



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΥΡΙΩΝ ΚΡΕΜΑ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ**

ΣΠΥΡΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΩΜΑΡΕΪΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2023

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΥΡΙΩΝ ΚΡΕΜΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ
ΑΠΟ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ**

ΣΠΥΡΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ

Υποβολή μεταπτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή του μεταπτυχιακού τίτλου του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΩΜΑΡΕΪΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Ελέγχου και Διασφάλισης Ποιότητας του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Θωμάρεϊ Απόστολο για την αμέριστη βοήθεια και καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και για τις οδηγίες και συμβουλές του από την αρχή μέχρι το πέρας αυτής της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κύριο Πετρίδη Δημήτριο για τη βοήθεια που μου παρείχε στον τομέα της στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων της διατριβής, καθώς και τον καθηγητή κύριο Ριζούλη Χρήστο και την κυρία Μαρινοπούλου Άννα για τη βοήθειά τους σε εργαστηριακό επίπεδο.

Τέλος, η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή δε θα είχε ολοκληρωθεί χωρίς την αμέριστη υποστήριξη του φιλικού και οικογενειακού μου περιβάλλοντος, οπότε και τους οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ, και κυρίως στη μητέρα μου, Όλγα, η οποία πίστευε πάντοτε σε εμένα περισσότερο από εμένα και έτσι κάθε μου επίτευγμα θα είναι πάντοτε με αγάπη αφιερωμένο σε αυτήν.

Μαρία Σπυρογιάννη

Θεσσαλονίκη 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματεύεται την ανάπτυξη και μελέτη δειγμάτων τυριού κρέμα, τα οποία παρασκευάστηκαν με πρώτη ύλη παραδοσιακό γιαούρτι και προσθήκη βουτύρου αγελάδος, πρωτεϊνών ορού 85%, ξανθάνης και αλατιού. Τα παραδοσιακά γιαούρτια που χρησιμοποιήθηκαν είναι τριών ειδών, αγελαδινό, πρόβειο και γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι. Τα επίπεδα προσθήκης του αγελαδινού βουτύρου είναι δύο, είτε 10% προσθήκη είτε 20% προσθήκη και τα επίπεδα προσθήκης πρωτεϊνών ορού είναι 3, δηλαδή 0%, 5% και 10% προσθήκη. Η προσθήκη αλατιού είναι σταθερή στο 1% σε όλα τα δείγματα, το ίδιο και η προσθήκη ξανθάνης στο επίπεδο 0,8%.

Επιπροσθέτως, μελετήθηκε η επίδραση που είχαν τα εκάστοτε συστατικά και τα επίπεδα προσθήκης τους στις ρεολογικές, φυσικοχημικές και οργανοληπτικές ιδιότητες των τελικών προϊόντων.

Στο προκαταρκτικό στάδιο της μελέτης πραγματοποιήθηκε μια μεγάλη σειρά δοκιμών για τον προσδιορισμό των κατώτερων και ανώτερων ορίων των χρησιμοποιούμενων συστατικών και έτσι αποφασίστηκαν τα επίπεδα προσθήκης τους, ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή των προϊόντων τυριού κρέμα. Στη προκαταρκτική μελέτη χρησιμοποιήθηκε, αντί για πρωτεΐνη ορού, καζεϊνικό νάτριο, το οποίο απορρίφθηκε καθώς προσέδιδε μια δυσάρεστη γεύση στο τελικό προϊόν.

Έπειτα από την τελική επιλογή των επιπέδων προσθήκης κάθε συστατικού, το τελικό πειραματικό σχέδιο περιλάμβανε 18 δείγματα τυριού κρέμα που διέφεραν ως προς το είδος γιαουρτιού που χρησιμοποιήθηκε, το ποσοστό βουτύρου και το ποσοστό πρωτεϊνών ορού. Όλα τα δείγματα που προέκυψαν ήταν κρεμώδη με ομοιογενή υφή σε απόχρωση από λευκό έως υποκίτρινο με αποδεκτή ικανότητα επάλειψης και ελαφρύ άρωμα, χαρακτηριστικό των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Τα δείγματα παρασκευάστηκαν και έπειτα ακολούθησε μελέτη των φυσικοχημικών και ρεολογικών ιδιοτήτων τους καθώς επίσης διεξήχθη και οργανοληπτικός έλεγχος με τη συμμετοχή 57 δοκιμαστών.

Οι φυσικοχημικές δοκιμές περιλαμβάνουν τη μέτρηση του χρώματος, τη μέτρηση του pH και το μέγεθος των λιποσφαιρίων. Η χρωματομετρική μέθοδος πραγματοποιήθηκε με το χρωματόμετρο HunterLab, τα δείγματα που δε περιείχαν πρωτεΐνες ορού είχαν μεγαλύτερη φωτεινότητα, ενώ με αύξηση της προσθήκης των πρωτεϊνών ορού και του επιπέδου βουτύρου τα δείγματα είχαν πιο κίτρινο χρώμα. Σχετικά με το pH, υπήρξε μικρή διαφορά ανάλογα με το είδος του γιαουρτιού που χρησιμοποιήθηκε και χαμηλότερη τιμή είχαν όσα δείγματα δε περιείχαν πρωτεΐνες ορού. Τέλος, για το μέγεθος των λιποσφαιρίων χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Mastersizer 2000, τα αποτελέσματα της μέτρησης έδειξαν πως, εν τέλει, τα λιποσφαίρια σχημάτισαν συσσωματώματα.

Η μελέτη των ρεολογικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της ανάλυσης κατανομής της υφής (TPA) και τη δοκιμή της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής (squeeze flow), με τη βοήθεια της συσκευής Texture Analyzer. Τα δείγματα, τα οποία παρασκευάστηκαν με γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα στη δοκιμή λιπαινόμενης συμπιεστής ροής. Επιπροσθέτως, οι τιμές της δύναμης αυξάνονται στα δείγματα τα οποία περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό βουτύρου (20%) έναντι αυτών με το μικρότερο ποσοστό (10%). Γενικότερα, σύμφωνα και με τις τιμές από τις δοκιμές TPA, όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε βούτυρο, τόσο αυξάνεται και η σκληρότητά τους, όπως είναι αναμενόμενο.

Η οργανοληπτική δοκιμή έδειξε πως, κατά κύριο λόγο, η πλειονότητα των δοκιμαστών θεωρούν ως μέγιστα αρεστά δείγματα αυτά με τη μέγιστη προσθήκη βουτύρου και το επίπεδο πρωτεϊνών ορού στο 5% και πως σε ποσοστό 96,5% θα αγόραζαν ως καταναλωτές το προϊόν που θεώρησαν ως μέγιστα αρεστό εάν αυτό υπήρχε ήδη στην αγορά. Ποσοστό το οποίο δηλώνει πως με μικρές μεταβολές θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων και τελικά να διατεθεί στην αγορά και μάλιστα να γίνει αποδεκτό από τους καταναλωτές.

Συμπερασματικά, η μελέτη έδειξε ότι είναι δυνατή η παρασκευή προϊόντων τυριού κρέμα, τα οποία θα έχουν παρασκευαστεί με βάση το παραδοσιακό γιαούρτι. Τα προϊόντα αυτά έχουν επιθυμητές φυσικοχημικές και ρεολογικές ιδιότητες και έγιναν αποδεκτά κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο και είναι προϊόντα προστιθέμενης αξίας, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα αξιοποίησης γιαουρτιών τα οποία έχουν εξαντλήσει μεγάλο μέρος της διάρκειας ζωής τους στην αγορά.

ABSTRACT

This postgraduate study deals with the development and study of cream cheese, that is produced by traditional yogurt and cow butter, whey protein 85%, xanthan and salt. The traditional yogurts that were used for this purpose were sheep yogurt, cow yogurt and goat yogurt. The cow butter was added in 2 levels, either at 10% or 20% and the whey protein in 3 levels, 0%, 5% and 10%. The addition of both salt and xanthan remained at the same level in every sample, at 1% and 0,8%.

Furthermore, it was under investigation the affection of each of the ingredients and the level in which they added to the products in the rheological, physicochemical and organoleptic properties of the final products.

At the preliminary stage of the study, many different experiments were made in order to determine the lowest and upper limits of the ingredients. By this way, the limits were determined and the production of the samples was able to be done. At the preliminary study, sodium caseinate was used instead of whey protein, unfortunately, it gave a bad taste at the final products, so it was rejected as ingredient.

After the final selection of the addition levels of each ingredient, the experiment plan was organized, and it includes 18 samples of cream cheese that were produced by different kinds of yogurt, butter and whey protein addition. All the samples, that were produced, had creamy and homogeneous texture in the shade from white to pale yellow with acceptable spreading ability and light aroma. The samples were produced and then an organoleptic examination was carried out with the participation of 57 assayers.

The physicochemical measurements included the measurement of color, of pH and the size of the fat globules. The colorimetric method was made by using the colorimeter HunterLab, the samples without the addition of the whey protein were brighter white and the ones that were produced with more quantity of the whey protein and butter had pale yellow color. Considering the pH measurements, there was a slight difference due to the kind of the yogurts and the products without whey protein addition had the lowest values. Additionally, the measurement of the fat globules was held by using the appliance Mastersizer 2000, the results showed that the fat globules formed agglomerates.

The study of the rheological properties was held by the method of TPA and squeeze flow by using the TA- XT plus analyzer.

The organoleptic evaluation showed that the majority of the assayers seems to like most the samples that had the highest quantity of the butter and the percentage of the whey protein at 5%. Also, the 96,5% of the assayers confirmed that they would buy the product that they liked the most, if it was available at the market.

In conclusion we found out that we can develop cream cheese by using traditional yogurt, in

that way these products are added value products, that can reclaim yogurts which don't have more self-life. Those products had desired physicochemical and rheological properties and were acceptable at the organoleptic evaluation. After some conversions, these products can be released in the market and it seems that they are accepted by the consumers.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
2.1 Τυρί κρέμα	13
2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των τυριών κρέμα	16
2.2.1 Προδιαγραφές τυριού κρέμα (USDA, 1994)	16
2.2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	17
2.2.3 Ρεολογικά Χαρακτηριστικά	18
2.2.3.1 Επίδραση της χημικής σύστασης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά	19
2.3 Παρασκευή τυριών κρέμα.....	20
2.4 Διάρκεια ζωής τυριών κρέμα	22
2.5 Γιαούρτι.....	22
2.5.1 Γενικά.....	22
2.5.2 Στάδια παραγωγής γιαουρτιού	24
2.5.3 Είδη γιαουρτιού.....	24
2.5.4 Θρεπτική αξία γιαουρτιού.....	25
2.6 Βούτυρο	26
2.7 Γαλακτώματα	28
2.7.1 Γενικά.....	28
2.7.2 Σταθερότητα γαλακτωμάτων	29
2.8 Σταθεροποιητές	31
2.8.1 Γενικά.....	31
2.8.2 Γαλακτωματοποιητές	31
2.8.3 Πυκνωτικά Μέσα	32
2.8.4 Πολυσακχαρίτες	32
2.8.5 Ξανθάνη	32
2.9 Πρωτεΐνες ορού.....	34
2.9.1 Γενικά.....	34
2.9.2 Κατηγορίες πρωτεϊνών ορού	35
2.9.3 Χρήσεις των πρωτεϊνών ορού γάλακτος στη βιομηχανία τροφίμων	36
2.9.4 Αλληλεπιδράσεις πρωτεϊνών με πολυσακχαρίτες.....	38
2.10 Ρεολογία τροφίμων	39
2.10.1 Γενικά.....	39
2.10.2 Ρεολογικές δοκιμές	39
2.10.3 Ρεολογία τροφίμων	40
2.10.4 Ρεολογία τυριών κρέμα	40
2.10.5 Ιξωδοελαστικότητα	41
2.11 Οργανοληπτικές μέθοδοι.....	42

2.11.1 Γενικά.....	42
2.11.2 Οργανοληπτικές δοκιμές σε τυριά κρέμα	43
2.11.3 Συσχέτιση ενόργανης ανάλυσης και οργανοληπτικών δοκιμών	43
2.12 Τυριά κρέμα με στραγγιστό γιαούρτι.....	44
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	45
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	46
4.1 Πρώτες ύλες	46
4.2 Περιγραφή εργαστηριακού ομογενοποιητή – παστεριωτήρα	47
4.3 Πειραματική διαδικασία παρασκευής των δειγμάτων	48
4.4 Ρεολογικές Δοκιμές / Περιγραφή χρήσης αναλυτή υφής.....	49
4.4.1 Δοκιμή ανάλυσης κατατομής υφής TPA	51
4.4.2 Δοκιμή λιπαινόμενης συμπίεστης ροής - Squeeze flow.....	53
4.5 Φυσικοχημικές αναλύσεις	55
4.5.1 Προσδιορισμός pH.....	55
4.5.2 Προσδιορισμός χρώματος.....	55
4.5.3 Μέτρηση μεγέθους λιποσφαιρίων.....	56
4.6 Οργανοληπτικός έλεγχος.....	57
4.7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων	60
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	61
5.1 Αποτελέσματα Φυσικοχημικών ιδιοτήτων.....	61
5.1.1 Αποτελέσματα μετρήσεων pH	61
5.1.2 Αποτελέσματα χρωματομετρικών μετρήσεων	69
5.1.2.1 Παράμετρος L*	70
5.1.2.2 Παράμετρος a*	75
5.1.2.3 Παράμετρος b*	78
5.1.3 Μέγεθος λιποσφαιρίων	82
5.1.3.1 D4:3.....	83
5.2 Αποτελέσματα ρεολογικών ιδιοτήτων	86
5.2.1 Δοκιμή TPA.....	86
5.2.1.1 Σκληρότητα H1	86
5.2.1.2 Έργο Συμπίεσης A1	89
5.2.2 Δοκιμή Λιπαινόμενης Συμπιεστής Ροής (Squeeze Flow)	92
5.2.2.1 Αποτελέσματα δύναμης Fo	93
5.2.2.2 Αποτελέσματα δύναμης F3	97
5.3 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου	99
5.3.1 Ένταση χρώματος	102
5.3.2 Ένταση αρώματος.....	104
5.3.3 Οξύτητα.....	106
5.3.4 Λιπαρότητα	108

5.3.5 Συνεκτικότητα.....	111
5.3.6 Ικανότητα επάλειψης	113
5.3.7 Ομοιογενής υφή	115
5.3.8 Αρέσκεια	117
5.3.9 Κριτήρια αποδοχής από τους δοκιμαστές.....	119
5.3.10 Αποδοχή του προϊόντος.....	120
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	121
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	142
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	181
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV	188

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το τυρί και το γιαούρτι είναι βασικά συστατικά της μεσογειακής διατροφής και αποτελούν σημαντικές πηγές ασβεστίου. Τα τυριά κρέμα και τυριά επάλειψης κερδίζουν όλο και μεγαλύτερη θέση στα τραπέζια και των κατοίκων στη χώρα μας, αν και ακόμη το τυρί φέτα και το κατσικίσιο τυρί κατέχουν τις κυρίαρχες θέσεις στις διατροφικές συνήθειες των Ελλήνων. Τα φυσικά τυριά, λόγω της περιορισμένης διάρκειας ζωής και των πολλών παραγόντων και παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν σφάλματα κατά την παραγωγή και ωρίμανση τους, δημιούργησαν την επιθυμία να αναπτυχθεί ένα νέο είδος τυριού με πιο ήπια και πιο σταθερή γεύση, προκειμένου να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους (Berger et al., 1989). Οπότε η επιτακτική ανάγκη παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και σταθερότητα οδήγησε στην παραγωγή και διάθεση στην αγορά των τυριών κρέμα (Guinee et al., 2004).

Η παγκόσμια βιομηχανία τυριών κρέμα στοχεύει στην αύξηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης καινοτόμων προϊόντων, μέσω της ενσωμάτωσης ποικίλων εναλλακτικών συστατικών, όπως η προσθήκη στραγγιστού ή παραδοσιακού γιαουρτιού. Η παραγωγή τους από παραδοσιακό γιαούρτι είναι μια εξαιρετική επιλογή για την αξιοποίηση προϊόντων γιαουρτιού που έχουν περάσει τις πρώτες μέρες τους στην αγορά και μέσω αυτού του τρόπου μπορούν να αξιοποιηθούν εκ νέου σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας (Guinee et al., 2004).

Από τότε που παράχθηκε για πρώτη φορά το τυρί κρέμα στις αρχές του 20ου αιώνα, έχουν παρασκευαστεί πολλοί διαφορετικοί τύποι σε όλο τον κόσμο. Για την παραγωγή των ακόλουθων προϊόντων τυριού κρέμα χρησιμοποιήθηκαν παραδοσιακά γιαούρτια διαφόρων ειδών γάλακτος. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, «Γιαούρτι (πλήρες ή, κατά περίπτωση, ημιαποβουτυρωμένο), χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση».

Συγκεκριμένα, το γιαούρτι και το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση είναι από τα πιο κοινά γαλακτοκομικά προϊόντα που καταναλώνονται στον κόσμο. Η υψηλή θρεπτική αξία και η επίδραση του γιαουρτιού στην υγεία του ανθρώπου το καθιστούν ένα εξαιρετικά δημοφιλές και παγκοσμίως καταναλωμένο ζυμούμενο προϊόν.

Όσο αυξάνεται η ζήτηση για υγιεινά τρόφιμα με ευχάριστη γεύση, τόσο αυξάνεται και η παραγωγή λειτουργικών γαλακτοκομικών προϊόντων μέσω του εμπλουτισμού. Με αυτό τον τρόπο, το γιαούρτι έχει αρχίσει να προσελκύει νέες ομάδες καταναλωτών λόγω της ευχάριστης γεύσης και των αυξημένων ωφελειών για την υγεία. Τα τελευταία χρόνια, κυκλοφορούν στην αγορά επαλειφόμενα τυριά με μερική προσθήκη γιαουρτιού. Στην παρούσα εργασία, έγινε προσπάθεια ανάπτυξης τέτοιων προϊόντων με αποκλειστική χρήση γιαουρτιού και προσθήκη βουτύρου και

πρωτεϊνών ορού για τη βελτίωση της γεύσης και της υφής.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Τυρί κρέμα

Το τυρί αποτελεί κυρίαρχο κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής ακόμη από την αρχαιότητα, με πρόσφατη βιβλιογραφία να υποδηλώνει ότι οι πρώτες προσπάθειες παραγωγής τυριού χρονολογούνται από το 5200 π.Χ. (Talbot-Walsh et al., 2018). Ο σύγχρονος τρόπος ζωής απαιτεί την ανάπτυξη νέων προϊόντων, όπως έτοιμων γευμάτων που διευκολύνουν τους γρήγορους ρυθμούς της καθημερινότητας αλλά και συγχρόνως θρεπτικών τροφών για να ενισχύσουν την υιοθέτηση υγιεινού τρόπου ζωής και το τυρί αποτελεί βασικό συστατικό τέτοιων τροφίμων. Το κομμένο σε κύβους, φέτες, φιλοκομμένο και ακόμη και το ρευστό τυρί έχει αναπτυχθεί για να ικανοποιήσει τις ανάγκες της σύγχρονης βιομηχανίας τροφίμων, καθώς τα έτοιμα γεύματα συνεχίζουν να αυξάνονται σε δημοτικότητα. Επιπρόσθετα και υποκατάστατα τυριού χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, λόγω της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας, μειώνοντας το κόστος (Ahmed et al., 1995), που οφείλεται στην απλότητα της παρασκευής τους και στην αντικατάσταση επιλεγμένων συστατικών γάλακτος από φθηνότερα φυτικά προϊόντα ή από άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα (Eymery & Pangborn, 1988) και διευκολύνει την διατροφική τάση για τρόφιμα τα οποία δεν είναι ζωικής προέλευσης. Πέρα όμως από την ανάγκη κατανάλωσης γρήγορων γευμάτων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι καταναλωτές έχουν αναπτύξει την ευαισθησία τους σε θέματα υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής και για αυτό γίνεται προσπάθεια να αναπτυχθούν νέα προϊόντα τροφίμων με συστατικά που συμβάλλουν στη μείωση των κινδύνων για την υγεία, όπως στην περίπτωση υποκατάστατων ζωικών λιπών με φυτικά λίπη και έλαια, για να δώσουν τρόφιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε χοληστερόλη και κορεσμένα λίπη (Lobato- Calleros et al., 1997).

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, τυριά χωρίς ωρίμανση με αλοιφώδη υφή χαρακτηρίζονται τα φρέσκα (νωπά) τυριά που παρασκευάζονται με την επενέργεια αβλαβών οξυγαλακτικών καλλιεργείων βακτηρίων σε παστεριωμένο γάλα ή παστεριωμένο γάλα και παστεριωμένη κρέμα γάλακτος (αφρόγαλα) και των οποίων η υγρασία δεν υπερβαίνει το 75%.

Κατηγορίες αυτών των τυριών είναι φρέσκα (νωπά) τυριά με αλοιφώδη υφή ή τυριά κρέμα.

Τα φρέσκα (νωπά) τυριά με αλοιφώδη υφή επιτρέπεται να διατίθενται στην κατανάλωση στις πιο κάτω ποιότητες:

- α) Εξαιρετική ποιότητα
- β) Πρώτη ποιότητα
- γ) Δεύτερη ποιότητα
- δ) Μερικώς αποβουτυρωμένα

Επιτρεπόμενα πρόσθετα και βοηθητικά τεχνολογίας παρασκευής είναι:

- α) αβλαβείς οξυγαλακτικές καλλιέργειες βακτηρίων.
- β) βρώσιμο χλωριούχο νάτριο (κ. αλάτι).

Προαιρετικά (η χρήση προαιρετικών προσθέτων επιτρέπεται μόνο όταν στις προδιαγραφές παρασκευής, για κάθε είδος τυριού, αναφέρονται).

α) πυτιά ή άλλα ένζυμα που δρουν κατά ανάλογο τρόπο.

β) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων όπως γαλακτικό οξύ E270, κιτρικό οξύ E330, γλυκονο-δ-λακτόνη E575, οξικό οξύ E260.

γ) Στο ανωρίμαστο τυρί (εκτός από το Mozzarella) επιτρέπεται η χρήση φωσφορικών E338, E339, E340, E341, E343, E450, E451, E452 σύμφωνα με τους όρους του παραρτήματος IV του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, καθώς και η χρήση προσθέτων του παραρτήματος I του ίδιου άρθρου σύμφωνα με την αρχή του quantum satis.

δ) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος III. Σορβικά E200, E202, E203 σε μέγιστο ποσοστό χρήσης 1000 mg/kg για τα τυριά και 2000 mg/kg για τις απομιμήσεις τυριών με βάση πρωτεΐνες, Σορβικά E200, E202, E203, προπιονικά E280, E281, E282, E283 σύμφωνα με την αρχή του quantum satis, για την επιφανειακή επεξεργασία μόνο, τυριών και απομιμήσεων τυριών.

ε) Τα τυριά που δεν έχουν υποστεί ωρίμανση (μη αρωματισμένα) δεν επιτρέπεται να περιέχουν πρόσθετες χρωστικές ουσίες.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα συστατικά που επιτρέπονται κατά την παρασκευή τυριών κρέμα.

Πίνακας 1: Επιτρεπόμενα συστατικά στην παρασκευή τυριών κρέμα

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΥΡΙΩΝ ΚΡΕΜΑ		
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
Λίπος Γάλακτος	Σταθεροποίηση της σύστασης Δημιουργία χαρακτηριστικού αρώματος και υφής	Κρέμα, άνυδρο λίπος γάλακτος, αφυδατωμένη κρέμα, βούτυρο
Πρωτεΐνες Γάλακτος	Σταθεροποίηση της σύστασης Συνεργούν στην κρεμοποίηση και στη διαμόρφωση του προϊόντος Συμβάλλουν στην υφή και στα ρεολογικά χαρακτηριστικά	Καζεΐνη, πρωτεΐνες ορού, σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος
Γαλακτωματοποιητικά Άλατα - Σταθεροποιητές	Συμβάλλουν στο σχηματισμό φυσικοχημικά σταθερών προϊόντων Παρέχουν επιθυμητή υφή και χαρακτηριστικά τήξης	Γαλακτωματοποιητές: φωσφορικά άλατα νατρίου και άλατα κιτρικού νατρίου Σταθεροποιητές: κόμμι γκουάρ, ξανθάνη, καραγενάνη
Γλυκαντικές Ύλες	Αυξάνουν τη γλυκύτητα, ειδικά σε τυριά που προορίζονται για παιδιά	Σακχαρόζη, υδρολυμένη λακτόζη
Χρωστικές	Παρέχουν επιθυμητό χρώμα	Πάπρικα, τεχνητές χρωστικές
Συντηρητικά	Εμποδίζουν την ανάπτυξη μυκήτων και παρατείνουν την εμπορική διάρκεια ζωής	Σορβικό κάλιο, προπιονικός εστέρας ασβεστίου ή νατρίου

Τα τυριά κρέμα έχουν εισαχθεί στην αγορά τροφίμων πριν από περίπου έναν αιώνα και από τότε η ζήτηση από τους καταναλωτές είναι σταθερή. Η επιτυχία τους οφείλεται σε ένα συνδυασμό παραγόντων όπως το γεγονός ότι είναι πιο οικονομικά από την πλειοψηφία των φυσικών τυριών, καθώς περιέχουν συνήθως φθηνά μη γαλακτοκομικά συστατικά, άρα φθηνότερες πρώτες ύλες. Διατίθενται στο εμπόριο σε μεγάλη ποικιλία γεύσεων, συνεκτικότητας και λειτουργικών χαρακτηριστικών, όπως η δυνατότητα τήξης και η δυνατότητα ροής, είναι πιο ευπροσάρμοστα από τα φυσικά τυριά στον χειρισμό κυρίως στον τομέα της τροφοδοσίας με γρήγορο φαγητό και έχουν αρκετά μεγάλη διάρκεια αποθήκευσης και διάρκεια ζωής, τα οποία είναι και τα βασικότερα πλεονεκτήματά τους (Konstance, 1992).

Το τυρί κρέμα είναι ένα από τα πιο δημοφιλή μαλακά τυριά στη Βόρεια Αμερική και χρησιμοποιείται ως επάλειψη σε ψωμί, σε σάντουιτς και ως σος σαλάτας. Η κατανάλωση του τυριού

κρέμα είναι επίσης σημαντική σε χώρες της Ευρώπης και κυρίως στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γερμανία και τη Γαλλία (Beauregard et al., 1996). Το τυρί κρέμα είναι ένα μη ωριμασμένο τυρί παρασκευασμένο από κρέμα ή ένα μείγμα κρέμας και γάλακτος, με οξίνιση με μεσοφιλική καλλιέργεια και πυτιά. Το προϊόν είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες γάλακτος, δηλαδή καζεΐνες και πρωτεΐνες ορού, αλλά και σε λίπος (Phadungath, 2005). Οι κανονισμοί της FDA (Food and Drug Administration) έχουν ως ελάχιστο όριο λίπους στο κλασσικό τυρί κρέμα το 33%, ενώ μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία το 55% (FDA, 2015). Το παραδοσιακό τυρί κρέμα χαρακτηρίζεται από απαλή, κρεμώδη και επαλειφόμενη υφή, με λευκό έως ελαφρώς υποκίτρινο χρώμα, με ήπια όξινη γεύση και ένα άρωμα διακετυλίου (Bansal et al., 2017). Οι θερμοκρασίες επεξεργασίας κυμαίνονται πάνω από 87,8 βαθμούς και μετά τη γαλακτωματοποίηση του μείγματος από αλκαλικά άλατα, ενώ οργανικά οξέα προστίθενται ώστε να ελαττωθεί το pH στο 5,2 ή και χαμηλότερα. Τα τυριά κρέμα συσκευάζονται συνήθως εν θερμώ, σε γυάλινα βάζα ή πλαστικά κυτία.

Τα προϊόντα τυριού κρέμα συχνά κατηγοριοποιούνται σε δύο κύριους τύπους με βάση τη διαφορετική περιεκτικότητα σε λιπαρά στο αρχικό μείγμα και την τελική σύνθεση. Πρόκειται για τυρί διπλής κρέμας με περιεκτικότητα σε λιπαρά τουλάχιστον 9-11% στο αρχικό μείγμα και τυρί μονής κρέμας με περιεκτικότητα σε λιπαρά 4,5-5% στο αρχικό μείγμα. Υπάρχουν επίσης άλλα παρόμοια είδη τυριών κρέμα που βασίζονται σε διαφορετικά περιεχόμενα λιπαρών και ξηρών ουσιών (Phadungath, 2005).

2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των τυριών κρέμα

2.2.1 Προδιαγραφές τυριού κρέμα (USDA, 1994)

Υγρασία: οφείλει να μην υπερβαίνει το 55%.

Λίπος γάλακτος: οφείλει να υπερβαίνει το 33% σε συνολικά λιπαρά.

Αλάτι: μέγιστη περιεκτικότητα σε NaCl σε ποσοστό 1,4%

Τιμή pH: Το τελικό επίπεδο pH του τυριού κρέμα κυμαίνεται από 4,4 έως 4,9 (Hynes & Vakaleris, 1974).

Το pH μπορεί να επηρεάσει πολύ την τελική υφή του τυριού κρέμα για αυτό και πρέπει να γίνεται μελέτη ώστε το τελικό προϊόν να έχει pH που να κυμαίνεται στο προαναφερθέν εύρος. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι εάν το pH είναι υψηλότερο από 4,8, τότε η υφή θα είναι πολύ απαλή και η γεύση θα είναι ήπια. Ωστόσο, εάν το pH του τυριού είναι χαμηλότερο από 4,6, τότε το τυρί θα έχει μια κοκκώδη υφή και μια υπερβολικά όξινη γεύση (Phadungath 2005).

2.2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Γεύση: Το τυρί κρέμα και τα συναφή προϊόντα οφείλουν να έχουν ελαφρά περιεκτικότητα σε γαλακτικό οξύ, γεύση οξυγαλακτικής καλλιέργειας – ελαφρώς όξινη γεύση - και άρωμα διακετυλίου, δηλαδή το χαρακτηριστικό άρωμα των γαλακτοκομικών προϊόντων. Δε πρέπει να υπάρχουν αρώματα ή οσμές, όπως πικρή, επίπεδη, θειούχα και μαγιάς καθώς προσδίδουν ανεπιθύμητα ποιοτικά χαρακτηριστικά άρα και μη αποδοχή από τους τελικούς καταναλωτές.

Όταν προστίθεται άλλο τρόφιμο, πρέπει να προστίθεται σε επίπεδο ικανό για να προσδώσει μια επιθυμητή χαρακτηριστική γεύση στο τελικό προϊόν. Η χαρακτηριστική γεύση δεν πρέπει να είναι σε ένταση που οδηγεί σε σκληρή ή αφύσικη - επιθετική γεύση (USDA, 1994).

Χρώμα: Το χρώμα των τυριών επηρεάζει την αποδοχή των προϊόντων αυτών από τους καταναλωτές. Τα τυριά κρέμα πρέπει να έχουν λεία και γυαλιστερή επιφάνεια, καθώς και ομοιόμορφο χρώμα. Καθώς το λίπος μειώνεται, το τυρί γίνεται πιο αδιαφανές. Επίσης, το χρώμα επηρεάζεται από την αναλογία ασβεστίου-πρωτεΐνης, αφού καθώς μειώνεται η αναλογία αυτή, το τυρί γίνεται πιο αδιαφανές (Johnson et al., 2009). Η εμφάνιση ρόδινης έως καστανής απόχρωσης οφείλεται στη θέρμανση του μείγματος σε υψηλή θερμοκρασία, σε ανεπαρκές καθάρισμα των τοιχωμάτων του βραστήρα, στην παρουσία χρώματος και στη λακτόζη (Ανυφαντάκης, 2004). Σύμφωνα με μελέτη των Buňka et al. (2008), το χρώμα και η γεύση αποστειρωμένων τυριών που αποθηκεύτηκαν στους 23°C αλλοιώθηκε ταχύτερα σε σύγκριση με αυτό που αποθηκεύτηκε στους 8 °C σημαντικό ελάττωμα του χρώματος των τυριών είναι το μη ενζυμικό μαύρισμα, που οφείλεται στην αντίδραση Maillard. Στο τυρί κρέμα, το μαύρισμα, αρχικά, συμβαίνει λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των συστατικών του σε λακτόζη. Επιπλέον, προϊόντα με υψηλό pH, μεγαλύτερο από 5,9, και υψηλή θερμοκρασία αποθήκευσης παρουσιάζουν επιταχυνόμενη διαδικασία μαυρίσματος. Ως εκ τούτου, η προσεκτική επιλογή των συστατικών, το τελικό pH, οι άριστες συνθήκες αποθήκευσης πρέπει να τηρούνται ώστε να αποφευχθεί το μαύρισμα των τυριών (Karoor & Metzger, 2008).

Υφή: Το τυρί κρέμα πρέπει να είναι λείο και χωρίς σβώλους ή τρίμματα. Το τυρί κρέμα με μειωμένα λιπαρά μπορεί να είναι ελαφρώς αδύναμο ή κολλώδες, χωρίς όμως αυτό να το χαρακτηρίζει. Το τυρί κρέμα οφείλει να είναι μέτρια σφιχτό όταν ψυχθεί και να μπορεί να επαλειφθεί σε θερμοκρασία δωματίου, καθώς η ικανότητα σωστής επάλειψης είναι βασικό χαρακτηριστικό της ποιότητας του συγκεκριμένου τροφίμου (USDA, 1994).

Μέγεθος λιποσφαιρίων: Ως μέγεθος των σωματιδίων ενός γαλακτώματος ορίζεται η διάμετρος των σφαιριδίων της εσωτερικής φάσης. Η ανάλυση μεγέθους σωματιδίων (λιποσφαιρίων) επιτυγχάνεται με μέτρηση του μεγέθους των σωματιδίων και ειδικότερα, της κατανομής διαφορετικών μεγεθών σωματιδίων σε ένα δείγμα. Λιποσφαίρια μικρότερου μεγέθους ή που

παρουσιάζουν μικρή διασπορά κατανομής θεωρούνται ως αποτέλεσμα καλύτερης γαλακτωματοποίησης του λίπους (Chen & Liu, 2012, Fox et al., 2000).

Η σταθερότητα των διαφόρων τροφίμων εξαρτάται από το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά των σωματιδίων από τα οποία αποτελούνται. Στα τυριά, τα λιποσφαιρία είναι ομοιογενώς κατανεμημένα εντός του πρωτεϊνικού πλέγματος, σε αντίθεση με τα φυσικά τυριά, όπου η κατανομή είναι τυχαία και εμφανίζει διασπορά. Το μέγεθος των μεμονωμένων λιποσφαιρίων στα τυριά κρέμα έχει συνήθως εύρος από 0,3 έως 5 μm και ποικίλει ανάλογα με το βαθμό γαλακτωματοποίησης του λίπους. Επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως (Fox et al., 2000):

- Το είδος των συστατικών (το είδος και η ποσότητα των γαλακτωματοποιητικών αλάτων και άλλων συστατικών, η ηλικία της βάσης τυριού και των λιπαρών υλών)
- Τις συνθήκες επεξεργασίας (ρυθμός και διάρκεια διάτμησης, θερμοκρασία κατά την τήξη, παραμονή στη μέγιστη θερμοκρασία, ταχύτητα ψύξης).

Λιποπεριεκτικότητα: Μελέτες έχουν αναφέρει ότι το τυρί κρέμα με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά έχει αυξημένη σκληρότητα, καθώς μετά την ομογενοποίηση, τα σφαιρίδια λίπους καλύπτονται εν μέρει με καζεΐνη και συμμετέχουν στη συσσώρευση σωματιδίων καζεΐνης ενισχύοντας τη δομή αυτών των προϊόντων, άρα τελικά προσφέροντας τους υψηλότερη σκληρότητα (Brighenti et al., 2008). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Bansal et al. (2017), τα λιποσφαιρία που είναι διάσπαρτα στο πρωτεϊνικό πλέγμα, έχουν σημαντικό ρόλο στην υφή του τυριού κρέμα που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή του από τον καταναλωτή.

Το ελάχιστο λίπος υπολογισμένο σε ξηρή ουσία των προϊόντων δε μπορεί να είναι λιγότερο από αυτό του τυριού ή το μέσο όρο του λίπους των τυριών από τα οποία είναι παρασκευασμένα. Τουλάχιστον το 51% του ξηρού υπολείμματος του τελικού προϊόντος προέρχεται από το τυρί, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη. Το ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα δε μπορεί να είναι λιγότερο από 4%, από το ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα του τυριού ή από 4% από το μέσο όρο του ελάχιστου ξηρού υπολείμματος των τυριών από τα οποία είναι παρασκευασμένα.

2.2.3 Ρεολογικά Χαρακτηριστικά

Το τυρί κρέμα συμπεριφέρεται ως ένα μαλακό ημιστερεό υλικό με βασικό του χαρακτηριστικό την ικανότητα επάλειψής του. Διαφορετικές συνθέσεις του προϊόντος με διαφορετικές αναλογίες των συμβατικών συστατικών του ή την παραγωγή του προϊόντος με διαφορετική πρώτη ύλη, όπως στην προκειμένη περίπτωση, θα μπορούσαν να προκαλέσουν μεγάλες διακυμάνσεις στις ιξωδοελαστικές ιδιότητες, στη βελτίωση της γεύσης του και συνεπώς στη μεγαλύτερη αποδοχή του από τους καταναλωτές. Καθώς πέρα από τη γεύση, φυσικές ιδιότητες αυτού του τροφίμου, όπως η σκληρότητα, η ιξωδοελαστικότητα και η ικανότητα επάλειψης είναι μείζονος σημασίας για την αποδοχή του από τον καταναλωτή και για την ικανοποίηση των απαιτήσεών του.

Πολλά αναλυτικά εργαλεία, όπως αναλυτές υφής, μετρητές σκληρότητας και ρεόμετρα έχουν χρησιμοποιηθεί για το χαρακτηρισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του τυριού κρέμα. Μεταξύ αυτών, οι ρεολογικές μέθοδοι είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες.

Οι ρεολογικές δοκιμές παρέχουν ποσοτική αξιολόγηση των ιξωδοελαστικών ιδιοτήτων του τυριού κρέμα. Οι ρεολογικές μετρήσεις μπορούν επίσης να εκτιμήσουν τη δυνατότητα ροής και την ικανότητα επάλειψης των τυριών κρέμα με διαφορετικές συνθέσεις. (<https://www.tainstruments.com/pdf/literature/RH108.pdf>).

2.2.3.1 Επίδραση της χημικής σύστασης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά

Υγρασία

Το νερό που προστίθεται κατά την παραγωγή τυριών προσδίδει σημαντικές ιδιότητες, όπως η ικανότητα τήξης και η επαλειψιμότητα. Το νερό προστίθεται και για τη μείωση του κόστους του τυριού. Η περιεκτικότητα σε υγρασία των προϊόντων αυτών είναι ένα σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό, αφού καθορίζει τη διάρκεια ζωής του (Lee et al., 2004). Οι Thapa & Gupta (1992) παρατήρησαν ταχύτερη αλλοίωση της γεύσης σε τυριά κρέμα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, επειδή η υψηλή ενεργότητα νερού εντείνει την αλλοίωση των τροφίμων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του προστιθέμενου νερού, τόσο εντονότερη είναι η ενυδάτωση των πρωτεϊνών και τόσο εντονότερη είναι η διαστολή τους, λόγω των ελαττωμένων ελκτικών αλληλεπιδράσεων. Επιπλέον, η αυξημένη διαλυτότητα των πρωτεϊνικών μορίων έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ικανότητα δράσης των γαλακτωματοποιητικών αλάτων. Κατά τη διάρκεια της ψύξης, τα μόρια του νερού ακινητοποιούνται εντός του τρισδιάστατου πρωτεϊνικού πλέγματος και εξασθενούν τη δομή του τελικού δικτύου. Έτσι, η αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία μειώνει τη συνοχή του πρωτεϊνικού πλέγματος, με αποτέλεσμα την παρασκευή προϊόντων με συμπεριφορά που προσομοιάζει αυτήν των υγρών, άρα πολύ ευκολότερη αλλοίωση τους (Dimitreli & Thomareis, 2008).

Λίπος

Η συμβολή του λίπους στις ρεολογικές ιδιότητες τυριών εξαρτάται από τη φυσική κατάστασή του και επομένως από τη θερμοκρασία, η οποία ελέγχει την αναλογία του στερεού λίπους προς το υγρό λίπος, λόγω της τήξης του σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Σε χαμηλές θερμοκρασίες (<5°C) όπου το λίπος του γάλακτος είναι κυρίως στερεό, το λίπος προσθέτει στην ελαστικότητα του καζεϊνικού πλέγματος (Fox et al., 2000). Το λίπος στα τυριά κρέμα λειτουργεί ως παράγοντας λίπανσης και επηρεάζει τη χαλάρωση και την επαλειψιμότητά τους (Tamime et al., 1999).

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες διευκολύνουν το σχηματισμό των γαλακτωμάτων, παρέχουν σταθερότητα, αλλά και κάποιες φυσικοχημικές ιδιότητες σε γαλακτώματα λίπους σε νερό, αφού η κυρία χρήση τους είναι ως γαλακτωματοποιητές. Οι πρωτεΐνες έχουν την ικανότητα να δημιουργούν αποθητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των λιποσφαιρίων και σχηματίζουν μια ανθεκτική μεμβράνη – πλέγμα.

Τα λιποσφαίρια σταθεροποιούνται και δεν συσσωματώνονται κατά την αποθήκευση του προϊόντος (McClements, 2004). Θεωρείται ότι οι πρωτεΐνες παρουσιάζουν καλή γαλακτωματοποιητική δράση λόγω της μοριακής τους προσαρμοστικότητας, η οποία τους επιτρέπει ταχεία προσρόφηση και διευθέτηση στη διεπιφάνεια, ώστε να σχηματίσουν μια συνεχή μακρομοριακή προστατευτική στοιβάδα (Garti, 1999).

2.3 Παρασκευή τυριών κρέμα

Οι ιδιότητες του τελικού προϊόντος επηρεάζονται από τον τρόπο επεξεργασίας και τα συστατικά του.

Στην περίπτωση που πρόκειται για τυρί κρέμα, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία η διαδικασία παραγωγής διαφοροποιείται από την κλασική παραγωγική διαδικασία τυριού. Βασική διαφοροποίηση αποτελεί το γεγονός πως ως πρώτη ύλη για ένα συμβατικό τυρί κρέμα χρησιμοποιείται γάλα.

Αρχικά, το γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού κρέμα τυποποιείται σε ένα ορισμένο επίπεδο λίπους και πρωτεΐνης. Γενικά, επιτρέπονται πολλές διαφορετικές πρώτες ύλες για την τυποποίηση του γάλακτος και της κρέμας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκόνες γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως γάλα σε σκόνη, σκόνη ορού γάλακτος κλπ. Το λίπος μπορεί να προστεθεί όχι μόνο με την μορφή κρέμας, αλλά και ως κρέμα ορού γάλακτος, βούτυρο, φωσφολιπίδια από γάλα κλπ. (Pombo, 2021).

Κανονικά, χρησιμοποιείται γάλα με περίπου 8 - 16 % λιπαρά. Μόλις τυποποιηθεί το γάλα, υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία. Αυτή είναι μια από τις λειτουργίες ύψιστης σημασίας που επηρεάζονται από το pH, το συνδυασμό χρόνου - θερμοκρασίας και τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται. Το pH και η θερμοκρασία θέρμανσης επηρεάζουν άμεσα πολλά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τυριού, όπως τη μετουσίωση της πρωτεΐνης ορού γάλακτος, την κατανομή της πρωτεΐνης, το ιξώδες κλπ. (Pombo, 2021).

Είναι ευρέως γνωστό, πως όταν το γάλα θερμαίνεται πάνω από 70°C, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος μετουσιώνονται και αλληλοεπιδρούν με την κ-καζεΐνη τόσο στην κολλοειδή φάση όσο και στη φάση του ορού, ανάλογα με το pH κατά τη θέρμανση. Όσον αφορά στη θερμοκρασία θέρμανσης του δείγματος, παστεριωμένο (72-75°C για 15-20s) ή γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας (UHT), χρησιμοποιείται συνήθως στην παρασκευή τυριών κρέμα (Pombo, 2021).

Η θερμική επεξεργασία επηρεάζει όχι μόνο τη μικροβιολογία αλλά και τη συνοχή του τυριού, καθιστώντας το πιο ομαλό στη ροή και πιο σφριγηλό με μειωμένη τάση για συνένωση. Ωστόσο, η υπερβολική θερμική επεξεργασία, όπως η UHT (Ultra-High Temperature) ή η αποστείρωση μπορεί να τροποποιήσει τη γεύση και το χρώμα του γάλακτος (αντίδραση Maillard), κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο για το τελικό προϊόν (Pombo, 2021).

Κατά την ομογενοποίηση του γάλακτος, γίνεται μείωση του μεγέθους των λιποσφαιρίων και αύξηση της επιφάνειάς τους. Καθώς η συγκέντρωση φυσικού υλικού μεμβράνης λιποσφαιρίων γάλακτος δεν επαρκεί για να καλύψει την επιφάνεια που έχει δημιουργηθεί, ομογενοποιημένα λιποσφαίρια επικαλύπτονται με πρωτεΐνες, κυρίως καζεΐνες. Τα λιποσφαίρια που καλύπτονται με καζεΐνη συμπεριφέρονται ως ενεργά σωματίδια πλήρωσης και έτσι αυξάνουν την αποτελεσματική συγκέντρωση πρωτεΐνης στο γάλα (Brighenti et al., 2018).

Στο τυρί κρέμα, η διαδικασία οξίνισης-πήξης ξεκινά μόλις προστεθούν μεσόφιλες καλλιέργειες στο ομογενοποιημένο, θερμικά επεξεργασμένο γάλα και στη συνέχεια υπό επώαση σε θερμοκρασίες περίπου 20-30°C για χρονικό όριο μεταξύ 8-20 ώρες, ανάλογα με το επίπεδο του εμβολίου και τη θερμοκρασία δωματίου (Pombo, 2021).

Η οξίνιση επηρεάζει άμεσα τη λακτόζη και το pH, την καζεΐνη, το ασβέστιο και την ισορροπία του φωσφόρου.

Μόλις σχηματιστεί το πήγμα στη δεξαμενή ζύμωσης, όποτε θα υπάρχει το επιθυμητό pH το οποίο ελέγχεται με ψύξη, το πήγμα σπάζει και πιθανόν ρυθμίζεται με άλλο μείγμα γάλακτος ή με ανάμιξη παρτίδων με διαφορετικό pH (Ong et al., 2020). Στη συνέχεια υπάρχει μείωση του pH περίπου στο 4,5, οπότε ακολουθεί και μείωση της σύνθεσης κρέμας λόγω του γεγονότος ότι το τυρόπηγμα έχει αφυδατωθεί εξαιτίας της συσσώρευσης καζεϊνών. Το στάδιο της θέρμανσης σταματά περίπου στους 60°C και γίνεται διακοπή των βακτηρίων εκκίνησης με αποτέλεσμα την αποτροπή της μείωσης του pH, που αν δεν γινόταν θα δημιουργούνταν τυρί με περισσότερο όξινη γεύση και εύθραυστη υφή (Ong et al., 2018).

Άρα τα στάδια συνοψίζονται ως εξής:

1. επιλογή γάλακτος, κρέμας γάλακτος και άλλων γαλακτοκομικών συστατικών
2. τυποποίηση του μίγματος γάλακτος ώστε το τελικό προϊόν να φέρει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά οξύτητας και λιποπεριεκτικότητας
3. ομογενοποίηση και θέρμανση του μίγματος
4. οξίνιση στο επιθυμητό pH
5. πήξη
6. θέρμανση
7. διαχωρισμός
8. προσθήκη προσθέτων

9. θέρμανση εκ νέου του τυροπήγματος
 10. διάτμηση
 11. πλήρωση καλουπιών / συσκευασία
 12. αποθήκευση / ψύξη
- (Pombo, 2021).

2.4 Διάρκεια ζωής τυριών κρέμα

Έπειτα από μελέτες των παραμέτρων της οξύτητας (σε γαλακτικό οξύ), του pH, της υγρασίας και της μικροβιολογικής ανάπτυξης στην προτεινόμενη θερμοκρασία διατήρησης των προϊόντων τυριού κρέμα (4 ° C) και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (21 ° C), σύμφωνα με την έρευνα των Perveen (2011) έδειξε ότι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος η κατάσταση των δειγμάτων μετά την 28 η μέρα ήταν μη αποδεκτή.

Η διάρκεια ζωής των προϊόντων αυτών υπολογίζεται στις 42 μέρες σε συνθήκες ψύξης και θα μπορούσε να αυξηθεί με τη χρήση βρώσιμης επίστρωσης που περιλαμβάνει αιθέριο έλαιο σκόρδου ή ρίγανης, τα οποία με τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες προλαμβάνουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών (Molina-Hernández, 2019).

2.5 Γιαούρτι

2.5.1 Γενικά

Το γιαούρτι και το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση είναι από τα πιο κοινά γαλακτοκομικά προϊόντα που καταναλώνονται στη χώρα μας αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο. Η υψηλή θρεπτική αξία και η επίδραση του γιαουρτιού στην υγεία του ανθρώπου το καθιστούν ένα εξαιρετικά δημοφιλές και παγκοσμίως καταναλωμένο ζυμωμένο προϊόν (Sakin-Yilmazer et al., 2014). Η αποδοχή και η εμπορική αξία του συγκεκριμένου προϊόντος οδηγεί τη βιομηχανία τροφίμων και συγκεκριμένα τομείς όπως η έρευνα και η ανάπτυξη νέων προϊόντων και το Marketing να απασχολούνται για τη σχεδίαση και τη διακίνηση στην αγορά νέων προϊόντων με βάση το γιαούρτι.

Με βάση τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ως γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος με την επίδραση καλλιέργειας που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Το γιαούρτι πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον, ώστε να θεωρηθεί ως προϊόν γιαούρτι. Μπορεί να παρασκευαστεί από οποιοδήποτε είδος γάλακτος (αγελαδινό, πρόβειο, κατσικίσιο, βουβαλίσιο) – αν και το πιο κοινό είδος γάλακτος είναι το νωπό αγελαδινό γάλα- και οι κύριοι τύποι της είναι η ανακατεμένη και η συμπαγής μορφή του γιαουρτιού.

Το γιαούρτι προκύπτει με τη ζύμωση γάλακτος, συνήθως αγελαδινού, από καλλιέργειες εκκίνησης (*Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* ή *acidophilus*), που παράγουν

γαλακτικό οξύ, υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και περιβάλλοντος, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 10^7 cfu / g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του (Lopes et al., 2019; Das et al., 2019). Τα βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ είναι σακχαρολυτικά και ζυμωτικά, ιδανικά για ζύμωση γάλακτος, διότι ανταγωνίζονται για τη λακτόζη τα υπόλοιπα βακτήρια που υπάρχουν στο γάλα και μέσω αυτού του τρόπου αναστέλλουν την ανάπτυξη των παθογόνων μικροβίων (Das et al., 2019). Η πτώση του pH που προκαλείται από την παραγωγή γαλακτικού οξέος επιφέρει τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του γάλακτος και συσσωμάτωση των καζεϊνών κοντά στο ισοηλεκτρικό σημείο (pH 4,7), με αποτέλεσμα ένα τελικό προϊόν με τρισδιάστατο δίκτυο, αποτελούμενο από μικκύλια καζεΐνης, που περιβάλλεται από σφαιρίδια λίπους και ορού. Αποτέλεσμα των παραπάνω αποτελεί η χαρακτηριστική υφή και όξινη γεύση που αποκτά τελικά το γιαούρτι (Lopes et al., 2019; Das et al., 2019). Αυτές οι σημαντικές δομικές αλλαγές είναι υπεύθυνες για τα τελικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού (όπως υφή, σταθερότητα και συνοχή) και αποτελούν τις κύριες παραμέτρους για την αξιολόγηση της ποιότητας του γιαουρτιού, καθώς και παίζουν σημαντικό ρόλο για την αποδοχή του τελικού προϊόντος από τους καταναλωτές (Lopes et al., 2019).

Η μεγάλη αποδοχή του γιαουρτιού από τους καταναλωτές είναι επίσης αποτέλεσμα του γεγονότος ότι όσοι έχουν δυσανεξία στη λακτόζη μπορούν να καταναλώνουν γιαούρτι και παρόμοια προϊόντα γιαουρτιού, όπως επιδόρπια γιαουρτιού και κρέμες με βάση το γιαούρτι, επειδή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης, η λακτόζη που υπάρχει στο γάλα μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Λόγω της αναγνώρισης της σημασίας που παίζει το γάλα στην ανθρώπινη υγεία και την κατανάλωσή του παγκοσμίως, δε προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι έχουν αναπτυχθεί διάφορες γεύσεις και είδη γιαουρτιού (Das et al., 2019). Χαρακτηριστική είναι η προσθήκη φρούτων και μαρμελάδων αυτών.

Η πολύ μικρή διάρκεια ζωής του γιαουρτιού, κάτι που αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα για τη βιομηχανία γιαουρτιού, θα μπορούσε να ξεπεραστεί με τη ξήρανση του. Η σκόνη γιαουρτιού, που παράγεται με ξήρανση του φρέσκου γιαουρτιού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη βιομηχανία ως εύχρηστο συστατικό για την παρασκευή πολλών προϊόντων, όπως αρτοσκευάσματα, μείγματα ποτών γιαουρτιού (yoghurt drink mixtures) με φρούτα ή λαχανικά, στιγμιαία μείγματα ποτών (instant drink mixtures) προϊόντα όπως το αριάνι, βάσεις σούπας (soup bases), σάλτσες, καθώς και απευθείας από τους καταναλωτές μετά την ανασύστασή του. Για τη χρήση και κατανάλωση αποξηραμένου ή αφυδατωμένου γιαουρτιού, πρέπει μετά την ανασύστασή του να παρέχει συγκρίσιμη ρεολογική συμπεριφορά με αυτή του φρέσκου γιαουρτιού, δεδομένου ότι οι ρεολογικές και δομικές ιδιότητες του γιαουρτιού σχετίζονται, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, σε μεγάλο βαθμό με τα κριτήρια ποιότητας και την αποδοχή των καταναλωτών (Sakin-Yilmazer et al., 2014).

2.5.2 Στάδια παραγωγής γιαουρτιού

Τα βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας του γιαουρτιού είναι τα εξής (Hadjimbei 2022):

- Παραλαβή και έλεγχος νωπού γάλακτος
- Τυποποίηση – ώστε να γίνει ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας του
- Ομογενοποίηση. Στην περίπτωση του παραδοσιακού γιαουρτιού δε πραγματοποιείται αυτό το στάδιο, καθώς προκαλείται θραύση των λιποσφαιρίων, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων και τελικά να απουσιάζει ο σχηματισμός του υμένα (πέτσας) από το τελικό προϊόν και το μόνο συστατικό που επιτρέπεται νομοθετικά κατά την παραγωγική διαδικασία όταν πρόκειται για παραδοσιακό γιαούρτι είναι το νωπό γάλα και ως μαγιά, μαγιά παραδοσιακού γιαουρτιού ίδιου είδους.
- Θερμική επεξεργασία με άνοδο της θερμοκρασίας στους 90-95 °C και παραμονή του για 5-10 λεπτά
- Ψύξη σε θερμοκρασία επώασης 37-43 °C όταν χρησιμοποιείται θερμοφιλή καλλιέργεια.

2.5.3 Είδη γιαουρτιού

Η διαφοροποίηση του γιαουρτιού αντανακλάται από διάφορες υφές (ανακατεμένο, πόσιμο, κατεψυγμένο, συμπυκνωμένο ή γιαούρτι σε σκόνη), πολυάριθμες γεύσεις (φυσικές, γλυκές, αρωματισμένες ή με προσθήκη τεμαχίων φρούτων ή μελιού) και ποικίλη διάρκεια ζωής και θρεπτικές ιδιότητες (περιεκτικότητα σε λιπαρά και υπολειμματική περιεκτικότητα σε λακτόζη) (Corrieu & Beal, 2016).

Βασικά είδη γιαουρτιού είναι το στραγγιστό και το παραδοσιακό γιαούρτι.

Παραδοσιακό γιαούρτι: Τα γιαούρτια που έχουν υποστεί ζύμωση είναι οξινοσμένα και ζυμωμένα από βιώσιμα βακτήρια, συνήθως *L. bulgaricus* και *S. thermophilus*, με αποτέλεσμα ένα πιο παχύρρευστο προϊόν με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Είναι ένα διατροφικά πλούσιο τρόφιμο, μια καλή πηγή ασβεστίου, φωσφόρου, καλίου, βιταμίνης Α, βιταμίνης Β2 και βιταμίνης Β12. Επιπλέον, παρέχουν στον οργανισμό πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας και απαραίτητα λιπαρά οξέα. Υπάρχουν συσσωρευμένα στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η κατανάλωση γιαουρτιού σχετίζεται με μια σειρά από πλεονεκτήματα για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης της οστεοπόρωσης, του διαβήτη και των καρδιαγγειακών νοσημάτων, καθώς και την προαγωγή της υγείας του εντέρου και του ανοσοποιητικού συστήματος (Hadjimbei 2022).

«Παραδοσιακό» είναι το γιαούρτι που πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές:

α) Παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του, οπότε χωρίς το στάδιο της ομογενοποίησης κατά την παραγωγική διαδικασία.

β) Προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει

υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα (ΚΤΠ Άρθρο 82).

Στραγγιστό γιαούρτι: ως στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο λαμβάνεται από πλήρες γιαούρτι, μετά από απομάκρυνση (αποστράγγιση) μέρους του νερού του με τα διαλυμένα σ' αυτό άλατα. Το απομακρυσμένο νερό περιέχει και λακτόζη. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 8% τουλάχιστον, με εξαίρεση το στραγγιστό γιαούρτι αγελάδας, στο οποίο το ποσοστό λιποπεριεκτικότητας οφείλει να είναι μεγαλύτερο από 5%.

Το γιαούρτι κάθε είδους όταν διατίθεται στην αγορά προς κατανάλωση πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

(α) Να είναι συμπαγές, όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του, εκτός από τον υμένα, να εμφανίζει την όψη αλάβαστρου.

(β) Το γιαούρτι που πωλείται σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο από αδιάβροχο χαρτί ή άλλα επιτρεπόμενα είδη.

(γ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει αντιληπτό ίζημα. Σε περίπτωση, που κατά την εξέταση διαπιστωθεί τέτοιο ίζημα, πρέπει με μικροσκοπική εξέταση να διευκρινίζεται αν αυτό οφείλεται σε ξένες ουσίες ως προς το γιαούρτι, ή σε οποιοδήποτε άλλο παράγοντα.

(δ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική γι' αυτό.

(ε) Απαγορεύεται η διάθεση προς κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι αποδεκτές και ευχάριστες για τους καταναλωτές.

(στ) Απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο, καθώς δεν επιτρέπεται κανένα τέτοιου είδους πρόσθετο στο συγκεκριμένο προϊόν.

(ζ) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες.

(η) Απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση προς κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης.

(θ) Απαγορεύεται η διάθεση στην αγορά γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη και πρόσθετα συστατικά που δεν επιτρέπονται νομοθετικά στο συγκεκριμένο είδος τρόφιμου.

2.5.4 Θρεπτική αξία γιαουρτιού

Η κατανάλωση γιαουρτιού εμφανίζει πλεονεκτήματα σε σχέση με την απλή πρόσληψη γάλακτος, συγκεκριμένα (Hadjimbei 2022):

Η ζύμωση που συμβαίνει, μειώνει την περιεκτικότητα σε λακτόζη (μείωση που μπορεί να αγγίξει και το 30%) και σε συνδυασμό με το σχηματισμό του ενζύμου λακτάσης από τους μικροοργανισμούς, βοηθά στην ανακούφιση ανθρώπων που πάσχουν από ανεπάρκεια αυτού του ενζύμου.

Το χαμηλό pH που επιταχύνει τη δράση των πεψινών (ένζυμα που διασπούν τις πρωτεΐνες) και η μεταβολή της καζεΐνης μέσω της πήξης, κάνουν τις πρωτεΐνες που υπάρχουν στο γιαούρτι πιο εύπεπτες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Διευκολύνεται η πρόσληψη ασβεστίου, γιατί το κolloειδές φωσφορικό ασβέστιο που βρίσκεται στην καζεΐνη μετατρέπεται σε υδατοδιαλυτό, λόγω του χαμηλού pH. Αποτέλεσμα αυτού είναι να απορροφάται ευκολότερα από τον ανθρώπινο οργανισμό, για αυτό και το γιαούρτι χαρακτηρίζεται ως καλή πηγή ασβεστίου.

Η κατανάλωση του έχει συνδεθεί με ευνοϊκές επιδράσεις στην υγεία των ανθρώπων, όπως η παρεμπόδιση των παθογόνων μικροοργανισμών στο πεπτικό σύστημα, η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, η αποκατάσταση της ισορροπίας της μικροχλωρίδας του εντέρου, λόγω της περιεκτικότητας του σε προβιοτικά και πρεβιοτικά, καθώς και οι ευεργετικές αντικαρκινικές του ιδιότητες.

2.6 Βούτυρο

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, ο όρος «Βούτυρο» ή «Βούτυρο Γάλακτος», σαν μέρος της ονομασίας ενός από τα είδη βουτύρου που καθαρίζονται πιο κάτω, αναφέρεται στο προϊόν, το οποίο λαμβάνεται με κτύπημα γάλακτος ή αφρογάλατος ή μίγματός τους είτε όπως έχουν, είτε μετά από οξύνιση, με βιολογικό όμως και μόνο τρόπο (Κεχαγιάς και Τσάκαλη, 2017).

Σαν κατώτατα όρια σταθερών του εγχώριου αγνού βουτύρου κάθε τύπου, νοούμενά στην καθαρή λιπαρή του ύλη, καθορίζονται τα παρακάτω:

(α) Αριθμός Βουτυροδιαθλασιμέτρου σε 40 °C : 41-44

(β) Αριθμός REICHERT - MEISSEL : 26

(γ) Αριθμός POLENSKE : 3-10

(δ) Αριθμός Σαπωνοποίησής : 227

Στην κρίση του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου για γνωμάτευση πρέπει να υποβάλλονται τα αποτελέσματα της χημικής εξέτασης δειγμάτων βουτύρου, τα οποία παρουσιάζουν αριθμό βουτυροδιαθλασιμέτρου μεταξύ 44-45 και τα υπόλοιπα αναλυτικά τους στοιχεία κανονικά ή αριθμό REICHERT - MEISSEL κατώτερα από 26 και ανώτερο από 24 και τα υπόλοιπα αναλυτικά τους στοιχεία κανονικά. Βούτυρα που παρουσιάζουν αριθμό REICHERT-MEISSEL κατώτερα από 24 ή αριθμό βουτυροδιαθλασιμέτρου ανώτερο από 45 χαρακτηρίζονται ως μη κανονικά.

Στο βούτυρο κάθε είδους επιτρέπεται η προσθήκη ασκορβικών E300, E302, E304 σύμφωνα με την αρχή του quantum satis. Επιτρέπεται η χρώση του βουτύρου (συμπεριλαμβανομένου του βουτύρου με μειωμένα λιπαρά) και του συμπυκνωμένου βουτύρου με χρωστική E160 α - καροτένιο σε ποσότητα όσο αρκεί σύμφωνα με το Παράρτημα III του άρθρου 35 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών. Εξαιρείται το βούτυρο από πρόβειο και γίδινο γάλα, στο οποίο δεν επιτρέπεται η προσθήκη χρωστικών ουσιών. Στο βούτυρο από όξινη κρέμα γάλακτος επιτρέπεται η χρήση ανθρακικών αλάτων νατρίου E500 σύμφωνα με την αρχή του quantum satis και φωσφορικών E338, E339, E340, E341, E342, E450, E451, E452 σύμφωνα με τις διατάξεις του παραρτήματος IV του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων.

Μαζί με την ονομασία «βούτυρο» μπορεί να χρησιμοποιείται ο χαρακτηρισμός «παραδοσιακό» όταν το προϊόν λαμβάνεται απευθείας από γάλα ή κρέμα. Ως "κρέμα" νοείται το προϊόν που λαμβάνεται από το γάλα με τη μορφή γαλακτώματος τύπου λιπαρών υλών σε νερό με περιεκτικότητα σε λιπαρές γαλακτικές ύλες τουλάχιστον 10%. (ΚΤΠ Άρθρο 81)

Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής υπάρχουν τρεις τρόποι βουτύρου:

- Βούτυρο από οξιτισμένη κρέμα
- Βούτυρο από μη οξιτισμένη κρέμα (γλυκιά κρέμα)
- Βούτυρο με γλυκιά κρέμα το οποίο οξινίζεται σε επόμενο στάδιο

Το βούτυρο περιέχει 81-85% λίπος, 14-16% νερό 0,5-0,4% στερεά άνευ λίπους και 1,2 % χλωριούχο νάτριο, όταν πρόκειται για αλατισμένο βούτυρο. Η σύσταση οφείλει να βρίσκεται στα πλαίσια των νομοθετικών απαιτήσεων. Το βούτυρο είναι γαλάκτωμα νερού σε λάδι που παρασκευάζεται με κρέμα αναστροφής φάσεων. Η συνεχής φάση του γαλακτώματος του οποίου είναι υγρό λίπος γάλακτος μέσα στο οποίο είναι παγιδευμένοι κρυσταλλωμένοι κόκκοι λίπους, σταγονίδια νερού και αεροφυσαλίδες. Η συνεκτικότητα του βουτύρου καθορίζεται από την αναλογία ελεύθερου υγρού λίπους προς το στερεό λίπος. Εξαιτίας των εποχιακών διαφοροποιήσεων στη σύσταση των ακόρεστων λιπαρών οξέων του λίπους γάλακτος, η αναλογία στερεού/υγρού στο λίπος κυμαίνεται στους 24°C μεταξύ 1,0 το καλοκαίρι και 1,5 το χειμώνα. Η εξισορρόπηση αυτών των αναλογιών επιτυγχάνεται με μια προκαταρκτική τυποποίηση της κρέμας κατά την ωρίμανση, και στη συνέχεια με ανατάραξη και μάλαξη της κρέμας, η οποία επηρεάζει την έκταση της παγίδευσης υγρού λίπους στους στερεοποιημένους «κόκκους λίπους».

2.7 Γαλακτώματα

2.7.1 Γενικά

Τα γαλακτώματα είναι συστήματα διασποράς, συνήθως δύο μη αναμιξιμων υγρών. Όταν η εξωτερική φάση αποτελείται από νερό και η εσωτερική από λάδι, τότε θεωρείται ως γαλάκτωμα «λάδι σε νερό» (O/W). Όταν είναι αντίστροφη η κατάσταση, δηλαδή το νερό είναι διεσπαρμένο μέσα στο λάδι, τότε το γαλάκτωμα είναι τύπου W/O (Belitz et al., 2009). Τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν μια ελάχιστη σταθερότητα, η οποία μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη κατάλληλων ουσιών, όπως τασιενεργών, λεπτομερώς καταμερισμένων στερεών κ.λπ. (Παναγιώτου, 1998).

Τα γαλακτώματα συνήθως απαντώνται στα συστήματα τροφίμων. Προϊόντα, όπως το παγωτό και τα λικέρ κρέμας, είναι μερικά μόνο παραδείγματα. Μία από τις σημαντικότερες ιδιότητες κάθε γαλακτώματος τροφίμων είναι οι ρεολογικές του ιδιότητες. Η υφή και η αίσθηση στο στόμα έχουν ιδιαίτερες πρακτικές συνέπειες και ο προσεκτικός χειρισμός της ρεολογίας του γαλακτώματος σε μια σειρά συνθηκών είναι απαραίτητος για την παροχή ενός επιτυχημένου εμπορεύσιμου προϊόντος (Dickinson & Goling, 1997). Οι κύριες οπτικές ιδιότητες των γαλακτωμάτων είναι η αδιαφάνεια και το χρώμα τους. Η συνολική εμφάνιση των γαλακτωμάτων εξαρτάται από τη σύνθεση και τη μικροδομή τους. Η αδιαφάνεια και το χρώμα των γαλακτωμάτων προσδιορίζονται κυρίως από τη συγκέντρωση των σωματιδίων, το μέγεθος και την αντίθεση του δείκτη διάθλασης, καθώς επίσης και την παρουσία χρωμοφόρων που απορροφούν το φως (Chung & McClements, 2014).

Η εμφάνιση ενός γαλακτώματος εξαρτάται από τη διάμετρο της σταγόνας. Εάν η διάμετρος είναι μεταξύ 0,15 και 100 μm , τότε το γαλάκτωμα έχει εμφάνιση θολή-γαλακτώδη. Σε αντίθεση, τα μικρογαλακτώματα (διάμετρος 0,0015-0,15 μm) είναι διαφανή και σημαντικά πιο σταθερά και δεν χωρίζουν στις φάσεις τους, γιατί ο ρυθμός κατακάθισης εξαρτάται από τη διάμετρο των σταγόνων (Belitz et al., 2009).

Τα γαλακτώματα χρησιμοποιούνται σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους (καλλυντικών, φαρμακευτικών σκευασμάτων, τροφίμων), καθώς η επιστήμη τους αποτελεί ένα σύνθετο αντικείμενο μελέτης. Τόσο φυσικά όσο και επεξεργασμένα τρόφιμα αποτελούνται μερικώς είτε εξ ολοκλήρου από γαλακτώματα ή έχουν υπάρξει σε κατάσταση γαλακτωματοποίησης σε κάποια χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της παραγωγής τους. Στα τρόφιμα αυτά συμπεριλαμβάνονται το γάλα (o/w), το βούτυρο (w/o), η μαγιονέζα (o/w), και άλλα. Αυτά τα προϊόντα, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία διαφορετικών φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, όπως είναι η εμφάνιση, το άρωμα, η υφή, η γεύση και ο χρόνος ζωής (Βαγενά, 2015). Τα γαλακτώματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις, όπου είναι απαραίτητο να ενσωματωθούν συστατικά, τα οποία είναι μη αναμίξιμα μεταξύ τους, για παράδειγμα ζύδι με λάδι. Για να ενσωματωθούν τα συστατικά μεταξύ τους ανακινείται το μίγμα ή προστίθενται ένας γαλακτωματοποιητικός παράγοντας. Ένας άλλος λόγος χρήσης των γαλακτωμάτων είναι για τη διατήρηση του αρώματος και της σταθερότητας των

προϊόντων, την ενδυνάμωση μιγμάτων, φτωχών σε συστατικά και τη ρύθμιση των φυσικών ιδιοτήτων κάποιων προϊόντων (Lissant, 1974).

2.7.2 Σταθερότητα γαλακτωμάτων

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των γαλακτωμάτων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα συστήματα τροφίμων, καθώς συμβάλλουν άμεσα στην υφή, τις αισθητικές και τις θρεπτικές ιδιότητες των τροφίμων. Μία από τις κύριες ιδιότητες είναι η σταθερότητα που αναφέρεται στην ικανότητα ενός γαλακτώματος να αντιστέκεται στις αλλαγές στις ιδιότητές του με την πάροδο του χρόνου (Huck-Iriant et al., 2011).

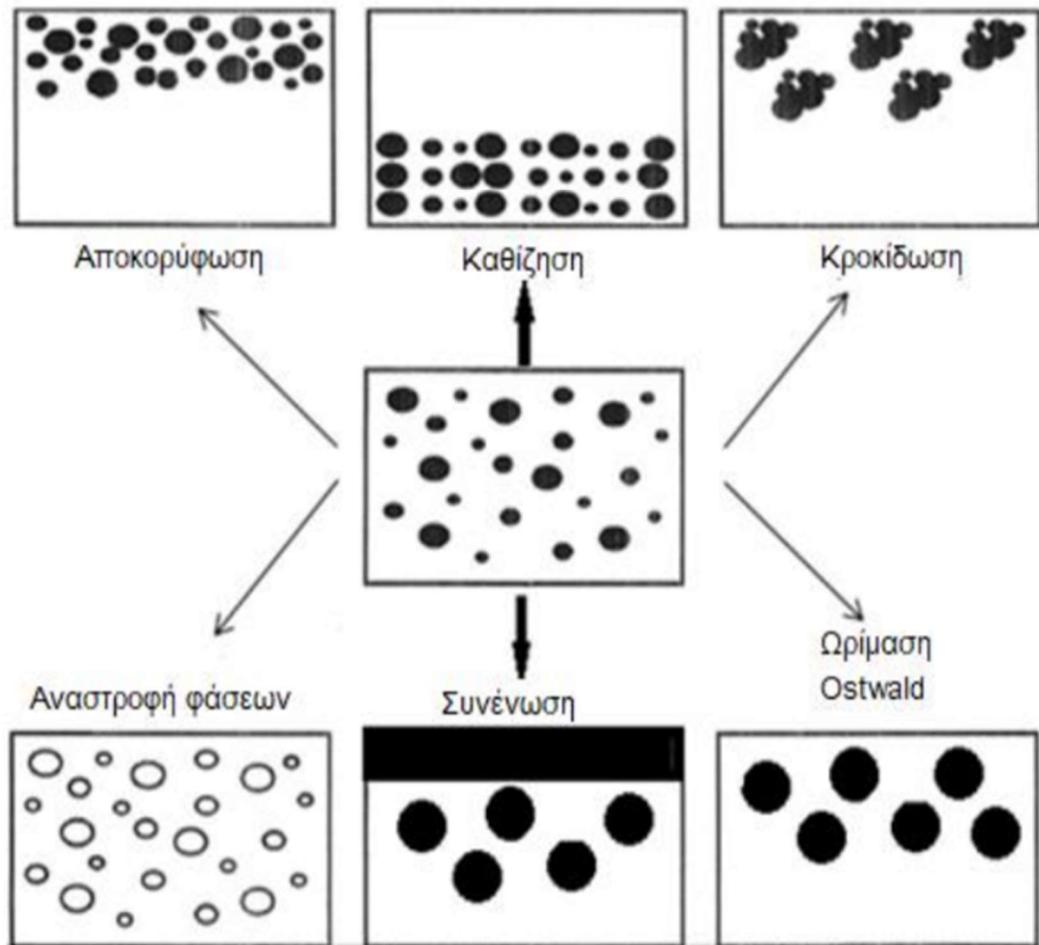
Η παρασκευή ενός γαλακτώματος απαιτεί τη δημιουργία μίας τεράστιας διεπιφάνειας μεταξύ των δύο μη αναμίξιμων φάσεων (Παναγιώτου, 1998) και για να θεωρηθεί σταθερό πρέπει να ανιχνευτεί μία μόνο μικρή συσσωμάτωση και καταβύθιση των σωματιδίων του. Τα γαλακτώματα είναι θερμοδυναμικά ασταθή, οπότε καταστρέφονται με αργό ρυθμό.

Παράγοντες όπως το pH, η θερμοκρασία, οι συνθήκες που επικρατούν κατά τη διαδικασία παραγωγής των γαλακτωμάτων μπορούν να επηρεάσουν τη σταθερότητά τους.

Οι μηχανισμοί οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν ένα γαλάκτωμα σε αποσταθεροποίηση μπορούν να ενταχθούν σε πέντε κατηγορίες (Ριτζούλης, 2011):

- ο βαρυντικός διαχωρισμός – αποκορύφωση (creaming),
- η συσσωμάτωση (aggregation) – κροκίδωση (flocculation),
- η συγχώνευση – συνένωση (coalescence),
- η αναστροφή φάσης (phase inversion),
- και η ωρίμανση κατά Ostwald (Ostwald ripening).

Οι μηχανισμοί αποσταθεροποίησης των γαλακτωμάτων παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 : Σχηματική απεικόνιση των μηχανισμών αποσταθεροποίησης γαλακτωμάτων (Tadros,2013)

Ο βαρυτικός διαχωρισμός περιγράφει την ανοδική κίνηση των σταγονιδίων λόγω του ότι έχουν χαμηλότερη πυκνότητα από το περιβάλλον υγρό, αντίθετα η καθίζηση περιγράφει την προς τα κάτω κίνηση των σταγονιδίων όταν έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το περιβάλλον υγρό.

Η κροκίδωση εμφανίζεται όταν δύο ή περισσότερα σταγονίδια έρχονται μαζί για να σχηματίσουν ένα συσσωμάτωμα στο οποίο τα σταγονίδια διατηρούν την ατομική τους ακεραιότητα.

Η συγχώνευση είναι η διαδικασία δύο ή περισσότερων σταγονιδίων να ενώνονται για να σχηματίσουν ένα μόνο μεγαλύτερο σταγονίδιο. Η εκτεταμένη συσσώρευση σταγονιδίων μπορεί τελικά να οδηγήσει στο σχηματισμό ξεχωριστής στρώσης ή ελαίου στη κορυφή ενός δείγματος, το οποίο είναι γνωστό ως "έλλειψη λαδιού".

Η αναστροφή φάσης είναι η διαδικασία μετατροπής ενός γαλακτώματος O / W σε γαλάκτωμα W / O, ή αντίστροφα.

Η ωρίμανση κατά Ostwald είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα μόρια που απαρτίζουν τα σωματίδια της διεσπαρμένης φάσης μεταφέρονται στη συνεχή φάση μέχρι να επαναδιαλυτοποιηθούν σε ένα άλλο σωματίδιο. Και έτσι τα μόρια με τα μικρότερα σωματίδια τείνουν να μεταφέρονται στη

συνεχή φάση πιο εύκολα παρά τα μόρια με μεγαλύτερα σωματίδια και τελικά τα μεγάλα σταγονίδια αναπτύσσονται σε βάρος των μικρότερων (Ριτζούλης, 2011; McClements, 2016).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν επίσης διάφορες χημικές, βιοχημικές και μικροβιολογικές διεργασίες που εμφανίζονται σε γαλακτώματα τροφίμων που μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη σταθερότητά του δυσμενώς, και συνεπώς και τη διάρκεια ζωής και την ποιότητα ζωής τους, όπως για παράδειγμα, η οξείδωση λιπιδίων, η ενζυμική υδρόλυση και η βακτηριακή ανάπτυξη (McClements, 2016).

2.8 Σταθεροποιητές

2.8.1 Γενικά

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών «νοούνται ως σταθεροποιητές, οι ουσίες που επιτρέπουν τη διατήρηση της φυσικοχημικής κατάστασης ενός τρόφιμου. Οι σταθεροποιητές περιλαμβάνουν ουσίες οι οποίες επιτρέπουν τη διατήρηση της ομοιογενούς διασποράς δύο ή περισσότερων μη μειγνυόμενων ουσιών σε ένα τρόφιμο, ουσίες οι οποίες σταθεροποιούν, διατηρούν ή εντείνουν το υπάρχον χρώμα ενός τρόφιμου και ουσίες οι οποίες αυξάνουν τη συνδετική ικανότητα του τρόφιμου, συμπεριλαμβανομένου του σχηματισμού διασταυρούμενων δεσμών μεταξύ πρωτεϊνών που επιτρέπουν τη σύνδεση τεμαχίων τρόφιμου κατά την ανασύσταση τρόφιμου (www.gcs1.gr).

Ένας σταθεροποιητής είναι οποιοδήποτε συστατικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της κινητικής σταθερότητας ενός γαλακτώματος και μπορεί να ταξινομηθεί ως γαλακτωματοποιητής, τροποποιητής υφής, παράγοντας στάθμισης ή αναστολέας ωρίμανσης ανάλογα με τον τρόπο δράσης του. Η σταθεροποίηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (δομή, χρώμα, άρωμα) και της σύστασης των τροφίμων πραγματοποιείται μέσω της παγίδευσης του ελεύθερου νερού και των υπόλοιπων συστατικών τους σ' ένα τρισδιάστατο δίκτυο, το οποίο δημιουργούν τα μόρια του σταθεροποιητή (Κυρανάς, 2016).

2.8.2 Γαλακτωματοποιητές

Η βιωσιμότητα των γαλακτωμάτων, όπως αναφέρθηκε, έχει να κάνει με το πόσο αυτά μπορούν να παραμείνουν σταθερά, κάτω από ορισμένες συνθήκες επεξεργασίας, για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τα συστήματα αυτά, λοιπόν, παρουσιάζουν μία ελάχιστη σταθερότητα, η οποία μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη κατάλληλων ουσιών που ονομάζονται γαλακτωματοποιητές.

Οι περισσότεροι γαλακτωματοποιητές είναι αμφίφυλα μόρια, δηλαδή έχουν πολικές και μη πολικές περιοχές στο ίδιο μόριο. Οι πιο συνηθισμένοι γαλακτωματοποιητές που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων είναι επιφανειοδραστικά μόρια, φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες. Οι ουσίες αυτές, λειτουργούν ως μηχανισμοί μείωσης της επιφανειακής τάσης.

Βοηθούν το σχηματισμό και τη διατήρηση ομοιογενών μιγμάτων, βελτιώνουν την εμφάνιση και παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων.

Μίγματα γαλακτωματοποιητών δρουν πιο αποτελεσματικά σε σχέση με απλούς γαλακτωματοποιητές.

2.8.3 Πυκνωτικά Μέσα

Ως πυκνωτικά μέσα αναφέρονται οι υδρόφιλες ενώσεις (πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και παράγωγα τους), οι οποίες παρουσία νερού ενυδατώνονται, διογκώνονται και τελικά διαλύονται σε αυτό. Τα διαλύματα των περισσοτέρων πυκνωτικών μέσων, εμφανίζουν γλοιώδη και κολλοειδή μορφή, γι' αυτό και μερικές φορές αναφέρονταν ως «ελαστικά κόμμεα» ή «gums». Η χρήση τους από τις βιομηχανίες τροφίμων είναι εξαιρετική, λόγω των ιδιαίτερων φυσικοχημικών τους ιδιοτήτων, όπως η αύξηση του ιξώδους και της σταθερότητας. Τέλος, η δραστηριότητα τους βελτιώνεται είτε με την ανάμιξη διαφόρων υδροκολλοειδών είτε με την προσθήκη διαφόρων αλάτων (Κυρανάς, 2016).

2.8.4 Πολυσακχαρίτες

Γενικότερα, απομονωμένοι πολυσακχαρίτες χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στην επεξεργασία τροφίμων, είτε σε φυσική μορφή, είτε σε τροποποιημένη, ως πυκνωτικά μέσα (άμυλο, αλγινικά άλατα, πηκτίνη, κόμμι γκουάρ, κ.ά.), ως σταθεροποιητές για γαλακτώματα και αιωρήματα, ως ουσίες επικάλυψης για την προστασία ευαίσθητων τροφίμων από ανεπιθύμητες μεταβολές και ως αδρανή υλικά, για αύξηση της αναλογίας των μη πεπτόμενων ουσιών στη διατροφή.

Οι υδρόφιλοι πολυσακχαρίτες που συνήθως ονομάζονται σταθεροποιητές, είναι ουσίες οι οποίες δεσμεύουν το νερό, γεγονός το οποίο μπορεί να επηρεάσει τις συνθήκες επεξεργασίας και τη συμπεριφορά ενός τροφίμου, κατά πολλούς τρόπους.

Οι σπουδαιότερες επιδράσεις των σταθεροποιητών στα επεξεργασμένα τρόφιμα είναι (Ηλιόπουλος, 2007):

- Συγκράτηση του νερού
- Ελάττωση του ρυθμού εξάτμισης της υγρασίας
- Τροποποίηση του ρυθμού κατάψυξης
- Έλεγχος του σχηματισμού παγοκρυστάλλων
- Ρύθμιση των ρεολογικών ιδιοτήτων.

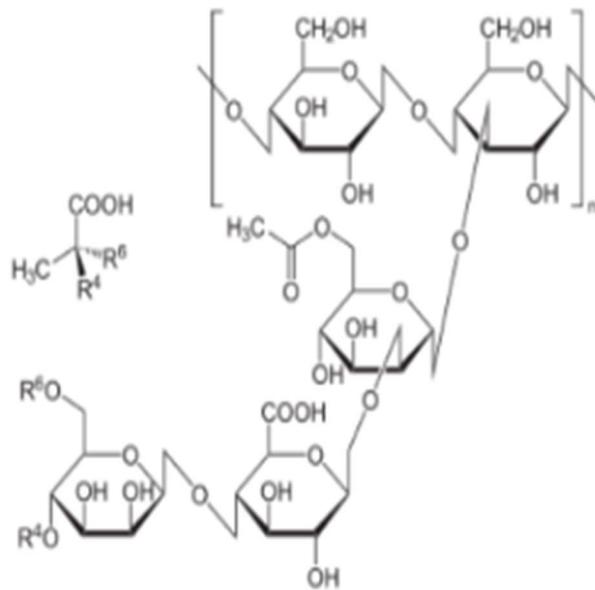
2.8.5 Ξανθάνη

Το κόμμι ξανθάνης είναι ένας εξωκυτταρικός πολυσακχαρίτης υψηλού μοριακού βάρους που εκκρίνεται από το μικροοργανισμό *Xanthomonas campestris* και παράγεται εμπορικά με τη διαδικασία της ζύμωσης. Είναι διαλυτό ακόμη και σε κρύο νερό και έχει πολύ ευρύ φάσμα

εφαρμογών (Imeson, 2010). Αποτελεί σταθεροποιητή πρώτης επιλογής κατά την παρασκευή εναιωρημάτων, γιατί μπορεί να συνδυαστεί με μία ευρεία σειρά αλάτων, οξέων και βάσεων, καθώς και με μεγάλες συγκεντρώσεις αυτών, συγκρινόμενος με οποιαδήποτε άλλη πηκτική ουσία. (Sanchez, 2014). Αποτελείται από 1,4 συνδεμένα μόρια β-γλυκοκυρανόζης. Κατά μέσο όρο, κάθε δεύτερο μόριο γλυκόζης φέρει στην 3-θέση έναν τρισακχαρίτη με δομή β-D-Manp-(1→4)-β-D-GlcpA(1→2)-α-Manp ως πλευρική αλυσίδα. Η δεσμευμένη μαννόζη στην κύρια αλυσίδα είναι ακετυλιωμένη στην 6-θέση και περίπου 50% των τερματικών μορίων μαννόζης εμφανίζονται με πυροσταφυλικό ως 4,6-O-(1-καρβοξυ-αιθυλιδενο)-D-μαννοκυρανόζη (Morris, 2006). Τμήμα του χημικού τύπου της ξανθάνης απεικονίζεται στο Σχήμα 2.

Το ιξώδες της ξανθάνης είναι σταθερό σε ευρεία κλίμακα θερμοκρασιών και pH (συγκεκριμένα το εύρος είναι τόσο ευρύ που φτάνει σε τιμές από 1 έως 13), για αυτόν το λόγο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό και σε προσθήκη σε πολλά τρόφιμα από το σύνολο της βιομηχανίας τροφίμων. Συνεπώς, είναι ικανή να σχηματίζει υψηλά ιξώδη διαλύματα ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις, εμφανίζει υψηλή διαλυτότητα σε ζεστό είτε κρύο νερό, καθώς και σε όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον, ενώ η βέλτιστη λειτουργικότητα της σε διάλυμα εξαρτάται από την πλήρη ενυδάτωση (Song et al., 2006; Sanchez, 2014; Κυρανάς, 2016). Ως φυσικό πολυμερές, η ξανθάνη είναι πλήρως βιοδιασπώμενη, ενώ επιπλέον έχει μεγάλη αντοχή έναντι υψηλής ενζυμικής δραστηριότητας (Song et al., 2006). Λόγω των μοναδικών ρεολογικών ιδιοτήτων της και της εμπορικής της σημασίας, είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο κόμμι στη βιομηχανία τροφίμων για εφαρμογές όπως ποτά, γαλακτοκομικά προϊόντα, ψημένα και κατεψυγμένα τρόφιμα. Εφαρμόζεται ως σταθεροποιητής γαλακτωμάτων και αφρών αλλά και ως πυκνωτικό μέσο (Tako & Nakamura, 1985; Sanchez, 2014). Ως πυκνωτικό χρησιμοποιείται κυρίως σε τρόφιμα όπως οι σάλτσες, ενώ εμποδίζει τη συσσωμάτωση των κρυστάλλων σε τρόφιμα που συντηρούνται υπό συνθήκες κατάψυξης, όπως τα παγωτά. Επίσης, χρησιμοποιείται κατά κόρον στη σταθεροποίηση γαλακτοκομικών προϊόντων, τα οποία έχουν χαμηλό pH, όπως η ξινή κρέμα, το γιαούρτι και συναφή προϊόντα. Άλλες χρήσεις της είναι και ως υποκατάστατο λίπους που προσθέτει την «αίσθηση στο στόμα» του λίπους, χωρίς τις θερμίδες αυτού. Η ξανθάνη χρησιμοποιείται ευρύτατα στις σάλτσες υδαρούς τύπου (dressings) και είναι μία απαραίτητη πρόσθετη ουσία για την παραγωγή σταθερών προϊόντων.

Ένα από τα πιο αξιολογικά χαρακτηριστικά της ξανθάνης είναι η ικανότητά της να αυξάνει το ιξώδες ενός υγρού, με την προσθήκη πολύ μικρής ποσότητας. Το τελικό προϊόν έχει πολύ υψηλό ιξώδες σε υδατικά διαλύματα, είναι ασυνήθιστης υψηλής σταθερότητας σε υψηλές θερμοκρασίες (Habibi & Khosravi-Darani, 2017). Η ξανθάνη χρησιμοποιείται, επίσης, και σε άλλους τομείς, όπως στις βιομηχανίες φαρμακευτικών, καλλυντικών, γεωργικών, κλωστοϋφαντουργικών, κεραμικών και πετρελαίου (Song et al., 2006; Sanchez, 2014).



Σχήμα 2: Σχηματική απεικόνιση της χημικής δομής του μορίου της ξανθάνης

2.9 Πρωτεΐνες ορού

2.9.1 Γενικά

Ο όρος "πρωτεΐνες ορού γάλακτος" χρησιμοποιείται πολύ ευρέως και θεωρείται ότι αναφέρεται σε πρωτεΐνες που δε σχετίζονται με το μικκύλιο καζεΐνης ή άλλα σωματίδια γάλακτος. Αναγνωρίζεται, ωστόσο, ότι οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος, ιδιαίτερα του τυρογάλακτος, διαφέρουν από αυτές του ορού γάλακτος, καθώς περιλαμβάνουν πρωτεΐνες βακτηρίων εκκίνησης, βακτηριακούς μεταβολίτες και γλυκομακροπεπτίδιο (GMP), προϊόν δράσης πτυιάς στην κ-καζεΐνη (Bansal and Deeth, 2019).

Είναι τυπικές σφαιρικές πρωτεΐνες και μετουσιώνονται με την επίδραση της θέρμανσης. Δεν περιέχουν φώσφορο στο μόριο τους και δεν είναι ευαίσθητες στην παρουσία ιόντων ασβεστίου. Περιέχουν ενδομοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς, οι οποίοι σταθεροποιούν τη δομή τους (Walstra et al., 2006).

Οι πρωτεΐνες ορού γενικά έχουν υψηλή θρεπτική και βιολογική αξία, περιέχουν απαραίτητα αμινοξέα σε υψηλό ποσοστό, ενώ έχει αποδειχθεί ότι έχουν πολλά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία. Έχουν αντιμικροβιακές ιδιότητες, παρέχουν προστασία ενάντια στην αύξηση του σωματικού βάρους, τον καρκίνο, την υπέρταση, την οστεοπόρωση και το στρες, καθώς και βοηθούν στη βελτίωση της ψυχικής υγείας και του ανοσοποιητικού συστήματος (Deeth & Bansal, 2019, Smithers, 2008).

2.9.2 Κατηγορίες πρωτεϊνών ορού

Αποτελούν περίπου το 20% του πρωτεϊνικού κλάσματος του γάλακτος και διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες (El-Salam, 2009):

- *α-γαλακταλβουμίνη (α-La)*: Η α-λακταλβουμίνη (α-La) είναι η δεύτερη πιο άφθονη πρωτεΐνη ορού γάλακτος στο βόειο γάλα. Το βόειο γάλα περιέχει περίπου 1,2-1,5 g/L α-La το οποίο αντιπροσωπεύει περίπου το 20% των συνολικών πρωτεϊνών ορού γάλακτος και περίπου το 3,5% των συνολικών πρωτεϊνών στο γάλα. Η α-La είναι μια μικρή συμπαγής πρωτεΐνη που έχει ταξινομηθεί ως μεταλλοπρωτεΐνη ασβεστίου. Η δέσμευση ασβεστίου έχει αποδειχθεί ότι είναι απαραίτητη για τη σωστή αναδίπλωση και σχηματισμό δισουλφιδίου της α-La. Η βασική βιολογική λειτουργία της α-La είναι η ρύθμιση της σύνθεσης της λακτόζης και της παραγωγής της υδατικής φάσης του γάλακτος. Η συγκέντρωση λακτόζης στο γάλα είναι ανάλογη με την περιεκτικότητά της σε α-La. Η α-La είναι η πιο σταθερή στη θερμότητα από τις κύριες πρωτεΐνες ορού γάλακτος στο γάλα. Η σταθερότητα οφείλεται στο γεγονός ότι έχει δύο δισουλφιδικούς δεσμούς, χωρίς ελεύθερες σουλφυδρικές ομάδες και δεσμεύει ένα ιόν ασβεστίου. Αυτή η δέσμευση με το ασβέστιο έχει συνέπειες για τη θερμική σταθερότητα και άλλες λειτουργικές ιδιότητες, όπως είναι ο αφρισμός (Bansal and Deeth, 2019).

- *β-γαλακτογλοβουλίνη (β-Lg)*: Τα περισσότερα γάλατα θηλαστικών περιέχουν β-λακτοσφαιρίνη (β-Lg) ως κύρια πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Η β-Lg είναι η πιο άφθονη πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε γάλα μηρυκαστικών, όπως γαλακτοπαραγωγά βοοειδή, κατσίκες, πρόβατα και βούβαλοι. Η β-Lg είναι μια εξαιρετικά δομημένη σφαιρική πρωτεΐνη που ανήκει στην οικογένεια των λιποκαλινών. Συντίθεται στο μαστικό αδένες από τα εκκριτικά επιθηλιακά κύτταρα. Στο πρόβειο γάλα, έχουν εντοπιστεί τρεις γενετικές παραλλαγές (AC) της β-Lg που διαφέρουν μεταξύ τους σε ένα ή δύο αμινοξέα. Στο κατσικίσιο γάλα, ενώ έχουν αναφερθεί αρκετές υποκαταστάσεις νουκλεοτιδίων, μέχρι στιγμής δεν έχουν εντοπιστεί παραλλαγές που να περιέχουν αλλαγές αμινοξέων. Ως η πιο άφθονη πρωτεΐνη ορού γάλακτος, το β-Lg έχει σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά των προϊόντων πρωτεΐνης ορού γάλακτος. Ειδικότερα, η μετουσίωσή του από τη θερμότητα και η επακόλουθη συσσώρευσή του με τον εαυτό του και άλλες πρωτεΐνες, και ο σχηματισμός πηκτωμάτων, έχουν μεγάλη σημασία στη γαλακτοβιομηχανία και αξιοποιούνται σε μεγάλο βαθμό (Bansal and Deeth, 2019).

- *οροαλβουμίνη (SA)*: Η αλβουμίνη ορού (SA) στο γάλα σχεδόν όλων των ειδών υπάρχει σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με την β-Lg και την α-La. Η SA είναι μια εξαιρετικά δομημένη αλλά εύκαμπτη μη γλυκοπρωτεΐνη. (Bansal and Deeth, 2019).

- *ανοσοσφαιρίνες (Igs)*: Οι Igs υπάρχουν στο γάλα σε διάφορες μορφές. Οι κύριες μορφές είναι τα IgG, IgA και IgM. Η κύρια σημασία τους είναι ο ρόλος τους στο ανοσοποιητικό σύστημα του νεαρού ζώου (Bansal and Deeth, 2019).

- γλυκομακροπεπίδιο (GMP) : Υπάρχει σε συγκεντρώσεις 13 – 17%

- διάφορες άλλες πρωτεΐνες (λακτοφερίνη, λακτοϋπεροξειδάση, κ.ά.): Καλύπτουν μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό – μικρότερο του 2% επί του συνόλου των πρωτεϊνών.

Συνεπώς, οι πρωτεΐνες ορού αποτελούνται κυρίως από β -Ig \approx 50%, α -1a \approx 20%, SA \approx 5-8%, Igs \approx 8-12%, GMP \approx 15% (El-Salam, 2009).

Επιπλέον στοιχεία σχετικά με τις κύριες πρωτεΐνες ορού είναι τα εξής:

Η β -Ig είναι μια δομημένη σφαιρική πρωτεΐνη, με 162 υπολείμματα αμινοξέων, δύο δισουλφιδικούς δεσμούς (Cys66-Cys160 και Cys106-Cys119) και μια ελεύθερη σουλφυδρυλομάδα (Cys121) εντοπισμένη εντός της πρωτεϊνικής δομής. Έχει μοριακό βάρος (MW) \approx 18.300 Da (Deeth & Bansal, 2019) και ισοηλεκτρικό σημείο (I.Σ.) \approx 5,20 (Turgeon & Beaulieu, 2001). Σε φυσιολογικές συνθήκες, η β -Ig υπάρχει ως διμερές με MW \approx 34.000 Da.

Η α -1a είναι μικρή συμπαγής πρωτεΐνη, με 123 υπολείμματα αμινοξέων, MW \approx 14.100 Da και I.Σ. σε pH 4,2-4,5. Η α -1a έχει πολύ υψηλό περιεχόμενο σε απαραίτητα αμινοξέα (κατά 63,2% των ολικών αμινοξέων), δεν περιέχει ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες, αλλά έχει τέσσερις ενδομοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς. Η δομή της σταθεροποιείται σε δίλοβη μέσω δέσμησης ιόντων ασβεστίου. Από τις κύριες πρωτεΐνες ορού, η α -1a είναι η περισσότερο σταθερή στη θέρμανση.

Η SA είναι ισχυρά δομημένη (ελικοειδής), αλλά ευέλικτη πρωτεΐνη, περιέχει 583 υπολείμματα αμινοξέων, με MW \approx 66.500 Da και I.Σ. σε pH 4,7-4,9 (Deeth & Bansal, 2019).

2.9.3 Χρήσεις των πρωτεϊνών ορού γάλακτος στη βιομηχανία τροφίμων

Οι χρήσεις των πρωτεϊνών ορού του γάλακτος στα τρόφιμα είναι κυρίως σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής, σάλτσες, μαγιονέζα, ζυμαρικά, παγωτά, σουφλέ, αφρώδη ποτά, προϊόντα αφρού, γαλακτώματα και γαλακτοκομικά προϊόντα. Οι πρωτεΐνες ορού σε σύγκριση με τις καζεΐνες έχουν το πλεονέκτημα να είναι διαλυτές και σε χαμηλό pH, κάτι που επιτρέπει τη χρήση τους σε όξινα προϊόντα (μη αλκοολούχα ποτά, χυμοί φρούτων κτλ), για βελτίωση είτε των χαρακτηριστικών του τροφίμου, είτε της θρεπτικής αξίας του (Κεχαγιάς, 2011). Οι πρωτεΐνες ορού προστίθενται σε τυριά για τη βελτίωση του πρωτεϊνικού περιεχομένου, της σκληρότητας, της ικανότητας τεμαχισμού, της επαλειψιμότητας και της συγκράτησης νερού (Guinee et al., 2004).

Η γλυκιά σκόνη ορού γάλακτος χρησιμοποιείται για την αύξηση των στερεών και των πρωτεϊνών σε φυσικά τυριά. Η όξινη σκόνη ορού γάλακτος μπορεί να βελτιώσει το επιφανειακό χρώμα και τη γεύση σε προϊόντα ψωμιού, μπισκότα, κράκερ κ.ά. (Deeth & Bansal, 2019). Η γλυκιά σκόνη ορού γάλακτος με \approx 12-15% πρωτεΐνη χρησιμοποιείται ευρέως στα τυριά, ως οικονομικά αποδοτικό υλικό πλήρωσης που προσδίδει ήπια γλυκιά γεύση και ομαλή υφή, η οποία είναι ιδιαίτερα επιθυμητή σε επαλειφόμενα προϊόντα που έχουν υποστεί έντονη επεξεργασία. Τα προϊόντα

πρωτεϊνών ορού σε σκόνη, όπως WPC και WPI, χρησιμοποιούνται λιγότερο, λόγω του σχετικά υψηλού κόστους τους και ως εκ τούτου, η προσθήκη τους συνήθως αφορά συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως η ενίσχυση της συνεκτικότητας και του ιξώδους σε επαλειφόμενα τυριά με υψηλή υγρασία (Deeth & Bansal, 2019).

Έχει παρατηρηθεί ότι οι πρωτεΐνες ορού σε αφυδατωμένη μορφή, δεν προσδίδουν ικανοποιητικές ιδιότητες σε συμβατικά τυριά, όταν προστίθεται σε μεγάλες ποσότητες. Η απευθείας προσθήκη πρωτεϊνών ορού σε τυριά, προς υποκατάσταση φυσικών τυριών ή καζεϊνών, έχει βρεθεί ότι οδηγεί σε αύξηση της τάσης θραύσης και της σκληρότητας (Guinee et al., 2004). Επίσης, οι προστιθέμενες πρωτεΐνες ορού επιδρούν στην υφή και τα χαρακτηριστικά τήξης των επαλειφόμενων τυριών, όπου συσχετίζονται με την ελάττωση της δυνατότητας τήξης των προϊόντων, η οποία εξαρτάται από τη συγκέντρωση (Deeth & Bansal, 2019).

Αυτό αποδίδεται στην αδυναμία αποδόμησης των πρωτεϊνών κατά την τήξη, γεγονός το οποίο οφείλεται στο σχηματισμό συσσωματωμάτων πρωτεϊνών ορού μεγάλου μοριακού βάρους κατά τη θερμική επεξεργασία, εξαιτίας των υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων και τη δημιουργία δισουλφιδικών δεσμών (Lee et al., 2006).

Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι υψηλότερα επίπεδα μετουσίωσης των πρωτεϊνών ορού οδηγεί σε μαλακότερα τυριά, τα οποία είχαν αυξημένη ικανότητα τήξης. Οι μετουσιωμένες πρωτεΐνες ορού ενισχύουν το πλέγμα που σχηματίζεται από τις καζεΐνες και βελτιώνουν τις ιδιότητες που σχετίζονται με τη θραύση, καθώς και την ομοιογένεια μικτών πηκτών πρωτεϊνών γάλακτος (Balakrishnan et al., 2017, Mleko & Foegeding, 2000).

Επίσης, οι πρωτεΐνες ορού διαθέτουν εξαιρετικές λειτουργικές ιδιότητες. Μπορούν να εμποδίσουν το διαχωρισμό νερού ή λίπους και την απελευθέρωση αέρα στους αφρούς, ενώ παράλληλα μπορούν να βελτιώσουν την υφή των τροφίμων. Οι παράγοντες που έχουν καθοριστικό ρόλο σε ορισμένες λειτουργικές ιδιότητες είναι:

- η δέσμευση νερού,
- οι ιδιότητες αφρισμού,
- ο σχηματισμός πηκτής και
- η γαλακτωματοποίηση.

Οπότε, με τη χρησιμοποίηση πρωτεϊνών ορού γάλακτος στη σύνθεση διαφόρων τροφίμων μπορούν να επιτευχθούν ένας ή και περισσότεροι από τους ακόλουθους σκοπούς (Smithers, 2008):

- εμπλουτισμός των τροφίμων με θρεπτικά συστατικά και ουσίες που προάγουν την υγεία,
- εξασφάλιση επιθυμητών χαρακτηριστικών (συνεκτικότητα, κατάλληλη υφή, ικανότητα αφρισμού, κλπ) στα τρόφιμα και
- βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων (γεύση, χρώμα, αίσθηση

στο στόμα – κυρίως όταν αφορά το λίπος, κλπ).

Όμως, η μετουσίωση και συσσωμάτωση των πρωτεϊνών ορού κατά τη θέρμανση επηρεάζουν σημαντικά τις λειτουργικές ιδιότητές τους (Deeth & Bansal, 2019).

Το φαινόμενο του σχηματισμού πηκτής μέσω θέρμανσης είναι πολύ σημαντικό για τα τρόφιμα, καθώς συνεισφέρει στις μηχανικές ιδιότητες, στη μορφοποίηση, στη συγκράτηση άλλων συστατικών μέσα στο άκαμπτο πρωτεϊνικό πλέγμα και στη συγκράτηση νερού. Ο μηχανισμός σχηματισμού θερμικά σταθεροποιημένων πηκτών πρωτεϊνών ορού οφείλεται στο ότι οι πρωτεΐνες ορού μετουσιώνονται κατά τη θέρμανση πάνω από μία ορισμένη θερμοκρασία, συνήθως μεγαλύτερη των 60°C. Πιο ευαίσθητες στη μετουσίωση είναι οι ανοσοσφαιρίνες και ακολουθούν κατά σειρά ευαισθησίας η οροαλβουμίνη, η β-γαλακτογλοβουλίνη (β-Ig) και η α-γαλακταλβουμίνη (α-Ia). Η μετουσίωση των πρωτεϊνών ορού περιλαμβάνει μεταβολές στη διαμόρφωση των πρωτεϊνικών μορίων (εκδίπλωση), έκθεση σουλφυδρυλικών ομάδων και δημιουργία συμπλόκων και συσσωματωμάτων. Οι σουλφυδρυλικές ομάδες, οι οποίες είναι παγιδευμένες στο εσωτερικό των πρωτεϊνών που βρίσκονται σε φυσική διαμόρφωση, με την εκδίπλωσή τους είναι πλέον προσιτές να αντιδράσουν ευκολότερα, σχηματίζοντας δισουλφιδικούς δεσμούς με γειτονικά μόρια. Δισουλφιδικοί δεσμοί σχηματίζονται επίσης μεταξύ διαφόρων πρωτεϊνών ορού, αλλά και πρωτεϊνών που βρίσκονται στην επιφάνεια των λιποσφαιρίων (Ανυφαντάκης, 2004).

Οι πρωτεΐνες γενικά παρουσιάζουν καλή γαλακτωματοποιητική δράση λόγω της μοριακής τους προσαρμοστικότητας, η οποία τους επιτρέπει ταχεία προσρόφηση και διευθέτηση στη διεπιφάνεια, ώστε να σχηματίσουν μια συνεχή μακρομοριακή προστατευτική στοιβάδα (Damodaran, 1996).

2.9.4 Αλληλεπιδράσεις πρωτεϊνών με πολυσακχαρίτες

Οι αλληλεπιδράσεις των πρωτεϊνικών μορίων με τα μόρια των πολυσακχαριτών στα συστήματα των τροφίμων έχουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της δομής τους και στη φυσικοχημική τους σταθερότητα. Σε μικτά συστήματα βιοπολυμερών, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πρωτεϊνών και πολυσακχαριτών μπορούν να διακριθούν σε αυτές που βασίζονται σε (Grinberg & Tolstoguzov, 1997):

- Αμοιβαία διαλυτότητα
- Θερμοδυναμική ασυμβατότητα
- Σχηματισμό συμπλόκων.

Σε πηκτές πραγματικών τροφίμων, οι πρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες συνυπάρχουν στο πλέγμα, επηρεάζουν τις συνολικές ιδιότητες των πηκτών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μικτών πηκτών με συγκεκριμένες ιδιότητες. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς σε πραγματικά τρόφιμα, ενώ έχουν κυρίως μελετηθεί σε μικτά συστήματα καθαρών ουσιών (Stone & Nickerson, 2012, Benichou et al., 2007, de Jong & van de Velde, 2007).

2.10 Ρεολογία τροφίμων

2.10.1 Γενικά

Οι ιδιότητες που αναφέρονται στη συμπεριφορά ενός υλικού όταν αυτό ρέει υπό την επίδραση δύναμης, καθώς και η συμπεριφορά του υλικού όταν παραμορφώνεται υπό την επίδραση δύναμης ή όταν ρέει υπό την επίδραση δύναμης, ονομάζονται μηχανικές ιδιότητες. Στην περίπτωση που λαμβάνεται υπόψη και ο χρόνος επίδρασης της δύναμης πάνω στο υλικό, τότε οι ιδιότητες ονομάζονται πλέον ρεολογικές (Steffe, 1996).

Η κατανόηση της ρεολογικής συμπεριφοράς του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων είναι υψίστης σημασίας για τους ακόλουθους λόγους:

- Έλεγχος διαδικασίας παραγωγής και αποτελεσματικότερος χειρισμός των προϊόντων
- Σχεδιασμός και αξιολόγηση εξοπλισμού διεργασιών και λειτουργικών μονάδων
- Χαρακτηρισμός και ανάπτυξη προϊόντων διατροφής σε αποδεκτό για τον καταναλωτή επίπεδο
- Διασαφήνιση της δομής και σχέση μεταξύ δομικών και υλικών ιδιοτήτων των τροφίμων

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα παρουσιάζουν διάφορες ρεολογικές ιδιότητες, καθώς πρόκειται για μια πολύ μεγάλη κατηγορία τροφίμων που περιλαμβάνει πάρα πολλά είδη με πολύ διαφορετικές μορφολογικές ιδιότητες μεταξύ τους. Συνήθως, το υγρό γάλα και η κρέμα θεωρούνται παραδείγματα υγρών, ενώ, το σκληρό τυρί είναι ένα παράδειγμα στερεού, αλλά συμπυκνωμένο γάλα, γιαούρτι, βούτυρο, παγωτό και διάφοροι τύποι τυριών γενικά δείχνουν μια ενδιάμεση συμπεριφορά στερεών και υγρών και ονομάζονται ιξωδοελαστικά. Επιπλέον, για ρεολογικούς λόγους, οι δομές των γαλακτοκομικών προϊόντων συνδέονται στενά με την υφή, η οποία αναγνωρίζεται ως ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ποιότητας τους. Η αντίληψη της υφής σχετίζεται με τη διάταξη, τη διάθεση και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωματιδίων ενός δεδομένου γαλακτοκομικού προϊόντος τη στιγμή που εκτίθεται σε ένα συγκεκριμένο στρες ή πίεση (Ganguly et al., 2018).

2.10.2 Ρεολογικές δοκιμές

Η παραμόρφωση αναφέρεται στα στερεά υλικά και η ροή στα υγρά. Οι ρεολογικές ιδιότητες που ενδιαφέρουν στα στερεά και τα υγρά είναι η ελαστικότητα και το ιξώδες, αντίστοιχα. Οι παράμετροι που καθορίζουν τη ρεολογική συμπεριφορά ενός τροφίμου είναι:

- (I) η δύναμη που επιδρά στο δοκίμιο,
- (II) η παραμόρφωση που υφίσταται το δοκίμιο και
- (III) ο χρόνος επίδρασης της δύναμης.

Οι δυνάμεις εφαρμόζονται προς δύο κατευθύνσεις (Steffe, 1996):

(α) Κάθετα προς την επιφάνεια του δοκίμιου όταν συμπιέζεται. Η δύναμη που εξασκείται ανά μονάδα επιφάνειας ονομάζεται τάση συμπίεσης (σ) και μετράται σε Pascal (Pa), η δε μεταβολή ύψους,

ΔH , του δοκιμίου προς το αρχικό του ύψος, H_0 , καλείται παραμόρφωση, ϵ , και είναι αδιάστατος αριθμός.

(β) Εφαπτομενικά παράλληλα προς το επίπεδο που βρίσκεται το δοκίμιο και ονομάζεται διατμητική τάση, τ , και μετράται σε Pa, η δε γωνιακή μεταβολή λόγω στρέψης του υλικού εφαπτομενικά ονομάζεται γωνιακή παραμόρφωση.

2.10.3 Ρεολογία τροφίμων

Γενικά, τα τρόφιμα ταξινομούνται ρεολογικά σε δύο ομάδες:

- α) ρευστά και
- β) ημιστερεά τρόφιμα και στερεά τρόφιμα.

Τα υγρά τρόφιμα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- α) νευτώνεια και
- β) μη νευτώνεια

Νευτώνεια ρευστά

Αυτοί οι τύποι ρευστών εμφανίζουν καθαρή ιξώδη ροή, αρχίζουν να ρέουν με την παραμικρή δύναμη και ο ρυθμός ροής είναι ανάλογος με το μέγεθος της εφαρμοζόμενης δύναμης. Η γραφική παράσταση τάσης ή διατμητικής τάσης (εφαπτομενική δύναμη ανά μονάδα) έναντι του ρυθμού διάτμησης (ή γωνιακής τάσης), επίσης γνωστή ως ρυθμός διάτμησης ή κλίση ταχύτητας (ορίζεται ως ο ρυθμός διακύμανσης της γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ δύο τμημάτων τα οποία αρχικά κάθετα) είναι μια ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Μη νευτώνεια ρευστά

Ένας μεγάλος αριθμός προϊόντων δε δείχνει γραμμική σχέση μεταξύ τάσης και διατμητικού ρυθμού. Οι ιδιότητες ροής τέτοιων υβριδικών ρευστών επηρεάζονται από το ρυθμό διάτμησης σε μια σταθερή θερμοκρασία. Οι μη νευτώνειες ροές μπορεί να είναι ανεξάρτητες από το χρόνο ή αντίθετα να εξαρτώνται από το χρόνο.

2.10.4. Ρεολογία τυριών κρέμα

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα ταξινομούνται κυρίως στη ρεολογική συμπεριφορά τους ανάλογα με το ότι είναι υγρά ή στερεά ή ημιστερεά. Ωστόσο, ορισμένα προϊόντα έχουν ιδιότητες τόσο των υγρών όσο και των στερεών.

Τα τυριά κρέμα δε μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ξεκάθαρα σε στερεά ή υγρά, καθώς δεν είναι ούτε ιξώδη ούτε ελαστικά, άλλα ιξωδοελαστικά (Borwankar, 1992). Η ιξωδοελαστικότητα των

προϊόντων εξαρτάται από τη ρεολογική συμπεριφορά των μεμονωμένων συστατικών τους (πρωτεΐνη, λίπος και υγρασία) καθώς φυσικά και από την αλληλεπίδραση αυτών. Η δομή, που αντιπροσωπεύει τον τρόπο με τον οποίο τα μεμονωμένα συστατικά συνυπάρχουν, και η κατάσταση των συστατικών (στερεά ή υγρή) είναι σημαντικά καθοριστικοί παράγοντες. Επομένως, η σύνθεση ενός προϊόντος σε συνδυασμό με τη δομή του καθορίζουν τις ρεολογικές του ιδιότητες (Fox et al., 2000). Μπορεί να ειπωθεί ότι η σύνθεση και η δομή ενός τροφίμου καθορίζουν τη ρεολογία του και η ρεολογία ενός τροφίμου καθορίζει με τη σειρά της την υφή του τροφίμου, η οποία σε πολλές περιπτώσεις παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποδοχή ενός προϊόντος από τους καταναλωτές (Borwankar, 1992).

Στα συμβατικά τυριά, οι καζεΐνες αποτελούν το κύριο δομικό στοιχείο, το οποίο σχηματίζει ένα δίκτυο που διακόπτεται από μικρούς κόκκους συσσωματωμάτων, λιποσφαίρια, μέρη με νερό και σημεία με αέρα. Γενικά, το πρωτεϊνικό δίκτυο εκτείνεται σε όλες τις κατευθύνσεις, δημιουργώντας ένα πλαίσιο στήριξης, από το οποίο εξαρτάται το πορώδες, η ποσότητα του νερού που δεσμεύεται, καθώς και η παρουσία λίπους και ελεύθερου νερού (Borwankar, 1992).

2.10.5 Ιξωδοελαστικότητα

Τα περισσότερα ημιστερεά και στερεά τρόφιμα, όπως τυρί, συμπυκνωμένο γάλα, παγωτό, όπως αναφέρθηκε, είναι ιξωδοελαστικής φύσης. Η χρονική εξάρτηση της σχέσης πίεσης-τάσης οδηγεί σε συμπεριφορά που ονομάζεται ιξωδοελαστική, η οποία συνδυάζει χαρακτηριστικά υγρού και στερεού τύπου. Αυτά τα σώματα συνδυάζουν τόσο ιξώδη όσο και ελαστικά υλικά. Η αναλογία ελαστικών προς ιξώδεις ιδιότητες εξαρτάται από την κλίμακα χρόνου της παραμόρφωσης, σε μικρές χρονικές κλίμακες η συμπεριφορά είναι κυρίως ελαστική και αντίθετα σε μεγάλη κλίμακα η συμπεριφορά είναι κυρίως ιξώδης (<https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com>).

Ο χαρακτηρισμός των τυριών κρέμα από ρεολογικής άποψης είναι πολύ σημαντικός, καθώς αποτελεί ένα είδος προσδιορισμού της δομής και της υφής τους. Κατά συνέπεια, μελετώντας τα ρεολογικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος λαμβάνονται πληροφορίες για την ποιότητά του, καθώς εκείνα είναι αποτέλεσμα της σύστασης, της τεχνολογίας που ακολουθήθηκε κατά την παρασκευή του και των συνθηκών συντήρησής του. Τα ρεολογικά χαρακτηριστικά επίσης θα επηρεάσουν την επιλογή της συσκευασίας του, την ικανότητα μάσησής του, τη γεύση, το άρωμα, την ικανότητά του να διατηρεί ένα συγκεκριμένο σχήμα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και στην αποφυγή ρωγμών και γενικότερα σφαλμάτων. Εφόσον η ρεολογία ασχολείται με την παραμόρφωση και τη ροή των υλικών, ο χαρακτηρισμός της δομής και υφής των τυριών γίνεται με τη χρήση ειδικών οργάνων και συγκεκριμένα με τη μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων τους (Konstance & Holsinger, 1992).

2.11 Οργανοληπτικές μέθοδοι

2.11.1 Γενικά

Ο στόχος των οργανοληπτικών μεθόδων αξιολόγησης των τροφίμων, με τη συμμετοχή ομάδας δοκιμαστών, είναι να αποκτήσει το προϊόν χαρακτηριστικά αποδεκτά από τον τελικό καταναλωτή. Εφαρμόζοντας τεχνικές οργανοληπτικής αξιολόγησης, οι παρασκευαστές μπορούν να διασφαλίσουν ότι τα προϊόντα τυριών ακολουθούν ή υπερβαίνουν τις προσδοκίες των πελατών, προσφέροντας βιωσιμότητα στην επιχείρησή τους και ένα αποδεκτό από το καταναλωτικό κοινό προϊόν (Kussy & Aylward, 2009).

Οι οργανοληπτικές μέθοδοι διακρίνονται σε αναλυτικές (ή αντικειμενικές) δοκιμές, οι οποίες αξιολογούν την ένταση των χαρακτηριστικών και σε ηδονικές δοκιμές (ή δοκιμές προτίμησης και αποδοχής, συναισθηματικές, υποκειμενικές, καταναλωτή), που αξιολογούν την προτίμηση, αποδοχή και γενικότερα την αρέσκεια των χαρακτηριστικών από τους δοκιμαστές (Kemp et al., 2009, Kussy & Aylward, 2009, Delahunty & Drake, 2004, Rousseau, 2004).

Οι αναλυτικές δοκιμές διεξάγονται από εκπαιδευμένους αξιολογητές και διακρίνονται σε (Kemp et al., 2009, Kussy & Aylward, 2009, Delahunty & Drake, 2004, Rousseau, 2004):

1. Δοκιμές διάκρισης, οι οποίες προσδιορίζουν αν υπάρχουν οργανοληπτικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων:

- δοκιμές διαφοράς (σύγκρισης ζεύγους, duo/trio, τριγωνική, κατάταξης, πολλαπλών συγκρίσεων)
- δοκιμές ευαισθησίας (αραίωσης, στο κατώφλι της διαφοράς)

2. Περιγραφικές δοκιμές, οι οποίες ταυτοποιούν τη φύση των οργανοληπτικών διαφορών ή/και το μέγεθος αυτών:

- i. δοκιμές διαβάθμισης χαρακτηριστικών (βαθμολόγησης, αναλογικών μεγεθών)
- ii. δοκιμές περιγραφικής ανάλυσης (ποσοτική περιγραφική ανάλυση, ανάλυση κατατομής γεύσης, ανάλυση κατατομής υφής, μέθοδος Spectrum, προφίλ ελεύθερης επιλογής).

Οι ηδονικές δοκιμές διεξάγονται από μη εκπαιδευμένους αξιολογητές και περιλαμβάνουν (Kemp et al., 2009, Kussy & Aylward, 2009, Delahunty & Drake, 2004, Rousseau, 2004):

- i. δοκιμές σύγκρισης ζεύγους
- ii. δοκιμές κατάταξης
- iii. δοκιμές βαθμολόγησης (αρέσκειας, κλίμακας ενεργειών).

2.11.2 Οργανοληπτικές δοκιμές σε τυριά κρέμα

Τόσο στις δοκιμές ποσοτικής περιγραφικής ανάλυσης όσο και στις ηδονικές δοκιμές βαθμολόγησης (αρέσκειας), οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες κλίμακες είναι οι διαβαθμισμένες εννέα σημείων (Μάντης, 2006).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που εξετάζονται κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση των τυριών κρέμα μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως: Τα τυριά πρέπει να έχουν ομοιόμορφο και συμπαγές σώμα, απαλλαγμένο από φυσαλίδες αερίων προερχόμενες από ζύμωση και να διαθέτουν ομοιογενές χρώμα. Τα τυριά κρέμα πρέπει να έχουν λεία και γυαλιστερή επιφάνεια – όψη αλάβαστρου, ευχάριστη οσμή και γεύση (Μάντης, 2006).

Η υφή αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της οργανοληπτικής αξιολόγησης των τυριών κρέμα. Οι όροι υφής έχουν κατηγοριοποιηθεί για τα τυριά και αφορούν σε μηχανικά, γεωμετρικά και άλλα χαρακτηριστικά. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά διακρίνονται ως δυνάμεις στα δόντια, τη γλώσσα και το στόμα κατά τη μάσηση, καθώς και μέσω της ακοής, στην περίπτωση της θραύσης. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά διακρίνονται κυρίως οπτικά, αλλά και με την αφή. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά αφορούν σε ιδιότητες αίσθησης στο στόμα, όπως σκληρό, μαλακό, συνεκτικό, ελαστικό, κομμιώδες, κολλώδες, ξηρό, κ.ά. (Delahunty & Drake, 2004).

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τυριών κρέμα έχουν μελετηθεί σε διάφορες έρευνες, κυρίως για την αξιολόγηση της ποιότητάς τους ή για τη μεταβολή της σύστασής τους και την προσθήκη άλλων ή πρωτοποριακών συστατικών, όπως πρωτεΐνες ορού ή σταθεροποιητές (Delahunty & Drake, 2004).

2.11.3 Συσχέτιση ενόργανης ανάλυσης και οργανοληπτικών δοκιμών

Οι σημαντικές συσχετίσεις, που είναι χαρακτηριστικές σε όλες τις μελέτες, επιβεβαιώνουν την αξία των ενόργανων μετρήσεων προς υποστήριξη των οργανοληπτικών δοκιμών (Everard et al., 2007, van den berg et al., 2007, Drake et al., 1999). Εντούτοις, παρά τις σημαντικές συσχετίσεις, η ενόργανη ανάλυση της υφής, π.χ. με τη χρήση αναλυτών υφής, δε θεωρείται ότι μπορεί να υποκαταστήσει πλήρως την οργανοληπτική αξιολόγηση, εξαιτίας πολλών παραγόντων όπως είναι: η πολυπλοκότητα της μάσησης, οι διαφορές μεταξύ των ατόμων κατά την αντίληψη της υφής, η επίδραση του χρόνου και της ημέρας στην αντίληψη της υφής, και άλλα.

Επίσης, καθοριστικής σημασίας για τις ενόργανες μεθόδους είναι ότι μόνες τους δε μπορούν να προβλέψουν την αποδοχή των προϊόντων από τους καταναλωτές. Όμως, η αξία τους έγκειται στην ικανότητά τους να ποσοτικοποιούν τα διάφορα φυσικά χαρακτηριστικά, τα οποία συνιστούν την υφή (Rousseau, 2004).

2.12 Τυριά κρέμα με στραγγιστό γιαούρτι

Μια μεγάλη ποικιλία τυριών κρέμα και τυποποιημένων τυριών απομίμησης έχουν δημιουργηθεί, τα οποία προκύπτουν από την επεξεργασία του στραγγιστού γιαουρτιού. Συγκεκριμένα, οι πρώτες ύλες αποτελούν τρόπο αξιοποίησης των ελαττωματικών ή των μη εμπορεύσιμων γιαουρτιών. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι ακριβά και ανεπαρκή σε ποσότητα, τα υποκατάστατα γαλακτοκομικών προϊόντων που παρασκευάζονται από γιαούρτι αποτελούν μια θρεπτική εναλλακτική λύση και είναι ευρέως διαδεδομένα στην αγορά (Santos et al., 1989).

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας παρασκευής προϊόντων τυριού κρέμα, τα οποία ως πρώτη ύλη, αντί για νωπό γάλα, είχαν παραδοσιακό γιαούρτι. Ένα τέτοιο καινοτόμο προϊόν χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη γιαούρτια και αποδίδει τελικά στην αγορά ένα τρόφιμο προστιθέμενης αξίας με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και πλήθος πλεονεκτημάτων. Μελετήθηκε η επίδραση των διαφορετικών ειδών παραδοσιακών γιαουρτιών στις ιδιότητες των τυριών κρέμα, οι διαφορές που αναπτύσσονται ανάλογα με το επίπεδο προσθήκης του αγελαδινού βουτύρου και ανάλογα με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού.

Έπειτα από την παρασκευή των τελικών προϊόντων, μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές και ρεολογικές ιδιότητες αυτών και τέλος διεξήχθη οργανοληπτικός έλεγχος για να γίνει αξιολόγηση των προϊόντων από τους 57 δοκιμαστές, ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων και ως προς την αρέσκεια των δοκιμαστών στις επιμέρους μεταχειρίσεις που κλήθηκαν να δοκιμάσουν.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πειραματικό μέρος της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Ελέγχου και Διασφάλισης Ποιότητας του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

4.1 Πρώτες ύλες

Για την παρασκευή των τελικών προϊόντων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής πρώτες ύλες:

- Παραδοσιακό αγελαδινό γιαούρτι
- Παραδοσιακό γίδινο γιαούρτι
- Παραδοσιακό πρόβειο γιαούρτι
- Βούτυρο
- Πρωτεΐνες ορού
- Ξανθάνη
- Αλάτι

Συγκεκριμένα παρήχθησαν τα εξής 18 προϊόντα με την σύσταση που περιγράφεται στον Πίνακα 2:

Πίνακας 2: Κατάλογος σύστασης των 18 δειγμάτων των τυριών κρέμα

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ
1	Αγελαδινό γιαούρτι + 10% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
2	Αγελαδινό γιαούρτι + 10% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
3	Αγελαδινό γιαούρτι + 10% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
4	Αγελαδινό γιαούρτι + 20% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
5	Αγελαδινό γιαούρτι + 20% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
6	Αγελαδινό γιαούρτι + 20% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
7	Πρόβειο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
8	Πρόβειο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
9	Πρόβειο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
10	Πρόβειο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
11	Πρόβειο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
12	Πρόβειο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
13	Γίδινο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
14	Γίδινο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
15	Γίδινο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού

16	Γίδινο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
17	Γίδινο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
18	Γίδινο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού

Τα γιαούρτια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν όλα παραδοσιακού τύπου της ίδιας εταιρείας, όπως και το βούτυρο.

Οι πρωτεΐνες ορού αποτελούσαν προμήθειες του εργαστηρίου, ομοίως και η ξανθάνη.

4.2 Περιγραφή εργαστηριακού ομογενοποιητή – παστεριωτήρα

Για την παρασκευή των τυριών κρέμα χρησιμοποιήθηκε η συσκευή ομογενοποίησης Stephan Universal Machine UMC 5 του εργαστηρίου του οργανοληπτικού ελέγχου, η οποία παρέχει τη δυνατότητα ταυτόχρονης θέρμανσης με ανάδευση των συστατικών και προσφέρει αποτελεσματική κοπή και ομογενή ανάμιξη των συστατικών δημιουργώντας σταθερά τελικά προϊόντα σε πολύ μικρούς χρόνους παρτίδας. Η θερμοκρασιακή κλίμακα κυμαίνεται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος έως τους 95°C.

Η διάταξη της συσκευής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Η συσκευή αποτελείται από έναν κυλινδρικό κάδο ανάμιξης κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, στον οποίο τοποθετούνται τα συστατικά που πρόκειται να αναμιχθούν. Αφότου τοποθετηθεί ο κάδος στη διάταξη της συσκευής και κλειδώσει στην ακριβή θέση, εσωτερικά αυτού τοποθετείται το μαχαίρι της συσκευής, το οποίο διαθέτει δύο ανοξείδωτες επιφάνειες κοπής και ο άξονάς του είναι καλυμμένος από πολυπροπυλένιο. Σημαντικό πλεονέκτημα του ομογενοποιητή είναι πως και ο κάδος ανάμιξης αλλά και το μαχαίρι κοπής αφαιρούνται εύκολα και έτσι δίνεται η δυνατότητα του αποτελεσματικού καθαρισμού τους μετά από κάθε χρήση. Η συσκευή αποτελείται από κινητήρα, ο οποίος επιτυγχάνει ταχύτητες ανάμιξης από 300 έως 3000 rpm. Ο κάδος περιλαμβάνει διπλά τοιχώματα, ώστε έτσι να επιτυγχάνεται μεταφορά θερμού νερού από το υδατόλουτρο. Η διάταξη περιλαμβάνει καπάκι που προσφέρει αεροστεγές σφράγιση του κάδου. Οι βαλβίδες κενού ενισχύουν τη δημιουργία κενού και αντίστοιχα την εκτόνωσή του συστήματος, μετά το πέρας της διαδικασίας. Στη συσκευή υπάρχει πίνακας ρύθμισης των παραμέτρων χρήσης, από όπου και ρυθμίζονται οι στροφές ανάμιξης που θα λειτουργεί το μαχαίρι, η θερμοκρασία καθώς και ο χρόνος ανάμιξης.



Σχήμα 3: Διάταξη συσκευής ομογενοποίησης Stephan Universal Machine UMC 5

4.3 Πειραματική διαδικασία παρασκευής των δειγμάτων

Μέσω των συγκεκριμένων εργαστηριακών πειραμάτων μελετήθηκε η ιδανικότερη σύσταση οργανοληπτικά για τα παραγόμενα προϊόντα, με αρχικό κριτήριο μεταβολής το είδος του παραδοσιακού γιαουρτιού που χρησιμοποιήθηκε. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικοί τύποι γιαουρτιού, αγελαδινό, πρόβειο και γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι. Στο σύνολο των δειγμάτων προστέθηκε η ίδια ποσότητα αλατιού και ξανθάνης, 1% και 0,8%, αντίστοιχα.

Το βούτυρο που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των δειγμάτων διατηρήθηκε σε δύο επίπεδα, δηλαδή σε περιεκτικότητα 10% και 20% αντίστοιχα.

Για τις πρωτεΐνες ορού τα επίπεδα ήταν 3, δηλαδή σε περιεκτικότητα 0%, 5% και 10% αντίστοιχα.

Κάθε παρτίδα παραγωγής εκτελέστηκε με σκοπό την παραγωγή 2 κιλά δείγματος, όποτε η ποσότητα γιαουρτιού μεταβαλλόταν αναλόγως της σύστασης στα υπόλοιπα υλικά.

Πρώτο βήμα της παραγωγής αποτελούσε η ζύγιση του κάθε υλικού με τη χρήση εργαστηριακού ζυγού ακριβείας. Έπειτα από τη ζύγιση και του αλατιού και της ξανθάνης, τα δυο αυτά υλικά αναμειγνύονταν μεταξύ τους. Για την εξασφάλιση της σωστής ανάμιξης και ομογενοποίησης αρχικά στον ομογενοποιητή Stephan τοποθετούνταν η μισή ποσότητα βουτύρου και έπειτα η μισή ποσότητα και των υπολοίπων συστατικών, όταν έπειτα από οπτικό έλεγχο διαφαινόταν σωστή ανάδευση αυτών και ομαλή ομογενοποίηση προστίθονταν και η άλλη μισή ποσότητα των συστατικών. Ακολουθούσε η σφράγιση με το καπάκι και η δημιουργία κενού με τη βοήθεια των βαλβίδων. Στα πρώτα πέντε

λεπτά της λειτουργίας της συσκευής οι στροφές δε ξεπερνούσαν τις 1000 και εν συνεχεία έφταναν τις 2000rpm. Ανά 10 λεπτά λειτουργίας της διάταξης γινόταν έλεγχος της θερμοκρασίας έως ότου φτάσει τους τους 90-92°C, η συσκευή λειτουργούσε σε αυτές τις συνθήκες για 40 λεπτά. Τότε πλέον η ομογενοποίηση το τελικού προϊόντος ολοκληρωνόταν, οι στροφές χαμήλωναν σταδιακά, έκλεινε το υδατόλουτρο, εκτονωνόταν το κενό και άνοιγε το καπάκι και ο κάδος απομακρυνόταν από τη διάταξη. Το δείγμα ήταν πλέον έτοιμο.

Εν συνεχεία, το περιεχόμενο του κάδου τοποθετούνταν σε γυάλινους περιέκτες όσο ακόμη βρισκόταν σε υψηλή θερμοκρασία. Μέρος του δείγματος τοποθετούνταν και σε ειδικά καλούπια που εξυπηρετούσαν την ανάλυσή του στον αναλυτή υφής, συγκεκριμένα εξυπηρετούσαν την πραγμάτωση των δοκιμών TPA και Squeeze Flow. Οι ποσότητες των δειγμάτων που τοποθετήθηκαν στους γυάλινους περιέκτες επίσης κρατήθηκαν στο ψυγείο και επρόκειτο για τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν στον οργανοληπτικό έλεγχο.

4.4 Ρεολογικές Δοκιμές / Περιγραφή χρήσης αναλυτή υφής

Για την περάτωση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής υφής TA-XT Plus Texture Analyser, τα δείγματα κατά την παραγωγή τους τοποθετούνταν σε κατάλληλα καλούπια. Το πρώτο καλούπι ήταν ένας δακτύλιος κατασκευασμένος από τεφλόν με διάμετρο 10cm και ύψος 1cm και το άλλο καλούπι ήταν μεταλλικός δακτύλιος διατάσεων 2,2×2,2cm. Για τη σωστή χρήση των καλουπιών και τη σωστή εκτέλεση των δοκιμών τα δύο καλούπια επαλείφονταν ηλιέλαιο, το οποίο διευκόλυνε το ξεκαλούπωμα των δειγμάτων. Τα καλούπια ήταν αναγκαίο να καλύπτονται με διαφανή μεμβράνη και αφού έφταναν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έπειτα οι γυάλινοι δίσκοι που στήριζαν τους δακτυλίους τοποθετούνταν στο ψυγείο. Η διάταξη του αναλυτή υφής απεικονίζεται στο Σχήμα 4. Το όργανο διαθέτει τέσσερα εξωτερικά κανάλια RS485 που χρησιμοποιούν ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο βιομηχανίας MODBUS. Κάθε κανάλι καταγράφει σε ένα δείγμα ανά δέκα δευτερόλεπτα σε 16 μπιτ και είναι κατάλληλο για την αντίληψη της εξωτερικής θερμοκρασίας, υγρασίας κ.ο.κ. Το TA-XT Plus περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα τυποποιημένων προγραμμάτων ανάλυσης υφής, συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών τάσης παραμόρφωσης, ανάλυσης υφής (TPA).

Στις δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά έμβολα διαφορετικών διαστάσεων και οι διαφορετικές λειτουργίες που εξυπηρετούν περιγράφονται παρακάτω. Επίσης στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται ένα προς ανάλυση δείγμα στον αναλυτή υφής.



Σχήμα 4: Διάταξη αναλυτή υφής TA-XT Plus Texture Analyser (με τα δύο διαφορετικά έμβολα, για τις δύο διαφορετικές δοκιμές)

Ο Πίνακας 3 περιγράφει τις προδιαγραφές λειτουργίας του οργάνου Texture Analyser.

Πίνακας 3: Προδιαγραφές λειτουργίας της συσκευής Texture Analyser

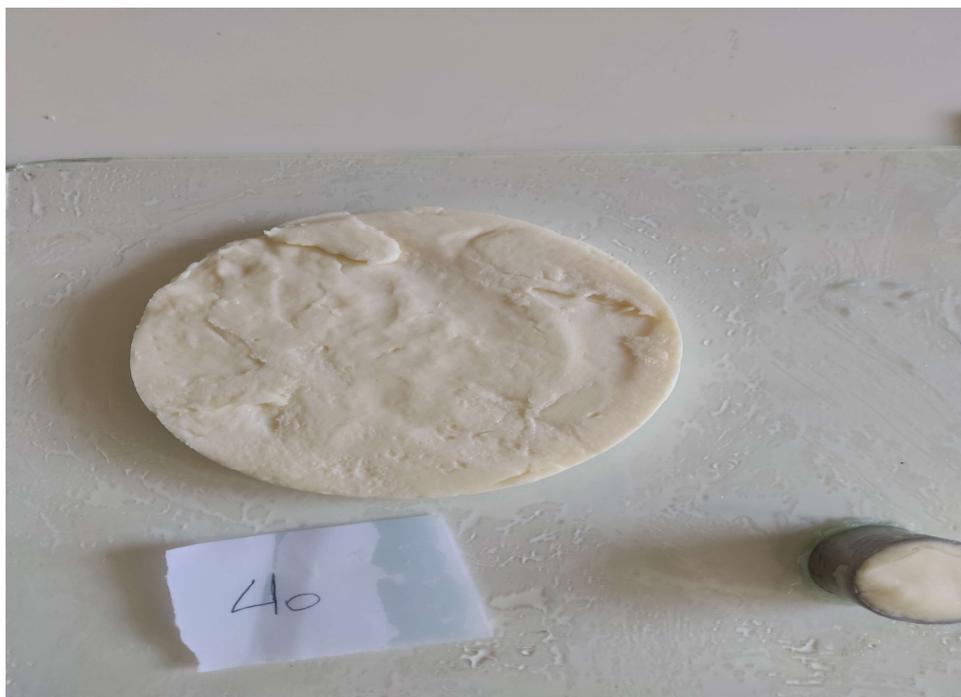
Προδιαγραφές συσκευής Texture Analyser
Ανώτατη δύναμη: 30kg
Ευαισθησία δύναμης: 1,0g
Εύρος ταχυτήτων: 0,01-40mm/s (μέγιστη 20mm/s στην κεφαλή των 50kg)
Ακρίβεια ταχύτητας: καλύτερη του 0,1%
Ρύθμιση θέσης: 0,001295mm
Διακριτότητα θέσης: 0,001m
Ταχύτητα λήψης δεδομένων: μέχρι 500 σημεία ανά δευτερόλεπτο για κάθε κανάλι στοιχείων
Σύνδεση με Η/Υ: μέσω θύρας RS232 115200 BAUD
Θερμοκρασία λειτουργίας: 0-40°C
Γενικές διαστάσεις: 665mm ύψος×440mm βάθος×280mm πλάτος
Βάρος: 16,2 kg

4.4.1 Δοκιμή ανάλυσης κατατομής υφής TPA

Η ανάλυση των καμπυλών δύναμης-παραμόρφωσης κατά τη συμπίεση προσφέρει σφαιρικότερη κατανόηση της υφής σε τρόφιμα που είναι υπό μορφή πηκτής. Μία τέτοια ενόργανη τεχνική είναι γνωστή ως ανάλυση κατατομής υφής (Texture Profile Analysis, TPA). Πρόκειται για μια τεχνική που βασίζεται στη συμπίεση των αυτοστηριζόμενων πηκτών δύο διαδοχικές φορές και είναι ικανή να παράσχει θεμελιώδη και εμπειρικά δεδομένα σχετικά με τις μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων.

Έχει το πλεονέκτημα ότι παρέχει δεδομένα τόσο σε χαμηλές όσο και σε υψηλές παραμορφώσεις και επιτρέπει το χαρακτηρισμό των πηκτών από πολλαπλές παραμέτρους (Saha & Bhattacharya, 2010).

Η δοκιμή της ανάλυσης κατατομής της υφής χρησιμοποιήθηκε για να ληφθούν καμπύλες δύναμης συναρτήσει του χρόνου. Μέρος από τα δείγματα όπως παρουσιάζεται από το Σχήμα 5, όπως προαναφέρθηκε, τοποθετούνταν σε ειδικούς ανοξειδωτους κυλινδρικούς δακτύλιους διαμέτρου 22mm και ύψους 22mm αμέσως μετά την παρασκευή τους και διατηρούνταν σε συνθήκες ψύξης. Οι δοκιμές πραγματοποιούνταν αμέσως μετά την έξοδο των δειγμάτων από την ψύξη, δύο ημέρες αφότου παρασκευάστηκαν. Τα δείγματα εξάγονταν πολύ προσεκτικά από το καλούπι, την εξαγωγή τους διευκόλυνε η χρήση ηλιελαίου κατά την τοποθέτησή τους, ώστε να μη διαταραχθεί η δομή του προϊόντος, καθώς ήταν βασικός παράγοντας της ανάλυσης. Αρχικά απλωνόταν καλά η επιφάνεια τους για να γίνει όσο το δυνατόν ορθότερα λεία και για να απομακρυνθεί η περίσσεια του προϊόντος που προεξείχε από το δακτύλιο, ενώ έπειτα αφαιρούνταν οι δακτύλιοι προσεκτικά. Κατά αυτόν τον τρόπο τα υπό συμπίεση δείγματα διατηρούσαν το κυλινδρικό τους σχήμα. Στη συνέχεια τοποθετούνταν τα δείγματα ανάμεσα στις δύο πλάκες της διάταξης του οργάνου, η άνω πλάκα ήταν η κινητή και αυτή που ρυθμιζόταν το ύψος της. Η άνω πλάκα κατέβαινε έως ότου να συναντήσει το δοκίμιο. Από εκείνο το σημείο άρχιζε η μέτρηση μέχρις ότου το δείγμα συμπιεστεί στο 80% του αρχικού του ύψους. Στη συνέχεια, η άνω πλάκα επανερχόταν στο αρχικό ύψος και επαναλαμβάνονταν η συμπίεση στην ίδια παραμόρφωση (80%). Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής, το ηλεκτρονικό καταγραφικό του οργάνου κατέγραφε τη στιγμιαία δύναμη.



Σχήμα 5: Δείγμα προς ανάλυση στο αναλυτή υφής

Οι ρεολογικές παράμετροι που εξετάζονται κατά τη μέθοδο TPA είναι:

- H1 (N): σκληρότητα 1, η οποία αντιπροσωπεύεται από την τιμή της δύναμης που ασκείται στο δείγμα όταν έχει ολοκληρωθεί η πρώτη συμπίεση του δείγματος, δηλαδή όταν το δείγμα έχει παραμορφωθεί κατά το 80%, σε σχέση με το χρόνο.
- H2 (N): σκληρότητα 2, η οποία αντιπροσωπεύεται από την τιμή της δύναμης που ασκείται στο δείγμα όταν έχει ολοκληρωθεί η δεύτερη συμπίεση του δείγματος, σε σχέση με το χρόνο
- A1 (J), δηλαδή το έργο επί του δείγματος κατά την πρώτη συμπίεση, μέχρι να πιεστεί το δείγμα στο 80%
- □ A2 (J), το έργο επί του δείγματος κατά τη δεύτερη συμπίεση
- □ A3 (J), τη συγκολλητικότητα, δηλαδή το έργο επί του δείγματος μέχρι αυτό να αποκολληθεί από την πλάκα συμπίεσης και παίρνει πάντα αρνητικές τιμές.
- □ C, την συνεκτικότητα, η οποία προκύπτει από το λόγο A2/A1
- □ S1 (mm), την ελαστικότητα και
- □ S2 (mm), την εκτατότητα.

Αξιοποιήσιμα αποτελέσματα για περαιτέρω ανάλυση κρίθηκαν τα αποτελέσματα των παραμέτρων σκληρότητα 1 και έργο συμπίεσης 1 που αφορούν την πρώτη συμπίεση, καθώς είχαν μικρές τιμές στις τυπικές τους αποκλίσεις.

Για το κάθε υπό ανάλυση δείγμα πραγματοποιήθηκαν έξι επαναλήψεις μέτρησης.

Συνεπώς, η δοκιμή βασίζεται σε δυο διαδοχικούς και όμοιους κύκλους συμπίεσης-

αποσυμπίεσης, με στόχο την προσομοίωση της μάσησης. Η ταχύτητα κίνησης της πλάκας είχε οριστεί για τις μετρήσεις σε 2cm/min.

4.4.2 Δοκιμή λιπαινόμενης συμπιεστής ροής- Squeeze flow

Κατά την παρασκευή των δειγμάτων, όπως αναφέρθηκε μέρος αυτών τοποθετούνταν και σε καλούπια Teflon με την κατάλληλη ποσότητα δείγματος τοποθετημένα πάνω σε γυάλινες βάσεις, οι οποίες έχουν καλυφθεί επαρκώς με ηλιέλαιο. Οι δακτύλιοι από τεφλόν είχαν αλειφθεί και αυτοί με ηλιέλαιο πριν την πλήρωσή τους.

Στα δείγματα μέσα στους υποδοχείς εφαρμοζόταν ελαφρά πίεση, ώστε να καλυφθούν όλα τα κενά στους υποδοχείς και να αποφευχθούν σημεία μη πληρωμένα με υλικό. Με προσεχτικές κινήσεις αφαιρούνταν ο δακτύλιος από τεφλόν από τα δείγματα, έτσι ώστε να μη διαταραχθεί η δομή και το σχήμα που είχαν πάρει τα δείγματα πάνω στη γυάλινη πλάκα. Με τον τρόπο αυτό, τα δείγματα διατηρούσαν το κυκλικό τους σχήμα και ομοιόμορφο ύψος. Επάλειψη με ηλιέλαιο γινόταν και στην πλάκα που ήταν προσαρμοσμένη στην κεφαλή του οργάνου, πριν την έναρξη της κάθε δοκιμής.

Η παρεμβολή λιπαντικού υλικού μεταξύ του δείγματος και των πλακών έχει ως σκοπό την επίτευξη καλύτερης ολίσθησης και ομοιόμορφης παραμόρφωσης του υπό ανάλυση υλικού (Terpstra et al., 2007).

Η δοκιμή της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής βασίζεται στη συμπίεση ενός δείγματος μεταξύ δύο παράλληλων πλακών. Μπορούν να ταξινομηθούν σε δοκιμές σταθερής επιφάνειας ή σταθερό όγκου δείγματος ή εναλλακτικά, σε εκείνες που βασίζονται σε σταθερό φορτίο ή σταθερό ποσοστό παραμόρφωσης (Shukla et al., 1995).

Η μέθοδος της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον για τη μέτρηση των ρεολογικών ιδιοτήτων των τροφίμων, λόγω της απλότητας του εξοπλισμού που απαιτείται και επειδή τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του εκτατού ιξώδους. Το εκτατό ιξώδες, κατ' αναλογία με τη διατμητική ροή, ορίζεται ως ο λόγος της τάσης προς το ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης. Στη δοκιμή αυτή το υλικό συμπιέζεται σε μεγάλο βαθμό παραμόρφωσης, οπότε είτε υπόκειται σε μόνιμη παραμόρφωση είτε η δομή του καταρρέει γιατί έχει υποστεί θραύση πολύ μεγάλος αριθμός πρωτευνόντων και δευτερευόντων δεσμών και μάλιστα από τους πλέον ισχυρούς (Steffe, 1996).

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι λιπαινόμενης συμπιεστής ροής για ένα ρευστό που ρέει ανάμεσα σε ζεύγος πλακών και καθορίζονται από την παρουσία ή απουσία τριβής ανάμεσα στο υλικό και τις πλάκες. Εάν οι πλάκες έχουν λιπανθεί τέλεια τότε το ρευστό βρίσκεται σε εμβολική ροή. Καθώς η περιοχή έχει ακτινική συμμετρία, η κατάσταση μπορεί να θεωρηθεί ως διαξονική ροή που διέπεται από το εκτατό ιξώδες του ρευστού. Επομένως, το εκτατό ιξώδες μπορεί να υπολογιστεί με την προϋπόθεση να υπάρχει πλήρης ολίσθηση του δείγματος, που σημαίνει να λαμβάνει χώρα εμβολική

ροή στην περιφέρεια του δείγματος (Chatraei et al., 1981).

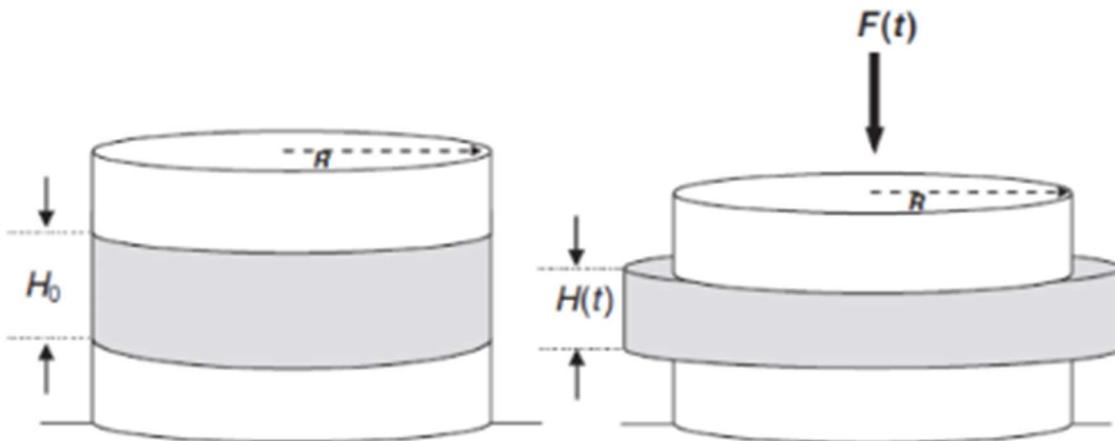
Οπότε, με πρόκληση εμβολικής ροής, επιτυγχάνεται εξάλειψη της τάσης διαρροής, ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το εκτατό ιξώδες. Ωστόσο υπάρχουν και τρόφιμα υψηλής λιποπεριεκτικότητας, όπως τυριά κρέμα και φυστικοβούτυρο, τα οποία σχηματίζουν επιφανειακό λιπαρό στρώμα και θεωρούνται αυτολιπαινόμενα (Chatraei et al., 1981).

Οι παραδοχές που έχουν ληφθεί υπόψη κατά την κατάστρωση των εξισώσεων του εκτατού ιξώδους είναι (Borwankar & Shoemaker, 1992):

- απουσία φαινομένων άκρων
- το ρευστό είναι μη συμπίεσιμο
- αμελητέα φαινόμενα τριβής κατά την ακτινική κατεύθυνση
- ομοιόμορφη παραμόρφωση, η οποία υπονοεί τέλεια ολίσθηση μεταξύ του δείγματος και των πλακών, δηλαδή απουσία τριβών.

Κατά την περίπτωση της τέλει συμπίεσης, όπου το συμπιεζόμενο δείγμα καταλαμβάνει όλο το χώρο μεταξύ των δύο παράλληλων πλακών (περίπτωση σταθερής επιφάνειας-μεταβαλλόμενου όγκου), οι σχέσεις δύναμης-χρόνου, δύναμης-παραμόρφωσης ή δύναμης-ύψους καθορίζονται από τις επόμενες παραμέτρους και η δοκιμή απεικονίζεται στο Σχήμα 6:

- τις ιδιότητες του ρευστού
- τη διάμετρο της πλάκας
- το ρυθμό παραμόρφωσης
- αν οι πλάκες έχουν λιπανθεί ή όχι.



Σχήμα 6: Συμπιεστή ροή με σταθερή επιφάνεια δοκιμίου

4.5 Φυσικοχημικές αναλύσεις

4.5.1 Προσδιορισμός pH

Για τον προσδιορισμό του pH των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το φορητό πεχάμετρο του εργαστηρίου, η συσκευή HI 8424 NEW (Hanna Instruments), η οποία απεικονίζεται στην ακόλουθη φωτογραφία. Φυσικά, για να εξασφαλισθεί η μέγιστη εγκυρότητα του οργάνου, πριν τη μέτρηση των δειγμάτων βαθμονομήθηκε με buffers βαθμονόμησης πεχαμέτρου σε pH 4 και 7. Η χρήση και buffer βαθμονόμησης πεχαμέτρου σε pH 10 δεν κρίθηκε αναγκαία καθώς τα δείγματα κυμαίνονται στο όξινο τμήμα της κλίμακας pH. Για τη μέτρηση του pH του κάθε δείγματος, μέρος του δείγματος τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως στο οποίο και εμβαπτίστηκε το ηλεκτρόδιο του οργάνου, όταν η τιμή σταθεροποιούνταν, ακολουθούσε καταγραφή αυτής.

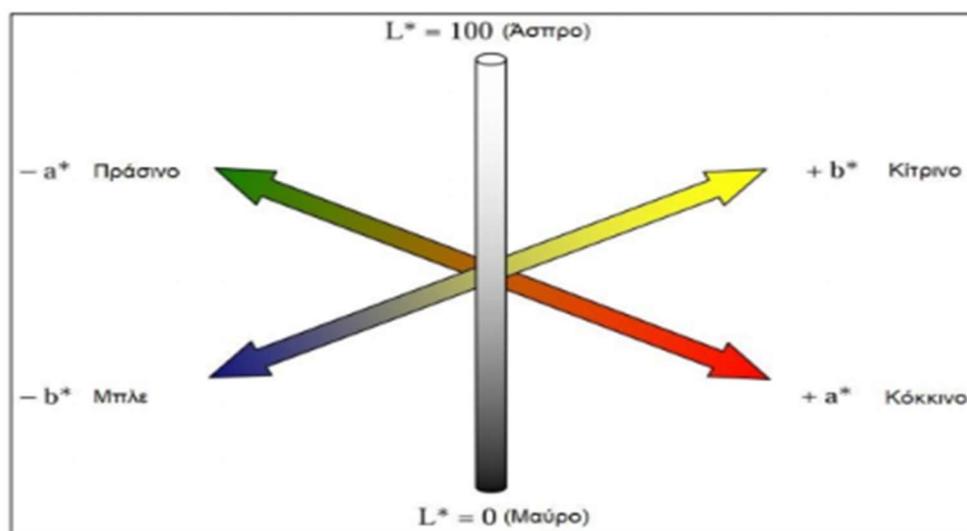
Για τη μέτρηση κάθε επόμενου δείγματος ακολουθούσε σχολαστικός καθαρισμός του ηλεκτροδίου και ξέπλυμα με απιονισμένο νερό.

4.5.2 Προσδιορισμός χρώματος

Για τη μελέτη του χρώματος των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο HunterLab, το οποίο λειτουργεί με σύστημα οπτικού αισθητήρα D25 με επεξεργαστή DP-9000.

Η διαδικασία της ανάλυσης είναι η εξής:

Αρχικά το προς ανάλυση δείγμα τοποθετείται στην ειδική θήκη του οργάνου μέτρησης, η θήκη με τη σειρά της τοποθετείται στην ειδική υποδοχή της διάταξης και το δείγμα καλύπτεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται πως η μέτρηση δε θα επηρεάζεται από την είσοδο φωτός. Για την ακριβέστερη μελέτη κάθε δείγμα μετρήθηκε σε 3 επαναλήψεις και καταγράφηκαν τρεις παράμετροι: L^* , a^* και b^* , όπως παρουσιάζονται και στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7: Τρισδιάστατη παρουσίαση χρωμάτων με βάση τις συντεταγμένες L^* , a^* , b^* (CIELAB)

Η παράμετρος L^* καταδεικνύει τη λαμπρότητα/φωτεινότητα του προς εξέταση δείγματος και

παίρνει τιμές σε κλίμακα από 0 έως 100.

Η παράμετρος a^* δείχνει τη διαβάθμιση του χρώματος στην κλίμακα από πράσινο- αρνητικές τιμές έως κόκκινο- θετικές τιμές.

Η παράμετρος b^* δείχνει τη διαβάθμιση του χρώματος από μπλέ- αρνητικές τιμές σε κίτρινο- θετικές τιμές.

Μετά το πέρας της καταγραφής των αποτελεσμάτων κάθε δείγματος γινόταν καθαρισμός της ειδικής θήκης που τοποθετούνταν το δείγμα.

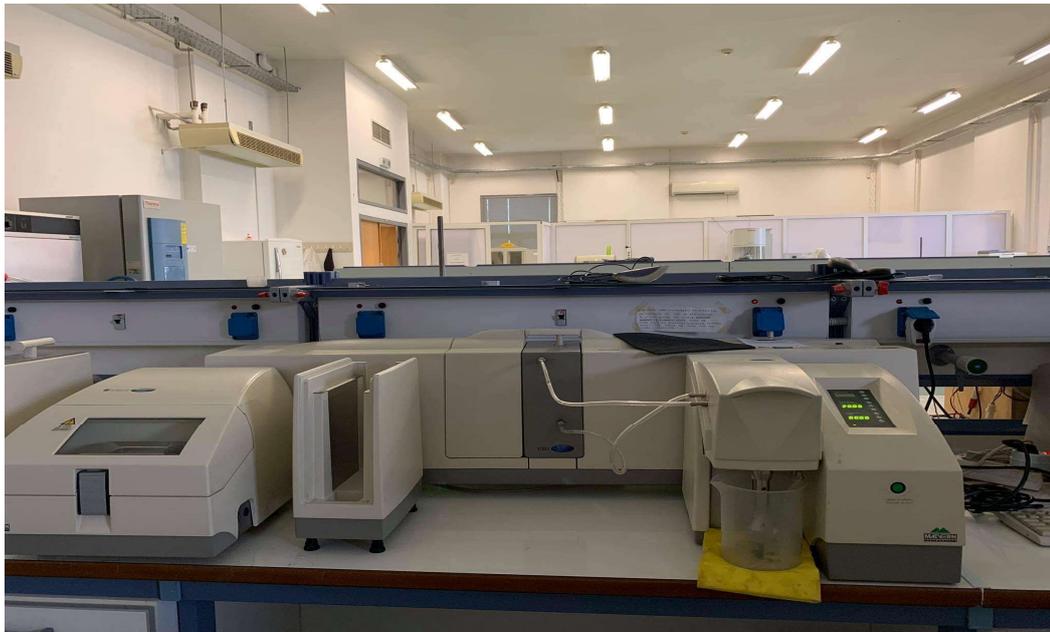
Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η διάταξη του οργάνου HunterLab:



Σχήμα 8: Διάταξη χρωματόμετρου HunterLab

4.5.3 Μέτρηση μεγέθους λιποσφαιρίων

Η συσκευή Mastersizer 2000 χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του μεγέθους των λιποσφαιρίων στα δείγματα. Η αρχή λειτουργίας του οργάνου εξασφαλίζει τον προσδιορισμό του μεγέθους των λιποσφαιρίων εκμεταλλευόμενη το φαινόμενο της σκέδασης του φωτός. Η προετοιμασία των δειγμάτων ώστε να ακολουθήσει η ανάλυσή τους στο όργανο μέτρησης ήταν η εξής: αρχικά σε ένα ποτήρι ζέσεως προστέθηκαν 100ml απιονισμένου νερού, δείγμα ποσότητας μισής κουταλιάς και 0,5ml του τασιενεργού συστατικού Tween 20, το μίγμα αναδεύονταν σε μαγνητικό αναδευτήρα για χρονικό διάστημα 20 λεπτών. Η προετοιμασία του οργάνου απαιτούσε τον σχολαστικό καθαρισμό του με νερό, ώστε να διαπεράσει το σύνολο της διάταξης. Η μέτρηση του κάθε δείγματος παρεμβалλόταν από 3 διαδοχικά ξεπλύματα της διάταξης με απιονισμένο νερό για χρονικό διάστημα 3 λεπτών και σε ταχύτητα περιστροφής 300rpm. Οι παράμετροι που καταγράφηκαν ήταν οι D4:3 και D3:2 και το αποτέλεσμα δόθηκε σε μm . Η διάταξη της συσκευής μέτρησης των λιποσφαιρίων απεικονίζεται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9: Διάταξη της συσκευής Mastersizer 2000

4.6 Οργανοληπτικός έλεγχος

Για την εκτέλεση του οργανοληπτικού ελέγχου χρησιμοποιήθηκε ένα ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο οργανοληπτικό σχέδιο (BIB Design), το οποίο είχε τα εξής χαρακτηριστικά:

- $t = 19$ μεταχειρίσεις
- $k = 3$ περιορισμένες μεταχειρίσεις ανά δοκιμαστή
- $b = 57$ δοκιμαστές
- $n = 9$ φορές εμφάνισης κάθε μεταχείρισης
- και $\lambda = 1$ εμφάνιση του κάθε ζεύγους μεταχειρίσεων.

Οι δοκιμαστές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα δείγματα που τους δόθηκαν ως προς την ένταση του χρώματος, την ένταση του αρώματος, την οξύτητα, τη λιπαρότητα, τη συνεκτικότητα, την ικανότητα επάλειψης, την ομοιογενή υφή και την αρεσκειά τους σε αυτά. Χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα χειρότερου – καλύτερου (best-worst scaling) ή αλλιώς κλίμακα της μέγιστης διαφοράς (Max Dif). Η κλίμακα αυτή υπερτερεί στο γεγονός ότι προσδιορίζει την τάξη και την ένταση της κατάταξης σπουδαιότητας και διευκολύνει τους ερωτηθέντες να αξιολογήσουν σωστά τα δείγματα που καλούνται να δοκιμάσουν και επιτρέπει εύκολη στατιστική ανάλυση αυτών των αποτελεσμάτων. Σχετικά με το δείγμα που χαρακτήρισαν ως μέγιστα αρεστό κλήθηκαν να αναφέρουν τους παράγοντες που τους έκαναν να καταλήξουν σε αυτή την απόφαση, και τέλος κατά πόσο θα αγόραζαν αυτό το προϊόν αν υπήρχε ήδη στην αγορά. Καθώς τα δείγματα ήταν 18 για την επίτευξη αυτού του οργανοληπτικού πλάνου χρησιμοποιήθηκε ένα επιπλέον δείγμα (τυχαίο δείγμα 19). Η αξιολόγηση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο οργανοληπτικών δοκιμών του

εργαστηρίου οργανοληπτικού ελέγχου με τη συμμετοχή 57 δοκιμαστών και τηρώντας τις κατάλληλες συνθήκες για την ορθή επίτευξη της δοκιμής. Κατά τη διάρκεια της οργανοληπτικής δοκιμής προσφέρθηκαν στους δοκιμαστές, εμφιαλωμένο νερό καθώς και φρυγανιές για να ελέγξουν την ικανότητα επάλειψης των δειγμάτων. Για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα καλύτερου – χειρότερου (Best – Worst scaling) γνωστή και ως κλίμακα της μέγιστης διαφοράς (Max Diff), σύμφωνα με την οποία οι δοκιμαστές αξιολογούν τα δείγματα για το αν έχουν καθεμία από τις ιδιότητες στο μέγιστο ή ελάχιστο βαθμό.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται ο κατάλογος των δειγμάτων με τους κωδικούς αυτών, που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του οργανοληπτικού καθώς επίσης στο τμήμα των αποτελεσμάτων παριστάνονται τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου σύμφωνα με τις απαντήσεις των 57 δοκιμαστών και τέλος τα χαρακτηριστικά που τους οδήγησαν να χαρακτηρίσουν το προϊόν ως μέγιστα αρεστό σύμφωνα με την προτίμησή τους.

Στο παράρτημα I της παρούσας εργασίας υπάρχει το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους δοκιμαστές που συμμετείχαν στην οργανοληπτική δοκιμή καθώς και το έντυπο οδηγιών για την ορθή διεξαγωγή του οργανοληπτικού ελέγχου αλλά και τα αναλυτικά αποτελέσματα που προέκυψαν.

Πίνακας 4: Πίνακας δοκιμαστών ανά μεταχειρίσεις και ανά κωδικό μεταχειρίσεων κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο των 18 τυριών κρέμα

ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΣ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ			ΚΩΔΙΚΟΙ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ		
1	15	18	19	722	546	705
2	9	14	17	390	137	276
3	2	4	5	757	236	447
4	1	11	15	308	119	407
5	1	4	18	377	501	232
6	11	17	18	561	637	425
7	2	7	15	805	441	983
8	5	13	15	380	806	544
9	1	2	14	492	126	900
10	14	16	19	825	413	664
11	2	11	16	423	191	462
12	8	9	15	909	882	197
13	6	14	15	601	403	700
14	10	11	19	195	879	209
15	3	6	9	874	429	153

16	8	12	16	933	977	205
17	10	15	16	721	628	289
18	3	4	19	751	349	557
19	4	7	16	237	987	716
20	3	13	16	796	845	353
21	7	8	17	391	551	674
22	1	3	7	342	394	290
23	5	8	19	655	392	426
24	8	10	18	419	139	747
25	3	14	18	703	134	891
26	1	9	12	641	650	268
27	9	16	18	951	363	755
28	2	6	8	913	986	974
29	7	11	13	281	272	657
30	4	15	17	498	255	890
31	4	10	12	604	789	473
32	3	5	10	238	470	453
33	6	11	12	386	981	795
34	6	7	19	937	745	640
35	2	3	17	927	631	439
36	6	16	17	444	481	859
37	5	12	17	808	920	330
38	2	13	18	346	321	889
39	7	10	14	915	569	994
40	2	12	19	383	599	435
41	7	12	18	688	370	224
42	1	8	13	108	539	351
43	4	9	11	298	285	404
44	10	13	17	724	980	581
45	5	6	18	226	311	959
46	3	8	11	813	823	460
47	2	9	10	584	461	773
48	1	17	19	142	517	922
49	5	11	14	428	693	784
50	4	6	13	187	210	534
51	12	13	14	932	242	814
52	1	5	16	642	955	749

53	4	8	14	122	944	375
54	1	6	10	921	372	736
55	3	12	15	192	217	778
56	9	13	19	710	718	201
57	5	7	9	182	526	608

4.7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα ανάλυσης δεδομένων Minitab 18.0. Πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω ανάλυση πραγματοποιήθηκε έλεγχος της κανονικότητας και της ισότητας διακυμάνσεων των τυποποιημένων υπολειμμάτων των δεδομένων, ώστε αν καλύπτουν τη συνθήκη της κανονικότητας και ισότητας των διακυμάνσεων, να εξετασθεί αν πρόκειται για στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιμέρους παραμέτρων και των αλληλεπιδράσεων αυτών.

Λόγω απουσίας των επαναλήψεων – έχουμε πολλαπλές μετρήσεις στο ίδιο δείγμα που παράχθηκε (repeats) και όχι διαφορετικά δείγματα ίδιας σύστασης (replicates) – δεν γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας, αλλά έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων των τυποποιημένων επαναλήψεων.

Η παρουσία των τριών παραγόντων σηματοδοτεί την ανάγκη για 3-way ANOVA. Εφαρμόστηκαν τα όρια εμπιστοσύνης στις 3 διαφορετικές μεταβλητές (είδος γιαουρτιού, προσθήκη βουτύρου και προσθήκη πρωτεϊνών ορού γάλακτος) και πραγματοποιήθηκε έλεγχος με το εργαλείο ελέγχου Tukey, για μεγαλύτερη αξιοπιστία στην εξαγωγή των συμπερασμάτων, παρουσιάζονται επίσης και διαγράμματα των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης σε όσες αλληλεπιδράσεις βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές.

Για τις ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τον οργανοληπτικό έλεγχο αξιοποιήθηκε η κλίμακα Max – Dif, λεπτομέρειες του τρόπου αξιοποίησής της υπάρχουν στην παράγραφο 5.3.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για τα εξασφαλισθεί η ευκολία στην ανάγνωση της παρούσας διπλωματικής η πρώτη παράμετρος που σχολιάστηκε (η παράμετρος του pH) περιλαμβάνει αναλυτικά το σύνολο των αποτελεσμάτων που εξάχθηκαν από το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης Minitab, ενώ για κάθε επόμενη παράμετρο δίνεται περισσότερη βάση στα συμπεράσματα στα οποία οδηγούν τα αποτελέσματα του προγράμματος για αυτό και το σύνολο αυτών υπάρχει αναλυτικά στο Παράρτημα II της παρούσας διπλωματικής διατριβής.

5.1 Αποτελέσματα Φυσικοχημικών ιδιοτήτων

5.1.1 Αποτελέσματα μετρήσεων pH

Οι τιμές που καταγράφηκαν από το πεχάμετρο για κάθε δείγμα είναι 3. Αυτές οι τιμές, όπως αναφέρθηκε, δε θεωρούνται επαναλήψεις (replicates), διότι προέρχονται από το ίδιο δείγμα όχι απλώς από δείγμα με την ίδια σύσταση. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι δε λαμβάνονται υπόψη οι επαναλήψεις αυτών, αλλά οι μέσοι όροι τους.

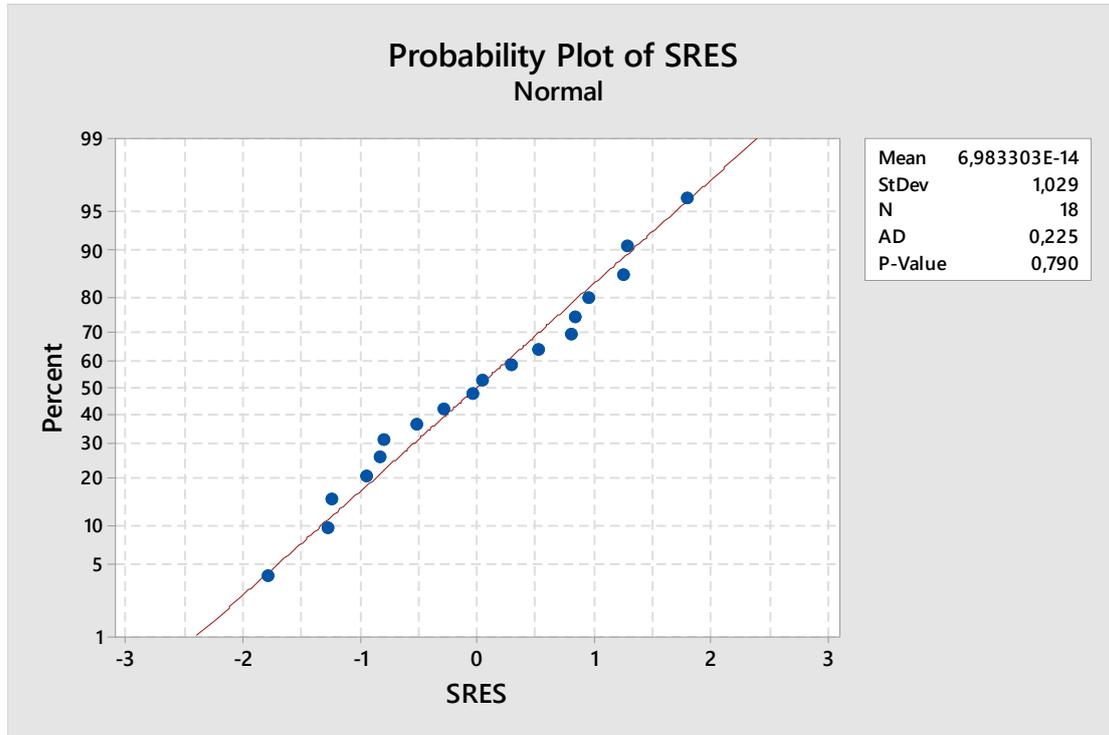
Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του pH των 18 τυριών κρέμα:

Πίνακας 5: Αποτελέσματα μετρήσεων της τιμής του pH των 18 τυριών κρέμα

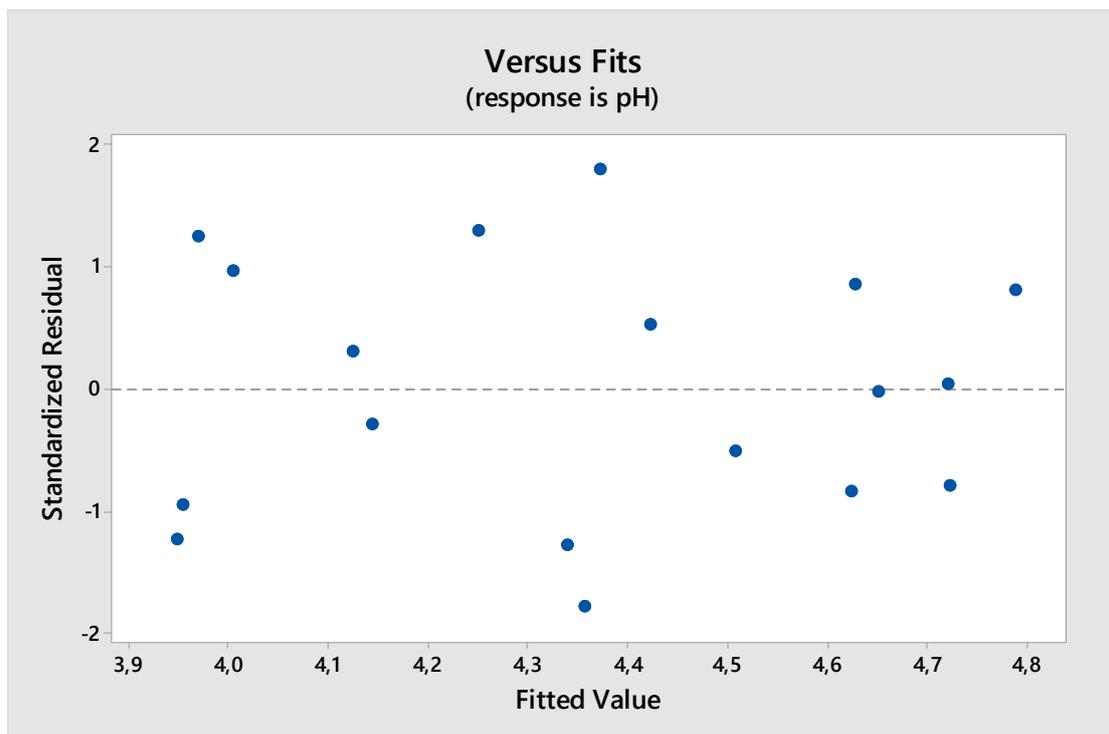
Είδος Γάλακτος	Επίπεδο Βουτύρου	Επίπεδο Πρωτεΐνης Ορού	Μέσος Όρος 3 Μετρήσεων	Τυπική Απόκλιση
Αγελαδινό	10%	0%	3,93	0,044
Αγελαδινό	10%	5%	4,27	0,031
Αγελαδινό	10%	10%	4,65	0,026
Αγελαδινό	20%	0%	3,99	0,017
Αγελαδινό	20%	5%	4,32	0,059
Αγελαδινό	20%	10%	4,72	0,029
Πρόβειο	10%	0%	4,02	0,067
Πρόβειο	10%	5%	4,33	0,012
Πρόβειο	10%	10%	4,64	0,021
Πρόβειο	20%	0%	3,94	0,091
Πρόβειο	20%	5%	4,4	0,032
Πρόβειο	20%	10%	4,61	0,064
Γίδινο	10%	0%	4,13	0,026
Γίδινο	10%	5%	4,43	0,035
Γίδινο	10%	10%	4,71	0,015
Γίδινο	20%	0%	4,14	0,025

Γίδινο	20%	5%	4,5	0,070
Γίδινο	20%	10%	4,8	0,040

Έπειτα από τον έλεγχο της κανονικότητας των υπολειμμάτων στο Σχήμα 10 και της ισότητας των διακυμάνσεων στο Σχήμα 11 προκύπτει πως οι προϋποθέσεις αυτές πληρούνται για να πραγματοποιηθεί ANOVA:



Σχήμα 10: Διάγραμμα ελέγχου κανονικότητας των τιμών των μέσων όρων του pH των 18 τυριών κρέμα



Σχήμα 11: Έλεγχος ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για τον μέσο όρο των τιμών του pH

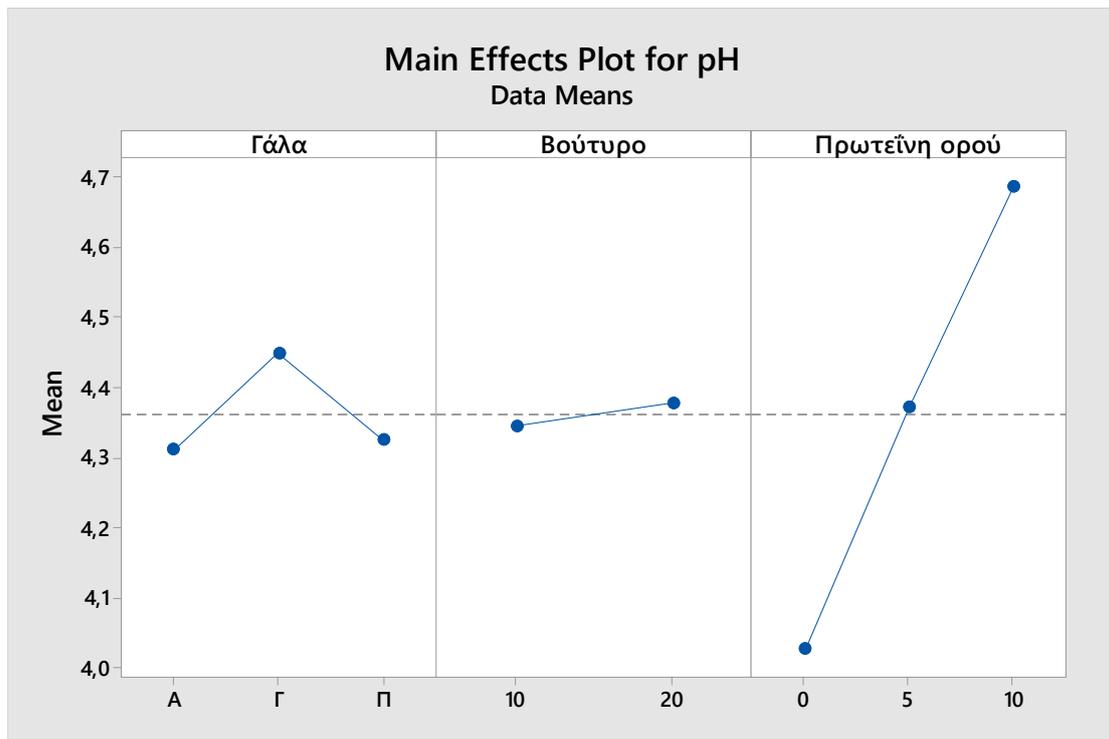
Από το παραπάνω γράφημα της κανονικότητας των υπολειμμάτων διακρίνεται ότι το $p = 0,790 > 0,05$, με το 5% να αποτελεί το επίπεδο σφάλματος. Σε αυτή την περίπτωση δεν ισχύει η εναλλακτική υπόθεση, αλλά η μηδενική υπόθεση, άρα ισχύει η κανονικότητα των τιμών.

Από την άλλη πλευρά, παρατηρείται ομοιογενής διασπορά των υπολειμμάτων με τους μέσους όρους, για το λόγο αυτό θεωρείται ότι υπάρχει ομοσκεδασμός. Οι δύο απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή 3-way ANOVA και τον έλεγχο για τη διαπίστωση των στατιστικά σημαντικών παραγόντων πάνω στην επίδρασή τους στη τιμή του pH ικανοποιούνται. Εν συνεχεία παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα της ANOVA (το σύνολο των οποίων παρουσιάζεται ως παράρτημα στο τέλος της παρούσας εργασίας).

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γάλα	2	0,20714	0,10357	49,72	0,000
Βούτυρο	1	0,01434	0,01434	6,88	0,012
Πρωτεΐνη ορού	2	3,95018	1,97509	948,08	0,000
Γάλα*Βούτυρο	2	0,01569	0,00785	3,77	0,032
Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	4	0,03388	0,00847	4,07	0,007
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	0,00997	0,00499	2,39	0,104
Error	40	0,08333	0,00208		
Lack-of-Fit	4	0,01166	0,00292	1,46	0,233
Pure Error	36	0,07167	0,00199		
Total	53	4,31453			

Από τα παραπάνω για όσους παράγοντες και όσες αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών εμφανίζουν $p < 0,05$, ισχύει η εναλλακτική υπόθεση και τουλάχιστον ένας μέσος όρος των επιπέδων ενός παράγοντα διαφέρει στατιστικά σημαντικά. Άρα και για τους 3 παράγοντες γιαούρτι, βούτυρο και πρωτεΐνη ορού. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης όσον αφορά για την σύγκριση της τιμής p με το 0,05. Εδώ παρατηρείται ότι η αλληλεπίδραση γάλα με πρωτεΐνη ορού και γάλα με βούτυρο έχουν $p < 0,05$, οπότε ισχύει η εναλλακτική υπόθεση και ισχύει ότι οι αλληλεπιδράσεις των παραγόντων πρώτης τάξης και θα πρέπει να εξετασθούν και αυτών οι μέσοι όροι τους. Αντίθετα για την αλληλεπίδραση δεύτερης τάξης με $p > 0,05$, ισχύει η μηδενική υπόθεση, οπότε δεν εξετάζεται. Στη συνέχεια, στο Σχήμα 12 της διαγραμματικής απεικόνισης των μέσων όρων της μεταβλητής του pH των 18 τυριών κρέμα πραγματοποιούνται οι συγκρίσεις των μέσων όρων που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε κάθε παράγοντα.



Σχήμα 12: Διαγραμματική απεικόνιση των μέσων όρων της μεταβλητής του pH των 18 τυριών κρέμα

Από το συγκεκριμένο διάγραμμα μπορεί να γίνει μια πρώτη παρατήρηση πως το γίδινο γιαούρτι είναι αυτό που φαίνεται να ανεβάζει το pH, ενώ οι τιμές πρόβειου και αγελαδινού είναι σχεδόν ταυτόσημες, αυτό γίνεται κατανοητό και από το αποτέλεσμα της σύγκρισης των μέσων όρων με τη μέθοδο Tukey -τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια- το γίδινο είναι αυτό που διαφέρει από τα άλλα δύο. Το επίπεδο του βουτύρου επίσης, παρότι με $p < 0,05$, φαίνεται πως δε προσφέρει σημαντική μεταβολή στην τιμή του pH, όμως ο έλεγχος με τη μέθοδο Tukey και με τη μέθοδο Fisher έδειξε διαφορά, οπότε και προβαίνουμε σε διάγραμμα των ορίων εμπιστοσύνης. Το επίπεδο του παράγοντα πρωτεΐνη ορού γάλακτος ξεκάθαρα συντελεί στη μεταβολή της παραμέτρου, και έπειτα από τον έλεγχο σύγκρισης. Συγκεκριμένα, αύξηση της προσθήκης ορού γάλακτος συντελεί σε αύξηση της τιμής του pH.

Tukey Pairwise Comparisons: Γάλα

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα	N	Mean	Grouping
Γ	18	4,44944	A
Π	18	4,32556	B
A	18	4,31167	B

Means that do not share a letter are significantly different

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	27	4,37852	A
10	27	4,34593	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	18	4,68778	A
5	18	4,37333	B
0	18	4,02556	C

Means that do not share a letter are significantly different

Η μέθοδος που αναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο στις αλληλεπιδράσεις πρώτης τάξεως, με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Γάλα * Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα*Βούτυρο	N	Mean	Grouping
Γ 20	9	4,47667	A
Γ 10	9	4,42222	A
A 20	9	4,34111	B
Π 10	9	4,33333	B
Π 20	9	4,31778	B
A 10	9	4,28222	B

Means that do not share a letter are significantly different.

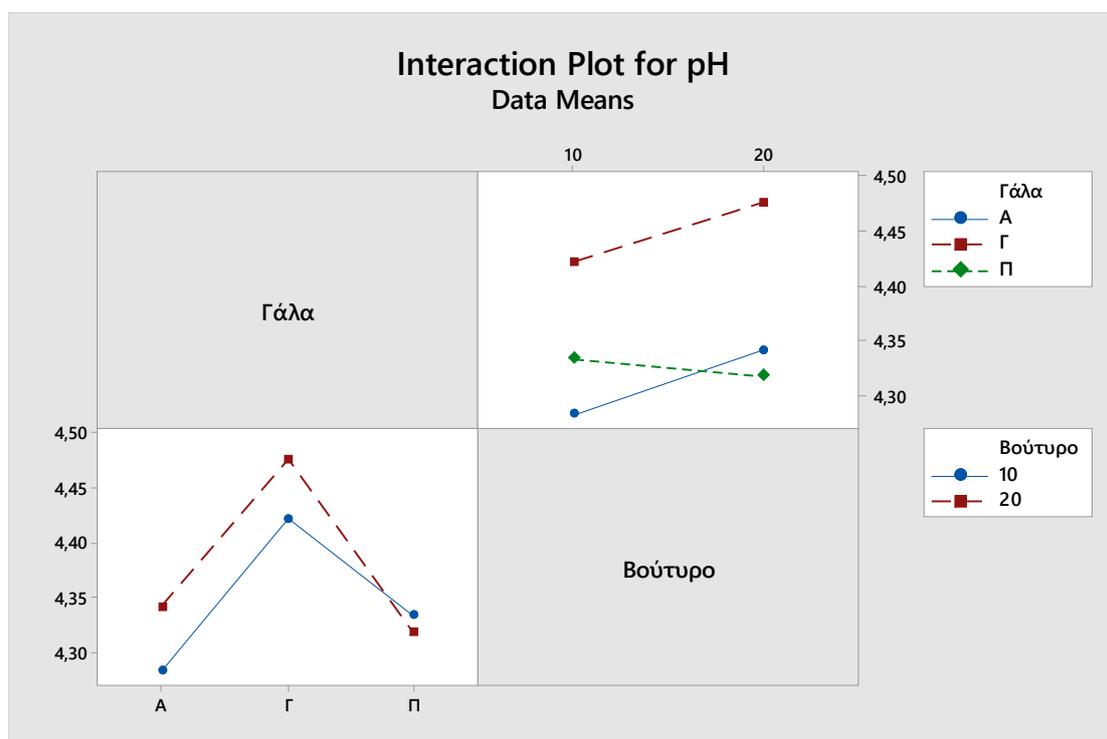
Tukey Pairwise Comparisons: Γάλα*Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
Γ 10	6	4,75167	A
A 10	6	4,68333	A B
Π 10	6	4,62833	B
Γ 5	6	4,46333	C
Π 5	6	4,36500	D
A 5	6	4,29167	D
Γ 0	6	4,13333	E

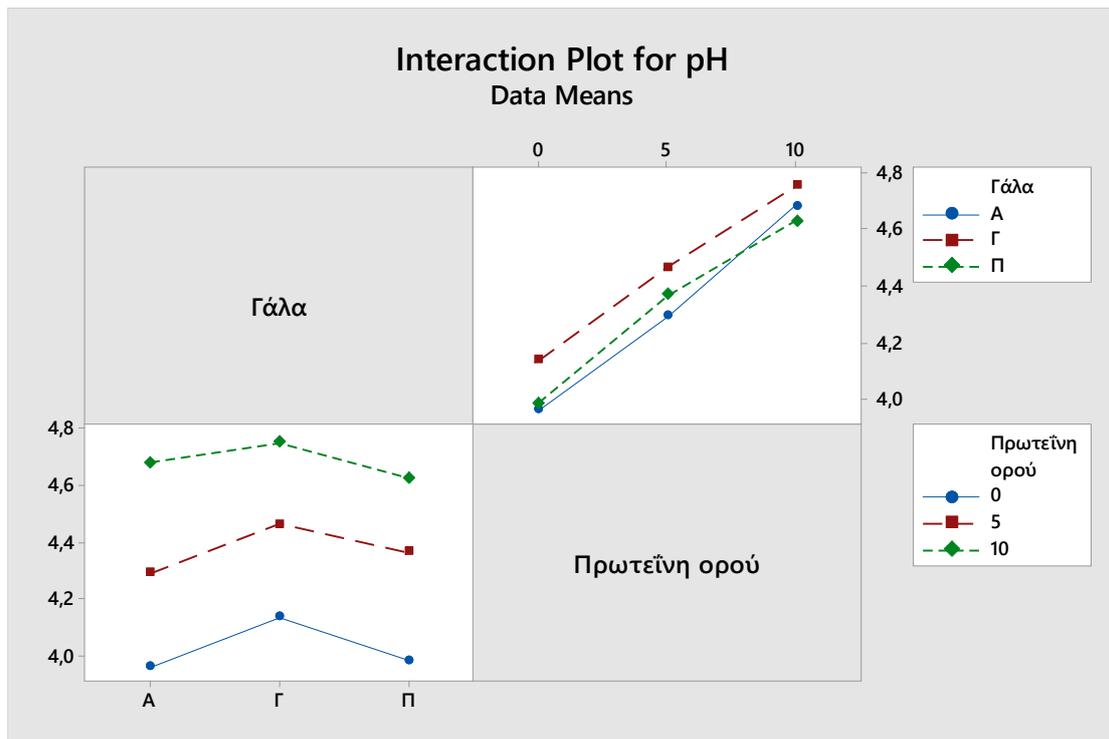
Π 0	6	3,98333	F
A 0	6	3,96000	F

Means that do not share a letter are significantly different.

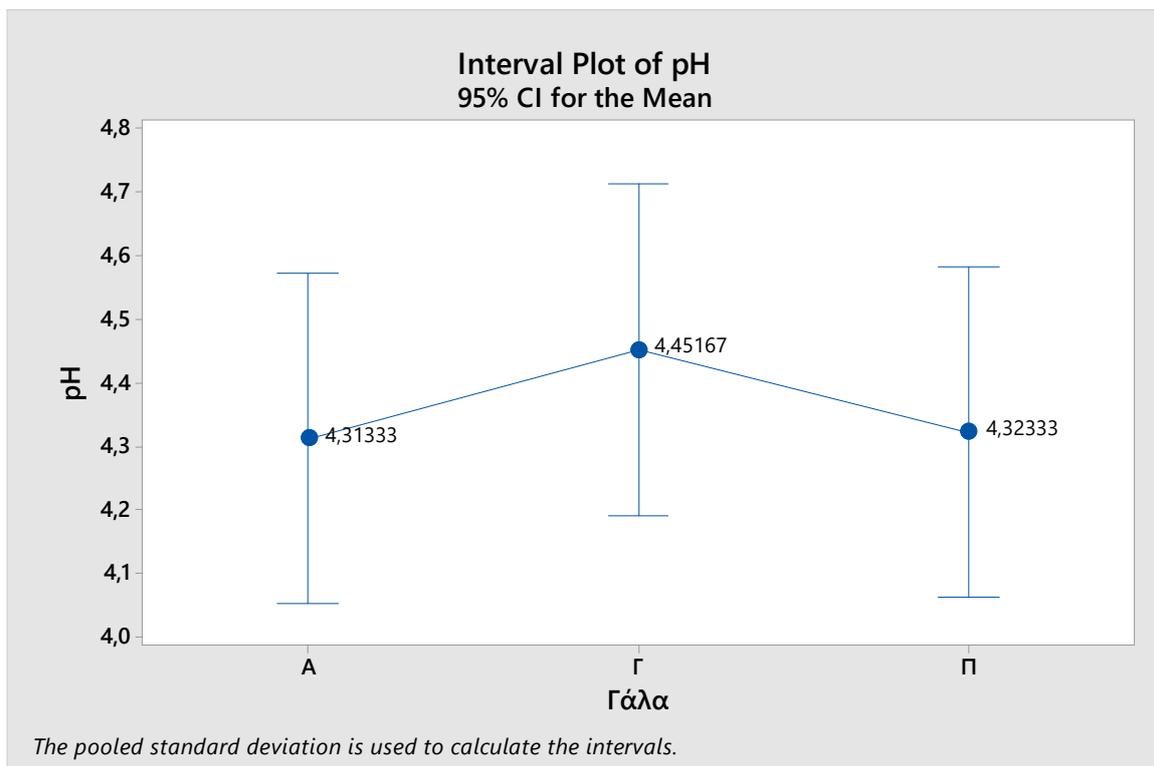
Σύμφωνα με αυτές τις παρατηρήσεις, κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των αλληλεπιδράσεων στο Σχήμα 13 ανάμεσα σε είδος γιαουρτιού και βούτυρο και στο Σχήμα 14 ανάμεσα σε είδος γιαουρτιού και πρωτεΐνες ορού, καθώς και τα διαγράμματα με τα όρια εμπιστοσύνης των μέσων όρων στο Σχήμα 15 για το είδος του γιαουρτιού, Σχήμα 16 για το επίπεδο προσθήκης βουτύρου και στο Σχήμα 17 για το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού.



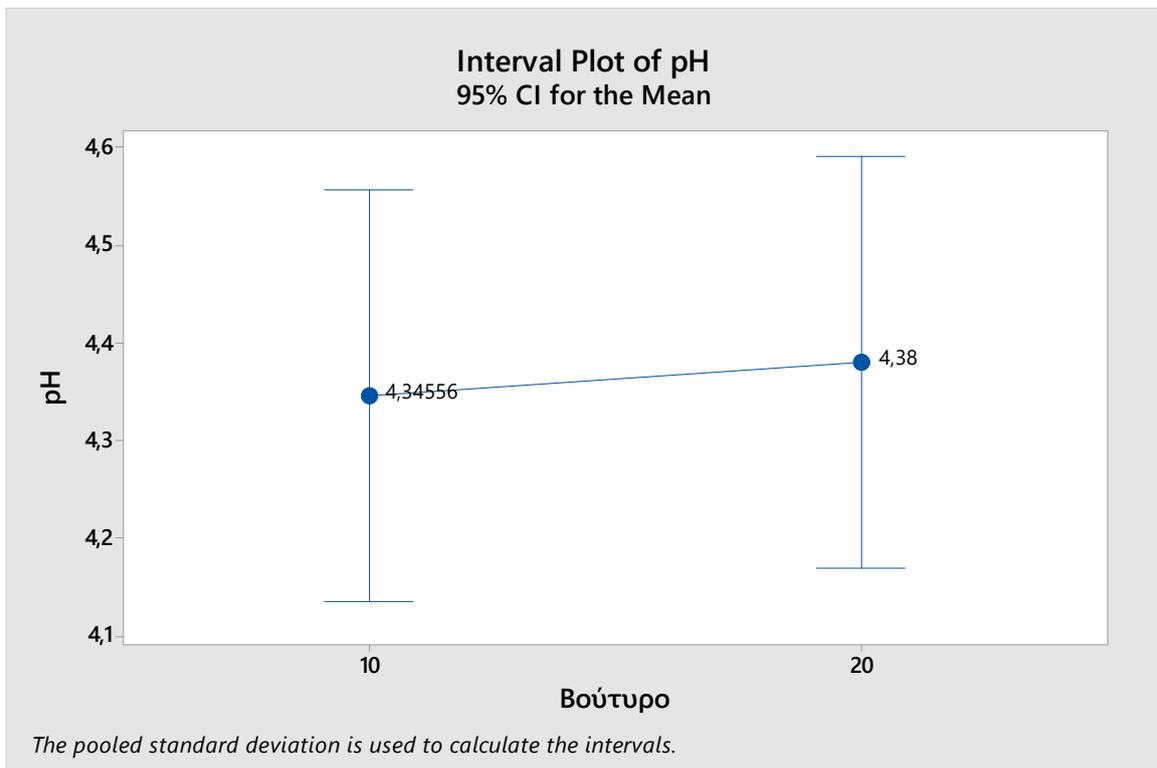
Σχήμα 13: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης για τη μεταβλητή του pH για τα 18 τυριά κρέμα ανάμεσα σε είδος γάλακτος και επίπεδο προσθήκης βουτύρου



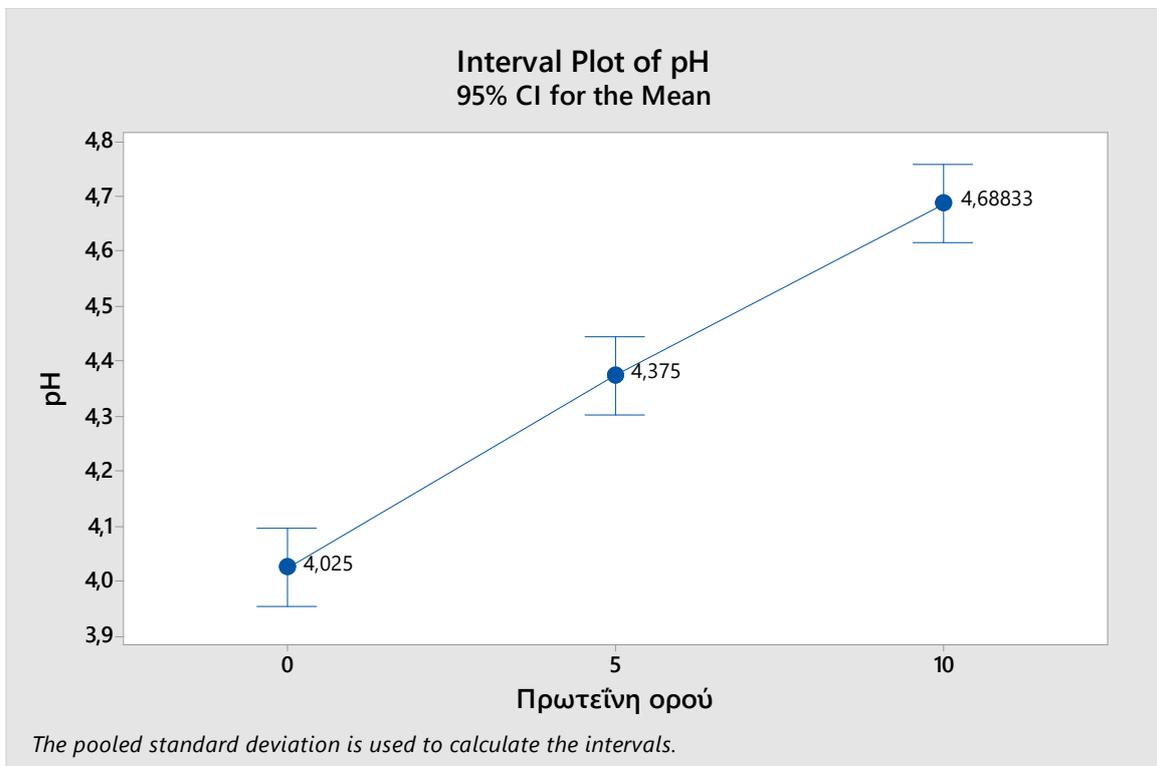
Σχήμα 14: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης για την τιμή του pH για τα 18 τυριά κρέμα ανάμεσα στο είδος του γάλακτος και το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού



Σχήμα 15: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το είδος του γιαουρτιού για τη μεταβλητή του pH για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 16: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το επίπεδο προσθήκης βούτυρου για τη μεταβλητή του pH για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 17: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το επίπεδο προσθήκης πρωτεΐνης ορού στην μεταβλητή του pH για τα 18 τυριά κρέμα

Συνοψίζοντας σχετικά με την τιμή του pH, τα συγκεκριμένα διαγράμματα οδηγούν στο συμπέρασμα πως τα όρια εμπιστοσύνης για τον παράγοντα βούτυρο και είδος γιαουρτιού

επικαλύπτονται και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό. Άρα η χρήση διαφορετικού είδους γιαουρτιού δεν επηρεάζει την τιμή του pH, όπως επίσης δε μεταβάλλεται το pH ανάμεσα στα επίπεδα 10% και 20% προσθήκης βουτύρου. Αποτέλεσμα το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς όλα τα είδη παραδοσιακού γιαουρτιού έχουν χαμηλό pH αλλά με πολύ κοντινές τιμές μεταξύ τους. Αντίθετα, τα όρια εμπιστοσύνης στο διάγραμμα της πρωτεΐνης ορού δεν επικαλύπτονται και οι μέσοι όροι αυτών φαίνεται πως διαφέρουν κατά 0,3 μεταξύ τους, αύξηση η οποία είναι στατιστικά σημαντική. Συμπερασματικά η προσθήκη πρωτεϊνών ορού από μηδενικό ποσοστό σε ποσοστό 10% επιφέρει αύξηση στην τιμή του pH κατά 0,6 βαθμούς της κλίμακας του pH, άρα προκύπτει ένα λιγότερο όξινο προϊόν. Το αποτέλεσμα αυτό είναι χρήσιμο για την παραγωγή των συγκεκριμένων προϊόντων τυριού κρέμα σε βιομηχανική κλίμακα, διότι η προσθήκη πρωτεϊνών ορού γάλακτος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και ως ρυθμιστής του pH.

5.1.2 Αποτελέσματα χρωματομετρικών μετρήσεων

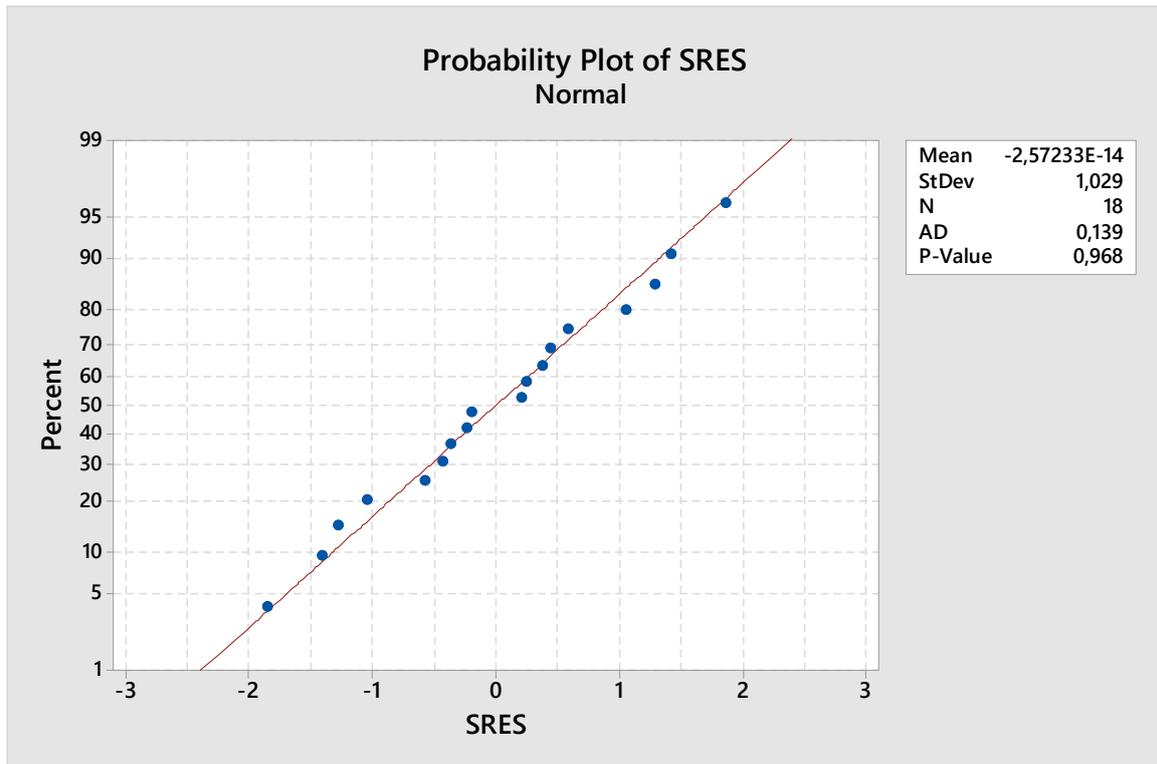
Οι χρωματομετρικές παράμετροι που εξετάστηκαν είναι οι εξής: L*, a*, και b*. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων μέσω των μέσων όρων τους για τα 18 τυριά κρέμα.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα χρωματομετρικών μετρήσεων για τα 18 τυριά κρέμα

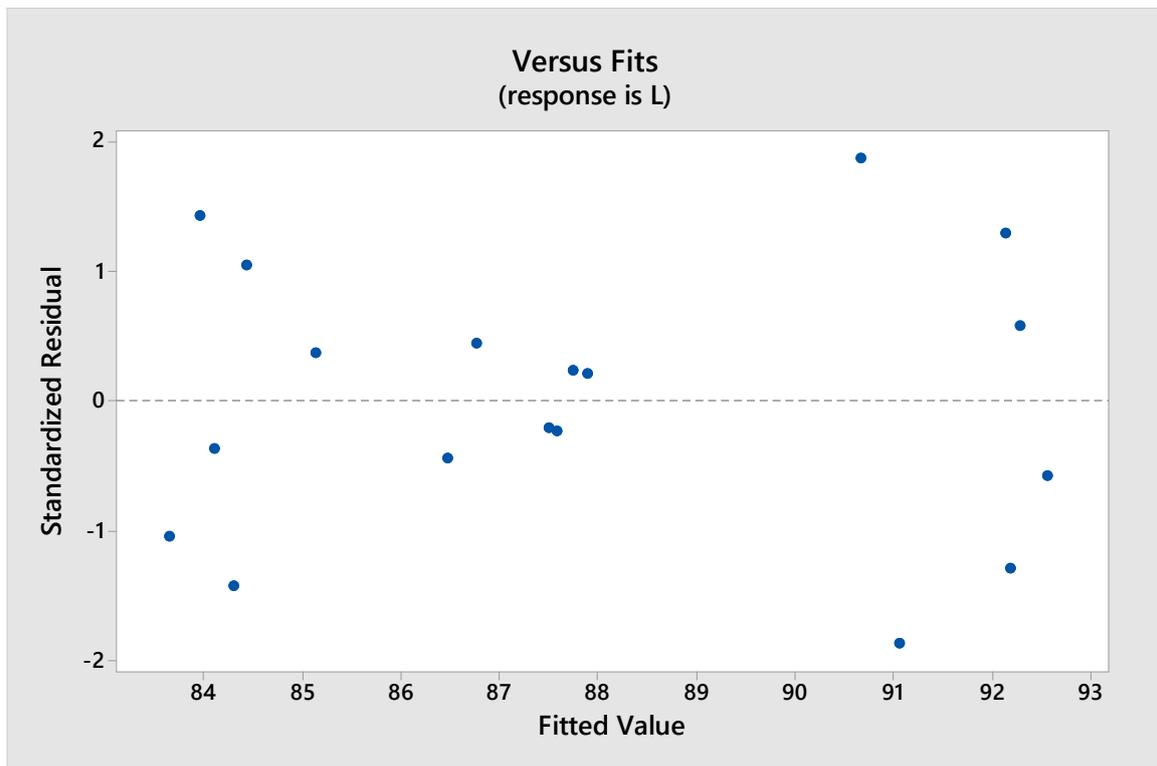
α/α	M.O. L*	M.O. a*	M.O. b*	Τυπική Απόκλιση L*	Τυπική Απόκλιση a*	Τυπική Απόκλιση b*
1	90,94	-4,81	14,91	0,075	0,023	0,000
2	86,79	-2,2	15,64	0,000	0,000	0,032
3	84,04	-1,28	16,87	0,012	0,006	0,029
4	90,78	-4,43	16,88	0,017	0,006	0,012
5	86,45	-2,26	16,78	0,015	0,006	0,010
6	84,21	-1,32	17,26	0,035	0,021	0,017
7	92,21	-4,82	13,58	0,006	0,006	0,012
8	87,57	-2,71	14,97	0,012	0,006	0,023
9	83,58	-0,5	17,38	0,012	0,004	0,032
10	92,11	-4,75	14,81	0,010	0,000	0,006
11	87,76	-2,76	15,61	0,012	0,006	0,010
12	84,5	-1,72	17,38	0,020	0,006	0,012
13	92,31	-5,01	13,07	0,006	0,006	0,006
14	87,49	-3,04	15,32	0,017	0,006	0,012
15	84,08	-1,74	17,4	0,017	0,006	0,029
16	92,53	-5,09	14,70	0,006	0,006	0,006
17	87,91	-3,26	15,25	0,049	0,010	0,015
18	85,15	-2,08	17,11	0,026	0,006	0,015

5.1.2.1 Παράμετρος L*

Σύμφωνα με τα διαγράμματα, το Σχήμα 18 σχετικά με την κανονικότητα και το Σχήμα 19 της ομοιογένειας ισχύει η κανονικότητα, χωρίς ιδιαίτερες ακραίες τιμές, και η ομοιογένεια των τυποποιημένων υπολειμμάτων, αν και οι κεντρικές τιμές θα ήταν προτιμητέο να μη βρίσκονται τόσο κοντά στο μηδέν ώστε να υπάρχει καλύτερη διασπορά.



Σχήμα 18: Διαγραμματοεικόνη του ελέγχου κανονικότητας για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα



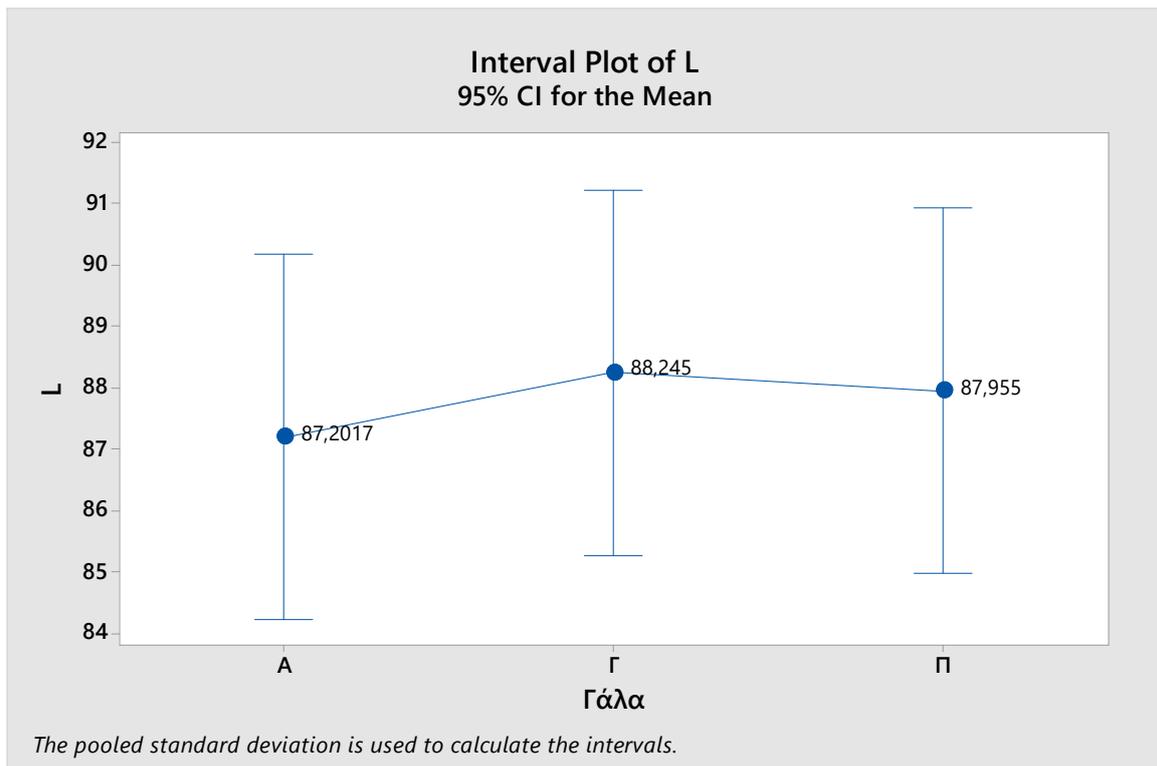
Σχήμα 19: Διαγραμματική απεικόνιση της ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων του παράγοντα L* για τα 18 τυριά κρέμα

Έχοντας ως κριτήριο το $p < 0,05$ ώστε να ελεγχθούν οι παράγοντες που εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, και οι 3 παράγοντες είναι στατιστικά σημαντικοί καθώς επίσης και οι αλληλεπιδράσεις αυτών (στο παράρτημα οι τιμές αυτές εμφανίζονται με bold). Με ελέγχους Tukey επαληθεύεται πως διαφέρουν μεταξύ τους οι μέσοι όροι στα επίπεδα και των τριών παραγόντων οπότε ακολουθούν τα όρια εμπιστοσύνης αυτών, στο Σχήμα 20 με τη διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης του είδους γιαουρτιού για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα, στο Σχήμα 21 με τα όρια εμπιστοσύνης του βουτύρου για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα και στο Σχήμα 22 με τα όρια εμπιστοσύνης των πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα, από τα οποία γίνεται αντιληπτό πως μόνο τα όρια εμπιστοσύνης στην πρωτεΐνη ορού δεν επικαλύπτονται. Καθώς επίσης και τα διαγράμματα αλληλεπιδράσεων, Σχήμα 23 και Σχήμα 24 δε δείχνουν κάποια συνεργιστική δράση μεταξύ των παραγόντων.

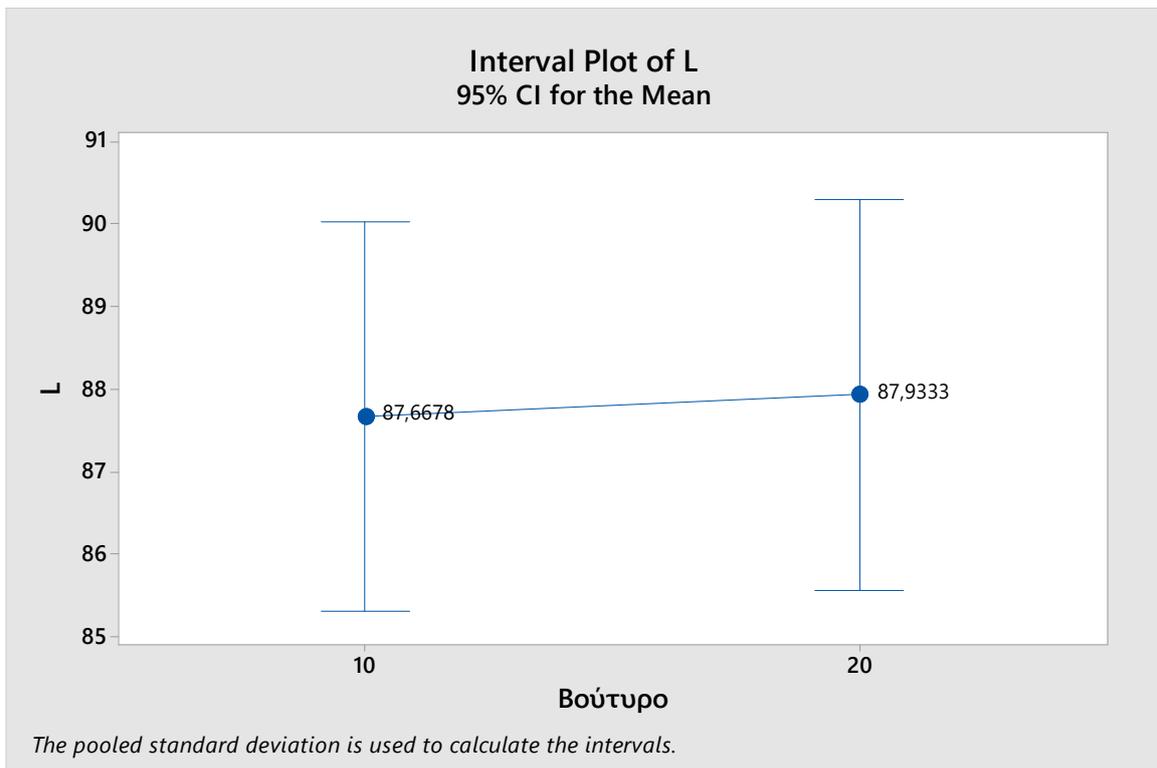
Η διαφορά στη λαμπρότητα των δειγμάτων δεν είναι οπτικά αντιληπτή για τα διαφορετικά επίπεδα προσθήκης πρωτεϊνών ορού, όμως βάσει των μετρήσεων όσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο των πρωτεϊνών ορού τόσο απομακρύνεται η τιμή της παραμέτρου L* από το 100. Συμπέρασμα αυτού του αποτελέσματος είναι πως αν χρησιμοποιηθεί ακόμη μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών ορού τα δείγματα που θα προκύψουν θα έχουν χάσει τη λαμπρότητά τους και την όψη αλάβαστρου που είναι βασικό επιθυμητό χαρακτηριστικό για τέτοιου είδους προϊόντα.

Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύονται από δεδομένα της βιβλιογραφίας, συγκεκριμένα, το γίδινο τυρί είναι λαμπρότερο με $L^* = 87,1$, όπως και το γίδινο γάλα καθώς έχει την ικανότητα

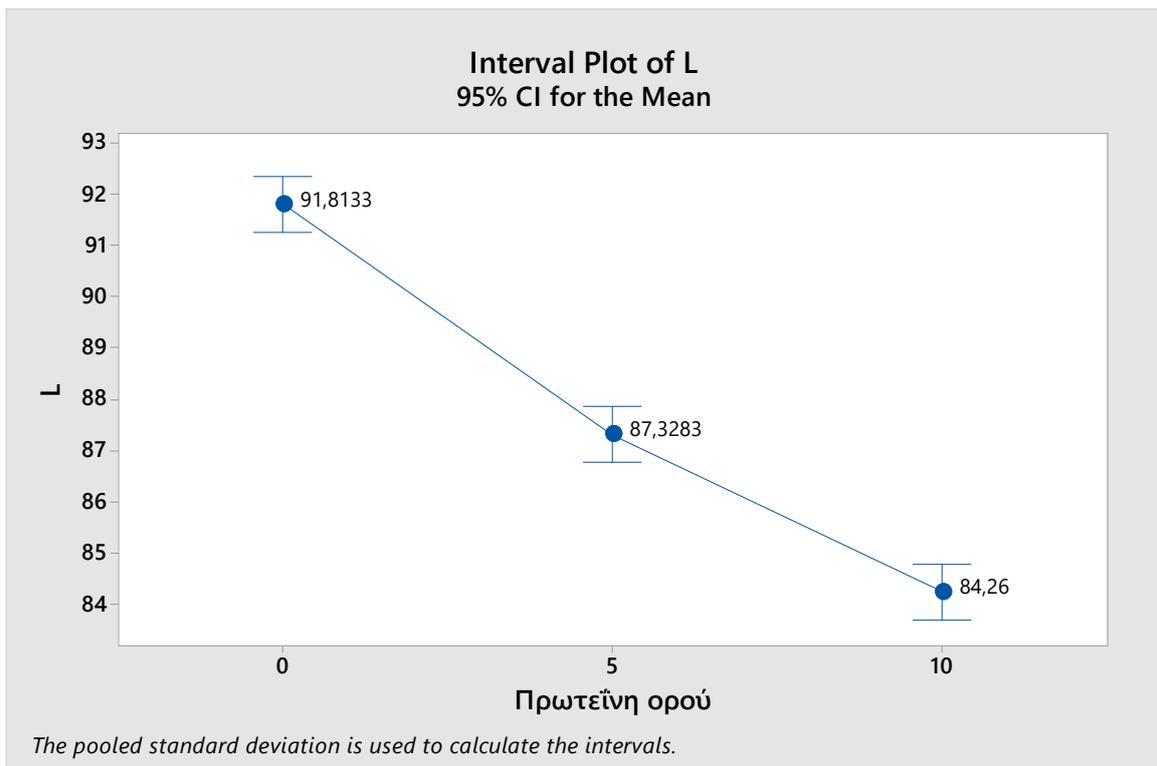
μετατροπής το β – καροτενίου σε βιταμίνη A και το αγελαδινό τυρί έχει περισσότερο κίτρινη απόχρωση με $b^*=17,4$. Η ποικιλία στην απόχρωση, αναλόγως της προέλευσης του γάλακτος οφείλεται σε χημικές μεταβολές σε συστατικά του γάλακτος, όπως στην περιεκτικότητα σε καροτενοειδή, πρωτεΐνες και ριβοφλαβίνη. Η διαφορά στο χρώμα στα διάφορα είδη γάλακτος αποτυπώνεται και στα προϊόντα αυτών για αυτό και το κατσικίσιο τυρί είναι λευκότερο σε σχέση με το αγελαδινό τυρί (Milovanovic 2020).



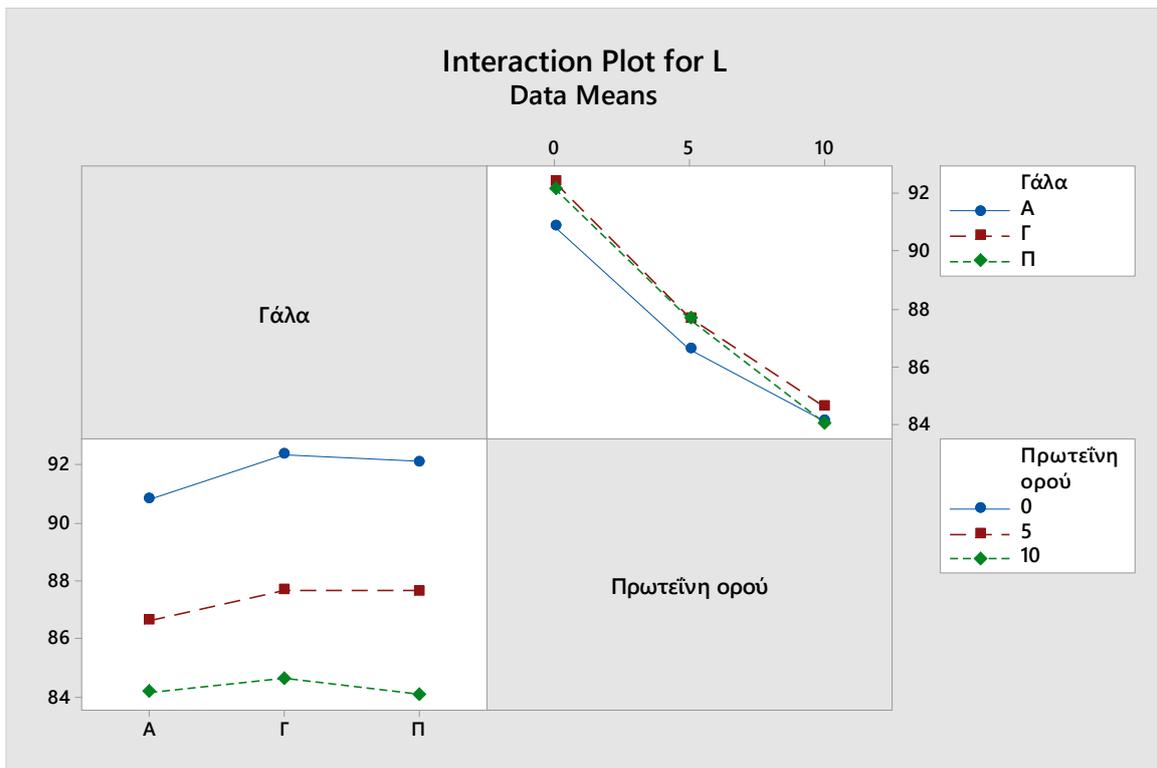
Σχήμα 20: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της μεταβλητής είδος γιαουρτιού για την παράμετρο L^* για τα 18 τυριά κρέμα



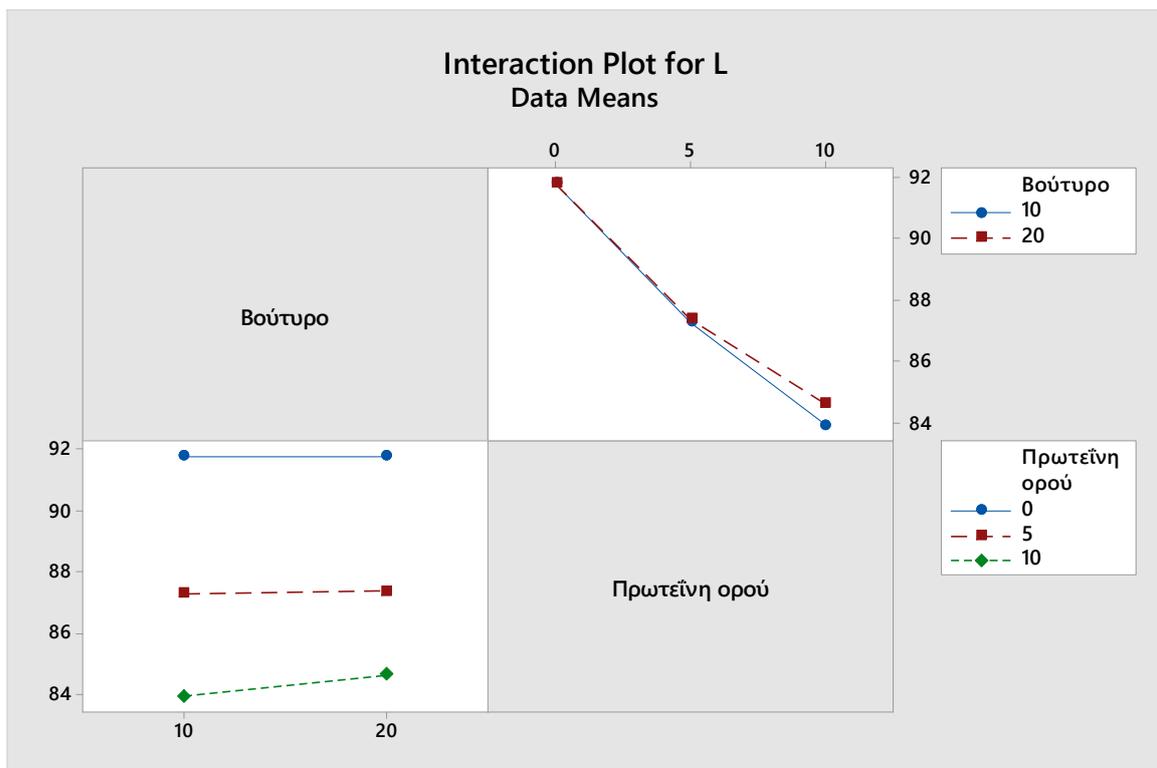
Σχήμα 21: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της μεταβλητής του βουτύρου για την παράμετρο L^* για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 22: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της μεταβλητής πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο L^* για τα 18 τυριά κρέμα



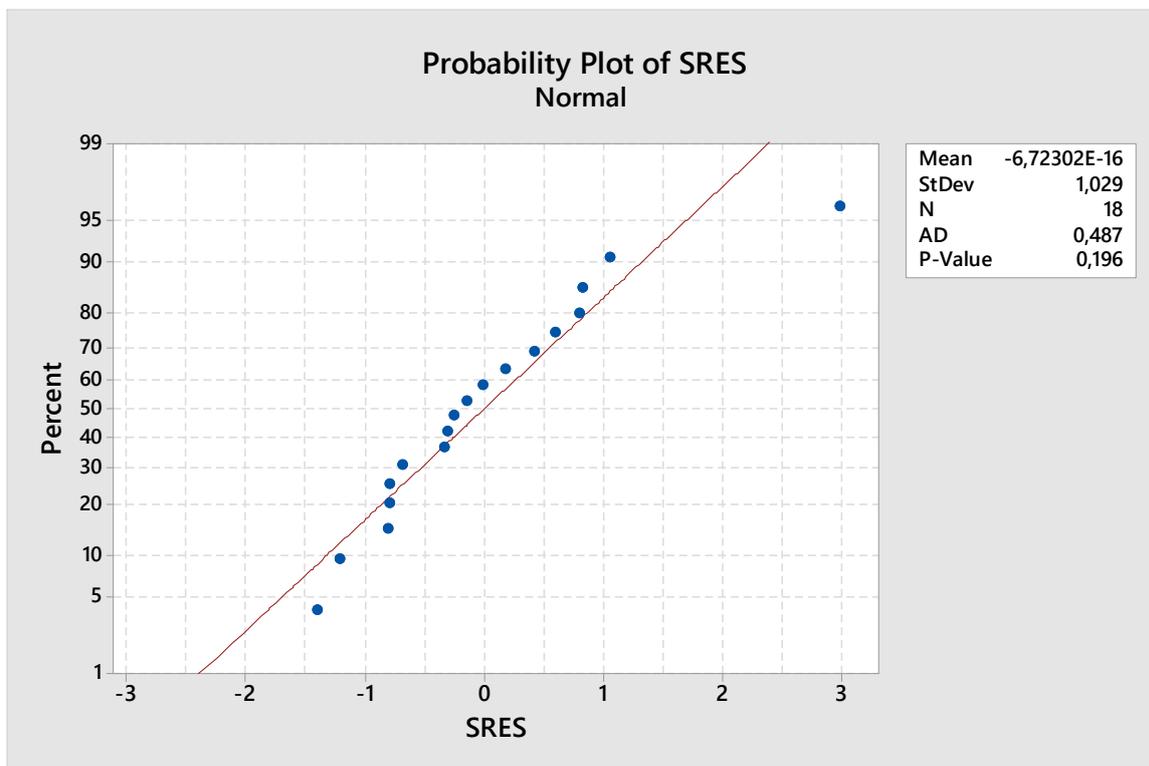
Σχήμα 23: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ είδος γιαουρτιού και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα



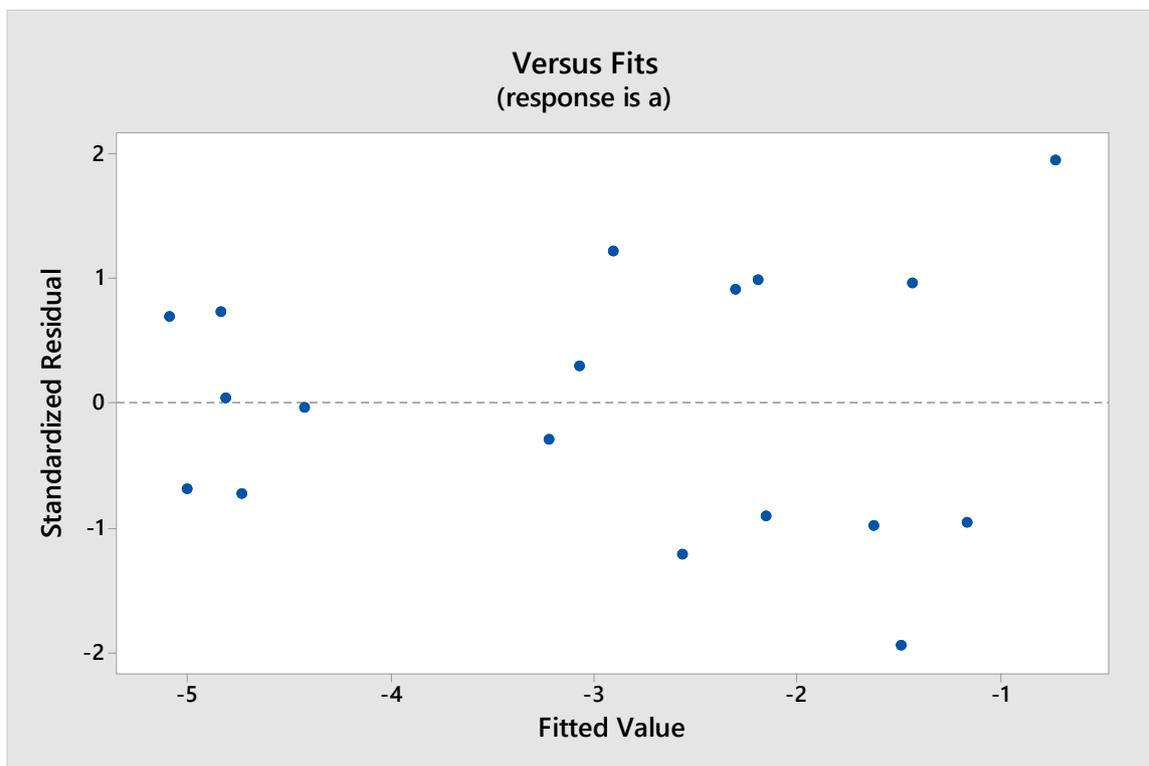
Σχήμα 24: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ βουτύρου και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο L* για τα 18 τυριά κρέμα

5.1.2.2 Παράμετρος a*

Για τα τυποποιημένα υπολείμματα της παραμέτρου a* ισχύει κανονικότητα όπως γίνεται αντιληπτό από το Σχήμα 25 όμως υπάρχει μια ακραία τιμή η οποία και πάλι δεν επηρεάζει σε σημείο ώστε να ισχύει $p < 0,05$. Επίσης παρατηρείται ομοσκεδασμός από το Σχήμα 26 της διαγραμματικής απεικόνισης της ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο a* για τα 18 τυριά κρέμα.



Σχήμα 25: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο a* για τα 18 τυριά κρέμα

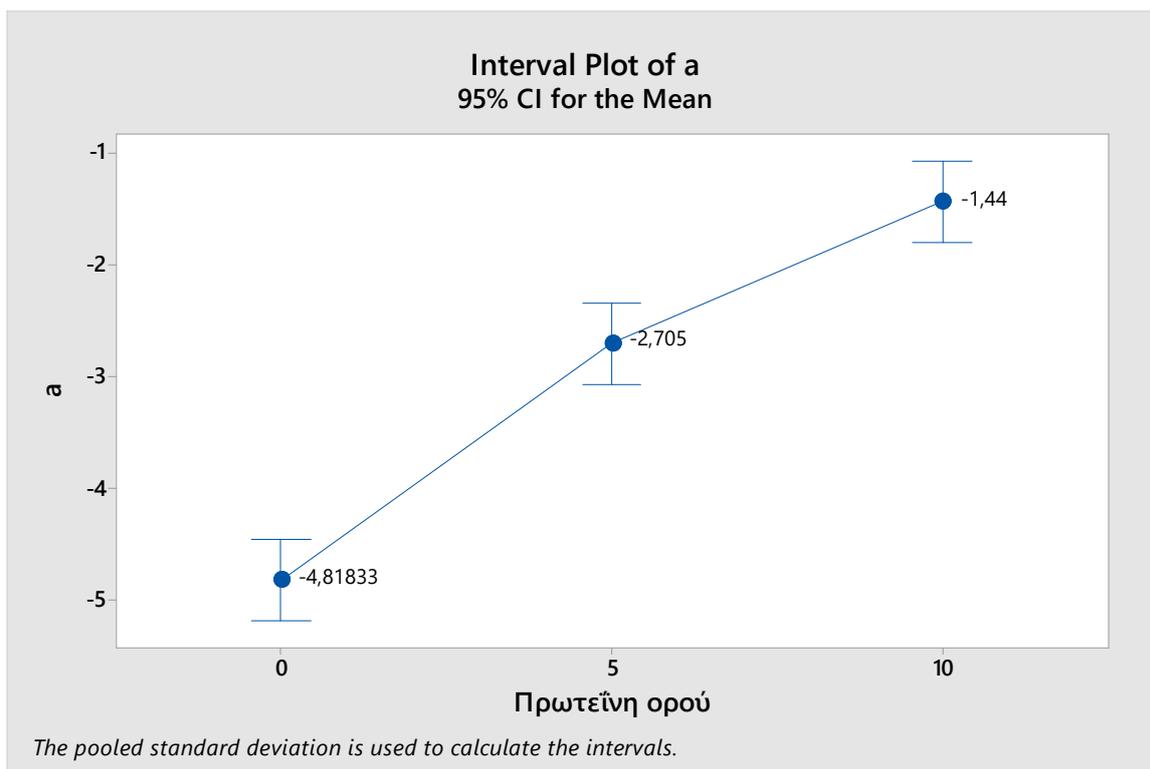


Σχήμα 26: Διαγραμματική απεικόνιση της ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο a* για τα 18 τυριά κρέμα

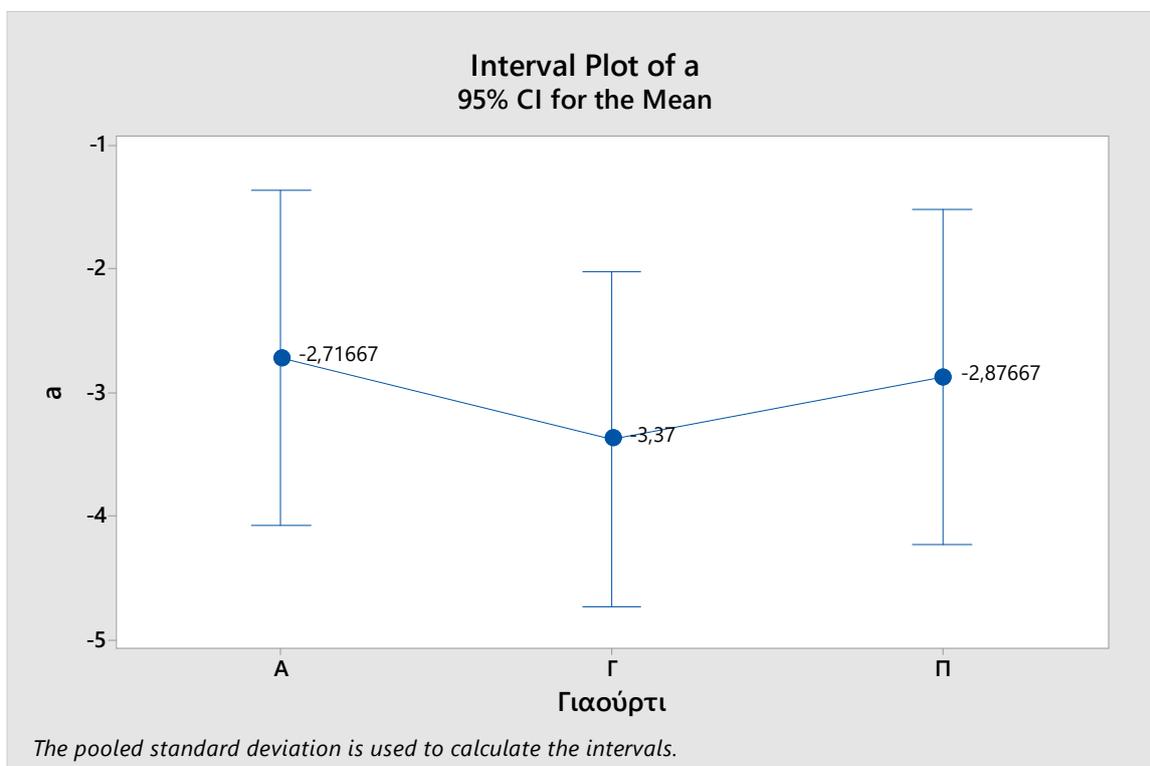
Οπότε ακολούθησε 3-way ΑνοVA η οποία σύμφωνα με το κριτήριο $p < 0,05$ απέδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο μεταξύ των 2 από τους 3 παράγοντες και συγκεκριμένα μόνον στο είδος γιαουρτιού και στο επίπεδο της προσθήκης πρωτεΐνης ορού, σε αυτές τις δύο μεταβλητές έγινε έλεγχος Tukey. Σχετικά με το είδος του γιαουρτιού, το αγελαδινό γιαούρτι φαίνεται να διαφέρει με το γίδινο, ενώ το πρόβειο φαίνεται πως δεν επιφέρει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τα άλλα δυο. Για τις πρωτεΐνες ορού φαίνεται πως τα τρία επίπεδα προσθήκης διαφέρουν μεταξύ τους. Καθώς τα τελικά συμπεράσματα εξάγονται με τα όρια εμπιστοσύνης στο Σχήμα 27 της διαγραμματικής απεικόνισης των ορίων εμπιστοσύνης της πρωτεΐνης και Σχήμα 28 της διαγραμματικής απεικόνισης των ορίων εμπιστοσύνης για το είδος γιαουρτιού συμπεραίνουμε πως τελικά διαφορά στον παράγοντα a* του χρώματος επιφέρει μόνο το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η προσθήκη των πρωτεϊνών ορού, δηλαδή από το επίπεδο 0% προς το επίπεδο 10%, η τιμή της παραμέτρου a* από αρνητικές τιμές (ελαφρώς υποπράσινη απόχρωση) τείνει να φτάσει στο μηδέν. Οπότε η προσθήκη πρωτεϊνών ορού αποδίδει δείγματα χωρίς υποπράσινη απόχρωση, η διαφορά αυτή όμως δεν είναι οπτικά αντιληπτή.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι παράμετροι a* και b* επηρεάζονται από παράγοντες που σχετίζονται με τη φυσική ποσότητα χρωστικής του γάλακτος. Για παράδειγμα, η λουτεΐνη και η ζεαξανθάνη περιέχονται σε μεγάλη ποσότητα σε πράσινα χόρτα. Και αυτά αφομοιώνονται στο πρόβειο γάλα δίνοντας υποκίτρινη απόχρωση στο γάλα. Τα καροτενοειδή του γάλακτος είναι υπεύθυνα για το κίτρινο χρώμα στο αγελαδινό γάλα σε σύγκριση με το πρόβειο και γίδινο γάλα, τα οποία έχουν

μικρότερη περιεκτικότητα σε β- καροτένιο (Milovanovic 2020).



Σχήμα 27: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο a* για τα 18 τυριά κρέμα

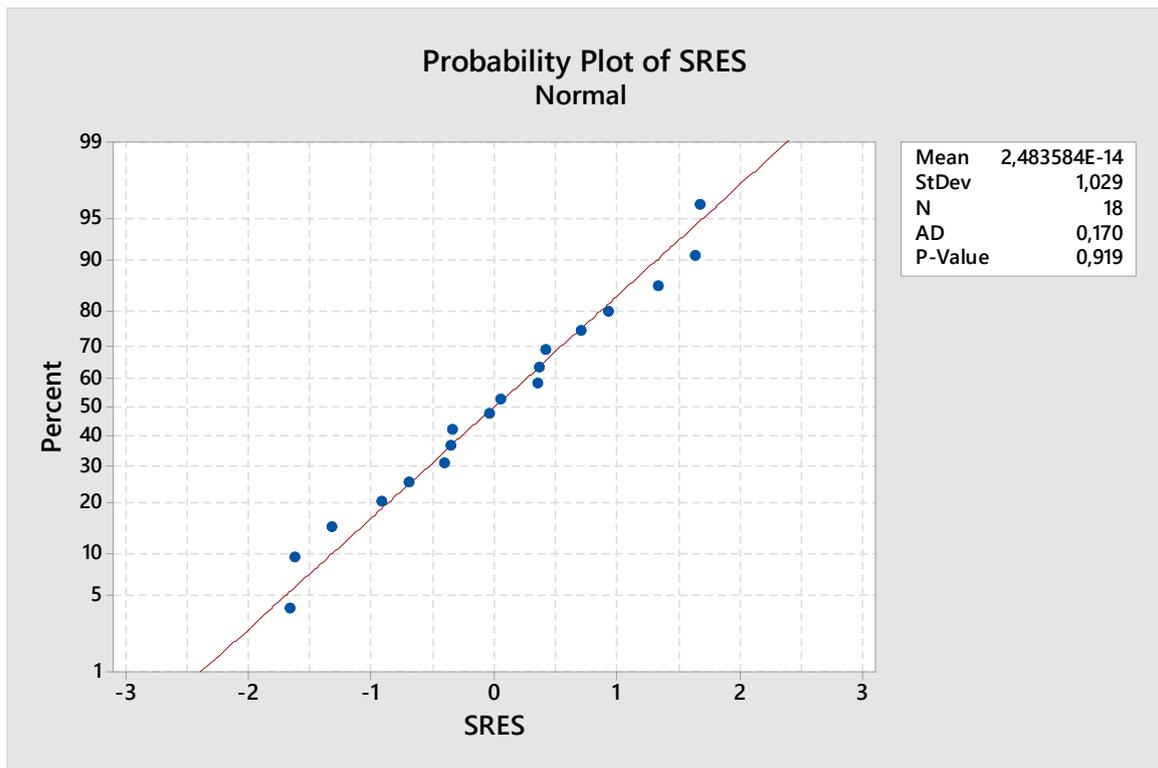


Σχήμα 28: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το είδος γιαουρτιού για την παράμετρο a* για τα 18 τυριά κρέμα

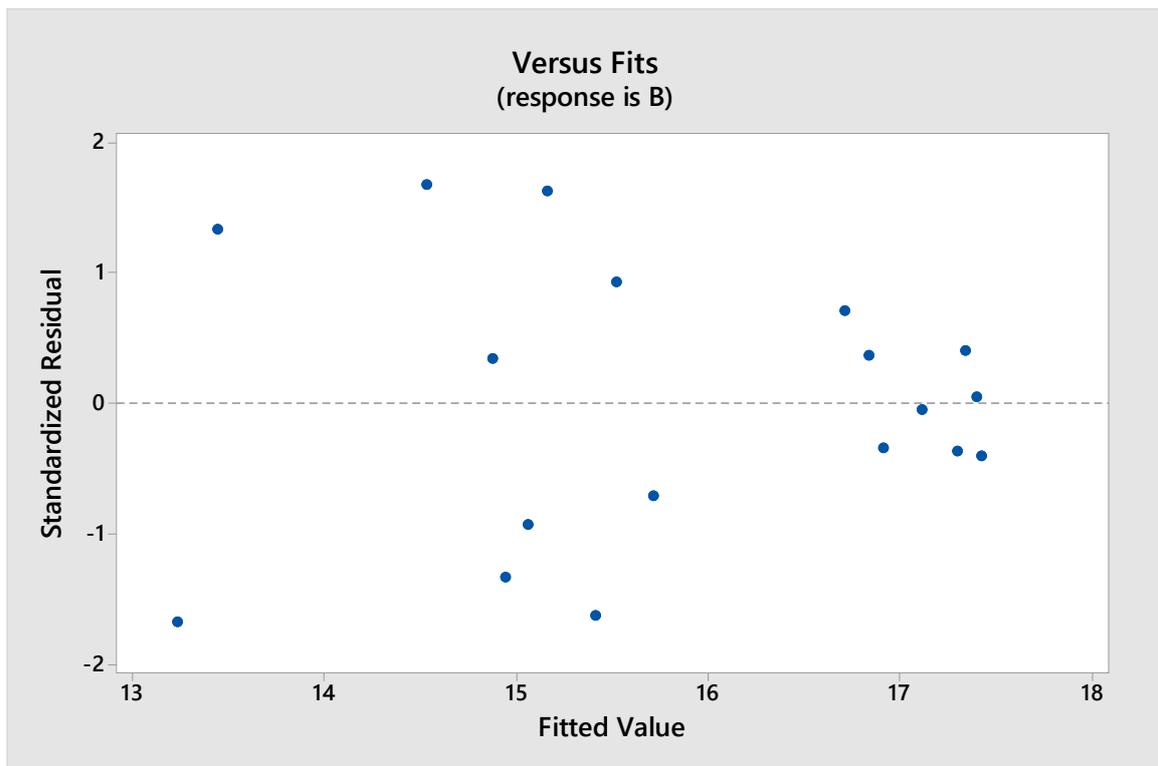
5.1.2.3 Παράμετρος b^*

Σχετικά με τη χρωματομετρική παράμετρο b^* , πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων σε Σχήμα 29 και Σχήμα 30 φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται, οπότε και πραγματοποιήθηκε 3-way Ανονα, και από τον έλεγχο των p , και οι 3 μεταβλητές έχουν μικρότερο από 0,05, αλλά και οι δυο από τις τρεις αλληλεπιδράσεις (είδος γιαουρτιού με πρωτεΐνη ορού και βούτυρο με πρωτεΐνη ορού), οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικοί παράγοντες. Συγκεκριμένα, το πρόβειο με το γίδινο γιαούρτι φαίνεται να μη διαφέρουν μεταξύ τους αλλά να διαφέρουν και τα δύο με το αγελαδινό γιαούρτι. Τα δύο επίπεδα προσθήκης βουτύρου διαφέρουν μεταξύ τους όπως και τα τρία επίπεδα προσθήκης πρωτεΐνης ορού γάλακτος, αντίστοιχα.

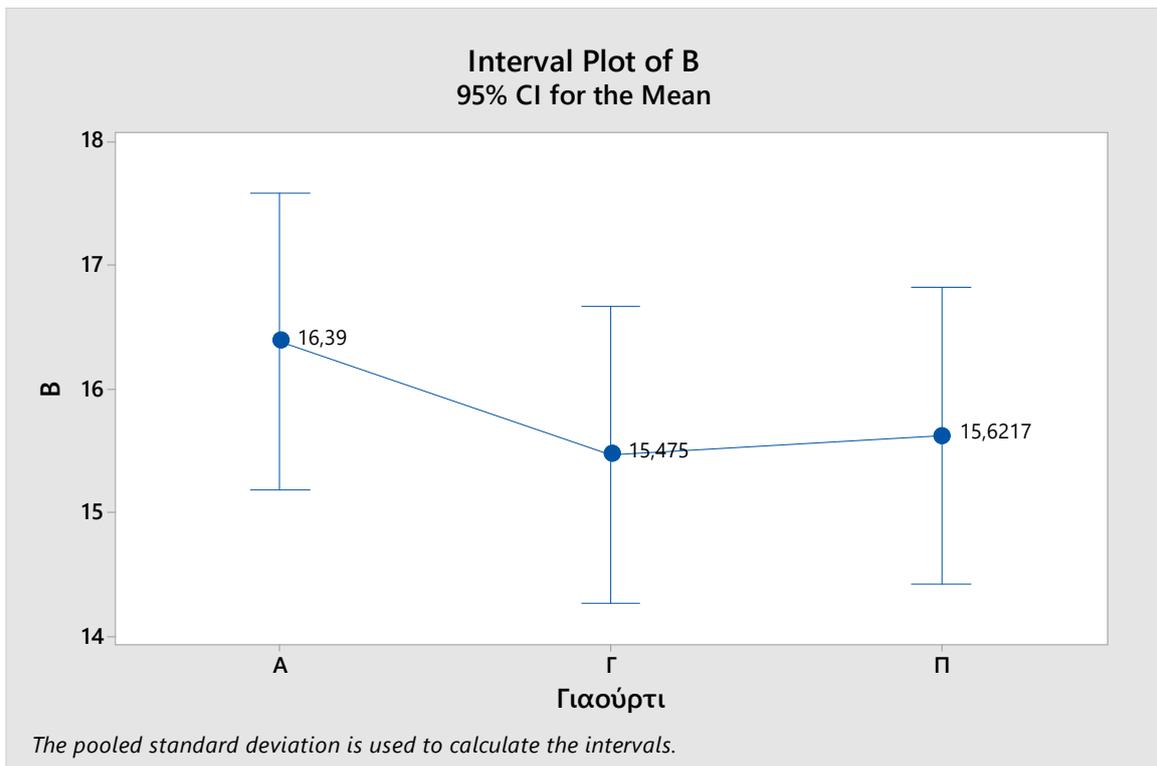
Οπότε ακολουθούν τα διαγράμματα των ορίων εμπιστοσύνης για τις 3 κύριες μεταβλητές σε Σχήμα 31, Σχήμα 32 και Σχήμα 33 από τα οποία εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζουν τον παράγοντα b^* τα διαφορετικά είδη γιαουρτιού, ούτε η προσθήκη βουτύρου στα συγκεκριμένα επίπεδα, καθώς τα όρια εμπιστοσύνης επικαλύπτονται έντονα. Σχετικά με τα επίπεδα προσθήκης πρωτεϊνών ορού διαφαίνεται πως μόνον η υψηλή προσθήκη αυτών σε ποσοστό 10% επιφέρει στατιστικά σημαντική διαφορά στον παράγοντα b^* . Συγκεκριμένα, τότε αυξάνεται ο παράγοντας b^* , ενώ οι μέσοι όροι για μηδενική και για 5% προσθήκη έχουν τιμές 14, 7 και 15,6 αντίστοιχα, για προσθήκη επιπέδου 10% ο μέσος όρος είναι 17,2. Συμπέρασμα αυτού είναι πως υψηλή προσθήκη πρωτεΐνης ορού δίνει υποκίτρινη απόχρωση στα δείγματα. Από το Σχήμα 34 της διαγραμματικής απεικόνισης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ είδους γιαουρτιού και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο b^* και το Σχήμα 35 της διαγραμματικής απεικόνισης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ βουτύρου και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα θα μπορούσε απλώς να γίνει η παρατήρηση πως υψηλή περιεκτικότητα σε βούτυρο σε συνδυασμό με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ορού θα μπορούσαν να δράσουν συνεργιστικά στην αύξηση του παράγοντα b^* . Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται συσχετισμός κατά πόσο αυτό έγινε αντιληπτό και αν ήταν αρεστό από τους δοκιμαστές κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο.



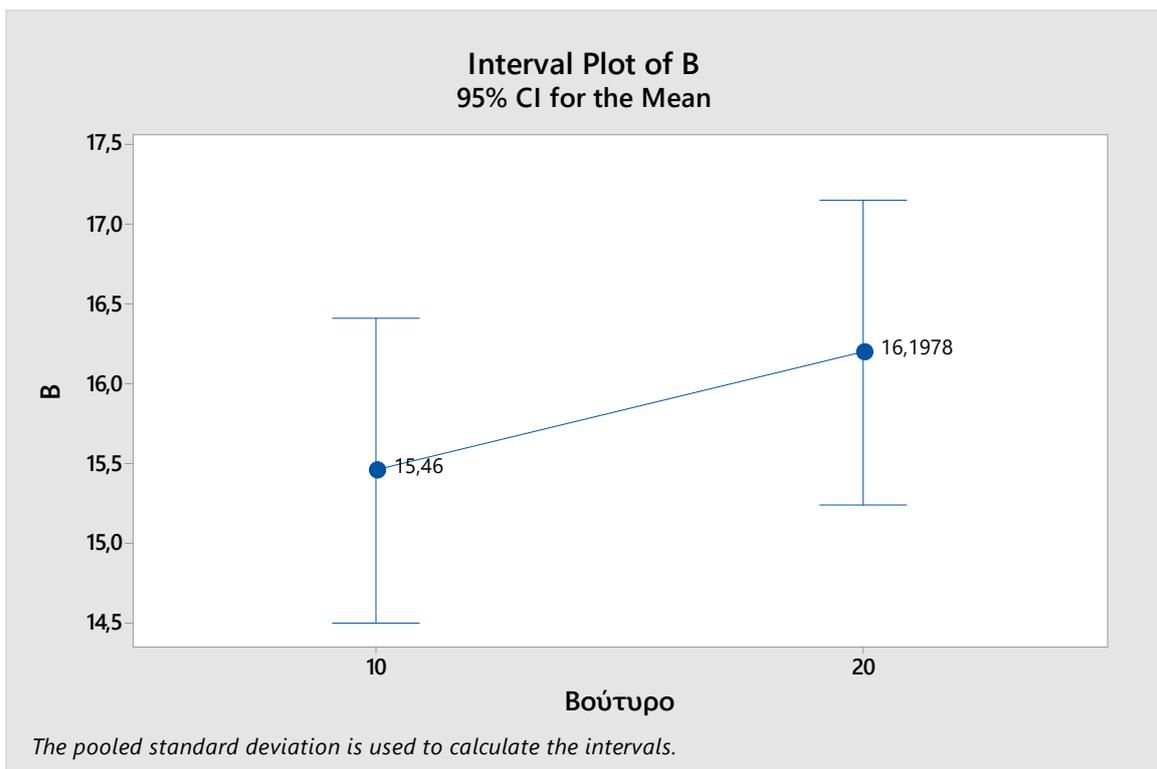
Σχήμα 29: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



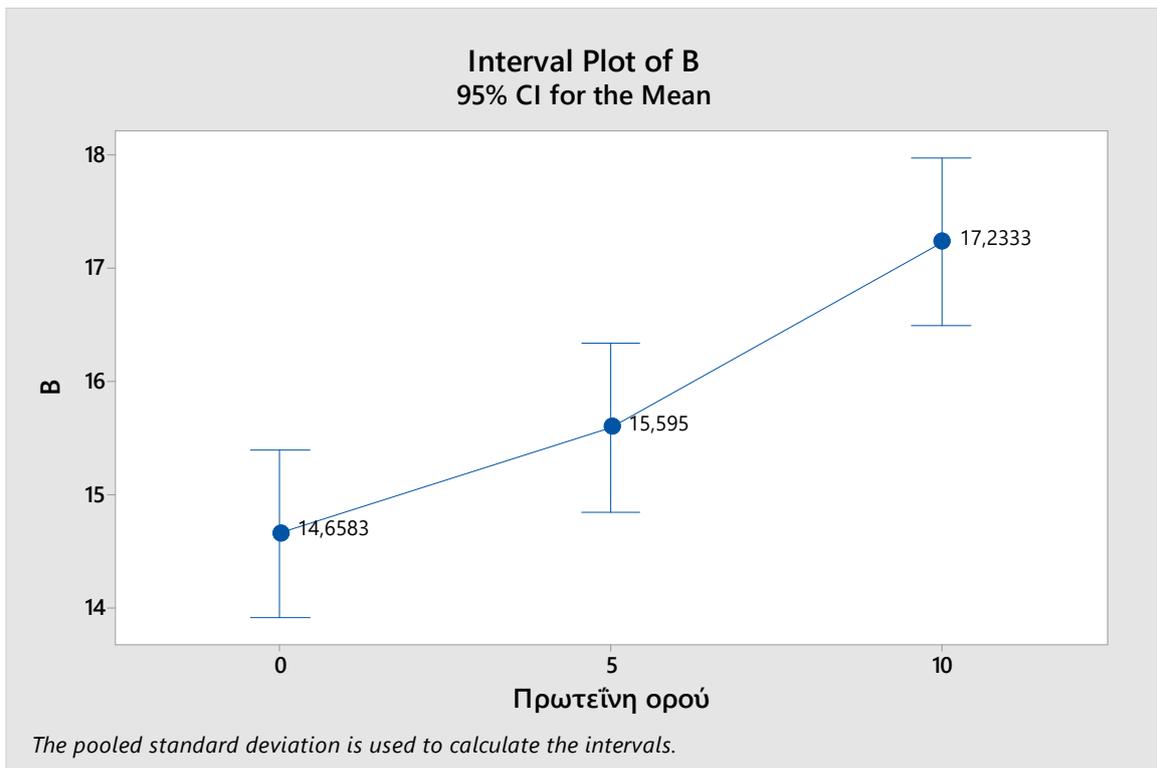
Σχήμα 30: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



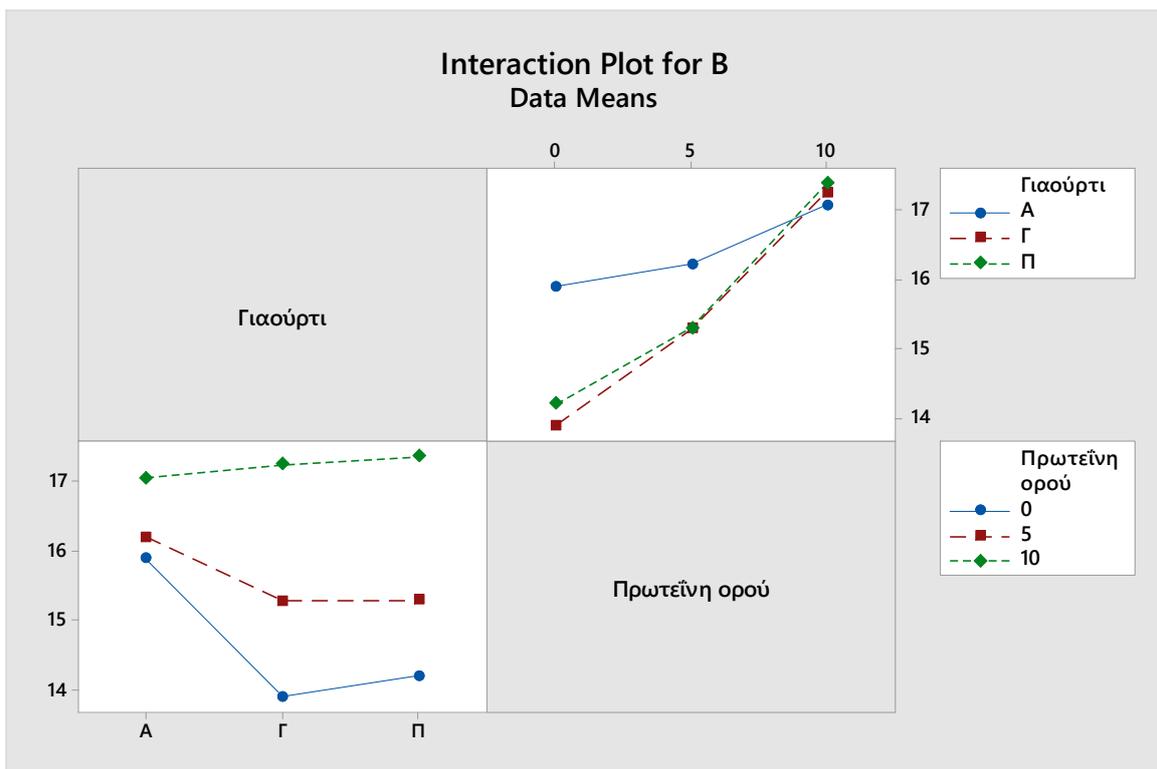
Σχήμα 31: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το είδος γιαουρτιού για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



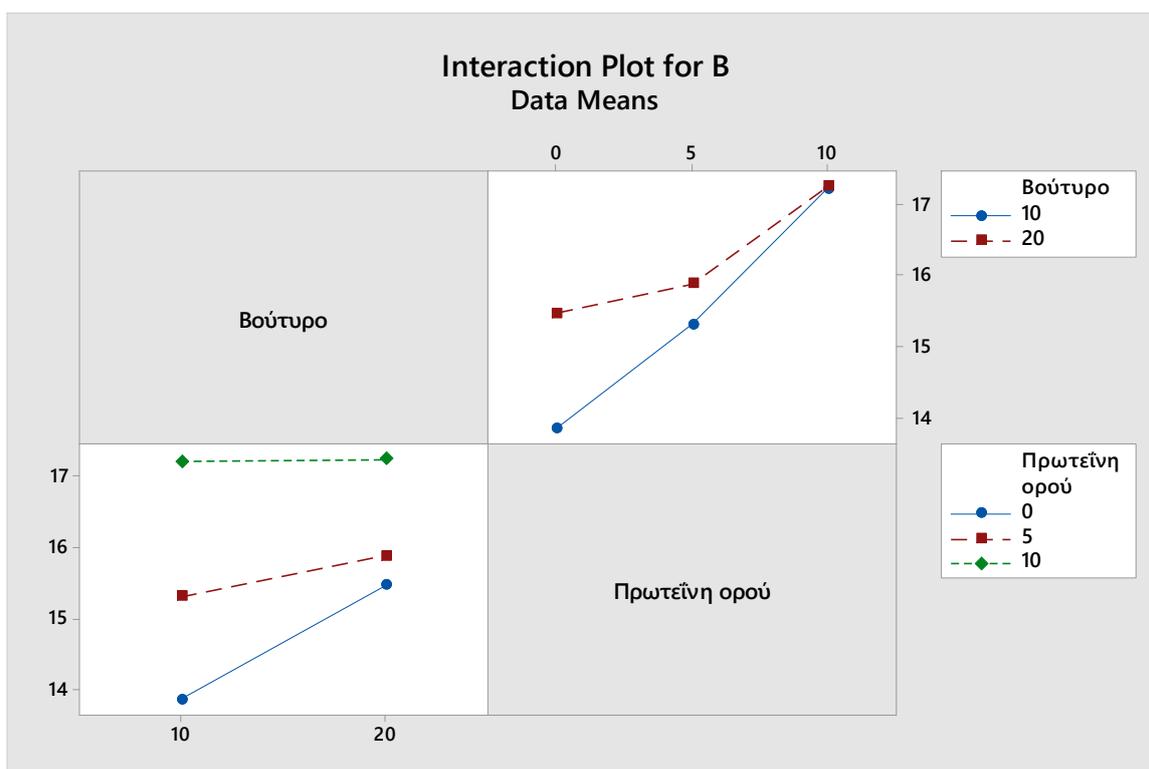
Σχήμα 32: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το επίπεδο προσθήκης βουτύρου για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 33: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για την προσθήκη πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 34: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ είδους γιαουρτιού και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 35: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ βουτύρου και πρωτεΐνης ορού για την παράμετρο b^* για τα 18 τυριά κρέμα

5.1.3 Μέγεθος λιποσφαιρίων

Όπως αναφέρθηκε οι παράγοντες που μετρήθηκαν για να αξιολογηθεί το μέγεθος των λιποσφαιρίων είναι ο D4:3 και D3:2 και τα αποτελέσματα δόθηκαν σε μm στον Πίνακα 7. Επίσης έχει ήδη γίνει αναφορά στο γεγονός πως μικρότερο μέγεθος λιποσφαιρίων είναι προτιμητέο από άποψη υφής, ικανότητας επάλειψης και αποφυγής εμφάνισης συσσωματωμάτων. Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων και στο παράρτημα III της παρούσας διπλωματικής παρουσιάζονται τα διαγράμματα που προέκυψαν για το κάθε δείγμα από τη μέτρηση του μεγέθους των λιποσφαιρίων τους. Τα διαγράμματα αυτά είναι σχεδόν ταυτόσημα μεταξύ τους.

Πίνακας 7: Αποτελέσματα μέτρησης μεγέθους λιποσφαιρίων για τα 18 τυριά κρέμα

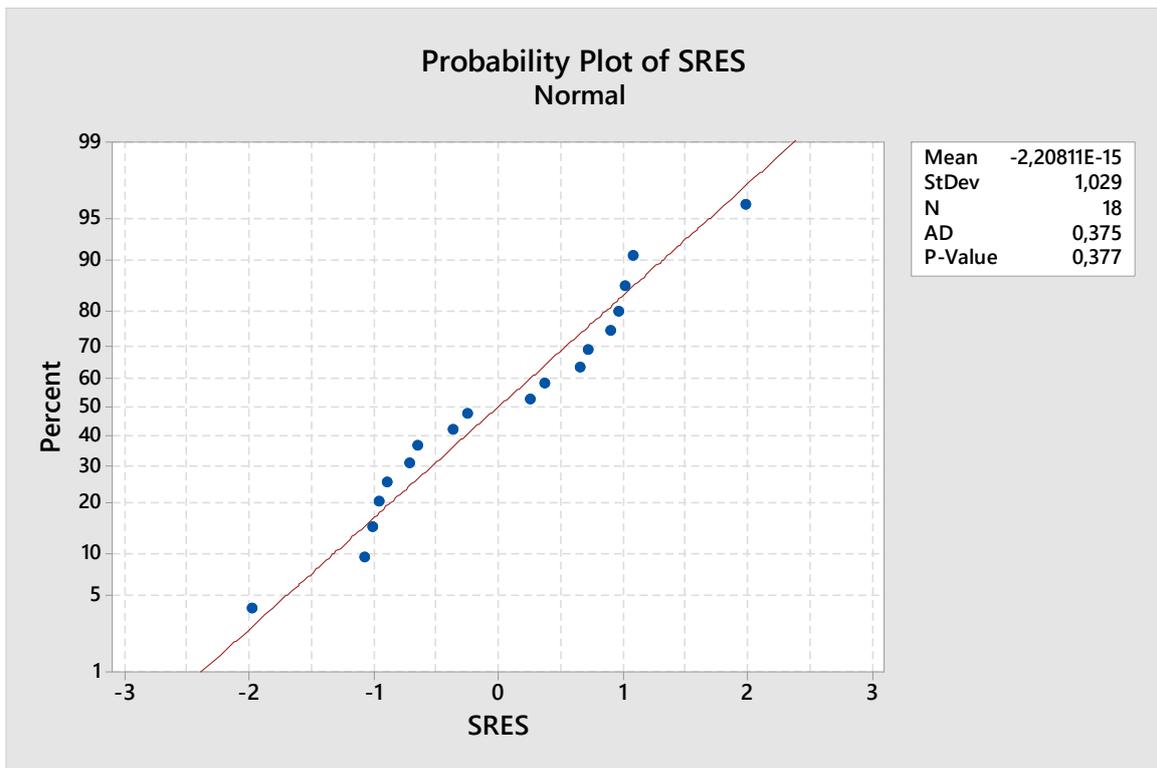
ΔΕΙΓΜΑΤΑ	Μέσος όρος D(3:2) (σε μm)	Μέσος όρος D(4:3) (σε μm)	Τυπική Απόκλιση D(3:2)	Τυπική Απόκλιση D(4:3)
1	26,2125	148,25	0,668	17,128
2	64,9675	438,24	1,486	3,756
3	42,6075	212,43	9,228	111,479
4	34,4155	235,55	1,592	2,244
5	63,5555	449,85	0,411	1,593
6	49,4145	325,912	4,958	24,542
7	61,684	349,34	1,129	31,125
8	82,755	491,434	10,741	61,169
9	70,9805	396,992	10,429	85,697

10	54,975	339,986	2,415	14,964
11	66,657	390,4	1,392	5,727
12	63,0775	373,56	2,105	72,937
13	85,041	462,266	6,297	30,602
14	84,6545	470,6	2,637	15,414
15	84,3085	494,65	5,551	14,550
16	76,0665	330,85	1,330	5,805
17	82,0445	497,959	6,066	31,565
18	64,2745	383,52	2,098	0,608

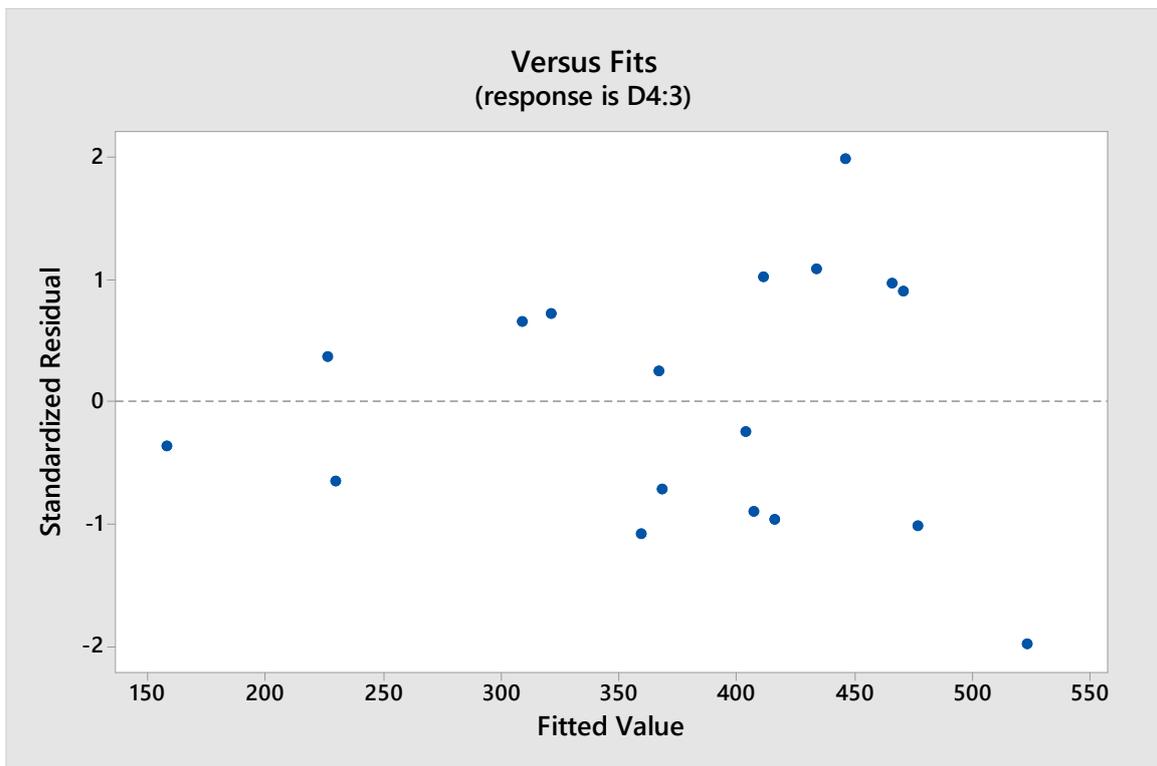
5.1.3.1 D4:3

Σχετικά με το D4:3, πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων, στα επόμενα διαγράμματα, δηλαδή Σχήμα 36 και Σχήμα 37 φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται, αν και στο διάγραμμα ελέγχου κανονικότητας υπάρχουν 2 ακραίες τιμές οι οποίες τελικά δεν επηρεάζουν αισθητά το κριτήριο p , ενώ στο διάγραμμα 35 υπάρχει ομοσκεδασμός. Με αυτά τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκε 3-way Ανονα, και από τον έλεγχο των p , οι 2 μεταβλητές μόνον έχουν μικρότερο από 0,05 (είδος γιαουρτιού και πρωτεΐνη ορού), και καμία από τις αλληλεπιδράσεις, οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey μόνο για αυτές τις δύο, που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικοί παράγοντες. Συγκεκριμένα, το πρόβειο φαίνεται να μη διαφέρει με τα άλλα δύο είδη γιαουρτιού αλλά αυτά να διαφέρουν μεταξύ τους. Για τα επίπεδα της πρωτεΐνης ορού οι δύο έλεγχοι έδωσαν ελαφρώς διαφοροποιημένα αποτελέσματα, σύμφωνα με την ομαδοποίηση κατά Tukey η προσθήκη 10% μοιάζει ταυτόσημη με τις άλλες δύο ενώ αυτές διαφέρουν μεταξύ τους.

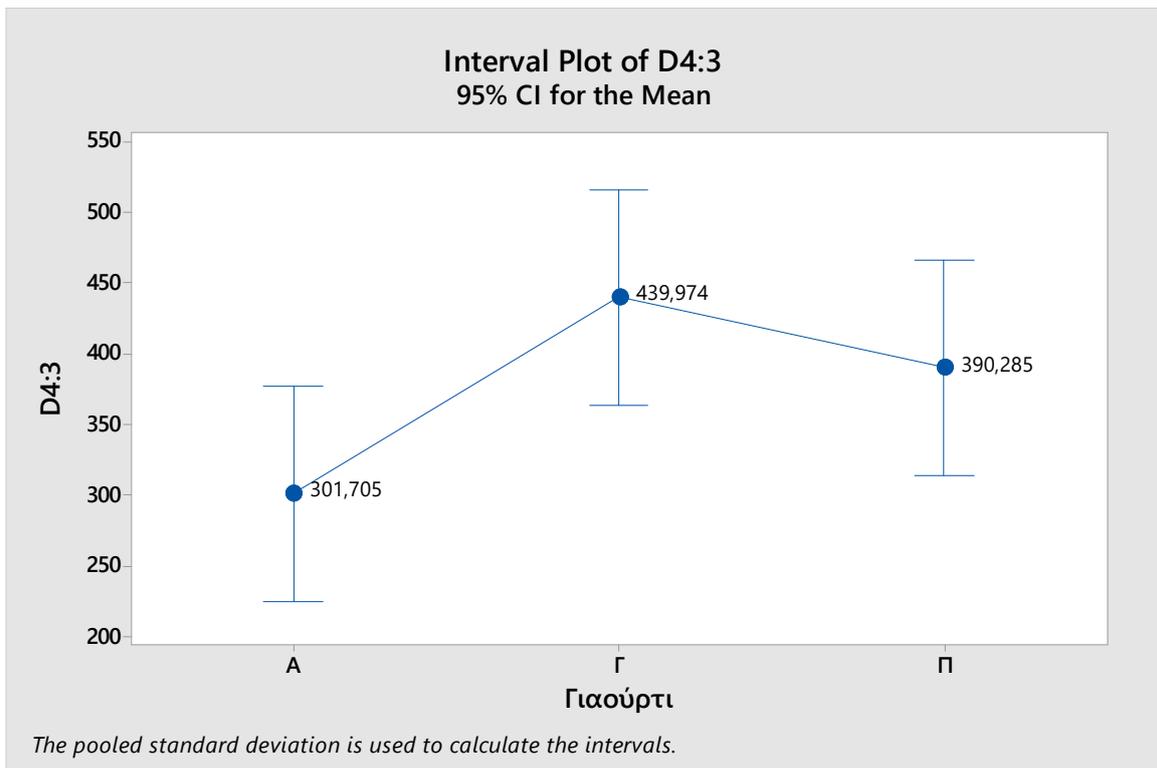
Οπότε, για να γίνει διασαφήνιση όλων αυτών ακολουθούν τα διαγράμματα των ορίων εμπιστοσύνης για τις 2 κύριες μεταβλητές που βρέθηκαν ως στατιστικά σημαντικές, δηλαδή το Σχήμα 38 της διαγραμματικής απεικόνισης των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το είδος γιαουρτιού για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα και το Σχήμα 39 της διαγραμματικής απεικόνισης των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα. Από τα διαγράμματα αυτά εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζουν με στατιστικά σημαντικό τρόπο το D4:3 καθώς τα όρια εμπιστοσύνης και στα δύο διαγράμματα επικαλύπτονται αισθητά.



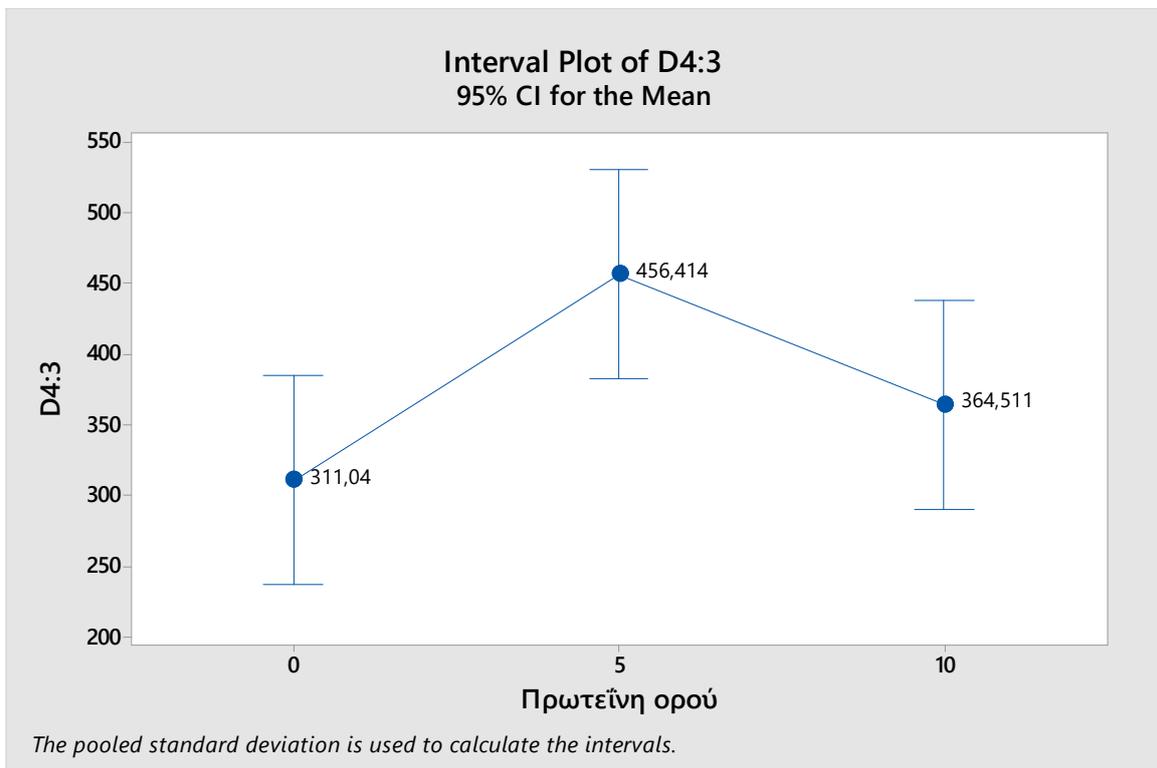
Σχήμα 36: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 37: Διαγραμματική απεικόνιση της ομοιογένειας για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 38: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το είδος γιαουρτιού για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 39: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για D4:3 για τα 18 τυριά κρέμα

5.2 Αποτελέσματα ρεολογικών ιδιοτήτων

5.2.1 Δοκιμή TPA

Το σύνολο των αποτελεσμάτων των 6 επαναλήψεων για κάθε ένα από τα 18 δείγματα που αναλύθηκαν βρίσκεται στο τέλος της τρέχουσας διπλωματικής εργασίας ως Παράρτημα IV.

Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα Minitab, όπως αναφέρθηκε, είναι η σκληρότητα H1 και το έργο συμπίεσης A1 και στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων αυτών των παραμέτρων για τα 18 τυριά κρέμα.

Πίνακας 8: Συνοπτικά αποτελέσματα δοκιμής TPA για τα 18 τυριά κρέμα

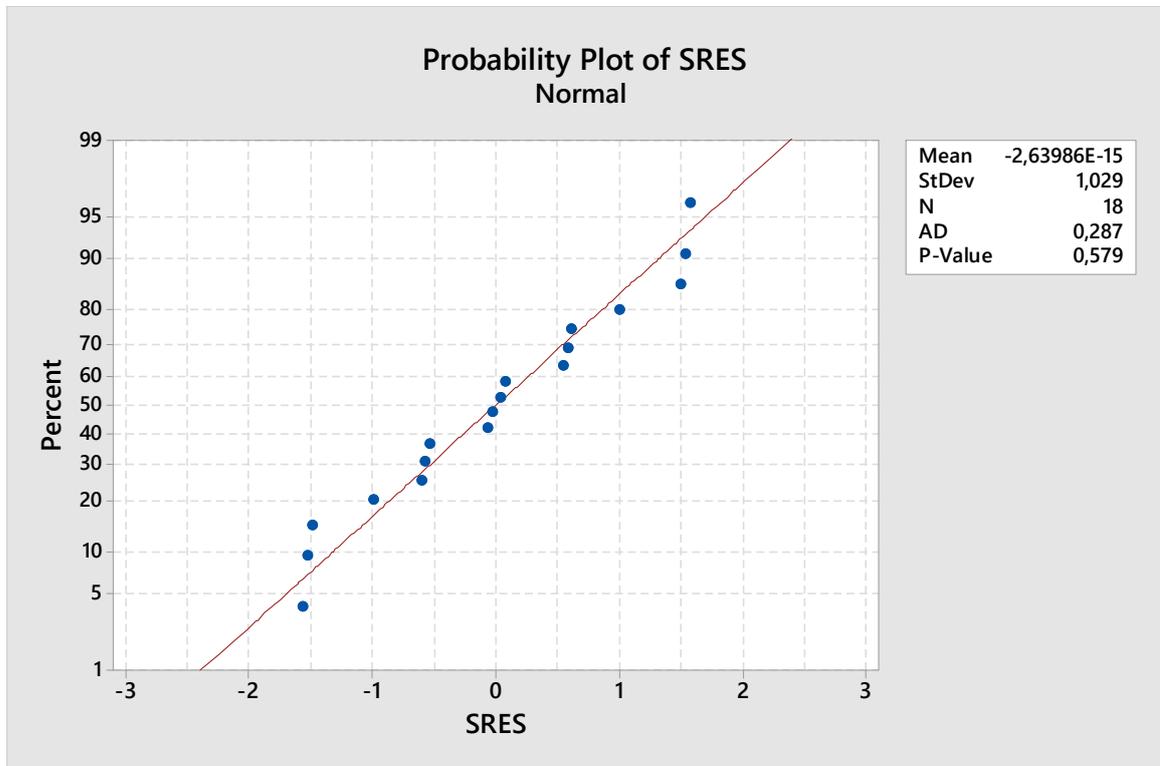
a/a	Σκληρότητα H1 (N)	Έργο Συμπίεσης A1(mJ)
1	1,71	38,55
2	2,26	48,56
3	3,64	104,52
4	1,93	45,49
5	2,65	68,92
6	4,79	146,94
7	2,24	53,28
8	3,05	63,03
9	4,65	116,49
10	2,85	60,93
11	3,13	69,29
12	6,38	148,40
13	2,42	65,17
14	3,85	86,29
15	6,10	135,39
16	2,92	71,77
17	4,34	89,21
18	6,86	163,51

5.2.1.1 Σκληρότητα H1

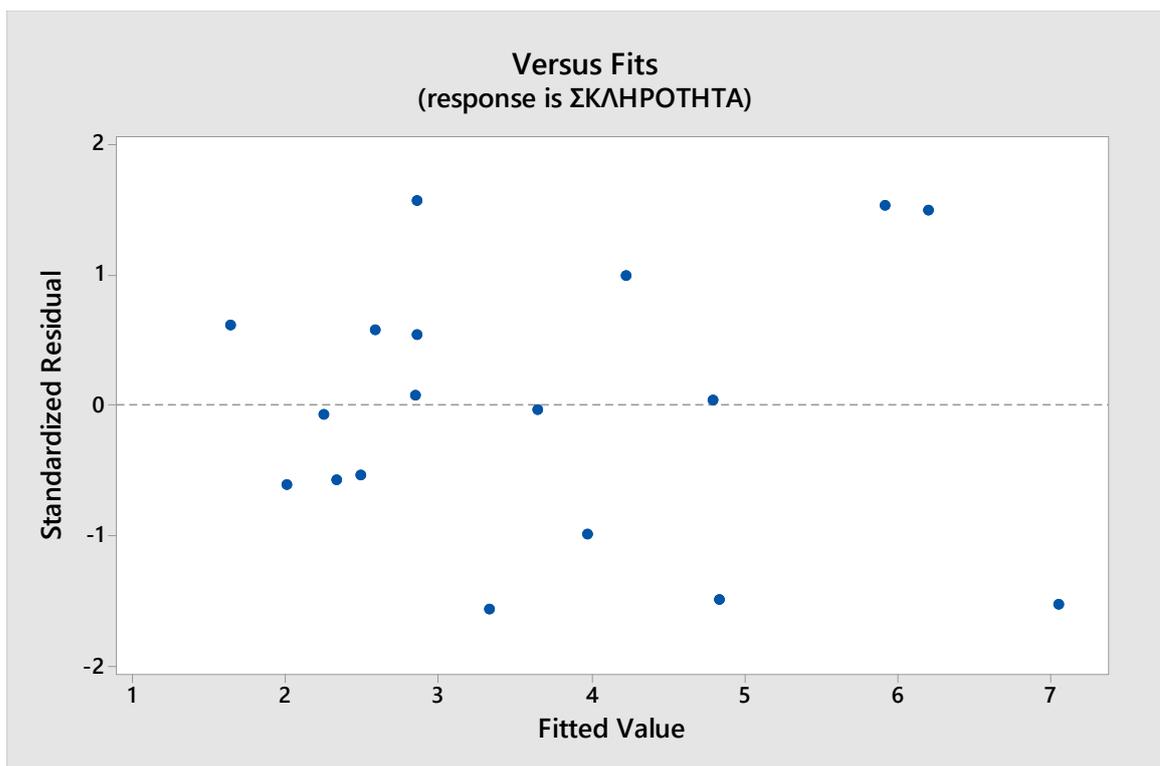
Σχετικά με την παράμετρο της σκληρότητας, πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων στα διαγράμματα Σχήμα 40 και Σχήμα 41 φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται με γραμμικότητα του διαγράμματος ελέγχου κανονικότητας και ομοσκεδασμό. Με αυτά τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκε 3-way Ανονα, και από τον έλεγχο των p, και οι 3 κύριες μεταβλητές έχουν μικρότερο από 0,05, και καμία από τις αλληλεπιδράσεις, οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey, που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικοί παράγοντες, καθώς στην ομαδοποίηση κατατάσσει ξεχωριστά κάθε επίπεδο αυτών των μεταβλητών.

Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα διαγράμματα των ορίων εμπιστοσύνης για τις 3 μεταβλητές, στο Σχήμα 42 σχετικά με το είδος γιαουρτιού, στο Σχήμα 43 σχετικά με το επίπεδο προσθήκης βουτύρου και στο Σχήμα 44 σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο σκληρότητα H1 για τα 18 τυριά κρέμα. Από τα διαγράμματα αυτά εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζουν με στατιστικά σημαντικό τρόπο την σκληρότητα των δειγμάτων καθώς τα

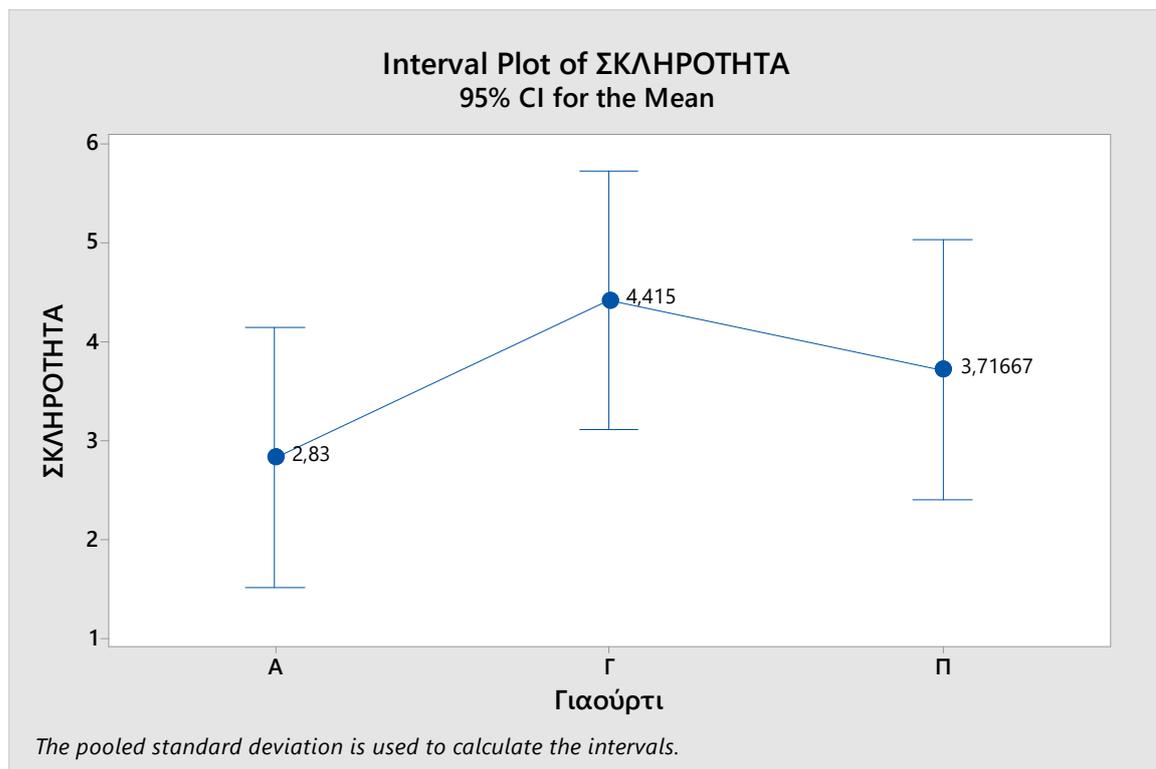
όρια εμπιστοσύνης επικαλύπτονται, οπότε δεν εμφανίζεται σημαντική διαφορά στη σκληρότητα παρά το διαφορετικό είδος γιαουρτιού, τα διαφορετικά επίπεδο προσθήκης βουτύρου και τα διαφορετικά επίπεδα προσθήκης πρωτεϊνών ορού. Ακολουθεί σύγκριση και σε σχέση με τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου.



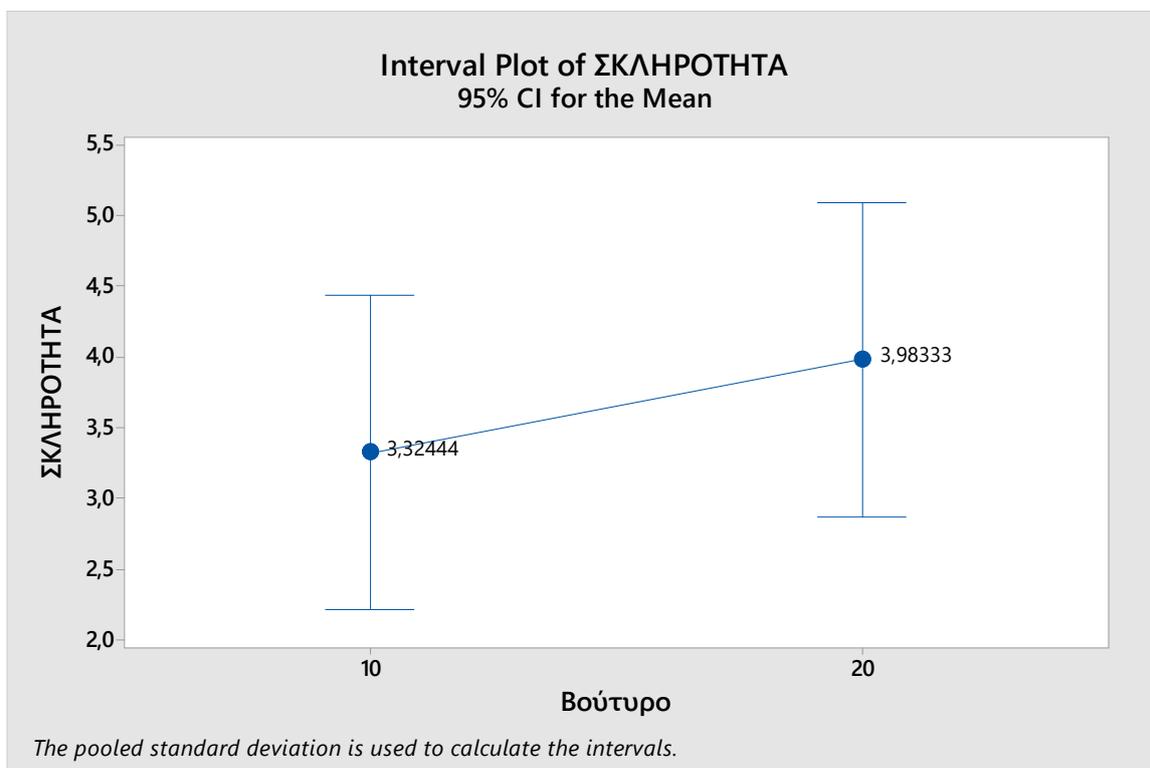
Σχήμα 40: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας για την παράμετρο της σκληρότητας H1 για τα 18 τυριά κρέμα



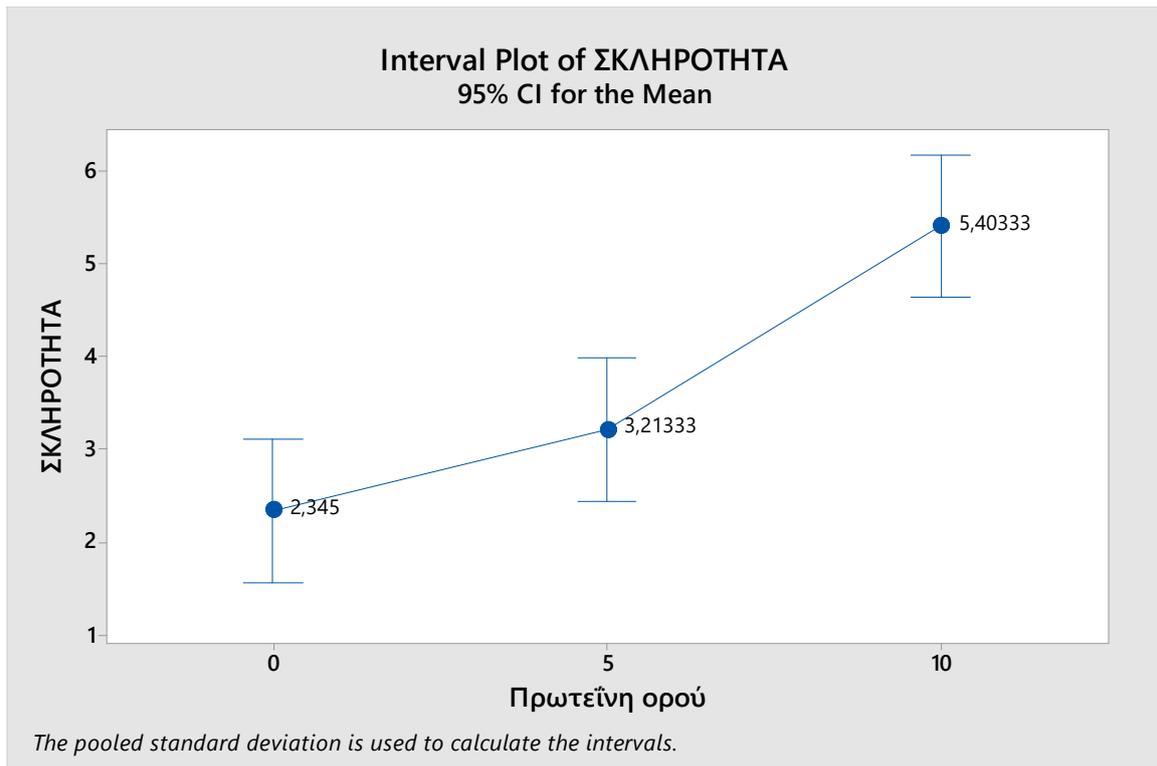
Σχήμα 41: Διαγραμματική απεικόνιση της ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων για την παράμετρο της σκληρότητας H1 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 42: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το είδος γιαουρτιού για την παράμετρο σκληρότητα H1 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 43: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης βουτύρου για την παράμετρο της σκληρότητας H1 για τα 18 τυριά κρέμα



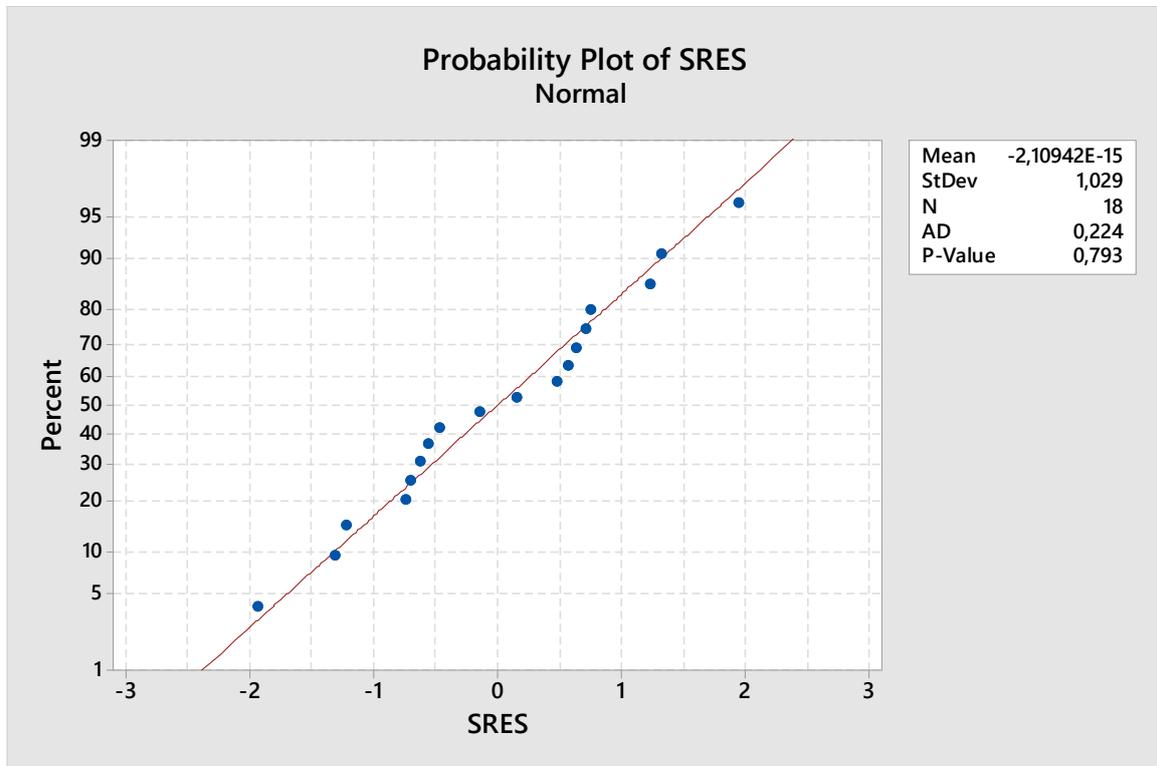
Σχήμα 44: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο σκληρότητα H1 για τα 18 τυριά κρέμα

5.2.1.2 Έργο Συμπύεσης A1

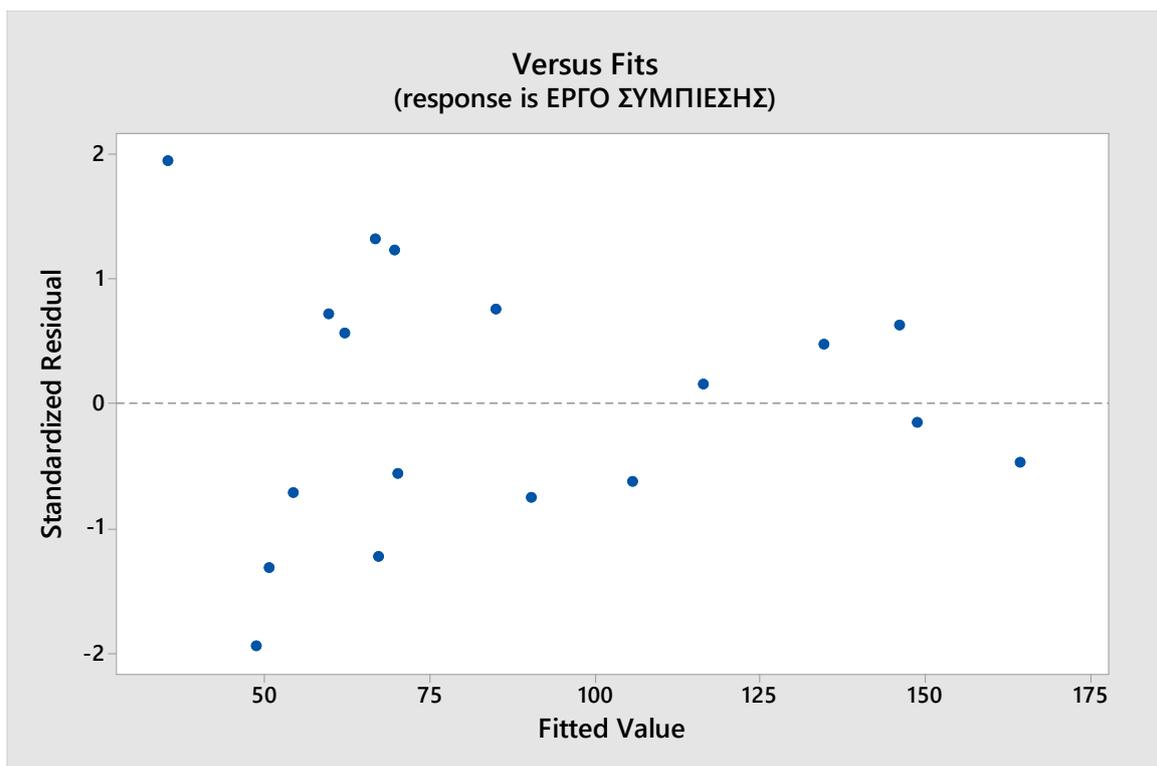
Σχετικά με την παράμετρο του έργου συμπίεσης A1, πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων, στα διαγράμματα Σχήμα 45 και Σχήμα φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται με γραμμικότητα του διαγράμματος ελέγχου κανονικότητας παρά τις δύο ακραίες τιμές που εμφανίζονται στο διάγραμμα και με ομοσκεδασμό. Με αυτά τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκε 3-way Anova, και από τον έλεγχο των p, και οι 3 κύριες μεταβλητές έχουν μικρότερο από 0,05, καθώς επίσης και από τις αλληλεπιδράσεις η αλληλεπίδραση πρώτης τάξης μεταξύ επιπέδου προσθήκης βουτύρου και επιπέδου προσθήκης πρωτεϊνών ορού, οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey, που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικοί παράγοντες, καθώς στην ομαδοποίηση κατατάσσει ξεχωριστά κάθε επίπεδο αυτών των μεταβλητών.

Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα διαγράμματα των ορίων εμπιστοσύνης για τις 3 μεταβλητές, μέσω του Σχήματος 47 σχετικά με το είδος γιαουρτιού, το Σχήμα 48 σχετικά με το επίπεδο προσθήκης βουτύρου και το Σχήμα 49 σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο του έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα καθώς και το διάγραμμα για την αλληλεπίδραση βούτυρο με πρωτεΐνη ορού, δηλαδή το Σχήμα 50. Από τα διαγράμματα αυτά εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζουν με στατιστικά σημαντικό τρόπο το έργο συμπίεσης ούτε το είδος του γάλακτος,

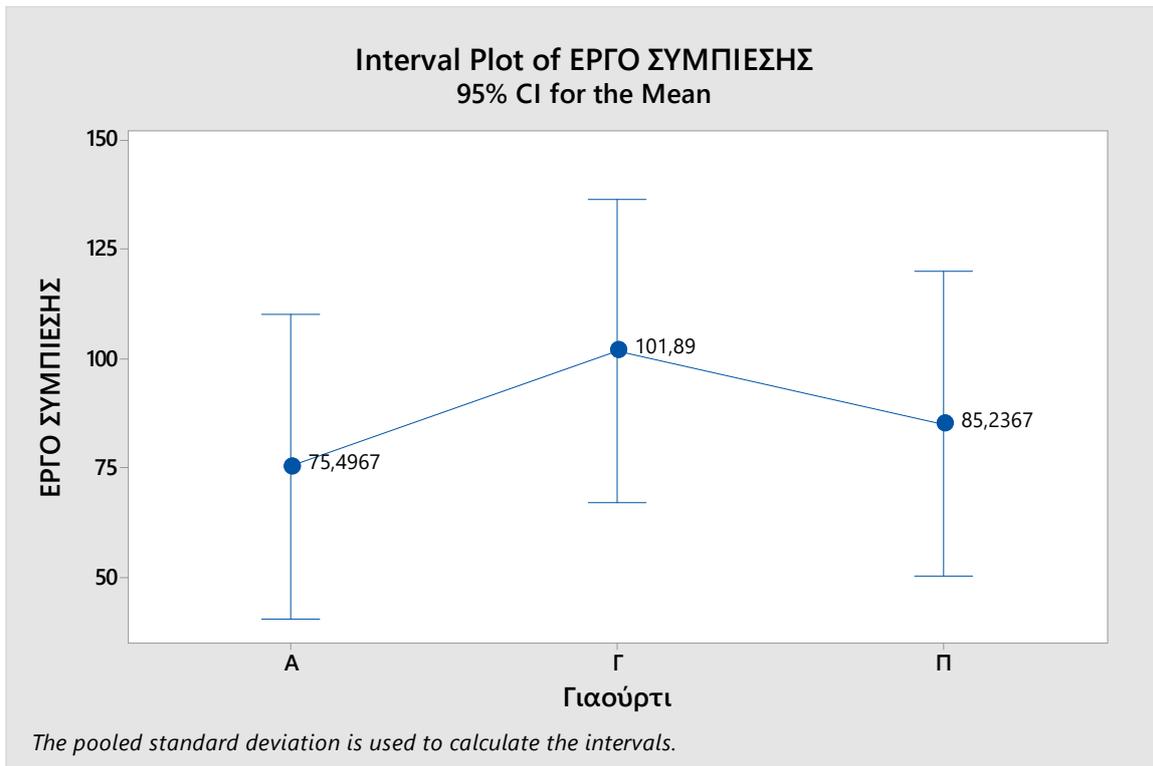
ούτε το επίπεδο προσθήκης βουτύρου καθώς τα όρια εμπιστοσύνης επικαλύπτονται. Ενώ μόνο το υψηλότερο επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού φαίνεται να συμβάλλει στην ύπαρξη μεγαλύτερων τιμών στο έργο συμπίεσης A1.



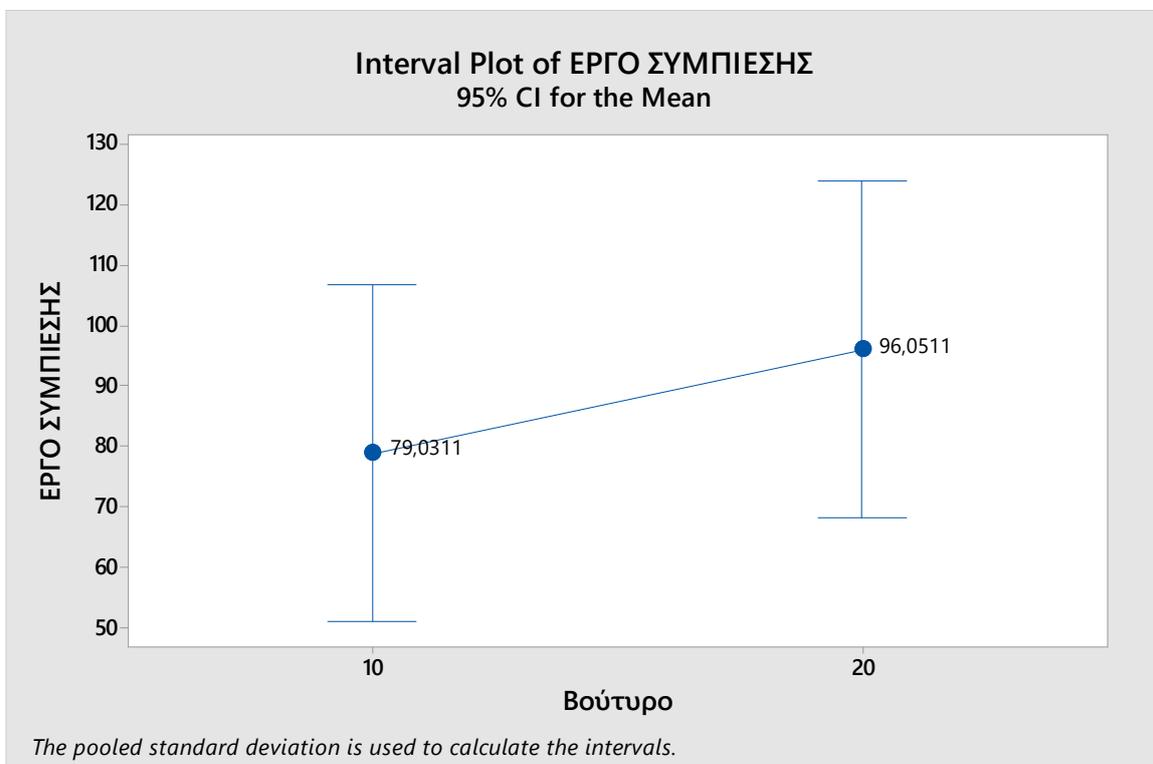
Σχήμα 45: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας για την παράμετρο του έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα



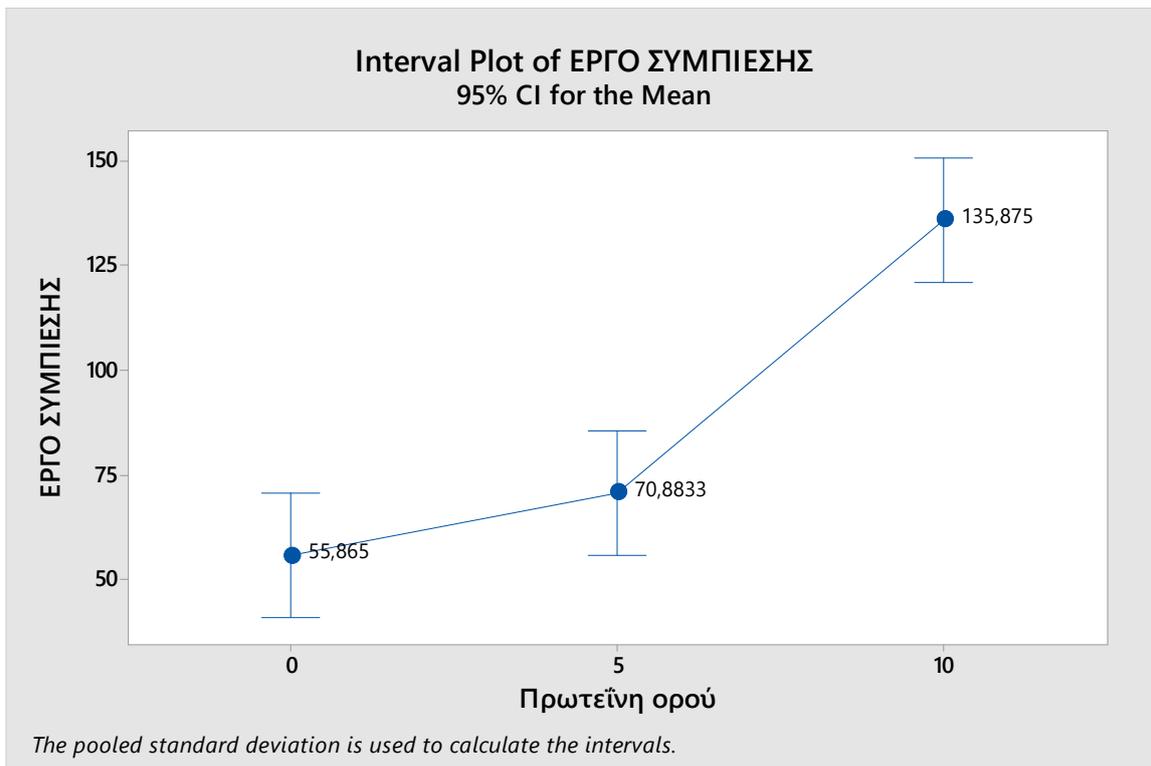
Σχήμα 46: Διαγραμματική απεικόνιση της ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων της παραμέτρου του έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα



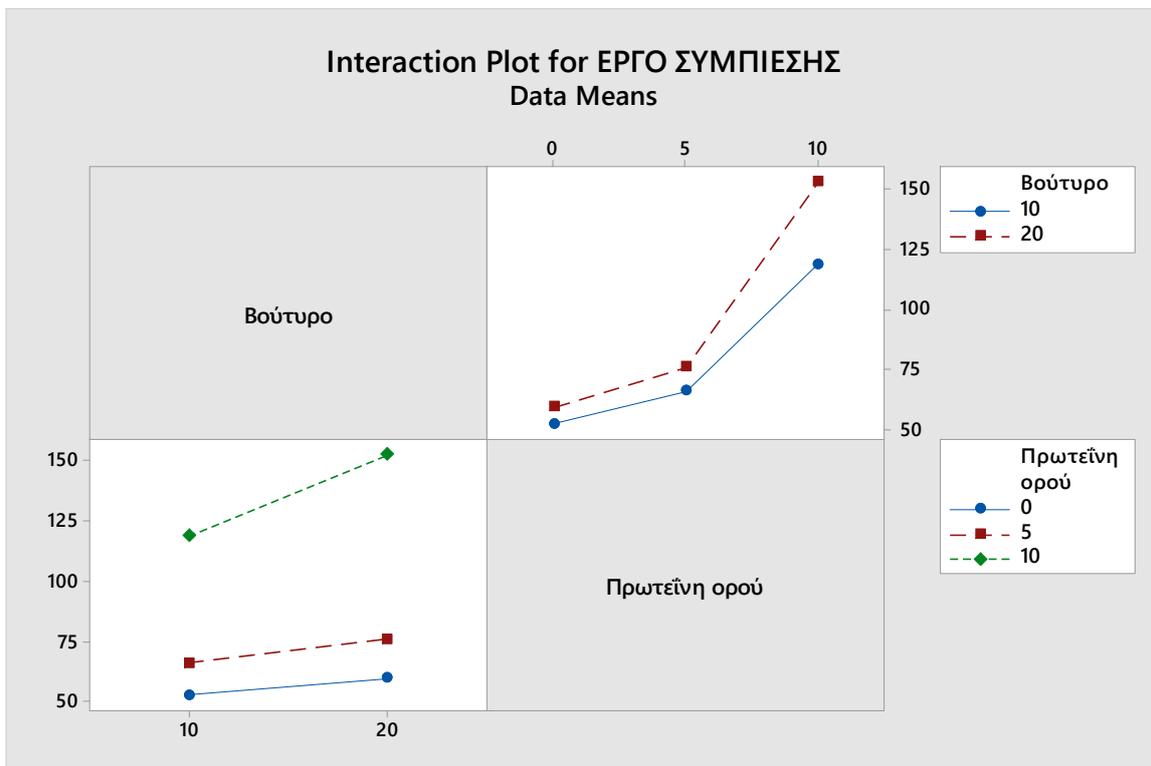
Σχήμα 47: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το είδος γιαουρτιού για την παράμετρο του έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 48: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης βουτύρου για την παράμετρο έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 49: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης σχετικά με το επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο του έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 50: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης μεταξύ επιπέδου προσθήκης βουτύρου και επιπέδου προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο έργου συμπίεσης A1 για τα 18 τυριά κρέμα

5.2.2 Δοκιμή Λιπαινόμενης Συμπιεστής Ροής (Squeeze Flow)

Οι δύο παράμετροι που εξετάζονται από τη δοκιμή Squeeze Flow είναι οι δυνάμεις F_0 και F_3 .

Δηλαδή οι δυνάμεις για χρόνο $t=0s$ και $t=3min$. Αν η δύναμη μηδενιστεί τότε πρόκειται για ρευστό,

διότι έχουν σπάσει όλοι οι δεσμοί και αν η δύναμη παραμείνει αμετάβλητη τότε πρόκειται για ελαστικό δείγμα. Σύμφωνα με τον Πίνακα 9 επιβεβαιώνεται πως πρόκειται για ένα ιξωδοελαστικό τρόφιμο. Τα αποτελέσματα αυτών παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Αποτελέσματα δοκιμής Squeeze Flow για τα 18 δείγματα τυριού κρέμα

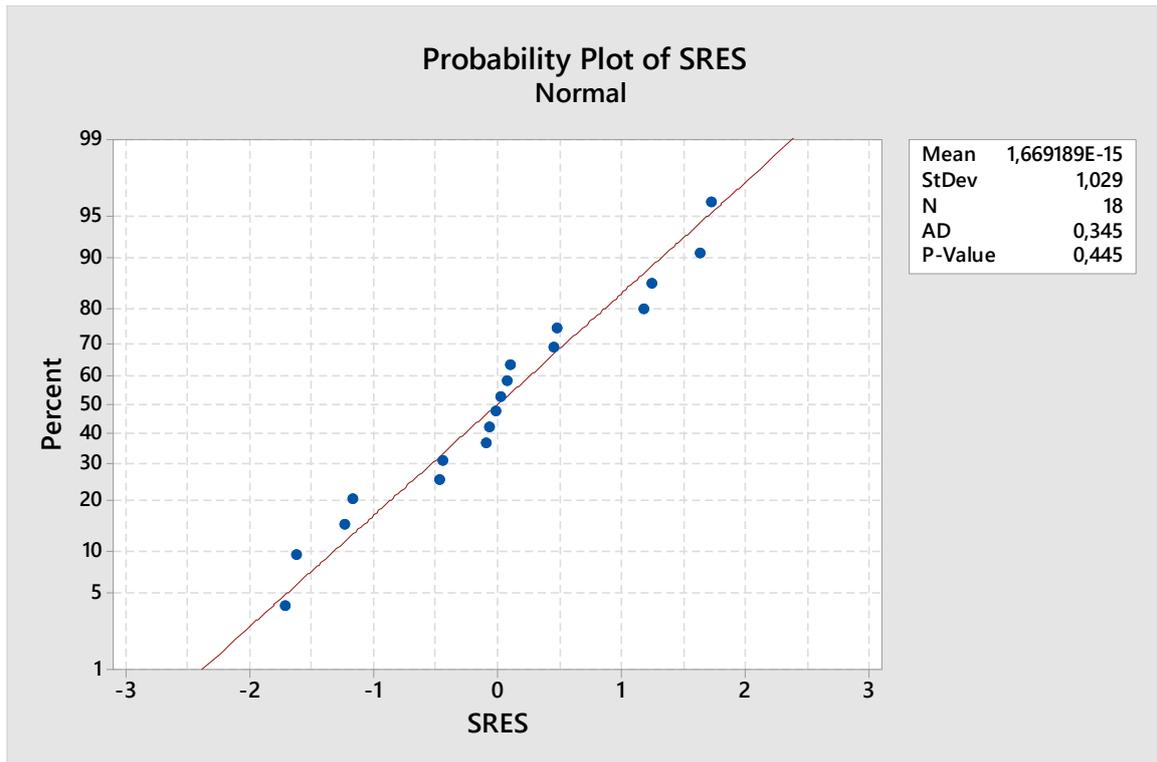
Δοκιμή Λιπαινόμενης Συμπιεστής Ροής (squeeze flow)				
			Τυπική Απόκλιση F ₀	Τυπική Απόκλιση F ₃
a/a	M.O. F ₀	M.O. F ₃		
1	13,541	4,801	0,662	0,024
2	23,30567	6,23	5,759	0,576
3	33,50903	21,93967	6,076	15,829
4	20,50367	6,953667	3,765	1,202
5	30,89867	9,204	6,611	1,736
6	73,803	24,158	16,849	5,658
7	15,71033	4,385667	1,596	0,262
8	29,108	7,827667	12,119	2,952
9	27,15567	8,012	1,664	0,363
10	29,68933	8,630667	3,199	1,287
11	27,238	6,919667	2,548	0,826
12	66,90533	21,54833	18,662	7,458
13	42,31433	14,135	25,101	10,102
14	30,75333	9,573333	4,013	1,591
15	38,521	11,074	1,875	0,413
16	31,863	9,781667	7,082	2,435
17	26,65733	7,5	2,076	0,675
18	64,006	22,07933	14,168	5,307

5.2.2.1 Αποτελέσματα δύναμης F₀

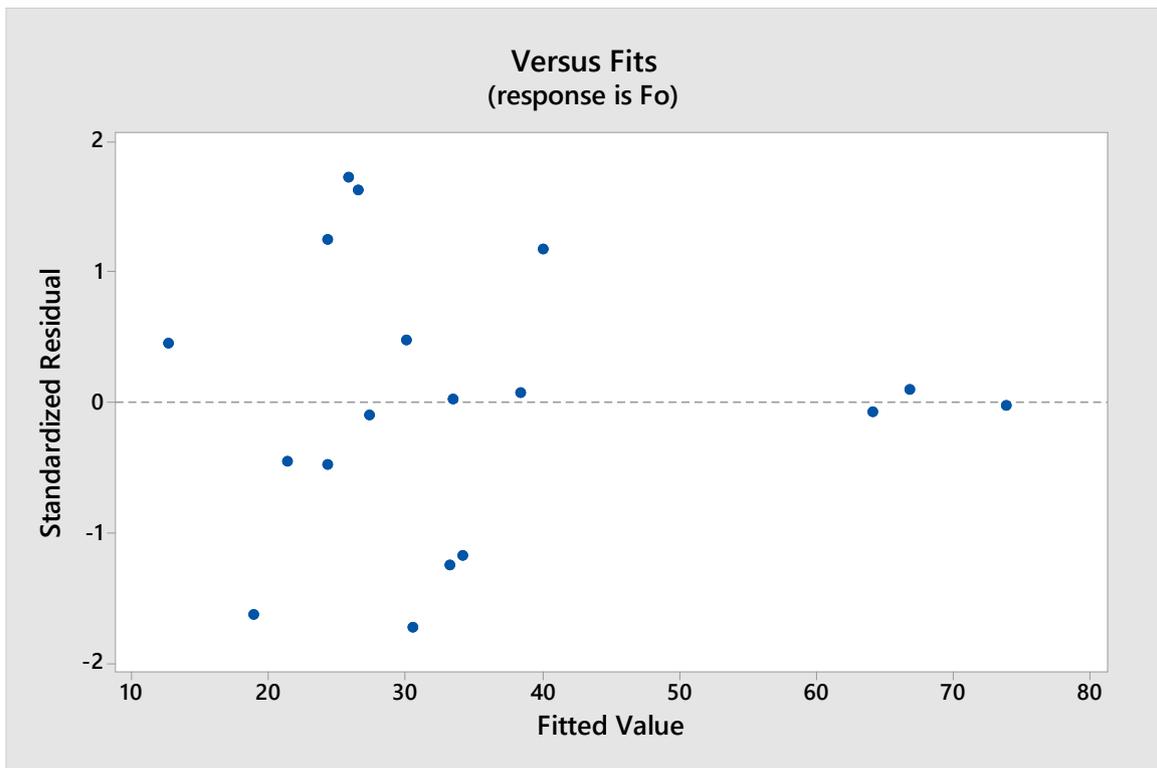
Όσον αφορά τα αποτελέσματα της δύναμης F₀, πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων, σε Σχήμα 51 και Σχήμα 52 φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται με γραμμικότητα του διαγράμματος ελέγχου κανονικότητας χωρίς ακραίες τιμές αλλά με μία τάση της διασποράς των τιμών στο διάγραμμα ομοιογένειας, που ίσως να χρειαζόταν λογαρίθμηση των τιμών για μεγαλύτερη ακρίβεια. Με αυτά τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκε 3-way Anova, και από τον έλεγχο των p, 2 από τις κύριες μεταβλητές έχουν μικρότερο από 0,05 (βούτυρο και πρωτεΐνη ορού), καθώς επίσης και από τις αλληλεπιδράσεις η αλληλεπίδραση πρώτης τάξης μεταξύ επιπέδου προσθήκης βουτύρου και επιπέδου προσθήκης πρωτεϊνών ορού, οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey, που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικοί παράγοντες, καθώς στην ομαδοποίηση κατατάσσει ξεχωριστά κάθε επίπεδο για τη μεταβλητή του βουτύρου, ενώ για τις πρωτεΐνες ορού γίνεται ομαδοποίηση της 0% και 5%, οι οποίες φαίνεται να διαφέρουν από την προσθήκη 10%.

Στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα των ορίων εμπιστοσύνης για τις 2 μεταβλητές, στο

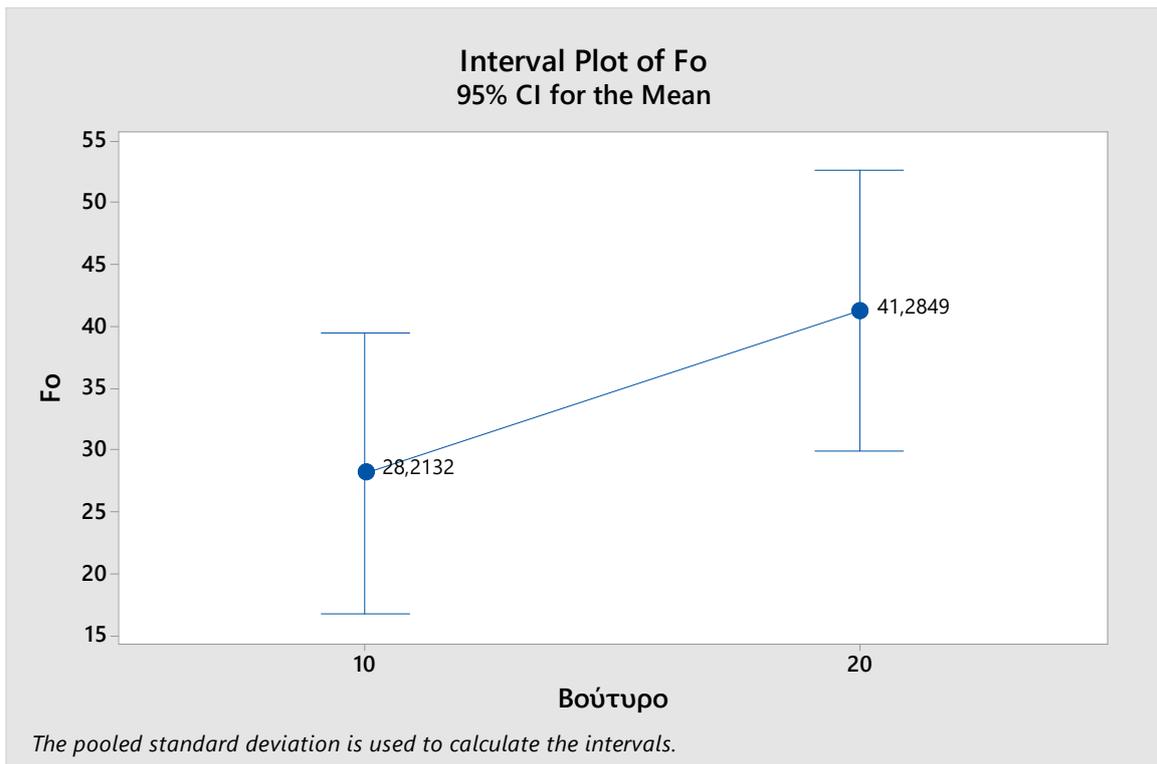
Σχήμα 53 για την προσθήκη βουτύρου και στο Σχήμα 54 σχετικά με την προσθήκη πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο F_0 για τα 18 τυριά κρέμα και επιπλέον το διάγραμμα για την αλληλεπίδραση βούτυρο με πρωτεΐνη ορού, στο Σχήμα 55. Από τα διαγράμματα αυτά εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζουν με στατιστικά σημαντικό τρόπο την τιμή F_0 , ούτε το επίπεδο προσθήκης βουτύρου ούτε η προσθήκη πρωτεϊνών ορού, καθώς τα όρια εμπιστοσύνης επικαλύπτονται. Ενώ μόνο το υψηλότερο επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού σε συνδυασμό με υψηλότερη προσθήκη βουτύρου φαίνεται να συμβάλλει στην ύπαρξη μεγαλύτερων τιμών της F_0 , διότι ενισχύεται το πρωτεϊνικό πλέγμα – πλέγμα της καζεΐνης.



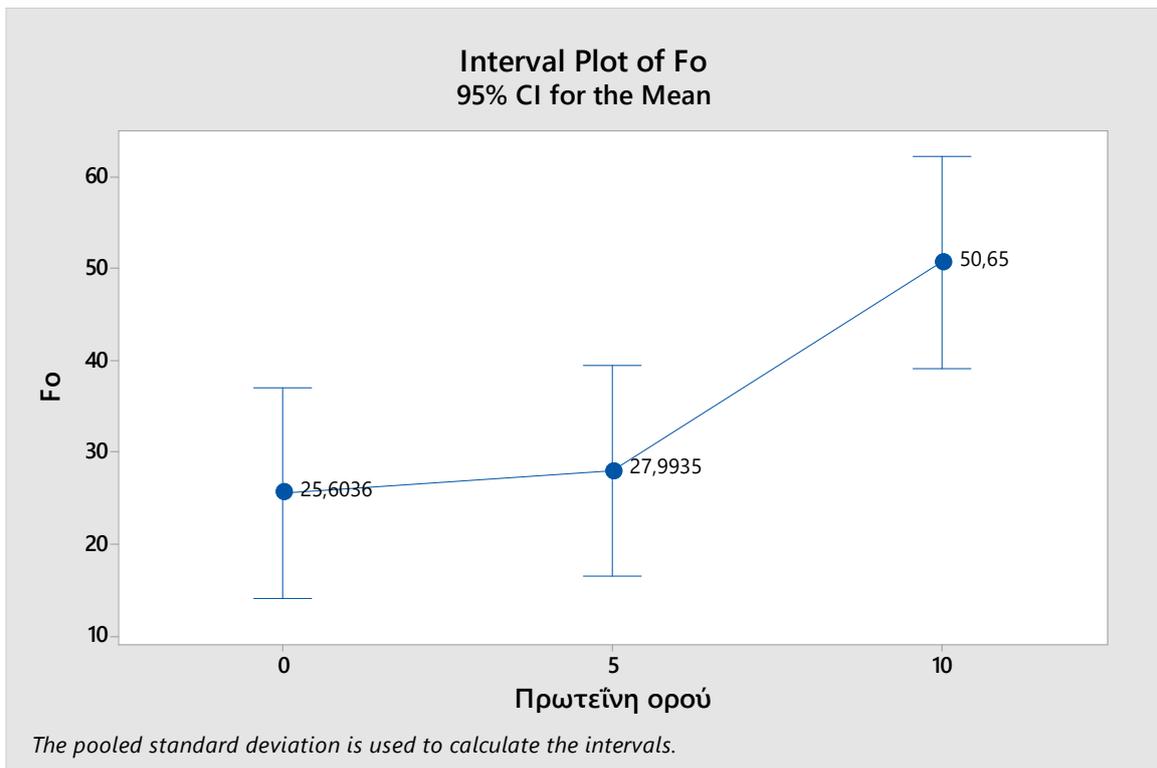
Σχήμα 51: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας για την παράμετρο F_0 για τα 18 τυριά κρέμα



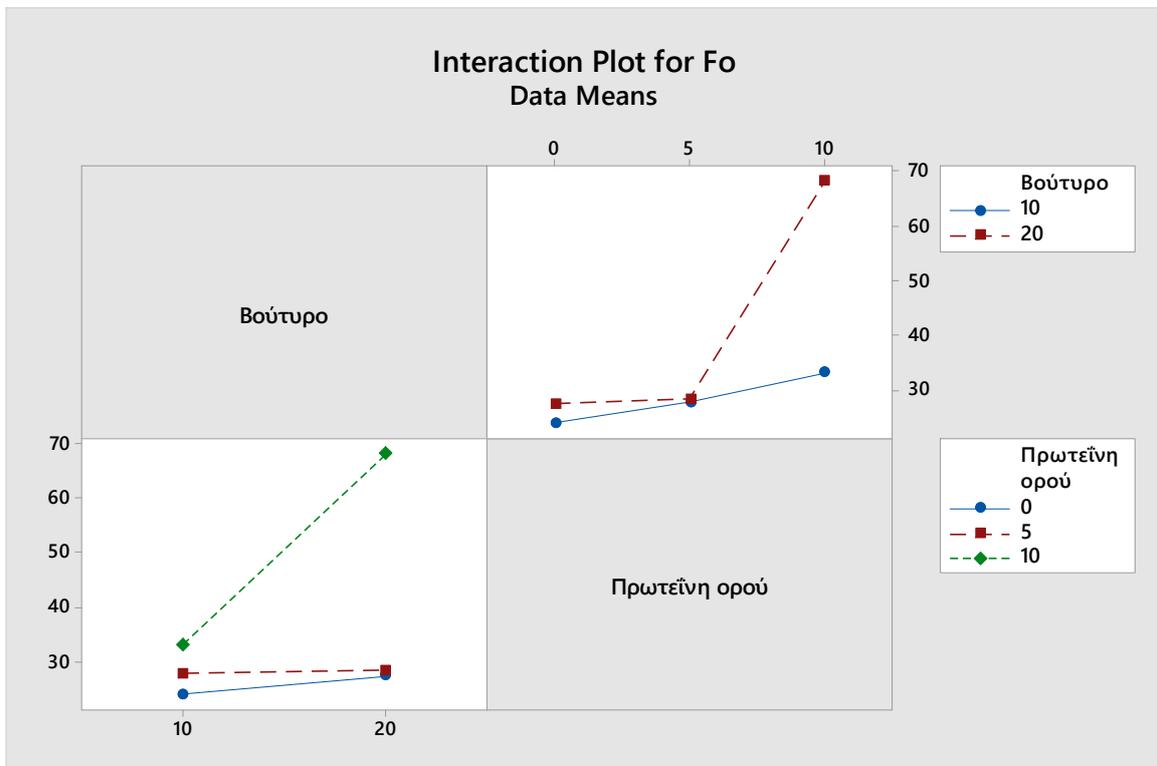
Σχήμα 52: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου ομοιογένειας για την παράμετρο F_0 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 53: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης για το επίπεδο προσθήκης βουτύρου για την παράμετρο F_0 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 54: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο Fo για τα 18 τυριά κρέμα

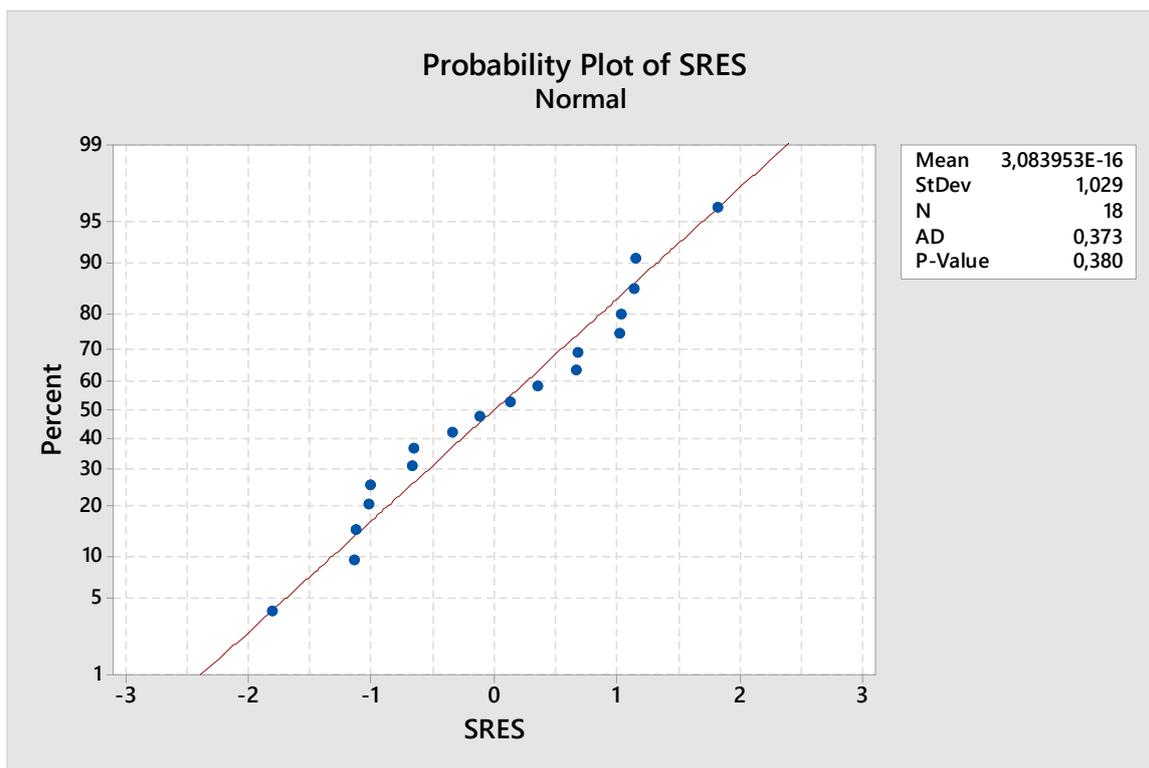


Σχήμα 55: Διαγραμματική απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων πρώτης τάξης μεταξύ επιπέδου προσθήκης βουτύρου και επιπέδου προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο Fo για τα 18 τυριά κρέμα

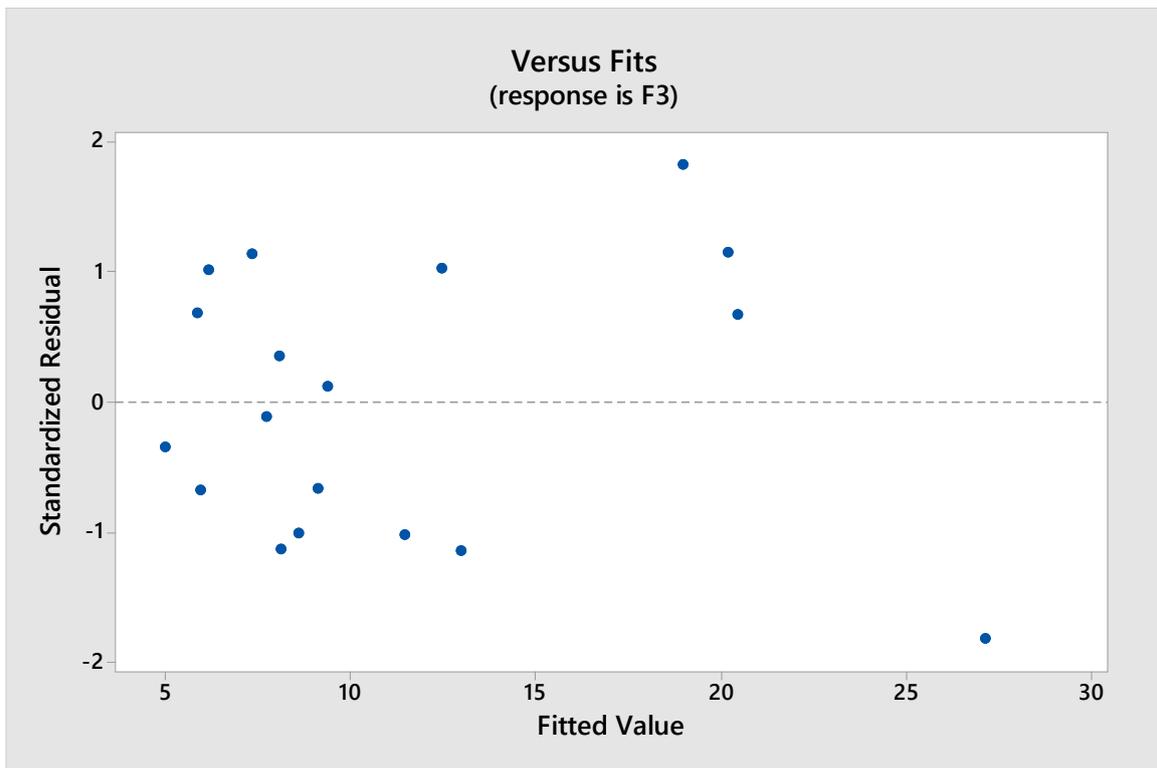
5.2.2.2 Αποτελέσματα δύναμης F3

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της δύναμης F_0 , πραγματοποιώντας έλεγχο της κανονικότητας και ομοιογένειας των τυποποιημένων υπολειμμάτων, σε Σχήμα 56 και Σχήμα για την παράμετρο F_3 για τα 18 τυριά κρέμα φαίνεται πως οι δύο αυτές προϋποθέσεις πληρούνται με γραμμικότητα του διαγράμματος ελέγχου κανονικότητας χωρίς ακραίες τιμές αλλά με μία έντονη τάση της διασποράς των τιμών στο διάγραμμα ομοιογένειας, που ίσως να χρειαζόταν λογαρίθμηση των τιμών για μεγαλύτερη ακρίβεια. Με αυτά τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκε 3-way Anova, και από τον έλεγχο των p , μία μόνον από τις κύριες μεταβλητές έχει p μικρότερο από 0,05, η πρωτεΐνη ορού, καθώς επίσης και καμία από τις αλληλεπιδράσεις. Οπότε και ακολούθησε έλεγχος Tukey, που ενισχύει το γεγονός ότι είναι στατιστικά σημαντικός παράγοντας, καθώς για τις πρωτεΐνες ορού γίνεται ομαδοποίηση της 0% και 5%, οι οποίες φαίνεται να διαφέρουν από την προσθήκη 10%.

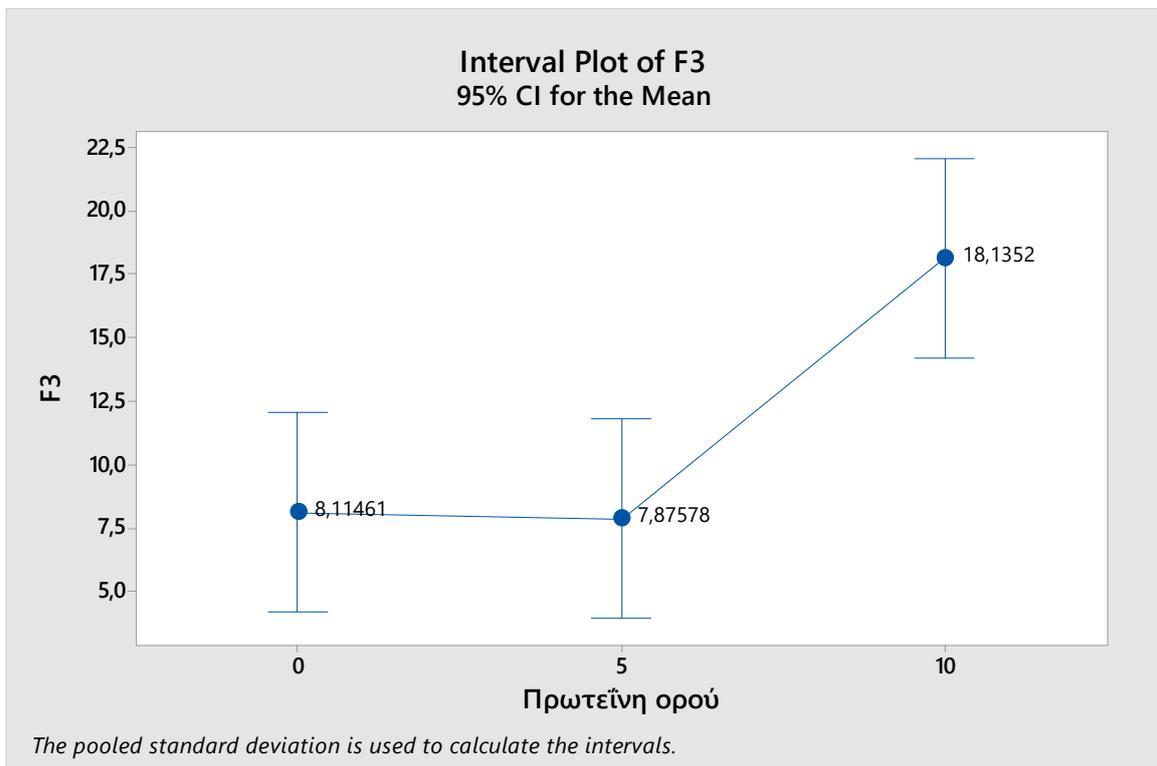
Στη συνέχεια, κατασκευάστηκε το διάγραμμα των ορίων εμπιστοσύνης της προσθήκης πρωτεϊνών ορού στο Σχήμα 58. Από το διάγραμμα αυτό εξάγεται το συμπέρασμα πως τελικά δεν επηρεάζεται η τιμή της δύναμης F_3 από καμία από τις 3 μεταβλητές για τα επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 56: Διαγραμματική απεικόνιση του ελέγχου κανονικότητας για την παράμετρο F_3 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 57: Διαγραμματική απεικόνιση ομοιογένειας για την παράμετρο F3 για τα 18 τυριά κρέμα



Σχήμα 58: Διαγραμματική απεικόνιση των ορίων εμπιστοσύνης της προσθήκης πρωτεϊνών ορού για την παράμετρο F3 για τα 18 τυριά κρέμα

5.3 Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με βάση τη μέθοδο best-worst (καλύτερο – χειρότερο δείγμα) - τα αναλυτικά αποτελέσματα αυτής παρουσιάζονται στο Παράρτημα I της παρούσας εργασίας - για όλες τις αντικειμενικές μεταβλητές. Η κλίμακα μέγιστης διαφοράς διαχειρίζεται μετρήσεις βασισμένες στην θεωρία των επιλογών και αντί να ζητήσει από τον καταναλωτή να καταγράψει μια ευνοϊκή επιλογή μεταξύ αρκετών προσφερόμενων διαφορετικών προϊόντων, τον παρακινεί να σημειώσει μόνο μια μέγιστη και μια ελάχιστη επιλογή δυο προϊόντων (Πετρίδης, 2019).

Σκοπός αυτής της αξιολόγησης είναι ο εντοπισμός των περισσότερο αρεστών δειγμάτων για κάθε μεταβλητή απόκρισης.

Μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η απλότητα των στατιστικών αναλύσεων, αφού προκύπτει μια αναλογία B-W για κάθε προϊόν άμεσα δυνάμενη να συγκριθεί με σχετικά παρόμοιες έρευνες χωρίς την ανάγκη αναζήτησης κάποιας κλασικής κλίμακας βαθμολόγησης. Το επίπεδο σπουδαιότητας κάθε μετρούμενης ιδιότητας ενός προϊόντος, εξαρτάται από τον αριθμό των συμμετεχόντων στις δοκιμές και από τη συχνότητα εμφάνισης του προϊόντος στις ομάδες επιλογής προς αξιολόγηση, εκφράζεται συνήθως από τον τυπικό βαθμό σπουδαιότητας (Πετρίδης, 2019).

Για την εκτέλεση του οργανοληπτικού ελέγχου χρησιμοποιήθηκε, όπως αναφέρθηκε, ένα ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο οργανοληπτικό σχέδιο (BIB Design) για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ένταση χρώματος
- Ένταση αρώματος
- Οξύτητα
- Λιπαρότητα
- Συνεκτικότητα
- Ικανότητα Επάλειψης
- Ομοιογενής Υφή
- Αρέσκεια

Καθώς επίσης ερωτήθηκαν για τα κριτήρια που τους έκαναν να επιλέξουν το τυρί κρέμα που τους φάνηκε μέγιστα αρεστό και τέλος, κατά πόσο θα αγόραζαν ένα το μέγιστα αρεστό προϊόν αν υπήρχε στην αγορά. Τα αποτελέσματα αυτών των ερωτημάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 10, όπου παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που έκαναν κάθε δοκιμαστή να χαρακτηρίσει το προϊόν της επιλογής του ως μέγιστα αρεστό.

Πίνακας 10: Τα χαρακτηριστικά που έκαναν κάθε δοκιμαστή να χαρακτηρίσει το προϊόν της

επιλογής του ως μέγιστα αρεστό

ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΕΚΑΝΑΝ ΤΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΕΙ ΤΟ ΠΡΟΙΟΝ ΩΣ ΜΕΓΙΣΤΑ ΑΡΕΣΤΟ							ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΓΟΡΑΣ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ
	ΟΞΥΤΗΤΑ	ΛΙΠΑΡΟΤΗΤΑ	ΧΡΩΜΑ	ΑΡΩΜΑ	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΑΛΕΙΨΗΣ	ΟΜΟΙΟΓΕΝΗΣ ΥΦΗ	
1		+		+	+			ΝΑΙ
2	+			+			+	ΝΑΙ
3	+			+	+	+	+	ΝΑΙ
4		+						ΝΑΙ
5	+			+	+			ΝΑΙ
6	+			+	+			ΝΑΙ
7	+	+		+				ΝΑΙ
8	+		+	+				ΝΑΙ
9	+			+			+	ΝΑΙ
10	+		+			+		ΝΑΙ
11	+	+			+	+		ΝΑΙ
12	+		+	+	+	+	+	ΝΑΙ
13		+	+			+	+	ΝΑΙ
14	+	+			+		+	ΝΑΙ
15	+			+	+	+		ΝΑΙ
16		+		+	+	+	+	ΝΑΙ
17	+			+	+	+		ΝΑΙ
18	+				+			ΟΧΙ
19		+		+	+		+	ΝΑΙ
20					+			ΟΧΙ
21	+		+	+		+		ΝΑΙ
22	+	+	+	+	+			ΝΑΙ
23		+	+		+	+		ΝΑΙ
24				+				ΝΑΙ
25		+		+		+		ΝΑΙ
26	+				+	+	+	ΝΑΙ
27		+	+	+	+	+	+	ΝΑΙ
28	+	+			+		+	ΝΑΙ
29	+			+				ΝΑΙ
30	+	+		+	+			ΝΑΙ
31	+	+		+	+			ΝΑΙ

32	+		+	+	+	+	+	+	NAI
33	+	+		+					NAI
34				+	+	+			NAI
35	+				+				NAI
36	+			+				+	NAI
37	+	+	+		+	+			NAI
38	+								NAI
39	+	+		+					NAI
40	+	+					+		NAI
41		+							NAI
42							+		NAI
43	+	+					+		NAI
44	+	+			+	+	+		NAI
45		+	+	+			+		NAI
46	+			+					NAI
47	+		+	+				+	NAI
48		+			+	+	+		NAI
49		+			+	+	+		NAI
50	+			+					NAI
51		+	+						NAI
52			+	+	+	+			NAI
53			+	+					NAI
54		+		+					NAI
55		+	+		+				NAI
56	+	+	+	+					NAI
57		+	+	+	+			+	NAI

Κατά την επεξεργασία των ερωτηματολογίων προέκυψαν αποτελέσματα, τα οποία κωδικοποιήθηκαν με τους αριθμούς -1 (για το χειρότερο) και +1 (για το καλύτερο). Μετέπειτα, έγινε στατιστική επεξεργασία των κωδικοποιημένων αποτελεσμάτων σύμφωνα με το βιβλίο Στατιστική με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων και προέκυψε ο τυπικός βαθμός και η αξία των δειγμάτων για κάθε χαρακτηριστικό που κλήθηκαν να εξετάσουν οι δοκιμαστές. Για καθένα από αυτά τα χαρακτηριστικά μετρήθηκαν οι φορές αξιολόγησης του κάθε δείγματος ως θετικό στο χαρακτηριστικό (π.χ. μέγιστη ένταση χρώματος) (στήλη B), οι φορές αξιολόγησης του ως αρνητικό στο χαρακτηριστικό (ελάχιστη ένταση χρώματος) (στήλη W) και ο τυπικός βαθμός κάθε δείγματος υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Τυπικός Βαθμός} = (B-W)/nb$$

Όπου n είναι ο αριθμός εμφάνισης του κάθε δείγματος, στην περίπτωση αυτή n=9 και ο αριθμός των δοκιμαστών, δηλαδή b=57.

Έπειτα υπολογίστηκε η αξία με τον τύπο:

$$\text{Αξία} = \ln \sqrt{(B/W)}$$

Στις στήλες Best, Worst και Ουδέτερο έχει προστεθεί η ποσότητα 0,1 ώστε να εξασφαλισθεί πως θα γίνουν οι λογαριθμικοί υπολογισμοί.

5.3.1 Ένταση χρώματος

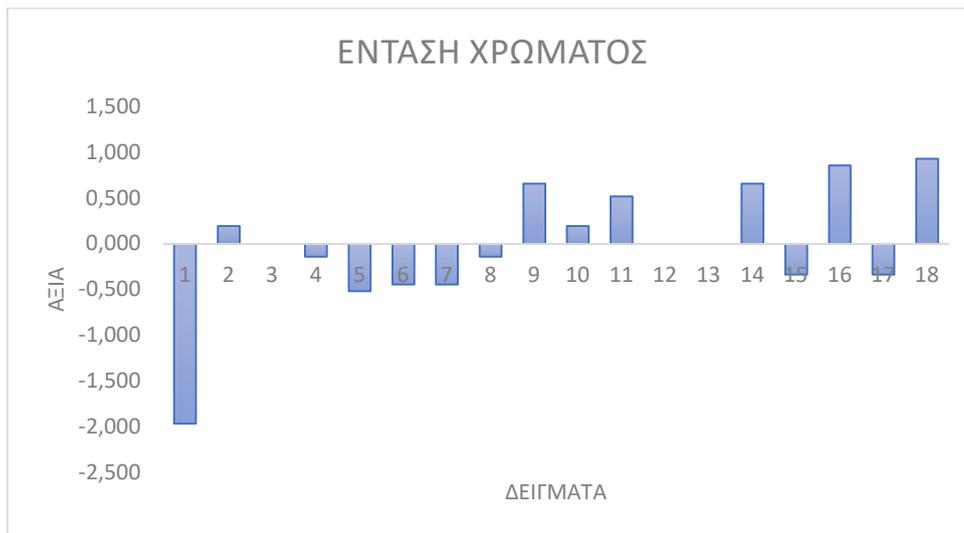
Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 11, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, προκύπτουν τα διαγράμματα στο Σχήμα 59 της διαγραμματικής απεικόνισης της κατανομής του τυπικού βαθμού των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, στο Σχήμα 60 της διαγραμματικής απεικόνισης της κατανομής της των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο και στο Σχήμα 61 στο διάγραμμα αξιολόγησης της έντασης του χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best –worst, τα οποία οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δοκιμαστές κρίνουν ότι το δείγμα 1 ως αυτό με τη λιγότερη ένταση χρώματος με διαφορά, δηλαδή το δείγμα με αγελαδινό γιαούρτι, το χαμηλό επίπεδο προσθήκης βουτύρου και χωρίς την προσθήκη πρωτεϊνών ορού κα τα δείγματα 14, 16 και 18 που έχουν παραχθεί με γίδινο γιαούρτι είναι αυτά με τη μεγαλύτερη ένταση χρώματος. Τα συμπεράσματα των δοκιμαστών απέχουν από τα αποτελέσματα των χρωματομετρικών μετρήσεων, όπου σημαντικότερος παράγοντας βρέθηκε να είναι το επίπεδο της προσθήκης πρωτεϊνών ορού. Αυτό συμβαίνει καθώς το σύνολο των δειγμάτων δεν έχουν οπτικά αντιληπτές διαφορές στο χρώμα.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

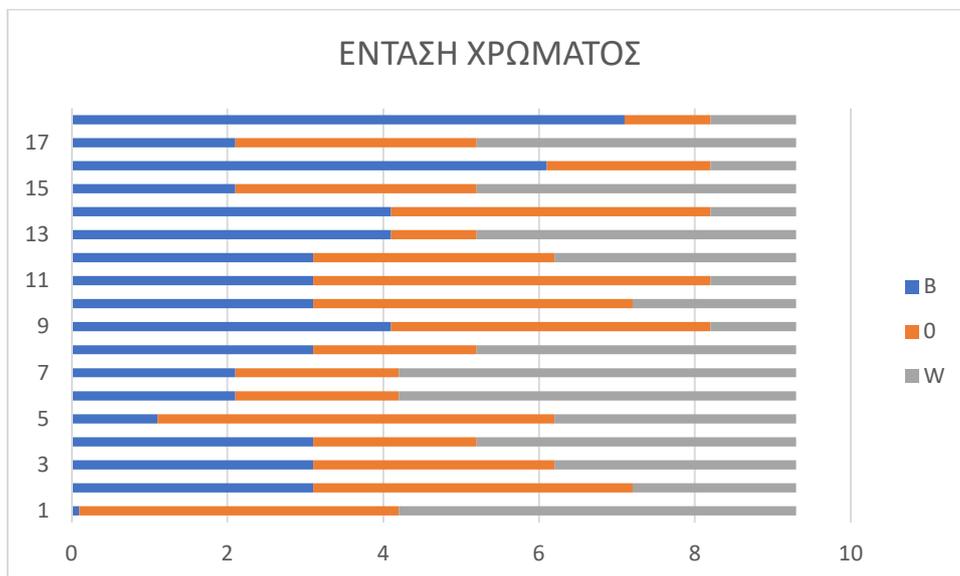
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	1,1	2,1	6,1	-0,010	-0,856
2	0,1	7,1	2,1	0,002	-1,522
3	8,1	0,1	1,1	0,000	0,998
4	2,1	2,1	5,1	-0,002	-0,444
5	3,1	5,1	1,1	-0,004	0,518
6	5,1	3,1	1,1	-0,006	0,767
7	0,1	2,1	7,1	-0,006	-2,131
8	2,1	3,1	4,1	-0,002	-0,335
9	5,1	3,1	1,1	0,006	0,767
10	0,1	5,1	4,1	0,002	-1,857
11	3,1	5,1	1,1	0,004	0,518
12	6,1	1,1	2,1	0,000	0,533
13	0,1	1,1	8,1	0,000	-2,197
14	4,1	2,1	3,1	0,006	0,140
15	6,1	3,1	0,1	-0,004	2,055
16	1,1	2,1	6,1	0,010	-0,856
17	1,1	7,1	1,1	-0,004	0,000
18	7,1	1,1	1,1	0,012	0,932



Σχήμα 59: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής του τυπικού βαθμού των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 60 Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της έντασης χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 61: Διάγραμμα αξιολόγησης της έντασης του χρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – Worst

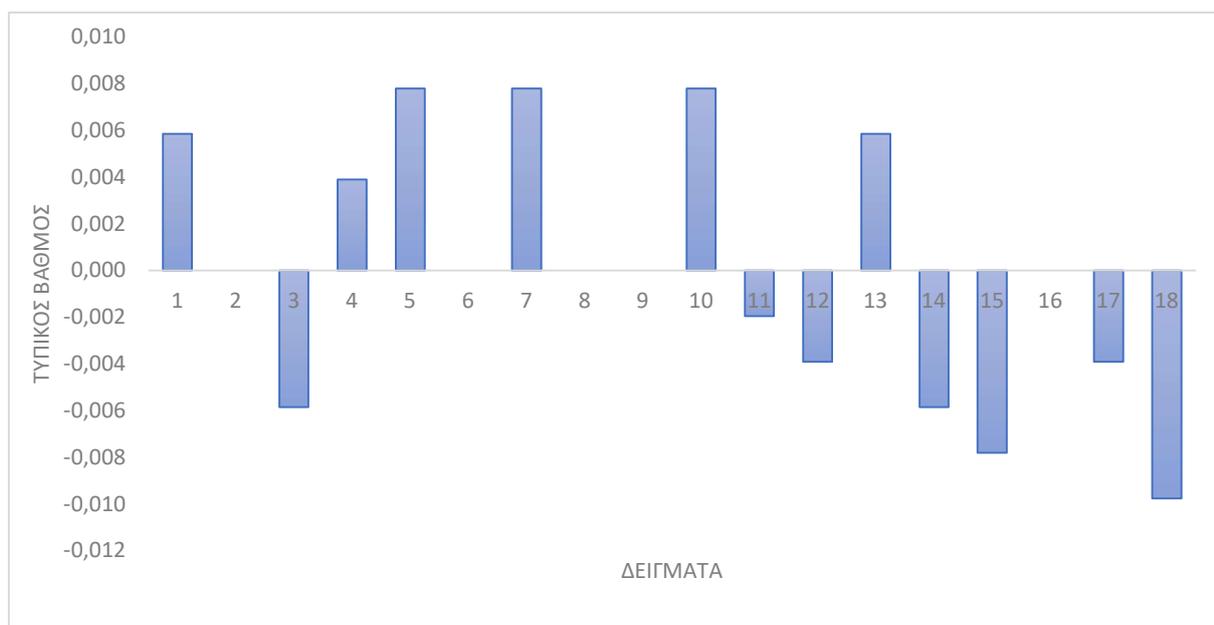
5.3.2 Ένταση αρώματος

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 12 σχετικά με τα αποτελέσματα έντασης αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο προκύπτουν το Σχήμα 62 της κατανομής του τυπικού βαθμού, το Σχήμα 63 σχετικά με την αξιολόγηση της έντασης αρώματος και το Σχήμα 64 για την αξιολόγηση της έντασης του αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best –worst, τα οποία οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δοκιμαστές κρίνουν ότι τα δείγματα 14 - 18 είναι αυτά με τη λιγότερη ένταση αρώματος. Το συμπέρασμα αυτού του αποτελέσματος θα μπορούσε να ερμηνευθεί και ως αδυναμία των ανεκπαιδευτων δοκιμαστών να διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα στα 3 διαφορετικά είδη από γιαούρτι που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των δειγμάτων, καθώς το πρόβειο και το γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι έχουν χαρακτηριστικό άρωμα. Επίσης, τα δείγματα 3, 12, 15 και 18 που έχουν τη μέγιστη προσθήκη πρωτεϊνών ορού έχουν χαρακτηριστεί ως δείγματα επίσης με ελάχιστη ένταση αρώματος, ενώ οι

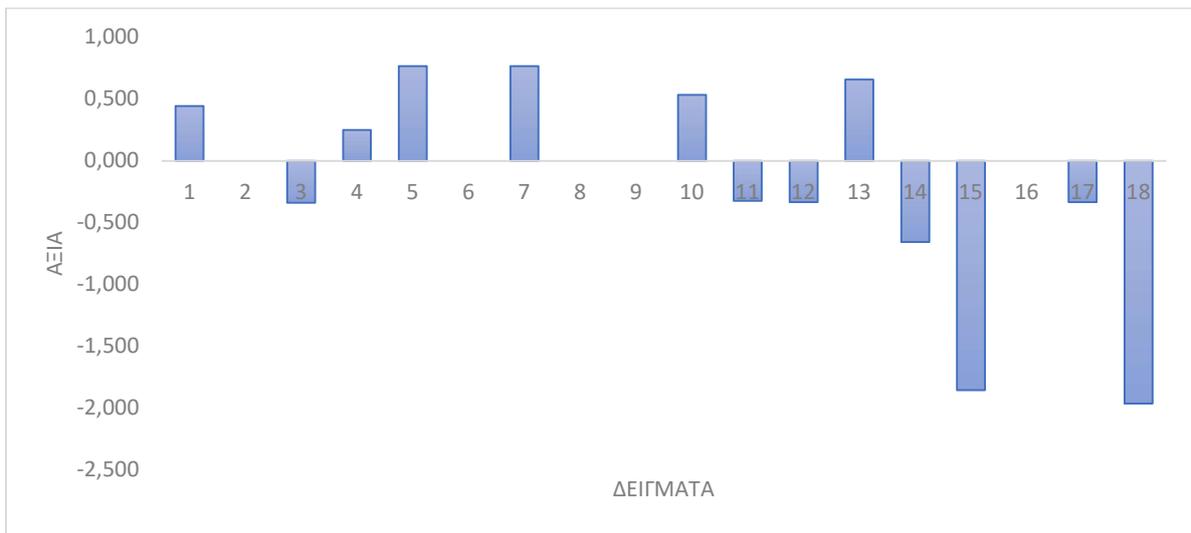
πρωτεΐνες ορού δίνουν μια χαρακτηριστική μυρωδιά στα δείγματα, οπότε το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να ερμηνευθεί και ως σύγχυση των δοκιμαστών ανάμεσα σε ένταση αρώματος και αρέσκεια αρώματος.

Πίνακας 12: Αποτελέσματα έντασης αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

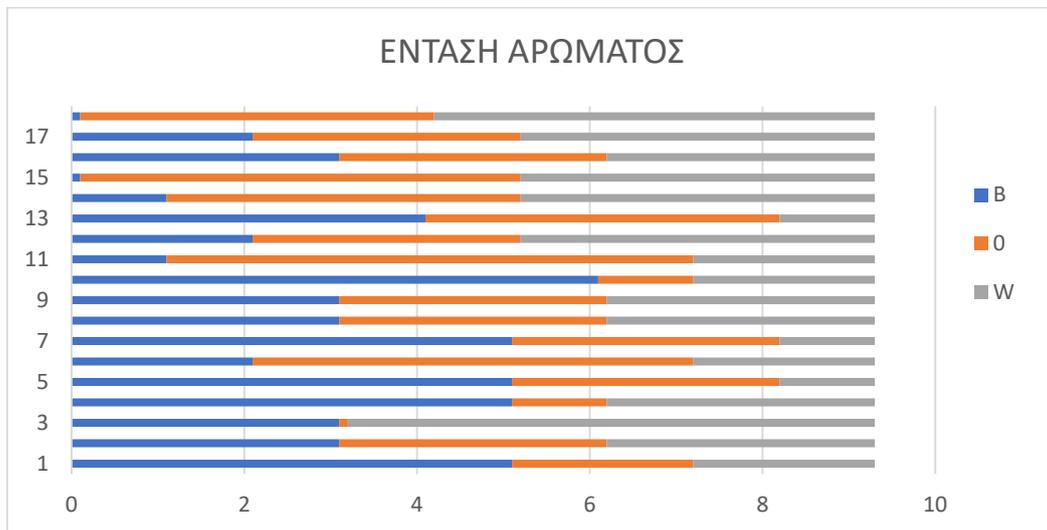
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	5,1	2,1	2,1	0,006	0,444
2	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
3	3,1	0,1	6,1	-0,006	-0,338
4	5,1	1,1	3,1	0,004	0,249
5	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
6	2,1	5,1	2,1	0,000	0,000
7	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
8	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
9	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
10	6,1	1,1	2,1	0,008	0,533
11	1,1	6,1	2,1	-0,002	-0,323
12	2,1	3,1	4,1	-0,004	-0,335
13	4,1	4,1	1,1	0,006	0,658
14	1,1	4,1	4,1	-0,006	-0,658
15	0,1	5,1	4,1	-0,008	-1,857
16	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
17	2,1	3,1	4,1	-0,004	-0,335
18	0,1	4,1	5,1	-0,010	-1,966



Σχήμα 62: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής του τυπικού βαθμού της έντασης αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 63 Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της έντασης αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



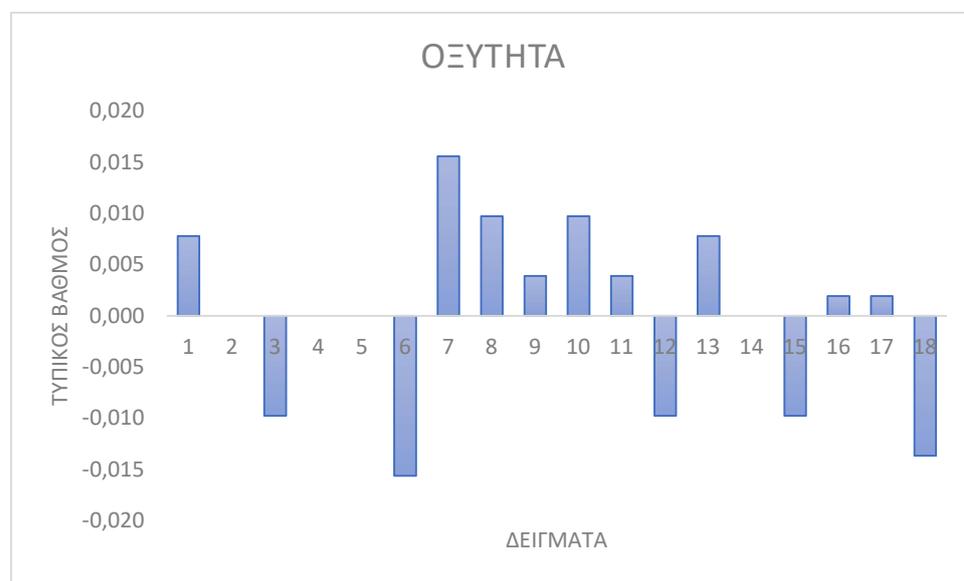
Σχήμα 64: Διάγραμμα αξιολόγησης της έντασης του αρώματος για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – worst

5.3.3 Οξύτητα

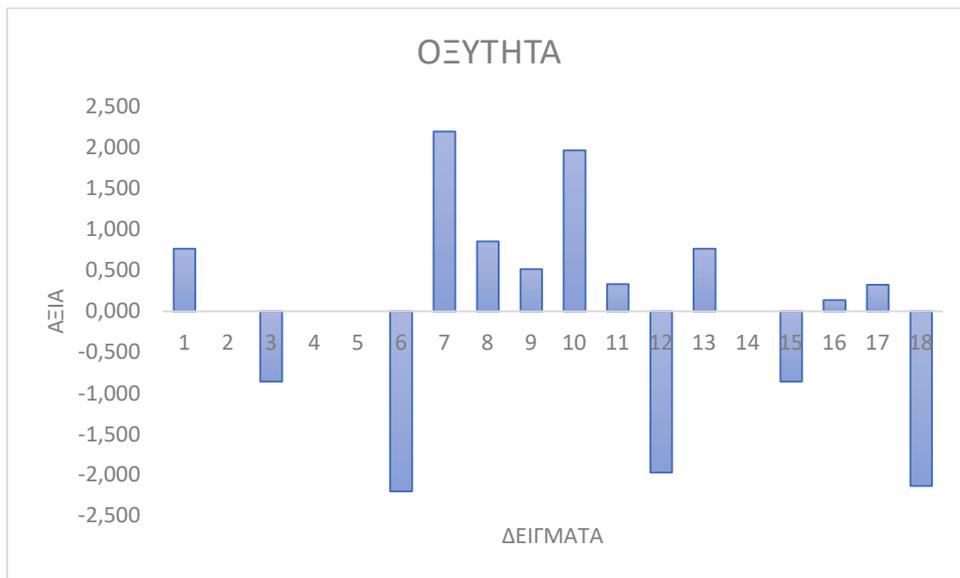
Βάσει των δεδομένων του Πίνακα 13 σχετικά με τα αποτελέσματα οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο προέκυψαν το Σχήμα 65, το Σχήμα 66 και το Σχήμα 67 για την αξιολόγηση της οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best –worst, τα οποία οδηγούν στα συμπεράσματα πως τα δείγματα με τη μέγιστη προσθήκη βουτύρου και τη μέγιστη προσθήκη πρωτεϊνών ορού είναι αυτά με τη λιγότερη οξύτητα (δείγμα 6, 12,18), ενώ δείγματα τα οποία παρασκευάστηκαν με παραδοσιακό πρόβειο γιαούρτι έχουν τη μέγιστη οξύτητα σύμφωνα με τον δοκιμαστής. Σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της τιμής του pH εξάγεται το συμπέρασμα πως πράγματι τα δείγματα με τη μεγαλύτερη προσθήκη βουτύρου και αυτά που είχαν τη μεγαλύτερη προσθήκη πρωτεϊνών ορού είχαν τις μεγαλύτερες τιμές pH, άρα ήταν τα λιγότερο όξινα.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

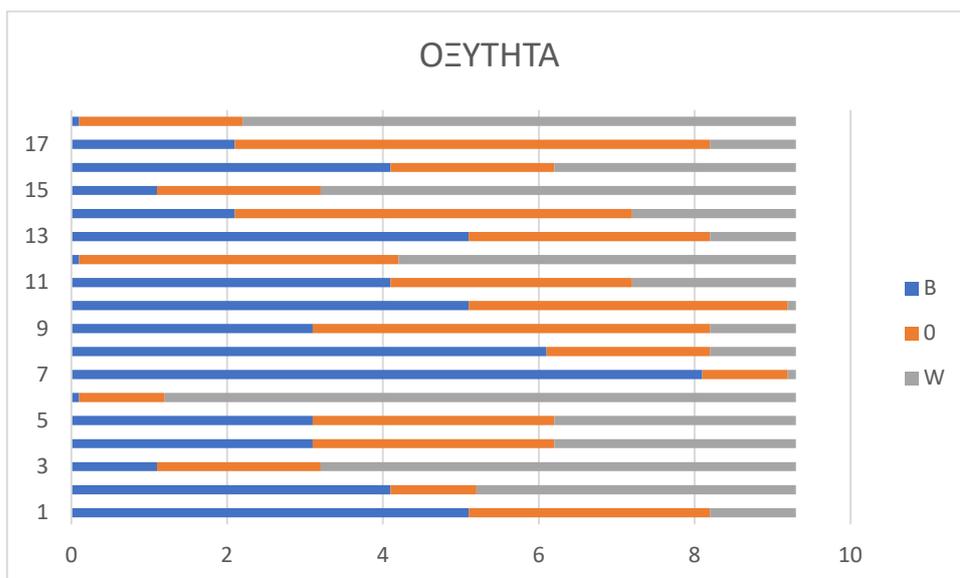
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
2	4,1	1,1	4,1	0,000	0,000
3	1,1	2,1	6,1	-0,010	-0,856
4	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
5	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
6	0,1	1,1	8,1	-0,016	-2,197
7	8,1	1,1	0,1	0,016	2,197
8	6,1	2,1	1,1	0,010	0,856
9	3,1	5,1	1,1	0,004	0,518
10	5,1	4,1	0,1	0,010	1,966
11	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
12	0,1	4,1	5,1	-0,010	-1,966
13	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
14	2,1	5,1	2,1	0,000	0,000
15	1,1	2,1	6,1	-0,010	-0,856
16	4,1	2,1	3,1	0,002	0,140
17	2,1	6,1	1,1	0,002	0,323
18	0,1	2,1	7,1	-0,014	-2,131



Σχήμα 65: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής του τυπικού βαθμού της οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 66 Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 67: Διάγραμμα αξιολόγησης της οξύτητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – worst

5.3.4 Λιπαρότητα

Τα δεδομένα του Πίνακα 14 σχετικά με την λιπαρότητα για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο δίνουν τα διαγράμματα σε Σχήμα 68, Σχήμα 69 και Σχήμα 70 και ως αποτέλεσμα αυτών τα 3 δείγματα με μέγιστη λιπαρότητα τα 9, 17 και 15 και αυτά με τη λιγότερη τα 1, 2 και 7, οι σύσταση αυτών των δειγμάτων είναι η εξής:

- 9: Πρόβειο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
- 17: Γίδινο γιαούρτι + 20% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού

- 15: Γίδινο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 10% πρωτεΐνη ορού
Και
- 1: Αγελαδινό γιαούρτι + 10% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού
- 2: Αγελαδινό γιαούρτι + 10% βούτυρο + 5% πρωτεΐνη ορού
- 7: Πρόβειο γιαούρτι + 10% βούτυρο + 0% πρωτεΐνη ορού

Αντικειμενικά, τα πιο λιπαρά δείγματα είναι τα δείγματα 10,11,12 (το πρόβειο παραδοσιακό γιαούρτι έχει τα περισσότερα λιπαρά – 6,6% - και αυτά τα δείγματα έχουν επίπεδο προσθήκης βουτύρου στο επίπεδο 20%) και τα λιγότερο λιπαρά τα δείγματα 1,2 και 3, δηλαδή δείγματα με αγελαδινό γιαούρτι με 3,5% λιπαρά και προσθήκη βουτύρου στο 10%.

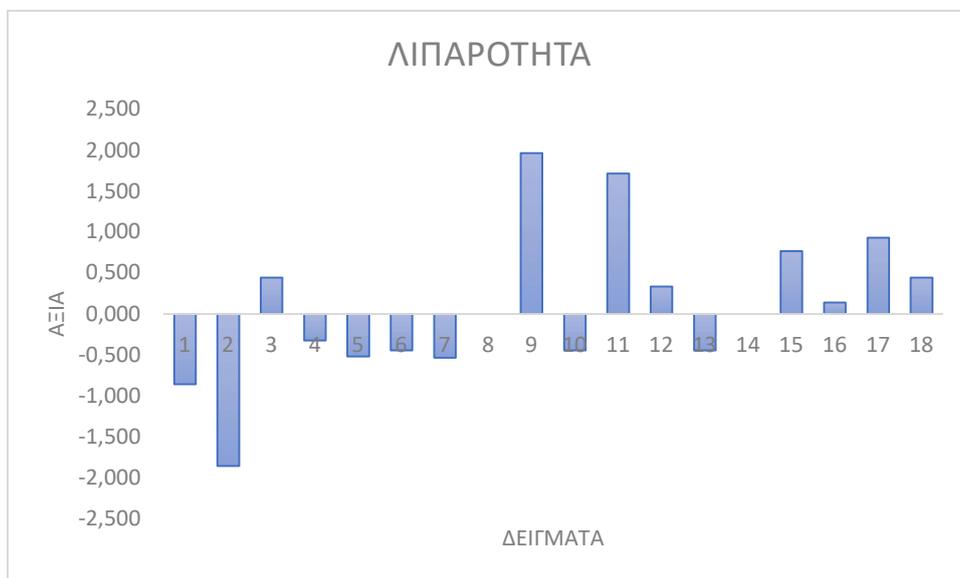
Συνεπώς, εξάγεται το συμπέρασμα πως οι δοκιμαστές του οργανοληπτικού ελέγχου δεν αντιλήφθηκαν τα περισσότερα λιπαρά δείγματα, αλλά αντιλήφθηκαν τα λιγότερο λιπαρά.

Πίνακας 14: Αποτελέσματα λιπαρότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

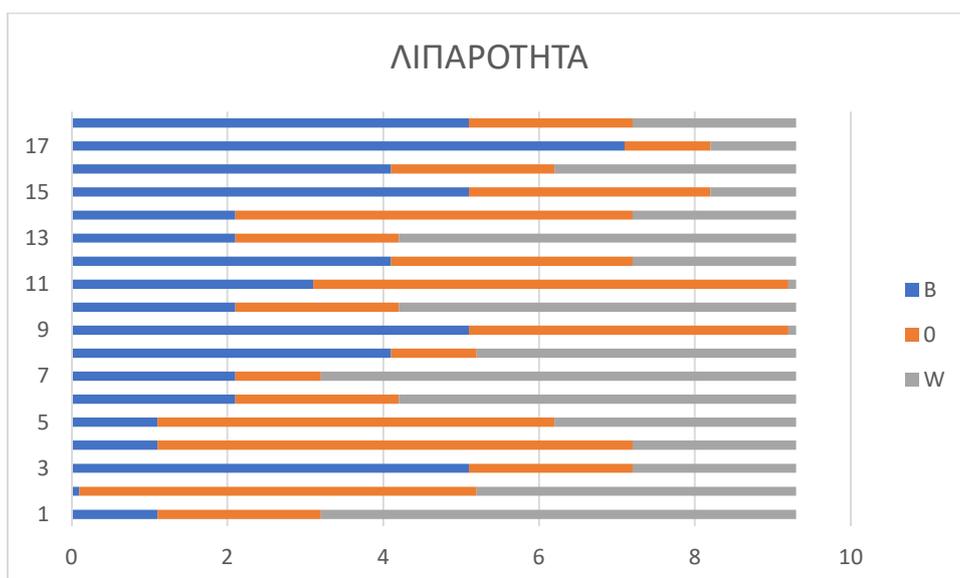
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	1,1	2,1	6,1	-0,010	-0,856
2	0,1	5,1	4,1	-0,008	-1,857
3	5,1	2,1	2,1	0,006	0,444
4	1,1	6,1	2,1	-0,002	-0,323
5	1,1	5,1	3,1	-0,004	-0,518
6	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
7	2,1	1,1	6,1	-0,008	-0,533
8	4,1	1,1	4,1	0,000	0,000
9	5,1	4,1	0,1	0,010	1,966
10	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
11	3,1	6,1	0,1	0,006	1,717
12	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
13	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
14	2,1	5,1	2,1	0,000	0,000
15	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
16	4,1	2,1	3,1	0,002	0,140
17	7,1	1,1	1,1	0,012	0,932
18	5,1	2,1	2,1	0,006	0,444



Σχήμα 68: Διαγραμματική απεικόνιση του τυπικού βαθμού της παραμέτρου της λιπαρότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 69: Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της λιπαρότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 70: Διάγραμμα αξιολόγησης της λιπαρότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – worst

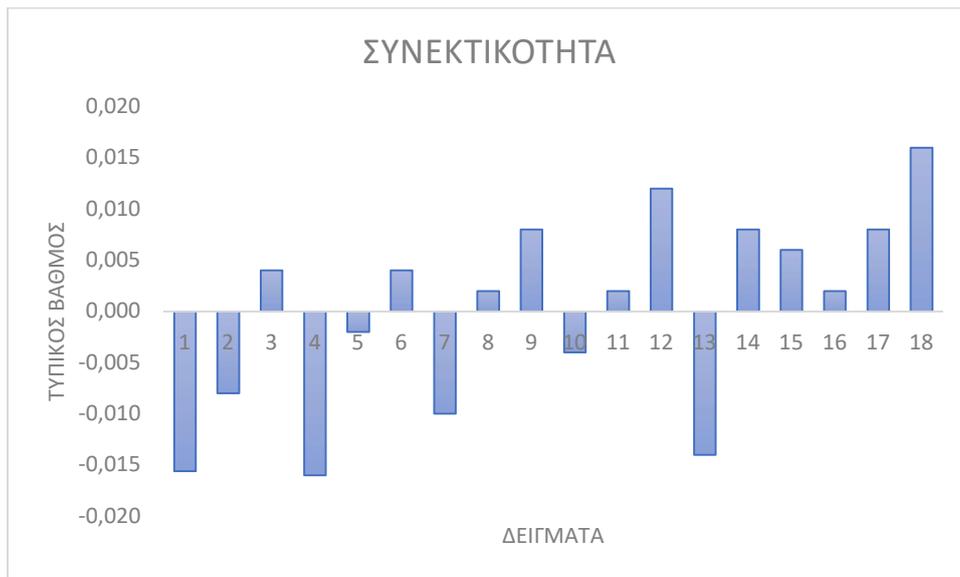
5.3.5 Συνεκτικότητα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 15 σχετικά με τα αποτελέσματα συνεκτικότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο κατασκευάστηκε το Σχήμα 71, το Σχήμα 72 και το Σχήμα 73 που οδηγούν στο συμπέρασμα πως οι δοκιμαστές θεωρούν ότι τα δείγματα χωρίς προσθήκη πρωτεϊνών ορού και με χαμηλό επίπεδο προσθήκης βουτύρου είναι λιγότερο συνεκτικά σε σχέση με αυτά με το περισσότερο βούτυρο και τις περισσότερες πρωτεΐνες ορού. Επιπρόσθετα, τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με αγελαδινό γιαούρτι χαρακτηρίστηκαν επίσης ως λιγότερο συνεκτικά. Τα συμπεράσματα αυτά συνάδουν και με τα αποτελέσματα της σκληρότητας H1. Συγκεκριμένα, τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με αγελαδινό γιαούρτι πράγματι είχαν μικρότερες τιμές σκληρότητας, όπως και όσα είχαν μικρότερη περιεκτικότητα σε βούτυρο και σε όσα δεν είχε προστεθεί καθόλου πρωτεΐνη ορού. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι διότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά και πρωτεΐνες οδηγεί στη δημιουργία ενός ισχυρότερου πλέγματος που κάνει τα δείγματα περισσότερο συνεκτικά.

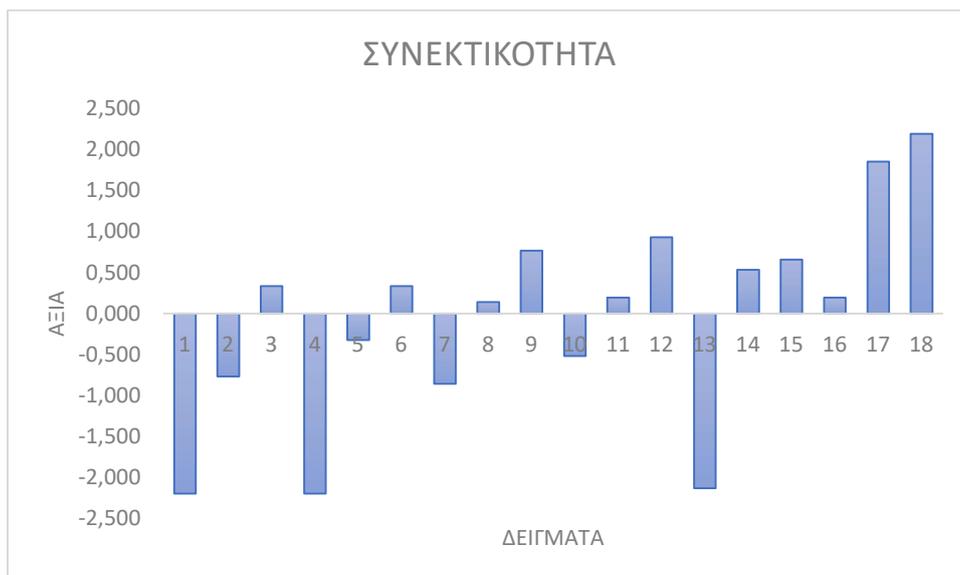
Πίνακας 15: Αποτελέσματα συνεκτικότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	0,1	1,1	8,1	-0,016	-2,197
2	1,1	3,1	5,1	-0,008	-0,767
3	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
4	0,1	1,1	8,1	-0,016	-2,197
5	1,1	6,1	2,1	-0,002	-0,323
6	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
7	1,1	2,1	6,1	-0,010	-0,856

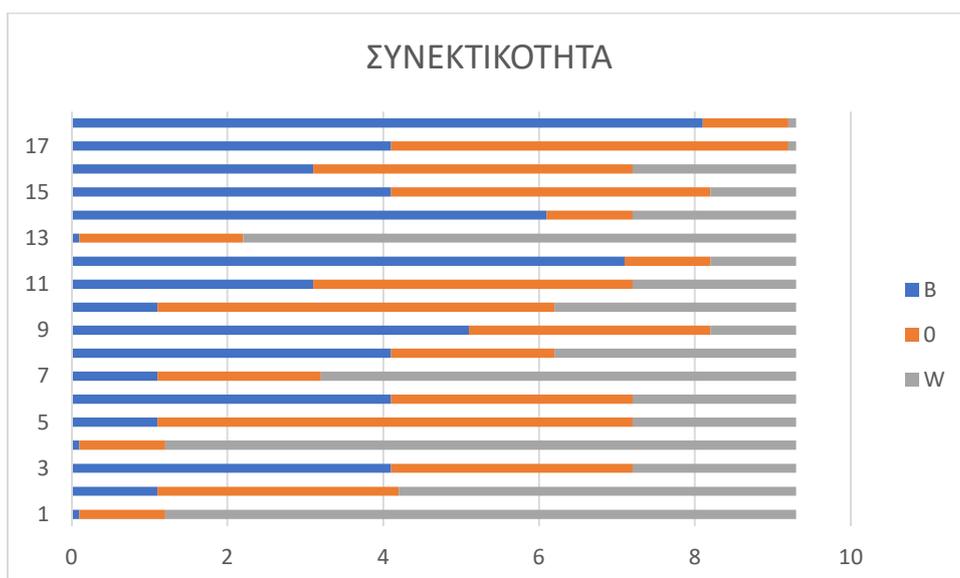
8	4,1	2,1	3,1	0,002	0,140
9	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
10	1,1	5,1	3,1	-0,004	-0,518
11	3,1	4,1	2,1	0,002	0,195
12	7,1	1,1	1,1	0,012	0,932
13	0,1	2,1	7,1	-0,014	-2,131
14	6,1	1,1	2,1	0,008	0,533
15	4,1	4,1	1,1	0,006	0,658
16	3,1	4,1	2,1	0,002	0,195
17	4,1	5,1	0,1	0,008	1,857
18	8,1	1,1	0,1	0,016	2,197



Σχήμα 71: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής του τυπικού βαθμού της συνεκτικότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 72: Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της συνεκτικότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 73: Διάγραμμα αξιολόγησης της συνεκτικότητας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – worst

5.3.6 Ικανότητα επάλειψης

Όσον αφορά την ικανότητα επάλειψης τα δεδομένα του Πίνακα 16 αποδίδονται σε Σχήμα 74, Σχήμα 75 και Σχήμα 76 από όπου εξάγεται το συμπέρασμα πως τα δείγματα με αγελαδινό γάλα αλλά χωρίς υψηλή προσθήκη πρωτεϊνών ορού αλείφονται καλύτερα σύμφωνα με τους δοκιμαστές.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα ικανότητας επάλειψης για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

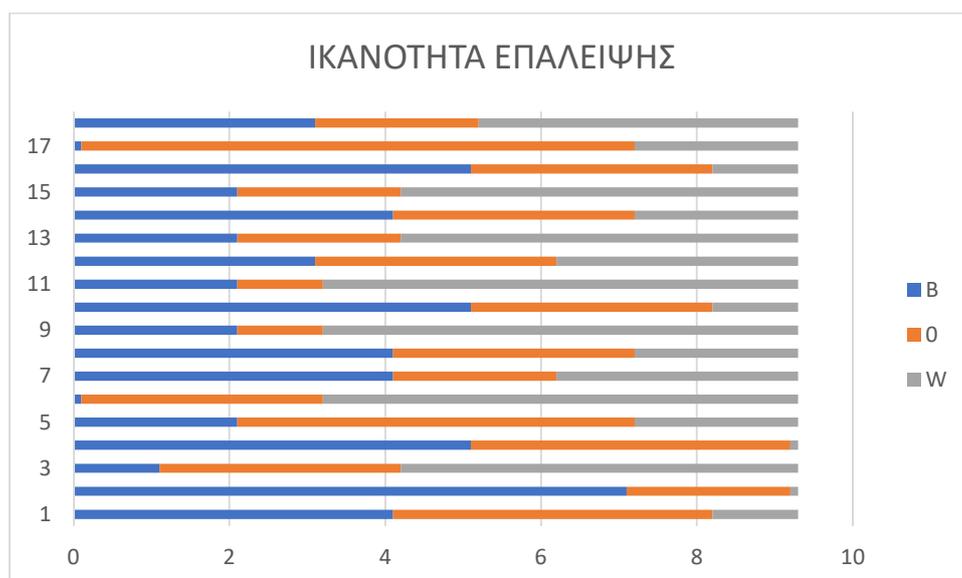
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	4,1	4,1	1,1	0,006	0,658
2	7,1	2,1	0,1	0,014	2,131
3	1,1	3,1	5,1	-0,008	-0,767
4	5,1	4,1	0,1	0,010	1,966
5	2,1	5,1	2,1	0,000	0,000
6	0,1	3,1	6,1	-0,012	-2,055
7	4,1	2,1	3,1	0,002	0,140
8	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
9	2,1	1,1	6,1	-0,008	-0,533
10	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
11	2,1	1,1	6,1	-0,008	-0,533
12	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
13	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
14	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
15	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
16	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
17	0,1	7,1	2,1	-0,004	-1,522
18	3,1	2,1	4,1	-0,002	-0,140



Σχήμα 74: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής του τυπικού βαθμού της ικανότητας επάλειψης για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 75: Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση ικανότητας επάλειψης για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



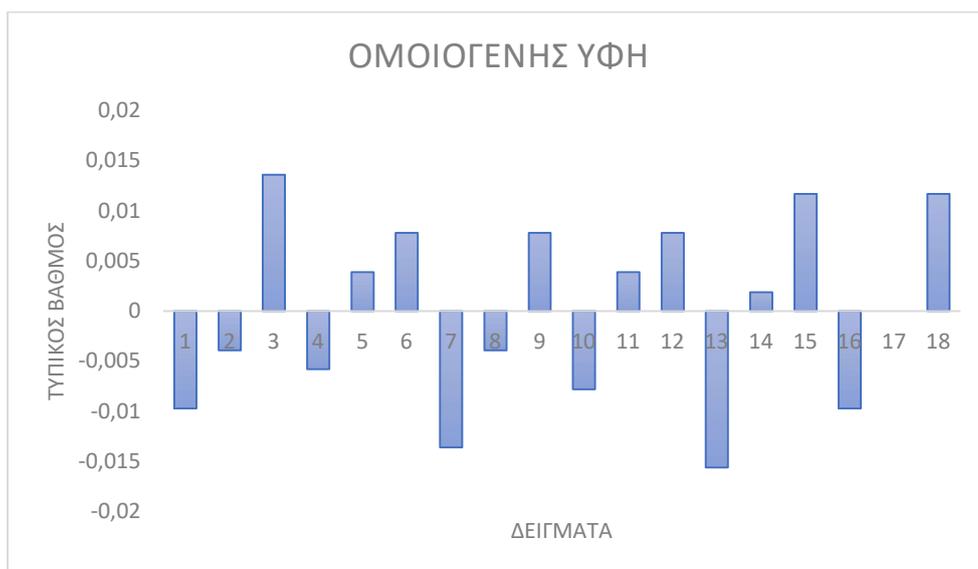
Σχήμα 76: Διάγραμμα αξιολόγησης της ικανότητας επάλειψης για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – Worst

5.3.7 Ομοιογενής υφή

Από τον Πίνακα 17 σχετικά με τα αποτελέσματα ομοιογενούς υφής για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο προκύπτουν τα διαγράμματα στο Σχήμα 77, στο Σχήμα 78 και στο Σχήμα 79 τα οποία κατασκευάστηκαν από τις απαντήσεις των δοκιμαστών σχετικά με την ομοιογενή υφή και δε δίνουν σαφή συμπεράσματα για τα δείγματα, καθώς δεν υπάρχει διάκριση μεταξύ αυτών με τη μέγιστη και ελάχιστη ομοιογενή υφή.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα ομοιογενούς υφής για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

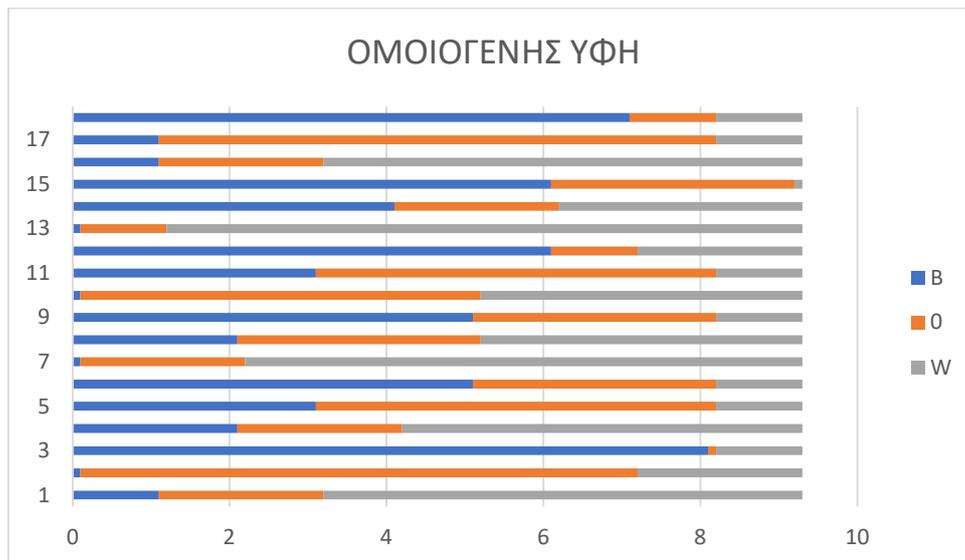
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	0,1	4,1	5,1	-0,010	-1,966
2	3,1	6,1	2,1	0,002	0,195
3	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
4	3,1	2,1	4,1	-0,002	-0,140
5	1,1	5,1	3,1	-0,004	-0,518
6	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
7	2,1	2,1	5,1	-0,006	-0,444
8	3,1	2,1	4,1	-0,002	-0,140
9	4,1	4,1	1,1	0,006	0,658
10	3,1	4,1	2,1	0,002	0,195
11	3,1	5,1	1,1	0,004	0,518
12	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
13	4,1	1,1	4,1	0,000	0,000
14	4,1	4,1	1,1	0,006	0,658
15	2,1	3,1	4,1	-0,004	-0,335
16	6,1	2,1	1,1	0,010	0,856
17	2,1	3,1	4,1	-0,004	-0,335
18	7,1	1,1	1,1	0,012	0,932



Σχήμα 77: Διαγραμματική απεικόνιση του τυπικού βαθμού της παραμέτρου της ομοιογενούς υφής για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 78: Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της ομοιογενούς υφής για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 79: Διάγραμμα αξιολόγησης της ομοιογενούς υφής για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, με τη μέθοδο best – worst

5.3.8 Αρέσκεια

Σύμφωνα με τις αποκρίσεις των δοκιμαστών σχετικά με την ερώτηση ποιο δείγμα από αυτά που δοκίμασαν τους άρεσε περισσότερο και ποιο λιγότερο προκύπτει το συμπέρασμα πως δείγματα παρασκευασμένα με πρόβειο γιαούρτι δεν εντυπωσίασαν τους δοκιμαστές και γενικά προτίμησαν δείγματα είτε με γίδινο γιαούρτι είτε με αγελαδινό γιαούρτι ως πρώτη ύλη. Προτιμώνται δείγματα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε βούτυρο.

Ως μέγιστα αρεστά δείγματα κρίθηκαν τα εξής:

- Το δείγμα 16 παρασκευασμένο από γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι με προσθήκη βουτύρου στο υψηλό επίπεδο (20%) και χωρίς προσθήκη πρωτεϊνών ορού.
- Το δείγμα 18 παρασκευασμένο από γίδινο παραδοσιακό γιαούρτι με προσθήκη βουτύρου στο υψηλό επίπεδο (20%) και προσθήκη πρωτεϊνών ορού στο υψηλότερο επίσης επίπεδο (10%).

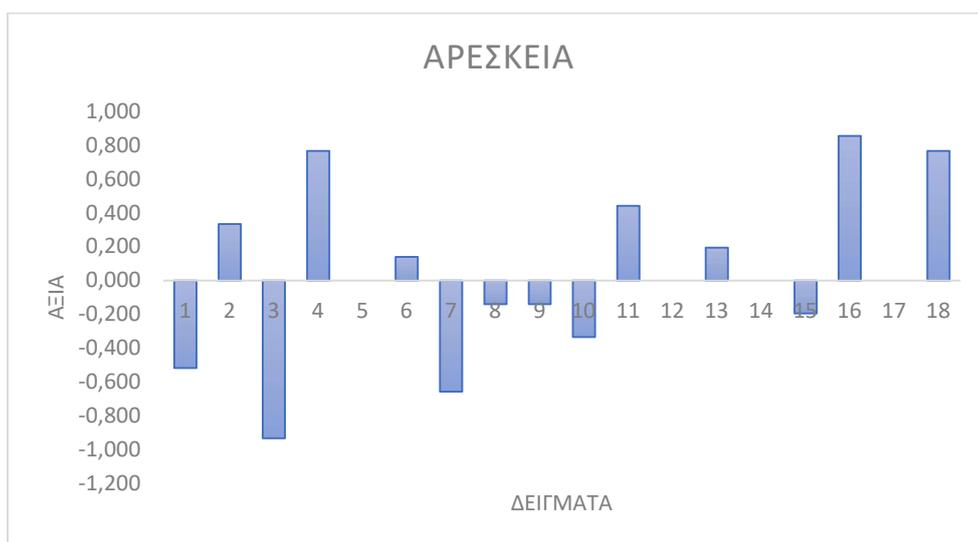
Συμπερασματικά, το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός πως οι δοκιμαστές ως καταναλωτές είναι περισσότερο εξοικειωμένοι σε δείγματα τυριού κρέμα τα οποία έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά. Τα συμπεράσματα αυτά προέκυψαν από τα διαγράμματα στο Σχήμα 80, Σχήμα 81 και Σχήμα 82, τα οποία προέκυψαν από τα δεδομένα του Πίνακα 18 σε σχέση με τα αποτελέσματα της αρέσκειας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα της αρέσκειας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο

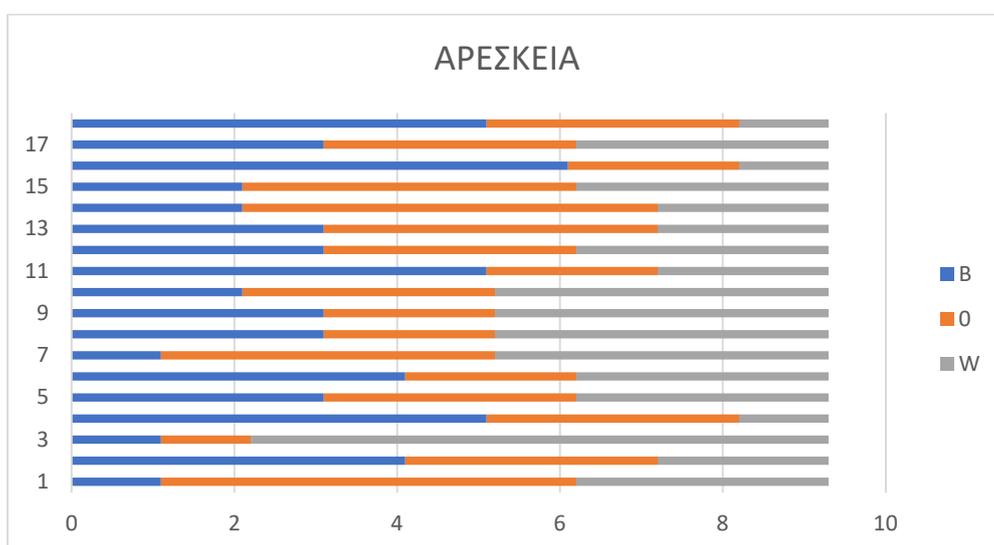
α/α	B(+1)	Ουδέτερο (0)	W(-1)	Τυπικός βαθμός	Αξία
1	1,1	5,1	3,1	-0,004	-0,518
2	4,1	3,1	2,1	0,004	0,335
3	1,1	1,1	7,1	-0,012	-0,932
4	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767
5	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
6	4,1	2,1	3,1	0,002	0,140
7	1,1	4,1	4,1	-0,006	-0,658
8	3,1	2,1	4,1	-0,002	-0,140
9	3,1	2,1	4,1	-0,002	-0,140
10	2,1	3,1	4,1	-0,004	-0,335
11	5,1	2,1	2,1	0,006	0,444
12	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
13	3,1	4,1	2,1	0,002	0,195
14	2,1	5,1	2,1	0,000	0,000
15	2,1	4,1	3,1	-0,002	-0,195
16	6,1	2,1	1,1	0,010	0,856
17	3,1	3,1	3,1	0,000	0,000
18	5,1	3,1	1,1	0,008	0,767



Σχήμα 80: Διαγραμματική απεικόνιση του τυπικού βαθμού της παραμέτρου της αρέσκειας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 81: Διαγραμματική απεικόνιση της αξίας των δειγμάτων με βάση την αξιολόγηση της αρέσκειας από τους δοκιμαστές για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο



Σχήμα 82: Διάγραμμα αξιολόγησης της αρέσκειας για τα 18 τυριά κρέμα κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο από τους δοκιμαστές, με τη μέθοδο best – worst

5.3.9 Κριτήρια αποδοχής από τους δοκιμαστές

Σύμφωνα με τον Πίνακα 11 των χαρακτηριστικών που έκαναν κάθε δοκιμαστή να χαρακτηρίσει το προϊόν της επιλογής του ως μέγιστα αρεστό, ο οποίος παρουσιάστηκε προηγουμένως γίνεται αντιληπτό ότι κάποια χαρακτηριστικά των δειγμάτων παίζουν καθοριστικότερο ρόλο στην επιλογή των δοκιμαστών, σε αντίθεση με κάποια άλλα μικρότερης βαρύτητας, για το μέγιστο αρεστό για αυτούς δείγμα. Συγκεκριμένα το ποσοστό 61,4% των δοκιμαστών θεωρεί βασικότερα κριτήρια για την επιλογή του δείγματος που του άρεσε περισσότερο την οξύτητα του δείγματος και το άρωμά του. Έπειτα σε ποσοστό 52,6% των δοκιμαστών ακολουθεί η λιπαρότητα του δείγματος. Λιγότερο σημαντικά κριτήρια για επιλογή τους ήταν το χρώμα και η ομοιογενής υφή των δειγμάτων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, χαρακτηριστικά της εμφάνισης, όπως το χρώμα, το σχήμα και

το μέγεθος συσκευασίας συμβάλλουν συχνά στην απόφαση των καταναλωτών, ώστε να προβούν στην αγορά ενός προϊόντος (Milovanovic 2020).

5.3.10 Αποδοχή του προϊόντος

Όπως αναφέρθηκε ήδη το τελευταίο στάδιο του οργανοληπτικού ελέγχου περιείχε την ερώτηση αποδοχής του περισσότερο αρεστού δείγματος από τους δοκιμαστές. Στην ερώτηση λοιπόν αν θα αγόραζαν το προϊόν που επέλεξαν ως μέγιστα αρεστό οι δοκιμαστές απάντησαν κατά κύριο λόγο ναι.

Συγκεκριμένα οι 55 στους 57 δοκιμαστές, ποσοστό 96,5%, θα αγόραζαν το δείγμα που τους άρεσε περισσότερο, αν αυτό υπήρχε στην αγορά.

Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό, ότι οι 2 δοκιμαστές που δε θα επέλεγαν να αγοράσουν το δείγμα που τους ικανοποίησε περισσότερο γευστικά θα το έκανα διότι είτε δεν επιλέγουν τέτοιο είδους προϊόντα στη καθημερινότητά τους είτε διότι αποφεύγουν τη λακτόζη.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα μελέτη έπειτα από την παράθεση και τη στατιστική ανάλυση του συνόλου των αποτελεσμάτων των πειραμάτων και της οργανοληπτικής δοκιμής είναι τα ακόλουθα:

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των φυσικοχημικών δοκιμών προκύπτουν τα εξής:

- Η πρωτεΐνη ορού είναι ο παράγοντας με τη μεγαλύτερη βαρύτητα και το επίπεδο προσθήκης της μεταβάλλει τις φυσικοχημικές παραμέτρους. Η υψηλή προσθήκη πρωτεϊνών ορού ανεβάζει το pH των δειγμάτων, οπότε προκύπτουν λιγότερο όξινα δείγματα, χαρακτηριστικό το οποίο είναι επιθυμητό για τους αγοραστές τέτοιων προϊόντων, όπως προσομοιώθηκε και από τον οργανοληπτικό έλεγχο.
- Το μεγαλύτερο επίπεδο προσθήκης πρωτεϊνών ορού είχε ως συνέπεια στις χρωματομετρικές παραμέτρους την μείωση του L^* , την μείωση του a^* και την αύξηση του b^* . Η διαφορά αυτή δεν ήταν οπτικά αντιληπτή, όμως το υψηλό ποσοστό σύμφωνα με τις μετρήσεις έδινε δείγματα με χαμηλότερη λαμπρότητα, λιγότερο υποπράσινα και περισσότερο με μια υποκίτρινη απόχρωση.
- Το διαφορετικό είδος παραδοσιακού γιαουρτιού που χρησιμοποιήθηκε δεν επηρέασε τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, ούτε και τα δυο διαφορετικά επίπεδα προσθήκης βουτύρου.
- Σχετικά με το μέγεθος των λιποσφαιρίων το συμπέρασμα που εξάγεται είναι πως στα δείγματα είχαν δημιουργηθεί συσσωματώματα, τα οποία εμπόδιζαν την μέτρηση του μεγέθους αυτών.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ρεολογικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Η σκληρότητα των δειγμάτων δεν επηρεάστηκε από τα διαφορετικά επίπεδα προσθήκης των τριών παραμέτρων
- Ενώ οι τιμές του έργου συμπίεσης αυξάνονται απότομα όταν η προσθήκη των πρωτεϊνών ορού φτάσει στο υψηλότερο επίπεδο.
- Σχετικά με την τιμή της $F3$, το υψηλό επίπεδο προσθήκης των πρωτεϊνών ορού ανεβάζει τις τιμές της δύναμης, οπότε προκύπτουν περισσότερο ελαστικά δείγματα.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής δοκιμής προκύπτει πως οι δοκιμαστές κατέληξαν στα εξής:

- Τα δείγματα τα οποία χαρακτήρισαν με μέγιστη ένταση χρώματος ήταν αυτά που τελικά ανέδειξαν και ως μέγιστα αρεστά. Συνεπώς η ελαφριά υποκίτρινη απόχρωση

επηρεάζει θετικά τους δοκιμαστές στο να επιλέξουν ένα δείγμα ως μέγιστα αρεστό.

- Για την παράμετρο της έντασης του αρώματος πιθανολογείται να προέκυψε σύγχυση στους δοκιμαστές αν έπρεπε να απαντήσουν στην ένταση του αρώματος και όχι στην αρέσκεια του αρώματος.
- Ως δείγματα με μέγιστη οξύτητα χαρακτηρίστηκαν αυτά με πρόβειο γιαούρτι και επιλέχθηκαν ως μέγιστα αρεστά τα δείγματα που σύμφωνα με τους δοκιμαστές είχαν μέτρια οξύτητα.
- Επιλέχθηκαν ως μέγιστα αρεστά δείγματα αυτά με μέγιστη συνεκτικότητα.
- Σχετικά με την ομοιογενή υφή των δειγμάτων δεν έχει γίνει κάποια διάκριση από τους δοκιμαστές.
- Η ικανότητα επάλειψής των δειγμάτων δεν επηρέασε τους δοκιμαστές από την επιλογή του περισσότερο αρεστού δείγματος, καθώς μεγαλύτερη ικανότητα επάλειψης είχαν τα δείγματα με αγελαδινό γιαούρτι.
- Αναγνώρισαν τα λιγότερο λιπαρά δείγματα με επιτυχία αλλά όχι τα περισσότερο λιπαρά.
- Στους δοκιμαστές άρεσαν περισσότερο τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από γίδινο γιαούρτι και είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε βούτυρο, άρα ήταν περισσότερο λιπαρά.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω οι φυσικοχημικές δοκιμές αλλά και τα ρεολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων επηρεάστηκαν κυρίως από την προσθήκη πρωτεϊνών ορού, οπότε είναι ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν για την παραγωγή αυτών των προϊόντων σε βιομηχανική κλίμακα. Από την οργανοληπτική δοκιμή προκύπτει πως οι καταναλωτές θα προτιμήσουν δείγματα με μεγάλη συνεκτικότητα, με ελαφριά υποκίτρινη απόχρωση, μέτρια οξύτητα και κυρίως με υψηλότερη περιεκτικότητα σε βούτυρο καθώς αυτά θεώρησαν ως περισσότερο γευστικά, δεδομένα τα οποία θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμα στη βιομηχανία τροφίμων.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

- Επίδραση της προσθήκης διαφορετικών ειδών σταθεροποιητών στις ιδιότητες των δειγμάτων και μελέτη των διαφορών στα ευχημικά χαρακτηριστικά τους μέσω της διεξαγωγής οργανοληπτικού ελέγχου.
- Μελέτη των δειγμάτων με την προσθήκη βελτιωτικών χρωμάτων και αρωμάτων, ώστε να αναπτυχθούν περαιτέρω οι ευχημικές ιδιότητες των προϊόντων που παρασκευάστηκαν.
- Μελέτη της διατηρησιμότητας σε συνθήκες ψύξης με ή και χωρίς την προσθήκη συντηρητικών.
- Εφαρμογή διαφορετικών συνθηκών επεξεργασίας (χρόνος, στροφές, θερμοκρασίες) και σύγκριση των ιδιοτήτων των προϊόντων που θα προκύψουν με αυτά της παρούσας μελέτης.
- Μελέτη της παρασκευής προϊόντων τυριού κρέμα με πρώτη ύλη φυτικά προϊόντα γιαουρτιού (πχ επιδόρπιο γιαουρτιού από εκχύλισμα αμυγδάλου) και προσθήκη φυτικών προϊόντων λίπους (πχ φυτική μαργαρίνη) αντί βουτύρου.
- Επανάληψη του ίδιου πειραματικού σχεδίου με υψηλότερα επίπεδα προσθήκης βουτύρου και πρωτεϊνών ορού, ώστε να υπάρξουν μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των δειγμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ahmed, N.S., Hassan, F.A.M., Salama, F.M.M., & Enb, A.K.M. (1995). Utilization of plant proteins in the manufacture of cheese analogs. *Egyptian Journal of Food Science*, 23, 37–45.

Balakrishnan, G., Nguyen, B.T., Schmitt, C., Nicolai, T. & Chassenieux, C. (2017). Heat-set emulsion gels of casein micelles in mixtures with whey protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 73, 213–221.

Bansal N., Bhandari, B.N., Ningtyas, D.W., Prakash, S. (2017). A tribological analysis of cream cheeses manufactured with different fat content. *International Dairy Journal*, 73, 155–165

Beauregard J.L., Bimbenet J.J., Chassagne M.H., Hardy J., Sanchez C. (1996). Effects of processing on rheology and structure of double cream cheese. *Food Research International*, , pp. 541-552

Belitz, H., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin: Springer.

Benichou, A., Aserin, A., Lutz, R. & Garti, N. (2007). Formation and characterization of amphiphilic conjugates of whey protein isolate (WPI)/xanthan to improve surface activity. *Food Hydrocolloids*, 21, 379–391.

Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Uhlmann G. (1989). *Processed Cheese Manufacture: A Joha Guide*. BK Ladenburg, Ladenburg.

Borwankar, R.P. (1992). Food texture and Rheology: A tutorial review. *Journal of Food Engineering*, 16, 1–16.

Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A. (2018). Effects of processing conditions on the texture and rheological properties of model acid gels and cream cheese. *Journal of Dairy Science*, 101, 6762–6775

Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Lim, K., Nelson, K., and Lucey, J.A. (2008) Characterization of the rheological, textural, and sensory properties of samples of commercial US cream cheese with different fat contents. *Journal Dairy Science*. 91, 4501-4517

Brummel, S.E. & Lee, K. (1990). Soluble hydrocolloids enable fat reduction in process cheese spreads. *Journal of Food Science*, 55(5), 1290–1292.

Buňka, F., Štětina, J. & Hrabě, J. (2008). The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. *European Food Research and Technology*, 228, 223–229.

Chatraei, S., Macosko, C.W. & Winter, H.H. (1981). Lubricated squeezing flow: a new bi-axial extensional rheometer. *Journal of Rheology*, 25(4), 433–443.

Chen J., Stokes J.R., (2012). Rheology and tribology: Two distinctive regimes of food texture sensation, *Trends in Food Science & Technology*, 25, 4-12

Chung, C. & McClements, D. (2014). Structure–function relationships in food emulsions: Improving food quality and sensory perception. *Food Structure*, 1, 106-126.

Corrieu G., and Béal C. (2016) Yogurt: The Product and its Manufacture. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.) *The Encyclopedia of Food and Health* vol. 5, pp. 617-624. Oxford: Academic Press.

Damodaran, S. (1996). Functional Properties, in: S. Nakai & H.W. Modler (Eds.) Food Proteins: Properties and Characterization. VCH Publishers INC, New York.

Das K., Choudhary R. & Thompson-Witrick K.A., (2019). Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. LWT - Food Science and Technology, 108, 69-80.

Deeth, H.C. & Bansal, N. (2019). Whey Proteins. From Milk to Medicine. Academic Press, Elsevier Inc., London

Delahunty, C.M. & Drake, M.A. (2004). Sensory Character of Cheese and its Evaluation, in: P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan & T.P. Guinee (Eds.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Vol. 1 (3rd ed.). Elsevier Academic Press, London.

Dickinson E., & Golding M. (1997). Rheology of sodium caseinate stabilized oil-in water emulsions, Journal of Colloid and Interface Science, 191, 166–176.

Dimitreli G., & Thomareis A.S. (2007). Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. Journal of Food Engineering, 84, 368–374.

Drake, M.A., Gerard, P.D., Truong, V.D. & Daubert, C.R. (1999). Relationship between instrumental and sensory measurements of cheese texture. Journal of Texture Studies, 30(4), 451–476

El-Salam, A.M.H. El-Shibiny, S. & Salem, A. (2009) factors affecting the functional properties of whey protein products: a review. Food Reviews International, 25(3), 251–270.

Everard, C.D., O'Donnell, C.P., O'Callaghan, D.J., Sheehan, E.M., Delahunty, C.M.,

O’Kennedy, B.T. & Howard, V. (2007). Prediction of sensory textural properties from rheological analysis for process cheese varying in emulsifying salt, protein and moisture contents. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 87, 641–650.

Eymery, O., & Pangborn, R.M. (1988). Influence of fat, citric acid and sodium chloride on texture and taste of a cheese analog. *Science des Aliments*, 8, 15–32.

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., & McSweeney, P.L.H. (2000). *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc.

Fox F.P., McSweeney L.H.P., Cogan M.T., Guinee P.T. (2004). Pasteurized processed cheese and substitute or imitation cheese products. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol.2, Major Cheese Groups, Elsevier Academic Press.

Ganguly S., Hussain A., Sh., Khetra Y., Kisan B. S. (2018). *Rheology of Dairy products*. ICAR- National Dairy Research Institute

Garti, N. (1999). What can nature offer from an emulsifier point of view: trends and progress. *Colloids and Surfaces, Physicochemical and engineering aspects*, 152, 125-146

Grinberg, V. & Tolstoguzov, V. (1997). Thermodynamic incompatibility of proteins and polysaccharides in solutions. *Food Hydrocolloids*, 11, 147–158.

Guinee, T.P., Caric, M. & Kalab, M. (2004). Pasteurized processed cheese and substitute/Imitation cheese products. In: P. F. Fox, P. L. H. Mc Sweeney, T. M. Cogan & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese - Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2. Major cheese groups (pp. 349-394). London: Elsevier Academic Press.

Gwartney E.A., Foegeding, E.A., Larick, D.K. (2002). The texture of commercial fullfat and

reduced-fat cheese, *Journal of Food Science*, 67, 812-816.

Habibi, H. & Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130–140.

Hadjimbei E., Botsaris G., Chrysostomou S. (2022) Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential

Hynes, J.T., & Vakaleris, D.G. (1974). Preparation of a low fat cream cheese product. United States of America Patent No. 3929892. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office

Imeson A. (2010). *Food Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents*. Blackwell Publishing Ltd, pp. 325-327

Johnson M.E., Kapoor R., McMahon D.J., McCoy D.R., Narasimmon R.G. (2009). Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 8, 252-267

Junior B. Molina-Hernández¹, Andrés Echeverri-Castro¹, Hugo A. Martínez-Correa¹ and Margarita M. Andrade-Mahecha 2019 Edible coating based on achira starch containing garlic/oregano oils to extend the shelf life of double cream cheese

Kahkashan Perveen, Badriah Alabdulkarim² and Shaista Arzoo (2011) Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese.

Kapoor R., Metzger L.E. (2008). Process cheese: scientific and technological aspects - A review, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 7.

Kemp, S.E, Hollowood, T. & Hort, J. (2009). *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*.

John Wiley & Sons, Inc., Ames.

Konstance, R.P. & Holsinger, V.H. (1992). Development of rheological test methods for cheese. *Food Technology*, 46, 105–109.

Kussy, D. & Aylward, E. (2009). Pasteurized Process Cheese, in: S. Clark, I.M. Costello, I.M. Drake & I.F. Bodyfelt (Eds.) *The Sensory Evaluation of Dairy Products* (2nd ed.). Springer Science & Business Media, New York.

Lee S.K., Anema S., Klostermeyer H. (2004). The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads, *International journal of food science & Technology*, 39, 763–771.

Lissant K. J. (1974). Food emulsions and emulsion technology, 253 – 258, Marcel Dekker, New York.

Lobato-Calleros, C., Vernon-Carter, E.J., Guerrero-Legarreta, I., Soriano-Santos, J., & Escalona-Beundia, H. (1997). Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. *Journal of Texture Studies*, 28, 619–632.

Lopes R.P., Mota M.J., Pinto C.A., Sousa S., Lopes da Silva J.A., Gomes A.M., Delgadillo I. & Saraiva J.A., (2019). Physicochemical and microbial changes in yogurts produced under different pressure and temperature conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 99, 423-430.

MacDougall, D.B. (2001). Principles of Colour Measurement for Food, in: E. Kress-Rogers & C.J.B. Brimelow (Eds) *Instrumentation and Sensors for the Food Industry* (2nd ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

McClements, D. (2016). *Food emulsions*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Mleko, S. (1999). Effect of protein concentration on whey protein gels obtained by a two-stage heating process. *European Food Research and Technology*, 209, 389–392.

Milovanovic B, Ilija Djekic, Jelena Miocinovic, Vesna Djordjevic, Jose M. Lorenzo, Francisco J. Barba , Daniel Mörlein and Igor Tomasevic. (2020). What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured?, 9-13.

Ong, L., Kentish, S.E., Gras, S.L. (2018). Small scale production of cream cheese: A comparison of batch centrifugation and cloth bag methods. *International Dairy Journal*, 81, 42–52

Ong L., Ong A., Pax A., P., Vongsvivut J., Tobin M., J., Kentish S., E., Gras S., L. (2020). The effect of pH on the fat and protein within cream cheese and their influence on textural and rheological properties, *Food Chemistry*, 332, 127327

Phadungath, C. (2005). Cream cheese products: A review. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, pp.191-199

Pinto, S., Rathour, A.K., Prajapati, J.P., Jana, A.H. & Solanky, M.J. (2007). Utilization in whey protein concentrate in processed cheese spread. *Natural Product Radiance*, 6(7), 398–401.

Pombo A.F.W. (2021). Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal*, 117, 109-48

Rousseau, B. (2004). Sensory Evaluation Techniques, in: L.M.L. Nollet (Ed.) *Handbook of Food Analysis: Physical Characterization and Nutrient Analysis Vol.1* (2nd ed.). Marcel Dekker Inc., New York.

Saha, D. & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 587–597.

Sakin-Yilmazer M., Koc B., Balkir P. & Kaymak-Ertekin F., (2014). Rheological behavior of reconstituted yoghurt powder – An optimization study. *Powder Technology*, 266, 433-439

Sanchez G.Y.M. (2014). Characterization and Rheological properties of Camelina Sativa Gum: Interactions with Xanthan Gum, Guar Gum, and Locust Bean Gum (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Kansas State University, Manhattan

Santos, B.L., Resurreccion, A.V.A., & Garcia, V.V. (1989). Quality characteristics and consumer acceptance of a peanut-based imitation cheese spread. *Journal of Food Science*, 54, 468–471.

Song K.-W., Kuk H.-Y. & Chang G.-S. (2006). Rheology of concentrated xanthan gum solutions: Oscillatory shear flow behavior. *Korea-Australia Rheology Journal*, 18, 67-81

Steffe J. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*, 2nd edition, Freeman Press, East Lansing, Michigan.

Stone, A.K. & Nickerson, M.T. (2012). Formation and functionality of whey protein isolate-(kappa-, iota-, and lambda-type) carrageenan electrostatic complexes. *Food Hydrocolloids*, 27, 271-277.

Tadros, T.F. (2013). *Emulsion Formation and Stability*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim.

Tako M. & Nakamura S. (1985). Synergistic Interaction Between Xanthan and Guar Gum. *Carbohydrate Research*, 138, 207-213

Talbot-Walsh G., Kannar D., Cordelia Selomulya C.,(2018). A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. *Trends in Food Science & Technology*, 81,193-202

Terpstra M.E.J., Janssen A.M., & Van Der Linden E. (2007), Exploring Imperfect Squeezing Flow Measurements in a Teflon Geometry for Semisolid Foods. *Journal of Food Science*, 72, 492-502

Thapa, T.B. & Gupta, V.K. (1992). Rheology of cheese foods with added whey protein concentrates. *Indian Journal of Dairy Science*, 45(2), 88–92.

Turgeon, S.L. & Beaulieu, M. (2001) Improvement and modification of whey protein gel texture using polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 15, 583–591.

van den Berg, L., van Vliet, T., van der Linden, E., van Boekel, M.A.J.S. & van de Velde, F. (2007). Breakdown properties and sensory perception of whey proteins/polysaccharide mixed gels as a function of microstructure. *Food Hydrocolloids*, 21, 961–976.

Walstra P., Wouters J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology* (2nd edn.). Boca Raton, FL, USA: Taylor & Francis, CRC Press.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αρβανιτογιάννης, Ι.Σ., Βαρζάκας, Θ.Χ. και Τζίφα, Κ.Ν. (2008). Έλεγχος ποιότητας τροφίμων. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Ανυφαντάκης, Ε.Μ. (2004). Τυροκομία: Χημεία – Φυσικοχημεία – Μικροβιολογία, 2η Έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Βαγενά Α., (2015). *Φυσικοχημική Μελέτη Χαρακτηρισμού Γαλακτωμάτων σε Διαφορετικές Συστάσεις Ελαιώδους Φάσης* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Κεχαγιάς Χ. (2011) ποιότητα γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, Ίων, Αθήνα
Κεχαγιάς Χ., Τσάκαλη Ε., (2017). Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων, 1η Έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα
Κυρανάς Ε., (2016). Πρόσθετα Τροφίμων και Νομοθεσία, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

Κώδικας Τροφίμων - Ποτών (2009). Γενικό Χημείο του Κράτους, Ανώτατο Χημικό Συμβούλιο, Αθήνα. Άρθρο 81, 82

Μάντης, Α.Ι., Παπαγεωργίου, Δ.Κ. και Φλετούρης, Δ.Ι. (2006). Εργαστηριακή εξέταση του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων. Α. Μικροβιολογικές μέθοδοι. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Μπαζάκας Ν., Μπράτσας Π., (2020). Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας και του είδους του σταθεροποιητή στις ιδιότητες επαλειφόμενων ανακατεργασμένων τυριών από στραγγιστό γιαούρτι. Πτυχιακή Διατριβή, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Θεσσαλονίκη

Παναγιώτου Κ. (1998). Διεπιφανειακά φαινόμενα και κολλοειδή συστήματα. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Πετρίδης Δ., (2019). Εφαρμοσμένη Στατιστική με έμφαση στην επιστήμη τροφίμων,

Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

Ριτζούλης Χ. (2011). Φυσικοχημεία Τροφίμων, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

Χατζηαντωνίου Σουμέλα (2020). Ανάπτυξη και μελέτη ανακατεργασμένων τυριών τυρογαλάκτος. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://www.tainstruments.com/pdf/literature/RH108.pdf>

<https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΠΡΟΪΟΝ ΤΥΠΟΥ ΤΥΡΙ ΚΡΕΜΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ:

- 1) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη (πιο ανοιχτόχρωμο) και την μέγιστη (πιο σκουρόχρωμο) ένταση χρώματος:

Ελάχιστη Ένταση Χρώματος	Μέγιστη Ένταση Χρώματος

- 2) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη ή μέγιστη ένταση αρώματος:

Ελάχιστη Ένταση Αρώματος	Μέγιστη Ένταση Αρώματος

- 3) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη οξύτητα:

Ελάχιστη Οξύτητα	Μέγιστη Οξύτητα

- 4) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη λιπαρότητα:

Ελάχιστη Λιπαρότητα	Μέγιστη Λιπαρότητα

- 5) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος που είναι ελάχιστα και μέγιστα συνεκτικό:

Ελάχιστα Συνεκτικό	Μέγιστα Συνεκτικό

--	--

6) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος που έχει την μικρότερη και μεγαλύτερη ικανότητα επάλειψης: (για την αξιολόγηση του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού σας έχουν δοθεί ως βάση επάλειψης του προϊόντος φρυγανιά)

Ελάχιστη Ικανότητα Επάλειψης	Μέγιστη Ικανότητα Επάλειψης

7) Σημειώστε τον κωδικό με την ελάχιστη και μέγιστη ομοιογενή υφή:

Ελάχιστη Ομοιογενής Υφή	Μέγιστη Ομοιογενής Υφή

8) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και μέγιστη αρέσκεια:

Ελάχιστα Αρεστό	Μέγιστα Αρεστό

Με βάση ποια χαρακτηριστικά επιλέξατε το μέγιστο αρεστό δείγμα;

Οξύτητα

Λιπαρότητα

Χρώμα

Άρωμα

Συνεκτικότητα

Ικανότητα Επάλειψης

Ομοιογενής υφή

Άλλο (π.χ. συνδυασμός κτλ.): _____

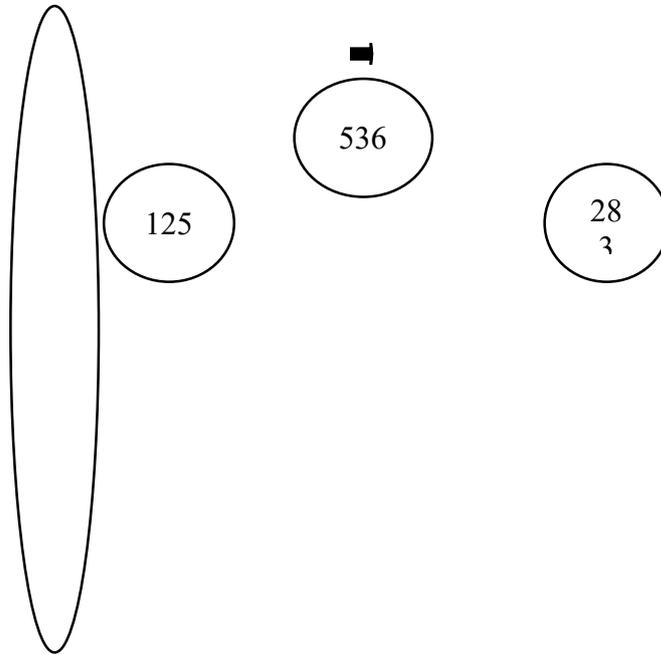
9) Θα αγοράζατε το προϊόν που επιλέξατε ως μέγιστο αρεστό;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Οδηγίες για τον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο

Στο πλαίσιο του οργανοληπτικού ελέγχου θα σας δοθεί ένα πιάτο με 3 δείγματα που φέρουν τριψήφιους αριθμούς, το οποίο αναπαρίσταται κάτωθι:



Θα κληθείτε να δοκιμάσετε και να αξιολογήσετε τα εν λόγω δείγματα. Ειδικότερα, θα σας ζητηθεί να απαντήσετε σε ερωτήσεις όπου θα αξιολογείτε ένα καθορισμένο χαρακτηριστικό ως προς την ένταση του (λιγότερο-περισσότερο ή ελάχιστα-μέγιστα)

Παρακαλείστε:

- ✓ Να δοκιμάζετε τα (3) δείγματα με τη φορά που δείχνει το βέλος.
- ✓ Να δοκιμάσετε την πρώτη φορά όλα τα δείγματα διαδοχικά για να αποκτήσετε μια πρώτη ένταση εντύπωση/άποψη.
- ✓ Κάθε φορά που θα δοκιμάζετε ένα δείγμα, να ξεπλένετε το στόμα σας πριν προχωρήσετε στο επόμενο.
- ✓ Να σημειώσετε τα δείγματα με την λιγότερη/ελάχιστη και περισσότερη/μέγιστη ένταση του εκάστοτε χαρακτηριστικού.

➔ Να ρωτήσετε οποιαδήποτε απορία έχετε, χωρίς κανένα δισταγμό και

➔ Να ΜΗΝ ξεχάσετε να συμπληρώσετε τα στοιχεία σας!!!

Πίνακας 19: Αποτελεσμάτα οργανοληπτικού ελέγχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

α/α	ΚΩΔΙΚΟ I ΔΕΙΓΜΑ ΤΩΝ			ΔΕΙΓΜ ΑΤΑ			ΕΝΤΑΣ Η ΧΡΩΜ ΑΤΟΣ		ΕΝΤΑΣ Η ΑΡΩΜΑ ΤΟΣ		ΟΞΥΤ ΗΤΑ		ΛΙΠΑΡ ΟΤΗΤΑ		ΣΥΝΕ ΚΤΙΚ ΟΤΗΤ Α		ΕΠΑΛΕ ΙΨΗ		ΟΜΟΙ ΟΓΕΝ ΗΣ ΥΦΗ		ΑΡΕΣΚ ΕΙΑ	
							+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	7 2 2	54 6	7 0 5	1 5	1 8	19	18	19	19	18	19	15	18	19	18	19	15	19	18	19	18	19
2	3 9 0	13 7	2 7 6	9	1 4	17	14	9	9	17	14	9	9	17	14	9	9	17	9	17	9	17
3	7 5 7	23 6	4 4 7	2	4	5	4	2	4	2	5	2	5	2	5	4	2	5	5	4	4	2
4	3 0 8	11 9	4 0 7	1	1 1	15	15	1	1	15	11	15	15	1	15	1	15	11	15	1	15	11
5	3 7 7	50 1	2 3 2	1	4	18	18	1	4	1	1	18	18	1	18	1	18	1	18	4	18	1
6	5 6 1	63 7	4 2 5	1 1	1 7	18	18	17	17	11	17	18	17	18	18	11	11	18	18	11	18	11
7	8 0 5	44 1	9 8 3	2	7	15	15	7	2	15	7	15	7	2	2	7	7	15	7	15	2	7
8	3 8 0	80 6	5 4 4	5	1 3	15	15	13	5	13	13	15	15	13	15	13	13	15	13	15	5	15
9	4 9 2	12 6	9 0 0	1	2	14	14	1	1	2	1	2	14	1	14	1	2	14	2	14	2	1
10	8 2 5	41 3	6 6 4	1 4	1 6	19	19	16	19	14	16	14	14	16	16	14	16	19	16	19	16	19
11	4 2 3	19 1	4 6 2	2	1 1	16	11	16	16	11	16	2	11	2	11	2	2	11	11	16	11	16
12	9 0	88 2	1 9	8	9	15	15	8	8	9	8	15	15	8	9	8	8	9	15	8	8	9

7	5 1	3	5 5	6																		
2 8	9 1 3	98 6	9 7 4	2 6	8	6	8	2	8	2	6	6	8	6	2	2	6	8	2	8	6	
2 9	2 8 1	27 2	6 5 7	7 1 1	13	11	7	11	7	11	13	13	7	11	13	7	11	13	-	11	7	
3 0	4 9 8	25 5	8 9 0	4 1 5	17	15	4	4	15	4	15	17	15	17	4	4	15	4	17	17	15	
3 1	6 0 4	78 9	4 7 3	4 1 0	12	4	12	10	4	4	12	4	12	12	4	4	12	10	12	4	12	
3 2	2 3 8	47 0	4 5 3	3 5	10	3	10	10	3	10	3	3	10	3	10	10	3	10	5	10	3	
3 3	3 8 6	98 1	7 9 5	6 1 1	12	12	11	6	12	11	6	12	6	12	11	11	6	6(-)	12(-)	11	12	
3 4	9 3 7	74 5	6 4 0	6 7	19	6	7	7	19	7	6	6	7	6	7	19	6	6	19	6	7	
3 5	9 2 7	63 1	4 3 9	2 3	17	3	2	3	17	2	3	3	2	17	2	2	3	2	3	17	3	
3 6	4 4 4	48 1	8 5 9	6 1 6	17	6	16	16	6	16	6	17	16	6	16	16	6	17	6	6	17	
3 7	8 0 8	92 0	3 3 0	5 1 2	17	12	5	5	12	17	12	17	5	12	5	5	12	12	17	5	17	
3 8	3 4 6	32 1	8 8 9	2 1 3	18	18	13	2	18	2	18	18	13	18	13	18	13	18	13	13	2	
3 9	9 1 5	56 9	9 9 4	7 1 0	14	14	10	10	14	7	14	7	10	14	7	14	7	14	7	14	10	
4 0	3 8 3	59 9	4 3 5	2 1 2	19	12	19	12	19	2	12	12	19	12	2	2	12	2	12	2	12	
4 1	6 8 8	37 0	2 2 4	7 1 2	18	18	7	7	18	7	18	12	7	18	7	12	7	18	7	18	7	

4 2	1 0 8	53 9	3 5 1	1 8	13	8	13	1	8	8	1	8	1	8	1	8	13	8	1	13	8
4 3	2 9 8	28 5	4 0 4	4 9	11	9	4	4	9	11	4	11	4	11	4	4	9	4	9	4	9
4 4	7 2 4	98 0	5 8 1	1 0 3	17	17	13	13	17	13	17	17	13	17	13	10	13	17	13	17	13
4 5	2 2 6	31 1	9 5 9	5 6	18	5	18	5	18	5	6	18	6	18	6	18	5	18	6	18	6
4 6	8 1 3	82 3	4 6 0	3 8	11	3	8	8	3	8	11	8	3	8	3	8	11	11	8	11	3
4 7	5 8 4	46 1	7 7 3	2 9	10	9	10	10	2	10	2	9	10	9	2	2	9	9	2	2	9
4 8	1 4 2	51 7	9 2 2	1 7	19	19	1	17	19	1	19	17	1	17	1	1	17	19	1	19	1
4 9	4 2 8	69 3	7 8 4	5 1 1	14	11	14	5	14	5	11	11	5	14	5	14	11	14	5	14	5
5 0	1 8 7	21 0	5 3 4	4 6	13	6	13	13	4	13	4	13	6	6	4	4	6	13	4	6	-
5 1	9 3 2	24 2	8 1 4	1 2 3	14	12	13	13	12	13	12	12	13	12	13	12	13	12	13	12	14
5 2	6 4 2	95 5	7 4 9	1 5	16	5	1	5	1	1	5	16	5	16	1	1	16	16	1	16	5
5 3	1 2 2	94 4	3 7 5	4 8	14	14	4	14	4	8	4	8	14	14	4	4	14	4	8	4	8
5 4	9 2 1	37 2	7 3 6	1 6	10	1	6	1	10	1	6	10	6	10	1	1	10	10	6	6	10
5 5	1 9 2	21 7	7 7 8	3 2	15	3	12	12	3	15	3	3	12	12	15	12	15	3	15	12	3
5 6	7 1	71 8	2 0	9 3	19	9	13	9	19	9	19	19	13	9	13	13	9	19	13	13	19

	0	1																				
5	1	52	6	5	7	9	9	7	9	5	7	5	9	7	9	7	5	9	9	7	9	5
7	8	6	0																			

- + ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΥ
- - ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Αποτελέσματα προγράμματος στατιστικής ανάλυσης MINITAB

- Για την παράμετρο του pH

General Linear Model: pH versus Γάλα; Βούτυρο;

Πρωτεΐνη ορού

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Γάλα	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γάλα	2	0,20714	0,10357	49,72	0,000
Βούτυρο	1	0,01434	0,01434	6,88	0,012
Πρωτεΐνη ορού	2	3,95018	1,97509	948,08	0,000
Γάλα*Βούτυρο	2	0,01569	0,00785	3,77	0,032
Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	4	0,03388	0,00847	4,07	0,007
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	0,00997	0,00499	2,39	0,104
Error	40	0,08333	0,00208		
Lack-of-Fit	4	0,01166	0,00292	1,46	0,233
Pure Error	36	0,07167	0,00199		
Total	53	4,31453			

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	pH	Fit	Resid	Std Resid	
15	4,2500	4,3348	-0,0848	-2,16	R
19	4,1000	4,0096	0,0904	2,30	R

28	4,0400	3,9570	0,0830	2,11	R
30	3,8600	3,9570	-0,0970	-2,47	R
35	4,5400	4,6254	-0,0854	-2,17	R

R Large residual

Means

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γάλα		
A	4,3117	0,0108
Γ	4,4494	0,0108
Π	4,3256	0,0108
Βούτυρο		
10	4,34593	0,00878
20	4,37852	0,00878
Πρωτεΐνη ορού		
0	4,0256	0,0108
5	4,3733	0,0108
10	4,6878	0,0108

Tukey Pairwise Comparisons: Γάλα

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα	N	Mean	Grouping
Γ	18	4,44944	A
Π	18	4,32556	B
A	18	4,31167	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γάλα Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ - A	0,1378	0,0152	(0,1008; 0,1748)	9,06	0,000
Π - A	0,0139	0,0152	(-0,0231; 0,0509)	0,91	0,635
Π - Γ	-0,1239	0,0152	(-0,1609; -0,0869)	-8,14	0,000

Individual confidence level = 98,04%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γάλα

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γάλα	N	Mean	Grouping
Γ	18	4,44944	A
Π	18	4,32556	B
A	18	4,31167	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γάλα Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ - A	0,1378	0,0152	(0,1070; 0,1685)	9,06	0,000
Π - A	0,0139	0,0152	(-0,0169; 0,0446)	0,91	0,367
Π - Γ	-0,1239	0,0152	(-0,1546; -0,0931)	-8,14	0,000

Simultaneous confidence level = 87,98%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	27	4,37852	A
10	27	4,34593	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
20 - 10	0,0326	0,0124	(0,0075; 0,0577)	2,62	0,012

Individual confidence level = 95,00%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	27	4,37852	A
10	27	4,34593	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference	Difference	SE of	Individual 95%	T-Value	P-Value
------------	------------	-------	----------------	---------	---------

of Βούτυρο Levels	of Means	Difference	CI		
20 - 10	0,0326	0,0124	(0,0075; 0,0577)	2,62	0,012

Simultaneous confidence level = 95,00%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	18	4,68778	A
5	18	4,37333	B
0	18	4,02556	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	0,3478	0,0152	(0,3108; 0,3848)	22,86	0,000
10 - 0	0,6622	0,0152	(0,6252; 0,6992)	43,53	0,000
10 - 5	0,3144	0,0152	(0,2774; 0,3515)	20,67	0,000

Individual confidence level = 98,04%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	18	4,68778	A
5	18	4,37333	B
0	18	4,02556	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	0,3478	0,0152	(0,3170; 0,3785)	22,86	0,000
10 - 0	0,6622	0,0152	(0,6315; 0,6930)	43,53	0,000

10 - 5 0,3144 0,0152 (0,2837; 0,3452) 20,67 0,000
Simultaneous confidence level = 87,98%

Fisher Individual 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	18	4,68778	A
5	18	4,37333	B
0	18	4,02556	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	0,3478	0,0152	(0,3170; 0,3785)	22,86	0,000
10 - 0	0,6622	0,0152	(0,6315; 0,6930)	43,53	0,000
10 - 5	0,3144	0,0152	(0,2837; 0,3452)	20,67	0,000

Simultaneous confidence level = 87,98%

Fisher Individual 95% CIs

Γάλα * Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα*Βούτυρο	N	Mean	Grouping
Γ 20	9	4,47667	A
Γ 10	9	4,42222	A
A 20	9	4,34111	B
Π 10	9	4,33333	B
Π 20	9	4,31778	B
A 10	9	4,28222	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γάλα*Βούτυρο	N	Mean	Grouping
Γ 20	9	4,47667	A
Γ 10	9	4,42222	B

A 20	9	4,34111	C
Π 10	9	4,33333	C
Π 20	9	4,31778	C D
A 10	9	4,28222	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: Γάλα*Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
Γ 10	6	4,75167	A
A 10	6	4,68333	A B
Π 10	6	4,62833	B
Γ 5	6	4,46333	C
Π 5	6	4,36500	D
A 5	6	4,29167	D
Γ 0	6	4,13333	E
Π 0	6	3,98333	F
A 0	6	3,96000	F

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
Γ 10	6	4,75167	A
A 10	6	4,68333	B
Π 10	6	4,62833	C
Γ 5	6	4,46333	D
Π 5	6	4,36500	E
A 5	6	4,29167	F
Γ 0	6	4,13333	G
Π 0	6	3,98333	H
A 0	6	3,96000	H

Means that do not share a letter are significantly different.

- Για τις χρωματομετρικές παραμέτρους
- Παράμετρος L*

- **General Linear Model: L versus Γάλα; Βούτυρο;**

Πρωτεΐνη ορού

- Method

Factor coding (-1; 0; +1)

- Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Γάλα	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γάλα	2	3,480	1,7402	102,43	0,000
Βούτυρο	1	0,317	0,3173	18,68	0,012
Πρωτεΐνη ορού	2	173,165	86,5827	5096,43	0,000
Γάλα*Βούτυρο	2	0,358	0,1791	10,54	0,025
Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	4	1,206	0,3014	17,74	0,008
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	0,473	0,2363	13,91	0,016
Error	4	0,068	0,0170		
Total	17	179,067			

- Means

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γάλα		
A	87,2017	0,0532
Γ	88,2450	0,0532
Π	87,9550	0,0532
Βούτυρο		
10	87,6678	0,0434
20	87,9333	0,0434
Πρωτεΐνη ορού		
0	91,8133	0,0532
5	87,3283	0,0532
10	84,2600	0,0532
Γάλα*Βούτυρο		
A 10	87,2567	0,0753
A 20	87,1467	0,0753
Γ 10	87,9600	0,0753

Γ 20	88,5300	0,0753
Π 10	87,7867	0,0753
Π 20	88,1233	0,0753
Γάλα*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	90,8600	0,0922
A 5	86,6200	0,0922
A 10	84,1250	0,0922
Γ 0	92,4200	0,0922
Γ 5	87,7000	0,0922
Γ 10	84,6150	0,0922
Π 0	92,1600	0,0922
Π 5	87,6650	0,0922
Π 10	84,0400	0,0922
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	91,8200	0,0753
10 5	87,2833	0,0753
10 10	83,9000	0,0753
20 0	91,8067	0,0753
20 5	87,3733	0,0753
20 10	84,6200	0,0753

Comparisons for L

Tukey Pairwise Comparisons: Γάλα

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γάλα	N	Mean	Grouping
Γ	6	88,2450	A
Π	6	87,9550	B
A	6	87,2017	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γάλα Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ – A	1,0433	0,0753	(0,7751; 1,3115)	13,86	0,000
Π – A	0,7533	0,0753	(0,4851; 1,0215)	10,01	0,001
Π – Γ	-0,2900	0,0753	(-0,5582; -0,0218)	-3,85	0,039

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γάλα

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γάλα	N	Mean	Grouping
Γ	6	88,2450	A
Π	6	87,9550	B
Α	6	87,2017	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γάλα Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ – Α	1,0433	0,0753	(0,8344; 1,2523)	13,86	0,000
Π – Α	0,7533	0,0753	(0,5444; 0,9623)	10,01	0,001
Π – Γ	-0,2900	0,0753	(-0,4989; -0,0811)	-3,85	0,018

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	87,9333	A
10	9	87,6678	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
20 – 10	0,2656	0,0614	(0,0950; 0,4362)	4,32	0,012

Individual confidence level = 95,00%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	87,9333	A
10	9	87,6678	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
-----------------------	---------------------	------------------	-------------------	---------	---------

Levels					
20 – 10	0,2656	0,0614	(0,0950; 0,4362)	4,32	0,012

Simultaneous confidence level = 95,00%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
0	6	91,8133	A
5	6	87,3283	B
10	6	84,2600	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 – 0	-4,4850	0,0753	(-4,7532; -4,2168)	-59,60	0,000
10 – 0	-7,5533	0,0753	(-7,8215; -7,2851)	-100,37	0,000
10 – 5	-3,0683	0,0753	(-3,3365; -2,8001)	-40,77	0,000

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
0	6	91,8133	A
5	6	87,3283	B
10	6	84,2600	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	-4,4850	0,0753	(-4,6939; -4,2761)	-59,60	0,000
10 - 0	-7,5533	0,0753	(-7,7623; -7,3444)	-100,37	0,000
10 - 5	-3,0683	0,0753	(-3,2773; -2,8594)	-40,77	0,000

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

- Παράμετρος α^*

- **General Linear Model: a versus Γιαούρτι; Βούτυρο; Πρωτεΐνη ορού**
- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	1,3916	0,6958	10,95	0,024
Βούτυρο	1	0,1352	0,1352	2,13	0,218
Πρωτεΐνη ορού	2	34,9591	17,4795	275,12	0,000
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	0,1861	0,0931	1,46	0,333
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	0,3445	0,0861	1,36	0,388
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	0,3324	0,1662	2,62	0,188
Error	4	0,2541	0,0635		
Total	17	37,6031			

- **Means**

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		
A	-2,717	0,103
Γ	-3,370	0,103
Π	-2,877	0,103
Βούτυρο		
10	-2,9011	0,0840
20	-3,0744	0,0840
Πρωτεΐνη ορού		
0	-4,818	0,103
5	-2,705	0,103
10	-1,440	0,103
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	-2,763	0,146
A 20	-2,670	0,146

Γ 10	-3,263	0,146
Γ 20	-3,477	0,146
Π 10	-2,677	0,146
Π 20	-3,077	0,146
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	-4,620	0,178
A 5	-2,230	0,178
A 10	-1,300	0,178
Γ 0	-5,050	0,178
Γ 5	-3,150	0,178
Γ 10	-1,910	0,178
Π 0	-4,785	0,178
Π 5	-2,735	0,178
Π 10	-1,110	0,178
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	-4,880	0,146
10 5	-2,650	0,146
10 10	-1,173	0,146
20 0	-4,757	0,146
20 5	-2,760	0,146
20 10	-1,707	0,146

Comparisons for a Tukey Pairwise Comparisons: Γιαούρτι Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
A	6	-2,71667	A
Π	6	-2,87667	A B
Γ	6	-3,37000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ - A	-0,653	0,146	(-1,172; -0,135)	-4,49	0,024
Π - A	-0,160	0,146	(-0,679; 0,359)	-1,10	0,563
Π - Γ	0,493	0,146	(-0,025; 1,012)	3,39	0,058

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
A	6	-2,71667	A
Π	6	-2,87667	A
Γ	6	-3,37000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ - A	-0,653	0,146	(-1,057; -0,249)	-4,49	0,011
Π - A	-0,160	0,146	(-0,564; 0,244)	-1,10	0,333
Π - Γ	0,493	0,146	(0,089; 0,897)	3,39	0,028

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	-1,44000	A
5	6	-2,70500	B
0	6	-4,81833	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	2,113	0,146	(1,595; 2,632)	14,52	0,000
10 - 0	3,378	0,146	(2,860; 3,897)	23,21	0,000
10 - 5	1,265	0,146	(0,746; 1,784)	8,69	0,002

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	-1,44000	A

5	6	-2,70500	B
0	6	-4,81833	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	2,113	0,146	(1,709; 2,517)	14,52	0,000
10 - 0	3,378	0,146	(2,974; 3,782)	23,21	0,000
10 - 5	1,265	0,146	(0,861; 1,669)	8,69	0,001

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

- Παράμετρος **b***
- **General Linear Model: B versus Γιαούρτι; Βούτυρο; Πρωτεΐνη ορού**
- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	2,8981	1,4491	32,30	0,003
Βούτυρο	1	2,4494	2,4494	54,60	0,002
Πρωτεΐνη ορού	2	20,3842	10,1921	227,18	0,000
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	0,4439	0,2219	4,95	0,083
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	3,0213	0,7553	16,84	0,009
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	1,9277	0,9639	21,48	0,007
Error	4	0,1795	0,0449		
Total	17	31,3042			

- **Means**

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		
A	16,3900	0,0865

Γ	15,4750	0,0865
Π	15,6217	0,0865
Βούτυρο		
10	15,4600	0,0706
20	16,1978	0,0706
Πρωτεΐνη ορού		
0	14,6583	0,0865
5	15,5950	0,0865
10	17,2333	0,0865
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	15,807	0,122
A 20	16,973	0,122
Γ 10	15,263	0,122
Γ 20	15,687	0,122
Π 10	15,310	0,122
Π 20	15,933	0,122
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	15,895	0,150
A 5	16,210	0,150
A 10	17,065	0,150
Γ 0	13,885	0,150
Γ 5	15,285	0,150
Γ 10	17,255	0,150
Π 0	14,195	0,150
Π 5	15,290	0,150
Π 10	17,380	0,150
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	13,853	0,122
10 5	15,310	0,122
10 10	17,217	0,122
20 0	15,463	0,122
20 5	15,880	0,122
20 10	17,250	0,122

Comparisons for B

Tukey Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
A	6	16,3900	A
Π	6	15,6217	B
Γ	6	15,4750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ - A	-0,915	0,122	(-1,351; -0,479)	-7,48	0,004
Π - A	-0,768	0,122	(-1,204; -0,333)	-6,28	0,007
Π - Γ	0,147	0,122	(-0,289; 0,582)	1,20	0,514

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
A	6	16,3900	A
Π	6	15,6217	B
Γ	6	15,4750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ - A	-0,915	0,122	(-1,255; -0,575)	-7,48	0,002
Π - A	-0,768	0,122	(-1,108; -0,429)	-6,28	0,003
Π - Γ	0,147	0,122	(-0,193; 0,486)	1,20	0,297

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	16,1978	A
10	9	15,4600	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference	Difference	SE of	Simultaneous	T-Value	Adjusted
------------	------------	-------	--------------	---------	----------

of Βούτυρο Levels	of Means	Difference	95% CI	T-Value	P-Value
20 - 10	0,7378	0,0998	(0,4606; 1,0150)	7,39	0,002

Individual confidence level = 95,00%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	16,1978	A
10	9	15,4600	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
20 - 10	0,7378	0,0998	(0,4606; 1,0150)	7,39	0,002

Simultaneous confidence level = 95,00%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	17,2333	A
5	6	15,5950	B
0	6	14,6583	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	0,937	0,122	(0,501; 1,372)	7,66	0,003
10 - 0	2,575	0,122	(2,139; 3,011)	21,06	0,000
10 - 5	1,638	0,122	(1,203; 2,074)	13,40	0,000

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
---------------	---	------	----------

10	6	17,2333	A
5	6	15,5950	B
0	6	14,6583	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 – 0	0,937	0,122	(0,597; 1,276)	7,66	0,002
10 – 0	2,575	0,122	(2,235; 2,915)	21,06	0,000
10 – 5	1,638	0,122	(1,299; 1,978)	13,40	0,000

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

- Μέγεθος λιποσφαιρίων
 - Παράγοντας D4:3
- **General Linear Model: D4:3 versus Γιαούρτι; Βούτυρο; ... ωτεΐνη ορού**
- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	58867	29433,7	9,38	0,031
Βούτυρο	1	1037	1036,9	0,33	0,596
Πρωτεΐνη ορού	2	64877	32438,7	10,34	0,026
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	17184	8591,9	2,74	0,178
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	18913	4728,2	1,51	0,350
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	156	77,9	0,02	0,976
Error	4	12547	3136,8		
Total	17	173581			

- **Means**

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		
A	301,7	22,9
Γ	440,0	22,9
Π	390,3	22,9
Βούτυρο		
10	384,9	18,7
20	369,7	18,7
Πρωτεΐνη ορού		
0	311,0	22,9
5	456,4	22,9
10	364,5	22,9
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	266,3	32,3
A 20	337,1	32,3
Γ 10	475,8	32,3
Γ 20	404,1	32,3
Π 10	412,6	32,3
Π 20	368,0	32,3
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	191,9	39,6
A 5	444,0	39,6
A 10	269,2	39,6
Γ 0	396,6	39,6
Γ 5	484,3	39,6
Γ 10	439,1	39,6
Π 0	344,7	39,6
Π 5	440,9	39,6
Π 10	385,3	39,6
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	320,0	32,3
10 5	466,8	32,3
10 10	368,0	32,3
20 0	302,1	32,3
20 5	446,1	32,3

20 10

361,0

32,3

Comparisons for D4:3

Tukey Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	439,974	A
Π	6	390,285	A B
A	6	301,705	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ – A	138,3	32,3	(23,0; 253,5)	4,28	0,028
Π – A	88,6	32,3	(-26,7; 203,8)	2,74	0,107
Π – Γ	-49,7	32,3	(-164,9; 65,6)	-1,54	0,368

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	439,974	A
Π	6	390,285	A B
A	6	301,705	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ – A	138,3	32,3	(48,5; 228,0)	4,28	0,013
Π – A	88,6	32,3	(-1,2; 178,4)	2,74	0,052
Π – Γ	-49,7	32,3	(-139,5; 40,1)	-1,54	0,199

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
5	6	456,414	A
10	6	364,511	A B
0	6	311,040	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 – 0	145,4	32,3	(30,1; 260,6)	4,50	0,024
10 – 0	53,5	32,3	(-61,8; 168,7)	1,65	0,326
10 – 5	-91,9	32,3	(-207,1; 23,3)	-2,84	0,097

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
5	6	456,414	A
10	6	364,511	B
0	6	311,040	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 – 0	145,4	32,3	(55,6; 235,2)	4,50	0,011
10 – 0	53,5	32,3	(-36,3; 143,2)	1,65	0,174
10 – 5	-91,9	32,3	(-181,7; -2,1)	-2,84	0,047

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

- Παράγοντας D3:2

General Linear Model: λιποσφαίρια (D3:2)) versus Γάλα; ... τεΐνη ορού

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Γάλα	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γάλα	2	3226,43	1613,21	57,84	0,001
Βούτυρο	1	131,93	131,93	4,73	0,095
Πρωτεΐνη ορού	2	972,12	486,06	17,43	0,011
Γάλα*Βούτυρο	2	222,70	111,35	3,99	0,111
Γάλα*Πρωτεΐνη ορού	4	537,08	134,27	4,81	0,079
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	19,28	9,64	0,35	0,727
Error	4	111,57	27,89		
Total	17	5221,10			

Means

Term	Fitted	
	Mean	SE Mean
Γάλα		
A	46,86	2,16
Γ	79,40	2,16
Π	66,69	2,16
Βούτυρο		
10	67,02	1,76
20	61,61	1,76
Πρωτεΐνη ορού		
0	56,40	2,16
5	74,11	2,16
10	62,44	2,16
Γάλα*Βούτυρο		
A 10	44,60	3,05
A 20	49,13	3,05
Γ 10	84,67	3,05
Γ 20	74,13	3,05
Π 10	71,81	3,05
Π 20	61,57	3,05

Γάλα*Πρωτεΐνη ορού

A 0	30,31	3,73
A 5	64,26	3,73
A 10	46,01	3,73
Γ 0	80,55	3,73
Γ 5	83,35	3,73
Γ 10	74,29	3,73
Π 0	58,33	3,73
Π 5	74,71	3,73
Π 10	67,03	3,73

Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού

10 0	57,65	3,05
10 5	77,46	3,05
10 10	65,97	3,05
20 0	55,15	3,05
20 5	70,75	3,05
20 10	58,92	3,05

Residuals vs Fits for λιποσφαίρια (D3:2)

Comparisons for D(3:2)_1

Tukey Pairwise Comparisons: γιαουρτι

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

γιαουρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	79,3983	A
Π	6	66,6882	A
A	6	46,8622	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of γιαουρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ – A	32,54	4,97	(19,28; 45,80)	6,54	0,000
Π – A	19,83	4,97	(6,57; 33,09)	3,99	0,005
Π – Γ	-12,71	4,97	(-25,97; 0,55)	-2,56	0,061

Individual confidence level = 97,94%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: γιαουρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

γιαουρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	79,3983	A
Π	6	66,6882	B
A	6	46,8622	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of γιαουρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ – A	32,54	4,97	(21,70; 43,37)	6,54	0,000
Π – A	19,83	4,97	(8,99; 30,66)	3,99	0,002
Π – Γ	-12,71	4,97	(-23,55; -1,87)	-2,56	0,025

Simultaneous confidence level = 88,44%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
5	6	74,1057	A
10	6	62,4438	A B
0	6	56,3991	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 – 0	17,71	4,97	(4,45; 30,97)	3,56	0,010
10 – 0	6,04	4,97	(-7,21; 19,30)	1,22	0,467
10 – 5	-11,66	4,97	(-24,92; 1,60)	-2,34	0,088

Individual confidence level = 97,94%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
5	6	74,1057	A
10	6	62,4438	B

0 6 56,3991 **B**

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 – 0	17,71	4,97	(6,87; 28,54)	3,56	0,004
10 – 0	6,04	4,97	(-4,79; 16,88)	1,22	0,248
10 – 5	-11,66	4,97	(-22,50; -0,82)	-2,34	0,037

Simultaneous confidence level = 88,44%

Fisher Individual 95% CIs

- Αποτελέσματα για ρεολογικές ιδιότητες
 - Σκληρότητα H1

General Linear Model: ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ versus Γιαούρτι; ... πρωτεΐνη ορού

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	7,5721	3,7861	55,03	0,001
Βούτυρο	1	1,9536	1,9536	28,39	0,006
Πρωτεΐνη ορού	2	29,8070	14,9035	216,60	0,000
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	0,0491	0,0246	0,36	0,720
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	1,1732	0,2933	4,26	0,095
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	0,7031	0,3515	5,11	0,079
Error	4	0,2752	0,0688		
Total	17	41,5334			

Means

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		

A	2,830	0,107
Γ	4,415	0,107
Π	3,717	0,107
Βούτυρο		
10	3,3244	0,0874
20	3,9833	0,0874
Πρωτεΐνη ορού		
0	2,345	0,107
5	3,213	0,107
10	5,403	0,107
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	2,537	0,151
A 20	3,123	0,151
Γ 10	4,123	0,151
Γ 20	4,707	0,151
Π 10	3,313	0,151
Π 20	4,120	0,151
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	1,820	0,185
A 5	2,455	0,185
A 10	4,215	0,185
Γ 0	2,670	0,185
Γ 5	4,095	0,185
Γ 10	6,480	0,185
Π 0	2,545	0,185
Π 5	3,090	0,185
Π 10	5,515	0,185
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	2,123	0,151
10 5	3,053	0,151
10 10	4,797	0,151
20 0	2,567	0,151
20 5	3,373	0,151
20 10	6,010	0,151

Comparisons for ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

Tukey Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	4,41500	A
Π	6	3,71667	B
A	6	2,83000	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ - A	1,585	0,151	(1,045; 2,125)	10,47	0,001
Π - A	0,887	0,151	(0,347; 1,426)	5,85	0,009
Π - Γ	-0,698	0,151	(-1,238; -0,159)	-4,61	0,022

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	4,41500	A
Π	6	3,71667	B
A	6	2,83000	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ - A	1,585	0,151	(1,165; 2,005)	10,47	0,000
Π - A	0,887	0,151	(0,466; 1,307)	5,85	0,004
Π - Γ	-0,698	0,151	(-1,119; -0,278)	-4,61	0,010

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	3,98333	A
10	9	3,32444	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
20 - 10	0,659	0,124	(0,316; 1,002)	5,33	0,006

Individual confidence level = 95,00%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	3,98333	A
10	9	3,32444	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
20 - 10	0,659	0,124	(0,316; 1,002)	5,33	0,006

Simultaneous confidence level = 95,00%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	5,40333	A
5	6	3,21333	B
0	6	2,34500	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	0,868	0,151	(0,329; 1,408)	5,73	0,010
10 - 0	3,058	0,151	(2,519; 3,598)	20,19	0,000
10 - 5	2,190	0,151	(1,650; 2,730)	14,46	0,000

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη	N	Mean	Grouping
----------	---	------	----------

ορού			
10	6	5,40333	A
5	6	3,21333	B
0	6	2,34500	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 – 0	0,868	0,151	(0,448; 1,289)	5,73	0,005
10 – 0	3,058	0,151	(2,638; 3,479)	20,19	0,000
10 – 5	2,190	0,151	(1,770; 2,610)	14,46	0,000

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

○ Έργο συμπίεσης A1

- **General Linear Model: ΕΡΓΟ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ versus Γιαούρτι; ... εΐνη ορού**
- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	2137,6	1068,8	88,63	0,000
Βούτυρο	1	1303,6	1303,6	108,10	0,000
Πρωτεΐνη ορού	2	21702,1	10851,1	899,86	0,000
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	92,6	46,3	3,84	0,117
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	73,0	18,3	1,51	0,349
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	666,0	333,0	27,62	0,005
Error	4	48,2	12,1		
Total	17	26023,3			

- **Means**

Term	Fitted	SE Mean
------	--------	---------

	Mean	
Γιαούρτι		
A	75,50	1,42
Γ	101,89	1,42
Π	85,24	1,42
Βούτυρο		
10	79,03	1,16
20	96,05	1,16
Πρωτεΐνη ορού		
0	55,87	1,42
5	70,88	1,42
10	135,87	1,42
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	63,88	2,00
A 20	87,12	2,00
Γ 10	95,62	2,00
Γ 20	108,16	2,00
Π 10	77,60	2,00
Π 20	92,87	2,00
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	42,02	2,46
A 5	58,74	2,46
A 10	125,73	2,46
Γ 0	68,47	2,46
Γ 5	87,75	2,46
Γ 10	149,45	2,46
Π 0	57,11	2,46
Π 5	66,16	2,46
Π 10	132,44	2,46
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	52,33	2,00
10 5	65,96	2,00
10 10	118,80	2,00
20 0	59,40	2,00
20 5	75,81	2,00
20 10	152,95	2,00

Comparisons for ΕΡΓΟ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Tukey Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	101,890	A
Π	6	85,237	B
A	6	75,497	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
Γ – Α	26,39	2,00	(19,25; 33,54)	13,16	0,000
Π – Α	9,74	2,00	(2,59; 16,89)	4,86	0,018
Π – Γ	-16,65	2,00	(-23,80; -9,51)	-8,31	0,003

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Γιαούρτι

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Γιαούρτι	N	Mean	Grouping
Γ	6	101,890	A
Π	6	85,237	B
A	6	75,497	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Γιαούρτι Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
Γ – Α	26,39	2,00	(20,83; 31,96)	13,16	0,000
Π – Α	9,74	2,00	(4,17; 15,31)	4,86	0,008
Π – Γ	-16,65	2,00	(-22,22; -11,09)	-8,31	0,001

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	96,0511	A

10 9 79,0311 **B**

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
20 - 10	17,02	1,64	(12,48; 21,56)	10,40	0,000

Individual confidence level = 95,00%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
20	9	96,0511	A
10	9	79,0311	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
20 - 10	17,02	1,64	(12,48; 21,56)	10,40	0,000

Simultaneous confidence level = 95,00%

Fisher Individual 95% CIs

Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	135,875	A
5	6	70,883	B
0	6	55,865	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	15,02	2,00	(7,87; 22,16)	7,49	0,004
10 - 0	80,01	2,00	(72,86; 87,16)	39,91	0,000
10 - 5	64,99	2,00	(57,85; 72,14)	32,42	0,000

Individual confidence level = 97,65%

Tukey Simultaneous 95% CIs

Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	135,875	A
5	6	70,883	B
0	6	55,865	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 – 0	15,02	2,00	(9,45; 20,58)	7,49	0,002
10 – 0	80,01	2,00	(74,44; 85,58)	39,91	0,000
10 – 5	64,99	2,00	(59,43; 70,56)	32,42	0,000

Simultaneous confidence level = 89,66%

Fisher Individual 95% CIs

- Δοκιμή ληπαινώμενης συμπιεστής ροής
 - Αποτελέσματα F_0
- **General Linear Model: F_0 versus Γιαούρτι; Βούτυρο; Πρωτεΐνη ορού**
- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	164,11	82,06	4,93	0,083
Βούτυρο	1	768,92	768,92	46,18	0,002
Πρωτεΐνη ορού	2	2292,70	1146,35	68,85	0,001
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	200,65	100,33	6,03	0,062
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	311,54	77,88	4,68	0,082
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	1105,91	552,96	33,21	0,003

Error	4	66,60	16,65
Total	17	4910,44	

- **Means**

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		
A	32,59	1,67
Γ	39,02	1,67
Π	32,63	1,67
Βούτυρο		
10	28,21	1,36
20	41,28	1,36
Πρωτεΐνη ορού		
0	25,60	1,67
5	27,99	1,67
10	50,65	1,67
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	23,45	2,36
A 20	41,74	2,36
Γ 10	37,20	2,36
Γ 20	40,84	2,36
Π 10	23,99	2,36
Π 20	41,28	2,36
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		
A 0	17,02	2,89
A 5	27,10	2,89
A 10	53,66	2,89
Γ 0	37,09	2,89
Γ 5	28,71	2,89
Γ 10	51,26	2,89
Π 0	22,70	2,89
Π 5	28,17	2,89
Π 10	47,03	2,89
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού		
10 0	23,86	2,36
10 5	27,72	2,36

10	10	33,06	2,36
20	0	27,35	2,36
20	5	28,26	2,36
20	10	68,24	2,36

- Residuals vs Fits for Fo
- Comparisons for Fo
- Tukey Pairwise Comparisons: Βούτυρο
- Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
---------	---	------	----------

20	9	41,2849	A
10	9	28,2132	B

- Means that do not share a letter are significantly different.

- Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
------------------------------	---------------------	------------------	---------------------	---------	------------------

20 - 10	13,07	1,92	(7,73; 18,41)	6,80	0,002
---------	-------	------	---------------	------	-------

- Individual confidence level = 95,00%

- Tukey Simultaneous 95% CIs
- Fisher Pairwise Comparisons: Βούτυρο
- Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Βούτυρο	N	Mean	Grouping
---------	---	------	----------

20	9	41,2849	A
10	9	28,2132	B

- Means that do not share a letter are significantly different.

- Fisher Individual Tests for Differences of Means

Difference of Βούτυρο Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
------------------------------	---------------------	------------------	-------------------	---------	---------

20 - 10	13,07	1,92	(7,73; 18,41)	6,80	0,002
---------	-------	------	---------------	------	-------

- Simultaneous confidence level = 95,00%

- Fisher Individual 95% CIs
- Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού
- Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη	N	Mean	Grouping
----------	---	------	----------

ορού

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	50,6500	A
5	6	27,9935	B
0	6	25,6036	B

- Means that do not share a letter are significantly different.

- **Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means**

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	2,39	2,36	(-6,01; 10,79)	1,01	0,608
10 - 0	25,05	2,36	(16,65; 33,44)	10,63	0,001
10 - 5	22,66	2,36	(14,26; 31,05)	9,62	0,001

- Individual confidence level = 97,65%

- **Tukey Simultaneous 95% CIs**

- **Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού**

- **Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence**

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	50,6500	A
5	6	27,9935	B
0	6	25,6036	B

- Means that do not share a letter are significantly different.

- **Fisher Individual Tests for Differences of Means**

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	2,39	2,36	(-4,15; 8,93)	1,01	0,368
10 - 0	25,05	2,36	(18,51; 31,59)	10,63	0,000
10 - 5	22,66	2,36	(16,12; 29,20)	9,62	0,001

- Simultaneous confidence level = 89,66%

- **Fisher Individual 95% CIs**

- Αποτελέσματα δύναμης F3

- **General Linear Model: F3 versus Γιαούρτι; Βούτυρο; Πρωτεΐνη ορού**

- **Method**

Factor coding (-1; 0; +1)

- **Factor Information**

Factor	Type	Levels	Values
Γιαούρτι	Fixed	3	A; Γ; Π
Βούτυρο	Fixed	2	10; 20
Πρωτεΐνη ορού	Fixed	3	0; 5; 10

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
Γιαούρτι	2	29,91	14,956	1,23	0,383
Βούτυρο	1	46,07	46,070	3,80	0,123
Πρωτεΐνη ορού	2	411,45	205,726	16,96	0,011
Γιαούρτι*Βούτυρο	2	13,87	6,933	0,57	0,605
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού	4	91,89	22,974	1,89	0,276
Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού	2	73,98	36,988	3,05	0,157
Error	4	48,51	12,127		
Total	17	715,68			

- **Means**

Term	Fitted Mean	SE Mean
Γιαούρτι		
A	12,21	1,42
Γ	12,36	1,42
Π	9,55	1,42
Βούτυρο		
10	9,78	1,16
20	12,98	1,16
Πρωτεΐνη ορού		
0	8,11	1,42
5	7,88	1,42
10	18,14	1,42
Γιαούρτι*Βούτυρο		
A 10	10,99	2,01
A 20	13,44	2,01
Γ 10	11,59	2,01
Γ 20	13,12	2,01
Π 10	6,74	2,01
Π 20	12,37	2,01
Γιαούρτι*Πρωτεΐνη ορού		

A 0	5,88	2,46
A 5	7,72	2,46
A 10	23,05	2,46
Γ 0	11,96	2,46
Γ 5	8,54	2,46
Γ 10	16,58	2,46
Π 0	6,51	2,46
Π 5	7,37	2,46
Π 10	14,78	2,46

Βούτυρο*Πρωτεΐνη ορού

10 0	7,77	2,01
10 5	7,88	2,01
10 10	13,68	2,01
20 0	8,46	2,01
20 5	7,87	2,01
20 10	22,60	2,01

- Residuals vs Fits for F3
- Comparisons for F3
- Tukey Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού
- Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	18,1352	A
0	6	8,1146	B
5	6	7,8758	B

- Means that do not share a letter are significantly different.

- Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
5 - 0	-0,24	2,01	(-7,40; 6,93)	-0,12	0,992
10 - 0	10,02	2,01	(2,86; 17,19)	4,98	0,017
10 - 5	10,26	2,01	(3,09; 17,42)	5,10	0,015

- Individual confidence level = 97,65%

- Tukey Simultaneous 95% CIs
- Fisher Pairwise Comparisons: Πρωτεΐνη ορού

- **Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence**

Πρωτεΐνη ορού	N	Mean	Grouping
10	6	18,1352	A
0	6	8,1146	B
5	6	7,8758	B

- *Means that do not share a letter are significantly different.*

- **Fisher Individual Tests for Differences of Means**

Difference of Πρωτεΐνη ορού Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
5 - 0	-0,24	2,01	(-5,82; 5,34)	-0,12	0,911
10 - 0	10,02	2,01	(4,44; 15,60)	4,98	0,008
10 - 5	10,26	2,01	(4,68; 15,84)	5,10	0,007

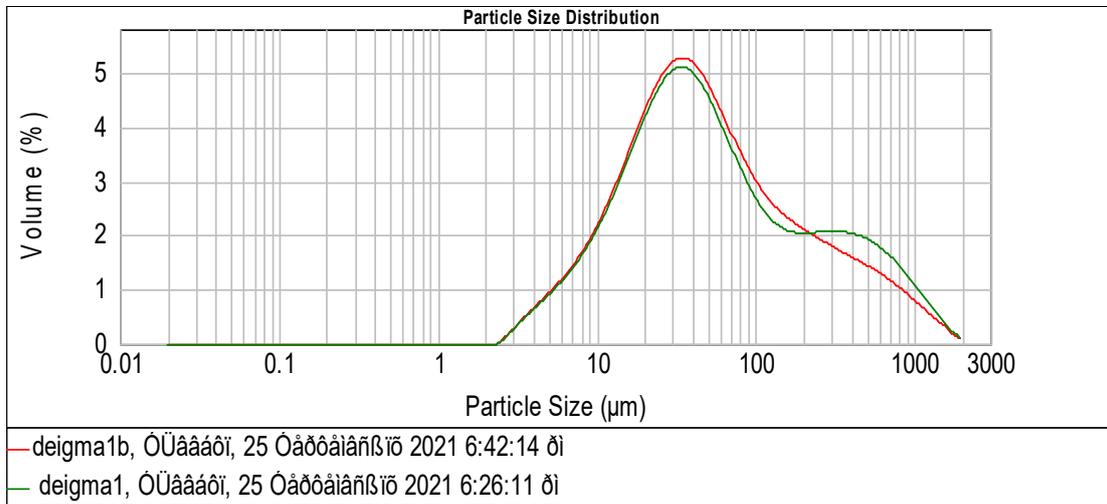
- *Simultaneous confidence level = 89,66%*

- **Fisher Individual 95% CIs**

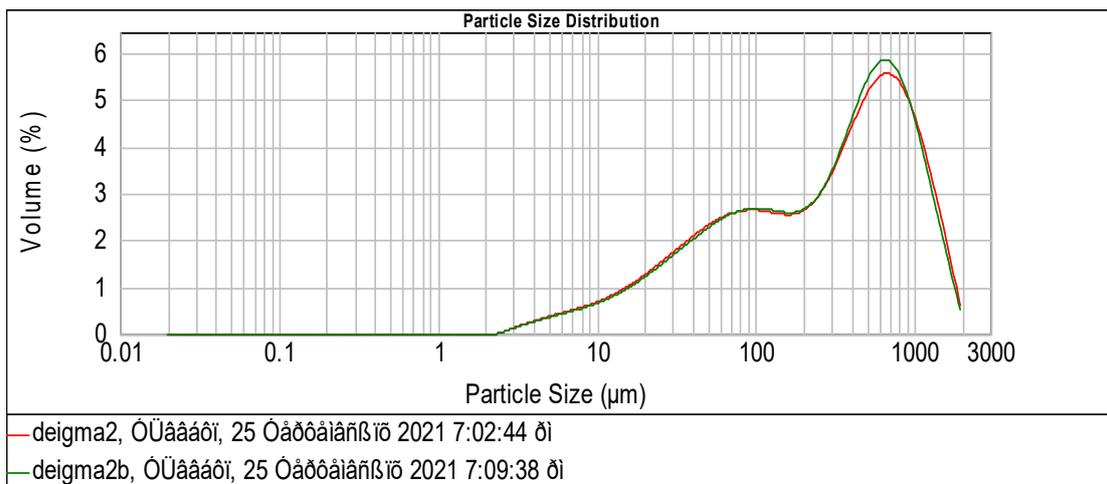
- Αποτελέσματα οργανοληπτικών δοκιμών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

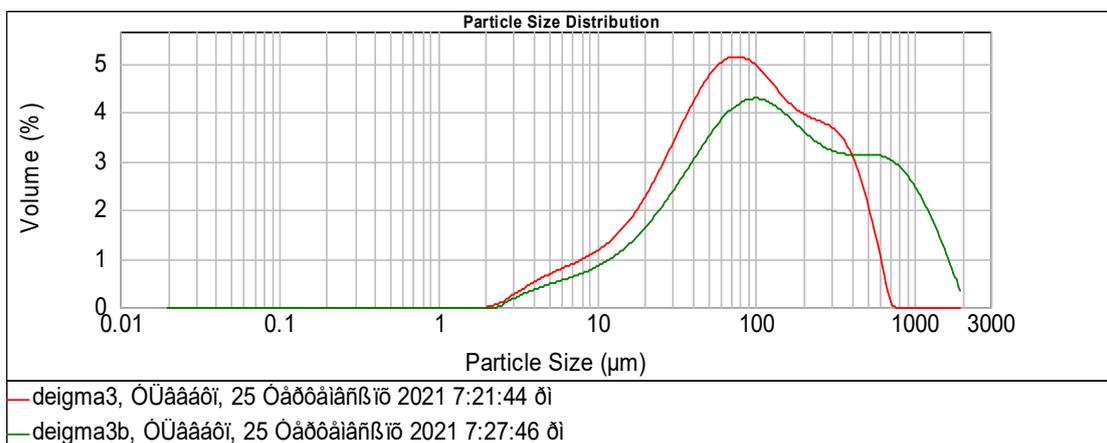
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΛΙΠΟΣΦΑΙΡΙΩΝ



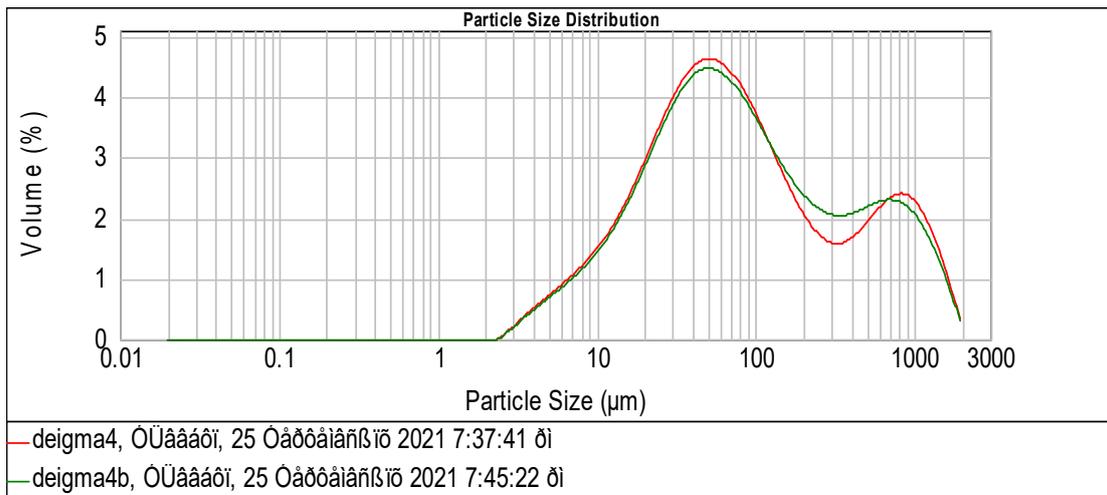
ΔΕΙΓΜΑ 1



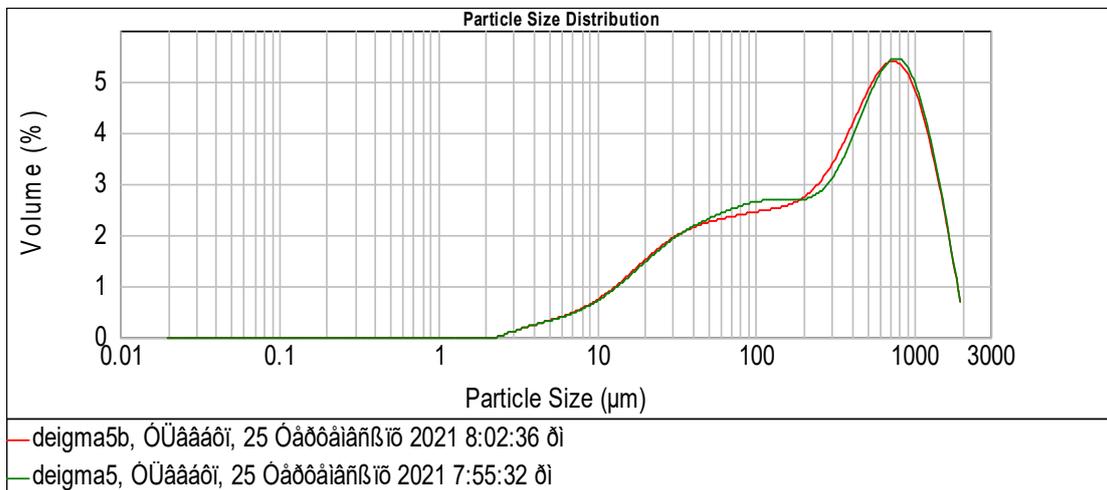
ΔΕΙΓΜΑ 2



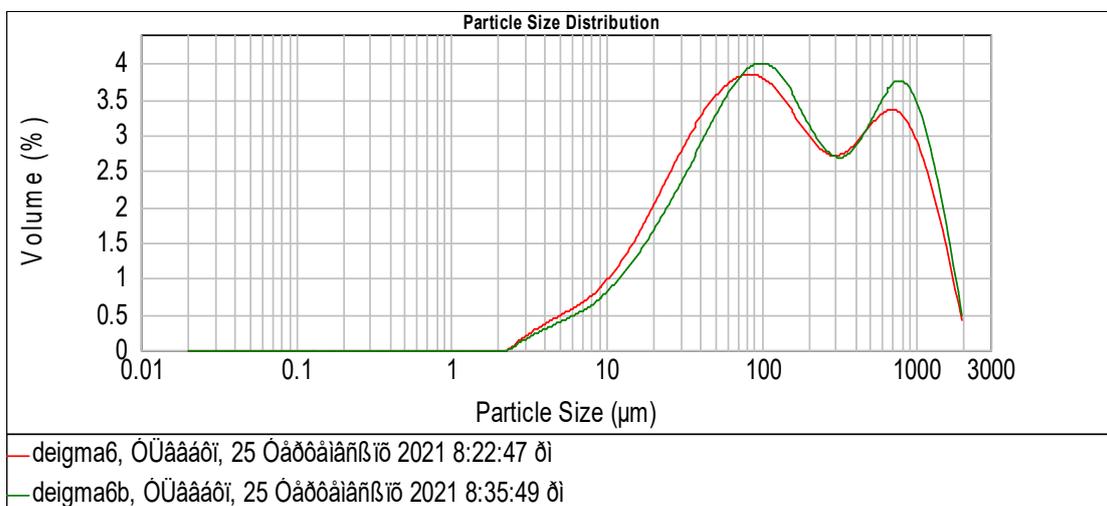
ΔΕΙΓΜΑ 3



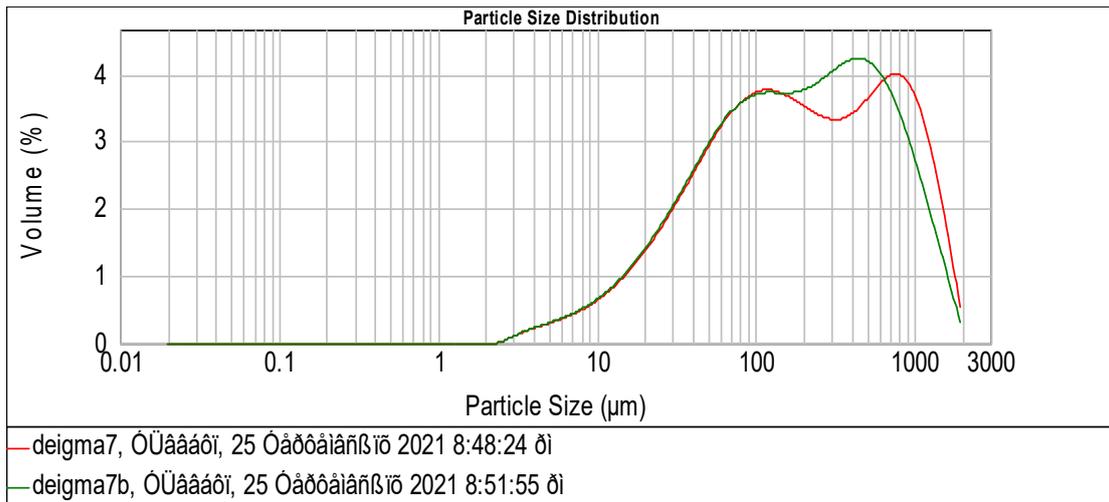
ΔΕΙΓΜΑ 4



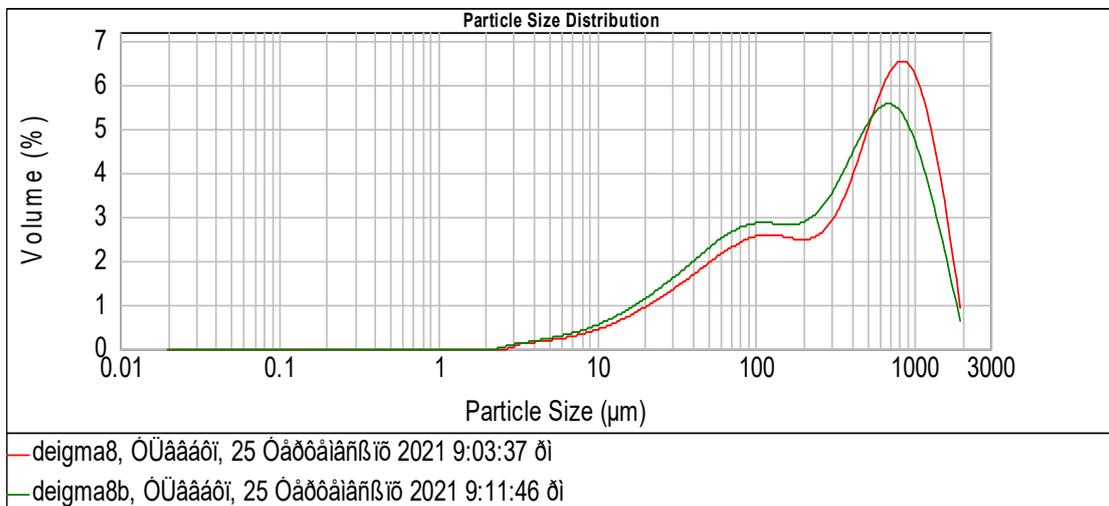
ΔΕΙΓΜΑ 5



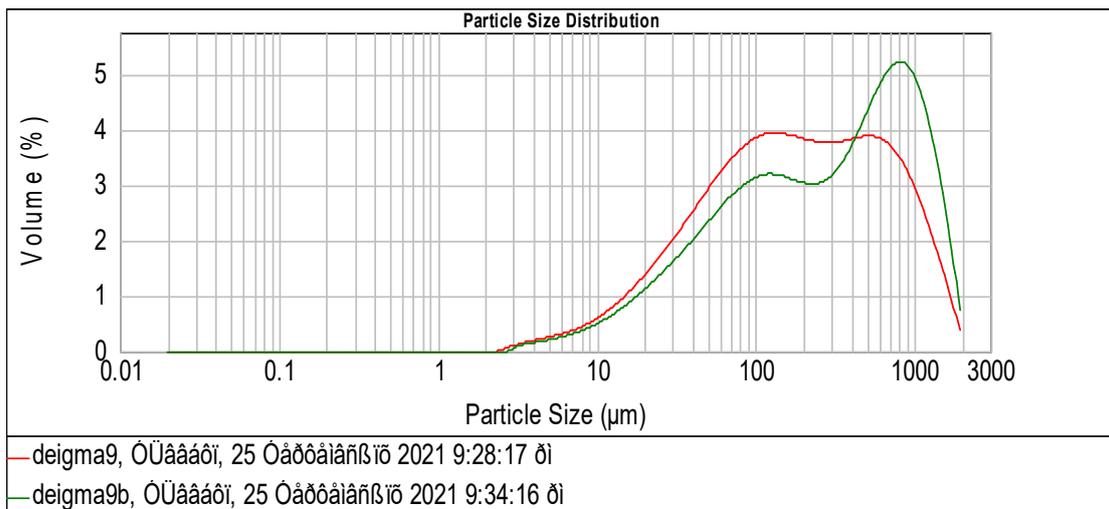
ΔΕΙΓΜΑ 6



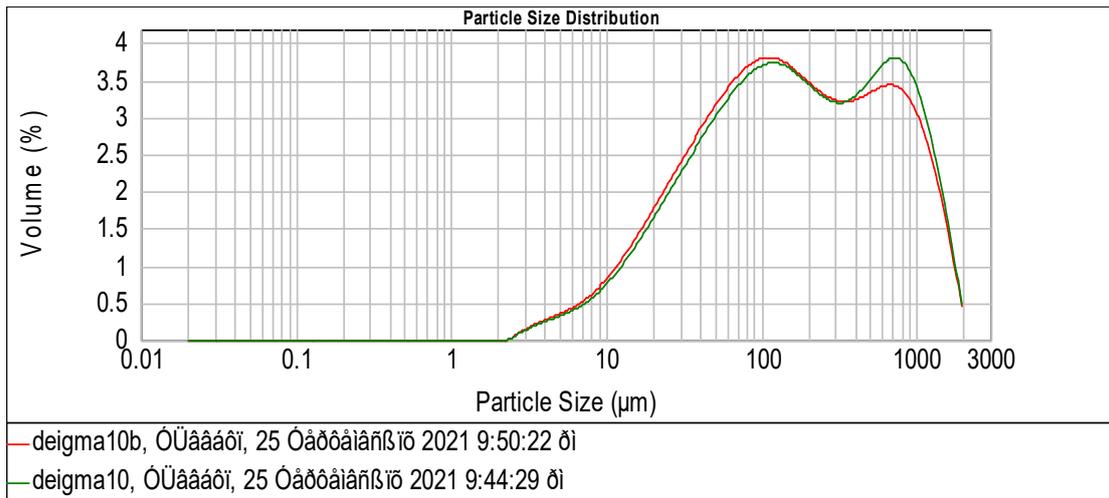
ΔΕΙΓΜΑ 7



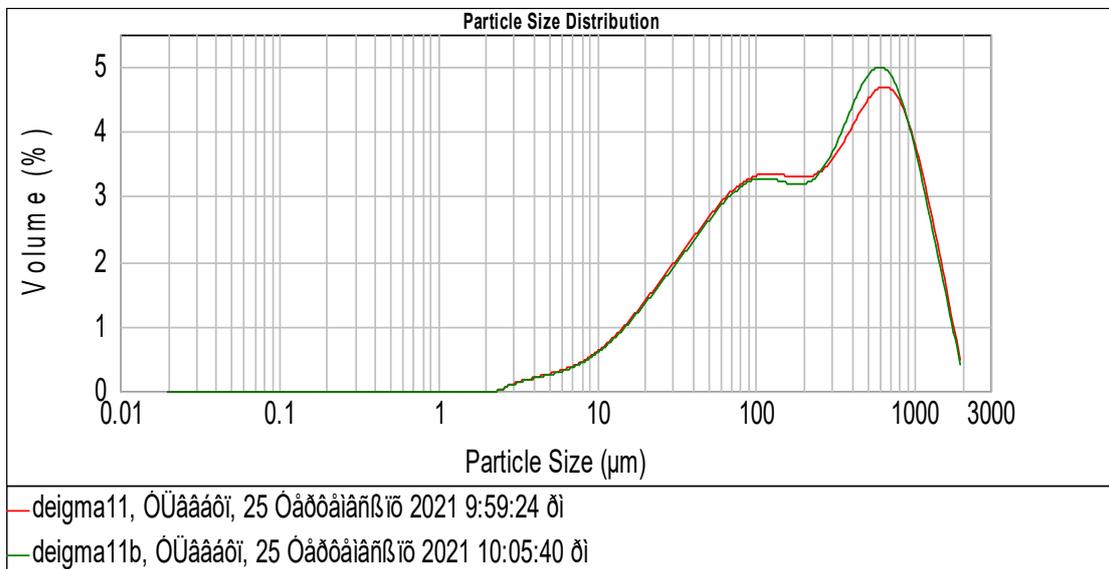
ΔΕΙΓΜΑ 8



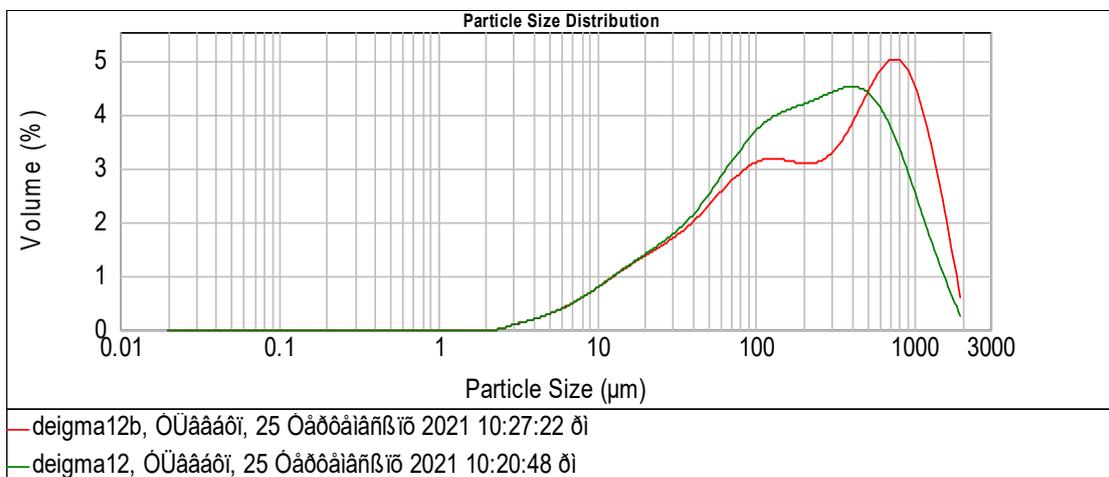
ΔΕΙΓΜΑ 9



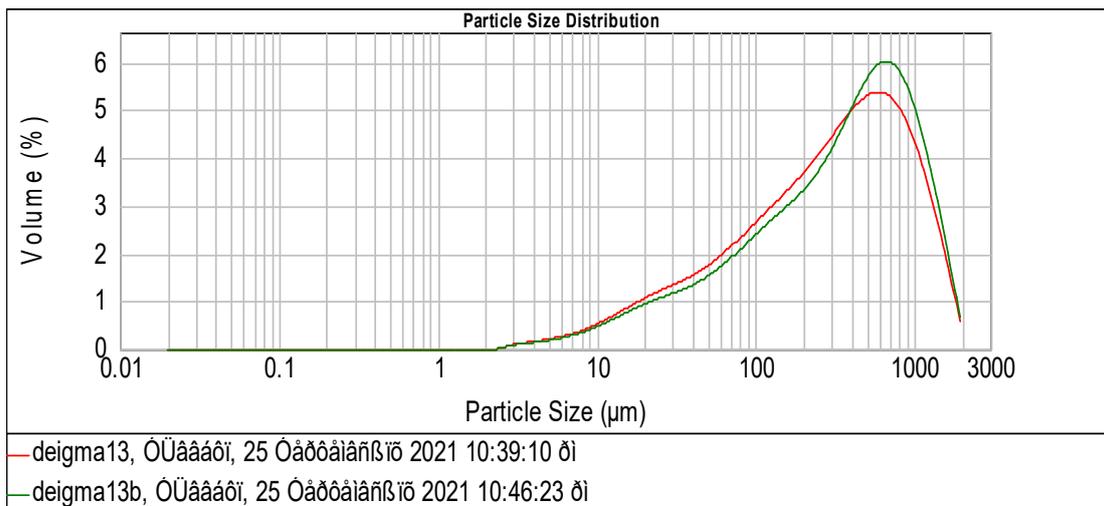
ΔΕΙΓΜΑ 10



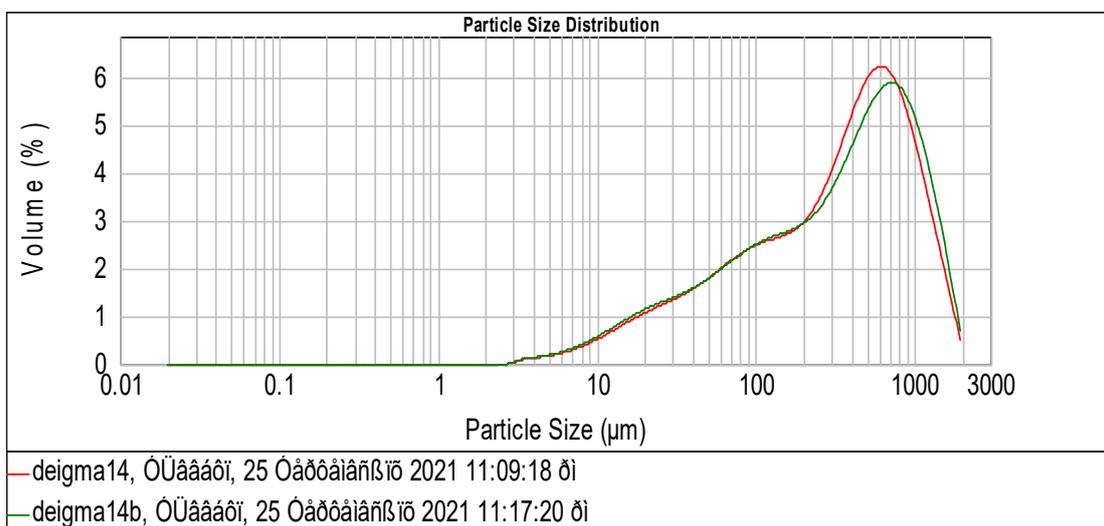
ΔΕΙΓΜΑ 11



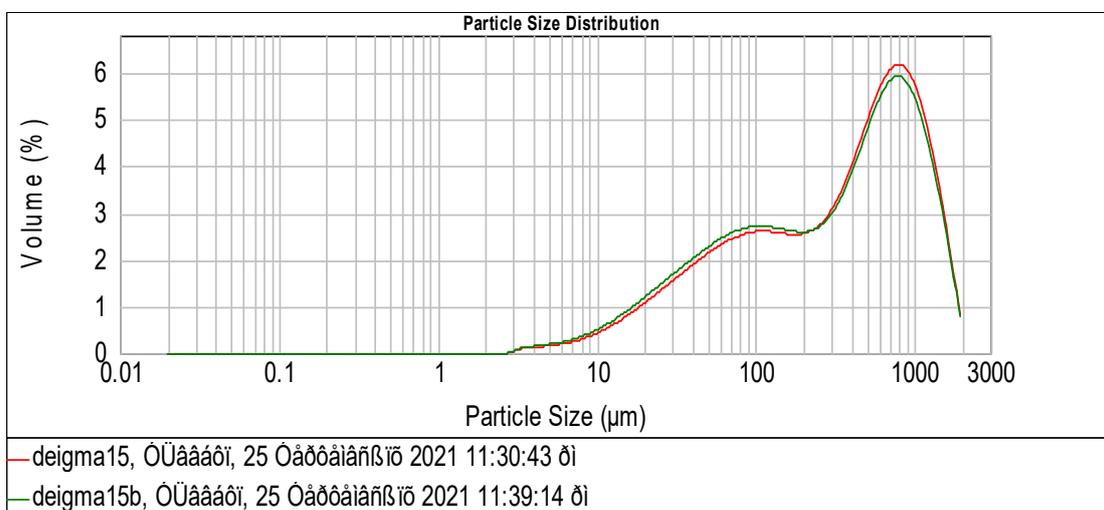
ΔΕΙΓΜΑ 12



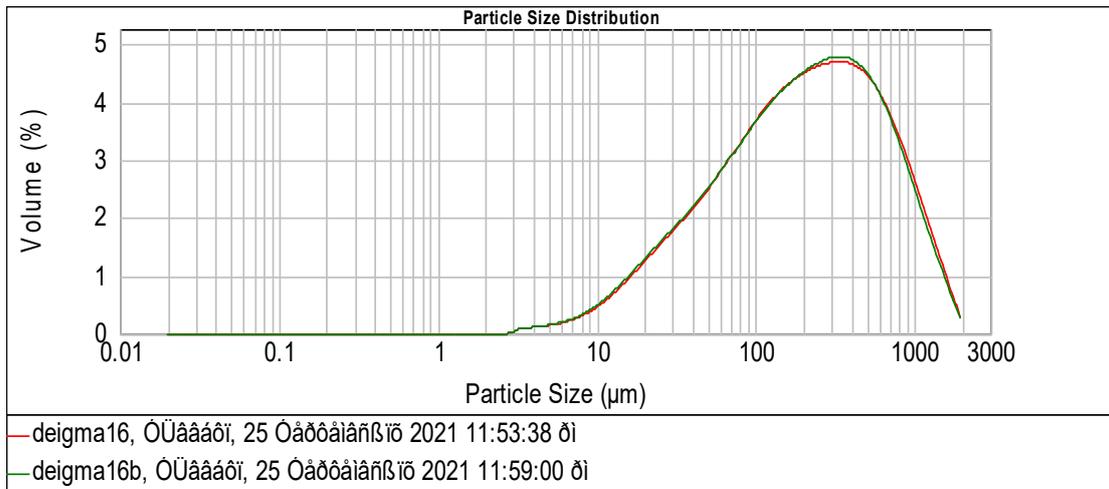
ΔΕΙΓΜΑ 13



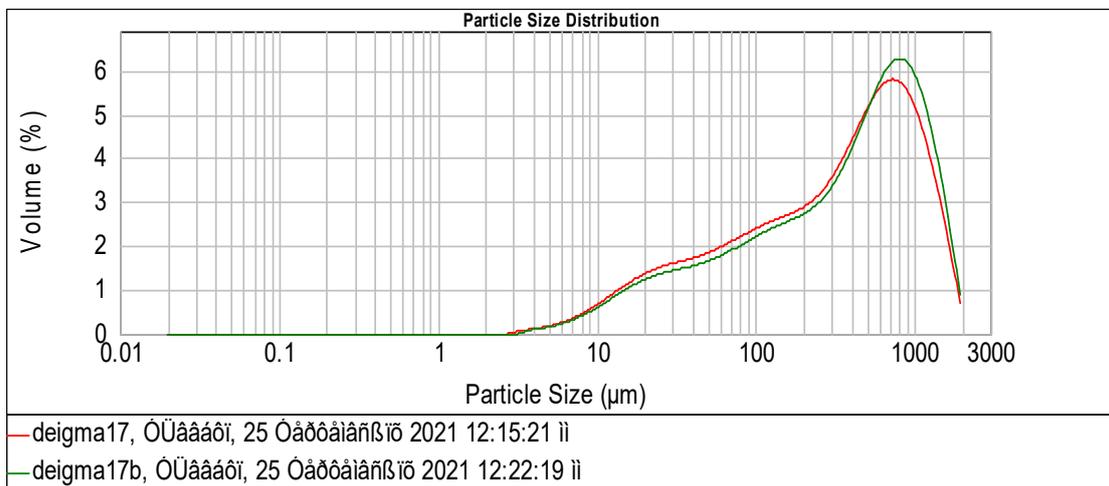
ΔΕΙΓΜΑ 14



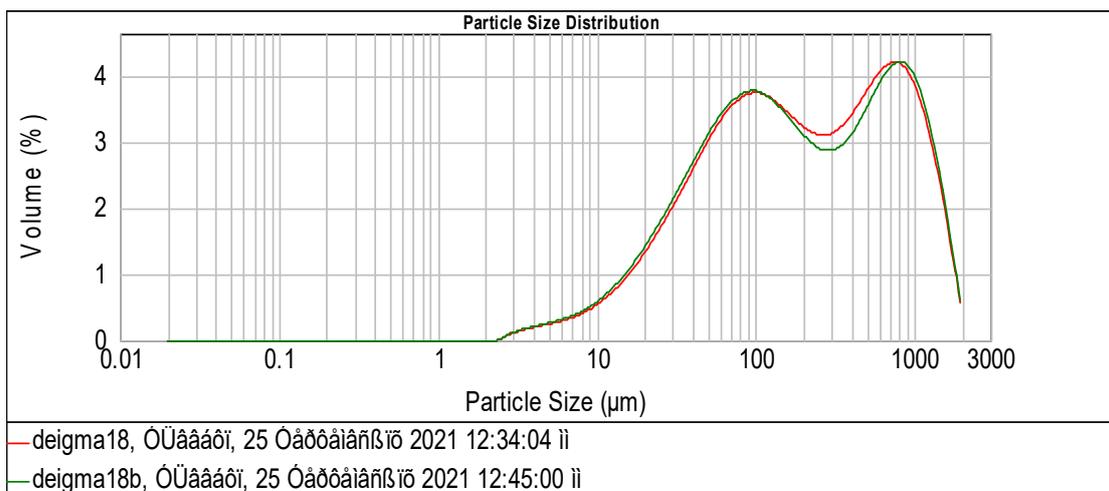
ΔΕΙΓΜΑ 15



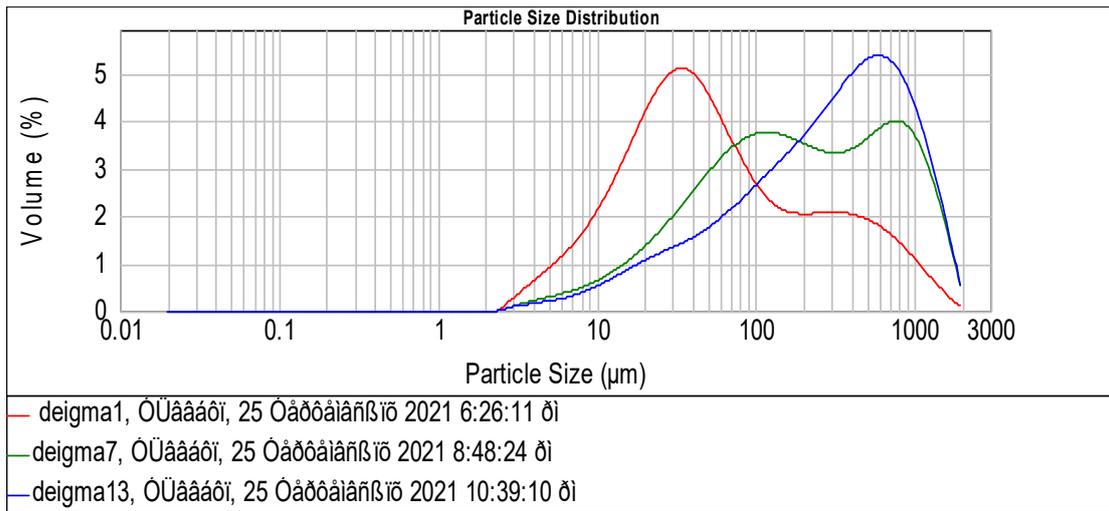
ΔΕΙΓΜΑ 16



ΔΕΙΓΜΑ 17



ΔΕΙΓΜΑ 18



ΔΕΙΓΜΑΤΑ 1,7,13

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΤΡΑ

1η καμπύλη					2η καμπύλη					ΚΑΤΩ ΚΑΜΠΥΛΗ			
I · α	H1 (N)	A1(I)	A1 (x 10 ⁻⁴ Joule)	So(m m)	H2 (N)	A2	A2 (x 10 ⁻⁴ Joule)	S1(mm)	S (ΕΛΑΣΤΙ ΚΟΤΗΤΑ)	A3	A3 (x 10 ⁻⁴ Joule)	S2	C (Συν εκτικ ότητ α) A2/ A1
	ΣΚΛΗ ΡΟ ΤΗΤΑ I		ΕΡΓΟ ΣΥΜΠΙΕΣΗ Σ 1		ΣΚΛΗΡΟΤ ΗΤΑ 2		ΕΡΓΟ ΣΥΜΠΙΕΣ ΗΣ 2		S1/So		ΣΥΓΚΟΛΛΗ ΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΚΤΑΤΟ ΤΗΤΑ	
α	1,758	15,837	47,51	13,90 5	1,486	6,325	18,98	5,086	0,37	-7,097	-21,29	13,492	0,4
β	1,774	15,06	45,18	12,98 3	1,44	6,431	19,29	5,267	0,41	-6,237	-18,71	10,713	0,43
γ	1,875	14,561	43,68	12,20 4	1,508	6,06	18,18	4,566	0,37	6,437	19,31	9,631	0,42
δ	1,692 4	12,058	36,17	11,70 6	1,451	5,943	17,83	4,815	0,41	-5,904	-17,71	9,298	0,49
ε	1,766 3	13,371	40,11	13,43 8	1,437	5,872	17,62	4,722	0,35	-6,526	-19,58	10,349	0,44
ζ	1,674 9	13,121	39,36	13,25 7	1,025	6,086	18,26	5,266	0,4	-6,251	-18,75	10,985	0,46
2 · α	2,237	16,876	50,63	13,44 7	1,946	8,278	24,83	4,721	0,35	-8,474	-25,42	9,715	0,49
β	2,119	15,426	46,28	13,80 1	1,643	7,005	21,02	5,539	0,4	-8,468	-25,4	12,441	0,45
γ	2,451	15,402	46,21	11,87 2	2,104	8,493	25,48	5,314	0,45	-9,367	-28,1	11,456	0,55
δ	1,978 9	14,239	42,72	14,11 1	1,711	6,687	20,06	5,188	0,37	-8,184	-24,55	11,416	0,47
ε	2,233	17,043	51,13	13,80 1	1,817	8,161	24,48	6,175	0,45	-12,051	-36,15	14,148	0,48
ζ	2,061	14,724	44,17	13,80 1	1,748	6,834	20,5	5,086	0,37	-8,975	-26,93	11,987	0,46
3 · α	5,091	48,228	144,69	15,25 3	3,207	13,89 8	41,69	6,434	0,42	-11,932	-35,8	14,946	0,29
β	3,705	31,303	93,91	15,35 7	2,568	10,20 2	30,61	5,188	0,34	-6,675	-20,03	9,236	0,33
γ	3,610 7	38,127	114,38	16,99 3	2,59	10,43 5	31,31	4,929	0,29	-7,63	-22,89	11,805	0,27
δ	4,469 3	37,143	111,43	15,04 5	3,291	11,7	35,1	5,085	0,34	-8,53	-25,59	10,38	0,31
ε	3,662	34,754	104,26	16,34 4	2,562	10,10 8	30,32	5,06	0,31	-8,128	-24,38	12,064	0,29
ζ	3,581	32,871	98,61	13,66 9	2,2	8,459	25,38	4,568	0,33	-7,503	-22,51	11,105	0,26

4 · α	1,979	15,374	46,12	13,80 1	1,165	7,219	21,66	4,813	0,35	-9,097	-27,29	13,723	0,47
β	2,102	14,89	44,67	12,80 1	1,724	7,254	21,76	4,814	0,38	-8,533	-25,6	12,801	0,49
γ	1,071	17,523	52,57	13,89 1	1,724	7,896	23,69	5,721	0,41	-9,071	-27,21	13,593	0,45
δ	2,383	17,233	51,7	11,37 4	1,98	8,068	24,2	5,481	0,48	-9,407	-28,22	11,285	0,47
ε	1,574	14,806	44,42	12,53 3	1,728	7,425	22,28	5,48	0,44	-8,16	-24,48	12,516	0,5
ζ	2,078	15,58	46,74	12,89 2	1,786	7,832	23,5	5,812	0,45	-9,099	-27,3	12,824	0,5
5 · α	1,038	9,792	29,38	22,41 6	0,718	4,185	12,56	5,292	0,24	-5,64	-16,92	14,477	0,43
β	2,831	24,675	74,03	15,25 3	2,004	8,457	25,37	5,397	0,35	-9,904	-29,71	13,595	0,34
γ	4,311	40,309	120,93	15,87 7	3,237	12,98 4	38,95	4,982	0,31	-10,192	-30,58	8,511	0,32
δ	3,048	25,784	77,35	13,71 -	-	12,53 2	37,6	6,808	0,5	-15,139	-45,42	14,786	0,49
ε	2,772	24,616	73,85	15,66 9	1,8514	9,765	29,3	6,539	0,42	-12,271	-36,81	14,84	0,4
ζ	1,946	16,82	50,46	15,87 7	1,604	8,096	24,29	6,538	0,41	-8,48	-25,44	12,973	0,48
6 · α	4,091	37,331	111,99	16,34 3	3,121	12,31	36,93	5,708	0,35	8,902	26,71	11,675	0,33
β	4,014 4	36,152	108,46	16,21 2	2,697	11,62 2	34,87	5,936	0,37	-10,22	-30,66	12,584	0,32
γ	3,883	35,709	107,13	15,77 1	2,9106	10,90 3	32,71	4,36	0,28	-8,699	-26,1	8,616	0,31
δ	4,244	45,049	135,15	17,25	2,932	12,04 1	36,12	4,799	0,28	-7,717	-23,15	9,081	0,27
ε	4,713 5	50,013	150,04	17,12 4	2,8351	13,58 3	40,74	5,186	0,3	-12,551	-37,65	14,401	0,27
ζ	5,42	51,88	155,64	15,95 5	2,879	11,50 2	34,51	4,801	0,3	-9,861	-29,58	9,211	0,22
7 · α	1,563	13,52	40,56	11,95 1	1,288	5,5	16,5	4,897	0,41	-7,576	-22,73	12,378	0,41
β	2,396	18,836	56,51	11,54 1	1,86	7,68	23,04	4,816	0,42	-10,872	-32,62	12,046	0,41
γ	1,986	16,004	48,01	9,339	1,548	6,058	18,17	3,798	0,41	-9,415	-28,25	10,678	0,38
δ	2,131	17,948	53,84	13,34 5	1,5973	6,267	18,8	4,358	0,33	-9,185	-27,56	13,332	0,35
ε	1,908	14,028	42,08	10,24 3	1,446	5,528	16,58	3,632	0,35	-6,887	-20,66	9,369	0,39
ζ	2,45	18,253	54,76	11,37 4	1,9344	7,429	22,29	4,568	0,4	-10,575	-31,73	13,541	0,41
8 · α	2,841	19,916	59,75	11,76 8	2,138	7,992	23,98	5,449	0,46	-9,313	-27,94	12,879	0,4

β	4,149	27,988	83,96	12,10 7	3,0742	12,16 7	36,5	5,466	0,45	-15,384	-46,15	14,718	0,43
γ	3,125 3	20,905	62,72	10,52 9	2,255	8,935	26,81	5,093	0,48	-11,906	-35,72	13,359	0,43
δ	4,505	27,695	83,09	11,11 5	3,5257	13,56 6	40,7	5,303	0,48	-16,372	-49,12	12,844	0,49
ε	3,168 4	22,209	66,63	10,58 5	2,2459	8,734	26,2	5,807	0,55	-11,44	-34,32	13,461	0,39
ζ	4,522	29,309	87,93	10,83 4	2,961	11,73 7	35,21	5,666	0,52	-16,43	-49,29	12,387	0,4
9 · α	5,08	35,382	106,15	13,14 8	3,732	15,11 4	45,34	6,809	0,52	-14,928	-44,78	16,015	0,43
β	9,339	65,355	196,07	11,28 8	7,353	28,67 8	86,03	6,18	0,55	-33,813	-101,4	15,598	0,44
γ	4,181	26,95	80,85	12,80 9	3,216	11,84 6	35,53	5,528	0,43	-10,889	-32,67	12,686	0,44
δ	7,832	57,538	172,62	12,13	6,343	23,86 5	71,59	5,184	0,43	-26,232	-78,7	14,565	0,41
ε	4,686	34,916	104,75	12,58 2	3,369	13,30 9	39,93	5,772	0,46	-14,929	-44,79	15,306	0,38
ζ	7,194	46,194	138,58	11,67 9	5,329	20,20 6	60,62	5,271	0,45	-23,898	-71,69	16,595	0,44
1 0 · α	3,255	28,038	84,11	13,69 7	2,912	16,11 3	48,34	8,386	0,61	-19,542	-58,63	15,768	0,57
β	3,325	26,047	78,14	13,21 4	2,938	15,27 4	45,82	8,321	0,63	-18,388	-55,16	15,65	0,59
γ	3,229	24,622	73,87	12,65 9	2,883	14,06 5	42,2	7,076	0,56	-16,995	-50,99	16,702	0,57
δ	2,906	20,309	60,93	13,11 6	2,432	11,37 9	34,14	6,16	0,47	-13,735	-41,21	13,341	0,56
ε	2,794	23,012	69,04	14,14 4	2,325	11,81 4	35,44	7,904	0,56	-13,942	-41,83	14,938	0,51
ζ	2,978	23,266	69,8	13,43 8	2,567	12,69 3	38,08	7,853	0,58	-16,117	-48,35	15,074	0,55
1 1 · α	2,994	22,476	67,43	14,56	2,269	9,998	29,99	5,812	0,4	-11,16	-33,48	13,267	0,44
β	3,082	22,701	68,1	14,39 2	2,339	9,855	29,57	6,311	0,44	-11,361	-34,08	14,92	0,43
γ	2,682 4	20,201	60,6	15,47 3	2,006	8,583	25,75	5,81	0,38	-9,87	-29,61	13,382	0,42
δ	3,093	21,903	65,71	13,98 3	2,38	10,34 8	31,04	6,364	0,46	-12,647	-37,94	14,778	0,47
ε	2,976	23,114	69,34	14,82 6	2,201	9,488	28,46	6,442	0,43	-10,285	-30,86	13,383	0,41
ζ	3,221	23,077	69,23	13,39 9	2,451	10,92 6	32,78	6,924	0,52	-13,552	-40,66	16,132	0,47
1 2 · α	5,05	41,625	124,88	15,95 5	3,738	14,16	42,48	6,211	0,39	-11,297	-33,89	9,78	0,34

β	6,668	48,878	146,64	13,00 3	4,956	20,53 1	61,59	6,644	0,51	-20,616	-61,85	15,491	0,42
γ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
δ	5,909	45,241	135,72	14,39 5	4,274	16,56 5	49,7	6,311	0,44	-14,711	-44,13	10,84	0,37
ε	6,082	50,052	150,16	14,65 9	4,433	15,25	45,75	4,582	0,31	-13,44	-40,33	11,591	0,3
ζ	5,908	44,342	133,03	14,85 7	4,125	16,70 1	50,1	6,674	0,45	-14,379	-43,14	11,225	0,38
1 3 · α	3,709	22,448	67,34	11,01 5	3,321	13,54	40,62	6,241	0,57	-17,142	-51,43	12,285	0,6
β	1,942	11,386	34,16	11,00 4	1,702	7,106	21,32	5,467	0,5	-10,025	-30,08	11,306	0,62
γ	3,671	21,086	63,26	10,07 4	3,365	13,45 6	40,37	5,903	0,59	-16,505	-49,52	11,334	0,64
δ	2,329	14,248	42,74	9,314	2,171	9,028	27,08	6,43	0,69	-10,751	-32,25	9,887	0,63
ε	3,571	21,634	64,9	10,84 6	3,254	13,69 6	41,09	6,412	0,59	-15,231	-45,69	10,829	0,63
ζ	1,824	9,73	29,19	10,18 2	1,693	6,898	20,69	5,171	0,51	-9,549	-28,65	11,196	0,71
1 4 · α	5,164	40,027	120,08	15,95 3	3,736	15,23 7	45,71	5,911	0,37	-16,807	-50,42	11,341	0,38
β	4,271	35,302	105,91	3,6	2,953	12,49	37,47	5,596	0,41	-15,098	-45,29	12,486	0,35
γ	5,144	43,408	130,23	15,27 5	3,889	16,83 4	50,5	6,211	0,41	-20,546	-61,64	13,301	0,39
δ	3,845	27,002	81,01	12,88 9	3,076	10,51 3	31,54	4,193	0,33	-11,292	-33,88	8,716	0,39
ε	5,481	41,203	123,61	14,11 1	3,952	16,84	50,52	6,31	0,45	-19,494	-58,48	13,716	0,41
ζ	3,431	30,523	91,57	12,46	2,291	9,778	29,33	6,057	0,49	-12,688	-38,06	12,383	0,32
1 5 · α	5,784	44,696	134,09	14,06 2	3,972	15,55 7	46,67	6,026	0,43	-16,57	-49,71	14,008	0,35
β	5,019	35,646	106,94	12,61 5	3,151	12,14 4	36,43	5,65	0,45	-12,904	-38,71	10,814	0,34
γ	6,306	49,081	147,24	12,87 2	3,954	14,39 3	43,18	5,492	0,43	-15,647	-46,94	11,834	0,29
δ	5,158	37,246	111,74	13,86 4	3,591	15,10 2	45,31	6,725	0,49	-15,76	-41,02	13,748	0,41
ε	5,703	43,274	129,82	13,28	3,532	14,07 8	42,23	6,634	0,5	-13,672	-51,41	11,777	0,33
ζ	6,592	43,467	130,4	11,24 7	4,57	17,30 9	51,93	5,604	0,5	-17,137	-33,68	10,056	0,4
1 6 ·	2,813	25,085	75,26	15,12 3	2,422	10,63 6	31,91	5,761	0,38	-11,226	-37,17	10,362	0,42

α													
β	2,882	24,444	73,33	14,27 8	2,465	11,25 9	33,78	6,374	0,45	-12,391	-31,56	10,343	0,46
γ	2,728	24,261	72,78	14,57 4	2,085	8,93	26,79	5,66	0,39	-10,52	-34,51	9,426	0,37
δ	2,643	23,3	69,9	13,94 6	2,107	9,987	29,96	6,106	0,44	-11,504	-34,51	11,465	0,43
ε	2,957	23,428	70,28	13,94 6	2,369	8,949	26,85	4,797	0,34	-9,421	-28,26	7,771	0,38
ζ	2,716	23,02	69,06	14,11 1	2,1424	9,433	28,3	5,876	0,42	-11,057	-33,17	10,328	0,41
1 7 · α	3,575	25,706	77,12	12,85 6	2,804	13,17	39,51	6,756	0,53	-13,927	-41,78	10,346	0,51
β	4,257	27,731	83,19	13,37 5	3,298	12,71 3	38,14	5,464	0,41	-12,958	-38,87	8,393	0,46
γ	4,42	31,741	95,22	12,72	3,542	16,86 7	50,6	7,048	0,55	-18,446	-55,34	12,63	0,53
δ	3,885	23,985	71,96	13,24 7	3,31	16,10 9	48,33	7,448	0,56	-17,355	-52,07	12,333	0,67
ε	2,473	19,822	59,47	16,17 1	1,9371	8,56	25,68	6,151	0,38	-10,122	-30,37	10,5	0,43
ζ	3,82	25,203	75,61	12,77	3,058	13,69 8	41,09	6,409	0,5	-17,043	-51,13	12,695	0,54
1 8 · α	6,628	54,369	163,11	15,56 8	3,937	15,99 3	47,98	5,869	0,38	-14,748	-44,24	9,792	0,29
β	7,089	54,633	163,9	15,29 1	3,763	14,49 7	43,49	5,297	0,35	-14,7	-44,1	10,778	0,27
γ	8,492	66,283	198,85	13,56 4	5,275	21,78 3	65,35	6,375	0,47	-22,116	-66,35	11,641	0,33
δ	8,109	59,692	179,08	19,39 1	5,046	19,39 1	58,17	6,889	0,36	-19,095	-57,29	11,509	0,32
ε	7,548	63,555	190,67	15,18 7	3,987	17,22 5	51,68	6,093	0,4	-19,158	-57,47	11,22	0,27
ζ	7,333	61,577	184,73	14,41	3,806	15,85 6	47,57	5,874	0,41	-19,55	-58,65	10,279	0,26