεκριμένα τα τυφλά στις δύο θερμικές κατεργασίες, εκείνα στα οποία προστέθηκε ξανθάνη, καραγεννάνη και σκόνη ορού γάλακτος με θερμική κατεργασία στους 83°C για 20min και τέλος το γιαούρτι από πλήρες γάλα το οποίο επεξεργάστηκε στους 95°C για 5min και προστέθηκε σε αυτό σκόνη ορού γάλακτος αποτελούν μία μεγάλη ομάδα με κοινά χαρακτηριστικά. Έχουν καλή επίδραση στο ιξώδες, στην προσκολλησιμότητα και στην



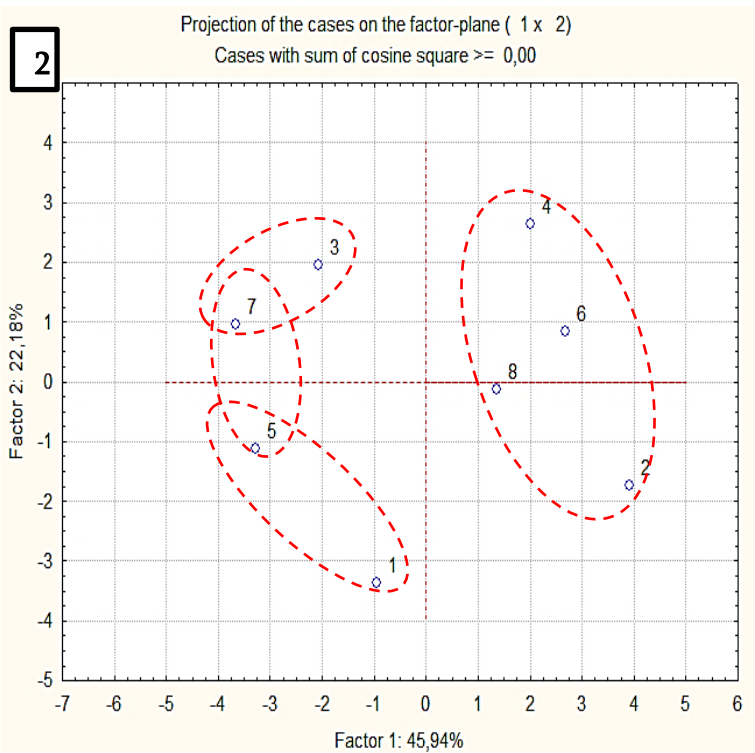
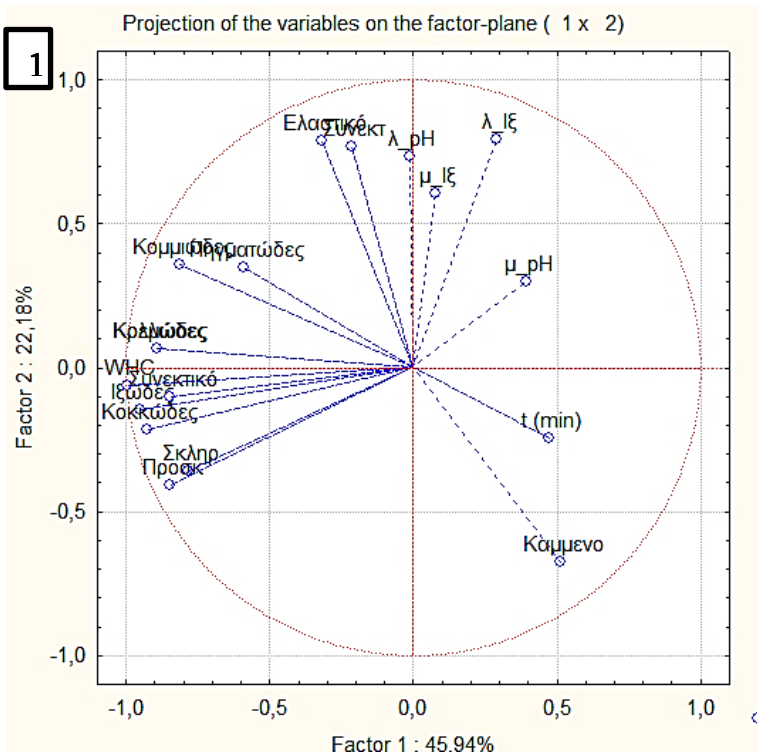
συνεκτικότητα των συνεκτικών και των αναμεμιγμένων γιαουρτιών, καθώς και στην ικανότητα συγκράτησης νερού και των τριών τύπων γιαουρτιού.

Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση των κύριων συνιστωσών για τη δεύτερη σειρά πειραμάτων. Επισημαίνεται ότι πρώτα γίνεται ανάλυση των συνεκτικών και των αντίστοιχων αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών παρασκευασμένων από γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος και έπειτα συγκρίνονται οι αντικειμενικές ιδιότητες και των τριών τύπων γιαουρτιών, είτε εφαρμόστηκαν υπέρηχοι πριν ή μετά την ζύμωση. Στον Πίνακα 7.5.2 παρουσιάζεται ο αύξων αριθμός των πειραμάτων αυτή της σειράς.

*Πίνακας 7.5.2 Αύξων αριθμός πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στην δεύτερη σειρά πειραμάτων (χρήση υπερήχων πριν την ζύμωση) όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα κύριων συνιστωσών στο PCA*

<b>ΑΥΞΩΝ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ</b>		
<b>1:</b> Πλήρες Γάλα (83°C-20min)	<b>5:</b> Πλήρες Γάλα-Χρήση US στην αρχή (83°C-20min)	<b>9:</b> Πλήρες Γάλα-Χρήση US στο τέλος (83°C-20min)
<b>2:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα (83°C-20min)	<b>6:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα-Χρήση US στην αρχή (83°C-20min)	<b>10:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα-Χρήση US στο τέλος (83°C-20min)
<b>3:</b> Πλήρες Γάλα (95°C-5min)	<b>7:</b> Πλήρες Γάλα-Χρήση US στην αρχή (95°C-5min)	<b>11:</b> Πλήρες Γάλα-Χρήση US στο τέλος (95°C-5min)
<b>4:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα (95°C-5min)	<b>8:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα-Χρήση US στην αρχή (95°C-5min)	<b>12:</b> Αποβουτυρωμένο Γάλα-Χρήση US στο τέλος (95°C-5min)

• Συνεκτικό γιαούρτι



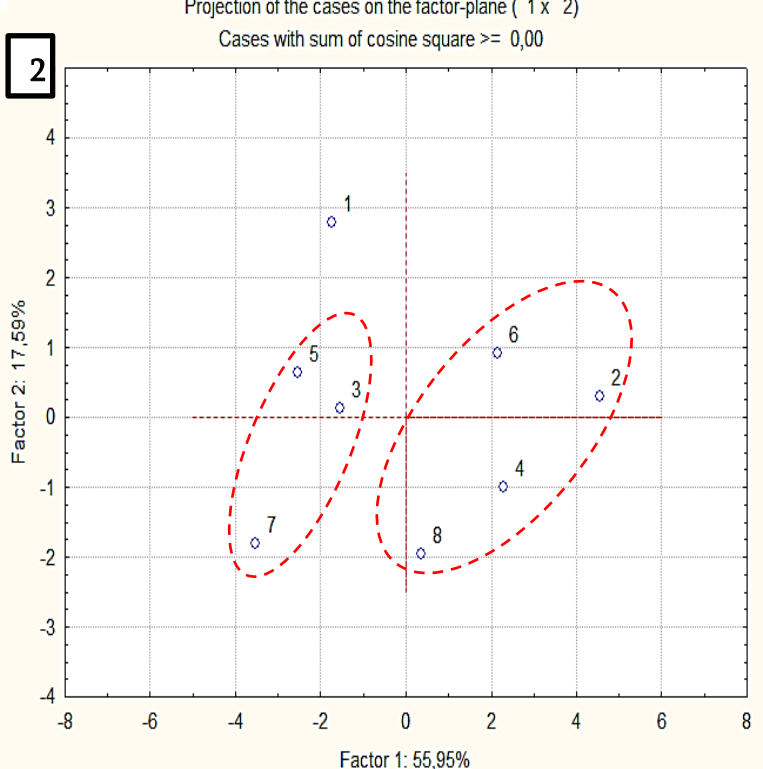
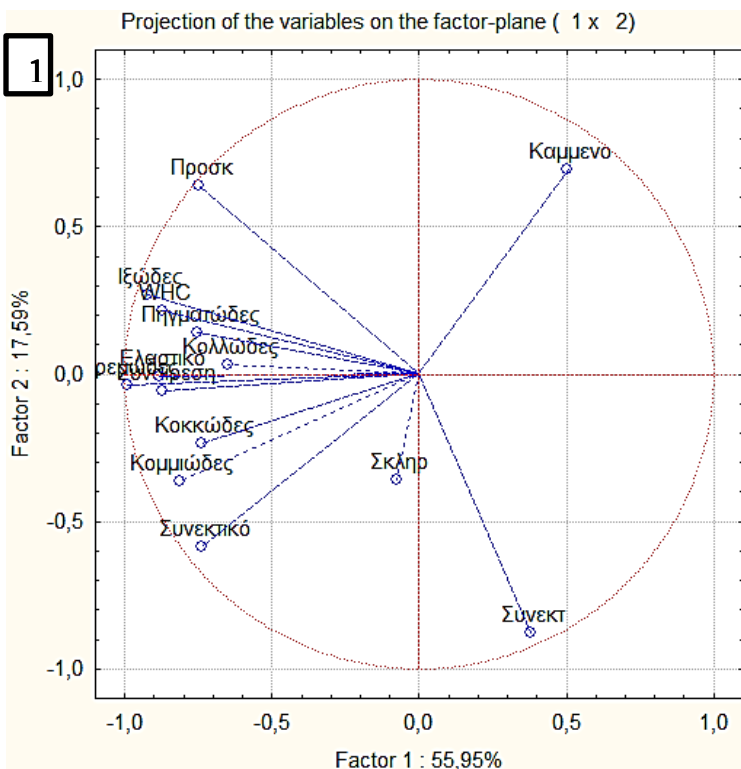
Διάγραμμα 7.4.5 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το συνεκτικό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με χρήση υπερήχων

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής συνεκτικών γιαουρτιών με χρήση υπερήχων (πριν την ζύμωση) περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 66,43% (Factor 1: 45,05%, Factor 2: 21,38%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει το ιξώδες και η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα καθώς και η κοκκώδης, κολλώδης, συνεκτική, κρεμώδης και κομμιώδης υφή των συνεκτικών γιαουρτιών όπως προκύπτουν κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα δεν παρουσιάζει σημαντική επίδραση καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Παρατηρείται ότι μεγάλη είναι η συσχέτιση της σκληρότητας και της προσκολλησιμότητας αυτών των γιαουρτιών.

Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 2, όλα τα συνεκτικά γιαούρτια που παρασκευάστηκαν με αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο επεξεργάστηκε και στις δύο θερμικές κατεργασίες με εφαρμογή ή μη υπερήχων, ανήκουν σε μία ομάδα (2, 4, 6, 8) στην οποία υπάρχει θετική επίδραση στο ρυθμό μείωσης του pH, αλλά αρνητική επίδραση στα αντικειμενικά και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Τα δείγματα 3 και 7, δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν με πλήρες γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C για 5min χωρίς ή με εφαρμογή

υπερήχων αντίστοιχα αποτελούν μία ακόμη ομάδα στην οποία υπάρχει θετική επίδραση στην υφή του γιαουρτιού, αφού προκύπτει πιο πηγματώδες, ελαστικό και συνεκτικό. Τέλος, τα δείγματα 1 και 5, δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα με θέρμανση στους 83°C για 20min χωρίς ή με χρήση υπερήχων αποτελούν μία ακόμη ομάδα. Ομάδα μπορούν να θεωρηθούν επίσης τα δείγματα 5 και 7 (γιαούρτι από πλήρες γάλα που επεξεργάστηκε και στις δύο θερμικές κατεργασίες με χρήση υπερήχων) στα οποία υπάρχει θετική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης νερού, στο ιξώδες και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους ως προς την κοκκώδη και τη συνεκτική υφή.

- Αναμεμιγμένο γιαούρτι



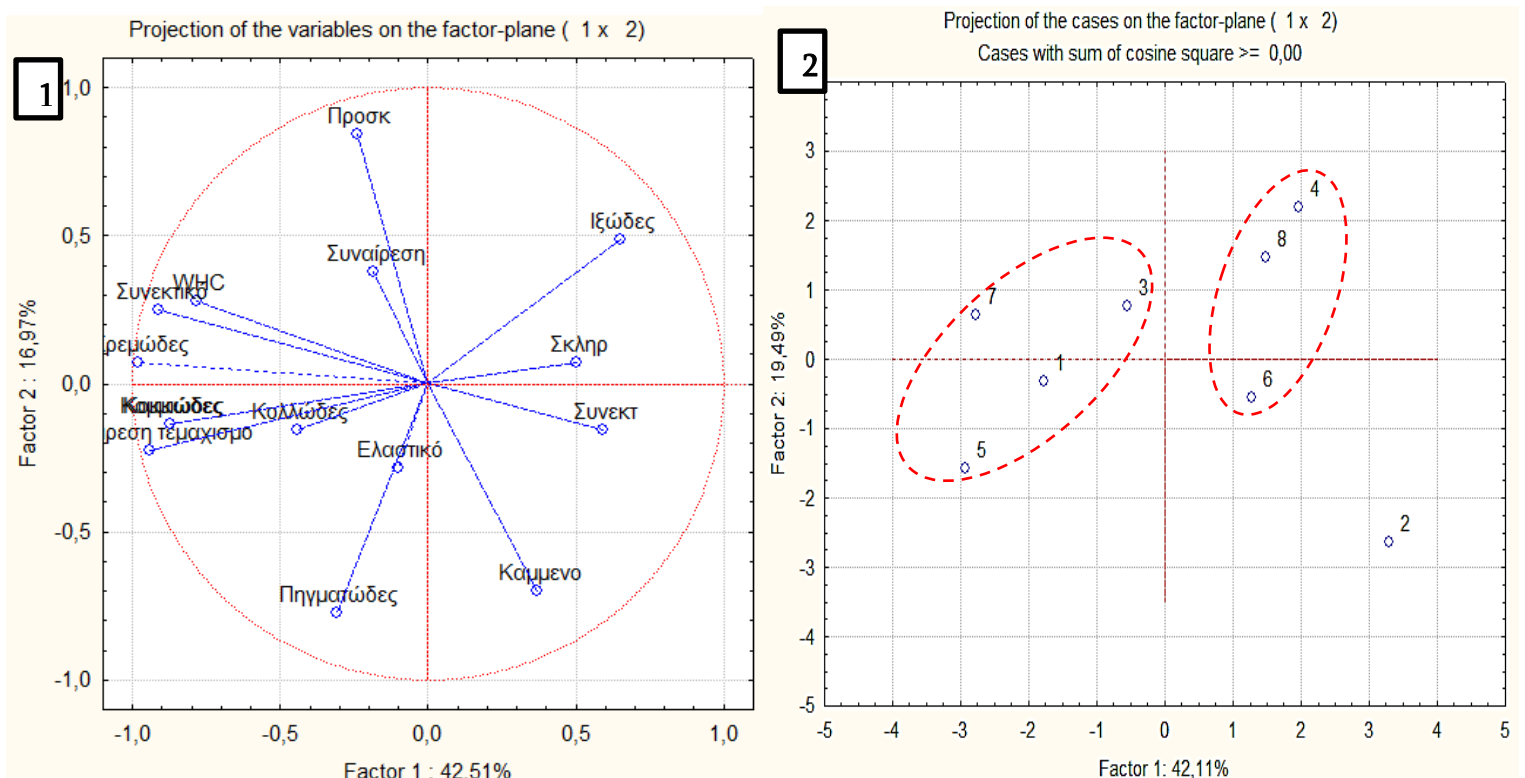
Διάγραμμα 7.4.6 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το αναμεμιγμένο γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με χρήση υπερήχων

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής αναμεμιγμένων γιαουρτιών με χρήση υπερήχων (πριν την ζύμωση) περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 74,35% (Factor 1: 57,91%, Factor 2: 16,44%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει το ιξώδες και η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα, η συναίρεση που παρουσιάζει το πήγμα και η συναίρεση που εμφανίζεται κατά τον τεμαχισμό καθώς και η κρεμώδης και κομμιώδης υφή των αναμεμιγμένων γιαουρτιών όπως προκύπτουν κατά τον

οργανοληπτικό έλεγχο. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει η συνεκτικότητα των αναμεμιγμένων γιαουρτών. Επίσης, παρατηρείται ότι η συναίρεση έχει μεγάλη συσχέτιση με τη συναίρεση που προκύπτει κατά τον τεμαχισμό του γιαουρτιού.

Από το Διάγραμμα 2 προκύπτουν 2 ομάδες δειγμάτων. Η πρώτη περιλαμβάνει όλα τα γιαούρτια που παρήχθησαν με αποβουτυρωμένο γάλα, στα οποία υπάρχει αρνητική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης νερού, στο ιξώδες και σε αρκετά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των αναμεμιγμένων γιαουρτιών. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει όλα τα γιαούρτια που παρήχθησαν με πλήρες γάλα (εκτός από το τυφλό δείγμα του οποίου το γάλα επεξεργάστηκε στους 83°C) τα οποία έχουν βελτιωμένη ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα, υψηλότερο ιξώδες καθώς και καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αναμεμιγμένου γιαουρτιού.

- Στραγγιστό γιαούρτι



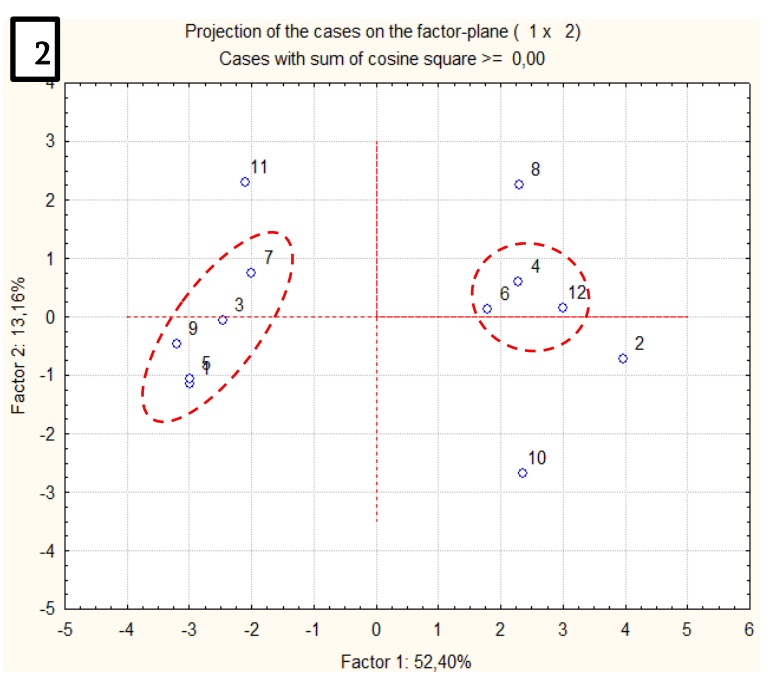
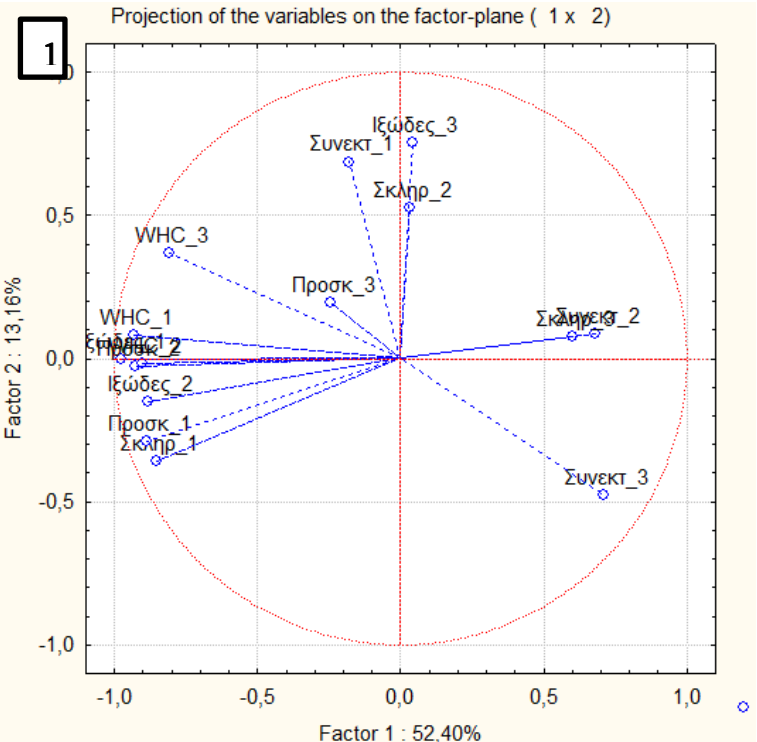
Διάγραμμα 7.4.7 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το στραγγιστό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με χρήση υπερήχων

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής στραγγιστών γιαουρτιών με χρήση υπερήχων περιγράφεται από δύο κύριες

συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 59,48% (Factor 1: 42,51%, Factor 2: 16,97%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει η συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του πηγματος, και η κοκκώδης, η συνεκτική, η κρεμώδης και κομμωδής υφή των στραγγιστών γιαουρτιών όπως προκύπτουν κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η συνεκτικότητα που προκύπτει κατά την ανάλυση υφής είναι μη συσχετίσιμη με τη συνεκτική υφή που προκύπτει κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο.

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 2, δημιουργούνται δύο ομάδες εκ των οποίων η μία περιλαμβάνει όλα τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα εκτός από το τυφλό δείγμα γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 83°C για 20min και η άλλη περιλαμβάνει όλα τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν με πλήρες γάλα. Στην ομάδα των στραγγιστών γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν από αποβουτυρωμένο γάλα παρατηρείται θετική επίδραση στο ιξώδες, όμως αρνητική επίδραση σε όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Αντίθετα, η ομάδα που περιλαμβάνει τα στραγγιστά γιαούρτια παρασκευασμένα από πλήρες γάλα φαίνεται ότι υπάρχει πολύ θετική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού και στην ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα.

Τέλος, παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η συσχέτιση των αντικειμενικών χαρακτηριστικών και των τριών τύπων γιαουρτιών δηλαδή το ιξώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα και η σκληρότητα, η προσκολλησιμότητα και η συνεκτικότητα όπως προκύπτουν από τον αναλυτή υφής. Σημειώνεται ότι στη συσχέτιση αυτή εντάσσονται τα γιαούρτια στα οποία εφαρμόστηκαν υπέρηχοι τόσο πριν όσο και μετά την ζύμωση του γάλακτος. Όμοια με την πρώτη σειρά πειραμάτων, με 1 αντιπροσωπεύονται τα συνεκτικά γιαούρτια, με 2 τα αναμεμιγμένα και με 3 τα στραγγιστά γιαούρτια.



Διάγραμμα 7.4.8 Διαγράμματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το συνεκτικό, το αντίστοιχο αναμεμιγμένο και στραγγιστό γιαούρτι με χρήση πλήρους ή αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο επεξεργάστηκε σε δύο θερμικές κατεργασίες χωρίς ή με χρήση υπερήχων

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το πείραμα παραγωγής των τριών τύπων γιαουρτιών με χρήση υπερήχων περιγράφεται από δύο κύριες συνιστώσες με συνεισφορά στη συνολική διακύμανση 65,56% (Factor 1: 52,40%, Factor 2: 13,16%). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, στην πρώτη κύρια συνιστώσα σημαντική επίδραση έχει το ιξώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα, η σκληρότητα και η προσκολλησιμότητα του συνεκτικού γιαουρτιού, το ιξώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα και η προσκολλησιμότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού καθώς και η ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα στραγγιστού γιαουρτιού. Στη δεύτερη κύρια συνιστώσα δεν υπάρχει σημαντική επίδραση σε καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Παρατηρείται μεγάλη συσχέτιση ανάμεσα στο ιξώδες των συνεκτικών γιαουρτιών και στην ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα των αναμεμιγμένων γιαουρτιών. Επίσης, δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ιξώδες των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και στη σκληρότητα των αντίστοιχων στραγγιστών γιαουρτιών.

Οι ομάδες των δειγμάτων που δημιουργήθηκαν στα πειράματα αυτά είναι:

- 4, 6, 12: δηλαδή το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C για 5min, το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από αποβουτυρωμένο γάλα στο οποίο εφαρμόστηκαν υπέρηχοι και έπειτα θερμάνθηκε στους 83°C για 20 min και το γιαούρτι που παρασκευάστηκε από

αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμάνθηκε στους 95°C για 5min και μετά το πέρας της ζύμωσης εφαρμόστηκαν υπέρηχοι αποτελούν μία ομάδα. Τα αναμεμιγμένα γιαούρτια της ομάδας αυτής χαρακτηρίζονται από μεγάλη συνεκτικότητα (όπως προκύπτει από τον αναλυτή υφής) και τα στραγγιστά γιαούρτια από αρκετά σκληρό πήγμα. Ωστόσο, αυτή η ομάδα γιαουρτιών υστερεί ως προς το ιξώδες και την ικανότητα συγκράτησης νερού στα συνεκτικά και αναμεμιγμένα γιαούρτια καθώς και ως προς τη σκληρότητα και την προσκολλησιμότητα στα συνεκτικά γιαούρτια.

- 1, 3, 5, 7, 9: δηλαδή τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα επεξεργασμένο με τις δύο θερμικές κατεργασίες με εφαρμογή ή μη υπερήχων αντίστοιχα και το γιαούρτι το οποίο παρασκευάστηκε από πλήρες γάλα που θερμάνθηκε στους 83°C για 20min και έγινε εφαρμογή των υπερήχων μετά την ζύμωση αποτελούν μία ομάδα στην οποία υπάρχει θετική επίδραση στο ιξώδες των συνεκτικών και των αναμεμιγμένων γιαουρτιών καθώς και στην προσκολλησιμότητα και τη σκληρότητα των συνεκτικών γιαουρτιών.

## 8. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων παραγωγής γιαουρτιών τριών τύπων: συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού με χρήση κόμμεων και στερεών ενίσχυσης όπως και με εφαρμογή υπερήχων πριν ή μετά τη ζύμωση και τη μελέτη της εξέλιξης της ζύμωσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται στην παραγωγή του γιαουρτιού παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στις παραμέτρους της ζύμωσης όσο και στα αντικειμενικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που αποκτά το συνεκτικό γιαούρτι και κατά συνέπεια το αναμεμιγμένο και το στραγγιστό γιαούρτι. Η χρήση του αποβουτυρωμένου γάλακτος στην παραγωγή γιαουρτιού αυξάνει το χρόνο ζύμωσης συνεπώς αυξάνει την διάρκεια της λανθάνουσας φάσης του pH και μειώνει το ρυθμό οξίνισης του pH. Τόσο το συνεκτικό, όσο και το αντίστοιχο αναμεμιγμένο γιαούρτι που παράγεται από τη χρήση αποβουτυρωμένου γάλακτος έχουν χαμηλή τιμή ιξώδους, μικρή ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα και πιο ασταθή πήγματα με κοκκώδη υφή. Ωστόσο, η έντονη θερμική επεξεργασία του γάλακτος (πλήρους και αποβουτυρωμένου) οδήγησε στην παρασκευή αναμεμιγμένων γιαουρτιών με μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα. Πρέπει να αναφερθεί επίσης, ότι το ιξώδες των στραγγιστών γιαουρτιών λαμβάνει μεγάλες τιμές ιξώδους είτε προέρχεται από πλήρες είτε από αποβουτυρωμένο γάλα, ωστόσο η υφή τους παρουσιάζει σημαντικές διαφορές. Το στραγγιστό γιαούρτι που παράγεται από αποβουτυρωμένο γάλα παρουσιάζει αρκετά κοκκώδη υφή, σε αντίθεση με το στραγγιστό γιαούρτι που παράγεται από πλήρες γάλα και παρουσιάζει πιο κρεμώδη υφή.

Η χρήση των κόμμεων ξανθάνης και καραγεννάνης βελτιώνει την αντικειμενική υφή των τριών τύπων γιαουρτιών, ιδιαίτερα των αναμεμιγμένων γιαουρτιών, και ορισμένα από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Αρχικά η προσθήκη των κόμμεων αυτών βελτιώνει το πήγμα των αναμεμιγμένων γιαουρτιών και συγκεκριμένα, το κόμμι καραγεννάνης οδηγεί σε πιο μεγάλες τιμές ιξώδους σε σχέση με τις αντίστοιχες που δίνει το κόμμι της ξανθάνης. Επιπλέον, στα αναμεμιγμένα γιαούρτια μειώνεται η συναίρεση λόγω της προσθήκης του κόμμεος καραγεννάνης και παράλληλα αυξάνεται η ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα των αντίστοιχων στραγγιστών γιαουρτιών που επίσης περιέχουν το κόμμι καραγεννάνης. Επίσης, το κόμμι ξανθάνης βελτιώνει τη συνεκτικότητα των στραγγιστών γιαουρτιών. Η προσκολλησιμότητα και των τριών τύπων γιαουρτιών επηρεάζεται κυρίως από τη θερμική κατεργασία που εφαρμόζεται προηγουμένως στο γάλα, με τα γιαούρτια των οποίων το γάλα



επεξεργάζεται σε έντονες συνθήκες να έχουν μικρότερες τιμές προσκολλησιμότητας.

Η προσθήκη της σκόνης ορού γάλακτος για ενίσχυση των στερεών, ενισχύει την αντικειμενική υφή των γιαουρτιών και κυρίως τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Αρχικά, η παρασκευή γιαουρτιών με πλήρες γάλα επεξεργασμένο και στις δύο θερμικές κατεργασίες με προσθήκη σκόνης ορού γάλακτος, οδηγεί σε μικρούς χρόνους ζύμωσης, σε δημιουργία ισχυρών πηγμάτων με κρεμώδη υφή τόσο στα συνεκτικά όσο και στα αντίστοιχα αναμεμιγμένα και στραγγιστά γιαούρτια. Επιπλέον, η προσθήκη της σκόνης ορού γάλακτος βελτιώνει την ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα καθιστώντας το πιο συνεκτικό όπως επίσης βελτιώνει και τη γεύση και την υφή που έχει το γιαούρτι στο στόμα.

Η χρήση των υπερήχων κατά την προεπεξεργασία του γάλακτος οδηγεί σε μεγαλύτερους χρόνους ζύμωσης του γάλακτος, ωστόσο προκαλεί την ελάττωση σχηματισμού της κρούστας στην επιφάνεια των γιαουρτιών. Οι υπέρηχοι φαίνεται ότι έχουν σημαντική επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα των συνεκτικών γιαουρτιών. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή υπερήχων πριν τη ζύμωση του γάλακτος βελτιώνει την ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα, ενώ η εφαρμογή των υπερήχων μετά την ζύμωση του γάλακτος οδηγεί σε μικρότερες τιμές της ικανότητας συγκράτησης νερού στο πήγμα. Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων γιαουρτιών, η παραγωγή γιαουρτιών από γάλα το οποίο έχει προεπεξεργαστεί με υπέρηχους προσφέρει πιο συνεκτικά και κρεμώδη πήγματα, ωστόσο όταν συνδυάζεται αυτή η επεξεργασία του γάλακτος με έντονη θερμική του κατεργασία προκύπτει στο τελικό προϊόν μια ελαφρώς καμένη γεύση που παρεκκλίνει από την ευχάριστη και φυσική γεύση του γιαουρτιού.

Περαιτέρω έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην παραγωγή αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών με άλλα κόμματα (όπως κόμμι γκουάρ ή αλγινικό νάτριο) σε διάφορες αναλογίες ή ακόμη με ταυτόχρονη προσθήκη δύο ή περισσότερων υδροκολλοειδών ώστε να μελετηθεί η συνεργιστική δράση αυτών. Επιπλέον, μπορεί να μελετηθεί η εφαρμογή των υπερήχων στην παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού σε πιο έντονες συνθήκες, ώστε να προσδιοριστεί η επίδραση αυτών στο τελικό πήγμα των αναμεμιγμένων και στραγγιστών γιαουρτιών. Συνδυαστικά, θα μπορούσε να μελετηθεί η προσθήκη συστατικών και γλυκαντικών για την παραγωγή επιδόρπιων γιαουρτιού με βελτιωμένη υφή και αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης, αντικείμενο μελλοντικής έρευνας θα μπορούσε να αποτελέσει η παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού με τη μέθοδο της φυγοκέντρωσης και της υπερδιήθησης και η συγκριτική μελέτη των

ιδιοτήτων των προϊόντων. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή των μοντέλων μεταβολής του pH και του ιξώδους σε βιομηχανικές συνθήκες παραγωγής γιαουρτιών διαφορετικής σύστασης και συνθηκών παραγωγής.

# Βιβλιογραφία

Astrup A. (2014). Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies in *American Journal of Clinical Nutrition* , 99 (5), 1235S–1242S

Bylund G. (1995). *Dairy processing handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB

Chandan R. C. (2006). *Manufacturing yogurt and fermented milks*. Blackwell, Oxford, UK

El-Abbadi N. H., Dao M. C., Meydani S. N. (2014). Yogurt: role in healthy and active aging in *American Journal of Clinical Nutrition*, 99 (5), 1263S–1270S

Elwell M.W., Barbano D. M. (2006). Use of microfiltration to improve fluid milk quality in *Journal of Dairy Science*, Elsevier, 89, E20–E30

Farnworth E. R. (2008). *Handbook of Fermented Functional Foods* (2nd edition). CRC Press, New York

Fisberg M., Machado R. (2015). *History of yogurt and current patterns of consumption on Nutrition Reviews*, California, 73, 4–7

Garcia-Ochoa F, Santos V. E., Casasb J.A., Gomez E (2000). Xanthan gum: production, recovery, and properties in *Biotechnology advantages*, Elsevier, 18, 549–579

Hematyar N., Mohagheghi S. A., Poorazarang H., Elhamirad A. L. (2012). Effect of Gums on Yogurt Characteristics in *World Applied Sciences Journal*, 20 (5): 661–665

Institute of Medicine. (2000). Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids in *National Academy Press*, Washington

Jensen R. G. (1995). *Handbook of milk composition*. Academic press. California, USA

Lee W.J , Lucey J.A. (2006). Impact of Gelation Conditions and Structural Breakdown on the Physical and Sensory Properties of Stirred Yogurts in *American Dairy Science Association*, Madison, 89 (7), 2374–2385

Lee W.J , Lucey J.A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt in *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127–1136

- Liu Z., Juliano P., Williams R. P. W., Niere J., Augustine M.A. (2014). Ultrasound improves the renneting properties of milk in *Ultrasonics Sonochemist.* Elsevier, 21 (6), 2131–2137
- Markiewicz-Keszycka M., Czyzak-Runowska G., Lipinska P., Wojtowski J. (2013), Fatty acid profil of milk – A review in *Bulletin – Veterinary Institute in Pulawy*, 57 (4), 135–139
- Massoud R., Belgheisi S., Massoud A. (2016). Effect of High Pressure Homogenization on Improving the Quality of Milk and Sensory Properties of Yogurt: A Review in *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7 (1), 66–70
- Mazahreh A. S, Mamdoh Ershidat O. T. (2009), The benefits of lactic acid bacteria in yogurt on the gastrointestinal function and heath in *Pakistan Journal of Nutrition, Jordan*, 8, 1404–1410.
- McGee H. (2004). *Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen* . Scribner, New York
- Miller G. D., Jarvis J. K., McBean L.D. (2007), *Handbook of dairy foods and nutrition* (3rd Edition). CRC Press, New York
- Morell P., Piqueras-Fizman B., Hernando I., Fizman S. (2015). How is an ideal satiating yogurt described? A case study with added-protein yogurts in *Food Reasearch International.* Elsevier Ltd
- Nakazawa Y., Hosono A. (1992). *Functions of fermented milk – challenges for the health science.* Elsevier applied science
- Oliveira M. N., Baretto Penna A. L., Tamime A.Y. (2005). The effect of different sweeteners in low calorie yogurts – A review in *International Journal of Dairy Technology*, 58 (4), 192–199
- Ozer B. H., Evrendilek G. A. (2015). *Dairy microbiology and biochemistry recent developments.* Taylor & Francis Group, New York
- Palaniraj A., Jayaraman V. (2011). Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* in *Journal of Food Engineering*, Elsevier, 106, 1–12
- Puniya A. K. (2016). *Fermented milk and dairy products.* CRC Press

- Quigley L., McCarthy R., O'Sullivan O., Beresford T. P., Fitzgerald G. F, Paul Ross R., Stanton S., Cotter P. D. (2013). The microbial content of raw and pasteurized cow milk as determined by molecular approaches in *Journal of Dairy Science*. Elsevier, 96 (8), 4928–4937
- Rajagopal M., Werner B. G., Hotchkiss J. H (2005). Low Pressure CO<sub>2</sub> Storage of Raw Milk: Microbiological Effects in *American Dairy Science Association*, New York, 88 (9), 3130–3138.
- Rizzoli R. (2014). Dairy products, yogurts and bone health in *American Journal of Clinical Nutrition*, 99 (5) 1256–1262
- Saarela M., Mogensen G., Fonden R., Matto J., Mattila-Sandholm T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties in *Journal of Biotechnology*. Elsevier, 84, 197–215
- Saha D., Bhattacharya S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review in *Journal of Food Science and Technology*., Springer, 47 (6), 587–597
- Sasaki Y., Horiuchi H., Kawashima H., Mukai T., Yamamoto Y. (2014). NADH Oxidase of *Streptococcus thermophilus* 1131 is Required for the Effective Yogurt Fermentation with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 2038 in *Bioscience of Microbiota, Food and Health*. BMFH Press, 33 (1), 31–40
- Sfakianakis P., Tzia C. (2011). Yogurt from ultrasound treated milk: monitoring of fermentation process and evaluation of product quality characteristics in *International Congress on Engineering and Food*. Athens
- Sfakianakis P., Tzia C. (2014). Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review in *Food Science Journal*, 3 (1),176–193
- Singh Chauhan P., Saxena A. (2016). Bacterial carrageenase: an overview of production and biotechnological applications. Springer, 6-146, 1–18
- Smit G. (2003). *The major constituents of milk, Dairy processing improving quality*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
- Soukoulis C., Panagiotidis P., Koureli R., Tzia C. (2007). Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality in *Journal of Dairy Science*. Elsevier, 90 (6), 2641–2654

Tamime A.Y., Deeth H. C. (1980). Yogurt: Technology and Biochemistry in *Journal of Food Protection*

Tamime A. Y., Robinson R. K. (1999). *Yogurt: science and technology* (2nd edition). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England

Tamime A.Y. (2006). *Fermented Milks*. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK

Tracho N. (2002). Yogurt: the fermented milk in *Songklanakarin Journal of Science and Technology*

Trujillo A., Capellas M., Saldo J., Gervilla R., Guamis B. (2002), Applications of high-hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review in *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Elsevier, 3, 295–307

Varnam A. H., Sutherland (1994). *Milk and milk products : Technology, chemistry and microbiology*. Chapman & Hall, London, UK

Vinderola G., Binetti A., Burns P., Reinheimer J. (2011). Cell viability and functionality of probiotic bacteria in dairy products in *Frontiers in microbiology*, 2 (70), 1–6

Walstra P., Wouters J. T. M., Geurts T. J. (2006). *Dairy Science and technology*. Taylor & Francis Group, New York

Wu H., Hulbert G., Mount J. R. (2000). Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter in *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1, 211–218

Widyastuti Y., Febrisiantosa A. (2014). *The role of lactic acid bacteria in milk fermentation*. Creative Commons Attribution License, 5 (4), 435–442

Μάντης Α. (2000). *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του*. 3<sup>η</sup> έκδοση. Αφοί Κυριακίδη

Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, 2009, Άρθρο 80

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2016, Άρθρο 82

# Παράρτημα

## Π.1 Πίνακες - Αποτελέσματα Στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιού και τα αντίστοιχα με προσθήκες κόμμεων και στερεών

Πίνακας 1.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον χρόνο επώασης

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2037756	1	2037756	2646,437	0,000000
Είδος γάλακτος	9506	1	9506	12,346	0,005597
Θερμική κατεργασία	756	1	756	0,982	0,345044
Ενίσχυση πήγματος	2881	3	960	1,247	0,343891
Error	7700	10	770		

Πίνακας 1.2 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το χρόνο επώασης

	Είδος γάλακτος	t (min)	1	2
1	1	332,5000	****	
2	2	381,2500		****

Πίνακας 1.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την λανθάνουσα φάση pH

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	780810,8	1	780810,8	3920,975	0,000000
Είδος γάλακτος	1075,5	1	1075,5	5,401	0,042484
Θερμική κατεργασία	673,7	1	673,7	3,383	0,095713
Ενίσχυση πήγματος	460,2	3	153,4	0,770	0,536508
Error	1991,4	10	199,1		

Πίνακας 1.4 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λανθάνουσα φάση pH

	Είδος γάλακτος	λ_pH	1	2
1	1	212,7100	****	
2	2	229,1075		****

Πίνακας 1.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον ρυθμό μεταβολής pH

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	0,002628	1	0,002628	3090,115	0,000000
Είδος γάλακτος	0,000012	1	0,000012	14,452	0,003477
Θερμική κατεργασία	0,000002	1	0,000002	2,619	0,136691
Ενίσχυση πήγματος	0,000000	3	0,000000	0,073	0,973037
Error	0,000009	10	0,000001		

Πίνακας 1.6 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το ρυθμό μεταβολής pH

	Είδος γάλακτος	μ_pH	1	2
1	1	-0,013692	****	
2	2	-0,011939		****

Πίνακας 1.7 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την λανθάνουσα φάση του ιξώδους

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	259414,5	1	259414,5	723,7842	0,000000
Είδος γάλακτος	883,1	1	883,1	2,4640	0,147555
Θερμική κατεργασία	5497,9	1	5497,9	15,3394	0,002882
Ενίσχυση πήγματος	2662,8	3	887,6	2,4765	0,121239
Error	3584,1	10	358,4		

Πίνακας 1.8 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λανθάνουσα φάση ιξώδους

	Θερμική κατεργασία	λ_ιξώδες	1	2
1	83	108,7950	****	
2	95	145,8687		****

Πίνακας 1.9 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον ρυθμό αύξησης του ιξώδους

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	55124,82	1	55124,82	173,5497	0,000000
Είδος γάλακτος	946,59	1	946,59	2,9802	0,114996
Θερμική κατεργασία	444,52	1	444,52	1,3995	0,264169
Ενίσχυση πήγματος	1895,04	3	631,68	1,9887	0,179688
Error	3176,31	10	317,63		

## Π.1.1 Συνεκτικό γιαούρτι

Πίνακας 1.1.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. Of	MS	F	p
Intercept	1,351865E+10	1	1,351865E+10	617,6761	0,000000
Είδος γάλακτος	2,188532E+09	1	2,188532E+09	99,9955	0,000002
Θερμική κατεργασία	8,775474E+07	1	8,775474E+07	4,0096	0,073096
Ενίσχυση πήγματος	1,332234E+08	3	4,440781E+07	2,0290	0,173766
Error	2,188632E+08	10	2,188632E+07		



Πίνακας 1.1.2 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το Ιξώδες του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ιξώδες	1	2
2	2	17372,00	****	
1	1	40762,88		****

Πίνακας 1.1.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. Of	MS	F	p
Intercept	7,484191	1	7,484191	3915,007	0,000000
Είδος γάλακτος	0,109677	1	0,109677	57,372	0,000019
Θερμική κατεργασία	0,008015	1	0,008015	4,193	0,067784
Ενίσχυση πήγματος	0,013800	3	0,004600	2,406	0,128090
Error	0,019117	10	0,001912		

Πίνακας 1.1.4 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	WHC	1	2
2	2	0,601138	****	
1	1	0,766725		****

Πίνακας 1.1.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την σκληρότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	6,621616	1	6,621616	1151,743	0,000000
Είδος γάλακτος	0,288101	1	0,288101	50,111	0,000034
Θερμική κατεργασία	0,000410	1	0,000410	0,071	0,794844
Ενίσχυση πήγματος	0,027691	3	0,009230	1,605	0,249424
Error	0,057492	10	0,005749		

Πίνακας 1.1.6 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή σκληρότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Σκληρότητα	1	2
2	2	0,509125	****	
1	1	0,777500		****

Πίνακας 1.1.7 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	22630,61	1	22630,61	2633,847	0,000000
Είδος γάλακτος	2725,54	1	2725,54	317,210	0,000000
Θερμική κατεργασία	168,14	1	168,14	19,568	0,001287
Ενίσχυση πήγματος	37,97	3	12,66	1,473	0,280446
Error	85,92	10	8,59		

Πίνακας 1.1.8 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Προσκολλησιμότητα	1	2
2	2	24,55700	****	
1	1	50,66038		****

Πίνακας 1.1.9 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουριού

	Θερμική κατεργασία	Προσκολλησιμότητα	1	2
2	95	34,36700	****	
1	83	40,85038		****

Πίνακας 1.1.10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την συνεκτικότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	5,658452	1	5,658452	1971,303	0,000000
Είδος γάλακτος	0,003813	1	0,003813	1,328	0,275897
Θερμική κατεργασία	0,000018	1	0,000018	0,006	0,938338
Ενίσχυση πήγματος	0,008202	3	0,002734	0,952	0,451996
Error	0,028704	10	0,002870		

Πίνακας 1.1.11 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1105,563	1	1105,563	9827,222	0,000000
Είδος γάλακτος	3,063	1	3,063	27,222	0,000391
Θερμική κατεργασία	0,562	1	0,562	5,000	0,049332
Ενίσχυση πήγματος	0,688	3	0,229	2,037	0,172615
Error	1,125	10	0,112		

Πίνακας 1.1.12 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Λευκό χρώμα	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 1.1.13 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Θερμική κατεργασία	Λευκό χρώμα	1	2
1	83	8,125000	****	
2	95	8,500000		****

Πίνακας 1.1.14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1056,250	1	1056,250	1280,303	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	1,212	0,296707
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,303	0,594072
Ενίσχυση πήγματος	8,250	3	2,750	3,333	0,064499
Error	8,250	10	0,825		

Πίνακας 1.1.15 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη φυσαλλίδων (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1105,563	1	1105,563	1360,692	0,000000
Είδος γάλακτος	3,062	1	3,062	3,769	0,080886
Θερμική κατεργασία	1,563	1	1,563	1,923	0,195651
Ενίσχυση πήγματος	4,688	3	1,563	1,923	0,189845
Error	8,125	10	0,812		

Πίνακας 1.1.16 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη κρούστας (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	992,2500	1	992,2500	1984,500	0,000000
Είδος γάλακτος	12,2500	1	12,2500	24,500	0,000579
Θερμική κατεργασία	2,2500	1	2,2500	4,500	0,059890
Ενίσχυση πήγματος	0,2500	3	0,0833	0,167	0,916417
Error	5,0000	10	0,5000		

Πίνακας 1.1.17 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη Κρούστας (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ύπαρξη κρούστας	1	2
1	1	7,000000	****	
2	2	8,750000		****

Πίνακας 1.1.18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1225,000	1	1225,000	1484,848	0,000000
Είδος γάλακτος	4,000	1	4,000	4,848	0,052270
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,303	0,594072
Ενίσχυση πήγματος	0,500	3	0,167	0,202	0,892641
Error	8,250	10	0,825		

Πίνακας 1.1.19 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	1139,063	1	1139,063	2462,838	0,000000
<b>Είδος γάλακτος</b>	0,563	1	0,563	1,216	0,295937
<b>Θερμική κατεργασία</b>	0,063	1	0,063	0,135	0,720827
<b>Ενίσχυση πήγματος</b>	0,688	3	0,229	0,495	0,693483
<b>Error</b>	4,625	10	0,463		

Πίνακας 1.1.20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	1425,063	1	1425,063	4560,200	0,000000
<b>Είδος γάλακτος</b>	0,063	1	0,063	0,200	0,664251
<b>Θερμική κατεργασία</b>	1,563	1	1,563	5,000	0,049332
<b>Ενίσχυση πήγματος</b>	1,188	3	0,396	1,267	0,337856
<b>Error</b>	3,125	10	0,313		

Πίνακας 1.1.21 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	<b>Θερμική κατεργασία</b>	<b>Καμμένο</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	95	9,125000	****	
<b>1</b>	83	9,750000		****

Πίνακας 1.1.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	1056,250	1	1056,250	4225,000	0,000000
<b>Είδος γάλακτος</b>	1,000	1	1,000	4,000	0,073388
<b>Θερμική κατεργασία</b>	1,000	1	1,000	4,000	0,073388
<b>Ενίσχυση πήγματος</b>	1,250	3	0,417	1,667	0,236436
<b>Error</b>	2,500	10	0,250		

Πίνακας 1.1.23 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	1056,250	1	1056,250	5281,250	0,000000
<b>Είδος γάλακτος</b>	2,250	1	2,250	11,250	0,007315
<b>Θερμική κατεργασία</b>	2,250	1	2,250	11,250	0,007315
<b>Ενίσχυση πήγματος</b>	3,250	3	1,083	5,417	0,017930
<b>Error</b>	2,000	10	0,200		

Πίνακας 1.1.24 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Γεύση ορού	1	2
2	2	7,750000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 1.1.25 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Θερμική κατεργασία	Γεύση ορού	1	2
1	83	7,750000	****	
2	95	8,500000		****

Πίνακας 1.1.26 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Ενίσχυση πήγματος	Γεύση ορού	1	2	3
4	3	7,500000	****		
1	0	8,000000	****	****	
2	1	8,250000		****	****
3	2	8,750000			****

Πίνακας 1.1.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γάλακτος (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1173,063	1	1173,063	4468,810	0,000000
Είδος γάλακτος	0,062	1	0,062	0,238	0,636107
Θερμική κατεργασία	0,562	1	0,562	2,143	0,173948
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,873	0,487027
Error	2,625	10	0,263		

Πίνακας 1.1.28 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1089,000	1	1089,000	3350,769	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	0,769	0,401034
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	3,077	0,109946
Ενίσχυση πήγματος	2,500	3	0,833	2,564	0,113277
Error	3,250	10	0,325		

Πίνακας 1.1.29 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πικρή (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1332,250	1	1332,250	5921,111	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	1,111	0,316643
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	4,444	0,061229
Ενίσχυση πήγματος	0,250	3	0,083	0,370	0,776172
Error	2,250	10	0,225		

Πίνακας 1.1.30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	976,5625	1	976,5625	1370,614	0,000000
Είδος γάλακτος	10,5625	1	10,5625	14,825	0,003211
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,088	0,773156
Ενίσχυση πήγματος	0,6875	3	0,2292	0,322	0,809712
Error	7,1250	10	0,7125		

Πίνακας 1.1.31 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ελαστική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ελαστικό	1	2
2	2	7,000000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.1.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	2261,176	0,000000
Είδος γάλακτος	4,0000	1	4,0000	9,412	0,011884
Θερμική κατεργασία	0,2500	1	0,2500	0,588	0,460826
Ενίσχυση πήγματος	4,5000	3	1,5000	3,529	0,056372
Error	4,2500	10	0,4250		

Πίνακας 1.1.33 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κολλώδες	1	2
2	2	7,250000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 1.1.34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	885,0625	1	885,0625	4165,000	0,000000
Είδος γάλακτος	3,0625	1	3,0625	14,412	0,003507
Θερμική κατεργασία	1,5625	1	1,5625	7,353	0,021872
Ενίσχυση πήγματος	1,1875	3	0,3958	1,863	0,199772
Error	2,1250	10	0,2125		

Πίνακας 1.1.35 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	7,000000	****	
1	1	7,875000		****

Πίνακας 1.1.36 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Θερμική κατεργασία	Κοκκώδες	1	2
2	95	7,125000	****	
1	83	7,750000		****

Πίνακας 1.1.37 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	930,2500	1	930,2500	1691,364	0,000000
Είδος γάλακτος	9,0000	1	9,0000	16,364	0,002342
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	1,2500	3	0,4167	0,758	0,542954
Error	5,5000	10	0,5500		

Πίνακας 1.1.38 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Πηγματώδες	1	2
2	2	6,875000	****	
1	1	8,375000		****

Πίνακας 1.1.39 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1008,063	1	1008,063	1322,049	0,000000
Είδος γάλακτος	10,563	1	10,563	13,852	0,003963
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	0,082	0,780493
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,301	0,824360
Error	7,625	10	0,762		

Πίνακας 1.1.40 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	7,125000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 1.1.41 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	1372,857	0,000000
Είδος γάλακτος	12,2500	1	12,2500	17,500	0,001878
Θερμική κατεργασία	0,2500	1	0,2500	0,357	0,563385
Ενίσχυση πήγματος	1,5000	3	0,5000	0,714	0,565539
Error	7,0000	10	0,7000		

Πίνακας 1.1.42 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή συναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	Είδος γάλακτος	Συναίρεση στον τεμαχισμό	1	2
2	2	6,875000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.1.43 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη γιαουριού στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1089,000	1	1089,000	1893,913	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	1,739	0,216651
Θερμική κατεργασία	2,250	1	2,250	3,913	0,076108
Ενίσχυση πήγματος	2,000	3	0,667	1,159	0,372815
Error	5,750	10	0,575		

Πίνακας 1.1.44 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1296,000	1	1296,000	10368,00	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	2,00	0,187670
Θερμική κατεργασία	0,000	1	0,000	0,00	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	0,500	3	0,167	1,33	0,317971
Error	1,250	10	0,125		



Πίνακας 1.1.45 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κοκκώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	930,2500	1	930,2500	2067,222	0,000000
Είδος γάλακτος	4,0000	1	4,0000	8,889	0,013774
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	1,2500	3	0,4167	0,926	0,463404
Error	4,5000	10	0,4500		

Πίνακας 1.1.46 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο στόμα(οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	7,125000	****	
1	1	8,125000		****

Πίνακας 1.1.47 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	1478,462	0,000000
Είδος γάλακτος	2,2500	1	2,2500	3,462	0,092436
Θερμική κατεργασία	2,2500	1	2,2500	3,462	0,092436
Ενίσχυση πήγματος	2,0000	3	0,6667	1,026	0,422107
Error	6,5000	10	0,6500		

Πίνακας 1.1.48 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	2562,667	0,000000
Είδος γάλακτος	12,2500	1	12,2500	32,667	0,000194
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	1,0000	3	0,3333	0,889	0,479811
Error	3,7500	10	0,3750		

Πίνακας 1.1.49 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα(οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	6,875000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.1.50 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κρεμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	915,0625	1	915,0625	1381,226	0,000000
Είδος γάλακτος	10,5625	1	10,5625	15,943	0,002547
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,094	0,765032
Ενίσχυση πήγματος	10,6875	3	3,5625	5,377	0,018319
Error	6,6250	10	0,6625		

Πίνακας 1.1.51 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κρεμώδη υφή στο στόμα(οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	6,750000	****	
1	1	8,375000		****

Πίνακας 1.1.52 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κρεμώδη υφή στο στόμα(οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Κρεμώδες	1	2
2	1	6,750000	****	
1	0	6,750000	****	
3	2	8,250000		****
4	3	8,500000		****

Πίνακας 1.1.53 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κομμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	930,2500	1	930,2500	1378,148	0,000000
Είδος γάλακτος	2,2500	1	2,2500	3,333	0,097855
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	4,7500	3	1,5833	2,346	0,134385
Error	6,7500	10	0,6750		

Πίνακας 1.1.54 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1190,250	1	1190,250	2800,588	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	5,294	0,044187
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	2,353	0,156054
Ενίσχυση πήγματος	2,250	3	0,750	1,765	0,217214
Error	4,250	10	0,425		

Πίνακας 1.1.55 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών στο στόμα(οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ύπαρξη στερεών	1	2
2	2	8,250000	****	
1	1	9,000000		****

## Π.1.2 Αναμεμιγμένο γιαούρτι

Πίνακας 1.2.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	3,703848E+09	1	3,703848E+09	984,4745	0,000000
Είδος γάλακτος	1,301139E+08	1	1,301139E+08	34,5840	0,000155
Θερμική κατεργασία	5,108676E+05	1	5,108676E+05	0,1358	0,720187
Ενίσχυση πήγματος	4,202429E+07	3	1,400810E+07	3,7233	0,049504
Error	3,762259E+07	10	3,762259E+06		

Πίνακας 1.2.2 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το ιξώδες του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ιξώδες	1	2
2	2	12363,13	****	
1	1	18066,50		****

Πίνακας 1.2.3 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το ιξώδες του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Ιξώδες	1	2
1	0	13276,25	****	
4	3	14440,50	****	
2	1	15460,25	****	****
3	2	17682,25		****

Πίνακας 1.2.4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	5,988665	1	5,988665	29485,11	0,000000
Είδος γάλακτος	0,221441	1	0,221441	1090,26	0,000000
Θερμική κατεργασία	0,001602	1	0,001602	7,89	0,018524
Ενίσχυση πήγματος	0,015458	3	0,005153	25,37	0,000054
Error	0,002031	10	0,000203		

Πίνακας 1.2.5 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	WHC	1	2
2	2	0,494150	****	
1	1	0,729438		****

Πίνακας 1.2.6 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	WHC	1	2
1	83	0,601788	****	
2	95	0,621800		****

Πίνακας 1.2.7 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	WHC	1	2	3
2	1	0,574925	****		
1	0	0,591675	****		
3	2	0,624850		****	
4	3	0,655725			****

Πίνακας 1.2.8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την σκληρότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	0,618189	1	0,618189	724,4155	0,000000
Είδος γάλακτος	0,059903	1	0,059903	70,1959	0,000008
Θερμική κατεργασία	0,003630	1	0,003630	4,2538	0,066112
Ενίσχυση πήγματος	0,002452	3	0,000817	0,9577	0,449815
Error	0,008534	10	0,000853		

Πίνακας 1.2.9 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη σκληρότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Σκληρότητα	1	2
2	2	0,135375	****	
1	1	0,257750		****

Πίνακας 1.2.10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2934,253	1	2934,253	427,1761	0,000000
Είδος γάλακτος	701,363	1	701,363	102,1062	0,000001
Θερμική κατεργασία	38,997	1	38,997	5,6773	0,038435
Ενίσχυση πήγματος	17,932	3	5,977	0,8702	0,488319
Error	68,690	10	6,869		

Πίνακας 1.2.11 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη προσκολλησιμότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Προσκολλησιμότητα	1	2
2	2	6,92137	****	
1	1	20,16300		****

Πίνακας 1.2.12 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη προσκολλησιμότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Προσκολλησιμότητα	1	2
2	95	11,98100	****	
1	83	15,10338		****

Πίνακας 1.2.13 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτικότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	9,600702	1	9,600702	1352,278	0,000000
Είδος γάλακτος	0,105625	1	0,105625	14,877	0,003175
Θερμική κατεργασία	0,023104	1	0,023104	3,254	0,101397
Ενίσχυση πήγματος	0,054010	3	0,018003	2,536	0,115778
Error	0,070996	10	0,007100		

Πίνακας 1.2.14 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτικότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικότητα	1	2
1	1	0,693375	****	
2	2	0,855875		****

Πίνακας 1.2.15 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1089,000	1	1089,000	10890,00	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	22,50	0,000788
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	2,50	0,144928
Ενίσχυση πήγματος	1,500	3	0,500	5,00	0,022614
Error	1,000	10	0,100		

Πίνακας 1.2.16 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Λευκό χρώμα	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.2.17 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Λευκό χρώμα	1	2
1	0	7,750000		****
4	3	8,250000	****	
3	2	8,500000	****	
2	1	8,500000	****	

Πίνακας 1.2.18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1056,250	1	1056,250	1690,000	0,000000
Είδος γάλακτος	0,000	1	0,000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,400	0,541280
Ενίσχυση πήγματος	5,250	3	1,750	2,800	0,094720
Error	6,250	10	0,625		

Πίνακας 1.2.19 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1139,063	1	1139,063	3142,241	0,000000
Είδος γάλακτος	5,062	1	5,062	13,966	0,003865
Θερμική κατεργασία	0,063	1	0,063	0,172	0,686744
Ενίσχυση πήγματος	5,187	3	1,729	4,770	0,025822
Error	3,625	10	0,363		

Πίνακας 1.2.20 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συναίρεση	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	9,000000		****

Πίνακας 1.2.21 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Συναίρεση	1	2
1	0	7,500000		****
2	1	8,500000	****	
3	2	8,750000	****	
4	3	9,000000	****	

Πίνακας 1.2.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1089,000	1	1089,000	5445,000	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	11,250	0,007315
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	1,250	0,289692
Ενίσχυση πήγματος	0,500	3	0,167	0,833	0,505561
Error	2,000	10	0,200		

Πίνακας 1.2.23 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το φυσικό άρωμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Φυσικό	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.2.24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1463,063	1	1463,063	23409,00	0,000000
Είδος γάλακτος	0,062	1	0,062	1,00	0,340893
Θερμική κατεργασία	3,062	1	3,062	49,00	0,000037
Ενίσχυση πήγματος	0,188	3	0,063	1,00	0,432337
Error	0,625	10	0,062		

Πίνακας 1.2.25 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Καμμένο	1	2
2	95	9,12500	****	
1	83	10,00000		****

Πίνακας 1.2.26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1072,563	1	1072,563	3432,200	0,000000
Είδος γάλακτος	0,562	1	0,562	1,800	0,209383
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	0,200	0,664251
Ενίσχυση πήγματος	0,688	3	0,229	0,733	0,555491
Error	3,125	10	0,313		

Πίνακας 1.2.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1056,250	1	1056,250	5281,250	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	11,250	0,007315
Θερμική κατεργασία	2,250	1	2,250	11,250	0,007315
Ενίσχυση πήγματος	3,250	3	1,083	5,417	0,017930
Error	2,000	10	0,200		

Πίνακας 1.2.28 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Γεύση ορού	1	2
2	2	7,750000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 1.2.29 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Γεύση ορού	1	2
1	83	7,750000	****	
2	95	8,500000		****

Πίνακας 1.2.30 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γεύση ορού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Γεύση ορού	1	2	3
4	3	7,500000	****		
2	1	8,000000	****	****	
1	0	8,250000		****	****
3	2	8,750000			****

Πίνακας 1.2.31 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γάλακτος (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1139,063	1	1139,063	4339,286	0,000000
Είδος γάλακτος	0,563	1	0,563	2,143	0,173948
Θερμική κατεργασία	0,063	1	0,063	0,238	0,636107
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,873	0,487027
Error	2,625	10	0,263		

Πίνακας 1.2.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1122,250	1	1122,250	4489,000	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	1,000	0,340893
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	1,000	0,340893
Ενίσχυση πήγματος	2,750	3	0,917	3,667	0,051402
Error	2,500	10	0,250		

Πίνακας 1.2.33 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη πικρή γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1350,563	1	1350,563	6355,588	0,000000
Είδος γάλακτος	0,563	1	0,563	2,647	0,134801
Θερμική κατεργασία	1,562	1	1,562	7,353	0,021872
Ενίσχυση πήγματος	0,188	3	0,063	0,294	0,828834
Error	2,125	10	0,213		



Πίνακας 1.2.34 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη πικρή γεύση του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Πικρή γεύση	1	2
2	95	8,875000	****	
1	83	9,500000		****

Πίνακας 1.2.35 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	798,0625	1	798,0625	925,2899	0,000000
Είδος γάλακτος	10,5625	1	10,5625	12,2464	0,005731
Θερμική κατεργασία	0,5625	1	0,5625	0,6522	0,438124
Ενίσχυση πήγματος	17,1875	3	5,7292	6,6425	0,009573
Error	8,6250	10	0,8625		

Πίνακας 1.2.36 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ελαστική υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ελαστικό	1	2
2	2	6,250000	****	
1	1	7,875000		****

Πίνακας 1.2.37 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ελαστική υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Ελαστικό	1	2
1	0	5,500000		****
2	1	6,750000	****	****
4	3	8,000000	****	
3	2	8,000000	****	

Πίνακας 1.2.38 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	2956,923	0,000000
Είδος γάλακτος	4,0000	1	4,0000	12,308	0,005648
Θερμική κατεργασία	0,2500	1	0,2500	0,769	0,401034
Ενίσχυση πήγματος	3,5000	3	1,1667	3,590	0,054120
Error	3,2500	10	0,3250		

Πίνακας 1.2.39 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κολλώδη υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κολλώδες	1	2
2	2	7,250000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 1.2.40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	798,0625	1	798,0625	3755,588	0,000000
Είδος γάλακτος	3,0625	1	3,0625	14,412	0,003507
Θερμική κατεργασία	0,5625	1	0,5625	2,647	0,134801
Ενίσχυση πήγματος	5,1875	3	1,7292	8,137	0,004882
Error	2,1250	10	0,2125		

Πίνακας 1.2.41 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	6,625000	****	
1	1	7,500000		****

Πίνακας 1.2.42 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Κοκκώδες	1	2
2	1	6,500000	****	
1	0	6,500000	****	
3	2	7,500000		****
4	3	7,750000		****

Πίνακας 1.2.43 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	756,2500	1	756,2500	1315,217	0,000000
Είδος γάλακτος	12,2500	1	12,2500	21,304	0,000957
Θερμική κατεργασία	1,0000	1	1,0000	1,739	0,216651
Ενίσχυση πήγματος	14,7500	3	4,9167	8,551	0,004113
Error	5,7500	10	0,5750		

Πίνακας 1.2.44 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την πηγματώδη υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Πηγματώδες	1	2
2	2	6,000000	****	
1	1	7,750000		****

Πίνακας 1.2.45 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την πηγματώδη υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Πηγματώδες	1	2	3
1	0	5,500000	****		
2	1	6,500000	****	****	
4	3	7,500000		****	****
3	2	8,000000			****

Πίνακας 1.2.46 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	885,0625	1	885,0625	919,5455	0,000000
Είδος γάλακτος	14,0625	1	14,0625	14,6104	0,003361
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,0649	0,804023
Ενίσχυση πήγματος	8,1875	3	2,7292	2,8355	0,092249
Error	9,6250	10	0,9625		

Πίνακας 1.2.47 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την συνεκτική υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	6,500000	****	
1	1	8,375000		****

Πίνακας 1.2.48 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	945,5625	1	945,5625	2608,448	0,000000
Είδος γάλακτος	14,0625	1	14,0625	38,793	0,000098
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,172	0,686744
Ενίσχυση πήγματος	1,6875	3	0,5625	1,552	0,261511
Error	3,6250	10	0,3625		

Πίνακας 1.2.49 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συναίρεση στον τεμαχισμό	1	2
2	2	6,750000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.2.50 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	2135,556	0,000000
Είδος γάλακτος	2,2500	1	2,2500	5,000	0,049332
Θερμική κατεργασία	2,2500	1	2,2500	5,000	0,049332
Ενίσχυση πήγματος	6,0000	3	2,0000	4,444	0,031348
Error	4,5000	10	0,4500		

Πίνακας 1.2.51 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ίχνη στο κουτάλι	1	2
1	1	7,375000	****	
2	2	8,125000		****

Πίνακας 1.2.52 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Ίχνη στο κουτάλι	1	2
1	83	7,375000	****	
2	95	8,125000		****

Πίνακας 1.2.53 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πηγματος	Ίχνη στο κουτάλι	1	2
1	0	6,750000		****
3	2	7,750000	****	****
4	3	8,250000	****	
2	1	8,250000	****	

Πίνακας 1.2.54 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1314,063	1	1314,063	21025,00	0,000000
Είδος γάλακτος	0,062	1	0,062	1,00	0,340893
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	1,00	0,340893
Ενίσχυση πηγματος	0,187	3	0,062	1,00	0,432337
Error	0,625	10	0,063		

Πίνακας 1.2.55 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κοκκώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	915,0625	1	915,0625	2218,333	0,000000
Είδος γάλακτος	5,0625	1	5,0625	12,273	0,005696
Θερμική κατεργασία	0,5625	1	0,5625	1,364	0,269996
Ενίσχυση πηγματος	2,1875	3	0,7292	1,768	0,216660
Error	4,1250	10	0,4125		

Πίνακας 1.2.56 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή Τη κοκκώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	7,000000	****	
1	1	8,125000		****

Πίνακας 1.2.57 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	961,0000	1	961,0000	1372,857	0,000000
Είδος γάλακτος	2,2500	1	2,2500	3,214	0,103248
Θερμική κατεργασία	2,2500	1	2,2500	3,214	0,103248
Ενίσχυση πήγματος	3,5000	3	1,1667	1,667	0,236436
Error	7,0000	10	0,7000		

Πίνακας 1.2.58 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	915,0625	1	915,0625	1200,082	0,000000
Είδος γάλακτος	10,5625	1	10,5625	13,852	0,003963
Θερμική κατεργασία	0,5625	1	0,5625	0,738	0,410513
Ενίσχυση πήγματος	3,1875	3	1,0625	1,393	0,301163
Error	7,6250	10	0,7625		

Πίνακας 1.2.59 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	6,750000	****	
1	1	8,375000		****

Πίνακας 1.2.60 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κρεμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	930,2500	1	930,2500	2188,824	0,000000
Είδος γάλακτος	20,2500	1	20,2500	47,647	0,000042
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	9,2500	3	3,0833	7,255	0,007186
Error	4,2500	10	0,4250		

Πίνακας 1.2.60 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	6,500000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 1.2.61 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Κρεμώδες	1	2
1	0	6,750000	****	
2	1	7,000000	****	
3	2	8,250000		****
4	3	8,500000		****

Πίνακας 1.2.62 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κομμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	945,5625	1	945,5625	1163,769	0,000000
Είδος γάλακτος	1,5625	1	1,5625	1,923	0,195651
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,077	0,787160
Ενίσχυση πήγματος	3,6875	3	1,2292	1,513	0,270676
Error	8,1250	10	0,8125		

Πίνακας 1.2.63 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1122,250	1	1122,250	1547,931	0,000000
Είδος γάλακτος	4,000	1	4,000	5,517	0,040718
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,345	0,570076
Ενίσχυση πήγματος	4,250	3	1,417	1,954	0,184976
Error	7,250	10	0,725		

Πίνακας 1.2.64 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ύπαρξη στερεών	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	8,875000		****

### Π.1.3 Στραγγιστό γιαούρτι

Πίνακας 1.3.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	9,544871E+10	1	9,544871E+10	805,5098	0,000000
Είδος γάλακτος	1,948560E+07	1	1,948560E+07	0,1644	0,693639
Θερμική κατεργασία	9,839201E+06	1	9,839201E+06	0,0830	0,779110
Ενίσχυση πήγματος	3,288787E+08	3	1,096262E+08	0,9252	0,463739
Error	1,184948E+09	10	1,184948E+08		

Πίνακας 1.3.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	9,531730	1	9,531730	8543,180	0,000000
Είδος γάλακτος	0,016448	1	0,016448	14,742	0,003267
Θερμική κατεργασία	0,005329	1	0,005329	4,776	0,053745
Ενίσχυση πήγματος	0,008876	3	0,002959	2,652	0,105908
Error	0,011157	10	0,001116		

Πίνακας 1.3.3 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	WHC	1	2
2	2	0,739775	****	
1	1	0,803900		****

Πίνακας 1.3.4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη σκληρότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	4,268356	1	4,268356	143,6134	0,000000
Είδος γάλακτος	0,000400	1	0,000400	0,0135	0,909941
Θερμική κατεργασία	0,067600	1	0,067600	2,2745	0,162445
Ενίσχυση πήγματος	0,096343	3	0,032114	1,0805	0,401079
Error	0,297212	10	0,029721		

Πίνακας 1.3.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	24631,73	1	24631,73	331,1153	0,000000
Είδος γάλακτος	555,95	1	555,95	7,4734	0,021058
Θερμική κατεργασία	820,65	1	820,65	11,0317	0,007729
Ενίσχυση πήγματος	601,06	3	200,35	2,6933	0,102633
Error	743,90	10	74,39		

Πίνακας 1.3.6 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το την προσκολλησιμότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Προσκολλησιμότητα	1	2
1	1	33,34163	****	
2	2	45,13088		****

Πίνακας 1.3.7 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το την προσκολλησιμότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Προσκολλησιμότητα	1	2
2	95	32,07450	****	
1	83	46,39800		****

Πίνακας 1.3.8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτικότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	8,771963	1	8,771963	4030,932	0,000000
Είδος γάλακτος	0,036577	1	0,036577	16,808	0,002145
Θερμική κατεργασία	0,000218	1	0,000218	0,100	0,758360
Ενίσχυση πήγματος	0,068376	3	0,022792	10,474	0,001984
Error	0,021762	10	0,002176		

Πίνακας 1.3.9 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το τη συνεκτικότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικότητα	1	2
1	1	0,692625	****	
2	2	0,788250		****

Πίνακας 1.3.10 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το τη συνεκτικότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Συνεκτικότητα	1	2	3
4	3	0,669250	****		
1	0	0,697000	****	****	
3	2	0,755500		****	
2	1	0,840000			****

Πίνακας 1.3.11 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1105,563	1	1105,563	17689,00	0,000000
Είδος γάλακτος	3,063	1	3,063	49,00	0,000037
Θερμική κατεργασία	0,063	1	0,063	1,00	0,340893
Ενίσχυση πήγματος	1,687	3	0,562	9,00	0,003435
Error	0,625	10	0,063		



Πίνακας 1.3.12 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το  
Το λευκό χρώμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Λευκό χρώμα	1	2
2	2	7,875000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 1.3.13 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το  
το λευκό χρώμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Λευκό χρώμα	1	2
1	0	7,750000		****
3	2	8,500000	****	
4	3	8,500000	****	
2	1	8,500000	****	

Πίνακας 1.3.14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια  
(οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	915,0625	1	915,0625	2524,310	0,000000
Είδος γάλακτος	1,5625	1	1,5625	4,310	0,064615
Θερμική κατεργασία	0,5625	1	0,5625	1,552	0,241277
Ενίσχυση πήγματος	2,1875	3	0,7292	2,011	0,176313
Error	3,6250	10	0,3625		

Πίνακας 1.3.15 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση  
(οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1350,563	1	1350,563	6355,588	0,000000
Είδος γάλακτος	3,062	1	3,062	14,412	0,003507
Θερμική κατεργασία	0,562	1	0,562	2,647	0,134801
Ενίσχυση πήγματος	0,688	3	0,229	1,078	0,401857
Error	2,125	10	0,213		

Πίνακας 1.3.16 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το  
τη συναίρεση του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συναίρεση	1	2
2	2	8,750000	****	
1	1	9,625000		****

Πίνακας 1.3.17 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1139,063	1	1139,063	2761,364	0,000000
Είδος γάλακτος	1,562	1	1,562	3,788	0,080246
Θερμική κατεργασία	0,063	1	0,063	0,152	0,705252
Ενίσχυση πήγματος	0,187	3	0,062	0,152	0,926342
Error	4,125	10	0,413		

Πίνακας 1.3.18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1521,000	1	1521,000	12168,00	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	2,00	0,187670
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	8,00	0,017900
Ενίσχυση πήγματος	0,500	3	0,167	1,33	0,317971
Error	1,250	10	0,125		

Πίνακας 1.3.19 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Καμμένο	1	2
2	95	9,50000	****	
1	83	10,00000		****

Πίνακας 1.3.20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1122,250	1	1122,250	2244,500	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	4,500	0,059890
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,500	0,495648
Ενίσχυση πήγματος	2,250	3	0,750	1,500	0,273777
Error	5,000	10	0,500		

Πίνακας 1.3.21 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1139,063	1	1139,063	4339,286	0,000000
Είδος γάλακτος	0,562	1	0,562	2,143	0,173948
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	0,238	0,636107
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,873	0,487027
Error	2,625	10	0,263		

Πίνακας 1.3.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γάλακτος (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1156,000	1	1156,000	4203,636	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	3,636	0,085638
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,909	0,362834
Ενίσχυση πήγματος	0,000	3	0,000	0,000	1,000000
Error	2,750	10	0,275		

Πίνακας 1.3.23 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1122,250	1	1122,250	8978,000	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	8,000	0,017900
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	2,000	0,187670
Ενίσχυση πήγματος	3,250	3	1,083	8,667	0,003923
Error	1,250	10	0,125		

Πίνακας 1.3.24 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γλυκύτητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Γλυκύτητα	1	2
2	2	8,125000	****	
1	1	8,625000		****

Πίνακας 1.3.25 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη γλυκύτητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Γλυκύτητα	1	2	3
2	1	7,750000	****		
3	2	8,250000	****	****	
4	3	8,500000		****	****
1	0	9,000000			****

Πίνακας 1.3.26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη πικρή γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1406,250	1	1406,250	3308,824	0,000000
Είδος γάλακτος	0,250	1	0,250	0,588	0,460826
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	2,353	0,156054
Ενίσχυση πήγματος	0,250	3	0,083	0,196	0,896685
Error	4,250	10	0,425		

Πίνακας 1.3.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1122,250	1	1122,250	3206,429	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	2,857	0,121849
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	2,857	0,121849
Ενίσχυση πήγματος	0,250	3	0,083	0,238	0,867814
Error	3,500	10	0,350		

Πίνακας 1.3.28 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1024,000	1	1024,000	2409,412	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	2,353	0,156054
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,588	0,460826
Ενίσχυση πήγματος	2,500	3	0,833	1,961	0,183932
Error	4,250	10	0,425		

Πίνακας 1.3.29 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	976,5625	1	976,5625	2693,966	0,000000
Είδος γάλακτος	7,5625	1	7,5625	20,862	0,001030
Θερμική κατεργασία	0,0625	1	0,0625	0,172	0,686744
Ενίσχυση πήγματος	9,1875	3	3,0625	8,448	0,004289
Error	3,6250	10	0,3625		

Πίνακας 1.3.30 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	7,125000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 1.3.31 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι του στραγγιστού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Κοκκώδες	1	2	3
1	0	6,750000	****		
2	1	7,500000	****	****	
3	2	8,250000		****	****
4	3	8,750000			****

Πίνακας 1.3.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1139,063	1	1139,063	3645,000	0,000000
Είδος γάλακτος	1,562	1	1,562	5,000	0,049332
Θερμική κατεργασία	0,562	1	0,562	1,800	0,209383
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,733	0,555491
Error	3,125	10	0,313		

Πίνακας 1.3.33 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την πηγματώδη υφή στο κουτάλι του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Πηγματώδες	1	2
2	2	8,125000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 1.3.34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1207,563	1	1207,563	3864,200	0,000000
Είδος γάλακτος	1,562	1	1,562	5,000	0,049332
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	0,200	0,664251
Ενίσχυση πήγματος	0,688	3	0,229	0,733	0,555491
Error	3,125	10	0,313		

Πίνακας 1.3.35 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την συνεκτική υφή στο κουτάλι του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	8,375000	****	
1	1	9,000000		****

Πίνακας 1.3.36 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1260,250	1	1260,250	10082,00	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	18,00	0,001709
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	8,00	0,017900
Ενίσχυση πήγματος	1,250	3	0,417	3,33	0,064499
Error	1,250	10	0,125		

Πίνακας 1.3.37 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Συναίρεση στον τεμαχισμό	1	2
2	2	8,500000	****	
1	1	9,250000		****

Πίνακας 1.3.38 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Συναίρεση στον τεμαχισμό	1	2
2	95	8,625000	****	
1	83	9,125000		****

Πίνακας 1.3.39 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	784,0000	1	784,0000	681,7391	0,000000
Είδος γάλακτος	4,0000	1	4,0000	3,4783	0,091757
Θερμική κατεργασία	1,0000	1	1,0000	0,8696	0,373043
Ενίσχυση πήγματος	9,5000	3	3,1667	2,7536	0,098066
Error	11,5000	10	1,1500		

Πίνακας 1.3.40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1278,063	1	1278,063	20449,00	0,000000
Είδος γάλακτος	0,062	1	0,062	1,00	0,340893
Θερμική κατεργασία	0,062	1	0,062	1,00	0,340893
Ενίσχυση πήγματος	0,187	3	0,062	1,00	0,432337
Error	0,625	10	0,063		

Πίνακας 1.3.41 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κοκκώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1089,000	1	1089,000	4356,000	0,000000
Είδος γάλακτος	1,000	1	1,000	4,000	0,073388
Θερμική κατεργασία	0,000	1	0,000	0,000	1,000000
Ενίσχυση πήγματος	1,500	3	0,500	2,000	0,178007
Error	2,500	10	0,250		

Πίνακας 1.3.42 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1024,000	1	1024,000	2730,667	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	6,000	0,034288
Θερμική κατεργασία	1,000	1	1,000	2,667	0,133520
Ενίσχυση πήγματος	1,000	3	0,333	0,889	0,479811
Error	3,750	10	0,375		

Πίνακας 1.3.43 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1156,000	1	1156,000	3556,923	0,000000
Είδος γάλακτος	4,000	1	4,000	12,308	0,005648
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,769	0,401034
Ενίσχυση πήγματος	2,500	3	0,833	2,564	0,113277
Error	3,250	10	0,325		

Πίνακας 1.3.44 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κρεμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1105,563	1	1105,563	3049,828	0,000000
Είδος γάλακτος	10,563	1	10,563	29,138	0,000302
Θερμική κατεργασία	0,563	1	0,563	1,552	0,241277
Ενίσχυση πήγματος	6,688	3	2,229	6,149	0,012209
Error	3,625	10	0,362		

Πίνακας 1.3.45 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	7,500000	****	
1	1	9,125000		****

Πίνακας 1.3.46 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή του στραγγιστού γιαουρτιού

	Ενίσχυση πήγματος	Κρεμώδες	1	2	3
1	0	7,500000	****		
2	1	8,000000	****	****	
3	2	8,500000		****	****
4	3	9,250000			****

Πίνακας 1.3.47 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κομμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1040,063	1	1040,063	3328,200	0,000000
Είδος γάλακτος	3,062	1	3,062	9,800	0,010681
Θερμική κατεργασία	0,063	1	0,063	0,200	0,664251
Ενίσχυση πήγματος	0,687	3	0,229	0,733	0,555491
Error	3,125	10	0,313		

Πίνακας 1.3.48 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κομμώδη υφή του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Κομμώδες	1	2
2	2	7,625000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 1.3.49 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1260,250	1	1260,250	3150,625	0,000000
Είδος γάλακτος	2,250	1	2,250	5,625	0,039163
Θερμική κατεργασία	0,250	1	0,250	0,625	0,447538
Ενίσχυση πήγματος	1,250	3	0,417	1,042	0,415845
Error	4,000	10	0,400		

Πίνακας 1.3.50 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γάλακτος	Ύπαρξη στερεών	1	2
2	2	8,500000	****	
1	1	9,250000		****



## Π.2. Πίνακες - αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα τυφλά δείγματα γιαουρτιού και τα αντίστοιχα με εφαρμογή υπερήχων

Πίνακας 2.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον χρόνο επώασης

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1054878	1	1054878	22504,07	0,000000
Είδος γαλακτος	703	1	703	15,00	0,017948
Θερμική κατεργασία	253	1	253	5,40	0,080800
Χρήση US	703	1	703	15,00	0,017948
Error	187	4	47		

Πίνακας 2.2 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το χρόνο επώασης

	Είδος γαλακτος	t (min)	1
1	1	353,7500	****
2	2	372,5000	

Πίνακας 2.3 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το χρόνο επώασης

	Χρήση US	t (min)	1	2
1	1	353,7500	****	
2	2	372,5000		****

Πίνακας 2.4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την λανθάνουσα φάση pH

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	361211,8	1	361211,8	1605,601	0,000002
Είδος γαλακτος	30,6	1	30,6	0,136	0,730900
Θερμική κατεργασία	69,8	1	69,8	0,310	0,607220
Χρήση US	5,7	1	5,7	0,025	0,881641
Error	899,9	4	225,0		

Πίνακας 2.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον ρυθμό μεταβολής pH

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	0,001337	1	0,001337	546,4715	0,000020
Είδος γαλακτος	0,000002	1	0,000002	0,7263	0,442101
Θερμική κατεργασία	0,000000	1	0,000000	0,2024	0,676115
Χρήση US	0,000000	1	0,000000	0,0877	0,781864
Error	0,000010	4	0,000002		

Πίνακας 2.6 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την λανθάνουσα φάση του ιξώδους

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	67370,19	1	67370,19	81,04016	0,000843
Είδος γαλακτος	999,49	1	999,49	1,20230	0,334445
Θερμική κατεργασία	3497,82	1	3497,82	4,20756	0,109537
Χρήση US	1476,96	1	1476,96	1,77665	0,253415
Error	3325,27	4	831,32		

Πίνακας 2.7 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τον ρυθμό αύξησης του ιξώδους

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	29866,54	1	29866,54	34,21881	0,004260
Είδος γαλακτος	0,11	1	0,11	0,00013	0,991590
Θερμική κατεργασία	264,97	1	264,97	0,30358	0,610971
Χρήση US	1738,94	1	1738,94	1,99234	0,230938
Error	3491,24	4	872,81		

## Π.2.1 Συνεκτικό Γιαούρτι

Πίνακας 2.1.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	8,435747E+09	1	8,435747E+09	1141,304	0,000000
Είδος γαλακτος	1,039424E+09	1	1,039424E+09	140,628	0,000007
Θερμική κατεργασία	3,266677E+06	1	3,266677E+06	0,442	0,527464
Χρήση US	1,109575E+07	2	5,547873E+06	0,751	0,506600
Error	5,173928E+07	7	7,391325E+06		

Πίνακας 2.1.2 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το Ιξώδες του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Ιξώδες	1	2
2	2	17206,83	****	
1	1	35820,67		****

Πίνακας 2.1.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	5,472901	1	5,472901	12145,92	0,000000
Είδος γαλακτος	0,068071	1	0,068071	151,07	0,000005
Θερμική κατεργασία	0,000337	1	0,000337	0,75	0,415740
Χρήση US	0,006070	2	0,003035	6,74	0,023379
Error	0,003154	7	0,000451		

Πίνακας 2.1.4 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	WHC	1	2
2	2	0,600017	****	
1	1	0,750650		****

Πίνακας 2.1.5 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού στο πήγμα του συνεκτικού γιαουρτιού

	Χρηση US	WHC	1	2
3	3	0,655200	****	
1	1	0,664075	****	
2	2	0,706725		****

Πίνακας 2.1.6 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την σκληρότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	4,916480	1	4,916480	552,1867	0,000000
Είδος γαλακτος	0,175450	1	0,175450	19,7054	0,003011
Θερμική κατεργασία	0,028324	1	0,028324	3,1812	0,117677
Χρηση US	0,002355	2	0,001178	0,1323	0,878253
Error	0,062326	7	0,008904		

Πίνακας 2.1.7 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή σκληρότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Σκληρ	1	2
2	2	0,519167	****	
1	1	0,761000		****

Πίνακας 2.1.8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτικότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	4,075171	1	4,075171	521,9551	0,000000
Είδος γαλακτος	0,008694	1	0,008694	1,1136	0,326365
Θερμική κατεργασία	0,049794	1	0,049794	6,3777	0,039497
Χρηση US	0,012136	2	0,006068	0,7772	0,495668
Error	0,054653	7	0,007808		

Πίνακας 2.1.9 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή συνεκτικότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Συνεκτ	1	2
1	83	0,518333	****	
2	95	0,647167		****

Πίνακας 2.1.10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	17741,06	1	17741,06	367,5592	0,000000
Είδος γαλακτος	1411,43	1	1411,43	29,2421	0,001000
Θερμική κατεργασία	230,19	1	230,19	4,7690	0,065273
Χρήση US	4,33	2	2,16	0,0448	0,956435
Error	337,87	7	48,27		

Πίνακας 2.1.11 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή Προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Προσκ	1	2
2	2	27,60500	****	
1	1	49,29550		****

Πίνακας 2.1.12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	4356,000	0,000000
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	16,000	0,016130
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.13 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Λευκό Χρώμα	1	2
2	2	7,750000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 2.1.14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	612,5000	1	612,5000	2450,000	0,000001
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.1.15 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Επίπεδη επιφάνεια	1	2
1	1	8,250000	****	
2	2	9,250000		****

Πίνακας 2.1.16 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Χρηση US	Επίπεδη επιφάνεια	1	2
1	1	8,250000	****	
2	2	9,250000		****

Πίνακας 2.1.17 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη φυσαλλίδων αέρα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	4761,000	0,000000
Ειδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρηση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.18 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη φυσαλλίδων αέρα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Χρηση US	Φυσαλ. αέρα	1	2
1	1	8,250000	****	
2	2	9,000000		****

Πίνακας 2.1.19 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη κρούστας (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	4761,000	0,000000
Ειδος γαλακτος	6,1250	1	6,1250	49,000	0,002192
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρηση US	3,1250	1	3,1250	25,000	0,007490
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.20 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη κρούστας (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Ειδος γαλακτος	Υπαρξη κρουστας	1	2
1	1	7,750000	****	
2	2	9,500000		****

Πίνακας 2.1.21 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ύπαρξη κρούστας (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Χρηση US	Υπαρξη κρουστας	1	2
1	1	8,000000	****	
2	2	9,250000		****

Πίνακας 2.1.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	630,1250	1	630,1250	5041,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.23 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	4356,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	666,1250	1	666,1250	5329,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.25 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Καμμενο	1	2
2	95	8,750000	****	
1	83	9,500000		****

Πίνακας 2.1.26 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Χρήση US	Καμμενο	1	2
2	2	8,750000	****	
1	1	9,500000		****

Πίνακας 2.1.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	4761,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.28 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Όξινη γεύση	1	2
2	2	8,250000	****	
1	1	9,000000		****

Πίνακας 2.1.29 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	528,1250	1	528,1250	1408,333	0,000003
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.1.30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γάλακτος (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	612,5000	1	612,5000	4900,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.31 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	648,0000	1	648,0000	5184,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πικρή γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	684,5000	1	684,5000	1825,333	0,000002
Είδος γαλακτος	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	2,0000	1	2,0000	5,333	0,082086
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.1.33 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	480,5000	1	480,5000	3844,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	512,0000	1	512,0000	4096,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.35 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	465,1250	1	465,1250	3721,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.36 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	7,250000	****	
1	1	8,000000		****



Πίνακας 2.1.37 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	450,0000	1	450,0000	1800,000	0,000002
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.1.38 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	496,1250	1	496,1250	3969,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.39 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη σσυναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	496,1250	1	496,1250	3969,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	612,5000	1	612,5000	2450,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.1.41 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	666,1250	1	666,1250	5329,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.1.42 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	512,0000	1	512,0000	2048,000	0,000001
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.1.43 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κολλώδες	1	2
2	2	7,500000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 2.1.44 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κρεμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	392,0000	1	392,0000	1568,000	0,000002
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.1.45 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κρεμώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του συνεκτικού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	6,500000	****	
1	1	7,500000		****

## Π.2.2 Αναμεμιγμένο Γιαούρτι

Πίνακας 2.2.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2,537608E+09	1	2,537608E+09	606,0963	0,000000
Είδος γαλακτος	1,163079E+08	1	1,163079E+08	27,7796	0,001160
Θερμική κατεργασία	5,316014E+06	1	5,316014E+06	1,2697	0,296962
Χρήση US	1,045192E+07	2	5,225959E+06	1,2482	0,343865
Error	2,930765E+07	7	4,186807E+06		

Πίνακας 2.2.2 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το ιξώδες του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Ιξώδες	1	2
2	2	11428,67	****	
1	1	17655,17		****

Πίνακας 2.2.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	4,464102	1	4,464102	2245,920	0,000000
Είδος γαλακτος	0,111882	1	0,111882	56,289	0,000137
Θερμική κατεργασία	0,001411	1	0,001411	0,710	0,427407
Χρήση US	0,003109	2	0,001555	0,782	0,493651
Error	0,013914	7	0,001988		

Πίνακας 2.2.4 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης νερού του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	WHC	1	2
2	2	0,513367	****	
1	1	0,706483		****

Πίνακας 2.2.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την σκληρότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	0,721280	1	0,721280	23,05334	0,001963
Είδος γαλακτος	0,002640	1	0,002640	0,08439	0,779852
Θερμική κατεργασία	0,014283	1	0,014283	0,45651	0,520948
Χρήση US	0,057302	2	0,028651	0,91574	0,443330
Error	0,219012	7	0,031287		

Πίνακας 2.2.6 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτικότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	7,750561	1	7,750561	2265,852	0,000000
Είδος γαλακτος	0,018881	1	0,018881	5,520	0,051129
Θερμική κατεργασία	0,007500	1	0,007500	2,193	0,182222
Χρήση US	0,000275	2	0,000138	0,040	0,960796
Error	0,023944	7	0,003421		

Πίνακας 2.2.7 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1953,479	1	1953,479	292,3283	0,000001
Είδος γαλακτος	305,475	1	305,475	45,7127	0,000262
Θερμική κατεργασία	10,351	1	10,351	1,5490	0,253340
Χρήση US	11,824	2	5,912	0,8847	0,454410
Error	46,777	7	6,682		

Πίνακας 2.2.8 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη προσκολλησιμότητα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Προσκ	1	2
2	2	7,71350	****	
1	1	17,80433		****

Πίνακας 2.2.9 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	528,1250	1	528,1250	4225,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.10 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Λευκό Χρώμα	1	2
2	2	7,750000	****	
1	1	8,500000		****

Πίνακας 2.2.11 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Χρήση US	Λευκό Χρώμα	1	2
1	1	7,750000	****	
2	2	8,500000		****

Πίνακας 2.2.12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	496,1250	1	496,1250	3969,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.13 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λεία επιφάνεια του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Επίπεδη επιφάνεια	1	2
2	2	7,500000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 2.2.14 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη λεία επιφάνεια του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Χρήση US	Επίπεδη επιφάνεια	1	2
1	1	7,500000	****	
2	2	8,250000		****

Πίνακας 2.2.15 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	4356,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.16 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	666,1250	1	666,1250	5329,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.17 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Καμμένο	1	2
2	95	8,750000	****	
1	83	9,500000		****

Πίνακας 2.2.18 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Χρηση US	Καμμενο	1	2
2	2	8,750000	****	
1	1	9,500000		****

Πίνακας 2.2.19 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	578,0000	1	578,0000	2312,000	0,000001
Ειδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμικη κατεργασια	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρηση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.2.20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	2178,000	0,000001
Ειδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμικη κατεργασια	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρηση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.2.21 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γαλακτος(οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	1587,000	0,000002
Ειδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Θερμικη κατεργασια	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Χρηση US	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.2.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	666,1250	1	666,1250	5329,000	0,000000
Ειδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμικη κατεργασια	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρηση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.23 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πικρή γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	684,5000	1	684,5000	1825,333	0,000002
Είδος γαλακτος	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	2,0000	1	2,0000	5,333	0,082086
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.2.24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	253,1250	1	253,1250	2025,000	0,000001
Είδος γαλακτος	3,1250	1	3,1250	25,000	0,007490
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.25 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ελαστική υφή του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Ελαστικό	1	2
2	2	5,000000	****	
1	1	6,250000		****

Πίνακας 2.2.26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	465,1250	1	465,1250	1240,333	0,000004
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.2.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	364,5000	1	364,5000	2916,000	0,000001
Είδος γαλακτος	4,5000	1	4,5000	36,000	0,003883
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.28 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	6,000000	****	
1	1	7,500000		****

Πίνακας 2.2.29 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	264,5000	1	264,5000	2116,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	351,1250	1	351,1250	2809,000	0,000001
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.31 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	6,250000	****	
1	1	7,000000		****

Πίνακας 2.2.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	450,0000	1	450,0000	1800,000	0,000002
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.2.33 *Duncan Test*: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συναίρεση κατά τον τεμαχισμό του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Συναίρεση τεμαχισμο	1	2
2	2	7,000000	****	
1	1	8,000000		****



Πίνακας 2.2.34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	378,1250	1	378,1250	3025,000	0,000001
Είδος γαλακτος	3,1250	1	3,1250	25,000	0,007490
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.35 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τα ίχνη στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Ίχνη κουταλι	1	2
1	1	6,250000	****	
2	2	7,500000		****

Πίνακας 2.2.36 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τα ίχνη στο κουτάλι του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Ίχνη κουταλι	1	2
1	83	6,500000	****	
2	95	7,250000		****

Πίνακας 2.2.37 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	684,5000	1	684,5000	5476,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.38 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κοκκώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	450,0000	1	450,0000	900,0000	0,000007
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	4,0000	0,116117
Θερμική κατεργασία	2,0000	1	2,0000	4,0000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,0000	1,000000
Error	2,0000	4	0,5000		

Πίνακας 2.2.39 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	528,1250	1	528,1250	603,5714	0,000016
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	1,2857	0,320188
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	0,1429	0,724659
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,1429	0,724659
Error	3,5000	4	0,8750		

Πίνακας 2.2.40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	465,1250	1	465,1250	3721,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.41 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	7,250000	****	
1	1	8,000000		****

Πίνακας 2.2.42 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Συνεκτικό	1	2
1	83	7,250000	****	
2	95	8,000000		****

Πίνακας 2.2.43 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Χρήση US	Συνεκτικό	1	2
1	1	7,250000	****	
2	2	8,000000		****

Πίνακας 2.2.44 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη κρεμάδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	406,1250	1	406,1250	3249,000	0,000001
Είδος γαλακτος	10,1250	1	10,1250	81,000	0,000844
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.2.45 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ειδος γαλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	6,000000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 2.2.46 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Κρεμώδες	1	2
1	83	6,750000	****	
2	95	7,500000		****

Πίνακας 2.2.47 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Χρήση US	Κρεμώδες	1	2
1	1	6,750000	****	
2	2	7,500000		****

Πίνακας 2.2.48 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κομμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	465,1250	1	465,1250	1240,333	0,000004
Ειδος γαλακτος	3,1250	1	3,1250	8,333	0,044709
Θερμική κατεργασία	3,1250	1	3,1250	8,333	0,044709
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.2.49 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κομμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Ειδος γαλακτος	Κομμώδες	1	2
2	2	7,000000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 2.2.50 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κομμώδη υφή στο στόμα του αναμεμιγμένου γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Κομμώδες	1	2
1	83	7,000000	****	
2	95	8,250000		****

Πίνακας 2.2.51 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών (οργανοληπτικός έλεγχος) του αναμεμιγμένου γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	612,5000	1	612,5000	980,0000	0,000006
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	0,8000	0,421648
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,0000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	0,8000	0,421648
Error	2,5000	4	0,6250		

## Π.2.3 Στραγγιστό Γιαούρτι

Πίνακας 2.3.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το ιξώδες του στραγγιστού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	7,897632E+10	1	7,897632E+10	332,3355	0,000000
Είδος γαλακτος	1,337741E+05	1	1,337741E+05	0,0006	0,981733
Θερμική κατεργασία	3,685541E+08	1	3,685541E+08	1,5509	0,253072
Χρήση US	1,110722E+08	2	5,553612E+07	0,2337	0,797537
Error	1,663483E+09	7	2,376404E+08		

Πίνακας 2.3.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του στραγγιστού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	6,795978	1	6,795978	3584,244	0,000000
Είδος γαλακτος	0,043200	1	0,043200	22,784	0,002028
Θερμική κατεργασία	0,000254	1	0,000254	0,134	0,725212
Χρήση US	0,016909	2	0,008455	4,459	0,056395
Error	0,013272	7	0,001896		

Πίνακας 2.3.3 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την ικανότητα συγκράτησης ύδατος στο πήγμα του στραγγιστού γιαουριού

	Είδος γαλακτος	WHC	1	2
2	2	0,692550	****	
1	1	0,812550		****

Πίνακας 2.3.4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την σκληρότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουριού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2,871408	1	2,871408	109,3175	0,000016
Είδος γαλακτος	0,097921	1	0,097921	3,7280	0,094811
Θερμική κατεργασία	0,000320	1	0,000320	0,0122	0,915166
Χρήση US	0,023705	2	0,011853	0,4512	0,654141
Error	0,183867	7	0,026267		

Πίνακας 2.3.5 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την συνεκτικότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	6,323460	1	6,323460	6361,097	0,000000
Είδος γαλακτος	0,042602	1	0,042602	42,856	0,000320
Θερμική κατεργασία	0,019602	1	0,019602	19,719	0,003006
Χρήση US	0,005452	2	0,002726	2,742	0,131987
Error	0,006959	7	0,000994		

Πίνακας 2.3.6 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτικότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Συνεκτ	1	2
1	1	0,666333	****	
2	2	0,785500		****

Πίνακας 2.3.7 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτικότητα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Συνεκτ	1	2
2	95	0,685500	****	
1	83	0,766333		****

Πίνακας 2.3.8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη προσκολλησιμότητα (αντικειμενική) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	5339,145	1	5339,145	6,785119	0,035177
Είδος γαλακτος	110,377	1	110,377	0,140270	0,719101
Θερμική κατεργασία	539,699	1	539,699	0,685863	0,434898
Χρήση US	3187,378	2	1593,689	2,025300	0,202298
Error	5508,232	7	786,890		

Πίνακας 2.3.9 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το λευκό χρώμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	2178,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.10 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το λευκό χρώμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Χρήση US	Λευκό Χρώμα	1	2
1	1	7,750000	****	
2	2	8,750000		****

Πίνακας 2.3.11 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λεία επιφάνεια (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	435,1250	1	435,1250	1160,333	0,000004
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.3.12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συναίρεση (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	684,5000	1	684,5000	2738,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το φυσικό άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	561,1250	1	561,1250	4489,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.13 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το φυσικό άρωμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Φυσικό	1	2
2	95	8,000000	****	
1	83	8,750000		****

Πίνακας 2.3.14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για το καμμένο άρωμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	666,1250	1	666,1250	5329,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Χρήση US	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.15 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Καμμένο	1	2
2	95	8,750000	****	
1	83	9,500000		****

Πίνακας 2.3.16 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή το καμμένο άρωμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Χρήση US	Καμμένο	1	2
2	2	8,750000	****	
1	1	9,500000		****

Πίνακας 2.3.17 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την όξινη γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	1587,000	0,000002
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	3,000	0,158302
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.3.17 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση ορού (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	595,1250	1	595,1250	1587,000	0,000002
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.3.18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γεύση γάλακτος (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	612,5000	1	612,5000	980,0000	0,000006
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	0,8000	0,421648
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,0000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	0,8000	0,421648
Error	2,5000	4	0,6250		

Πίνακας 2.3.19 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη γλυκύτητα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	648,0000	1	648,0000	2592,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πικρή γεύση (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	703,1250	1	703,1250	5625,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	3,1250	1	3,1250	25,000	0,007490
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.21 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την πικρή γεύση του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Πικρή γεύση	1	2
2	95	8,75000	****	
1	83	10,00000		****

Πίνακας 2.3.22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ελαστική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	578,0000	1	578,0000	2312,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.23 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	4356,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Θερμική κατεργασία	0,5000	1	0,5000	4,000	0,116117
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Error	0,5000	4	0,1250		



Πίνακας 2.3.24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	378,1250	1	378,1250	1008,333	0,000006
Είδος γαλακτος	15,1250	1	15,1250	40,333	0,003150
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,333	0,594642
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.3.25 Dupcan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο κουτάλι του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	5,500000	****	
1	1	8,250000		****

Πίνακας 2.3.26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την πηγματώδη υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	528,1250	1	528,1250	845,0000	0,000008
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	1,8000	0,250815
Θερμική κατεργασία	1,1250	1	1,1250	1,8000	0,250815
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	0,2000	0,677869
Error	2,5000	4	0,6250		

Πίνακας 2.3.27 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	648,0000	1	648,0000	648,0000	0,000014
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	2,0000	0,230200
Θερμική κατεργασία	2,0000	1	2,0000	2,0000	0,230200
Χρήση US	0,0000	1	0,0000	0,0000	1,000000
Error	4,0000	4	1,0000		

Πίνακας 2.3.28 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τα ίχνη γιαουρτιού στο κουτάλι (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	630,1250	1	630,1250	5041,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.29 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη λιπαρή υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	630,1250	1	630,1250	5041,000	0,000000
Είδος γαλακτος	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κοκκώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	561,1250	1	561,1250	4489,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.31 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κοκκώδη υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κοκκώδες	1	2
2	2	8,000000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 2.3.32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κολλώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	2178,000	0,000001
Είδος γαλακτος	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Θερμική κατεργασία	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Χρήση US	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.33 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κολλώδη υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Θερμική κατεργασία	Κολλώδες	1	2
2	95	7,750000	****	
1	83	8,750000		****

Πίνακας 2.3.34 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή την κολλώδη υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Χρήση US	Κολλώδες	1	2
1	1	7,750000	****	
2	2	8,750000		****

Πίνακας 2.3.35 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για τη συνεκτική υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	544,5000	1	544,5000	2178,000	0,000001
Είδος γαλακτος	2,0000	1	2,0000	8,000	0,047421
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	0,5000	1	0,5000	2,000	0,230200
Error	1,0000	4	0,2500		

Πίνακας 2.3.36 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη συνεκτική υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Συνεκτικό	1	2
2	2	7,750000	****	
1	1	8,750000		****

Πίνακας 2.3.37 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κρεμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	512,0000	1	512,0000	1365,333	0,000003
Είδος γαλακτος	12,5000	1	12,5000	33,333	0,004469
Θερμική κατεργασία	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000000
Χρήση US	2,0000	1	2,0000	5,333	0,082086
Error	1,5000	4	0,3750		

Πίνακας 2.3.38 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κρεμώδη υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

	Είδος γαλακτος	Κρεμώδες	1	2
2	2	6,750000	****	
1	1	9,250000		****

Πίνακας 2.3.39 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την κομμώδη υφή στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	561,1250	1	561,1250	4489,000	0,000000
Είδος γαλακτος	1,1250	1	1,1250	9,000	0,039942
Θερμική κατεργασία	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Χρήση US	0,1250	1	0,1250	1,000	0,373901
Error	0,5000	4	0,1250		

Πίνακας 2.3.40 Duncan Test: Ομογενείς ομάδες με μεταβλητή τη κομμώδη υφή στο στόμα του στραγγιστού γιαουρτιού

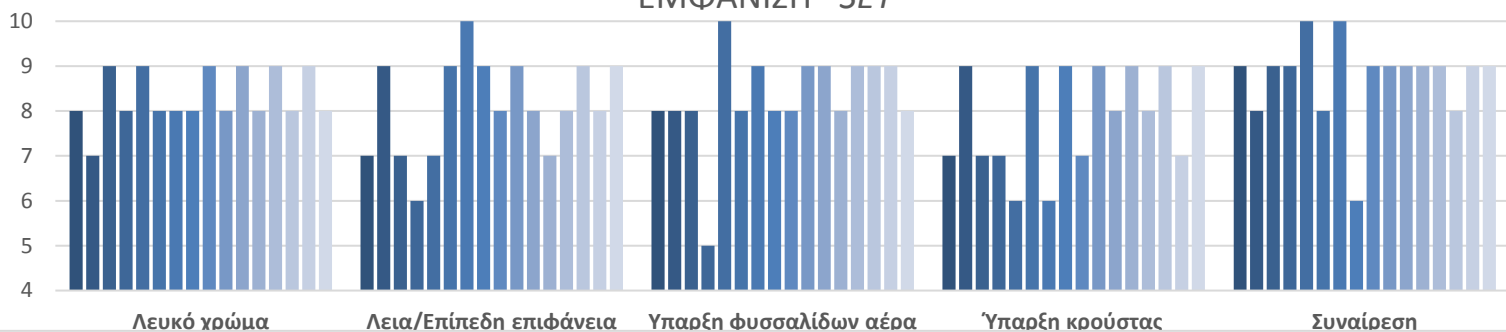
	Είδος γαλακτος	Κομμώδες	1	2
2	2	8,000000	****	
1	1	8,750000		****

*Πίνακας 2.3.41 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης διακύμανσης ANOVA για την ύπαρξη αδιάλυτων στερεών στο στόμα (οργανοληπτικός έλεγχος) του στραγγιστού γιαουρτιού*

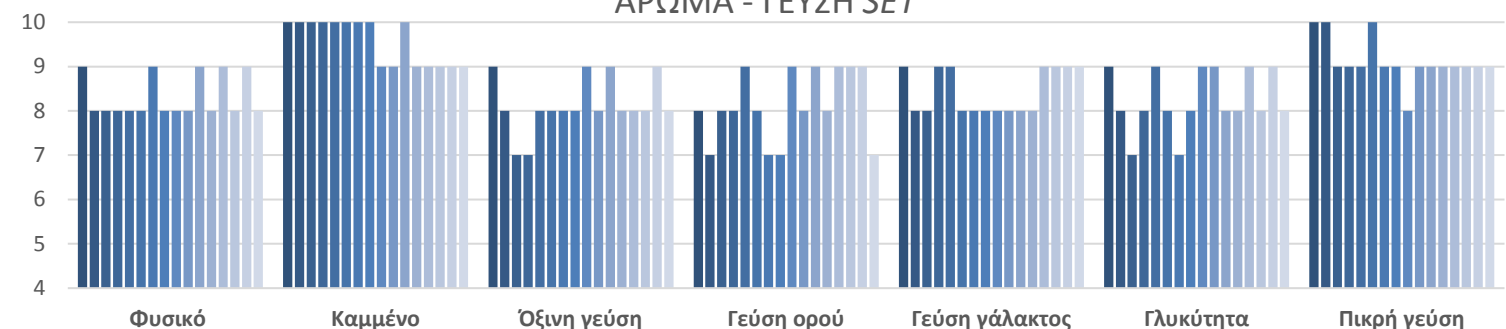
	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercept</b>	666,1250	1	666,1250	761,2857	0,000010
<b>Είδος γαλακτος</b>	1,1250	1	1,1250	1,2857	0,320188
<b>Θερμική κατεργασία</b>	0,1250	1	0,1250	0,1429	0,724659
<b>Χρήση US</b>	0,1250	1	0,1250	0,1429	0,724659
<b>Error</b>	3,5000	4	0,8750		

### Π.3. Ιστογράμματα οργανοληπτικού ελέγχου

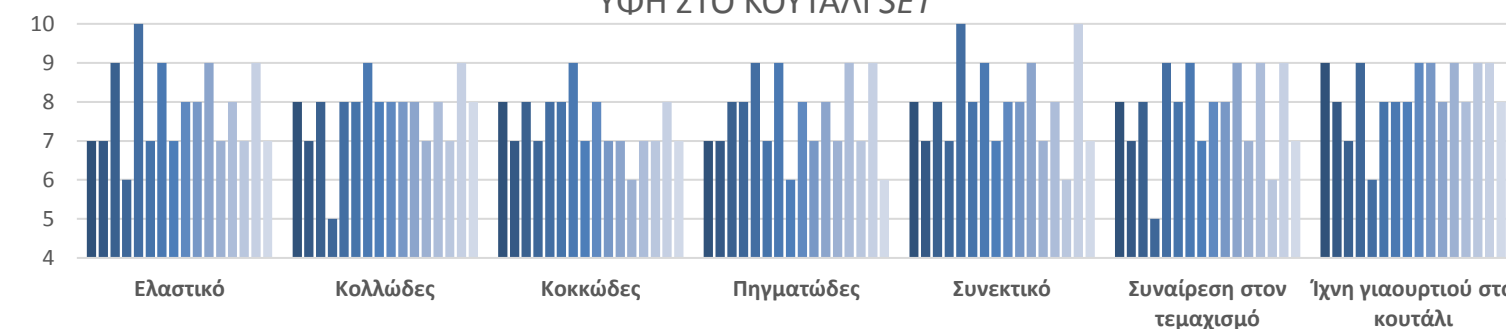
#### ΕΜΦΑΝΙΣΗ - SET



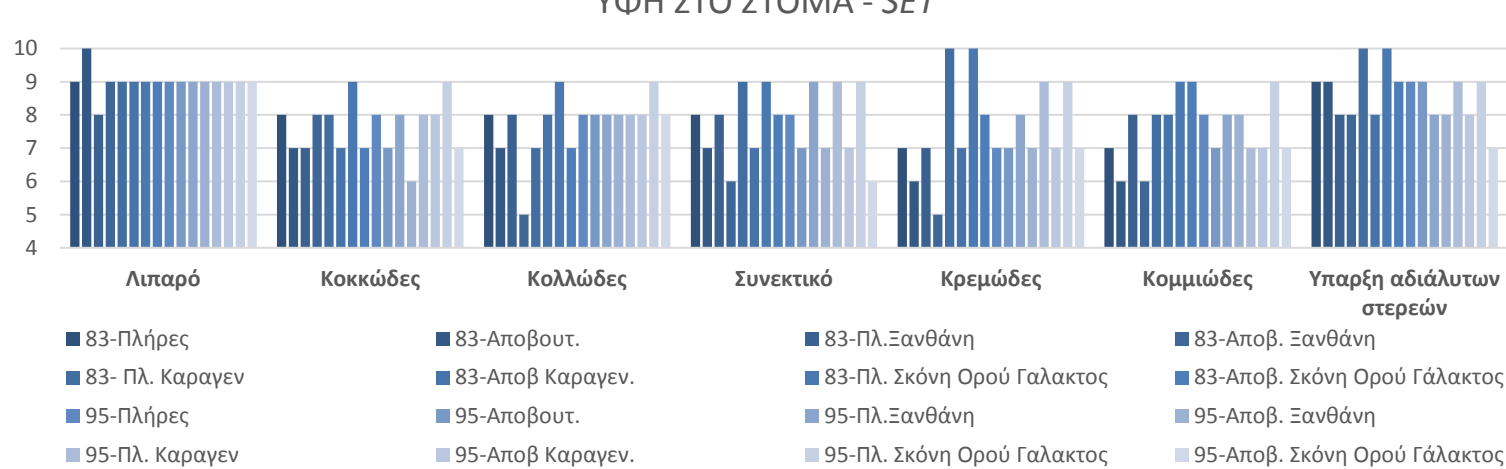
#### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ SET



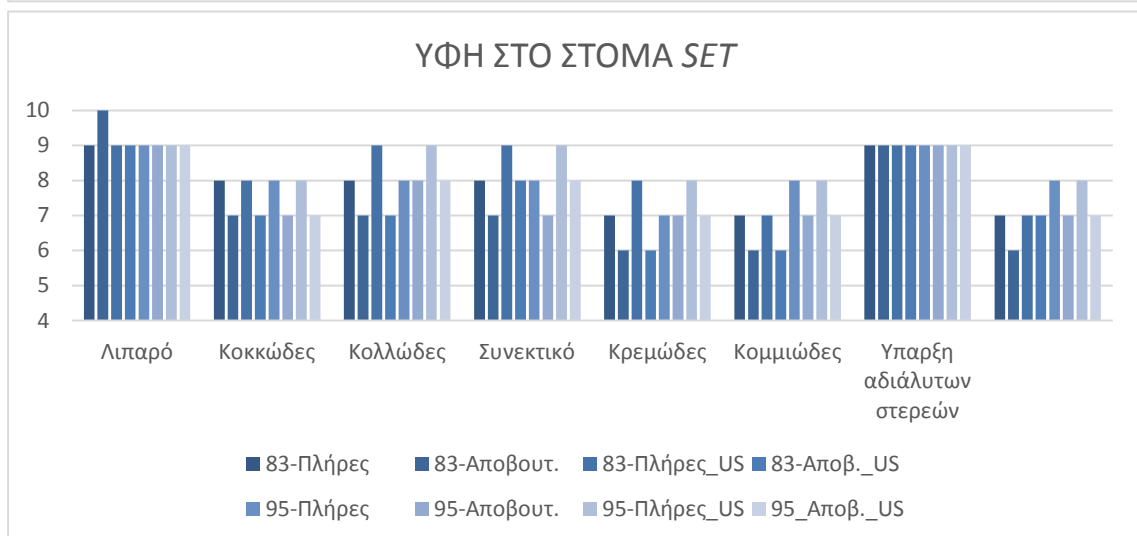
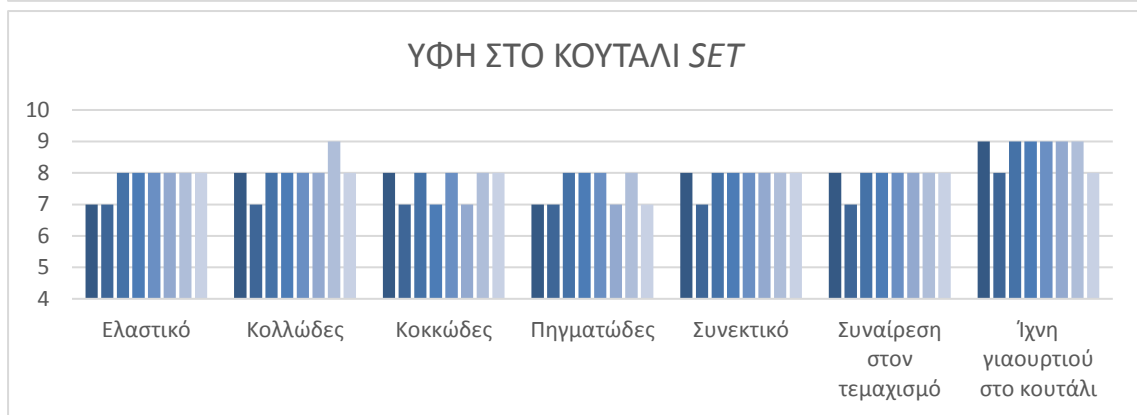
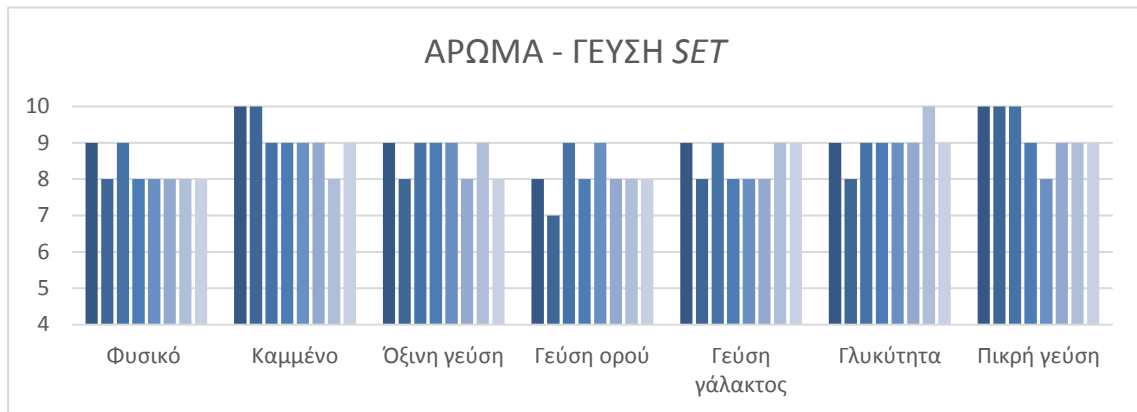
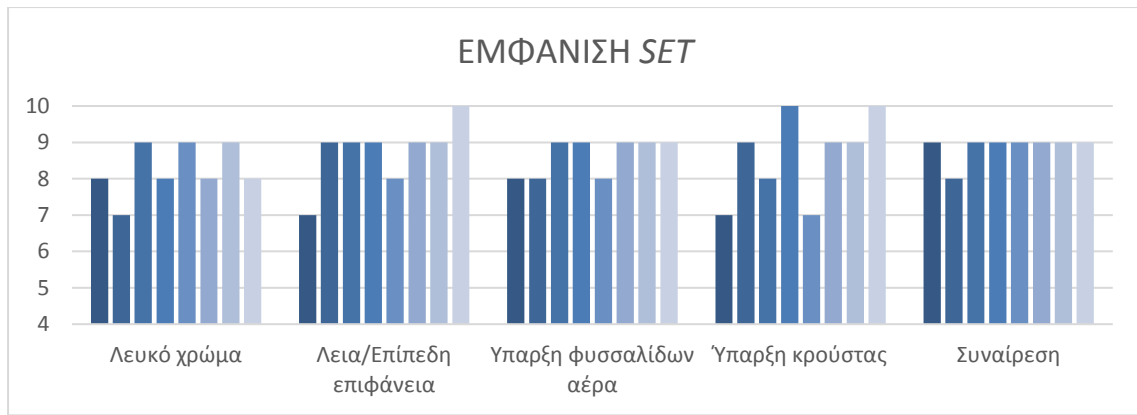
#### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ SET



#### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ - SET



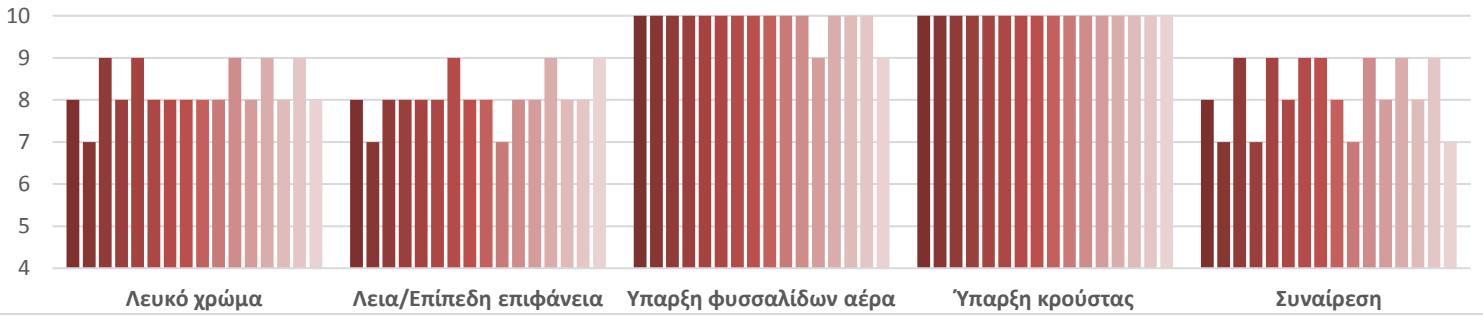
Διάγραμμα Π.3.1 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου συνεκτικών (set) γιαουρτιών τυφλών και αντίστοιχων με προσθήκη ξανθάνης, καραγεννάνης και σκόνη ορού γάλακτος



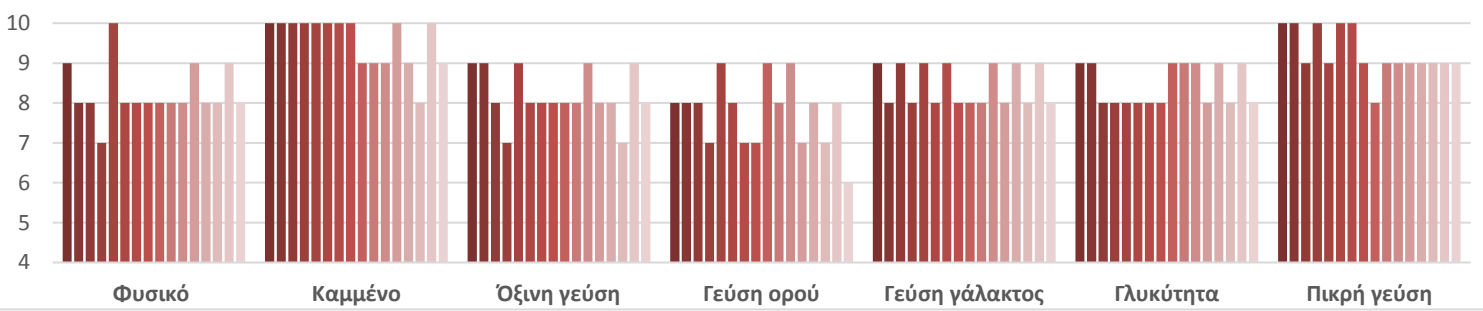
■ 83-Πλήρες    ■ 83-Αποβουτ.    ■ 83-Πλήρες\_US    ■ 83-Αποβ.\_US  
 ■ 95-Πλήρες    ■ 95-Αποβουτ.    ■ 95-Πλήρες\_US    ■ 95-Αποβ.\_US

Διάγραμμα Π.3.2 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου των συνεκτικών (set) γιαουρτιών τυφλών και με χρήση υπερήχων στην προεπεξεργασία του γάλακτος

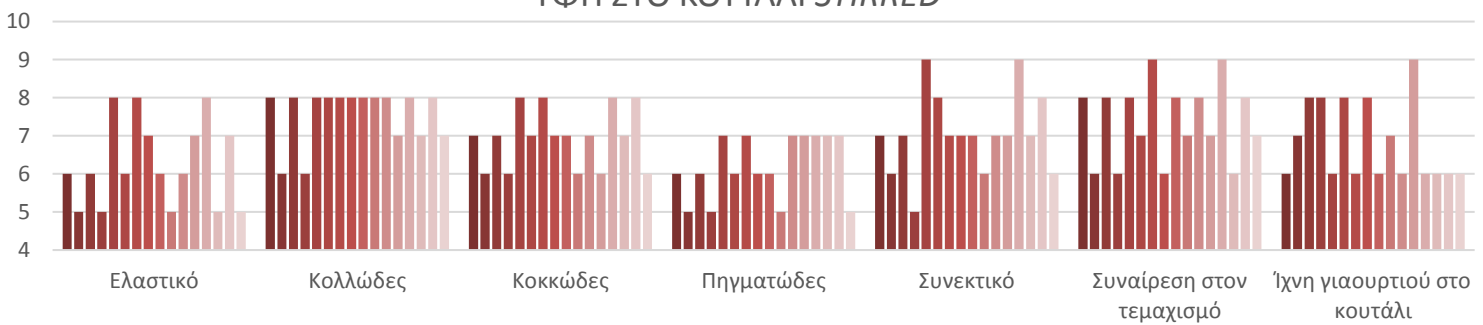
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ *STIRRED*



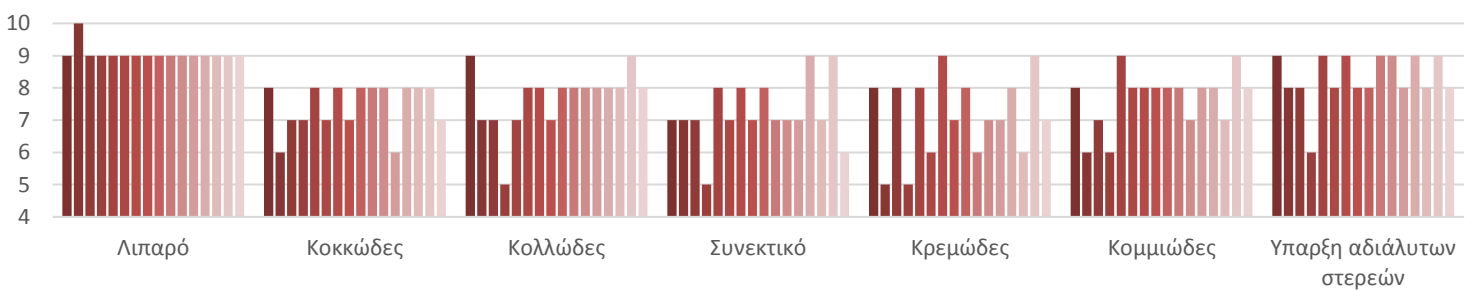
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ *STIRRED*



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ *STIRRED*

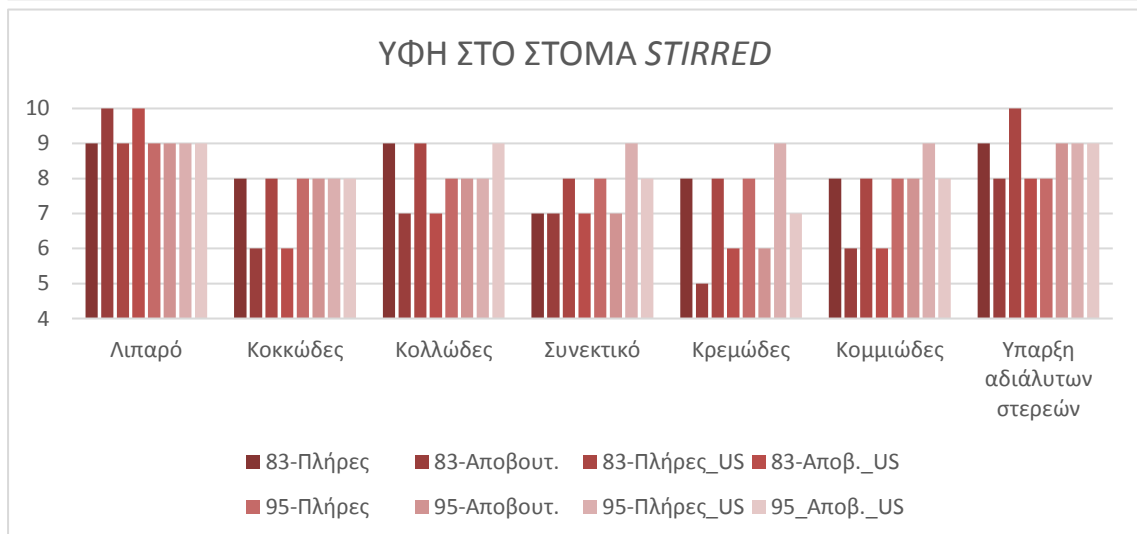
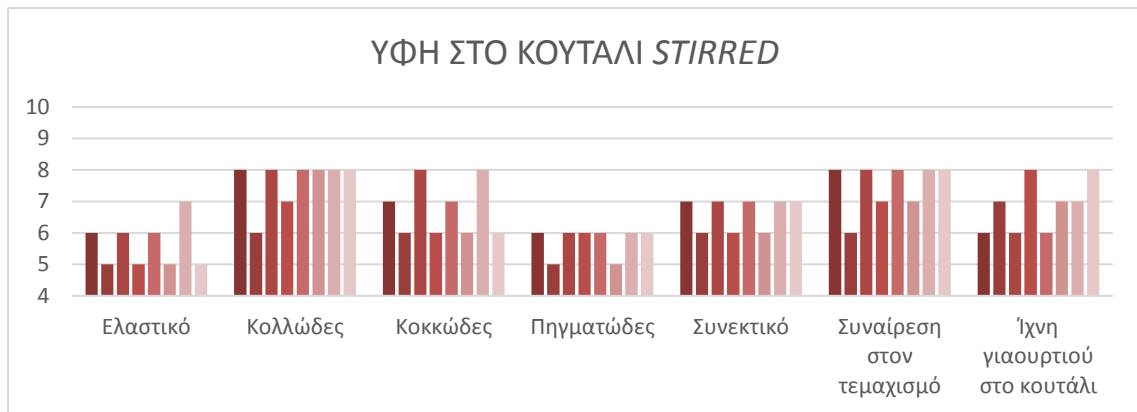
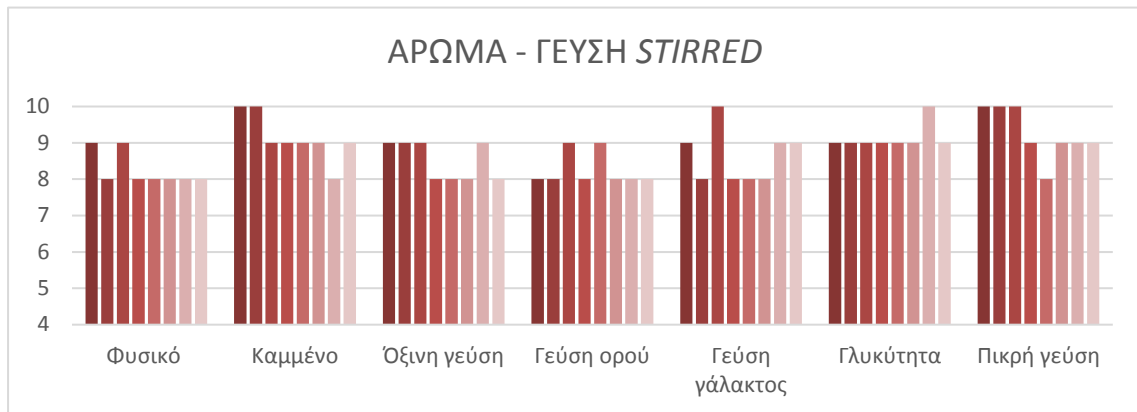
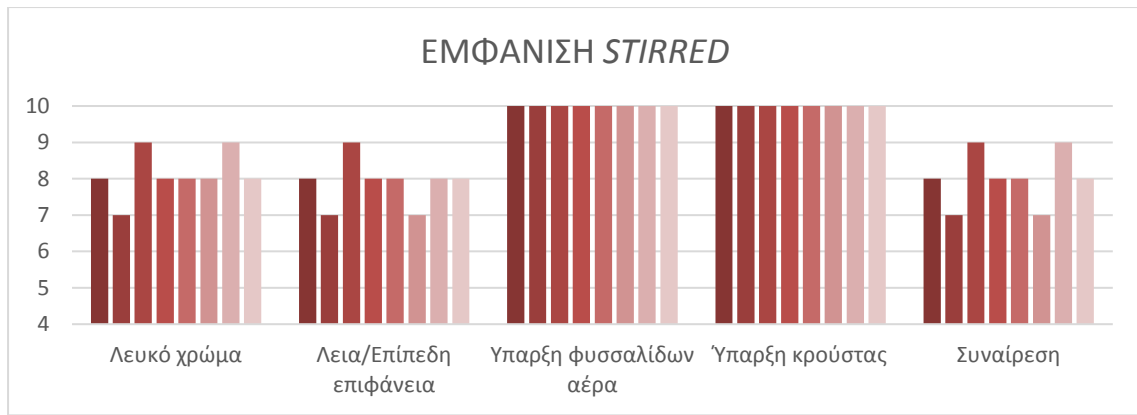


### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ *STIRRED*



- |                   |                    |                              |                                |
|-------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
| ■ 83-Πλήρες       | ■ 83-Αποβουτ.      | ■ 83-Πλ.Ξανθάνη              | ■ 83-Αποβ. Ξανθάνη             |
| ■ 83- Πλ. Καραγεν | ■ 83-Αποβ Καραγεν. | ■ 83-Πλ. Σκόνη Ορού Γαλακτος | ■ 83-Αποβ. Σκόνη Ορού Γάλακτος |
| ■ 95-Πλήρες       | ■ 95-Αποβουτ.      | ■ 95-Πλ.Ξανθάνη              | ■ 95-Αποβ. Ξανθάνη             |
| ■ 95-Πλ. Καραγεν  | ■ 95-Αποβ Καραγεν. | ■ 95-Πλ. Σκόνη Ορού Γαλακτος | ■ 95-Αποβ. Σκόνη Ορού Γάλακτος |

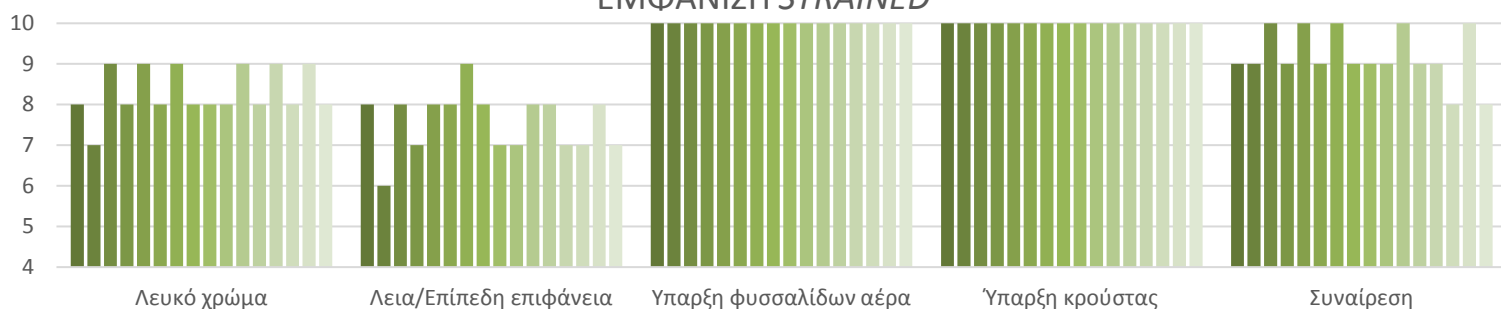
Διάγραμμα Π.3.3 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου αναμεμιγμένων (*stirred*) γιαουρτιών τυφλών και αντίστοιχων με προσθήκη ξανθάνης, καραγεννάνης και σκόνη ορού γάλακτος



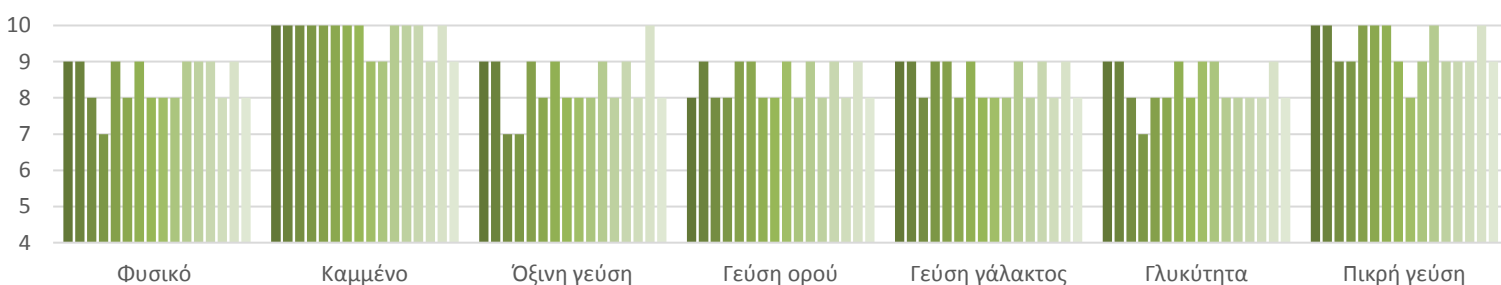
Διάγραμμα Π.3.4 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου αναμεμιγμένων (*stirred*) γιαουρτιών τυφλών και με χρήση υπερήχων στην προεπεξεργασία του γάλακτος



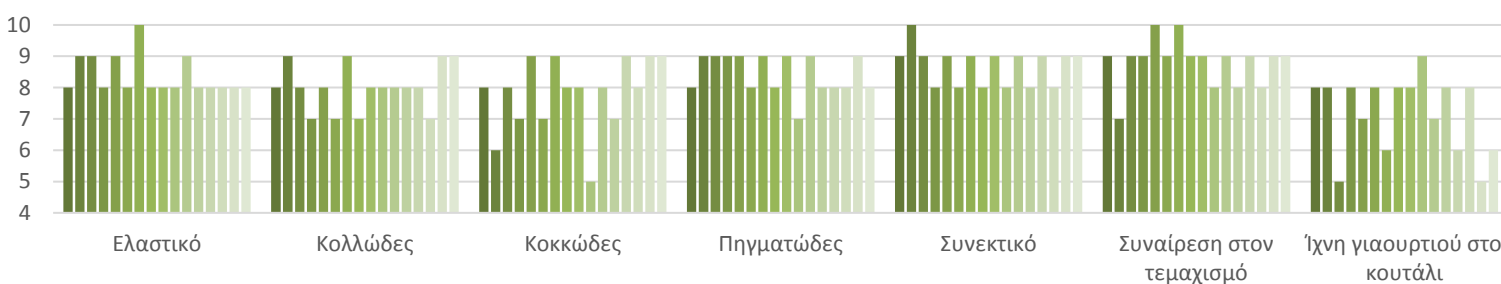
### ΕΜΦΑΝΙΣΗ STRAINED



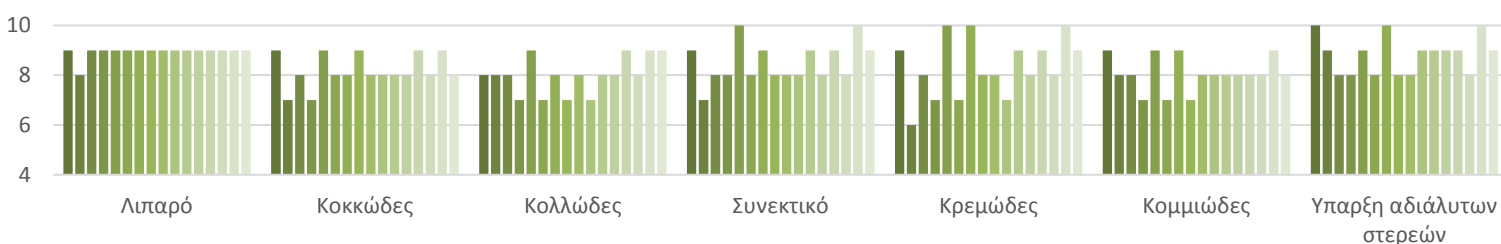
### ΑΡΩΜΑ - ΓΕΥΣΗ STRAINED



### ΥΦΗ ΣΤΟ ΚΟΥΤΑΛΙ STRAINED

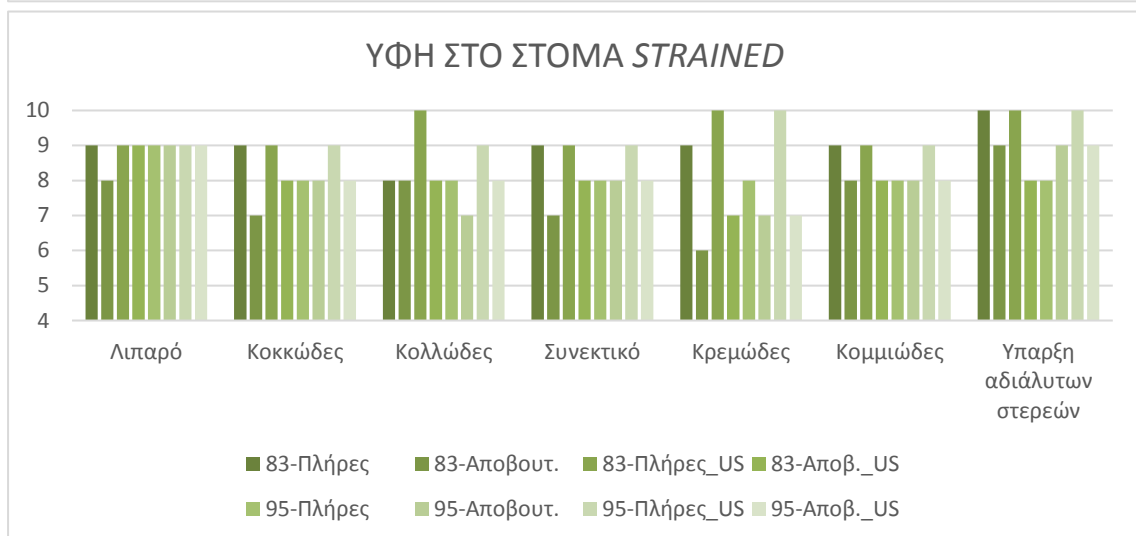
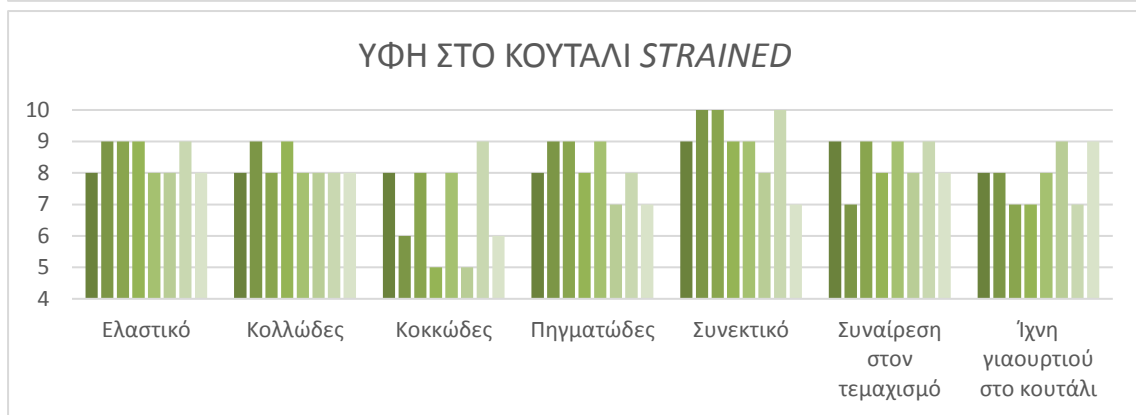
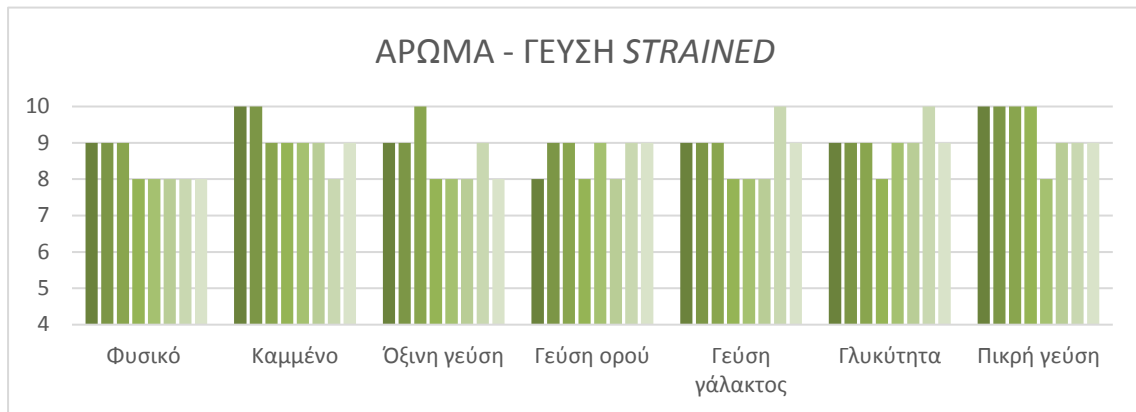
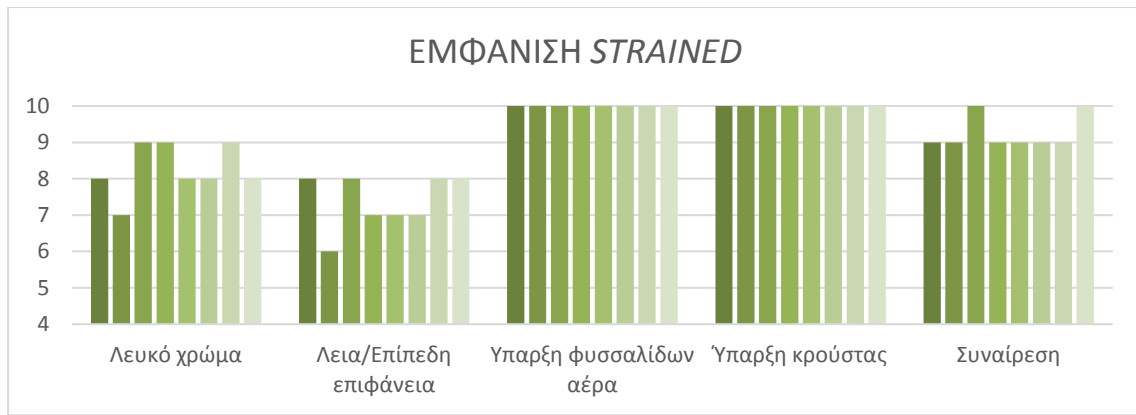


### ΥΦΗ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ



- |                   |                    |                              |                                |
|-------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
| ■ 83-Πλήρες       | ■ 83-Αποβουτ.      | ■ 83-Πλ.Ξανθάνη              | ■ 83-Αποβ. Ξανθάνη             |
| ■ 83- Πλ. Καραγεν | ■ 83-Αποβ Καραγεν. | ■ 83-Πλ. Σκόνη Ορού Γαλακτος | ■ 83-Αποβ. Σκόνη Ορού Γάλακτος |
| ■ 95-Πλήρες       | ■ 95-Αποβουτ.      | ■ 95-Πλ.Ξανθάνη              | ■ 95-Αποβ. Ξανθάνη             |
| ■ 95-Πλ. Καραγεν  | ■ 95-Αποβ Καραγεν. | ■ 95-Πλ. Σκόνη Ορού Γαλακτος | ■ 95-Αποβ. Σκόνη Ορού Γάλακτος |

Διάγραμμα Π.3.5 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου αναμεμιγμένων (stirred) γιαουρτιών τυφλών και αντίστοιχων με προσθήκη Ξανθάνης, καραγεννάνης και σκόνη ορού γάλακτος



Διάγραμμα Π.3.6 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου στραγγιστών γιαουρτιών τυφλών και με χρήση υπερήχων στην προεπεξεργασία του γάλακτος