



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ &
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου
ωρίμανσης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού
«Ανεβατό»

ΖΑΝΔΕ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΜΗΤΡΟΓΙΑΝΝΗ ΚΩΝ/ΝΑ-ΣΤΕΦΑΝΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στα ρεολογικά
χαρακτηριστικά του τυριού «Ανεβατό»

ΖΑΝΔΕ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΜΗΤΡΟΓΙΑΝΝΗ ΚΩΝ/ΝΑ-ΣΤΕΦΑΝΙΑ

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή
του Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Μάρτιος 2013

Εισηγητής: Δημητρέλη Γεωργία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμότερες ευχαριστίες μας στην εισηγήτρια κα Δημητρέλη Γεωργία για την καθοδήγηση και την υποστήριξή της καθ 'όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής. Τον κ. Ραφαηλίδη Στυλιανό για την συμμετοχή του καθώς επίσης και την κα Αντωνίου Κλειώ για τις συμβουλές της.

Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού «Ανεβατό»

ZANΔE ΝΙΚΟΛΕΤΑ
ΜΗΤΡΟΓΙΑΝΝΗ ΚΩΝ/ΝΑ-ΣΤΕΦΑΝΙΑ

ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στα φυσικοχημικά και ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού Ανεβατό. Για την παρασκευή των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε πρόβειο και κατσικίσιο γάλα, καθώς και μίγμα αυτών σε αναλογία 1:1. Τα δείγματα εξετάστηκαν ως νωπά και μετά την ωρίμανση τους για χρονικό διάστημα 15, 30, 45 και 60 ημερών. Η ρεολογική συμπεριφορά τους μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπιεστής ροής. Στα δείγματα εφαρμόστηκε μονοαξονική συμπίεση υπό συνθήκες λιπαινόμενης διαξονικής ροής τόσο με σταθερή παραμόρφωση σε συνθήκες ασταθούς ροής, όσο και με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης σε συνθήκες σταθερής ροής. Από την επεξεργασία των μετρήσεων υπολογίστηκαν ο συντελεστής ανάπτυξης τάσης και το εκτατό ιξώδες, αντίστοιχα.

Το είδος του γάλακτος επηρέασε τη φυσικοχημική σύσταση των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές pH και την υψηλότερη περιεκτικότητα (%) σε ξηρή ουσία, λίπος, λίπος επί ξηρής ουσίας, άζωτο και άζωτο επί ξηρής ουσίας, ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα εμφάνισαν τις μικρότερες τιμές στα ανωτέρω φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή ωρίμανσης των δειγμάτων, εκφρασμένου ως υδατοδιαλυτό επί ολικού αζώτου (%), μέχρι και τις 45 ημέρες αποθήκευσης τους. Η εφαρμογή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπιεστής ροής έδειξε ότι τα δείγματα του τυριού ανεβατό εμφάνισαν πλαστική συμπεριφορά, η οποία επηρεάστηκε τόσο από το είδος του γάλακτος όσο και από το χρόνο ωρίμανσης. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συνεκτικότητα (εκφρασμένη ως συντελεστής ανάπτυξης τάσης αλλά και ως εκτατό ιξώδες), ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο τη μικρότερη. Τέλος, η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνεκτικότητας των δειγμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	2
2.1 Ανεβατό.....	2
2.2 Πρώτες ύλες για την παρασκευή του τυριού Ανεβατό.....	2
2.2.1 Γάλα και τα συστατικά του.....	2
2.2.2 Πουτιά.....	4
2.2.3 Οξυγαλακτική καλλιέργεια.....	5
2.2.4 Αλάτι.....	5
2.3 Νομοθετικές ρυθμίσεις.....	5
2.4 Ρεολογικές ιδιότητες του τυριού.....	8
2.4.1 Γενικά.....	8
2.4.2 Μικροδομή του τυριού.....	9
2.4.3 Επίδραση της ωρίμανσης και της μέσης σύστασης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού.....	10
2.4.4 Εφαρμογή της λιπαινόμενης συμπίεστης ροής.....	12
3. ΣΚΟΠΟΣ	18
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	19
4.1 Παρασκευή των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό.....	19
4.2 Μελέτη της ρεολογικής συμπεριφοράς των δειγμάτων.....	20
4.2.1 Περιγραφή του Texture Analyser TA.XT.plus.....	20
4.2.2 Δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερή ταχύτητα.....	20
4.2.3 Δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης.....	21
4.3 Χημικές αναλύσεις.....	21
4.3.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας.....	21
4.3.2 Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο Gerber.....	22
4.3.3 Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο VanGulik.....	23
4.3.4 Προσδιορισμός αλατιού.....	25
4.3.5 Προσδιορισμός του pH.....	27
4.3.6 Προσδιορισμός του Ολικού Αζώτου.....	27
4.3.7 Προσδιορισμός Υδατοδιαλυτού Αζώτου.....	30
4.4 Στατιστικός Έλεγχος.....	31
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τυριού Ανεβατό.....	32
5.2 Μελέτη της ρεολογικής συμπεριφοράς του τυριού Ανεβατό με τη χρήση της δοκιμής της λιπαινόμενης συμπίεστης ροής.....	38
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	54
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	59

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το «Ανεβατό» είναι ένα τυρί Π.Ο.Π. (Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης) που παράγεται στα Γρεβενά και στην επαρχία Βοΐου του Νομού Κοζάνης από γάλα πρόβειο ή κατσικίσιο ή μίγμα αυτών. Μέχρι σήμερα το τυρί Ανεβατό πωλείται αποκλειστικά σε τοπικά μαγαζιά με γαλακτοκομικά προϊόντα. Ωστόσο, προσπάθειες γίνονται για την αύξηση της παραγωγής του έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του Έλληνα καταναλωτή αλλά και για την προώθηση του προϊόντος στην ξένη αγορά (Hatzikamari et al., 1999).

Οι έρευνες σχετικά με το τυρί Ανεβατό αναφέρονται κυρίως στα μικροβιολογικά (Hatzikamari et al., 1999; Xanthopoulos et al., 2000), οργανοληπτικά και χημικά του χαρακτηριστικά (Xanthopoulos et al., 2000), ενώ οι ρεολογικές του ιδιότητες δεν έχουν μελετηθεί προς το παρόν.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στα φυσικοχημικά και ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού «Ανεβατό». Η ρεολογική συμπεριφορά των δειγμάτων μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπίεστης ροής. Στα δείγματα εφαρμόστηκε μονοαξονική συμπίεση υπό συνθήκες λιπαινόμενης διαξονικής ροής τόσο με σταθερή παραμόρφωση σε συνθήκες ασταθούς ροής, όσο και με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης σε συνθήκες σταθερής ροής.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Ανεβατό

Το Ανεβατό είναι μαλακό, λευκό τυρί, με κοκκώδη υφή (Ζερφυρίδης, 2001) και ευχάριστη υπόξινη γεύση και άρωμα (ΚΤΠ, 2009).

Παραδοσιακά το Ανεβατό παράγονταν από Έλληνες ποιμένες με μεγάλα κοπάδια αιγοπροβάτων στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας, οι οποίοι λάμβαναν το γάλα από τα ζώα το πρωί, πριν εκείνα ακόμα σιτιστούν, και προσθέτανε σε αυτό πυτιά. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, το γάλα έπηζε και το πήγμα ανέβαινε προς την επιφάνεια (έτσι προέκυψε και η ονομασία του), ενώ μέχρι το απόγευμα όπου και επέστρεφαν με τα κοπάδια τους ήταν έτοιμο για στράγγιση (Hatzikamari et al., 1999).

Στα σύγχρονα τυροκομεία, για την παραγωγή του τυριού Ανεβατό το γάλα αφήνεται στους 18-20°C να ξινίσει από τη φυσική του γλωρίδα σε pH=6,2 και στη συνέχεια προστίθεται η κατάλληλη ποσότητα πυτιάς ώστε η πήξη να ολοκληρωθεί σε 12 ώρες. Το πήγμα κόβεται (2×2cm) και αφήνεται για ανάπαυση 4-5 ώρες μέχρι τα τεμάχια να ανέβουν στην επιφάνεια. Το πήγμα στραγγίζει σε τσαντίλες μέχρι την επόμενη μέρα, προστίθεται αλάτι, ακολουθεί σχολαστική ανάμιξη και συσκευασία σε περιέκτες. Το τυρί διατηρείται στο ψυγείο στους 5°C μέχρι να διατεθεί στην αγορά (Hatzikamari et al., 1999; Xanthopoulos et al., 2000).

2.2. Πρώτες ύλες για την παρασκευή του τυριού Ανεβατό

2.2.1. Γάλα και τα συστατικά του

Τα συστατικά του γάλακτος, τα οποία βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία σε αυτό και ονομάζονται βασικά είναι το νερό, οι πρωτεΐνες (διακρίνονται σε δύο κατηγορίες τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες ορού), το λίπος, η λακτόζη και τα άλατα. Τα υπόλοιπα συστατικά του γάλακτος που απαντώνται σε πολύ μικρές ποσότητες σε αυτό είναι οι βιταμίνες, οι ορμόνες, οι αζωτούχες ουσίες μη πρωτεϊνικής φύσεως, οι αλδεύδες, οι κετόνες, τα αλειφατικά οξέα, τα σωματικά κύτταρα και τα αέρια (Smit, 2003).

Νερό: Το νερό είναι το συστατικό του γάλακτος που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία σε αυτό. Η περιεκτικότητά του στα διάφορα είδη γάλακτος κυμαίνεται από 80-88%. Το νερό αποτελεί το μέσο στο οποίο υπάρχουν και τα υπόλοιπα συστατικά του γάλακτος είτε υπό τη μορφή μοριακού διαλύματος ή γαλακτώματος, είτε υπό κolloειδή διασπορά. Το νερό στο γάλα απαντάται είτε ως ελεύθερο είτε ως δεσμευμένο (Smit, 2003).

Πρωτεΐνες: Οι πρωτεΐνες του γάλακτος παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον γιατί απαντούν σε υψηλή αναλογία σε αυτό, προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις φυσικοχημικές του ιδιότητες, ιδιαίτερα αυτές που σχετίζονται με τη σταθερότητά του και έχουν υψηλή θρεπτική αξία. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες ορού (Smit, 2003).

Καζεΐνες: Οι καζεΐνες είναι το κλάσμα των πρωτεϊνών που καθιζάνει ύστερα από οξίνιση σε pH 4,6 και θερμοκρασία 20°C. Με βάση τη διάταξη των αμινοξέων στο μόριό τους διακρίνονται σε α₁-, α₂-, β-, και κ-καζεΐνες. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι οι καζεΐνες έχουν χαμηλά επίπεδα δευτεροταγούς και τριτοταγούς δομής. Το γεγονός αυτό τις κάνει σταθερές έναντι σε παράγοντες που προκαλούν μετουσίωση και ευάλωτες στην πρωτεόλυση κατά την ωρίμανση των τυριών.

Πρωτεΐνες ορού: Οι κυριότερες πρωτεΐνες ορού είναι η οροαλβουμίνη, η α-γαλακταλβουμίνη, η β-γαλακτογλοβουλίνη και οι ανοσοσφαιρίνες. Οι πρωτεΐνες ορού σε αντίθεση με τις καζεΐνες έχουν υψηλά επίπεδα δευτεροταγούς, τριτοταγούς και τεταρτοταγούς δομής. Είναι τυπικές σφαιρικές πρωτεΐνες και μετουσιώνονται με την επίδραση της θέρμανσης. Δεν περιέχουν φώσφορο στο μόριό τους και δεν είναι ευαίσθητες στην παρουσία ιόντων ασβεστίου.

Λίπος: Το λίπος στο γάλα βρίσκεται υπό τη μορφή λιποσφαιρίων, τα οποία περιβάλλονται από ένα λεπτό προστατευτικό στρώμα που ονομάζεται μεμβράνη. Ο ρόλος της μεμβράνης των λιποσφαιρίων είναι αφενός μεν να παρεμποδίζει τη συσσωμάτωσή τους – διατηρώντας το σφαιρικό τους σχήμα και επιτρέποντας τη διασπορά τους στο υδατικό περιβάλλον του γάλακτος – και αφετέρου να προστατεύει το λίπος από την αυτοοξειδωση και τη δράση των ενζύμων του γάλακτος (Μάντης, 2005).

Λακτόζη: Είναι το κύριο σάκχαρο του γάλακτος, η παρουσία της είναι σημαντική γιατί αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα στον έλεγχο των ζυμώσεων στα διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα. Επίσης προσδίδει θρεπτική αξία στο γάλα, αποτελεί πηγή ενέργειας, πηγή γαλακτόζης, επηρεάζει τη διαλυτότητα των αποθηκευμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και παίζει βασικό ρόλο στην εμφάνιση του χρώματος και της γεύσης στα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν δεχτεί υψηλή θερμική επεξεργασία (Μάντης, 2005).

Άλατα: Το γάλα περιέχει οργανικά και ανόργανα άλατα. Τα κύρια άλατα του γάλακτος είναι τα χλωριούχα, φωσφορικά, και κιτρικά άλατα ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου. Τα άλατα απαντώνται στο γάλα σε διάφορες μορφές. Κάποια από αυτά βρίσκονται στη διαλυτή μορφή, άλλα είναι ενωμένα με διάφορα συστατικά και τα υπόλοιπα απαντώνται υπό τη μορφή ιόντων. Ο ρόλος των αλάτων του γάλακτος είναι σημαντικός. Συγκεκριμένα, το ασβέστιο και ο φώσφορος σταθεροποιούν την κολλοειδή κατάσταση της καζεΐνης στο γάλα. Τα ιόντα ασβεστίου επηρεάζουν το μέγεθος των καζεϊνικών μικκυλίων, αλλά και την πήξη του γάλακτος κατά την παρασκευή τυριών. Η αύξηση των χλωριόντων αποτελεί ένδειξη προσβολής των ζώων από μαστίτιδα, ενώ το κιτρικό οξύ χρησιμοποιείται από μικροοργανισμούς για την παραγωγή αρωματικών ουσιών (Smit, 2003).

2.2.2. Πυτιά

Η συμβατική πυτιά, ή όπως αναφέρεται συχνά με τον γενικότερο όρο πυτιά (rennet), είναι προϊόν που λαμβάνεται από το τέταρτο τμήμα του στομάχου των μοσχαριών, το ήνυστρο, σαν εκχύλισμα και χρησιμοποιείται για την πήξη του γάλακτος με σκοπό την παρασκευή τυριών. Το ένζυμο που περιέχεται κατά κύριο λόγο στην πυτιά είναι η ρεννίνη ή αλλιώς χυμοσίνη. Επιπλέον, στην πυτιά υπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες και άλλα ένζυμα όπως πεψίνη, θρυψίνη και άλλες πεπτιδάσες (Ανυφαντάκης, 1993).

Η πυτιά κυκλοφορεί στο εμπόριο σε δύο μορφές: α) υγρή και β) σκόνη. Η πηκτική της δύναμη κυμαίνεται ανάλογα με τις συνθήκες και τη διάρκεια διατήρησης, καθώς και τη μορφή στην οποία διατίθεται. Συνήθως η υγρή έχει ισχύ 1:15.000, ενώ η σκόνη 1:100.000. Η υγρή πυτιά σε σύγκριση με τη σκόνη έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί εύκολα να μετρηθεί ποσοτικά, έχει όμως τα εξής μειονεκτήματα: α) χρειάζεται

ψυγείο για τη διατήρησή της, β) χάνει σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι η σκόνη την πηκτική της δύναμη κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, γ) επιμολύνεται ευκολότερα από μικροοργανισμούς (Κεχαγιάς, 2011).

2.2.3. Οξυγαλακτική καλλιέργεια

Στην τυροκομία χρησιμοποιούνται καλλιέργειες οξυγαλακτικών βακτηρίων, οι οποίες προστίθενται στο γάλα μετά την παστερίωση του. Οι καλλιέργειες αυτές είναι αρχικά υπεύθυνες για τη ζύμωση της λακτόζης και το σχηματισμό γαλακτικού οξέος. Η μείωση του pH που λαμβάνει χώρα όχι μόνο παρεμποδίζει την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, αλλά διευκολύνει τη δράση της πυτιάς και τη στράγγιση και το σχηματισμό του τυροπήγματος. Επιπλέον, τα ένζυμα που απελευθερώνονται από τους μικροοργανισμούς της οξυγαλακτικής καλλιέργειας συμβάλουν σημαντικά στη χαρακτηριστική γεύση και οσμή των τελικών προϊόντων (Κεχαγιάς, 2011).

2.2.4. Αλάτι

Το αλάτι δεν προσδίδει μόνο γεύση στο τυρί αλλά δρα και ως φυσικό συντηρητικό. Αναστέλλει την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων και επιβραδύνει την ανάπτυξη πολλών επιθυμητών μικροοργανισμών, ενώ ευνοεί άλλους για την ανάπτυξή τους, ρυθμίζοντας έτσι την συσχέτιση της πληθυσμιακής δύναμης των διαφόρων ομάδων μικροοργανισμών και κατ' επέκταση τη δραστηριότητά τους και τα γενικά βιολογικά φαινόμενα στο τυρί. Επίσης επηρεάζει τις φυσικοχημικές μεταβολές που λαμβάνουν χώρα κατά την ωρίμανση των τυριών (Ζερφυρίδης, 2001).

2.3. Νομοθετικές ρυθμίσεις

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, (Αποφ. 313060/18.1.94, ΦΕΚ 24/Β/18.1.94, άρθρο 1, παρ/φος 1 η ονομασία «ΑΝΕΒΑΤΟ» (ΑΝΕΒΑΤΟ) αναγνωρίζεται ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π) για το τυρί που παράγεται παραδοσιακά στο Νομό Γρεβενών και στην επαρχία Βοΐου Νομού Κοζάνης, από γάλα πρόβειο, γίδινο ή μίγματα αυτών.

Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» πρέπει να προέρχεται αποκλειστικά από τις περιοχές της παραγράφου 1 του παρόντος.

Στο άρθρο 2 αναφέρονται οι προϋποθέσεις του προς τυροκόμηση γάλακτος.

1. Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για παρασκευή τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» πρέπει να πληροί τις εξής προϋποθέσεις:
 - α) Να προέρχεται από φυλές αιγών και προβάτων παραδοσιακά εκτρεφόμενων και προσαρμοσμένων στην περιοχή παρασκευής του τυριού αυτού και η διατροφή τους πρέπει να βασίζεται στη χλωρίδα της ίδιας περιοχής.
 - β) Να προέρχεται από αμέλξεις, που γίνονται 10 ημέρες τουλάχιστον μετά τον τοκετό.
 - γ) Να είναι καλής ποιότητας, νωπό ή παστεριωμένο.
 - δ) Η πήξη του γάλακτος να γίνεται εντός 48 ωρών από την άμελξη και μέχρι τη πήξη να διατηρείται σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.
1. Απαγορεύεται η παρασκευή τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» από άλλο είδος γάλακτος πλην των καθορισμένων στο άρθρο 1 της παρούσας. Στο προς τυροκόμηση για παρασκευή τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» γάλα, απαγορεύεται η συμπύκνωση, η προσθήκη σκόνης ή συμπυκνώματος γάλακτος, πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων, χρωστικών, συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών.
2. Επιτρέπεται η προσθήκη παραδοσιακής πυτιάς ή άλλων ενζύμων με ανάλογη δράση, καθώς και καλλιεργειών αβλαβών οξυγαλακτικών βακτηρίων σε περίπτωση παστερίωσης του γάλακτος.

Στο άρθρο 3 αναφέρεται η τεχνολογία παρασκευής τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ».

1. Για τη παρασκευή του τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» χρησιμοποιείται γάλα, το οποίο πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις του άρθρου 2 της παρούσας.
2. Το γάλα που προορίζεται για τη παρασκευή τυριού «ΑΝΕΒΑΤΟ» τοποθετείται σε χώρο με θερμοκρασία 18-22°C μέχρις ότου αποκτήσει οξύτητα 35°D περίπου. Στη συνέχεια τοποθετείται σε ψυκτικούς θαλάμους θερμοκρασίας 2-4°C, όπου παραμένει για 24 ώρες. Κατόπιν θερμαίνεται στους 12-14°C και προστίθεται σ' αυτό ποσότητα πυτιάς επαρκής να

προκαλέσει την πήξη σε 12 περίπου ώρες. Ακολουθεί διαίρεση, παραμονή του τυροπήγματος στον τυρολέβητα για περίπου 12 ώρες, στράγγιση, ξηρό επιφανειακό αλάτισμα και ωρίμανση του τυριού για δύο τουλάχιστον μήνες.

3. Η παρασκευή και ωρίμανση του τυριού «ANEBATO» γίνεται σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται εντός της περιοχής που αναφέρεται στην παρ.1 του άρθρου 1 της παρούσας.
4. Απαγορεύεται η χρήση χρωστικών, συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών στο τυρί και στην άλμη.

Στο άρθρο 4 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του τυριού «ANEBATO».

Τα βασικά χαρακτηριστικά του τυριού «ANEBATO» (ANEVATO) (ποιοτικά, οργανοληπτικά, κ.λπ.) είναι:

Χημική σύσταση :

- Μέγιστη υγρασία : 60% κατά βάρος
- Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού: 45% κατά βάρος

Τύπος τυριού:

- Μαλακό τυρί, κοκκώδους υφής.
- Βάρη: Διάφορα

Μάζα τυριού: Μαλακή

- Υφή: Κοκκώδης
- Χρώμα: Λευκό

Άλλα κύρια χαρακτηριστικά : Μαλακό τυρί με υπόξινη ευχάριστη γεύση και άρωμα.

Στο άρθρο 5 αναφέρεται η επισήμανση του τυριού.

Στα μέσα συσκευασίας που περιέχουν τυρί «ANEBATO» αναγράφονται υποχρεωτικά οι ακόλουθες ενδείξεις:

- α) «ANEBATO» (ANEVATO)
- β) Προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π.)
- γ) Τυρί
- δ) Η επωνυμία και η έδρα του παραγωγού –συσκευαστή
- ε) Το βάρος του περιεχομένου
- στ) Η ημερομηνία παραγωγής
- ζ) Στοιχεία ελέγχου που αναλύονται ως εξής:

1. Τα τρία πρώτα γράμματα της ονομασίας προέλευσης: ANEB.

2. Ο αύξοντας αριθμός του μέσου συσκευασίας
3. Η ημερομηνία παραγωγής . Παράδειγμα (ANEB- 1113-20/2/94)

Οι παραπάνω υποχρεωτικές ενδείξεις αναγράφονται τουλάχιστον στην ελληνική γλώσσα. Τα στοιχεία ελέγχου αναγράφονται με ευθύνη του συσκευαστή κατόπιν έγγραφης άδειας της αρμόδιας Διεύθυνσης Γεωργίας, η οποία τηρεί ειδικό βιβλίο παρακολούθησης και ελέγχου ανά παραγωγό τυριού «ANEBATO». Οι ενδείξεις α, β, γ, δ, ε, και στ αναγράφονται υποχρεωτικά σε κάθε συνοδευτικό έγγραφο κατά τη διακίνηση του τυριού «ANEBATO». Κατά τα λοιπά η αναγραφή των υποχρεωτικών ενδείξεων γίνεται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην παρ.7 του άρθρου 4 του Π.Δ. 81/93.

Στο άρθρο 6 αναφέρονται οι εξής γενικές διατάξεις:

1. Για θέματα που δεν ρυθμίζονται με την παρούσα απόφαση έχουν εφαρμογή οι διατάξεις του Π.Δ. 81/93 καθώς και οι σχετικές εθνικές διατάξεις.
2. Απαγορεύεται η παραγωγή, εισαγωγή, εξαγωγή, διακίνηση και εμπορία τυριού με την ονομασία «ANEBATO» (ANEVATO) που δεν πληροί τις προϋποθέσεις της παρούσας.

2.4. Ρεολογικές ιδιότητες του τυριού

2.4.1. Γενικά

Η ρεολογία περιλαμβάνει τη μελέτη της παραμόρφωσης και της ροής των υλικών όταν υποβάλλονται σε μια τάση ή μια παραμόρφωση. Οι ρεολογικές ιδιότητες του τυριού είναι εκείνες που καθορίζουν την αντίδρασή του σε μια τάση ή μια παραμόρφωση (π.χ συμπίεση, διάτμηση ή κοπή) που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας (π.χ τεμαχισμός, άλεση) και της κατανάλωσης (τεμαχισμός, επάλειψη, μάζημα). Τα ρεολογικά χαρακτηριστικά καθορίζονται από την εφαρμογή μιας σταθερής τάσης ή μιας παραμόρφωσης σε ένα δείγμα τυριού κάτω από καθορισμένες πειραματικές συνθήκες.

Η ρεολογία του τυριού εξαρτάται από τη σύστασή του, τη μικροδομή (δηλαδή τη δομική διεύθυνση των συστατικών του) τη φυσικοχημική κατάσταση των

συστατικών του και τη μακροδομή του, η οποία απεικονίζει ετερογένειες, όπως ρωγμές και σχισμές του τυροπήγατος. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες περιλαμβάνουν παραμέτρους όπως το ποσοστό συσσωμάτωσης του λίπους, την αναλογία στερεού λίπους προς υγρό λίπος, το βαθμό υδρόλυσης και ενυδάτωσης του παρακαζεϊνικού πλέγματος και τη διαμοριακή έλξη μεταξύ παρακαζεϊνικών μορίων (Fox et al., 2000).

2.4.2. Μικροδομή του τυριού

Η μικροδομή και η μακροδομή του τυριού καθορίζουν σημαντικά τις ρεολογικές ιδιότητες και την υφή του. Το παραγόμενο από τη φυσική πυτιά τυροπήγμα είναι ένα πλέγμα παρακαζεϊνης και φωσφορικού ασβεστίου. Η ακεραιότητα του πλέγματος διατηρείται από ενδομοριακές και ηλεκτροστατικές έλξεις. Το πλέγμα εγκλωβίζει μέσα στους πόρους του λιποσφαίρια, υγρασία, υδατοδιαλυτά συστατικά (μέταλλα, γαλακτικό οξύ, πεπτίδια και αμινοξέα) και ένζυμα (π.χ υπολείμματα πυτιάς και πρωτεϊνάσες μικροοργανισμών) (Fox et al., 2000).

Το πλέγμα περιέχει επίσης διάφορους μικροοργανισμούς, (στις περισσότερες περιπτώσεις βακτήρια της καλλιέργειας και σε μερικές περιπτώσεις μύκητες, ζύμες και άλλα βακτήρια στην επιφάνεια του τυριού) καθώς και τα ένζυμά τους (π.χ πρωτεϊνάσες, πεπτιδάσες και λιπάσες) τα οποία απελευθερώνονται στο πλέγμα σε διάφορα ποσοστά κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών. Μια δυναμική ισορροπία υπάρχει μεταξύ των συγκεντρώσεων του οργανικού ασβεστίου και του φωσφορικού ασβεστίου στο παρακαζεϊνικό πλέγμα και στον ορό του τυριού. Η ισορροπία επηρεάζεται από το pH κι από άλλους παράγοντες όπως η συγκέντρωση του νατρίου στον ορό (Fox et al., 2000).

Διάφορες φυσικοχημικές αλλαγές εμφανίζονται στα δομικά συστατικά του πλέγματος κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Αυτές οι αλλαγές οφείλονται σε ένζυμα τα οποία μπορεί να προέλθουν από την πυτιά, από τα φυσιολογικά ευρισκόμενα στο γάλα ένζυμα (κυρίως πρωτεϊνάσες και λιπάσες), από τα ένζυμα των μικροοργανισμών των καλλιιεργειών, από τα ένζυμα άλλων μικροοργανισμών διαφορετικών από αυτούς που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργεια, καθώς και στις αλλαγές στην ισορροπία των μετάλλων μεταξύ του ορού και του παρακαζεϊνικού πλέγματος (Fox et al., 2000).

Ο τύπος και η έκταση των φυσικοχημικών αλλαγών εξαρτώνται από την ποικιλία του τυριού, τη σύσταση και τις συνθήκες ωρίμανσης. Οι αλλαγές περιλαμβάνουν τα εξής (Fox et al., 2000):

- Μετατροπή του υπολείμματος λακτόζης σε γαλακτικό οξύ και σε οξικό και προπιονικό οξύ.
- Υδρόλυση των καζεϊνών σε πεπτίδια διαφόρων μοριακών βαρών και αμινοξέα και καταβολισμός των αμινοξέων σε αμίνες, αλδεΐδες και αμμωνία.
- Υδρόλυση τριγλυκεριδίων σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα οποία μπορούν να διασπαστούν περαιτέρω σε κετόνες και αλκοόλες.
- Αυξημένη ενυδάτωση της παρακαζεϊνης οφειλόμενη στην υδρόλυσή της, στην αύξηση του pH του τυριού και στη διαλυτοποίηση του συνδεδεμένου με την καζεΐνη ασβεστίου. Η διαλυτοποίηση του συνδεδεμένου με την καζεΐνη ασβεστίου πραγματοποιείται όταν γίνεται μερική αντικατάσταση ιόντων Ca^{++} από ιόντα Na^{+} , ειδικά όταν οι συγκεντρώσεις των ιόντων του Na^{+} και του Ca^{++} στον ορό των τυριών είναι χαμηλές (30g/L και 4g/L αντίστοιχα). Η αύξηση της ενυδάτωσης της καζεϊνης έχει ως αποτέλεσμα την διόγκωση του παρακαζεϊνικού πλέγματος.
- Συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων με συνέπεια τον σχηματισμό θυλάκων λίπους. Η αύξηση του ελεύθερου λίπους μπορεί να αποδοθεί στη φυσική διόγκωση της πρωτεϊνικής φάσης στους χώρους που προηγουμένως υπήρχε λίπος, με αποτέλεσμα τα λιποσφαίρια να έρθουν πιο κοντά.

2.4.3. Επίδραση της ωρίμανσης και της μέσης σύστασης στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού.

Η ιξωδοελαστικότητα του τυριού εξαρτάται από τη ρεολογική συμπεριφορά των μεμονωμένων συστατικών του (πρωτεΐνη, λίπος και υγρασία) καθώς και από την αλληλεπίδραση αυτών. Η δομή, που αντιπροσωπεύει τον τρόπο με τον οποίο τα μεμονωμένα συστατικά συνυπάρχουν, και τη φύση των συστατικών (δηλ. είτε στερεό είτε υγρό) είναι σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες.

Μετά την εφαρμογή μίας τάσης σε ένα τυρί, το πλέγμα θα αντισταθεί αρχικά στην παραμόρφωση. Καθώς η συγκέντρωση της καζεϊνης στο πλέγμα του τυριού

αυξάνεται, οι διαμοριακοί και ενδομοριακοί δεσμοί του γίνονται πιο πολυάριθμοι και το πλέγμα παρουσιάζει μεγαλύτερη ελαστικότητα και είναι δυσκολότερο να παραμορφωθεί. Οι παράγοντες που συμβάλουν στην αποδυνάμωση του καζεϊνικού πλέγματος μειώνουν την τάση που απαιτείται για να προκαλέσει μία δεδομένη παραμόρφωση. Ως εκ τούτου, η τάση θραύσης και η σταθερότητα του τυριού μειώνεται γενικά με το χρόνο ωρίμανσης εξαιτίας της υδρόλυσης και της ενυδάτωσης της καζεΐνης, εκ των οποίων και οι δύο δοκιμασίες συμβάλουν στην αποσύνθεση του καζεϊνικού πλέγματος. Η δομή του τυριού αποδυναμώνεται εμφανώς από την πρόωρη υδρόλυση της α_{s1} – καζεΐνης μέσω της υπολειμματικής δράσης της χυμοσίνης στο δεσμό Phe₂₃ – Phe₂₄. Η ακολουθία 1-23 της α_{s1} – καζεΐνης είναι έντονα υδρόφοβη και αλληλεπιδρά με τις υδρόφοβες περιοχές άλλων α_{s1} – και β - μορίων καζεΐνης και έτσι αυτό συμβάλει στην ολική συνοχή και την ακεραιότητα του πλέγματος.

Η συμβολή του λίπους στις ρεολογικές ιδιότητες του τυριού εξαρτάται από τη φυσική κατάστασή του και επομένως από τη θερμοκρασία, η οποία ελέγχει την αναλογία του στερεού λίπους προς το υγρό λίπος. 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).

Τα στερεά λιποσφαίρια περιορίζουν την παραμόρφωση του καζεϊνικού πλέγματος, δεδομένου ότι η παραμόρφωση του τελευταίου απαιτεί επίσης την παραμόρφωση των λιποσφαιρίων που είναι εγκλωβισμένα μέσα στους πόρους του.

Καθώς το ποσοστό του υγρού λίπους αυξάνεται, το λίπος συμπεριφέρεται περισσότερο όπως ένα ρευστό και προσδίδει ιξώδη δομή παρά ελαστικότητα ή ακαμψία στο τυρί.

Επιπλέον, το υγρό λίπος ενεργεί ως λιπαντικό στις επιφάνειες θραύσης του καζεϊνικού πλέγματος και με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η τάση που απαιτείται για να σπάσει το πλέγμα. Ως εκ τούτου, για μία δεδομένη περιεκτικότητα σε λίπος, αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της συμπίεσης οδηγεί σε μία χαρακτηριστική μείωση του συντελεστή ελαστικότητας, της τάσης θραύσης και της σταθερότητας.

Μία αύξηση του λίπους επί ξηρής ουσίας του τυριού (διατηρώντας σταθερές τις άλλες παραμέτρους) έχει σαν αποτέλεσμα μείωση της τάσης θραύσης. Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται τόσο περισσότερο η αύξηση του λίπους επί ξηρής ουσίας επιδρά στη μείωση της τάσης θραύσης. Γενικά μία αύξηση της περιεκτικότητας του

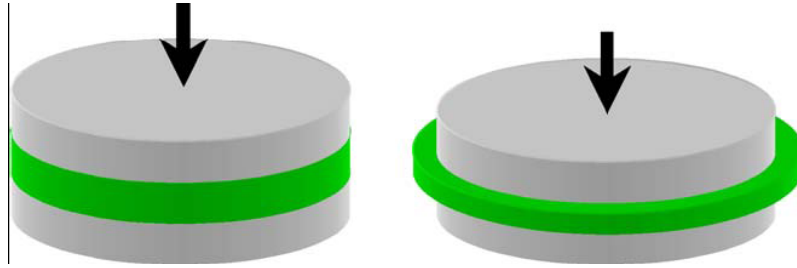
τυριού σε λίπος συνοδεύεται από μείωση του ποσοστού πρωτεΐνης και υγρασίας καθώς και από μείωση της τάσης θραύσης και της σταθερότητας.

Το τρίτο σημαντικό συστατικό του τυριού είναι η υγρασία, η οποία ενεργεί ως πλαστικοποιητής στο πρωτεϊνικό πλέγμα, καθιστώντας το με αυτόν τον τρόπο λιγότερο ελαστικό και πιο ευαίσθητο στη θραύση κατά τη συμπίεση. Συνεπώς, η αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία των τυριών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του συντελεστή ελαστικότητας, της τάσης θραύσης και της σταθερότητας (Fox et al., 2000).

Ένας από τους ρόλους του νερού είναι να ενεργεί ως χαμηλού ιξώδους λιπαντικό μεταξύ των επιφανειών του λίπους και της καζεΐνης. Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό του νερού και όσο ευρύτερα τα διαστήματα που είναι διαθέσιμα για το νερό για να διατρέξει μέσα σε αυτά, τόσο λιγότερο θα πρέπει να περιορίζεται η κίνηση του καζεϊνικού πλέγματος γύρω από το εγκλωβισμένο λίπος. Αυτή η πιο ελεύθερη μετακίνηση έχει ως συνέπεια μικρότερη αντίσταση σε οποιαδήποτε παραμόρφωση και μεγαλύτερη ευκολία ανάκτησης του αρχικού του σχήματος μετά την παραμόρφωσή του (Prentice, 1987).

2.4.4. Εφαρμογή της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής

Η δοκιμή της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής, η οποία ανήκει στις δοκιμές μεγάλης παραμόρφωσης, είναι εξαιρετικά απλή και δίνει πληροφόρηση για τον τύπο της δομής ενός υλικού. Στο δείγμα εφαρμόζεται μονοαξονική συμπίεση (uniaxial compression) υπό καθεστώς λιπαινόμενης διαξονικής ροής (lubricated squeeze flow) (Σχήμα 2.1). Στη δοκιμή αυτή το υλικό συμπιέζεται σε μεγάλο βαθμό παραμόρφωσης οπότε είτε υπόκειται σε μόνιμη παραμόρφωση είτε η δομή του καταρρέει γιατί έχει θραυσθεί πολύ μεγάλος αριθμός πρωτευόντων και δευτερευόντων δεσμών και μάλιστα από τους πλέον ισχυρούς.



Σχήμα 2.1. Συμπίεση σε συνθήκες λιπαινόμενης διαξονικής ροής. (Engmann et al., 2005)

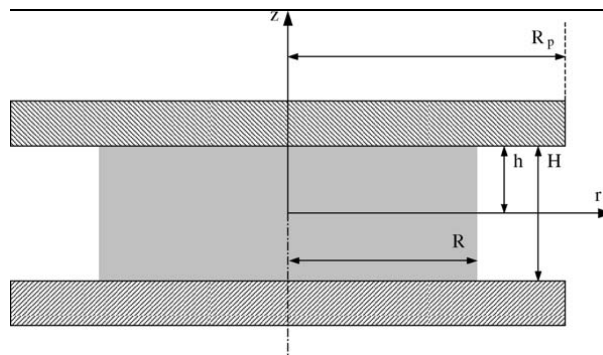
Λιπαινόμενη συμπίεστη ροή

Το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται η λιπαινόμενη συμπίεστη ροή είναι το ακόλουθο:

Για ένα ασυμπίεστο Νευτώνειο ρευστό που ρέει σε συνθήκες ροής απαλλαγμένης από τριβές, η στιγμιαία δύναμη που επενεργεί σ' αυτό, $F(t)$, δίνεται από τη σχέση

$$F(t) = -\frac{3\pi\eta R^2(t)}{H(t)} \frac{dH(t)}{dt} \quad (1)$$

όπου, η είναι το νευτώνειο ιξώδες, $R(t)$ είναι η στιγμιαία ακτίνα και $H(t)$ το στιγμιαίο ύψος του υπό συμπίεση δείγματος (Lee & Peleg, 1990) (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2. Σύστημα συντεταγμένων και βασικές διαστάσεις για τη λιπαινόμενη συμπίεστη ροή (Engmann et al, 2005)

Αν η επιφάνεια παραμένει σταθερή και η συμπίεση γίνεται με σταθερό ρυθμό V , τότε η σχέση (1) μεταπίπτει στην

$$F(t) = \frac{3\pi\eta R^2 V}{H(t)} \quad (2)$$

Σε περίπτωση που υπάρχει τριβή, τότε η συμπεριφορά του ρευστού διέπεται από τη σχέση γνωστή ως εξίσωση Stefan, δηλαδή:

$$F(t) = -\frac{3\pi\eta R^4(t)}{2H^3(t)} \frac{dH(t)}{dt} \quad (3)$$

η οποία για σταθερή επιφάνεια και ρυθμό συμπίεσης μεταπίπτει στην

$$F(t) = \frac{3\pi\eta R^4 V}{2H^3(t)} \quad (4)$$

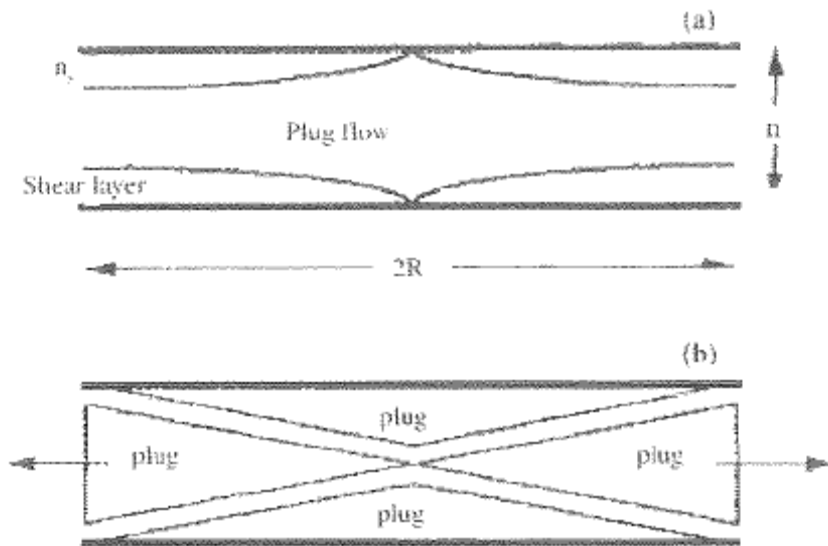
Όταν το ρευστό είναι μη νευτώνιο (ψευδοπλαστικό) τότε για κατάσταση που υπάρχει τριβή, η σχέση γίνεται,

$$F(t) = \frac{2\pi KR^{n+3}}{n+3} \left[\frac{2n+1}{n} \right]^n \left[-\frac{dH}{dt} \right]^n \frac{1}{H^{2n+1}} \quad (5)$$

Η σχέση αυτή ονομάζεται εξίσωση του Scott (Lee & Peleg, 1990), όπου, K είναι ο συντελεστής συνεκτικότητας και ο n είναι ο δείκτης ρεολογικής συμπεριφοράς. Στη περίπτωση απουσίας τριβής (λιπαινόμενη ροή), η επίδραση της διατμητικής τάσης εξαφανίζεται και η εξίσωση γίνεται,

$$F(t) = 3^{\frac{n+1}{2}} \pi KR^2 \left[-\frac{dH}{dt} \right]^n \frac{1}{H^n} \quad (6)$$

Με βάση τις παραπάνω εξισώσεις, μπορεί να υπολογιστεί το εκτατό ιξώδες (elongational viscosity), με την προϋπόθεση η παραμόρφωση να είναι ομογενής δηλαδή να υπάρχει πλήρης ολίσθηση του δείγματος που σημαίνει να λαμβάνει χώρα εμβολική ροή (plug flow) στην περιφέρεια του δείγματος όπως στο Σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3. Εμβολική ροή (Engmann et al., 2005)

Οι εξισώσεις που ισχύουν στο πεδίο της ταχύτητας της εκτατής ροής είναι οι ακόλουθες (Chatraei et al., 1981; Campanella & Peleg, 1987)

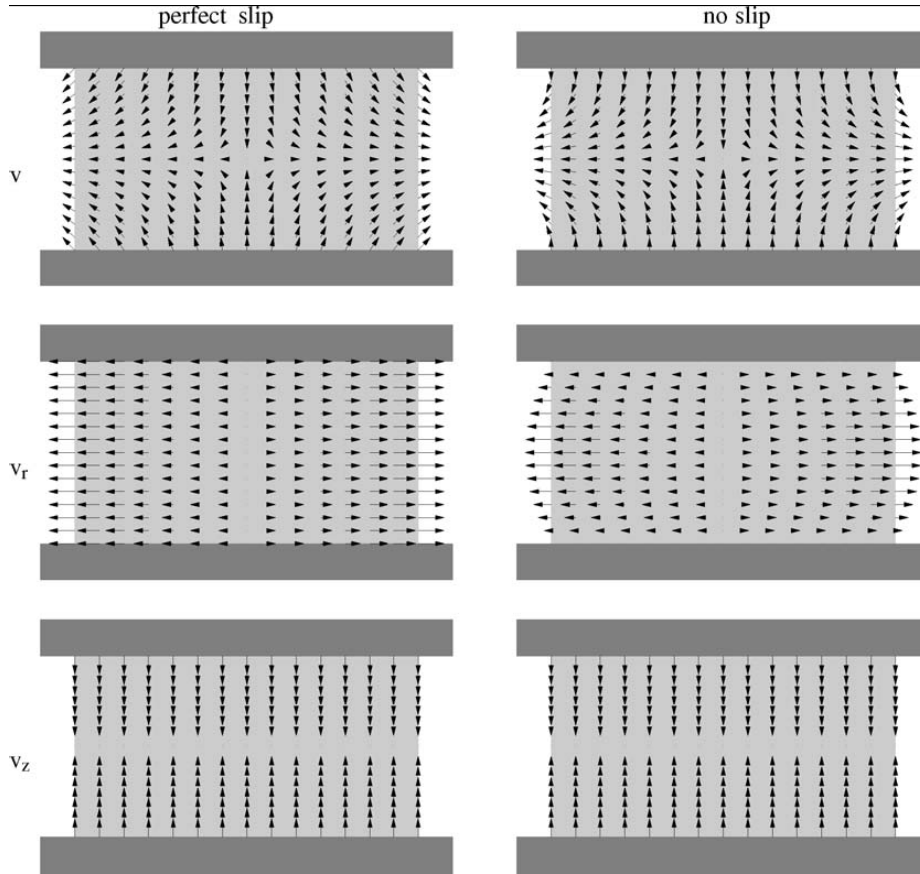
$$V_z = \dot{\epsilon}_T H(t) \quad (7)$$

$$V_r = -\dot{\epsilon}_T \frac{r}{2} \quad (8)$$

$$V_\omega = 0 \quad (9)$$

Όπου V_z , V_r και V_ω είναι τα διανυσματικά μεγέθη της ταχύτητας κάθετη, ακτινική και γωνιακή αντίστοιχα, $H(t)$ είναι το στιγμιαίο ύψος του δείγματος σε χρόνο t και r είναι η ακτινική απόσταση (Σχήμα 2.4). Ο στιγμιαίος ρυθμός παραμόρφωσης $\dot{\epsilon}_T$ ορίζεται ως

$$\dot{\epsilon}_T = \left[-\frac{dH(t)}{dt} \right] \frac{1}{H(t)} \quad (10)$$



Σχήμα 2.4. Διανυσματικά μεγέθη της ταχύτητας για συμπιεζόμενη ροή με τέλεια και καθόλου ολίσθηση (Engmann et al., 2005)

Η μέση διαφορά κάθετης (normal) τάσης $\sigma = T_{rr} - T_{zz}$ μπορεί να υπολογιστεί ως η στιγμιαία δύναμη συμπίεσης $F(t)$ που ασκείται στο επίπεδο της επιφάνειας του δείγματος δηλαδή:

$$\sigma = \frac{F(t)}{\pi R^2} \quad (11)$$

Ο διαξονικός ρυθμός παραμόρφωσης $\dot{\epsilon}_b$ ορίζεται ως (Chatraei et al., 1981)

$$\dot{\epsilon}_b = \frac{1}{2} \dot{\epsilon}_T \quad (12)$$

Από τις προηγούμενες εξισώσεις (11) και (12) ο συντελεστής ανάπτυξης τάσης (stressgrowthcoefficient) $\eta_B^+(t, \dot{\epsilon}_b)$ μπορεί να προσδιορισθεί (Dealy, 1984):

$$\eta_B^+(t, \dot{\epsilon}_b) = \sigma / \dot{\epsilon}_b \quad (13)$$

Η εξίσωση (13) χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ασταθής κατάσταση ροής δηλαδή είτε η τάση είτε η παραμόρφωση είτε αμφότερες είναι συναρτήσεις του χρόνου (Shukla et al., 1995).

Στη περίπτωση που έχει επιτευχθεί σταθερή ροή δηλαδή η τάση και η παραμόρφωση έχουν προσεγγίσει σταθερές τιμές τότε το εκτατό ιξώδες $\eta_B(\dot{\epsilon}_b)$ προκύπτει από την εξίσωση (13) (Dealy, 1984)

$$\eta_B(\dot{\epsilon}_b) = \lim_{t \rightarrow \infty} [\eta_B^+(t, \dot{\epsilon}_b)] \quad (14)$$

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στα φυσικοχημικά και ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού Ανεβατό. Η ρεολογική συμπεριφορά των δειγμάτων μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπιεστής ροής. Στα δείγματα εφαρμόστηκε μονοαξονική συμπίεση υπό συνθήκες λιπαινόμενης διαξονικής ροής τόσο με σταθερή παραμόρφωση σε συνθήκες ασταθούς ροής, όσο και με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης σε συνθήκες σταθερής ροής.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Παρασκευή των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό

Για την παρασκευή των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό χρησιμοποιήθηκε παστεριωμένο μη-ομογενοποιημένο πρόβειο και κατσικίσιο γάλα καθώς και μίγμα αυτών σε αναλογία 1:1. Για κάθε δείγμα τυριού χρησιμοποιήθηκαν 10 Kg γάλακτος. Παρασκευάστηκαν τρία διαφορετικά δείγματα τυριών (πρόβειο, κατσικίσιο, μίγμα 50:50), ενώ η παρασκευή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε δύο φορές (2 παρτίδες).

Προσθήκη καλλιέργειας: Αρχικά το γάλα θερμάνθηκε στους 22⁰C και στη συνέχεια, προστέθηκε καλλιέργεια οξυγαλακτικών βακτηρίων, η οποία αποτελούνταν από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus lactis* και *Streptococcus cremoris* (DOM 1, Dosi 2; CSLCentroSpermentale, deLatteS.P.A, ZeloBuonPersico, Italy). Τα δείγματα παρέμειναν σε επωαστικό θάλαμο στους 22⁰C μέχρι το γάλα να αποκτήσει οξύτητα 0,35% εκφρασμένη σε γαλακτικό οξύ (περίπου 12 h). Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν στην ψύξη (4⁰C) για 12 h.

Προσθήκη πυτιάς: Το γάλα θερμάνθηκε στους 14⁰C και προστέθηκε σε αυτό διάλυμα πυτιάς (0,1g κρυσταλλικής πυτιάς ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και τοποθετήθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, η οποία συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό). 1ml του ανωτέρω διαλύματος μπορούσε να πήξει 1kg γάλακτος. Η πυτιά που χρησιμοποιήθηκε είχε περιεκτικότητα σε χυμοσίνη 95% και πεψίνη 5%, ενώ η πηκτική της δύναμη ήταν 883 IMCU (Danaes, Thessaloniki, Greece). Το γάλα μεταφέρθηκε αμέσως σε επωαστικό θάλαμο στους 14⁰C για περίπου 12 ώρες μέχρι να ολοκληρωθεί η πήξη του.

Δαίρεση τυροπήγματος: Μετά την ολοκλήρωση της πήξης, το τυρόπηγμα διαιρέθηκε σε κομμάτια 2×2cm, αναδεύτηκε ελαφρά και παρέμεινε στους 14⁰C για 12 περίπου ώρες.

Στραγγίσμα: Στη συνέχεια το τυρόπηγμα μεταφέρθηκε σε τυρόπανα (τσαντίλες) και παρέμεινε για περίπου 24 h μέχρι η υγρασία των τυριών να φτάσει στο 60%.

Αλάτισμα: Μετά την ολοκλήρωση του στραγγίσματος, τα δείγματα αφού αφαιρέθηκαν από τα τυρόπανα, αλατίστηκαν με λεπτόκοκκο αλάτι σε ποσοστό 1,7%.

Συσκευασία: Ακολούθησε η συσκευασία των δειγμάτων σε περιέκτες από πολυπροπυλένιο χωρητικότητας 200 g, οι οποίοι στη συνέχεια μαζί με τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σακουλάκια που αποτελούνταν από τερεφθαλικό πολυεστέρα στο εσωτερικό τους και από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο στην εξωτερική τους πλευρά. Τα σακουλάκια με τα δείγματα κλείστηκαν σε συσκευή κενού και τοποθετήθηκαν στην ψύξη (4⁰C) όπου και παρέμειναν συνολικά για χρονικό διάστημα 60 ημερών. Τα δείγματα των 0 ημερών εξετάστηκαν αμέσως μετά την συσκευασία τους, ενώ τα υπόλοιπα στις 15, 30, 45 και 60 ημέρες ωρίμανσης.

Η απόδοση % (kg τυριού / kg γάλακτος) ήταν 29,2%, 17,1% και 24,4% για τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα, με κατσικίσιο γάλα και με μίγμα αυτών, αντίστοιχα.

4.2. Μελέτη της ρεολογικής συμπεριφοράς των δειγμάτων

4.2.1 Περιγραφή του Texture Analyser TA.XT.plus

Το Texture Analyser TA.XT.plus είναι ένα όργανο μελέτης της υφής των τροφίμων υποβάλλοντας τα σε συμπίεση ή εφελκυσμό.

Στο TextureAnalyserTA.XT.plus έγιναν μετρήσεις με τη χρήση δύο δοκιμών:

- Η δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης
- Η δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερή ταχύτητα

4.2.2. Δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερή ταχύτητα

Τα δείγματα αφού πέρασαν από κόσκινο 800 mesh τοποθετήθηκαν σε ειδικά καλούπια (διάμετρος 0,051 m και ύψος 0,0098 m) ώστε να μορφοποιηθούν και να υποστηρίζουν τη μάζα τους. Στη συνέχεια αφαιρέθηκε ο δακτύλιος από τα δείγματα και προστέθηκε στην επιφάνεια τους υγρή παραφίνη ώστε να δημιουργηθούν συνθήκες λιπαινόμενης ροής. Η περίσσεια παραφίνης απομακρύνθηκε και τα δείγματα, τα οποία στέκονταν πάνω σε λεία επιφάνεια, τοποθετήθηκαν στο δειγματοφορέα του οργάνου και ευθυγραμμίστηκαν με το έμβολο, το οποίο είχε την ίδια διάμετρο με τα δείγματα. Το έμβολο του οργάνου μετακινήθηκε χειροκίνητα μέχρι την επιφάνεια του δείγματος και στη συνέχεια δόθηκε εντολή για έναρξη της

μέτρησης. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης το έμβολο κατέβαινε με ταχύτητα 0,01 mm/s μέχρι το δείγμα να συμπιεστεί στο μισό του ύψους. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης πραγματοποιήθηκε καταγραφή σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων της δύναμης και του χρόνου συμπίεσης. Η μέτρηση αυτή για κάθε δείγμα επαναλαμβανόταν 3 φορές.

4.2.3. Δοκιμή μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης

Τα δείγματα παρασκευάστηκαν όπως και στην περίπτωση της δοκιμής μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερή ταχύτητα. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης ο ρυθμός παραμόρφωσης παρέμενε σταθερός (1%) και η τελική παραμόρφωση έφτανε το 50% του αρχικού ύψους. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης γινόταν καταγραφή σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων της δύναμης και του χρόνου συμπίεσης. Η μέτρηση αυτή για κάθε δείγμα επαναλαμβανόταν 3 φορές.

4.3. Χημικές αναλύσεις

4.3.1. Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας μπορεί να γίνει με ακρίβεια με αποξήρανση ορισμένης ποσότητας τυριού στους 102 °C.

Υλικά και όργανα

- Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1mg
- Κλίβανος ξήρανσης, με δυνατότητα διατήρησης της θερμοκρασίας στους 120 ± 2 °C
- Δίσκος διαμέτρου 60-80mm, ύψους 30mm, με επίπεδο πυθμένα, από ανοξείδωτο χάλυβα, αλουμίνιο ή γυαλί
- Γυάλινη ράβδος με μήκος μεγαλύτερο της διαμέτρου του δίσκου κατά 5mm
- Ξηραντήριο
- Θαλασσινή άμμος ξεπλυμένη με υδροχλωρικό οξύ

Τεχνική

Τοποθετούνται 20-30g άμμου στο δίσκο αλουμινίου μαζί με τη γυάλινη ράβδο και ξηραίνονται στους 120 ± 2 °C για μία ώρα. Στη συνέχεια τοποθετούνται στο ξηραντήριο για ψύξη και ζυγίζονται (α_1).

Στο δίσκο αλουμινίου προστίθενται περίπου 3g τυριού και ζυγίζονται με ακρίβεια 1mg (α_2). Με τη γυάλινη ράβδο αναμιγνύεται το δείγμα με την άμμο και τοποθετείται στον κλίβανο στους 120 ± 2 °C για 3 ώρες. Μετά την ξήρανση ψύχεται στο ξηραντήριο και ζυγίζεται (α_3). Η ξήρανση στον κλίβανο επαναλαμβάνεται μέχρις ότου η διαφορά να είναι μικρότερη του 1mg.

Η ξηρή ουσία (ΞΟ) του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{ΞΟ (\%)} = \frac{\alpha_3 - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \times 100$$

όπου:

α_1 είναι το βάρος του δίσκου, της άμμου και της ράβδου.

α_2 είναι το βάρος του δίσκου, της άμμου, της ράβδου και του δείγματος πριν την ξήρανση.

α_3 είναι το βάρος του δίσκου, της άμμου, της ράβδου και του δείγματος μετά την ξήρανση.

Η τιμή της ξηρής ουσίας του δείγματος είναι ο μέσος όρος δύο μετρήσεων. Η διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,1%. Η τιμή της υγρασίας υπολογίζεται ως εξής: $Y (\%) = 100 - \text{Ξ.Ο.} (\%)$.

Για τον προσδιορισμό ξηρής ουσίας στα δείγματα γάλακτος και τυρογάλακτος ζυγίζονται με ακρίβεια 1mg ποσότητα 5ml (Mumm et al., 1970).

4.3.2. Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο Gerber

Ο προσδιορισμός του λίπους του γάλακτος και του τυρογάλα έγινε με τη μέθοδο Gerber. Η μέθοδος στηρίζεται στην αρχή ότι όταν γάλα προστεθεί σε θειικό οξύ διαλύονται όλες οι πρωτεΐνες του γάλακτος, ιδιαίτερα οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων και το ελεύθερο λίπος διαχωρίζεται με

φυγόκεντρο. Ο διαχωρισμός του λίπους διευκολύνεται με την προσθήκη αμυλικής αλκοόλης.

Υλικά και όργανα

- Βουτυρόμετρα
- Θεϊκό οξύ
- Αμυλική αλκοόλη
- Φυγόκεντρος, υδατόλουτρο, σιφώνια ή συσκευές μέτρησης θεϊκού οξέος και αλκοόλης

Τεχνική

Στο βουτυρόμετρο τοποθετούνται με τη σειρά 10ml θεϊκού οξέος, 11ml γάλακτος (το οποίο πρέπει να εισάγεται σιγά σιγά και το σιφόνιο να εφάπτεται στα τοιχώματα του βουτυρομέτρου) και 1ml αμυλικής αλκοόλης.

Στη συνέχεια τα βουτυρόμετρα πωματίζονται και αναμιγνύεται το περιεχόμενό τους μέχρις ότου διαλυθούν τελείως οι πρωτεΐνες του γάλακτος. Τα καστανά τεμαχίδια που δημιουργούνται αρχικά πρέπει να εξαφανιστούν.

Ακολουθεί φυγοκέντρηση στις 1000-1200 στροφές για 5min. Κατόπιν προσαρμόζεται εάν χρειαστεί, με μετακίνηση του πώματος, η στήλη του λίπους μέσα στη βαθμολογημένη κλίμακα και τα βουτυρόμετρα τοποθετούνται στους 65 °C για 5-10min και γίνεται ανάγνωση των βουτυρομέτρων.

Ο όγκος του βουτυρομέτρου και οι λαμβανόμενες ποσότητες γάλακτος, οξέος και αλκοόλης είναι έτσι ρυθμισμένα, ώστε η ανάγνωση του βουτυρομέτρου να δίνει την εκατοστιαία περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος. Η διαφορά μεταξύ δύο μετρήσεων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,05%. (Kirk & Sawyer, 1991).

4.3.3. Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο VanGulik

Η αρχή της μεθόδου είναι ίδια με τη μέθοδο προσδιορισμού λίπους του γάλακτος κατά Gerber (VDLUFA, 1985).

Υλικά και Όργανα

- Βουτυρόμετρα
- Θεϊκό οξύ
- Αμυλική αλκοόλη
- Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1mg
- Φυγόκεντρος, υδατόλουτρο, σιφόνια ή συσκευές μέτρησης θεϊκού οξέος και αλκοόλης

Τεχνική

Στον υποδοχέα των βουτυρομέτρων ζυγίζονται 3g τυριού. Ο υποδοχέας τοποθετείται στο βουτυρόμετρο και από το πάνω ανοιχτό στόμιο του βουτυρομέτρου προστίθεται θεϊκό οξύ μέχρι να καλυφθεί το τυρί.

Το βουτυρόμετρο μεταφέρεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65 ± 2 °C για 20-30 min, με συχνή ανάδευση για να διαλυθεί η μάζα του τυριού.

Αμυλική αλκοόλη σε ποσότητα 1ml προστίθεται στο βουτυρόμετρο και ακολουθεί έντονη ανάδευση. Στη συνέχεια προστίθεται θεϊκό οξύ μέχρι τα 4/5 της κλίμακας του βουτυρόμετρου, πωματίζεται και τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5 min.

Ακολουθεί φυγοκέντριση για 5 min σε 1100-1200 στροφές ανά λεπτό, τοποθέτηση στο υδατόλουτρο για 5 min και ανάγνωση της κλίμακας του βουτυρομέτρου.

Η περιεκτικότητα του δείγματος σε λίπος ανά 100g τυριού είναι η διαφορά της κλίμακας μεταξύ της ανάγνωσης του κάτω και άνω άκρου της στοιβάδας του λίπους (VDLUFA, 1985).

Υπολογισμός λίπους επί ξηρής ουσίας

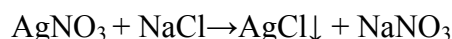
Ο υπολογισμός του λίπους επί ξηρής ουσίας (%) γίνεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Λίπος επί ξηρής ουσίας (\%)} = \frac{\text{Λίπος (\%)}}{\text{Ξηρή ουσία (\%)}} \times 100$$

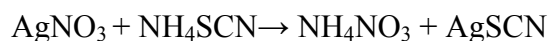
4.3.4 Προσδιορισμός αλατιού

Η αρχή της μεθόδου είναι η ίδια με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό χλωριόντων στο γάλα.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, μετά την οξίνιση του γάλακτος με νιτρικό οξύ και προσθήκη νιτρικού αργύρου κατακρημνίζονται τα χλωριόντα του γάλακτος.



Η περίσσεια του νιτρικού αργύρου ογκομετρείται με θειοκυανιούχο αμμώνιο παρουσία διαλύματος εναμμωνίουθειϊκού σιδήρου ως δείκτη.



Το ποσοστό χλωριόντων του γάλακτος υπολογίζεται από το ποσοστό του δεσμευμένου νιτρικού αργύρου.

Υλικά και Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός
- Προχοΐδα
- Διάλυμα θειοκυανιούχου αμμωνίου (NH_4SCN) 0,1N.
- Σιφόνια 20ml και 50ml
- Ογκομετρικές φιάλες 100ml
- Χωνιά διαμέτρου περίπου 6 cm
- Διηθητικά χαρτιά
- Κωνικές φιάλες 200ml
- Διάλυμα NaOH 1N
- Διάλυμα νιτρικού οξέος (HNO_3) 25%
- Διάλυμα Martius- Luttke

Για την παρασκευή του διαλύματος Martius- Luttke 16,986g AgNO_3 διαλύονται με 200ml απεσταγμένου νερού σε ογκομετρική φιάλη του 1L. Ακολουθεί προσθήκη 400ml διαλύματος νιτρικού οξέος (25%), 250ml κεκορεσμένου διαλύματος εναμμωνίουθειϊκού σιδήρου και απεσταγμένου νερού μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα που προκύπτει είναι διάλυμα AgNO_3 0,1N.

Τεχνική

Από το τριμμένο δείγμα τυριού ζυγίζονται 3-4g τυριού με ακρίβεια 1mg σε κάψα πορσελάνης και ακολουθεί προσθήκη 10ml NaOH 1N. Το δείγμα με τη βοήθεια ραβδιού αναμιγνύεται ώστε να προκύψει ένα ομοιογενές διάλυμα. Ακολουθεί προσθήκη 60ml απεσταγμένου θερμού νερού 50⁰C με σύγχρονη ανάδευση.

Το ομοιογενές διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100ml με σύγχρονο ξέπλυμα της κάψας και του ραβδιού με νερό, ώστε να εξασφαλιστεί η μεταφορά όλου του δείγματος στην ογκομετρική φιάλη. Μετά την ψύξη του δείγματος προστίθεται στην ογκομετρική 12ml διαλύματος νιτρικού οξέος 25% και νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το δείγμα αναμιγνύεται και διηθείται με ξηρό φίλτρο. Από το διαυγές διήθημα μεταφέρεται ποσότητα 50ml σε κωνική φιάλη και ακολουθεί προσθήκη 20ml του νιτρικού διαλύματος Martius- Luttke. Το διάλυμα θερμαίνεται ήπια και τα χλωριόντα κατακρημνίζονται ως AgCl.

Η περίσσεια των ιόντων αργύρου ογκομετρείται με θειοκυανιούχο αμμώνιο μέχρι εμφάνισης καστανού χρωματισμού.

Η περιεκτικότητα του τυριού σε αλάτι υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Αλάτι (\%)} = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \times 0,00585 \times 100}{\frac{1}{2}B}$$

όπου:

α_1 είναι τα ml του διαλύματος Martius- Luttke που προστέθηκαν στο δείγμα

α_2 είναι τα ml του διαλύματος θειοκυανιούχου αμμωνίου που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση

B είναι το βάρος του δείγματος του τυριού

1ml διαλύματος 0,1 N Martius- Luttke αντιστοιχεί σε 0,00585g NaCl (Schneider & Roeder, 1979).

Υπολογισμός του Συντελεστή Άλατος

Ο Συντελεστής Άλατος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Συντελεστής Άλατος (\%)} = \frac{A \times 100}{Y + A}$$

όπου:

A = είναι η περιεκτικότητα του τυριού σε αλάτι (%)

Y = είναι η υγρασία του τυριού (%)

4.3.5. Προσδιορισμός του pH

Υλικά και Όργανα

- Ποτηράκια ζέσεως των 100ml και γυάλινες ράβδοι
- Απεσταγμένο νερό
- Ζυγός
- Πεχάμετρο με κλίμακα μέτρησης pH από 0-14
- Ρυθμιστικά διαλύματα με pHα και pH 7 για τον έλεγχο και τη ρύθμιση του πεχαμέτρου

Τεχνική

Το πεχάμετρο ελέγχεται και ρυθμίζεται με τη βοήθεια των ρυθμιστικών διαλυμάτων. Σε ποτηράκι ζέσεως των 100ml προστίθενται 20g δείγματος και 20ml απεσταγμένου νερού. Ακολουθεί ανάμιξη, μέχρις ότου το δείγμα να μετατραπεί σε μία ομοιογενή πάστα και μέτρηση του pH.

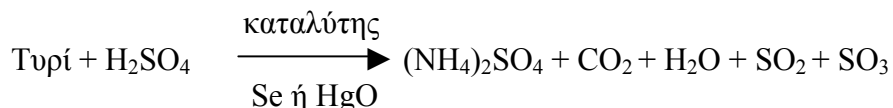
Η τελική τιμή του pH αποτελεί το μέσο όρο δύο μετρήσεων. Η απόκλιση μεταξύ των δύο αυτών μετρήσεων πρέπει να είναι μέχρι 0,03 pH.

4.3.6. Προσδιορισμός του Ολικού Αζώτου

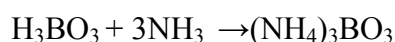
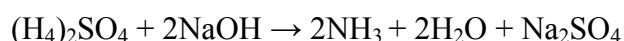
Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου (TN) γίνεται με τη μέθοδο Kjeldahl και αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό των πρωτεϊνών του γάλακτος (VDLUFA, 1985).

Τα στάδια της μεθόδου είναι τα παρακάτω:

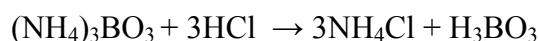
- Θέρμανση του δείγματος του τυριού με πυκνόθειικό οξύ παρουσία καταλύτη. Κατά τη θέρμανση γίνεται καύση των οργανικών ουσιών του τυριού και το άζωτο του τυριού μετατρέπεται σε αμμωνιακό.



- Απελευθέρωση της αμμωνίας με την επίδραση καυστικού νατρίου και διαχωρισμός της με απόσταξη και παραλαβή της σε βορικό οξύ.



- Ογκομέτρηση της αμμωνίας με υδροχλωρικό οξύ



Από το αποτέλεσμα της τιτλοδότησης υπολογίζεται η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο. Η περιεκτικότητα σε άζωτο πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή 6,38 μας δίνει την περιεκτικότητα του δείγματος σε πρωτεΐνες.

Υλικά και Όργανα

- Θειϊκό κάλιο (K_2SO_4)
- Θειϊκός χαλκός ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Πυκνό θειϊκό οξύ, ($\rho = 1,84$ στους 20°C)
- Καυστικό νάτριο, 500g NaOH διαλύονται σε 1000ml νερό
- Βορικό οξύ, 40g H_3BO_3 διαλύονται σε 1000ml νερό
- Υδροχλωρικό οξύ, HCl 0,1N
- Δείκτης 2g ερυθρού του μεθυλίου και 1g κυανού του μεθυλενίου διαλύονται σε 1000ml αιθυλικής αλκοόλης 96%
- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1mg
- Φιάλες Kjeldahl των 500ml
- Συσκευή καύσης
- Ψυκτήρες Liebig

- Κωνικές φιάλες των 500ml
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 25,50,100 και 250ml
- Προχοΐδα με υποδιαιρέσεις 0,05ml
- Κομμάτια ελαφρόπετρας ή γυάλινα σφαιρίδια

Τεχνική

Σε φιάλη Kjeldahl τοποθετούνται κομμάτια ελαφρόπετρας ή γυάλινα σφαιρίδια, περίπου 10g θειϊκού χαλκού και περίπου 1-2g δείγματος τυριού που έχει ζυγιστεί με ακρίβεια. Το περιεχόμενο της φιάλης αναμιγνύεται μετά και από την προσθήκη 20ml θειϊκού οξέος και θερμαίνεται προσεκτικά στη συσκευή καύσης μέχρις ότου σταματήσει ο αφρισμός και το περιεχόμενο γίνει υγρό.

Η θέρμανση συνεχίζεται έντονα μέχρις ότου το περιεχόμενο γίνει διαυγές. Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης η φιάλη αναμιγνύεται τακτικά. Μετά τη διαύγανση, ο βρασμός συνεχίζεται για 90min.

Η φιάλη αφήνεται να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου και ακολουθεί προσθήκη 150ml νερού και γυάλινων σφαιριδίων.

Σε κωνική φιάλη προστίθενται 50ml διαλύματος βορικού οξέος και 4 σταγόνες δείκτη. Μετά την ανάμιξη η κωνική τοποθετείται στο κάτω άκρο του ψυκτήρα, ώστε το ράμφος να βυθίζεται στο βορικό οξύ.

Στη φιάλη Kjeldahl προστίθενται 80ml καυστικού νατρίου με προσοχή, ώστε αυτό να μην αναμιχθεί με το περιεχόμενο της φιάλης.

Η φιάλη συνδέεται με τον ψυκτήρα και ακολουθεί ανάμιξη και θέρμανση μέχρι βρασμού. Η απόσταξη συνεχίζεται για 20min. Κατά τη διάρκεια της απόσταξης δεν πρέπει να θερμαίνεται το διάλυμα του βορικού οξέος. Μετά το τέλος της απόσταξης απομακρύνεται το ράμφος του ψυκτήρα από το βορικό οξύ και ξεπλένεται με λίγο αποσταγμένο νερό.

Το απόσταγμα τιτλοδοτείται με 0,1N HCl μέχρι το χρώμα του δείκτη να γίνει γκριζωπό. Για σύγκριση χρησιμοποιείται το χρώμα του μάρτυρα. Για το μάρτυρα ακολουθείται η ίδια διαδικασία που αναφέρεται παραπάνω για το δείγμα του τυριού και στη θέση του τυριού προστίθεται 1-2ml νερού.

Το ολικό άζωτο του δείγματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Ολικό Άζωτο (\%)} = \frac{(\alpha - \beta) \times N \times 1,4}{B}$$

όπου:

α είναι τα mlHCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο δείγμα

β είναι τα mlHCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο μάρτυρα

N είναι η κανονικότητα του HCl

B είναι το βάρος του δείγματος σε g

Για τον προσδιορισμό Ολικού Αζώτου στα δείγματα γάλακτος και τυρογάλακτος ζυγίζεται ποσότητα δείγματος 5ml (VDLUFA, 1985).

4.3.7. Προσδιορισμός Υδατοδιαλυτού Αζώτου

Ο προσδιορισμός υδατοδιαλυτού αζώτου γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο των Polychroniadou et al. (1999) με αναλογία τυριού / νερού 1:5.

Υλικά και Όργανα

- Stomacher 400 (Seward medical, London SE11PP, UK)
- Φυγόκεντρος
- Υαλοβάμβακας
- Γυάλινα χωνιά
- Υδατόλουτρο
- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1mg
- Φιάλες Kjeldahl των 500ml
- Συσκευή καύσης
- Ψυκτήρες Liebig
- Κωνικές φιάλες
- Προχοΐδα με υποδιαιρέσεις 0,05ml
- Κομμάτια ελαφρόπετρας ή γυάλινα σφαιρίδια

Τεχνική

20g λειοτριβημένου τυριού ομογενοποιούνται με 100ml νερό επί 5min σε Stomacher 400 και το αιώρημα διατηρείται στους 40°C επί μία ώρα. Μετά την επώαση τα αδιάλυτα συστατικά διαχωρίζονται με φυγοκέντριση σε 3000rpm επί 30min στους 4°C. Το υπερκείμενο υγρό διηθείται από υαλοβάμβακα και ο προσδιορισμός γίνεται σε 10ml διηθήματος αυτού (εις διπλούν) κατά Kjeldahl.

Το υδατοδιαλυτό άζωτο υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Υδατοδιαλυτό Άζωτο (\%)} = \frac{(\alpha - \beta) \times N \times 1,4}{200 / (200 + Y_B)}$$

όπου:

Y_B είναι η υγρασία (g) των 20g τυριού.

4.4. Στατιστικός έλεγχος

Στα στοιχεία του πειράματος εφαρμόστηκε η ανάλυση της διακύμανσης δύο επιλέξιμων παραγόντων (Two-Way ANOVA): είδος γάλακτος (3 επίπεδα: πρόβειο, κατσικίσιο και μίγμα 50:50), χρόνος ωρίμανσης (5 επίπεδα: 0, 15, 30, 45 και 60 ημέρες). Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα της ANOVA εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα του μελετούμενου παράγοντα, εφαρμόστηκε ο έλεγχος των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey ώστε να εντοπιστούν αυτές οι διαφορές (Πετρίδης, 2000). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του προγράμματος Minitab 16.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τυριού Ανεβατό

Η μέση χημική σύσταση και η τιμή pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό φαίνονται στους Πίνακες 5.1 και 5.2. Οι τιμές των μετρήσεων αποτελούν τους μέσους όρους των δειγμάτων των δύο παρτίδων.

Πίνακας 5.1. Ο συντελεστής άλατος (%) και η περιεκτικότητα (%) των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό σε ξηρή ουσία, λίπος, λίπος επί ξηρής ουσίας και αλάτι.

<i>Είδος Γάλακτος</i>	<i>Χρόνος Ωρίμανσης (Ημέρες)</i>	<i>Ξηρή Ουσία (%)</i>	<i>Λίπος (%)</i>	<i>Λίπος επί Ξηρής Ουσίας (%)</i>	<i>Αλάτι (%)</i>	<i>Συντελεστής Άλατος (%)</i>
Πρόβειο	0	40,5	20,0	49,4	1,80	2,90
	15	40,6	20,1	49,5	1,75	2,86
	30	40,8	20,0	49,0	1,80	2,95
	45	41,0	20,3	49,5	1,79	2,90
	60	40,4	20,3	50,2	1,74	2,84
Κατσικίσιο	0	38,3	16,8	43,9	1,81	2,85
	15	38,2	16,5	43,2	1,75	2,85
	30	38,0	16,7	43,9	1,79	2,81
	45	38,3	16,5	43,1	1,80	2,83
	60	38,1	15,5	40,7	1,81	2,84
Μίγμα 50:50	0	40,1	18,0	44,9	1,79	2,90
	15	39,8	17,9	45,0	1,78	2,87
	30	39,9	18,1	45,4	1,80	2,83
	45	39,7	18,0	45,3	1,78	2,87
	60	39,9	18,1	45,4	1,80	2,91

Πίνακας 5.2. Η περιεκτικότητα (%) σε ολικό άζωτο, σε ολικό άζωτο επί ξηρής ουσίας, σε υδατοδιαλυτό άζωτο, σε υδατοδιαλυτό επί ολικού αζώτου και η τιμή pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό.

<i>Είδος Γάλακτος</i>	<i>Χρόνος Ωρίμανσης (Ημέρες)</i>	<i>Ολικό Άζωτο (%)</i>	<i>Ολικό Άζωτο επί Ξηρής Ουσίας (%)</i>	<i>Υδατοδιαλυτό Άζωτο (%)</i>	<i>Υδατοδιαλυτό επί Ολικού Άζώτου (%)</i>	<i>pH</i>
Πρόβειο	0	2,71	6,69	0,209	7,71	4,46
	15	2,71	6,67	0,237	8,75	4,42
	30	2,73	6,69	0,250	9,16	4,43
	45	2,72	6,63	0,261	9,60	4,44
	60	2,73	6,76	0,261	9,56	4,46
Κατσικίσιο	0	2,24	5,85	0,173	7,72	4,40
	15	2,23	5,84	0,185	8,30	4,30
	30	2,23	5,87	0,205	9,19	4,37
	45	2,23	5,82	0,217	9,73	4,39
	60	2,25	5,91	0,217	9,64	4,41
Μίγμα 50:50	0	2,42	6,03	0,185	7,64	4,44
	15	2,44	6,13	0,204	8,36	4,38
	30	2,44	6,12	0,228	9,34	4,40
	45	2,43	6,12	0,239	9,84	4,43
	60	2,42	6,07	0,240	9,92	4,45

Σύμφωνα με την ANOVA η περιεκτικότητα (%) σε αλάτι και ο συντελεστής άλατος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων ($p>0,05$) (Παράρτημα).

Η ξηρή ουσία, το λίπος, το λίπος επί ξηρής ουσίας, το ολικό άζωτο και το ολικό άζωτο επί ξηρής ουσίας επηρεάζονται στατιστικά σημαντικά μόνο από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των δειγμάτων του τυριού

Ανεβατό ($p < 0,05$) (Παράρτημα). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey, και για τις πέντε μεταβλητές είναι η εξής: Κατσικίσιο < Μίγμα 50:50 < Πρόβειο.

Η αυξημένη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία που παρουσίασαν τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από πρόβειο γάλα σε σχέση με τα αντίστοιχα που παρασκευάστηκαν από κατσικίσιο, οφείλεται κυρίως στην αυξημένη περιεκτικότητα του πρόβειου γάλακτος σε λίπος και πρωτεΐνες (Park et al., 2007). Αυτό διαπιστώνεται και από τις υψηλές τιμές του λίπους επί ξηρής ουσίας (%) και του ολικού αζώτου επί ξηρής ουσίας (%) που εμφάνισαν τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από πρόβειο γάλα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν από μίγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος 50:50 παρουσίασαν ενδιάμεση σύσταση.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.1 η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε υδατοδιαλυτό άζωτο επηρεάζεται από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους και από το χρόνο ωρίμανσης ($p < 0,05$) (Παράρτημα). Ο λόγος υδατοδιαλυτού αζώτου προς το ολικό άζωτο επηρεάζεται μόνο από το χρόνο ωρίμανσης ($p < 0,05$) (Παράρτημα). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής:

Υδατοδιαλυτό άζωτο (%):

Είδος γάλακτος: Κατσικίσιο < Μίγμα 50:50 < Πρόβειο

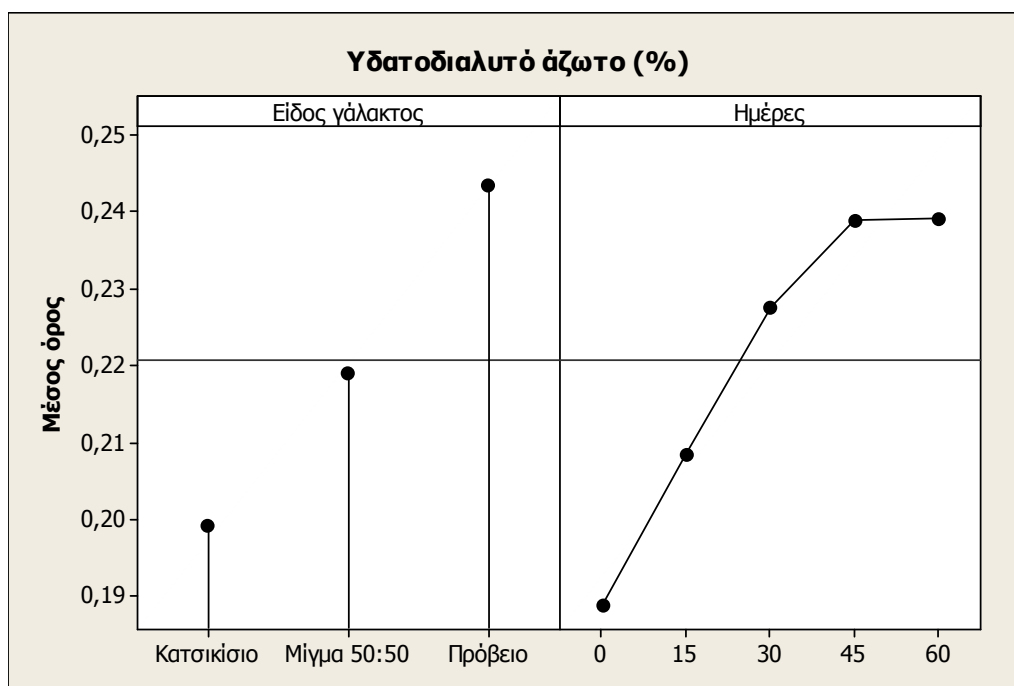
Χρόνος ωρίμανσης (Ημέρες): 0 < 15 < 30 < 45 = 60

Υδατοδιαλυτό άζωτο επί ολικού αζώτου (%):

Χρόνος ωρίμανσης (Ημέρες): 0 < 15 < 30 < 45 = 60

Το υδατοδιαλυτό άζωτο, το οποίο εκφράζει το κλάσμα των υδατοδιαλυτών αζωτούχων ουσιών, περιλαμβάνει το μη πρωτεϊνικό άζωτο και τα προϊόντα διάσπασης των πρωτεϊνών κατά την πρωτεόλυση των τυριών, δηλαδή πεπτίδια μικρού και μεσαίου μοριακού βάρους, αμινοξέα και γενικά ενώσεις του αζώτου. Το υδατοδιαλυτό επί του ολικού αζώτου (%) ορίζεται ως συντελεστής ωρίμανσης των τυριών, αφού αποτελεί μέτρο της πρωτεόλυσης που υφίστανται κατά την ωρίμανση τους (Μάντης, 2005). Η επίδραση του υδατοδιαλυτού αζώτου από το είδος του

γάλακτος μπορεί να αποδοθεί στη διαφορετική περιεκτικότητα των δειγμάτων σε πρωτεΐνες, ενώ η αύξηση που παρουσίασαν οι τιμές του με την αύξηση του χρόνου ωρίμανσης αποτελεί ένδειξη υδρόλυσης των πρωτεϊνών. Πράγματι, το υδατοδιαλυτό επί του ολικού αζώτου αυξήθηκε κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των τυριών.



Σχήμα 5.1. Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στην περιεκτικότητα των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό σε υδατοδιαλυτό άζωτο (%).

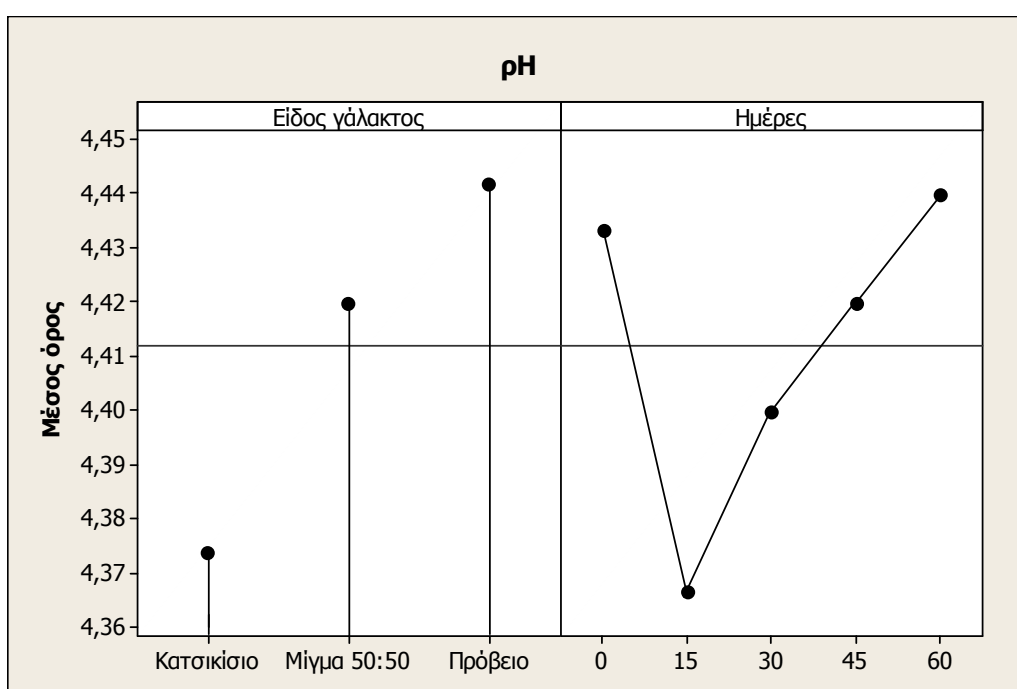
Ο συντελεστής ωρίμανσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό παρουσίασε συνεχή αύξηση των τιμών του με την αύξηση του χρόνου ωρίμανσης από τις 0 έως και τις 45 ημέρες, ενώ στη συνέχεια οι τιμές του σταθεροποιήθηκαν. Υπεύθυνη για την αύξηση του υδατοδιαλυτού αζώτου, στα περισσότερα είδη τυριών, είναι κυρίως η χυμοσίνη και σε μικρότερο βαθμό η πλασμίνη (McSweeney & Fox, 1997). Η χυμοσίνη, η οποία διασπά την κ-καζεΐνη στην πρωτογενή φάση σχηματισμού του πήγματος, συνεχίζει τη δράση της και κατά την ωρίμανση των τυριών, παρόλο που το μεγαλύτερο μέρος της απομακρύνεται με το τυρόγαλα. Η ποσότητα της χυμοσίνης που παραμένει στο τυρόπηγμα, και η οποία μπορεί να φτάσει μέχρι και το 30%, εξαρτάται από το είδος του τυριού και από τους χειρισμούς που δέχεται το τυρόπηγμα (Κεχαγιάς, 2011). Όταν το πήγμα αναθερμαίνεται, όλη η ποσότητα της χυμοσίνης αδρανοποιείται (Fox et al., 2000). Αντίθετα, σε τυριά υψηλής περιεκτικότητας σε

υγρασία όπου το τυρόπηγμα δεν αναθερμαίνεται, όπως είναι και το Ανεβατό, σημαντικό ποσοστό αυτής παραμένει και συντελεί στην πρωτεόλυση τους. Τα προϊόντα διάσπασης της χυμοσίνης είναι πεπτίδια μεγάλου και μεσαίου μοριακού βάρους, τα οποία προέρχονται κυρίως από την α_{s1} -καζεΐνη. Τα μεγάλου μοριακού βάρους πεπτίδια, τα οποία δεν προσδιορίζονται στο υδατοδιαλυτό άζωτο, διασπώνται περαιτέρω είτε από τη χυμοσίνη είτε από μικροβιακής προελεύσεως ένζυμα (από τους μικροοργανισμούς του γάλακτος και της οξυγαλακτικής καλλιέργειας) (McSweeney & Fox, 1997). Η διάσπαση τους σε μικρού μοριακού βάρους ενώσεις επιτρέπει την εκχύλιση τους σε υδατικό διάλυμα και τον προσδιορισμό τους στο υδατοδιαλυτό άζωτο. Η περαιτέρω υδρόλυση των μεσαίου και μικρού μοριακού βάρους πεπτιδίων από μικροβιακής προελεύσεως ένζυμα δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού αζώτου. Αυτός είναι πιθανόν και ο λόγος για τον οποίο η αύξηση του συντελεστή ωρίμανσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό σταματάει στις 45 ημέρες ωρίμανσης τους. Η πλασμίνη, η οποία διασπά κυρίως την β -καζεΐνη, παρουσιάζει αυξημένη δραστηριότητα όταν το τυρόπηγμα αναθερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (Fox et al., 2000). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην αδρανοποίηση των αναστολέων της. Αυτό σημαίνει ότι στα δείγματα του τυριού Ανεβατό η δραστηριότητα της θα είναι μικρή, παράγοντας κυρίως μεγάλου μοριακού βάρους πεπτίδια. Οι Xanthopoulos et al. (2000) επίσης αναφέρουν ότι υπεύθυνη για τη πρωτεόλυση δειγμάτων του τυριού Ανεβατό είναι κυρίως η χυμοσίνη και σε μικρότερο βαθμό μικροβιακής προελεύσεως ένζυμα.

Η ANOVA έδειξε ότι το pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το είδος του γάλακτος ($p < 0,05$) και από το χρόνο ωρίμανσης ($p < 0,05$) (Παράρτημα).

Τις μικρότερες τιμές pH παρουσίασαν τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα (Σχήμα 5.2) Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής: Κατσικίσιο < Μίγμα 50:50 = Πρόβειο. Οι μειωμένες τιμές pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα μπορούν να αποδοθούν στην μειωμένη περιεκτικότητα του γάλακτος σε καζεΐνες. Οι καζεΐνες παρουσιάζουν έντονη ρυθμιστική ικανότητα, (Salaün et al., 2005), με αποτέλεσμα να παρεμποδίζουν τις απότομες μεταβολές του pH. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα και με μίγμα πρόβειου – κατσικίσιου 50:50, να παρουσιάσουν μικρότερες μεταβολές στο pH τους, σε σχέση με τα αντίστοιχα που

παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 5.2 τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μείωση του pH από την τιμή 4,4 στις 0 ημέρες ωρίμανσης στην τιμή 4,3 στις 15 ημέρες, ακολούθησαν αυτά που παρασκευάστηκαν με μίγμα (από 4,44 σε 4,38), ενώ στα δείγματα με πρόβειο γάλα η μείωση ήταν η μικρότερη (από 4,46 σε 4,42). Κατά αντίστοιχο τρόπο η αύξηση των τιμών του pH από την 15^η ημέρα έως και την 60^η στα δείγματα από κατσικίσιο γάλα ήταν 0,11 μονάδες, σε αυτά που παρασκευάστηκαν με μίγμα ήταν 0,7 και τέλος στα δείγματα από πρόβειο γάλα ήταν 0,4 μονάδες.



Σχήμα 5.2. Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στο pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.2 το pH των δειγμάτων παρουσίασε μία απότομη μείωση από τις 0 έως τις 15 ημέρες, ενώ στη συνέχεια οι τιμές του εμφάνισαν μία συνεχή αύξηση μέχρι να φτάσουν περίπου την τιμή που είχαν στις 0 ημέρες. Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά καθώς επίσης και οι επικαλύψεις των μέσων όρων σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής:

15 30 45 0 60

Η μείωση του pH των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό κατά τις πρώτες ημέρες της ωρίμανσης τους μπορεί να αποδοθεί στη δράση των μικροοργανισμών της οξυγαλακτικής καλλιέργειας, οι οποίοι παρήγαγαν γαλακτικό οξύ από τη ζύμωση μέρους της λακτόζης. Ωστόσο καθώς προχωρούσε η ωρίμανση των δειγμάτων, η παραγωγή διαφόρων αλκαλικών ουσιών (αμμωνία, αλδεΐδες, κετόνες), η οποία λαμβάνει χώρα κατά την ωρίμανση των τυριών εξαιτίας της διάσπασης των συστατικών του γάλακτος (Κεχαγιάς, 2001), οδήγησε σε αύξηση των τιμών του.

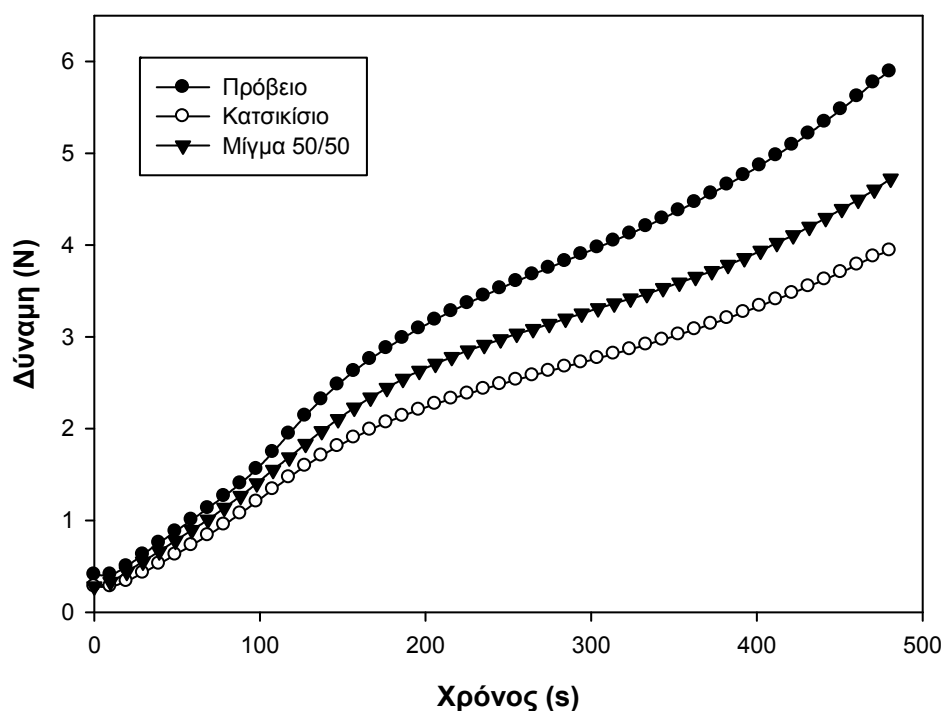
5.2. Μελέτη της ρεολογικής συμπεριφοράς του τυριού Ανεβατό με τη χρήση της δοκιμής της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής

Όπως προαναφέρθηκε, η δοκιμή αυτή εφαρμόστηκε τόσο με σταθερή ταχύτητα καθόδου του εμβόλου επιτυγχάνοντας αυξανόμενο ρυθμό παραμόρφωσης, όσο και με σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης μειώνοντας συνεχώς την ταχύτητα καθόδου. Στα Σχήματα 5.3 έως 5.10 παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες δύναμης-χρόνου συμπίεσης όλων των δειγμάτων και για τις δύο μεθόδους που εφαρμόστηκαν. Όπως παρατηρείται σε όλα Σχήματα, τα δείγματα του τυριού Ανεβατό εμφάνισαν ομοιόμορφη συμπεριφορά κατά την εφαρμογή της δοκιμής της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μία συνεχή αύξηση της τάσης εξαιτίας της αντίστασης του υλικού στην εφαρμογή δύναμης, γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι το σύστημα έχει τα χαρακτηριστικά ενός παχύρευστου υλικού. Αυτό σημαίνει ότι τα δείγματα εμφανίζουν πλαστικότητα, δηλαδή ρέουν υπό την επίδραση της δύναμης που ασκείται πάνω τους και κατ' επέκταση δεν παρουσιάζουν δημιουργία δομής. Σύμφωνα με την τεχνολογία παρασκευής του, το τυρί Ανεβατό προκύπτει από συνδυασμό όξινης και γλυκιάς πήξης. Συγκεκριμένα, η προσθήκη της πυτιάς στο γάλα γίνεται αφού έχει ήδη αυξηθεί η οξύτητα του υπό την επίδραση της καλλιέργειας (Hatzikamari et al., 1999; Xanthopoulos et al., 2000). Με τη μείωση του pH μέρος του κolloειδούς ασβεστίου που υπάρχει στα καζεϊνικά μικκύλια πηγαίνει στη διαλυτή μορφή με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέγεθος των καζεϊνικών μικκυλίων. Επιπλέον, με τη μείωση του pH μειώνονται η διαλυτότητα των πρωτεϊνικών μορίων και οι απώσεις μεταξύ τους (Ζερφυρίδης, 2001). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το πλέγμα που θα δημιουργηθεί μετά την προσθήκη της πυτιάς να μην είναι έντονα ενυδατωμένο και τα πρωτεϊνικά μόρια, τα οποία έχουν μικρό μέγεθος, να

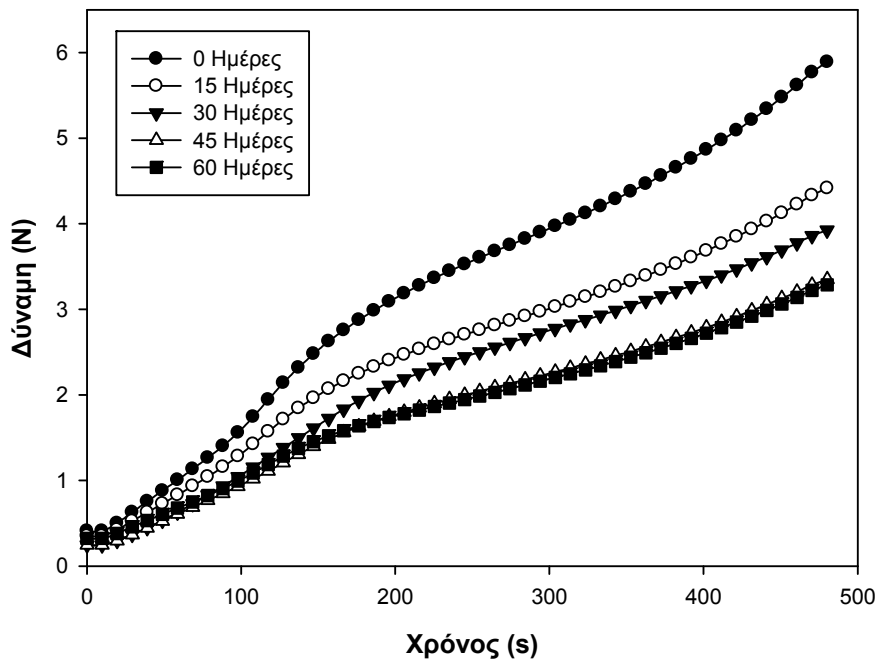
είναι κοντά το ένα στο άλλο δίνοντας στο τελικό προϊόν την χαρακτηριστική κοκκώδη υφή του.

Σύμφωνα με τα Σχήματα 5.3 και 5.7, το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό επηρεάζει τη συνεκτικότητα τους. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συνεκτικότητα, ακολούθησαν τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με μίγμα 50:50, ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα εμφάνισαν τη μικρότερη συνεκτικότητα.

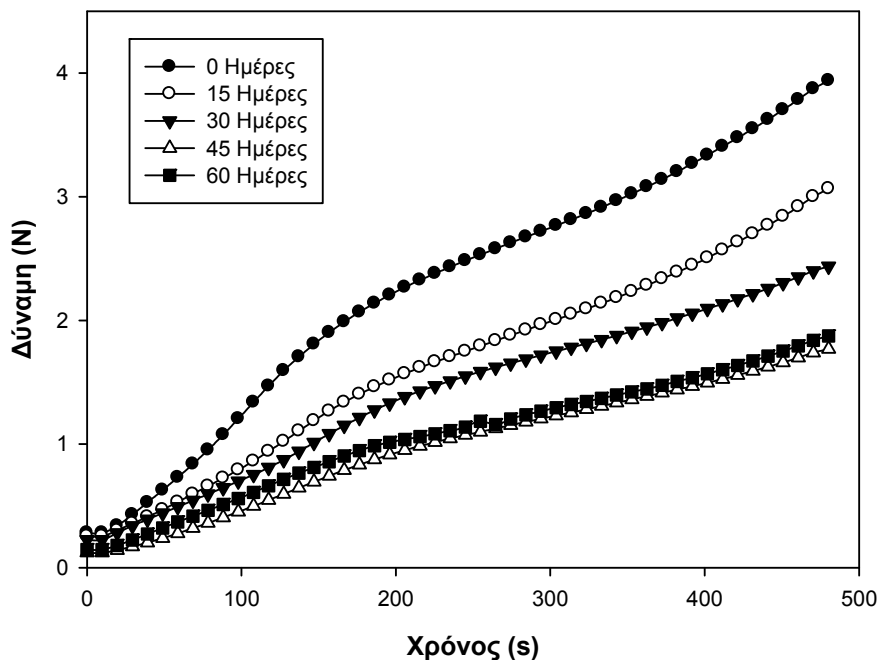
Εκτός από το είδος του γάλακτος και ο χρόνος ωρίμανσης επηρέασε τη συνεκτικότητα των δειγμάτων. Συγκεκριμένα, η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης (Σχήματα 5.4 έως 5.6 και 5.8 έως 5.10) είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνεκτικότητας τους.



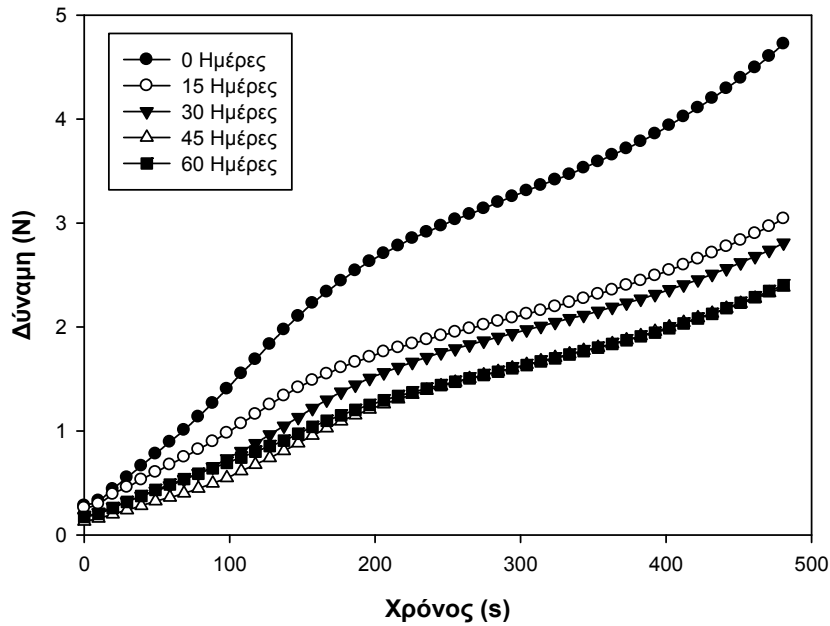
Σχήμα 5.3. Καμπύλες δύναμης – χρόνου των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, τα οποία παρασκευάστηκαν με γάλα πρόβειο, κατσικίσιο και με μίγμα αυτών 50:50 αμέσως μετά τη συσκευασία τους (0 ημέρες), κατά τη συμπίεση τους σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα συμπίεσης.



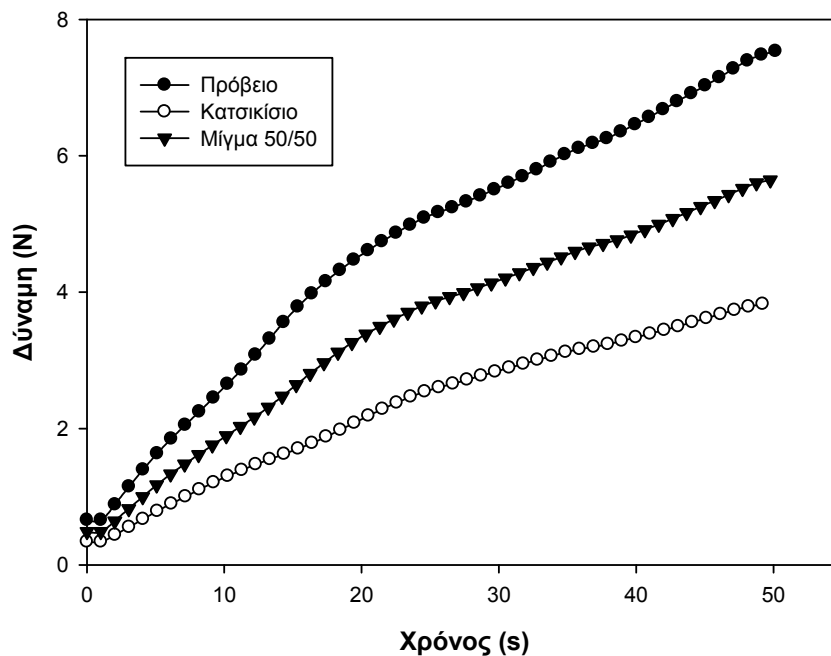
Σχήμα 5.4. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



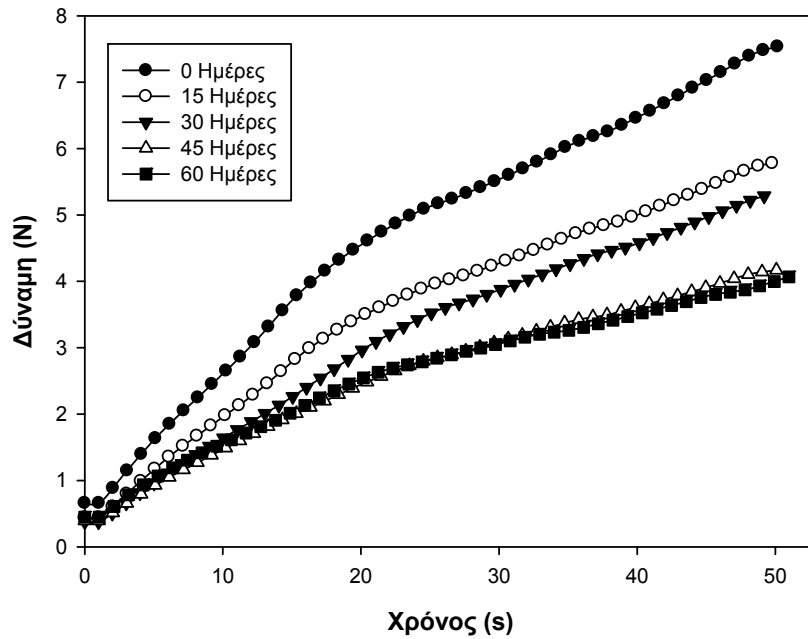
Σχήμα 5.5. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



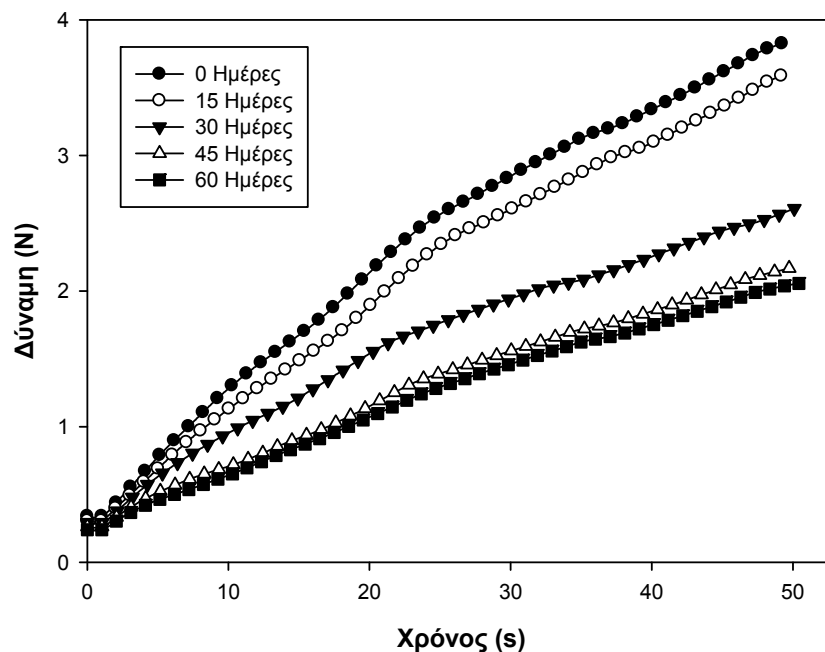
Σχήμα 5.6. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με μίγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος 50:50 κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



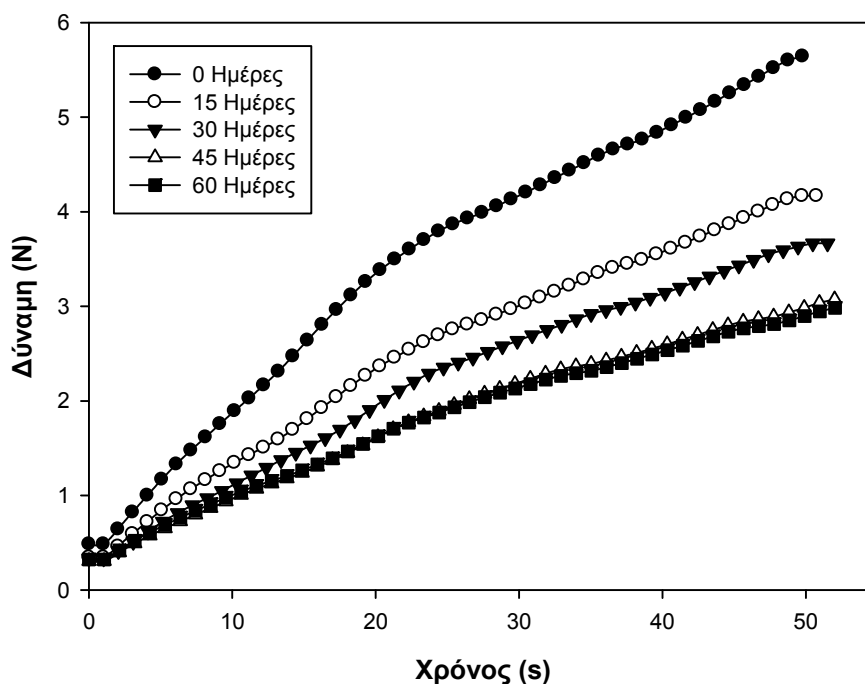
Σχήμα 5.7. Καμπύλες δύναμης – χρόνου των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, τα οποία παρασκευάστηκαν με γάλα πρόβειο, κατσικίσιο και με μίγμα αυτών 50:50 αμέσως μετά τη συσκευασία τους (0 ημέρες), κατά τη συμπίεση τους σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης.



Σχήμα 5.8. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



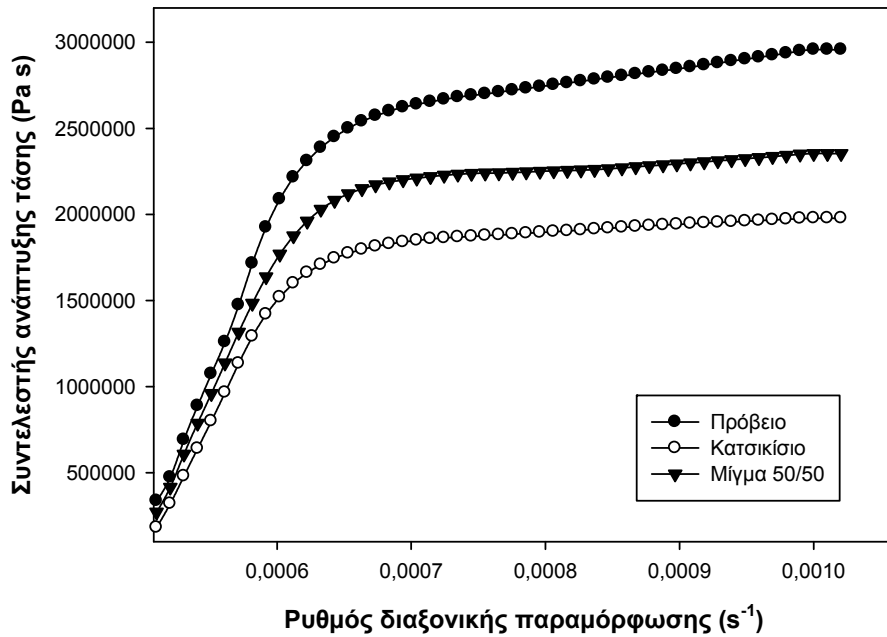
Σχήμα 5.9. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



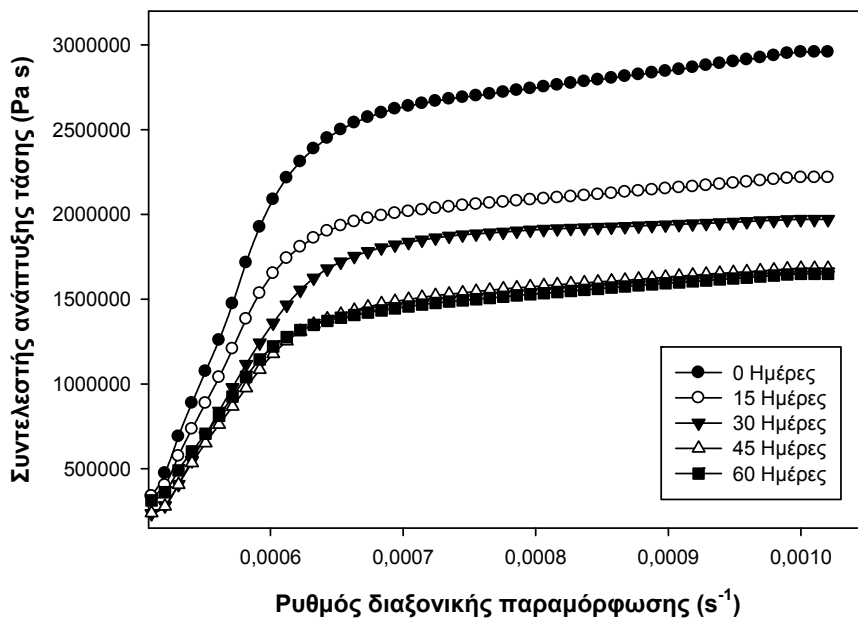
Σχήμα 5.10. Μεταβολή της δύναμης συμπίεσης σε σχέση με το χρόνο, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με μίγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος 50:50 κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.

Η επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων που προέκυψαν από την εφαρμογή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπιεστής ροής οδήγησε στον προσδιορισμό του συντελεστή ανάπτυξης τάσης σε συνθήκες ασταθούς ροής (Σχήματα 5.11 έως 5.14) και του εκτατού ιξώδους σε συνθήκες σταθερής ροής (Σχήματα 5.15 έως 5.18).

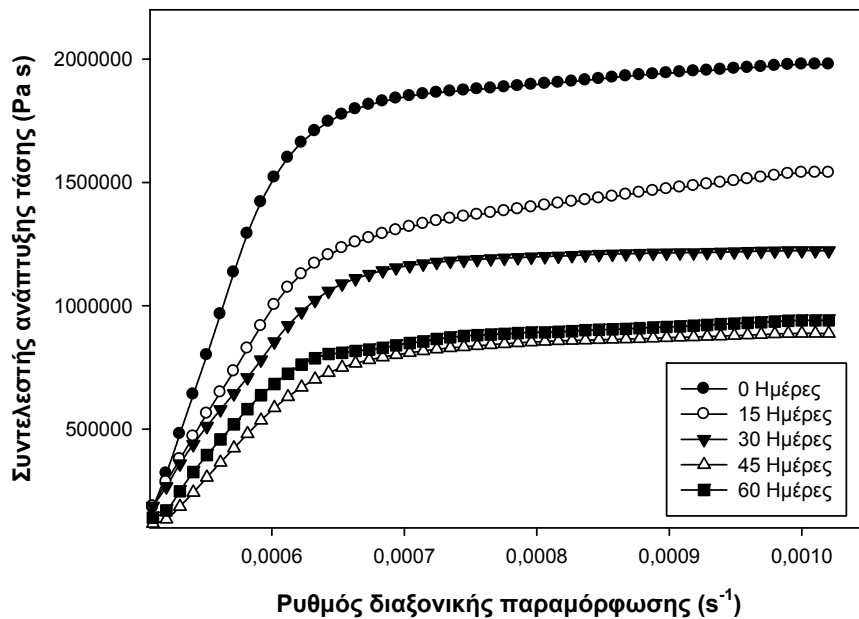
Όπως παρατηρείται ο συντελεστής ανάπτυξης τάσης (Σχήματα 5.11 έως 5.14) παρουσιάζει μία απότομη αύξηση των τιμών του, ενώ στη συνέχεια τείνει να σταθεροποιηθεί. Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι έχουν επιτευχθεί συνθήκες συμπιεστής ροής. Στην περίπτωση του εκτατού ιξώδους (Σχήματα 5.15 έως 5.18) η σταθεροποίηση των τιμών του μετά την απότομη αύξηση που παρουσιάζουν δεν είναι το ίδιο εμφανής. Αυτό πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στο μεγαλύτερο ρυθμό παραμόρφωσης με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η δοκιμή αυτή (μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερη), με αποτέλεσμα η ροή να μην είναι το ίδιο αναπτυγμένη όπως στην περίπτωση του συντελεστή ανάπτυξης τάσης.



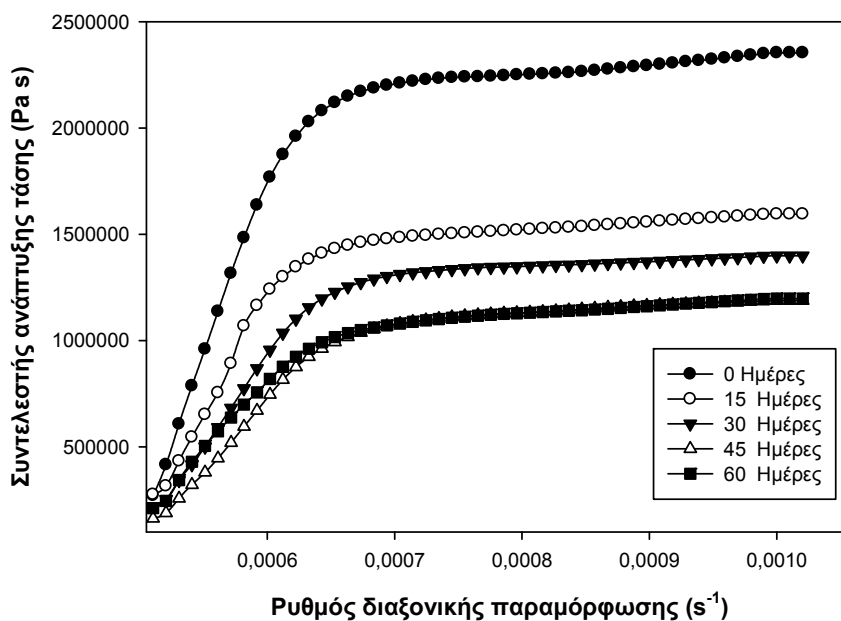
Σχήμα 5.11. Καμπύλες συντελεστή ανάπτυξης τάσης – ρυθμού διαξονικής παραμόρφωσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, τα οποία παρασκευάστηκαν με γάλα πρόβειο, κατσικίσιο και με μίγμα αυτών 50:50 αμέσως μετά τη συσκευασία τους (0 ημέρες), κατά τη συμπίεση τους σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα συμπίεσης.



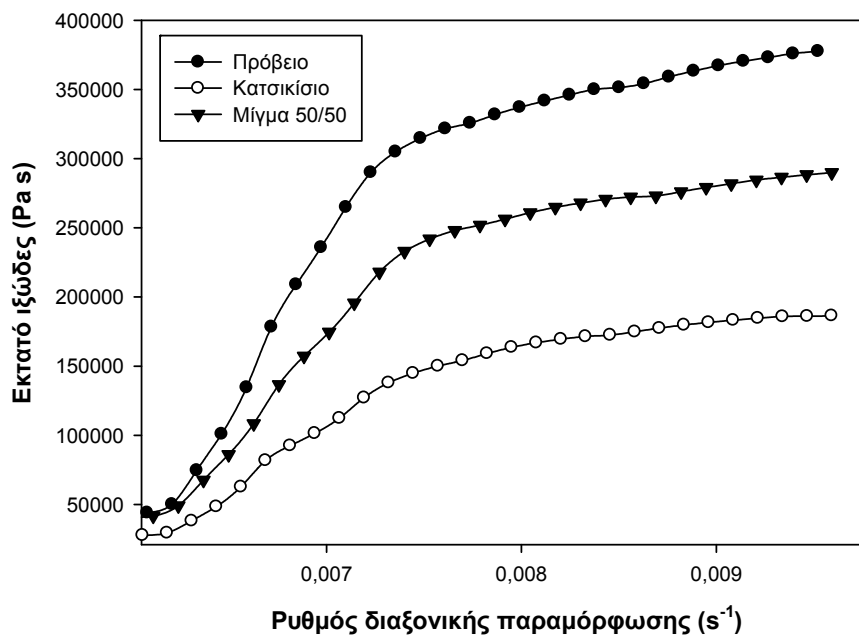
Σχήμα 5.12. Μεταβολή του συντελεστή ανάπτυξης τάσης σε σχέση με το ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



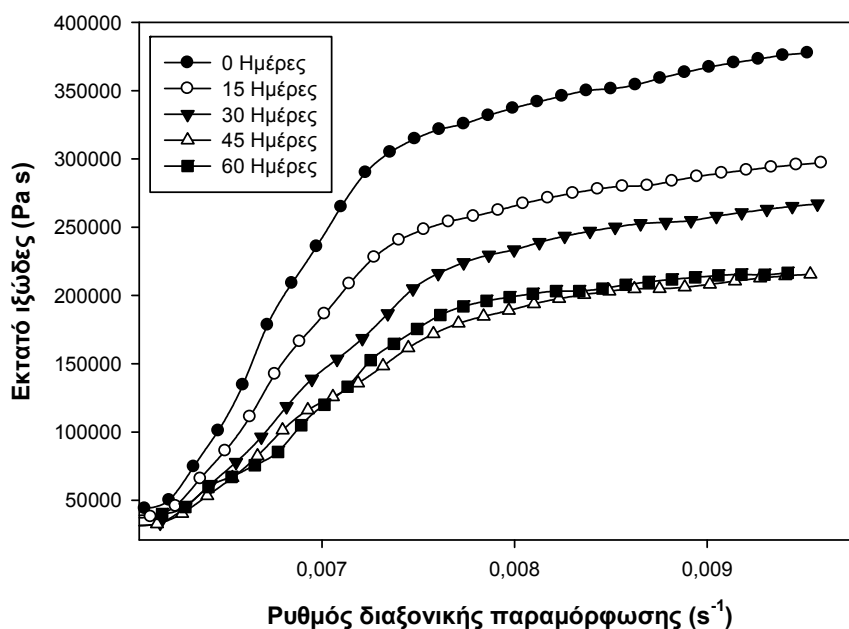
Σχήμα 5.13. Μεταβολή του συντελεστή ανάπτυξης τάσης σε σχέση με το ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με κατσίκισιο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



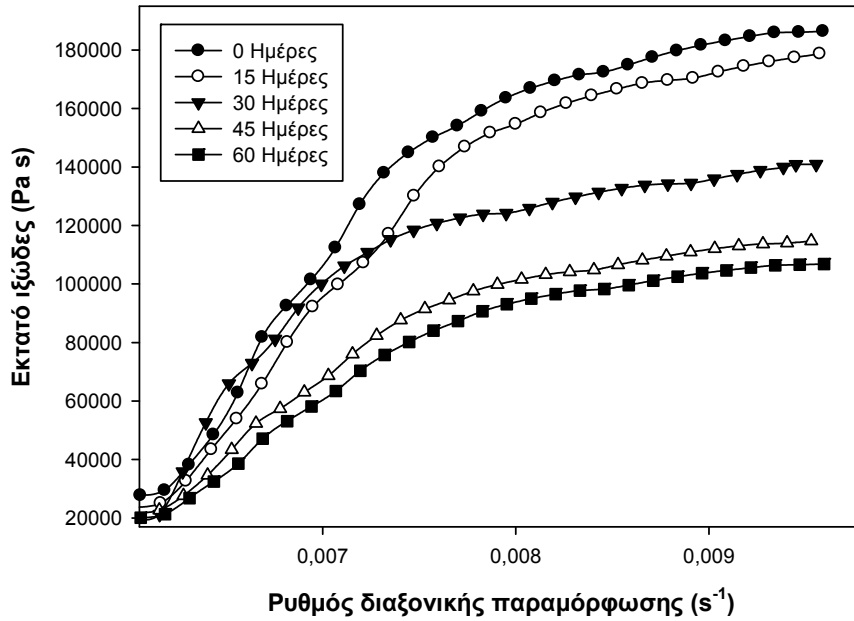
Σχήμα 5.14. Μεταβολή του συντελεστή ανάπτυξης τάσης σε σχέση με το ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερή ταχύτητα, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με μίγμα πρόβειου και κατσίκισιου γάλακτος 50:50 κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



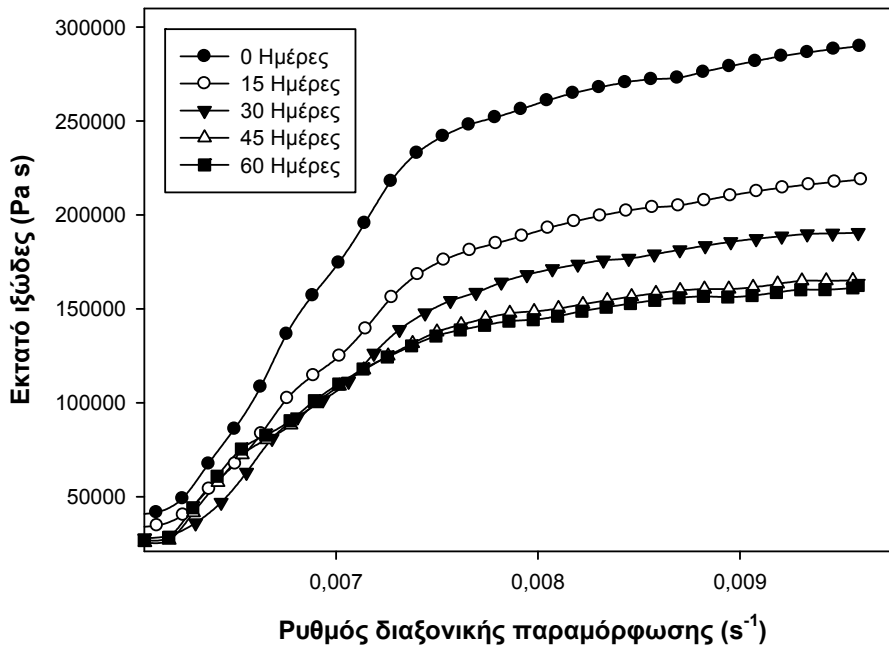
Σχήμα 5.15. Καμπύλες εκτατού ιξώδους – ρυθμού διαξονικής παραμόρφωσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, τα οποία παρασκευάστηκαν με γάλα πρόβειο, κατσικίσιο και με μίγμα αυτών 50:50 αμέσως μετά τη συσκευασία τους (0 ημέρες), κατά τη συμπίεση τους σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης.



Σχήμα 5.16. Μεταβολή του εκτατού ιξώδους σε σχέση με το ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



Σχήμα 5.17. Μεταβολή του εκτατού ιξώδους σε σχέση με το ρυθμό διαζονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.



Σχήμα 5.18. Μεταβολή του εκτατού ιξώδους σε σχέση με το ρυθμό διαζονικής παραμόρφωσης, σε συνθήκες λιπαινόμενης συμπιεστής ροής υπό σταθερό ρυθμό παραμόρφωσης, για τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με μίγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος 50:50 κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.

Για να είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των ρεολογικών δοκιμών, υπολογίστηκαν από τα Σχήματα 5.11 έως 5.13 και 5.15 έως 5.17 ο συντελεστής ανάπτυξης τάσης σε ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης $1,020 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ και το εκτατό ιξώδες σε ρυθμό διαξονικής παραμόρφωσης $9,55 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν στο τέλος της κάθε δοκιμής. Οι τιμές των δύο μεταβλητών φαίνονται στον Πίνακα 5.3.

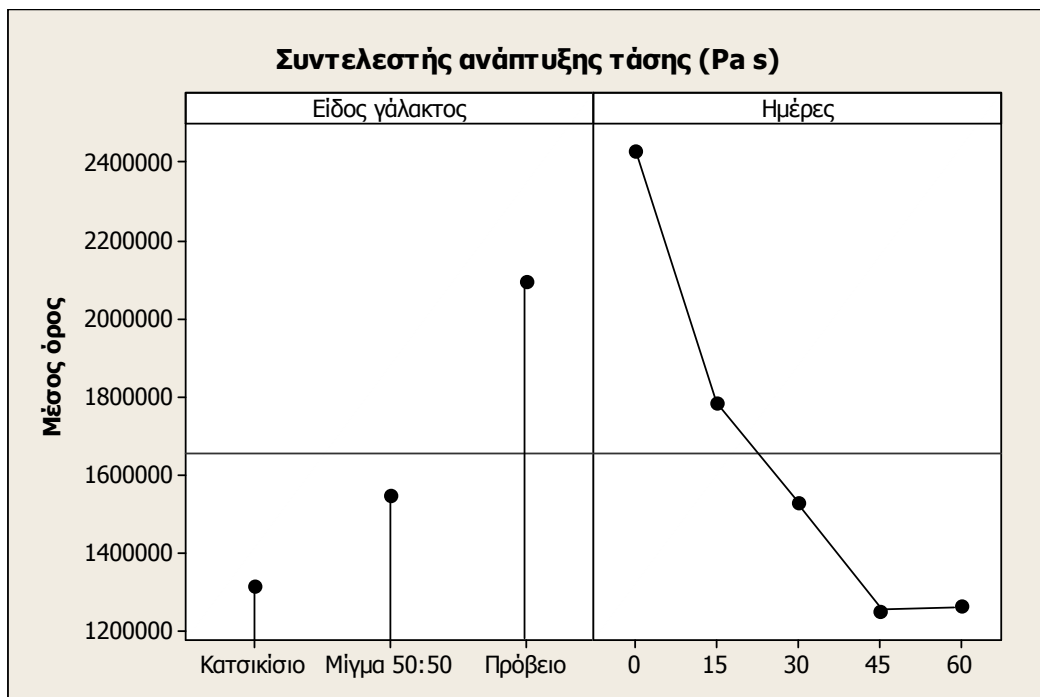
Πίνακας 5.3. Συντελεστής ανάπτυξης τάσης και εκτατό ιξώδες των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους.

<i>Είδος Γάλακτος</i>	<i>Χρόνος Ωρίμανσης (Ημέρες)</i>	<i>Συντελεστής ανάπτυξης τάσης (Pa·s ×10³)</i>	<i>Εκτατό ιξώδες (Pa·s ×10³)</i>
Πρόβειο	0	2957,6	377,7
	15	2217,1	297,2
	30	1971,4	267,1
	45	1681,6	215,6
	60	1650,3	178,0
Κατσικίσιο	0	1978,2	186,6
	15	1539,0	178,7
	30	1223,8	140,9
	45	888,3	114,9
	60	940,7	106,8
Μίγμα 50:50	0	2353,8	289,9
	15	1595,6	218,9
	30	1399,1	190,5
	45	1188,4	165,3
	60	1198,1	162,5

Σύμφωνα με την ANOVA ο συντελεστής ανάπτυξης τάσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το είδος του γάλακτος ($p < 0,05$) και από το χρόνο ωρίμανσης ($p < 0,05$) (Παράρτημα).

Τις μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή ανάπτυξης τάσης παρουσίασαν τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα, ενώ τις μικρότερες τις εμφάνισαν αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο (Σχήμα 5.19). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής: Κατσικίσιο < Μίγμα 50:50 < Πρόβειο.

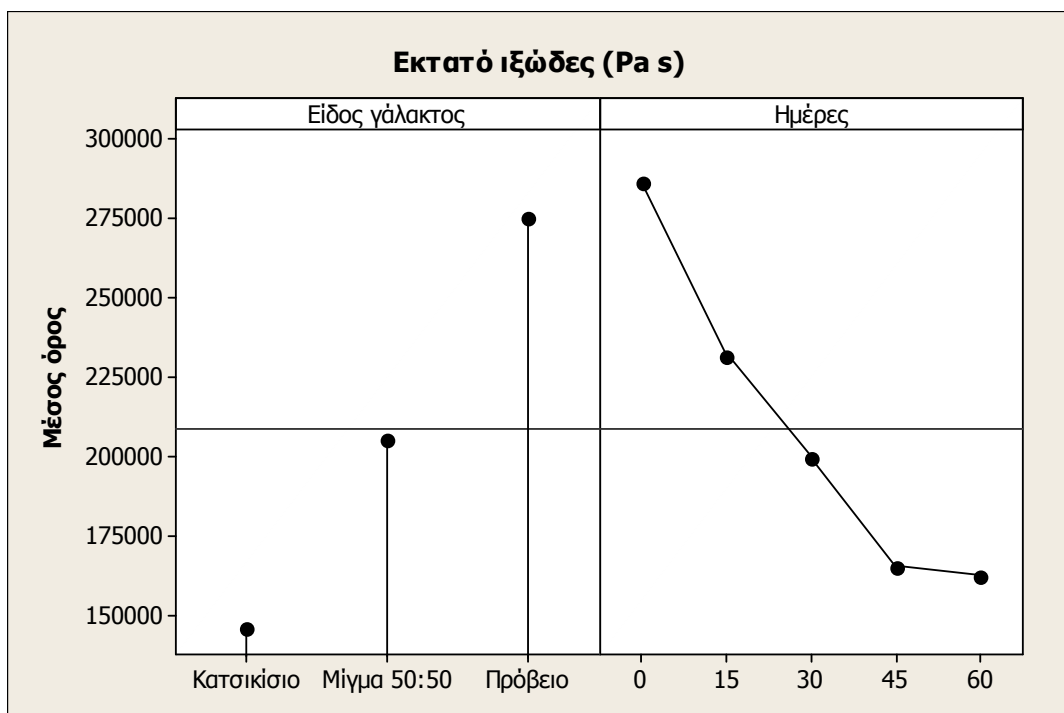
Όσον αφορά το χρόνο ωρίμανσης, η αύξηση του είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των τιμών του συντελεστή ανάπτυξης τάσης (Σχήμα 5.19). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής: 60 = 45 < 30 < 15 < 0. Όπως παρατηρείται η μείωση της συνεκτικότητας των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, εκφρασμένη ως συντελεστής ανάπτυξης τάσης, σταματάει στις 45 ημέρες ωρίμανσης τους όπου παρατηρείται και η σταθεροποίηση των τιμών του συντελεστή ωρίμανσης.



Σχήμα 5.19. Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στο συντελεστή ανάπτυξης τάσης των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό σε ρυθμό διαζονικής παραμόρφωσης $1,020 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Η ANOVA έδειξε ότι το εκτατό ιξώδες των δειγμάτων επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το είδος του γάλακτος ($p < 0,05$) και από το χρόνο ωρίμανσης ($p < 0,05$) (Παράρτημα).

Τα δείγματα του τυριού Ανεβατό που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα εμφάνισαν τις μεγαλύτερες τιμές του εκτατού ιξώδους, ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο παρουσίασαν τις μικρότερες (Σχήμα 5.20). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής: Κατσικίσιο < Μίγμα 50:50 < Πρόβειο.



Σχήμα 5.20. Επίδραση του είδους του γάλακτος και του χρόνου ωρίμανσης στο εκτατό ιξώδες των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό σε ρυθμό διαζονικής παραμόρφωσης $9,55 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των τιμών του εκτατού ιξώδους (Σχήμα 5.20). Η κατάταξη των δειγμάτων κατά αύξουσα σειρά καθώς επίσης και οι επικαλύψεις των μέσων όρων σύμφωνα με τον έλεγχο των πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey είναι η εξής:

$$60 \quad 45 \quad \underline{30} \quad 15 < 0$$

Όπως παρατηρείται η συνεκτικότητα των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, εκφρασμένη ως εκτατό ιξώδες, παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μείωση των τιμών της από τις 0 μέχρι τις 15 ημέρες και από τις 15 μέχρι τις 45 ημέρες ωρίμανσης. Το γεγονός ότι η διαφοροποίηση των τιμών του εκτατού ιξώδους λόγω επικαλύψεων των μέσων όρων δεν παρουσιάζει αντιστοιχία με τη διαφοροποίηση των τιμών του συντελεστή ωρίμανσης, όπως συνέβη στην περίπτωση του συντελεστή ανάπτυξης τάσης, πιθανόν να οφείλεται στο μεγαλύτερο ρυθμό παραμόρφωσης με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η δοκιμή αυτή. Πράγματι κατά την εφαρμογή της δοκιμής μονοαξονικής συμπίεσης με σταθερή ταχύτητα, όπου οι τιμές του ρυθμού διαξονικής παραμόρφωσης είναι μικρότερες κατά μία τάξη μεγέθους, οι τιμές του συντελεστή ανάπτυξη τάσης που προέκυψαν είναι περίπου κατά μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές του εκτατού ιξώδους. Το γεγονός αυτό συντέλεσε στη διαφοροποίηση των τιμών του συντελεστή ανάπτυξη τάσης μεταξύ των διαφορετικών ημερών ωρίμανσης,

Η αυξημένη συνεκτικότητα των δειγμάτων που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα μπορεί να αποδοθεί στη μειωμένη περιεκτικότητα τους σε υγρασία και στην αυξημένη συγκέντρωση τους σε καζεΐνες. Η αύξηση της συγκέντρωσης των καζεϊνών, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παρακαζεϊνικών μικκυλίων (Fox et al., 2000) και επομένως την αύξηση της συνοχής του τρισδιάστατου πρωτεϊνικού πλέγματος και της συνεκτικότητας των δειγμάτων. Επιπλέον, το νερό το οποίο δρα σαν πλαστικοποιητής (Fox et al., 2000) και μειώνει την αντίσταση του πλέγματος κατά την εφαρμογή μίας δύναμης, βρίσκεται σε μικρότερη συγκέντρωση στα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα σε σχέση με τα υπόλοιπα, ενισχύοντας ακόμη περισσότερο τη συνοχή του πλέγματος. Ωστόσο τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα, εμφάνισαν τη μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Το λίπος είναι γνωστό ότι δρα σαν λιπαντικό μειώνοντας τη δύναμη που απαιτείται για να καταρρεύσει η δομή του πρωτεϊνικού πλέγματος (Fox et al., 2000). Για να μπορέσει όμως η δράση του λίπους να υπερσχύσει αυτής των πρωτεϊνών θα πρέπει να αυξηθεί η συγκέντρωσή του, ενώ η περιεκτικότητα των καζεϊνών να παραμείνει σταθερή, πράγμα το οποίο δε συμβαίνει στα δείγματα του τυριού Ανεβατό. Αυτός είναι και ο λόγος που τα δείγματα με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λίπος δεν εμφάνισαν μειωμένες τιμές συνεκτικότητας.

Η μείωση της συνεκτικότητας των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό, εκφρασμένη τόσο ως συντελεστής ανάπτυξης τάσης όσο και ως εκτατό ιξώδες, μπορεί να αποδοθεί στην εξασθένηση του πρωτεϊνικού πλέγματος εξαιτίας της διάσπασης των καζεϊνών από την χυμοσίνη και τα ένζυμα μικροβιακής προελεύσεως, τα οποία είναι υπεύθυνα για την πρωτεόλυση των τυριών (Fox et al., 2000). Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η συνοχή του πρωτεϊνικού πλέγματος και τα δείγματα παρουσιάζουν μειωμένη αντίσταση στην εφαρμογή τάσης και επομένως μειωμένη συνεκτικότητα. Μάλιστα μετά το πέρας των 45 ημερών η συνεκτικότητα των δειγμάτων παραμένει σταθερή, όπως σταθερός παραμένει και ο συντελεστής ωρίμανσης τους.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το είδος του γάλακτος επηρέασε τη φυσικοχημική σύσταση των δειγμάτων του τυριού Ανεβατό. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές pH και τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (%) σε ξηρή ουσία, λίπος, λίπος επί ξηρής ουσίας, άζωτο και άζωτο επί ξηρής ουσίας, ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο γάλα εμφάνισαν τις μικρότερες τιμές στα ανωτέρω φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή ωρίμανσης των δειγμάτων, εκφρασμένου ως υδατοδιαλυτό επί ολικού αζώτου (%), μέχρι και τις 45 ημέρες αποθήκευσης τους.

Η εφαρμογή της ιξωδομετρίας λιπαινόμενης συμπιεστής ροής έδειξε ότι τα δείγματα του τυριού ανεβατό εμφάνισαν πλαστική συμπεριφορά.

Η συνεκτικότητα των δειγμάτων εκφρασμένη ως συντελεστής ανάπτυξης τάσης και ως εκτατό ιξώδες επηρεάστηκε τόσο από το είδος του γάλακτος όσο και από το χρόνο ωρίμανσης. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με πρόβειο γάλα εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συνεκτικότητα, ενώ αυτά που παρασκευάστηκαν με κατσικίσιο τη μικρότερη. Τέλος, η αύξηση του χρόνου ωρίμανσης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνεκτικότητας των δειγμάτων.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Επίδραση της συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας στα φυσικοχημικά και ρεολογικά χαρακτηριστικά του τυριού Ανεβατό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ξένη βιβλιογραφία

- Campannella, O. H., & Peleg, M. (1987). Squeezing flow viscosimetry of peanut butter. *Journal of Food Science*, 52, 180-184.
- Chatraei, S., Macosko, C. W., & Winter, H. H. (1981). A new biaxial extensional rheometer. *Journal of Rheology*, 25, 433-443.
- Damodaran, S. (1997). Food proteins: an overview. In S. Damodaran & A. Paraf (Eds), *Food proteins and their applications* (pp. 1–24). Marcel Dekker, Inc, New York, Basel, Hong Kong.
- Dealy, J. M. (1994). Official nomenclature for material functions describing the response of a viscoelastic fluid to various shearing and extensional deformations. *Journal of Rheology*, 37, 179-191.
- Engmann, J., Servais, C., & Burbidge, A. S. (2005). Squeeze flow theory and applications to rheometry: A review. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 132, 1-27
- Ernstrom, C. A. & Noble, P. W. (1974). Milk clotting enzymes and cheese chemistry. In B. H. Webb, A. H. Johnson, J. A. Alford (Eds), *Fundamentals of dairy chemistry*, 2nd edition, (pp. 662-771). The AVI publishing company, Inc, Westport, Connecticut.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2000). *Fundamentals of cheese science*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., Guinee, T. P. (2004). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 3rd edition. Elsevier Applied Sciences Publishers, London, California.
- Hamann, D. D. & MacDonald, G. A. (1992). Rheology and texture properties of surimi and surimi-based foods. In: L. C. Lanier & C. M. Lee (Eds), *Surimi technology* (pp. 429-500). Marcel Dekker. Inc, New York.
- Hatzikamari, M., Litopoulou-Tzanetaki, E., & Tzanetakis, N. (1999). Microbiological characteristics of Anevato: a traditional Greek cheese. *Journal of Applied Microbiology*, 87, 595-601.

- Huppertz, T., Upadhyay, V. K., Kelly, A. L. & Tamime A. Y. (2006). Constituents and Properties of Milk from Different Species. In: A. Y. Tamime (Ed.), *Brined Cheeses*, (pp. 1-33). Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Jaros, D., Seitler, K., & Rohm, H. (2008). Enzymatic coagulation of milk: animal rennets and microbial coagulants differ in their gelation behaviour as affected by pH and temperature. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1721-1727.
- Kirk, R. S. & Sawyer, R. (1991). *Pearson's Composition and Analysis of Foods*, 9thed, Longman Scientific and Technical, London.
- Lee, S. J., & Peleg, M. (1990). Lubricated and nonlubricated squeezing flow of double layered array of two power law liquids. *Rheologica Acta*, 29, 360-365.
- Lopes da Silva J.A & Rao A.M. (1999). Rheological behaviour of food gel systems. In: A.M. Rao (Ed.), *Rheology of fluid and semifluid foods principles and applications* (pp. 319-368). Aspen Publishers Inc.
- Lucey, J. A. (2001). The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids*, 15, 603-608.
- Mellema, M., Walstra, P., van Opheusden, J.H.J., & van Vliet, T. (2002). Effects of structural rearrangements on the rheology of rennet-induced casein particle gels. *Advances in Colloid and Interface Science*, 98, 25-50.
- Mumm, H., Kynast, S., Gussek, K. W., Kellermann, R., Konra, D. H. & Keller, W. (1970). *Methoden Bd. VI : Untersuchung von Milch, Milcherzeugnissen und Molkereihiffstoffen*, 3rd end. Neumann Verlag, Würzburg.
- Najera A. I., De Ronables M., Barron L. J. R. (2003). Effects of pH, temperature, CaCl₂ and enzyme concentrations on the rennet-clothing properties of milk: a multifactorial study. *Food Chemistry*, 80, 345-352.
- Nielsen, S. S. (1998). *Rheological principles for food analysis*, 2nd edition. Aspen Publishers.
- Park, Y. W., M. Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.
- Prentice, J. H. (1987). Cheese Rheology. In P. F. Fox (Eds), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, Volume 1 (General aspects) (pp. 303-340). Elsevier Applied Science Publishers LTD, London.

- Schneider, K. & Roeder, H. (1979). *Die PractischeMilchprufung und die kontrolle von Molkereiprodukten*, Wyss Erben, Bern.
- Shukla, A., Rizvi, S. S. H., & Bartsch, J. A. (1995). Rheological characterization of butter using lubricated squeezing flow. *Journal of Texture Studies*, 26, 313-323.
- Smit, G. (2003). *Dairy Processing – Improving Quality*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Speyer, R. F. (1994). *Thermal analysis of materials*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Steffe, J. F. (1996). *Rheological methods in food process engineering*, 2nd edition. Freeman Press, East Lansing.
- Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Canovas, G.V. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of FoodEngineering*, 67, 147-156.
- VDLUFA, (1985). Methodenbuch Bd VI : Chemische, physicalische und mikrobiologische Utersuchungs – Verfahren fur Milch, Milchprodukte und Molkereihilfsstoffe. Darmstadt : VDLUFA –Verlag.
- Walstra, P. and Van Vliet, T. (1986). The physical chemistry of Curd making. *Netherland’s Milk Diary Journal*, 40, 241-259.
- Xanthopoulos, V., Polychroniadou A., Litopoulou-Tzanetaki, E., &Tzanetakis, N. (2000). Characteristics of Anevato cheese made from raw or heat-treated goat milk inoculated with a lactic starter. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 33, 483-488.
- Xu, Z.M., Raphaelidis, S.N., Karapantsios, T.D., Tellos, E. & Bounarelis, C. (2004). U-tube rheometer for the dynamic measurement of elasticity. *Journal of Food Engineering*, 85, 590–597.
- Zoon N., van Vliet T. & Walstra P. (1988). Rheological properties of rennet-induced skim milk gels. *Netherland’s Milk Diary Journal*, 42, 249-269.
- Zoon N., van Vliet T. &Walstra P. (1989). Rheological properties of rennet-induced skim milk gels.4.The effect of pH and NaCl. *Netherland’s Milk Diary Journal*, 42, 249-269.

B. Ελληνική βιβλιογραφία

- Ανυφαντάκης, Ε. Μ. (1993). *Τυροκομία*. Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα.
- Ζερφυρίδης, Γ. (2001). *Τεχνολογία προϊόντων γάλακτος*. 2^η έκδοση. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.
- Κεχαγιάς, Χ. (2001). *Γάλα: Επιστήμη και έλεγχος για την διασφάλιση της ποιότητας*. Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
- Κυριακόπουλος, Π. Ι. (1995). *Η Τυροκομία Στην Πράξη*. Τρίαίνα Εκδοτική, Αθήνα.
- Κώδικας Τροφίμων και Πότων (ΚΤΠ). (2009). Απόφαση 313060/18.1.94, ΦΕΚ 24/Β/18.1.94, Τυριά ΠΟΠ. Γενικό Χημείο του Κράτους, Ά Χημική Υπηρεσία Θεσσαλονίκης.
- Μάντης, Α. Ι. (2005). *Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλακτος και των Προϊόντων του*, 3^η Έκδοση. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Α.Ε: Αθήνα.
- Πετρίδης, Δ. (2000). *Εφαρμοσμένη στατιστική*. Εκδόσεις Όμηρος, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

GeneralLinearModel: Ξηρήουσία versus Είδος γάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδος γάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Ξηρήουσία, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	40,3591	40,5497	20,2748	486,67	0,000
Ημέρες	4	0,3435	0,3435	0,0859	2,06	0,111
Error	30	1,2498	1,2498	0,0417		
Total	36	41,9524				

S = 0,204108 R-Sq = 97,02% R-Sq(adj) = 96,43%

Unusual Observations for Ξηρήουσία

Obs	Ξηρήουσία	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	40,2000	40,7411	0,0898	-0,5411	-2,95 R
34	39,6000	39,9779	0,0936	-0,3779	-2,08 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Expected Mean Squares, using Adjusted SS

Source	Expected Mean Square for Each Term
1 Είδος γάλακτος	(3) + Q[1]
2 Ημέρες	(3) + Q[2]
3 Error	(3)

Error Terms for Tests, using Adjusted SS

Source	Error DF	Error MS	Synthesis of Error MS
1 Είδος γάλακτος	30,00	0,0417	(3)
2 Ημέρες	30,00	0,0417	(3)

Variance Components, using Adjusted SS

Source	Estimated Value
Error	0,04166

Least Squares Means for Ξηρήουσία

Είδος γάλακτος	Mean	SE Mean
Κατσικίσιο	38,18	0,05698
Μίγμα 50:50	39,87	0,06183
Πρόβειο	40,65	0,05697
Ημέρες		
0	39,66	0,07241
15	39,52	0,07744
30	39,58	0,07242
45	39,67	0,07744
60	39,40	0,07744

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	13	40,6	A
Μίγμα 50:50	11	39,9	B
Κατσικίσιο	13	38,2	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
45	7	39,7	A
0	8	39,7	A
30	8	39,6	A
15	7	39,5	A
60	7	39,4	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Λίπος versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Λίπος, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	18,249	21,883	10,942	6,13	0,024
Ημέρες	4	3,839	3,839	0,960	0,54	0,713
Error	8	14,290	14,290	1,786		
Total	14	36,377				

S = 1,33651 R-Sq = 60,72% R-Sq(adj) = 31,26%

Unusual Observations for Λίπος

Obs	Λίπος	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
10	15,5000	18,4750	0,8184	-2,9750	-2,82 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	6	19,5	A
Μίγμα 50:50	5	18,0	A B
Κατσικίσιο	4	16,4	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
45	3	18,3	A
30	3	18,3	A
0	3	18,3	A
15	3	18,2	A
60	3	16,9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Λίπος versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Λίπος, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	35,1773	35,1773	17,5887	141,27	0,000
Ημέρες	4	0,2040	0,2040	0,0510	0,41	0,797
Error	8	0,9960	0,9960	0,1245		
Total	14	36,3773				

S = 0,352846 R-Sq = 97,26% R-Sq(adj) = 95,21%

Unusual Observations for Λίπος

Obs	Λίπος	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
10	15,5000	16,1800	0,2410	-0,6800	-2,64 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	20,1	A
Μίγμα 50:50	5	18,0	B
Κατσικίσιο	5	16,4	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
0	3	18,3	A
45	3	18,3	A
30	3	18,3	A
15	3	18,2	A
60	3	18,0	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: λιποσπέξηρου versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for λιποσπέξηρου, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	111,977	111,977	55,988	62,25	0,000
Ημέρες	4	0,872	0,872	0,218	0,24	0,906
Error	8	7,195	7,195	0,899		
Total	14	120,044				

S = 0,948340 R-Sq = 94,01% R-Sq(adj) = 89,51%

Unusual Observations for λιποξεπίξηρου

λιποξεπί
Obsξηρου Fit SE Fit Residual St Resid
10 40,6824 42,4937 0,6478 -1,8113 -2,62 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	49,5	A
Μίγμα 50:50	5	45,2	B
Κατσικίσιο	5	43,0	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
30	3	46,1	A
0	3	46,0	A
45	3	46,0	A
15	3	45,9	A
60	3	45,4	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Αλάτι versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Αλάτι, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,0007600	0,0007600	0,0003800	0,96	0,424
Ημέρες	4	0,0030267	0,0030267	0,0007567	1,91	0,203
Error	8	0,0031733	0,0031733	0,0003967		
Total	14	0,0069600				

S = 0,0199165 R-Sq = 54,41% R-Sq(adj) = 20,21%

Unusual Observations for Αλάτι

ObsΑλάτι Fit SE Fit Residual St Resid
5 1,74000 1,77333 0,01361 -0,03333 -2,29 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Κατσικίσιο	5	1,8	A
Μίγμα 50:50	5	1,8	A
Πρόβειο	5	1,8	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
0	3	1,8	A
30	3	1,8	A
45	3	1,8	A
60	3	1,8	A
15	3	1,8	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: ΣΑ versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for ΣΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,008030	0,008030	0,004015	2,81	0,119
Ημέρες	4	0,001329	0,001329	0,000332	0,23	0,912
Error	8	0,011411	0,011411	0,001426		
Total	14	0,020770				

S = 0,0377667 R-Sq = 45,06% R-Sq(adj) = 3,86%

Unusual Observations for ΣΑ

ObsΣΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid	
3	2,95082	2,88518	0,02580	0,06564	2,38 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	2,9	A
Μίγμα 50:50	5	2,9	A
Κατσικίσιο	5	2,8	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
0	3	2,9	A
45	3	2,9	A
30	3	2,9	A
60	3	2,9	A
15	3	2,9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Ολικόάζωτο versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Ολικόάζωτο, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,593320	0,593320	0,296660	2696,91	0,000
Ημέρες	4	0,000240	0,000240	0,000060	0,55	0,708
Error	8	0,000880	0,000880	0,000110		
Total	14	0,594440				

S = 0,0104881 R-Sq = 99,85% R-Sq(adj) = 99,74%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	2,7	A
Μίγμα 50:50	5	2,4	B
Κατσικίσιο	5	2,2	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
60	3	2,5	A
30	3	2,5	A
45	3	2,5	A
15	3	2,5	A
0	3	2,5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: ΟΑ επιξηρου versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for ΟΑ επιξηρου, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	1,84357	1,84357	0,92178	560,97	0,000
Ημέρες	4	0,00571	0,00571	0,00143	0,87	0,522
Error	8	0,01315	0,01315	0,00164		
Total	14	1,86243				

S = 0,0405365 R-Sq = 99,29% R-Sq(adj) = 98,76%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	6,7	A
Μίγμα 50:50	5	6,1	B
Κατσικίσιο	5	5,9	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
60	3	6,2	A
30	3	6,2	A
15	3	6,2	A
45	3	6,2	A
0	3	6,2	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Υδατοδιαλυτόζωτο versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Υδατοδιαλυτόζωτο, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,0049017	0,0049017	0,0024509	188,05	0,000
Ημέρες	4	0,0056409	0,0056409	0,0014102	108,20	0,000
Error	8	0,0001043	0,0001043	0,0000130		
Total	14	0,0106469				

S = 0,00361017 R-Sq = 99,02% R-Sq(adj) = 98,29%

Unusual Observations for Υδατοδιαλυτόζωτο

Υδατοδιαλυτό Obsάζωτο	Fit	SE Fit	Residual	St Resid	
2	0,237000	0,231533	0,002466	0,005467	2,07 R
6	0,173000	0,167667	0,002466	0,005333	2,02 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	0,2	A
Μίγμα 50:50	5	0,2	B
Κατσικίσιο	5	0,2	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
60	3	0,2	A
45	3	0,2	A
30	3	0,2	B
15	3	0,2	C
0	3	0,2	D

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: υδατ/ολικό versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for υδατ/ολικό, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,0272	0,0272	0,0136	0,51	0,618
Ημέρες	4	9,1740	9,1740	2,2935	86,27	0,000
Error	8	0,2127	0,2127	0,0266		
Total	14	9,4139				

S = 0,163051 R-Sq = 97,74% R-Sq(adj) = 96,05%

Unusual Observations for υδατ/ολικό

Obs	υδατ/ολικό	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	8,74539	8,45750	0,11138	0,28788	2,42 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδοςγάλακτος	N	Mean	Grouping
Μίγμα 50:50	5	9,0	A
Πρόβειο	5	9,0	A
Κατσικίσιο	5	8,9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
45	3	9,7	A
60	3	9,7	A
30	3	9,2	B
15	3	8,5	C
0	3	7,7	D

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: pH versus Είδοςγάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδοςγάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	0,0120400	0,0120400	0,0060200	25,44	0,000
Ημέρες	4	0,0105067	0,0105067	0,0026267	11,10	0,002
Error	8	0,0018933	0,0018933	0,0002367		
Total	14	0,0244400				

S = 0,0153840 R-Sq = 92,25% R-Sq(adj) = 86,44%

Unusual Observations for pH

ObspH	Fit	SE Fit	Residual	St Resid	
2	4,42000	4,39667	0,01051	0,02333	2,08 R
7	4,30000	4,32867	0,01051	-0,02867	-2,55 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδος γάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	4,4	A
Μίγμα 50:50	5	4,4	A
Κατσικίσιο	5	4,4	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
60	3	4,4	A
0	3	4,4	A
45	3	4,4	A
30	3	4,4	A B
15	3	4,4	B

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Συντελεστής ανάπτυξης τάσης versus Είδος γάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδος γάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Συντελεστής ανάπτυξης τάσης, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	1,61020E+12	1,61020E+12	8,05098E+11	140,59	0,000
Ημέρες	4	2,84299E+12	2,84299E+12	7,10748E+11	124,11	0,000
Error	8	45812947286	45812947286	5726618411		
Total	14	4,49900E+12				

S = 75674,4 R-Sq = 98,98% R-Sq(adj) = 98,22%

Unusual Observations for Συντελεστής ανάπτυξης τάσης

Obs	Συντελεστής ανάπτυξης τάσης	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
6	1978187	2091643	51695	-113456	-2,05 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for Συντελεστής ανάπτυξης τάσης

Είδος γάλακτ	Mean	SE Mean
Κατσικίσιο	1313992	33843
Μίγμα 50:50	1546978	33843
Πρόβειο	2095577	33843
Ημέρες		
0	2429833	43691
15	1783885	43691
30	1531426	43691
45	1252753	43691
60	1263016	43691

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδος γάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	2095577,2	A
Μίγμα 50:50	5	1546978,0	B
Κατσικίσιο	5	1313992,4	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
0	3	2429833,3	A
15	3	1783885,3	B
30	3	1531425,7	C
60	3	1263015,7	D
45	3	1252752,7	D

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Εκτατό ιξώδες versus Είδος γάλακτος; Ημέρες

Factor	Type	Levels	Values
Είδος γάλακτος	fixed	3	Κατσικίσιο; Μίγμα 50:50; Πρόβειο
Ημέρες	fixed	5	0; 15; 30; 45; 60

Analysis of Variance for Εκτατό ιξώδες, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Είδος γάλακτος	2	41514884444	41514884444	20757442222	63,55	0,000
Ημέρες	4	31848438321	31848438321	7962109580	24,38	0,000
Error	8	2613183126	2613183126	326647891		
Total	14	75976505891				

S = 18073,4 R-Sq = 96,56% R-Sq(adj) = 93,98%

Unusual Observations for Εκτατό ιξώδες

Obs	Εκτατό ιξώδες	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
6	190424	223405	12346	-32981	-2,50 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for Εκτατό ιξώδες

Είδος γάλακτι	Mean	SE Mean
Κατσικίσιο	146347	8083
Μίγμα 50:50	205412	8083
Πρόβειο	275066	8083
Ημέρες		
0	286000	10435
15	231573	10435
30	199504	10435
45	165252	10435
60	162378	10435

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Είδος γάλακτος	N	Mean	Grouping
Πρόβειο	5	275065,6	A
Μίγμα 50:50	5	205411,8	B
Κατσικίσιο	5	146346,6	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Ημέρες	N	Mean	Grouping
0	3	285999,7	A
15	3	231573,0	B
30	3	199504,0	B C
45	3	165252,3	C
60	3	162377,7	C

Means that do not share a letter are significantly different.