

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

DEPARTMENT of FOOD  
TECHNOLOGY



**ΣΧΟΛΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
& ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΤΑ  
ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΚΕΦΑΛΟΓΡΑΒΙΕΡΑ ΚΑΙ  
ΣΤΗΝ ΜΥΖΗΘΡΑ ΗΠΕΙΡΟΥ**



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:  
ΤΑΜΠΟΥΚΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ  
ΔΗΜΗΤΡΑΚΗΣ ΙΟΡΔΑΝΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΨΗ:  
ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012**

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ  
ΣΤΗΝ ΚΕΦΑΛΟΓΡΑΒΙΕΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΜΥΖΗΘΡΑ ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΤΑΜΠΟΥΚΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ  
ΙΟΡΔΑΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΑΚΗΣ**

Υποβολή Πτυχιακής Διατριβής που αποτελεί μέρος απαιτήσεων για την  
απονομή του Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ  
Θεσσαλονίκης

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ  
ΕΞΕΤΑΣΤΕΣ: ΔΗΜΗΤΡΕΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ  
ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τον Δημητράκη Ιορδάνη και την Ταμπούκα Αναστασία και αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων. Το πειραματικό μέρος της εργασίας πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο ερευνητικής χημείας του τμήματος Διατροφής και Διαιτολογίας υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Καλογιάννη Σταύρου και ένα μέρος τους στο ερευνητικό εργαστήριο του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Ζώτου Αναστασίου.

Επιθυμούμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσους μας βοήθησαν και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Στον κ. Καλογιάννη Σταύρο για την επιστημονική καθοδήγηση που μας παρείχε καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές που μας προσέφερε.

*Θερμότατες ευχαριστίες θα θέλαμε να δώσουμε επίσης στους :*

Κ. Ζώτο για το ενδιαφέρον που έδειξε, τις συμβουλές που μας παρείχε, καθώς και την έμπρακτη συμβολή του στην αξιολόγηση των αναλύσεων κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Κ. Βλαχάβα για την καθοδήγηση, τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές που μας παρείχε για την στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της πτυχιακής μας εργασίας.

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ  
ΣΤΗΝ ΚΕΦΑΛΟΓΡΑΒΙΕΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΜΥΖΗΘΡΑ ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΙΟΥΡΔΑΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΑΚΗΣ  
ΤΑΜΠΟΥΚΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

**ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής,  
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 541 01, Τ.Θ 14561**

**Περίληψη**

Το λίπος αποτελεί μία από τις κύριες παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα των τυριών και επηρεάζουν την προτίμηση του καταναλωτή. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών το λίπος υδρολύεται σε μεγάλο ή μικρό βαθμό και απελευθερώνονται λιπαρά οξέα. Τη διάσπαση αυτή προκαλούν ένζυμα (λιπάσες) που πιθανότατα να προέρχονται από το γάλα της τυροκόμησης, σε περιπτώσεις που αυτό δεν παστεριώνεται, από τα μικρόβια που αναπτύσσονται στο τυρί και στην πυτιά, με αποτέλεσμα αλλαγές στην γεύση, την υφή και την δομή των τυριών.

Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκε η μεταβολή του λίπους και η σύσταση του σε λιπαρά οξέα σε δείγματα που ελήφθησαν κατά την τυροκόμηση κεφαλογραβιέρας Ηπείρου και μυζήθρας. Τα δείγματα προέρχονται από επιλεγμένα στάδια παρασκευής της κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας που παράχθηκαν σε τυροκομική μονάδα του νομού Ιωαννίνων και καλύπτουν όλη τη διαδικασία παραγωγής από το γάλα έως και τα τελικά προϊόντα. Για να εξασφαλιστεί ότι οι παρατηρούμενες μεταβολές στη σύσταση του λίπους οφείλονται στην τυροκομική επεξεργασία, τα δείγματα ελήφθησαν σε διαφορετικούς χρόνους από το ίδιο γάλα ή από το ίδιο κεφάλι τυριού του οποίου η τυροκόμηση και ωρίμανση παρακολουθήθηκε από την παραλαβή του μέχρι την τελική του μορφή

Η σύσταση (%) του λίπους στα λιπαρά οξέα τα οποία ανιχνεύθηκαν με αέριο χρωματογραφία, για κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της

μυζήθρας, έδειξε μια διακύμανση άλλοτε σε μικρότερο βαθμό και άλλοτε σε μεγαλύτερο και με τάσεις αύξησης ή μείωσης, ανάλογα με το εξεταζόμενο κάθε φορά λιπαρό οξύ και το στάδιο παραγωγής των προϊόντων. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν ένδειξη πως το λίπος που παρασύρεται με το τυρόγαλο επηρεάζει τη σύσταση των τελικών προϊόντων. Παρατηρήθηκε ότι τα λιπαρά οξέα που περάσανε σε μεγαλύτερο ποσοστό στο τυρόγαλο όπως το παλμιτικό οξύ (το λιπαρό οξύ με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε όλα τα δείγματα) μετά την αφαίρεση τους από το τυρόπηγμα, εμφάνισαν και μεγαλύτερη συγκέντρωση στη μυζήθρα και λιγότερη στα προϊόντα της κεφαλογραβιέρας. Επίσης παρατηρήθηκε έντονη επίδραση της ωρίμανσης και της υδρόλυσης του λίπους στα παραγόμενα προϊόντα καθώς επίσης μεγαλύτερη αύξηση της συγκέντρωσης σε λιπαρά οξέα όπως το καπρικό, το μυριστικό και το λαουρικό οξύ στο τελικό προϊόν τριών μηνών ωρίμανσης της κεφαλογραβιέρας απ' ότι στα δείγματα των προηγούμενων σταδίων επεξεργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	5
2.1 Πρόβειο και Γίδινο Γάλα .....	5
2.1.1 Χημική σύσταση του γάλακτος .....	7
2.1.2 Απόδοση του γάλακτος σε τυρί.....	15
2.1.3 Νομοθετικές διατάξεις για το αιγοπρόβειο γάλα .....	16
2.1.4 Προϋποθέσεις του προς τυροκόμηση γάλακτος.....	16
2.1.5 Νομοθετικές διατάξεις.....	17
2.1.6 Κριτήρια χημικής σύνθεσης.....	17
2.1.7 Κριτήρια υγιεινολογικά .....	18
2.2 Κεφαλογραβιέρα.....	19
2.2.1 Ορισμός .....	19
2.2.2 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά .....	21
2.2.3 Στάδια παρασκευής Κεφαλογραβιέρας .....	21
2.2.4 Ανάλυση των σταδίων της τεχνολογίας παρασκευής κεφαλογραβιέρας. ....	23
2.3 ΤΥΡΟΓΑΛΑ - ΜΥΖΗΘΡΑ .....	27
2.3.1 Τυρόγαλα Ορισμός.....	27
2.3.1.1 Χρήσεις τυρογάλακτος .....	27
2.3.2 Μυζήθρα.....	28
2.3.2.1 Στάδια παρασκευής Μυζήθρας .....	31
2.4 Μικροδομή του Τυριού .....	32
2.5 Ωρίμανση .....	33
2.6 Λιπόλυση των τυριών.....	34
2.6.1 Μέτρηση του βαθμού λιπόλυσης στα τυριά .....	36
2.6.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λιπόλυση.....	36

2.7 Λιπάσες.....	37
2.7.1 Γενικά για τις λιπάσες και τα λιπαρά οξέα .....	37
2.7.2 Πηγές προέλευσης των λιπασών.....	38
2.7.3 Λιπάση γάλακτος.....	38
2.7.4 Λιπολυτικά ένζυμα που προέρχονται από την πυτιά.....	39
2.7.5 Μικροβιακές λιπάσες.....	39
2.7.6 Εξωγενείς λιπάσες .....	41
2.7.7 Προσδιορισμός ενεργότητας λιπασών .....	42
2.7.8 Χρήση των λιπασών στην τυροκομία.....	44
2.7.9 Χρήσεις λιπασών .....	45
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	46
4. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
4.1 Μέθοδοι ανάλυσης γάλακτος, τυρογάλακτος και τυριών .....	47
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	53
5.1 Προσδιορισμός Λίπους.....	53
5.2 Προσδιορισμός Λιπαρών Οξέων.....	56
5.2.1 Προσδιορισμός Λιπαρών Οξέων στο αιγοπρόβειο γάλα.....	57
5.2.2 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στο τυρόπηγμα της κεφαλογραβιέρας.....	57
5.2.3 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στο τυρογάλακτος.....	58
5.2.4 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην τυρομάζα της μυζήθρας.....	58
5.2.5 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην κεφαλογραβιέρα στον ένα μήνα ωρίμανσης .....	59
5.2.6 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης..	59
5.2.7 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων της μυζήθρας.....	60
6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	61
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	79
8. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα .....	82
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	83





## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα μεγάλο μέρος από την παγκόσμια παραγωγή γάλακτος διατίθεται για την παραγωγή τυριού. Στην παγκόσμια αγορά κυκλοφορούν πάρα πολλά είδη τυριών, από διάφορα είδη γάλακτος όπως το αγελαδινό, το πρόβειο και το γίδινο και με διάφορες τεχνολογίες παρασκευής τους (Ζώτου, 2009).

Η Κεφαλογραβιέρα είναι παραδοσιακό ελληνικό σκληρό τυρί και η ονομασία του αναγνωρίζεται ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π) και παρασκευάζεται, από πρόβειο γάλα αναμεμιγμένο με μικρές ποσότητες γίδινου, παραδοσιακά στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στις περιοχές της Ηπείρου, της Δυτικής Μακεδονίας και των νομών Αιτωλοακαρνανίας και Ευρυτανίας. Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή της Κεφαλογραβιέρας πρέπει να προέρχεται από τις προαναφερθείσες περιοχές (Ζερφυρίδης, 2001).

Οι οργανοληπτικές του ιδιότητες είναι μεταξύ αυτών του Κεφαλοτυριού και της Γραβιέρας. Ωριμάζει τουλάχιστον για τρεις μήνες και καταναλώνεται σαν επιτραπέζιο, τριμμένο και σαγανάκι (τηγανισμένο τυρί).

Η Μυζήθρα εξάγεται από την επεξεργασία του ορού, μετά την αφαίρεση της τυρομάζας, σε δεξαμενή βρασμού όπου ανακτάται σαν μαλακή μάζα, που πρέπει να ξηραθεί (Γουλίμης, 2008). Πρώτη ύλη για την παρασκευή της μυζήθρας αποτελεί τυρόγαλα που έχει προέλθει από πρόβειο και γίδινο γάλα (Ανυφαντάκης, 2004).

Το λίπος αποτελεί μία από τις κύριες παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα των τυριών και επηρεάζουν την προτίμηση του καταναλωτή.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών το λίπος του γάλακτος υδρολύεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό με τη δράση των λιπασών και ελευθερώνονται λιπαρά οξέα και άλλες ενώσεις. (Γεωργαλά, Καμινारीδης, 2008).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν η μεταβολή της συγκέντρωσης του λίπους, καθώς και η μεταβολή της σύστασής του σε λιπαρά οξέα του σε όλα τα στάδια της τυροκόμησης, με αέριο χρωματογραφία. Τα δείγματα μας προήλθαν από όλα τα στάδια παραγωγής της Κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Πρόβειο και Γίδινο Γάλα

Το γάλα μπορεί να περιγραφεί ως ένα κολλοειδές εναιώρημα που περιέχει γαλακτωματοποιημένα σφαιρίδια λίπους, μια ετερογενή ομάδα πρωτεϊνών, τον υδατάνθρακα λακτόζη, άλατα, βιταμίνης και ένζυμα (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009). Η προέλευση του γάλακτος αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του κάθε τυριού, γιατί προσδίδει σε αυτό τα χαρακτηριστικά του οργανοληπτικά γνωρίσματα (γεύση, άρωμα, χρώμα), τη δομή και την υφή του. Το πρόβειο και το γίδινο γάλα αποτελούν την πρώτη ύλη για την παρασκευή ορισμένων τυριών, όπως της κεφαλογραβιέρας (σε αναλογία 90% και περισσότερο για το πρόβειο και με ελάχιστο γίδινο που δεν ξεπερνά το 10%) και της μυζήθρας, τα οποία εκτιμώνται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές λόγω των ιδιαζόντων χαρακτηριστικών τους. (Ζερφυρίδης, 1994).

Σκόπιμο είναι στην παρούσα εργασία να αναφερθούν, η σύσταση της πρώτης ύλης, καθώς και τα κύρια συστατικά αυτής και οι βιοχημικές μεταβολές που λαμβάνουν χώρα σε αυτή, κατά την ωρίμανση του τελικού προϊόντος.

**Πίνακας 1: Σύσταση του γάλακτος διαφόρων ειδών γαλακτοπαραγωγικών ζώων.**

<b>Συστατικά</b>	<b>Πρόβειο</b>	<b>Γίδινο</b>
<b>Νερό</b>	80-84	86-88
<b>Λίπος</b>	5.0-7.0	4.0-5.0
<b>Πρωτεΐνες</b>	5.6-6.0	3.0-4.0
<b>Λακτόζη</b>	4.5-5.0	4.5-5.0
<b>Άλατα</b>	1.0-1.2	0.9-1.0
<b>ΣΥΑΛ</b>	11.1-12.2	8.4-10.0

(Μπίντσης, 2008)

Η σύσταση του γάλακτος διαφέρει όχι μόνο από ζώο σε ζώο, όσον αφορά τα είδη των θηλαστικών, αλλά και από φυλή σε φυλή του ίδιου είδους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν ποσοτικά ή ποιοτικά τα συστατικά του γάλακτος είναι: το είδος και η φυλή του ζώου, το κληρονομικό δυναμικό του ζώου, ο αριθμός των αρμέξεων ανά 24ωρο, η περίοδος της ημέρας (πρωί ή απόγευμα), η σωματική κατάσταση του ζώου(κυρίως κατά τον χρόνο του τοκετού), η διάρκεια της ξηρής περιόδου, η συχνότητα των τοκετών, ο οργανισμός και η ηλικία του ζώου, η κόπωση και η

συμπεριφορά του ανθρώπου στα ζώα, η υγιεινή κατάσταση του ζώου, οι συνθήκες διατροφής, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, η θερμοκρασία περιβάλλοντος και ο τρόπος άρμεξης (Palumbo 1972; Ζαρμπούτης, 1994; Κεχαγιάς,1997). Επίσης, σημαντικό ρόλο στη χημική σύσταση του γάλακτος, από τη στιγμή που εξέλθει από το μαστό του ζώου παίζει και η επεξεργασία που θα δεχθεί από τον άνθρωπο. Οι χειρισμοί αυτοί μπορεί να οδηγήσουν στην υποβάθμιση του γάλακτος αν δεν γίνουν με την απαραίτητη προσοχή (π.χ. μεταφορά υπό συνθήκες ψύξης, καθαρά σκεύη κ.α.) (Ζώτου, 2009).



**Εικόνα 1:** Απεικόνιση Γάλακτος

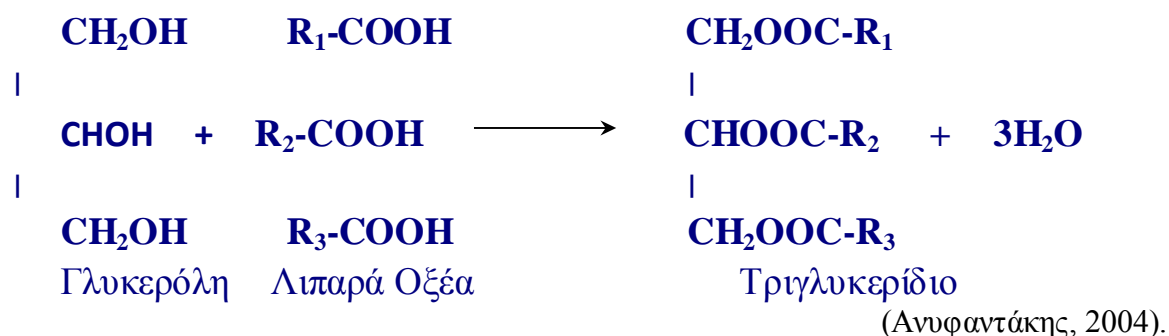
### 2.1.1 Χημική σύσταση του γάλακτος

#### Λίπος

Περιλαμβάνονται τρεις κατηγορίες ενώσεων στη λιπαρή φάση του γάλακτος, τα ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια, διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια), τα πολικά λιπίδια (φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια), τα ασαπωνοποίητα συστατικά (στερόλες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, καροτινοειδή), που απαντούν σε αναλογία περίπου 98%, 1% και 1%, αντίστοιχα.

Το λίπος του γάλακτος, που είναι το δεσπόζων συστατικό της λιπαρής φάσης του. Είναι μίγμα τριγλυκεριδίων (97 έως 98%), διγλυκεριδίων (1 έως 2%) και μονογλυκεριδίων (ίχνη). Έπαιξε και εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της τιμής του, επειδή υπάρχει σε μεγάλη αναλογία και είναι ακριβό συστατικό.

Το λίπος του γάλακτος είναι μίγμα εστέρων γλυκερόλης με διάφορα λιπαρά οξέα. Για την δημιουργία ενός μορίου τριγλυκεριδίου ένα μόριο γλυκερόλης ενώνεται με τρία μόρια λιπαρών οξέων, κατά την αντίδραση:



Όπου  $R_1, R_2$  και  $R_3$  λιπαρά οξέα.

Αποτελεί πηγή ενέργειας γι' αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από διατροφική άποψη, γιατί (κατά προσέγγιση 9 Kcal), είναι φορέας των λιποδιαλυτών βιταμινών (A, D, E και K), ενώ περιέχει και αξιόλογη ποσότητα απαραίτητων λιπαρών οξέων. Αλλά και από τυροκομική άποψη είναι σημαντικό συστατικό, γιατί επηρεάζει το χρώμα, το άρωμα, τη γεύση, την απόδοση και τις μηχανικές ιδιότητες των τυριών. Θεωρείται ως το πιο εύγευστο φυσικό λίπος και ασυναγώνιστο από την άποψη αυτή από οποιοδήποτε άλλο.

Στη δομή του λίπους του γάλακτος συμμετέχουν περισσότερα από 150 λιπαρά οξέα, από τα οποία αλλά σε σημαντική αναλογία (πίνακας 2) και άλλα σε ίχνη. Η φύση και η αναλογία των οξέων αυτών προσδιορίζουν τις ιδιότητές του. Στην πραγματικότητα

είναι ένα συνονθύλευμα χιλιάδων διαφορετικών μορίων. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν έχουν σταθερό σημείο τήξης.

**Πίνακας 2:** Λιπαρά οξέα του λίπους του πρόβειου γάλακτος

Λιπαρά οξέα	Χημικός τύπος	Σύνολο λιπαρών οξέων %	Σημείο τήξης °C
<b>Κορεσμένα</b>			
Βουτυρικό	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	3.0-4.5	-7,9
Καπροϊκό	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	1.3-2.2	-1,5
Καπρυλικό	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	0.8-2.5	16,5
Καπρικό	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> COOH	1.8-3.8	31,4
Λαουρικό	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	2.0-5.0	43,6
Μυριστικό	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	7.0-11.0	53,8
Παλμιτικό	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	25.0-29.0	62,6
Στεατικό	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	7.0-13.0	69,3
<b>Μονοακόρεστα</b>			
Ελαϊκό	C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	30.0-40.0	14
<b>Πολυακόρεστα</b>			
Λινελαϊκό	C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH	2.0-5.0	-5
Λινολενικό	C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> COOH	2.0-3.0	-5
Αραχιδονικό	C <sub>19</sub> H <sub>31</sub> COOH	Μέχρι 3.0	-49,5

(Ανυφαντάκης, 2004)

Στο πρόβειο και στο γίδινο γάλα βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία λιπαρά οξέα, με αριθμό ατόμων άνθρακα 6 έως 10 καπροϊκό, καπρυλικό και καπρικό. Αυτά τα λιπαρά οξέα έχουν δριμύτερη γεύση από τα οξέα με C<sub>2</sub> έως C<sub>4</sub> ή C<sub>12</sub> έως C<sub>18</sub>. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η χαρακτηριστική διαφορά στη γεύση των τυριών που παρασκευάζονται από πρόβειο ή κατσικίσιο γάλα σε σύγκριση με εκείνα από αγελαδινό (Janda, 1996). Ωστόσο και κάποιες άλλες ενώσεις όπως τα φωσφολιπίδια και οι φαινόλες παίζουν ένα σημαντικό ρόλο (Kim Ha & Lindsay, 1991).

### **Νερό**

Είναι το συστατικό που βρίσκετε σε μεγαλύτερη αναλογία στο γάλα και αποτελεί μέσο διασποράς όλων των άλλων. Ένα μικρό ποσοστό απ' αυτό είναι δεσμευμένο στις πρωτεΐνες και στη λακτόζη του. Η τυροκόμηση του γάλακτος αποβλέπει, κατά κύριο λόγο, στην απομάκρυνση μέρους του νερού που περιέχει, ώστε να διατηρηθούν τα υπόλοιπα συστατικά του για μακρότερο χρονικό διάστημα. Το πόσο νερό θα απομακρυνθεί προσδιορίζεται από το είδος του τυριού που κατά περίπτωση παρασκευάζεται (μαλακό, ημίσκληρο, σκληρό, πολύ σκληρό) (Ανυφαντάκης, 2004).

### ***Πρωτεΐνες του Γάλακτος***

Το γάλα περιέχει μεγάλη ποικιλία αζωτούχων ενώσεων από τις οποίες το 95% περίπου είναι πρωτεϊνικής φύσης και 5% μη πρωτεϊνικής, συγκεκριμένα αζωτούχα συστατικά μικρού μοριακού βάρους. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος συγκρατούν ένα πολύπλοκο μίγμα, του οποίου τα επιμέρους συστατικά απομονώνονται δύσκολα. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνες εξαρτάται από το είδος του ζώου π.χ. στο πρόβειο 5,6% και στο γίδινο 3,6% κατά μέσο όρο (Καμιναρίδης & Μπόατσου, 2009). Από άποψη τυροκομίας ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πρωτεϊνικής φύσης αζωτούχες ενώσεις. Οι καζεΐνες δεν επηρεάζονται από τη θερμοκρασία. Είναι δυνατόν να θερμανθούν στους 100°C για 24 ώρες, χωρίς να κατακρημνιστούν. Αντίθετα, οι πρωτεΐνες του ορού, με εξαίρεση τις πρωτεόζες-πεπτόνες, είναι πολύ ευαίσθητες και υφίστανται αλλοδομή μετά από θέρμανση στους 90°C για 3 λεπτά. (Ανυφαντάκης, 2004).

### ***Καζεΐνη***

Είναι η χαρακτηριστική πρωτεΐνη του γάλακτος, στο οποίο απαντά με τη μορφή κολλοειδούς φωσφοροκαζεϊνικού ασβεστίου. Τα κλάσματα της καζεΐνης διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη δομή, την ηλεκτοφορητική κινητικότητα και τις τυροκομικές ιδιότητες. Αργότερα διαπιστώθηκε η ύπαρξη και γενετικών παραλλαγών τους, από τις οποίες, στο γάλα απαντούν σε μεγαλύτερη αναλογία οι  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - και  $\kappa$ -καζεΐνες. Απ' αυτές η  $\kappa$ -καζεΐνη παρουσία ιόντων ασβεστίου δεν κατακρημνίζεται και σταθεροποιεί όλες τις υπόλοιπες στο γάλα (Ανυφαντάκης, 2004).

**Μικκύλια:** Το μεγαλύτερο ποσοστό της καζεΐνης βρίσκεται στο γάλα υπό μορφή μικροσκοπικών σφαιρικών τεμαχιδίων των μικκυλίων, που απαρτίζονται από τις  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - και  $\kappa$ -καζεΐνες, πεπτίδια που προέρχονται από τη δράση της πλασμίνης του επί της  $\beta$ -καζεΐνης ( $\gamma$ - καζεΐνης) και ανόργανα συστατικά, μεταξύ των οποίων δεσπόζουν το ασβέστιο και ο φώσφορος. Τα μικκύλια περιέχουν περίπου 70% νερό και 30% στερεά συστατικά από τα οποία το 92% είναι οι καζεΐνες και το 8% διαλυτά άλατα. Σε μορφή μικκυλίων απαντούν στο γάλα το 90% περίπου της καζεΐνης του. Το υπόλοιπο 10% είναι σε διαλυτή μορφή. Μεταξύ των δύο μορφών υπάρχει δυναμική σχέση που επηρεάζεται από την ποσότητα των ιόντων ασβεστίου και φωσφόρου του γάλακτος. Με αυξομείωση των τελευταίων είναι δυνατόν να αυξομειωθεί η μία μορφή καζεΐνης έναντι της άλλης, γιατί η δράση είναι αντιστρεπτή. Ένα μειωθεί η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου, για παράδειγμα, το μέγεθος των μικκυλίων

μειώνεται και αυξάνεται η περιεκτικότητα του γάλακτος σε διαλυτή καζεΐνη. Το αντίθετο συμβαίνει με την αύξησή του (Ανυφαντάκης, 2004).

Τα μικκύλια αποτελούνται από μεγάλο αριθμό μορίων διαφόρων κλασμάτων καζεϊνών που ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πολυμερή. Το μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 30 και 300nm, συνήθως όμως είναι 80-100nm (Ανυφαντάκης, 1994).

Η *αs1-καζεΐνη* (μοριακό βάρος 23.000) έχει δυο υδροφοβικές περιοχές στο μόριο της, οι οποίες και περιέχουν και όλα τα υπολείμματα της προλίνης. Οι περιοχές διαχωρίζονται από μια πολική περιοχή η οποία αποτελείται από 8 φωσφορικές ομάδες. Μπορεί να κατακρημνιστεί ως ίζημα σε χαμηλά επίπεδα ασβεστίου (Παπανδρέου, 2004).

Η *αs2-καζεΐνη* έχει μοριακό βάρος 25.000 και αποτελείται από 199 υπολείμματα αμινοξέων εκ των οποίων τα 10 είναι υπολείμματα προλίνης. Μπορεί να κατακρημνιστεί και αυτή σαν ίζημα σε χαμηλά επίπεδα ασβεστίου (Παπανδρέου, 2004).

Η *β-καζεΐνη* έχει μοριακό βάρος 24.000 και αποτελείται από 209 υπολείμματα αμινοξέων εκ των οποίων τα 35 είναι υπολείμματα προλίνης. Αποτελείται από μια ισχυρά φορτισμένη περιοχή N και μια υδροφοβική περιοχή. Είναι αμφιιλική πρωτεΐνη η οποία δρα ως τασενεργό μόριο. Μπορεί να πολυμεριστεί ανάλογα με τη θερμοκρασία σε ένα μεγάλο πολυμερές στους 20°C αλλά δεν πολυμερίζεται στους 4°C. Είναι λιγότερο ευαίσθητη στην καταβύθιση με το ασβέστιο (Παπανδρέου, 2004).

Η *κ-καζεΐνη* (μοριακό βάρος 19.0000, 169 υπολείμματα, 20 υπολείμματα προλίνης) είναι πολύ ανθεκτική στην κατακρήμνιση με ασβέστιο, σταθεροποιώντας άλλες καζεΐνες. Κατά την τυροκόμηση η πυτιά (χυμοσίνη) δρα στο δεσμό των υπολειμμάτων 105Phe-106Met (φαινυλαλανίνη-106μεθειονίνη) ελαχιστοποιώντας την σταθερότητά της, αφήνοντας ένα υδροφοβικό κομμάτι κ-καζεΐνης το οποίο καλείται παρά-κ-καζεΐνη και αντίστοιχα ένα υδροφιλικό κομμάτι το οποίο καλείται κ-καζεΐνο-γλυκομακροπεπτίδιο (GMP) ή πιο σωστά καζεϊνό-μακροπεπτίδιο (CMP) (Παπανδρέου, 2004).

Η ελεγχόμενη υδρόλυση της καζεΐνης είναι το μέσο παρασκευής τυριών και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων. Η εκτεταμένη αποσταθεροποίηση της δομής των

καζεϊνικών μικκυλίων και η μερική υδρόλυση των καζεϊνών, ελαττώνει την ποιότητα του γάλακτος και την απόδοση του γάλακτος σε τυρί.

### ***Πρωτεΐνες του ορού***

Το κλάσμα αυτό περιλαμβάνει τις πρωτεΐνες του γάλακτος που δεν καταβυθίζονται και παραμένουν διαλυτές σε pH 4.6 και θερμοκρασία 20°C. Επιπλέον παραμένουν κατά την υπερφυγοκέντρηση του γάλακτος και κατά την πήξη του γάλακτος με πυτιά, οπότε απομακρύνονται με το τυρόγαλα. Από το τυρόγαλα μπορούν παραληφθούν με θέρμανση και με οξίνιση και σ' αυτήν την ιδιότητά τους βασίζεται η παρασκευή τυριών τυρογάλακτος. Η κατηγορία αυτή των πρωτεϊνών του γάλακτος αναφέρονται και ως πρωτεΐνες τυρογάλακτος. Οι δύο όροι δεν είναι ακριβώς ισοδύναμοι αφού στην ομάδα των πρωτεϊνών του τυρογάλακτος περιλαμβάνονται πέραν των άλλων πρωτεϊνών του ορού και το (γλυκό)μακροπεπτίδιο που προέρχεται από την υδρόλυση της κ-καζεΐνης από τη χυμοσίνη (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009).

Οι σημαντικότερες από τις πρωτεΐνες του ορού είναι του γάλακτος είναι οι ομάδα των πρωτεόζες-πεπτόνων, η β-γαλακτογλοβουλίνη, η α-γαλακτοαλβουμίνη, η αλβουμίνη του ορού και οι ανοσογλοβουλίνες.

**Πρωτεόζες-πεπτόνες:** Είναι πολυμερή αμινοξέων που κατατάσσονται στις πρωτεΐνες, γιατί στο σύνολο τους καταβυθίζονται με τριχλωροξικό οξύ 12%. Σε αντίθεση με τις άλλες πρωτεΐνες του ορού δεν αλλοδομούνται με τη θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες. Περιέχουν στο μόριο τους σάκχαρα και φωσφόρο και είναι μαζί με την κ-καζεΐνη τα μόνα συστατικά του γάλακτος που περιέχουν σιαλικό οξύ. Στο κανονικό PH του γάλακτος μεγάλο μέρος των πρωτεοζών-πεπτοτών παραμένει στα καζεϊνικά μικκύλια, ενώ κατά την οξίνιση του γάλακτος μετακινούνται όλες στον ορό (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009 ; Ανυφαντάκης 2004).

**β-γαλακτογλοβουλίνη:** Είναι η κύρια πρωτεΐνη του ορού του γάλακτος και η ευαισθησία της στη θέρμανση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη τεχνολογική του συμπεριφορά. Στη δομή τους συμπεριλαμβάνονται δύο S-S δεσμοί, καθώς και μία σουλφρυδική ομάδα, η οποία βρίσκεται στο εσωτερικό της, όταν η πρωτεΐνη βρίσκεται στη φυσική της κατάσταση. Είναι πολύ υδρόφοβη και η δομή της επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και το pH. Στο pH του γάλακτος απαντάται με τη μορφή διμερών με μοριακό βάρος περίπου 36.600, τα οποία αποδιοργανώνονται σε υψηλή θερμοκρασία. Σε pH<5,5 σχηματίζει οκταμερή, ενώ σε pH<3,5 και pH>7,5 απαντάται με τη μορφή μονομερών. Εξαιτίας της μεγάλης υδροφοβίας της μπορεί να



δεσμεύει μη-πολικά μόρια όπως η ρετινόλη (βιταμίνη A) και μερικά λιπαρά οξέα (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009).

**α-γαλακτοαλβουμίνη:** Ο βιολογικός ρόλος της εντοπίζεται στο ότι δρα ως συνένζυμο στη σύνθεση της λακτόζης. Είναι μικρό σφαιρικό μόριο, το οποίο δεν έχει την τάση να σχηματίζει διμερή ή πολυμερή. Γενικά, είναι λιγότερο ευαίσθητη στη θέρμανση από τη β-γαλακτογλοβουλίνη. Στο εσωτερικό της προσδέεται ισχυρά ένα ιόν  $Ca^{2+}$  που σταθεροποιεί τη δομή της. Η μείωση του pH το απομακρύνει, με αποτέλεσμα η πρωτεΐνη να καθίσταται ευαίσθητη στη θέρμανση (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009).

**Αλβουμίνη του ορού:** Η αλβουμίνη του ορού είναι ένα μεγάλο μακρόστενο μόριο με διαστάσεις  $3 \times 12 \text{ nm}$ , με 17 S-S δεσμούς και μία SH ομάδα. Θεωρείται ότι η παρουσία του στο γάλα οφείλεται σε <<διαρροή>> από το αίμα του ζώου (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009).

**Ανοσογλοβουλίνες ή Ανοσοσφαιρίνες:** Πρόκειται για μία ετερογενής ομάδα αντισωμάτων μεγάλου μοριακού βάρους που παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια. Υπάρχουν πέντε ομάδες ανοσογλοβουλινών και στο γάλα απαντώνται οι τρεις από αυτές οι IgG, IgA και IgM (Καμιναρίδης & Μπούτσου,2009).

Οι αλβουμίνες και οι γλοβουλίνες του γάλακτος παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τυροκομική σκοπιά. Είναι δυνατόν να κατακρημνιστούν με οξίνιση και θέρμανση και να αποτελέσουν τη βάση διάφορων προϊόντων, κύρια όμως τυριών τυρογάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004).

### ***Λακτόζη***

Είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος των περισσότερων θηλαστικών, ο μόνος που υπάρχει ελεύθερος και σε σημαντικές ποσότητες σ' αυτό. Είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από τους μονοσακχαρίτες d-γλυκόζη και d-γαλακτόζη στον οποίο η αλδεϋδική ομάδα της γλυκόζης είναι ενωμένη με τη C-4 ομάδα της γλυκόζης με  $\beta(1 \rightarrow 4)$  γλυκοζιτικό δεσμό. Η λακτόζη στο κανονικό γάλα υπάρχει συνήθως σε αναλογία 4.4% έως 5.2%. Αντιπροσωπεύει το 50-52% των στερεών συστατικών του άπαχου γάλακτος. Αποτελεί πηγή ενέργειας, πλην όμως, για να χρησιμοποιηθεί, πρέπει πρώτα να διασπαστεί σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συμβολή του ένζυμου της λακτάσης, που αφθονεί στο πεπτικό σύστημα των νεογνών και λαμβάνεται σήμερα σε βιομηχανική κλίμακα από καλλιέργειες επιλεγμένων μικροοργανισμοί.

Στο γάλα η παρουσία λακτόζης αποτελεί προϋπόθεση για την παρασκευή διάφορων ζυμωμένων προϊόντων στα οποία υπάγονται και τα τυριά. Υπό την επίδραση διάφορων μικροοργανισμών υφίσταται διάφορες ζυμώσεις από τις οποίες άλλες θεωρούνται ωφέλιμες για τις γαλακτοβιομηχανίες και αξιοποιούνται απ' αυτές κατά την παρασκευή διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων (τυριά, γιαούρτι, κεφίρ, ξινόγαλα κ.ά.) και άλλες επιβλαβείς που πρέπει με κάθε τρόπο να αποφεύγονται.

Σε ότι αφορά στις επιβλαβείς ζυμώσεις του γάλακτος, αυτές είναι δυνατόν να είναι αεριογόνες και μη αεριογόνες. Από τις πρώτες, πιο γνωστές είναι η βουτυρική, οι ζυμώσεις τύπου *Coli* και οι ζυμώσεις *aerogenes*.

Τη βουτυρική ζύμωση προκαλούν διάφορα είδη βακτηρίων και κατά κύριο λόγο το *Clostridium butyricum* και το *C. tyrobutyrium*. Αρχικά, παράγεται γαλακτικό οξύ από τις οξυγαλακτικές καλλιέργειες και στη συνέχεια αυτό μετατρέπεται σε βουτυρικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο κατά την αντίδραση:



Σε μικρή αναλογία παράγονται και άλλα προϊόντα, όπως οξικό οξύ, αιθανόλη κ.ά. Η ζύμωση αυτή είναι ανεπιθύμητη στις γαλακτοβιομηχανίες, διότι δίδει βουτυρικό οξύ το οποίο ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις επηρεάζει δυσμενώς την ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Τις ζυμώσεις τύπου *Coli* προκαλούν τα κολοβακτηρίδια. Κατ' αυτές παράγεται άφθονο αέριο, το οποίο αποτελούν διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο σε ίσες περίπου αναλογίες, διάφορα οξέα (γαλακτικό, οξικό, μυρμηκικό) και αιθανόλη, κατά την αντίδραση:



Κατά τις ζυμώσεις τύπου *aerogenes* παράγεται αέριο πλην όμως στην περίπτωση αυτή κυριαρχεί το διοξείδιο του άνθρακα, σχέση ( $\text{CO}_2/\text{H}_2 = 8/1$ , ενώ ως κύριο τελικό προϊόν παράγεται ακετυλομεθυλο-καρβινόλη (ακετοΐνη).

Από τις μη αεριογόνες ζυμώσεις πλέον συνήθης είναι η γλυκιά πήξη του γάλακτος είναι αποτέλεσμα ζυμώσεων που προκαλούν διάφορα βακτήρια του γένους *bacillus*.

Η πήξη επιτυγχάνεται με ένζυμα που εκκρίνονται από τα βακτήρια, χωρίς να παράγεται γαλακτικό οξύ. Για το λόγο αυτό λέγεται και γλυκιά.

Επίσης, στην πράξη παρατηρείται το φαινόμενο να αυξάνει σταδιακά το ιξώδες του γάλακτος και συχνά να επέρχεται πήξη του, - ιξώδης πήξη - με ή χωρίς άλλες ορατές μεταβολές. Αυτό αποδίδεται στην ικανότητα ορισμένων βακτηρίων, (*Alcaligenes viscosus*, *Leuconostoc dextranicum* κ.α.), παράλληλα με τις άλλες βιοχημικές δραστηριότητες τους, να παράγουν και να αποβάλλουν στο περιβάλλον τους πολυσακχαρίτες οι οποίοι αυξάνουν το ιξώδες του γάλακτος και συχνά το μετατρέπουν σε παχύρρευστη μάζα. Η ζύμωση αυτή κατά κανόνα είναι ανεπιθύμητη στη γαλακτοκομία. Πρέπει να σημειωθεί ότι σήμερα γίνεται συχνά χρήση επιλεγμένων οξυγαλακτικών μικροοργανισμών που συνδυάζουν και την ικανότητα παραγωγής εξωκυτταρικών πολυσακχαριτών κατά την παραγωγή γιαούρτης με συνέπεια την αύξηση του ιξώδους. (Ανυφαντάκης, 2004).

### **Άλατα**

Το γάλα περιέχει ανόργανα και οργανικά άλατα, τα οποία βρίσκονται ή μπορούν να βρεθούν στο γάλα ως ιόντα ή σε ισορροπία με ιόντα. Το σύνολο των αλάτων του γάλακτος βρίσκεται στον ορό και τα καζεϊνικά μικκύλια, ενώ μικρές ποσότητες βρίσκονται στα λιποσφαίρια (Καμιναρίδης & Μποάτσου, 2009).

Τα άλατα παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από άποψη χημείας και τεχνολογίας γάλακτος γιατί:

- Μερικά απ' αυτά, ιδιαίτερα το ασβέστιο και ο φώσφορος, που υπάρχουν σε υψηλή σχετικά αναλογία σε αυτό, έχουν μεγάλη διατροφική αξία.
- Η φυσική κατάσταση και σταθερότητα των πρωτεϊνών του γάλακτος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη σύσταση των αλάτων του.
- Μερικά από τα μεταλλικά συστατικά του γάλακτος, κατά κύριο λόγο όμως ο χαλκός και ο σίδηρος, καταλύουν την οξειδωση των λιπιδίων του, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανεπιθύμητων γεύσεων και οσμών.
- Ο χρόνος πήξης του γάλακτος με την πυτιά επηρεάζεται σημαντικά από τη σύσταση των αλάτων του. Ιδιαίτερη σημασία στην προκειμένη περίπτωση έχουν τα ιόντα ασβεστίου.

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε χλώριο έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές ως κριτήριο για τη διαπίστωση προσβολής των ζώων από μαστίτιδα. (Ανυφαντάκης, 2004).

### Δευτερεύοντα συστατικά του γάλακτος

Το γάλα περιέχει μεγάλη ποικιλία συστατικών της κατηγορίας αυτής. Από αυτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν από διατροφικής πλευράς οι βιταμίνες, οι στερόλες και τα φωσφολιπίδια και από τυροκομικής οι χρωστικές, οι αντιβακτηριδιακές ουσίες, τα σωματικά κύτταρα και τα ένζυμα. (Ανυφαντάκης, 1994).

#### **2.1.2 Απόδοση του γάλακτος σε τυρί**

Απόδοση του γάλακτος σε τυρί είναι η ποσότητα (σε kg) που λαμβάνεται από 100kg γάλα. Η απόδοση αυτή εξαρτάται κυρίως από:

- Την χημική σύσταση του γάλακτος της τυροκόμησης
- Τους διάφορους χειρισμούς που υφίσταται πριν από την πήξη του
- Τον τύπο και το μέσο ανάπτυξης των καλλιιεργειών
- Την προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου
- Τα ένζυμα του γάλακτος
- Τη συνεκτικότητα του τυροπήγματος
- Τους διάφορους χειρισμούς που υφίσταται κατά την τυροκόμηση
- Την περιεκτικότητα του τυριού σε υγρασία
- Την περιεκτικότητα του τυριού σε αλάτι
- Την τεχνολογία του τυριού που πρόκειται να παραχθεί

Η χημική σύσταση του γάλακτος για τυροκόμηση είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την απόδοσή του σε τυρί. Και ιδιαίτερα η περιεκτικότητα του σε καζεΐνη και σε λίπος, καθώς αυτά αντιπροσωπεύουν το 90% των στερεών συστατικών. Η καζεΐνη είναι η πιο σημαντική, γιατί δημιουργεί το τρισδιάστατο πήγμα που κατακρατεί το λίπος, αλλά και γιατί ενυδατώνεται ισχυρά δεσμεύοντας διπλάσια περίπου ποσότητα νερού του βάρους του (Ανυφαντάκης, 2004).

Αν θεωρηθεί ότι το αγελαδινό γάλα έχει ένα συντελεστή απόδοσης 1, τότε το γίδινο έχει 1,25 και το πρόβειο 1,85. Η περιεκτικότητα του τυριού σε υγρασία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση του γάλακτος σε τυρί. Έτσι, για την παραγωγή δύο τυριών από το ίδιο γάλα, το τυρί που περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας θα έχει και τη μεγαλύτερη απόδοση. Επίσης το αλάτισμα επηρεάζει την περιεχόμενη υγρασία και επομένως την απόδοση. Τέλος, τεχνολογικοί παράγοντες (π.χ. παστερίωση, θερμοκρασία αναθέρμανσης και ωρίμανσης, τρόπος διαίρεσης κ.α.) επηρεάζουν και αυτοί την απόδοση (Μπίντσης, 2008)

Έτσι η απόδοση δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Απόδοση} = [(0,93 \cdot \Lambda) + (K - 0,1)] \cdot 0,9 / 1 - Y$$

Όπου,

$\Lambda$  = Λιποπεριεκτικότητα % του γάλακτος

$K$  = Καζεΐνη % του γάλακτος

$Y$  = Υγρασία % του τυριού

(Ζερφυρίδης, 2001)

### 2.1.3 Νομοθετικές διατάξεις για το αιγοπρόβειο γάλα

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (Αποφ. ΑΧΣ 2109/88, ΦΕΚ 892/Β/13.12.88) άρθρο 80 (είδη γάλακτος), στον πίνακα 4 αναφέρονται τα κατώτατα και ανώτατα όρια των φυσικών και χημικών σταθερών πρόβειου, γίδινου και αιγοπρόβειου (σε ανάμιξη ίσων μερών) γάλακτος.

**Πίνακας 3:** Κατώτατα και ανώτατα όρια φυσικοχημικών σταθερών σε 3 είδη γάλακτος

Είδος γάλακτος	Ειδικό βάρος στους 15°C	Ελάχιστο λίπος %	Ελάχιστο Σ.Υ.Α.Λ. %
Γίδινο	1.032	4	9.0
Πρόβειο	1.035	6	10.20
Ανάμικτο Πρόβειο-Γίδινο	1.033	5	9.70

(Κ.Τ.Π. Αποφ. ΑΧΣ 2109/88, ΦΕΚ 892/Β/13.12.88).

### 2.1.4 Προϋποθέσεις του προς τυροκόμηση γάλακτος

Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού Κεφαλογραβιέρα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

Να προέρχεται από φυλές προβάτων και αιγών παραδοσιακά εκτροφόμενων και προσαρμοσμένων στην περιοχή παρασκευής του τυριού Κεφαλογραβιέρα και η διατροφή τους πρέπει να βασίζεται στη χλωρίδα της περιοχής αυτής.

Να προέρχεται από αρμέξεις που γίνονται 10 ημέρες τουλάχιστον μετά τον τοκετό.

Η πήξη να γίνεται εντός 48 ωρών από την άλμεξη και μέχρι την πήξη να διατηρείται σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας.

Να είναι καλής ποιότητας και πλήρες, νωπό ή παστεριωμένο.

Απαγορεύεται η παρασκευή τυριού Κεφαλογραβιέρα από άλλο είδος γάλακτος εκτός από αυτά που προαναφέρθηκαν καθώς και η συμπύκνωση, η προσθήκη σκόνης ή

συμπυκνώματος γάλακτος, πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων, χρωστικών, συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών.

Στο προς τυροκόμηση γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού Κεφαλογραβιέρα προστίθεται παραδοσιακή πυτιά(1g/100L) ή άλλα ένζυμα με ανάλογη δράση (Μάντης, 2005).

### **2.1.5 Νομοθετικές διατάξεις**

Η πολιτεία έβαλε ορισμένα κριτήρια στα οποία πρέπει να ανταποκρίνονται τα τυριά, για να προστατέψει τον καταναλωτή. Τα κριτήρια αυτά γνωστά σαν προδιαγραφές ή πρότυπα είναι αφενός η χημική σύνθεση του τυριού ως προς τα κύρια συστατικά του για να μην έχει ο καταναλωτής οικονομική ζημία και αφετέρου τα υγιεινολογικά για να προστατευθεί η δημόσια υγεία (Ζερφυρίδης, 2001).

### **2.1.6 Κριτήρια χημικής σύνθεσης**

Κατά τον «Κώδικα Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσεως», ΦΕΚ 677/1971, τεύχος Β', άρθρο 83, όπως συμπληρώθηκε από το ΦΕΚ 892 Β713-12-1988 και την συμπλήρωση του 1998 καθώς και ότι πολλά από αυτά προτάθηκαν για Προστασία με Ονομασία Προέλευσης (Π.Ο.Π.) κατά το έτος 1994 τα τυριά κατατάσσονται σε ποιότητες με κριτήρια την περιεκτικότητα τους στα δύο κύρια συστατικά την υγρασία και το λίπος. Τα παραδοσιακά Ελληνικά τυριά επιτρέπεται να διαθέτουν στην αγορά μόνο σε ποιότητα εξαιρετικής και πρώτης (εδάφια Α1.10, Δ3.5 και Δ3.6.6 στο ΦΕΚ 892/Β/1988). Τα νομοθετικά κριτήρια είναι διεθνώς η υγρασία και το λίπος αλλά πολλές φορές καθορίζεται σαν κριτήριο μόνο το λίπος επί ξηρής ουσίας τυριού. Αυτό λύνει τεχνολογικά προβλήματα και αφήνει περιθώρια στην βιομηχανία να θέσει στη διάθεση του καταναλωτού μεγαλύτερη ποικιλία και οικονομικά πιο προσιτά προϊόντα. Η ονομασία Κεφαλογραβιέρα αναγνωρίζεται ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π.) για το σκληρό τυρί που παράγεται παραδοσιακά στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στις περιοχές Δυτικής Μακεδονίας, Ηπείρου και των νομών Αιτωλοακαρνανίας και Ευρυτανίας από γάλα πρόβειο ή μείγμα με ελάχιστο γίδινο που δεν ξεπερνά το 10%. Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή της κεφαλογραβιέρας πρέπει να προέρχεται από τις προαναφερθείσες περιοχές. (Ζερφυρίδης, 2001)

### 2.1.7 Κριτήρια υγιεινολογικά

Η υγεία του ανθρώπου έχει μεγαλύτερη αξία από οτιδήποτε άλλο και κατ' επέκταση η προστασία της από την πολιτεία είναι κεφαλαιώδους σημασίας. Έτσι η υγιεινή κατάσταση του τυριού έχει μεγαλύτερη σπουδαιότητα από το εάν αυτό έχει τα κύρια συστατικά του στα προβλεπόμενα ποσοστά. Το τυρί σαν τρόφιμο υπόκειται στις ίδιες γενικές διατάξεις που αφορούν και τα άλλα τρόφιμα. Σύμφωνα με μερικές από αυτές, έτσι όπως αναφέρονται στον κώδικα τροφίμων του έτους 1998, άρθρο 83 (γενικές διατάξεις για τα τυριά), πρέπει να αποκλείεται από την κατανάλωση τυρί που παρουσιάζει:

- Εμφανείς μακροσκοπικές μεταβολές.
- Ουσιώδεις αλλοιώσεις ή απώλεια των οργανοληπτικών χαρακτήρων.
- Σήψη, ευρωτίαση ή άλλη αλλοίωση οφειλόμενη σε φυσικοχημικά αίτια ή μικροβιακή δράση.
- Ακάρεα, σκουλήκια, νύμφες ή έντομα.
- Ανόργανες ή οργανικές ουσίες ή υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε περιεκτικότητα που να υπερβαίνει τα όρια που καθορίζονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες ή και κάποια φυσική ιδιότητα που να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.
- Τυρί που έχει τοξίνες.
- Τυρί που είναι πικρό, ξινό, πολύ αλμυρό, χρωματισμένο ή αηδιαστικής γεύσεως.
- Τυρί με συντηρητικά ή αντιζυμωτικές ουσίες εκτός από αλάτι και σορβικό.
- Τυρί με τεχνητό χρωματισμό.

Οι ενδείξεις στα μέσα συσκευασίας του τυριού συνήθως περιλαμβάνουν την ονομασία του τυριού, επωνυμία και διεύθυνση παρασκευαστή και τη σύνθεση ή τα συστατικά του όπως προβλέπουν σχετικές Αγορανομικές διατάξεις (άρθρο 85). Τα μέσα συσκευασίας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μη μεταβιβάζουν τυχόν επιβλαβείς ουσίες στο τυρί (άρθρα 21-28).

Ενδεικτικές θερμοκρασίες διατήρησης των τυριών είναι: για τα μαλακά τυριά 1-8°C και για τα σκληρά 0-1°C για 12 μήνες (άρθρο 62). Πρόσθετες ύλες στα τυριά επιτρέπονται (άρθρο 83, παρ. 1 ) το μαγειρικό αλάτι, σορβικό νάτριο μέχρι 0.2%, αβλαβείς χρωστικές όπως σαφρανίνη, καροτένιο και χλωροφύλλη. Επιτρέπεται επίσης η χρήση καλλιεργειών βακτηρίων ή μυκήτων ανάλογα με τις τεχνολογικές

απαιτήσεις, του τυριού για ωρίμανση και οργανοληπτικούς χαρακτήρες. Οποσδήποτε βέβαια δεν επιτρέπεται στα τυριά η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Οι υγιεινολογικές προδιαγραφές είναι πολλές και ποικίλες και επίσης αυστηρές. Όμως πολλές από τις προδιαγραφές είναι υποκειμενικής φύσεως και επειδή τα τυριά είναι πολλών ειδών δεν μπορεί κανείς να κρίνει εύκολα αν ένα τυρί είναι ακατάλληλο για κατανάλωση με βάση πχ τη μακροσκοπική αλλοίωση ή τη γεύση. Μπορεί εξάλλου το ξινό ή αλμυρό να είναι απαραίτητο σε ένα είδος τυριού ενώ σε άλλο είδος να μη χρειάζεται. Έτσι θα πρέπει οι αρμόδιες υπηρεσίες για την κρίση των τυριών να έχουν ανθρώπους με γνώση ευρεία των θεμάτων αυτών και επίσης σύνεση κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους, ώστε να μη ταλαιπωρούν άσκοπα τις γαλακτοβιομηχανίες, το υγιές εμπόριο και τη δικαστική υπηρεσία.

Η υγιεινή γενικά των τροφίμων σήμερα και των γαλακτοκομικών προϊόντων μεταξύ των οποίων και τα τυριά επιβάλλεται από σειρά νομοθεσιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της εναρμονισμένης ελληνικής νομοθεσίας καθώς και μέσω εφαρμογής ορισμένων συστημάτων διασφάλισης ποιότητας. Τέτοιο είναι το σύστημα της Ανάλυσης Κινδύνων από τα Κριτικά Σημεία Ελέγχου που καθιερώθηκε διεθνώς ως HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). Άλλα συστήματα διασφάλισης ποιότητας είναι τα ISO 9000 και ISO 14000. Οι νομοθεσίες οι οποίες επιβάλλουν την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων από τις βιομηχανίες τροφίμων, χωρίς βέβαια να αναφέρονται σ' αυτές είναι:

Π.Δ. 56/ΦΕΚ/Α/27-2-1995 περί συμμόρφωσης της Έλληνικής νομοθεσίας προς τις οδηγίες 92/46/ΕΟΚ και 92/47/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί των υγειονομικών κανόνων που διέπουν την παραγωγή και εμπορία γάλακτος και προϊόντων με βάση το γάλα.

Απόφαση 487/ΦΕΚ 1219/Β/4-10-2000 περί υγιεινής τροφίμων σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου (Ζερφυρίδης, 2001).

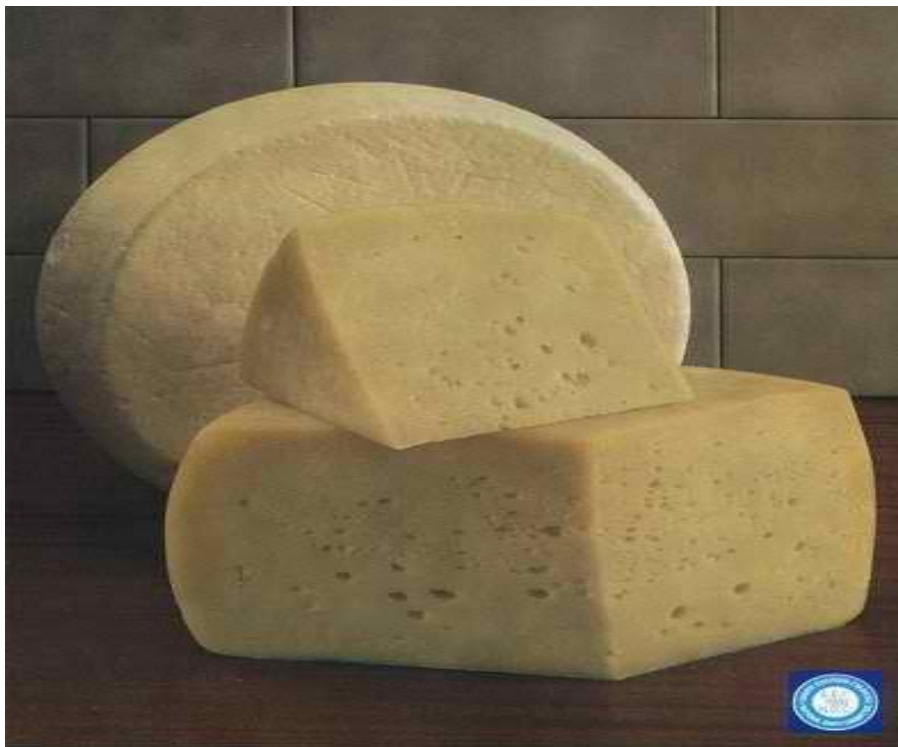
## **2.2 Κεφαλογραβιέρα**

### **2.2.1 Ορισμός**

Η κεφαλογραβιέρα είναι ένα παραδοσιακό ελληνικό τυρί που η τεχνολογία του τελειοποιήθηκε στην Ήπειρο και αναγνωρίστηκε ως Π.Ο.Π. από το 1994. Παρασκευάζεται από γάλα πρόβειο ή μείγμα με γίδινο στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας, την Ήπειρο και τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας και Ευρυτανίας. Όπως προκύπτει και από την ονομασία του πρόκειται για τυρί ενδιάμεσο μεταξύ Κεφαλοτυριού και Γραβιέρας. Προφανώς δημιουργήθηκε για να συνδυάσει την



ευχάριστη γεύση της Γραβιέρας με τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του Κεφαλοτυριού. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι είναι ένα βελτιωμένο Κεφαλοτύρι με ορισμένα στοιχεία τεχνολογίας παρμένα από την τεχνολογία της Γραβιέρας. Παρασκευάζεται από γάλα πρόβειο ή μείγμα πρόβειου με ελάχιστο γίδινο που δεν ξεπερνά το 10%. Το γάλα τυποποιείται ώστε να δώσει τυρί που θα έχει 40% λίπος επί ξηρής ουσίας (πρώτη ποιότητα), προστίθεται χλωριούχο ασβέστιο, καλλιέργεια όπως του κεφαλοτυριού και η πήξη γίνεται στους 35°C σε 30 λεπτά. Διαιρείται σε μέγεθος αραβοσίτου και αναθερμαίνεται στους 45°-47°C. Ο τρόπος της αναθέρμανσης και η διάρκεια ανάδευσης είναι διαφορετικά από ότι στο κεφαλοτύρι. Η ανάδευση διαρκεί περίπου μια ώρα και κατανέμεται ως εξής: 20 λεπτά πριν, 20 λεπτά κατά και 20 λεπτά μετά την αναθέρμανση. Η πίεση διαρκεί περίπου 3 ώρες και γίνονται 3 αλλαγές τσαντίλας. Το αλάτισμα γίνεται σε άλμη 18 Be για δύο 24ωρα και ακολουθούν 15-20 ξηρά αλατίσματα σε θαλάμους 14-16°C με σχετική υγρασία >85%. Το βάρος των κεφαλιών είναι περίπου 10-15 χιλιόγραμμα. Μετά από ωρίμανση 2 μηνών συσκευάζονται σε cryovac ή παραφινώνονται και διατηρούνται σε θαλάμους 8°C για ένα μήνα ακόμη. Ακολούθως διαθέτονται στην αγορά ή διατηρούνται σε ψυγείο 4-5°C (Ζερφυρίδης, 2001).



**Εικόνα 2:** Απεικόνιση Κεφαλογραβιέρας Ηπείρου

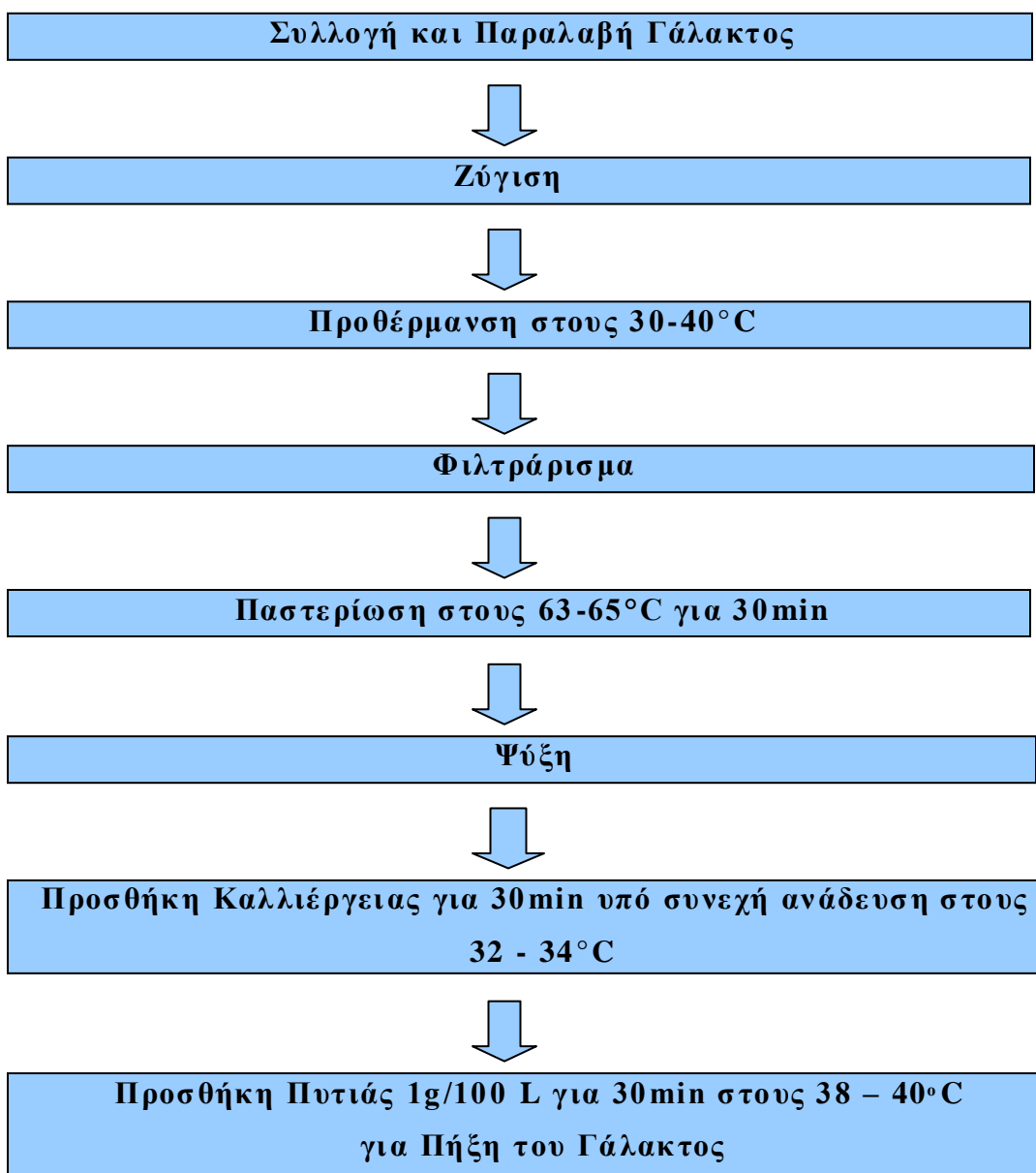
## 2.2.2 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

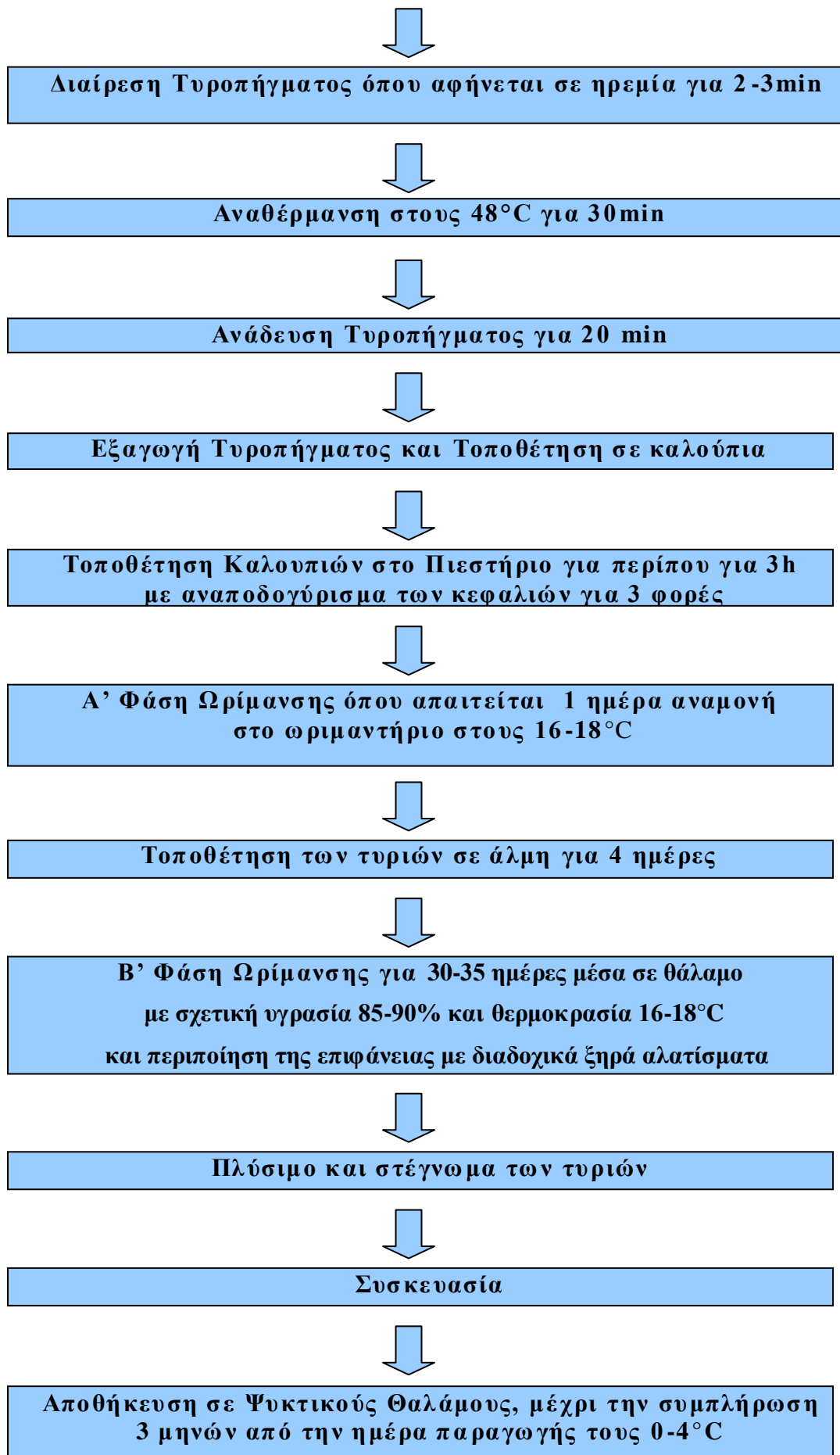
- **Υφή:** Συμπαγής
- **Γεύση-Άρωμα:** Πικάντικη, ισορροπημένη, γαλακτώδης και βουτυρώδης γεύση με αρώματα ξηρών καρπών.

## 2.2.3 Στάδια παρασκευής Κεφαλογραβιέρας

Ακολουθεί μια συνοπτική αναφορά στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή της κεφαλογραβιέρας βάσει του διαγράμματος ροής της τυροκομικής μονάδας από την οποία προέρχονται τα δείγματα της παρούσας πτυχιακής

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΚΕΦΑΛΟΓΡΑΒΙΕΡΑΣ





Κατά την παρασκευή της κεφαλογραβιέρας διακρίνονται τα εξής κρίσιμα σημεία.

**CCP1:** Έλεγχος για παρουσία αντιβιοτικών στο νωπό γάλα.

**CCP2:** Παρακολούθηση εξέλιξης της οξύτητας, συνδυασμός εξέλιξης της οξύτητας με διάφορους χειρισμούς κατά την τυροκόμηση όπως αναθέρμανση, αλάτισμα κ.α.

**CCP3:** Μικροβιακοί έλεγχοι στο τελικό προϊόν.

#### **2.2.4 Ανάλυση των σταδίων της τεχνολογίας παρασκευής κεφαλογραβιέρας.**

**Καθαρισμός του γάλακτος:** Το γάλα παραλαμβάνεται από βυτιοφόρο φορητό και εν συνεχεία για τον καθαρισμό του, τροφοδοτείται σε ένα φυγοκεντρικό διαυγαστή (clarificator, αυτοκαθαριζόμενο φυγοκεντρικό διαχωριστή δίσκων). Αυτός ο διαχωριστής μπορεί να επεξεργαστεί και κρύο και χλιαρό γάλα (40°C) σε ταχύτητες 4500-8400 rpm με συνολική δυναμικότητα μέχρι και 10000 L/h.

**Παστερίωση:** Το γάλα υποβάλλεται σε χαμηλή θερμοκρασία (low temperature/holder process) όπου το γάλα θερμαίνεται υπό ανάδευση στους 63-65°C για τουλάχιστον 30-35 min και μετά ψύχεται. Η παστερίωση πρέπει να προκαλεί τις μικρότερες δυνατές αλλαγές στις φυσικοχημικές και χημικές ιδιότητες του γάλακτος. Οι αλλαγές αυτές, παρά το γεγονός ότι είναι μικρές, επηρεάζουν την τεχνολογία, την απόδοση αλλά και την ποιότητα των τυριών. Οι πιο σημαντικές απ' αυτές είναι:

- Αλλοδομή υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών του γάλακτος, σε ποσοστό περίπου 10%.
- Καταστροφή ή αδρανοποίηση φυσικών ενζύμων του γάλακτος που συμβάλλουν στην ωρίμανση των τυριών.
- Μετατροπή μέρους, περίπου 5% του διαλυτού ασβεστίου σε αδιάλυτο.
- Δημιουργία συμπλόκου κ-καζεΐνης με β-λακτογλοβουλίνη.

Υψηλότερες θερμοκρασίες ή μεγαλύτεροι χρόνοι θέρμανσης του γάλακτος ή συνδυασμός και των δύο θα μεγεθύνουν τις αλλαγές αυτές και πρέπει να αποφεύγονται.

**Προσθήκη καλλιέργειας:** Στο παστεριωμένο γάλα προστίθεται θερμόφιλη καλλιέργεια (*S. thermophilus*) σε ποσότητα 0,3-0,5%. Η καλλιέργεια προστίθεται στον τυρολέβητα όταν αυτός γεμίζει με γάλα και περίπου 30min πριν την πήξη του γάλακτος. Το διάστημα θεωρείται απαραίτητο, για να εξοικειωθούν οι μικροοργανισμοί στο νέο τους περιβάλλον.

**Πήξη του γάλακτος:** Η πήξη του γάλακτος γίνεται στους 32-34°C με τόση ποσότητα πυτιάς ώστε η πήξη να έχει ολοκληρωθεί σε 30-35 min. Όταν το γάλα έχει αυξημένη οξύτητα και η καλλιέργεια παρουσιάζει αυξημένη δραστηριότητα πήζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία και με περισσότερη πυτιά. Επειδή στόχος είναι η παρασκευή τυροπήγματος με τα χαρακτηριστικά του ενζυμικού, η ποσότητα της πυτιάς και της οξυγαλακτικής καλλιέργειας, καθώς και η θερμοκρασία που γίνεται η πήξη, έχουν ιδιαίτερη σημασία. Επειδή στην κεφαλογραβιέρα επιδιώκεται η πικάντικη γεύση μαζί με την κανονική πυτιά προστίθεται στο γάλα και πυτιά από ήγνυστρα αρνιών και κατσικιών ή λιπάση αναλόγου προέλευσης.



**Εικόνα 3:** Απεικόνιση Προσθήκης Πυτιάς

**Διαίρεση τυροπήγματος:** Για να επιτευχθεί η αποβολή τυρογάλακτος από τη μάζα του τυροπήγματος, στράγγιση, αυτό διαίρεται σε μεγάλο βαθμό (για σκληρά τυριά). Η διαίρεση γίνεται σε δύο φάσεις: πρώτα κόβεται σε κύβους 3-4 cm, αφήνεται σε ηρεμία για 2-3 min και στη συνέχεια ολοκληρώνεται η διαίρεση σε κόκκους μεγέθους καλαμποκιού. Ακολουθεί ανάδευση για 20 min περίπου και αφαιρείται το 30-35% του ορού.

**Αναθέρμανση:** Γίνεται στους 47-48°C και διαρκεί 30 min περίπου. Ακολουθεί ανάδευση του τυροπήγματος μετά την αναθέρμανση για 20 min περίπου. Η αναθέρμανση γίνεται στην αρχή με βραδύ ρυθμό. Αν το πήγμα θερμανθεί γρήγορα, η επιφάνεια των τεμαχιδίων σκληραίνει, δημιουργείται μία σκληρή μεμβράνη στην

επιφάνειά τους, δυσχεραίνεται η έξοδος του τυρογάλακτος και το τυρί κατακρατεί περισσότερη υγρασία, γεγονός που δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις για ανώμαλη ζύμωση και κινδύνους διόγκωσης, σκασίματος εσωτερικού ή εξωτερικού κατά την ωρίμανση. Η αναθέρμανση γίνεται πάντοτε υπό συνεχή ανάδευση του τυροπήγματος, για να μη συγκολλούνται οι κόκκοι του, αλλά και για να επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη θέρμανσή του.

**Εξαγωγή τυρομάζας:** Η εξαγωγή του τυροπήγματος σε καλούπια από ανοξείδωτο μέταλλο, κυκλικό με διάμετρο 32 cm και ύψος 12 cm γίνεται με τσαντίλες και ακολουθεί πίεση μέτριας ισχύος, που διαρκεί περίπου 2,5 ώρες με 2-3 ενδιάμεσες αλλαγές των τσαντίλων. Τα καλούπια αποτελούν μέσο σχηματοδότησης του τυριού αλλά και στήριξης του τυροπήγματος πριν και κατά τη διάρκεια της πίεσής του. Οι χειρισμοί που υφίσταται το τυρόπηγμα κατά τη μεταφορά και τοποθέτησή του στα καλούπια είναι εξαιρετικής σημασίας για τη δομή και την εμφάνιση του τυριού.

**Πίεση του τυροπήγματος:** Εφαρμόζεται πίεση 10-15 φορές το βάρος του τυριού για χρόνο 2,5 με 3 ώρες. Κατά τη διάρκεια της πίεσης τα τυριά αντιστρέφονται κατά διαστήματα (2 με 3 φορές) για να μην κολλήσουν οι τσαντίλες. Σε κάθε αναστροφή αφαιρούνται οι τσαντίλες και τοποθετούνται νέες με προσοχή, ώστε να μη δημιουργούνται πτυχές στην επιφάνεια των τυριών. Αν οι τσαντίλες είναι κολλημένες στα τυριά, τότε τρίβονται με ένα μαχαίρι πριν αφαιρεθούν. Εάν υπάρχει ζημιά στην επιφάνεια στην επιφάνειά τους, αυτά επανατοποθετούνται στο πιεστήριο. Τυχόν προεξοχές στην επιφάνειά τους αφαιρούνται με κοφτερό μαχαίρι και συγκεντρώνονται για ξεχωριστή επεξεργασία. Η πίεση του τυροπήγματος εξυπηρετεί τρεις σκοπούς: τη σχηματοδότησή του, τη συγκόλληση των κόκκων του και τη δημιουργία συμπαγούς δομής και κλειστής επιδερμίδας.

Ο σχηματισμός κλειστής επιδερμίδας προϋποθέτει τη συνένωση όλων των κόκκων της επιφάνειας του τυριού, διεργασία που διευκολύνεται με την ταχεία απομάκρυνση υγρασίας από την περιοχή αυτή. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τσαντίλες κατά την πίεσή τους.

**Α΄ Φάση Ωρίμανσης:** Μετά την πίεσή τους τα τυριά βγαίνουν από τις τσαντίλες ξαναμπαίνουν στα καλούπια και μεταφέρονται σε αποθήκη στους 16-18°C μέχρι την επόμενη μέρα.

**Εμβάπτιση των τυριών σε πυκνή άλμη-υγρό αλάτισμα:** Στην περίπτωση των τυριών με επιδερμίδα, αυτά τοποθετούνται σε ανοξείδωτες δεξαμενές με άλμη 18-20 Be για 4 ημέρες, μόνον όταν η επιφάνεια τους είναι πλήρως κλειστή και έχουν αποκτήσει σταθερό σχήμα, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος παραμόρφωσης τους. Κατά τη διάρκεια της παραμονής των τυριών στην άλμη θα πρέπει να εκτίθεται σ' αυτήν ολόκληρη η επιφάνεια τους. Η πρακτική το ένα τυρί να αγγίζει το άλλο οδηγεί σε ανομοιόμορφο αλάτισμα. Ακόμη και στις περιπτώσεις που τα τυριά επιπλέουν στην άλμη και αναστρέφονται περιοδικά, υπάρχει τάση να επανέλθουν στην αρχική τους θέση και το ίδιο κομμάτι τυριού να βρίσκεται συνέχεια εκτός άλμης. Κοινή πρακτική είναι η διασπορά NaCl στην επιφάνεια του τυριού που είναι έξω από την άλμη.

**Β' Φάση της Ωρίμανσης:** Μετά την εξαγωγή των τυριών από τις δεξαμενές με την υγρή άλμη η ωρίμανση γίνεται σε θάλαμο θερμοκρασίας 16-18°C και σχετικής υγρασίας 80-85% για 40 ημέρες πάνω σε ξύλινα ράφια έτσι ώστε να μην σκάσουν τα τυριά αλλά και να μη διευκολύνεται η ανάπτυξη των μυκήτων στην επιφάνεια των τυριών. Χρησιμοποιείται αλάτι τυροκομικό χονδρόκοκκο το οποίο λιώνει μέχρι την επόμενη μέρα στην επάνω επιφάνεια του τυριού. Το λιωμένο αλάτι τρίβεται στις επιφάνειες του τυριού και στα πλάγια. Αυτό επαναλαμβάνεται κάθε ημέρα επί 15 ημέρες, ενώ τα επόμενα 15 αλατίσματα γίνονται μέρα παρά μέρα με ταυτόχρονη αναστροφή του τυριού μέχρις ότου ολοκληρωθεί η ωρίμανση και απορροφηθεί το επιδιωκόμενο αλάτι. Με την αναστροφή διευκολύνεται η αποβολή υγρασίας και από τις δύο πλευρές τους, προφυλάσσονται από παραμόρφωση του σχήματός τους και σάπισμα της επιφάνειάς τους που εφάπτεται στα ξύλινα ράφια. Εάν τα τυριά δεν εφάπτονται κανονικά, τότε η υγρασία τους κινείται προς τα κάτω και ο αέρας τους προς τα πάνω, με αποτέλεσμα ανομοιομορφία στη σύσταση και στην εμφάνισή τους.

**Πλύσιμο και Στέγνωμα:** Εφόσον σκληρύνθηκε η επιφάνεια των τυριών και οπότε δεν απορροφούν αλάτι, πλένονται με αραιή άλμη και αυτό γίνεται για να φύγει η γλοιώδης ουσία από βακτήρια και μύκητες που αναπτύσσεται στην επιφάνειά τους πράγμα που συμβαίνει ιδίως όταν αραιώσουν τα αλατίσματα ή έχουν τελειώσει τα αλατίσματα αλλά η ωρίμανση των τυριών συνεχίζεται. Εν συνεχεία τα τυριά αφήνονται να στεγνώσουν καλά πριν συσκευαστούν.

**Συσκευασία:** Τα τυριά αφού στεγνώσουν συσκευάζονται σε ctyovac και αποθηκεύονται σε ψυκτικούς θαλάμους θερμοκρασίας 2-5°C και σχετική υγρασία

85% έως ότου συμπληρωθούν οι 3 μήνες από την ημερομηνία παραγωγής τους και διατηρούνται μέχρι την πώλησή τους.

(Παπαδήμας, 2008)

## 2.3 ΤΥΡΟΓΑΛΑ - ΜΥΖΗΘΡΑ

### 2.3.1 Τυρόγαλα Ορισμός

Τυρόγαλα είναι το αποβουτυρωμένο υδατικά μέρος του γάλακτος που αποκομίζεται συνήθως με οξέα, θέρμανση ή πήξιμο της πυτιάς. Είναι αδιαφανές και πρασινοκίτρινο με ολικά στερεά της τάξης των 6,0-6,5%. Το τυρόγαλο περιέχει τα υδατοδιαλυτά συστατικά του γάλακτος και κυρίως το μεγαλύτερο μέρος της λακτόζης και των πρωτεϊνών του ορού (Καμιναρίδης & Μπούτσου, 2009). Τα ποσοστά των συστατικών του τυρογάλακτος ποικίλουν εξαρτώμενα από τη σύσταση του γάλακτος από το οποίο προέρχεται, τις τεχνολογικές επεμβάσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του, τη θερμική μεταχείριση του γάλακτος πριν από την πήξη του, τον τρόπο πήξης του (ένζυμα, βιολογική οξίνιση, προσθήκη οξέων), το βαθμό διαίρεσης του τυροπήγματος και τον τρόπο και τη θερμοκρασία αναθέρμανσης (Τεχνολογία και Έλεγχος Ποιότητας Γάλακτος, 2009).

**Πίνακας 4:** Σύνθεση τυρογάλακτος.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΑΝΑΛΟΓΙΑ %
Νερό	93,00 – 94,00
Λίπος	0,09 – 0,35
Πρωτεΐνες	0,86 – 1,00
Λακτόζη	4,80 – 5,50
Τέφρα	0,49 – 0,68
Σύνολο	6,24 – 7,53

(Ζερφυρίδης, 2001)

#### 2.3.1.1 Χρήσεις τυρογάλακτος

Το τυρόγαλο είναι παραπροϊόν της τυροκομίας και αξιοποιείται με πολλούς τρόπους, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Αποκορύφωση : κρέμα ή βούτυρο τυρογάλακτος
- Συμπύκνωση και ξήρανση αποκορυφωμένου τυρογάλακτος : ζωοτροφές, αρτοποιία, ζαχαροπλαστική



- Συμπύκνωση – κρυστάλλωση λακτόζης : παρασκευή σιροπιών γλυκόζης – γαλακτόζης με υδρόλυση και ζύμωση της λακτόζης και παραγωγή γαλακτικού οξέος, αλκοόλης, πενικιλίνης
- Υπερδιήθηση – αφαλάτωση – ξήρανση : συμπύκνωμα πρωτεϊνών ορού, λακτόζη, αφαλατωμένος ορός
- Ζύμωση του τυρογάλακτος με επιλεγμένα βακτήρια και ζύμες : Παρασκευή γαλακτικού οξέος, αιθυλικής αλκοόλης, βιταμινών, β-γαλακτοζιδάσης, αλκοολούχων ποτών και αναψυκτικών
- Θέρμανση 85 – 95 °C (με οξίνιση): μετουσίωση πρωτεϊνών και δημιουργία τυριών τυρογάλακτος (π.χ. μυζήθρα, ανθότυρο) (Καμιναρίδης & Μπούτσου, 2009)

### 2.3.2 Μυζήθρα

Η Μυζήθρα παράγεται στην Ελλάδα παραδοσιακά από αιγοπρόβειο τυρόγαλα που είναι πλουσιότερο από το αγελαδινό τυρόγαλα σε υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες κι έτσι η χρησιμοποίησή του για παραγωγή μυζήθρας είναι απλούστερη και η απόδοσή του μεγαλύτερη.

Η μυζήθρα συνήθως παράγεται από τυρόγαλα Φέτας, με προσθήκη προσγάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004). Όταν το τυρόγαλα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για μυζήθρα δεν αποκορυφώνεται διότι το λίπος πηγαίνει στη μυζήθρα κι έτσι δεν χάνεται αλλά και η μυζήθρα γίνεται πιο εύγεστη. Από αυτή την άποψη καλύτερη μυζήθρα και περισσότερη γίνεται από το τυρόγαλα των σκληρών τυριών διότι έχουν παραπάνω λίπος

Η αρχική οξύτητα του τυρογάλακτος πρέπει να είναι pH 6,3-6,4 και η ογκομετρούμενη οξύτητα του 9-11 . Αν η οξύτητα του τυρογάλακτος προχώρησε πρέπει να γίνει εξουδετέρωση της με καυστικό νάτριο ή καυστικό ασβέστιο. Αυτό όμως πρέπει να γίνεται σε περιορισμένη μόνο κλίμακα γιατί διαφορετικά η τυροκόμηση δεν θα γίνει καλά και η μυζήθρα θα έχει αυξημένη τέφρα.

Η μετουσίωση των πρωτεϊνών του τυρογάλακτος αρχίζει στους 62°C και σχεδόν και σχεδόν ολοκληρώνεται στους 96°C .αναλυτικότερα η μετουσίωση συντελείται στους 77°C σε μια ώρα στους 80°C σε μισή ώρα και στους 90°C σε 5 λεπτά.

Μετά την θέρμανση ακολουθεί ρύθμιση του pH ώστε αυτό να είναι στο ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών του τυρογάλακτος. Για να γίνει ρύθμιση του pH χρησιμοποιείται συνήθως κιτρικό οξύ ή οξικό οξύ σε διάλυμα 10% .Όταν

χρησιμοποιηθεί διαλύονται 600g από αυτό σε 6 περίπου λίτρα νερό της βρύσης για κάθε τόνο τυρογάλακτος και το διάλυμα μπαίνει στο τυρόγαλα σε χρόνο ενός περίπου λεπτού με ανάδευση όταν η θερμοκρασία του είναι 90 , εφόσον το αρχικό pH του τυρογάλακτος είναι >6,4 και σε χαμηλότερη θερμοκρασία εφόσον αυτό είναι <6,4.

Το τυρόπηγμα που σχηματίστηκε ψήνεται για λίγα λεπτά ακόμη στους 90 και κατόπιν αφήνεται στο καυτό τυρόγαλα μέχρι 20 λεπτά για να θρομβωθεί όλη η πρωτεΐνη.

Το τυρόπηγμα που είναι μαζεμένο στην επιφάνεια του τυρογάλακτος μπορεί να μαζευτεί με τσαντίλα όπως στην γραβιέρα ή με τρυπητή κουτάλα. Μπορεί επίσης να γίνει απορροή του τυρογάλακτος και να μείνει η μυζήθρα οποία μπαίνει σε δοχεία όπου μένει μέχρι να κατέβει η θερμοκρασία γύρω στους 45°C. Ακολουθεί προσθήκη καλλιέργειας 1% από διάφορους γαλακτικούς στρεπτόκοκκους και άλατος περίπου 2% στο τελικό προϊόν.

Στην επιφάνεια του τυροπήγατος μέσα στα καλούπια τοποθετείται ίσο με αυτά βάρος για να στραγγίσουν. Την επόμενη μέρα βγαίνουν τα τυριά από τα καλούπια αφήνονται σε θερμοκρασία 22 περίπου και σχετική υγρασία 80 με 85% και την μεθεπόμενη εμβαπτίζονται σε διάλυμα 15% σορβικού καλίου και επανατοποθετούνται στην τυροτράπεζα.

Μετά από 5 μέρες τα τυριά συσκευάζονται σε ctyonas και φέρονται σε ψυγείο σε 8 βαθμούς.

Η κατανάλωση τους εφόσον χρησιμοποιηθούν καλλιέργειες μπορεί να παραταθεί για 2 μήνες και αν τοποθετηθούν σε ψυγείο μέχρι και 6 μήνες.

**Πίνακας 5:** Σύσταση μυζήθρας

<b>Συστατικά (%)</b>	<b>Χωρίς πρόσγαλα</b>	<b>με πρόσγαλα</b>
<b>Λίπος</b>	10-12	15-19
<b>Πρωτεΐνες</b>	12-14	12-13
<b>Λακτόζη</b>	3,5	3,5
<b>Άλατα</b>	1,5	1,5
<b>Νερό</b>	70-71	64-66

(Ανυφαντάκης, 2004)

Θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή σε κάποια σημεία τα οποία είναι τα εξής:

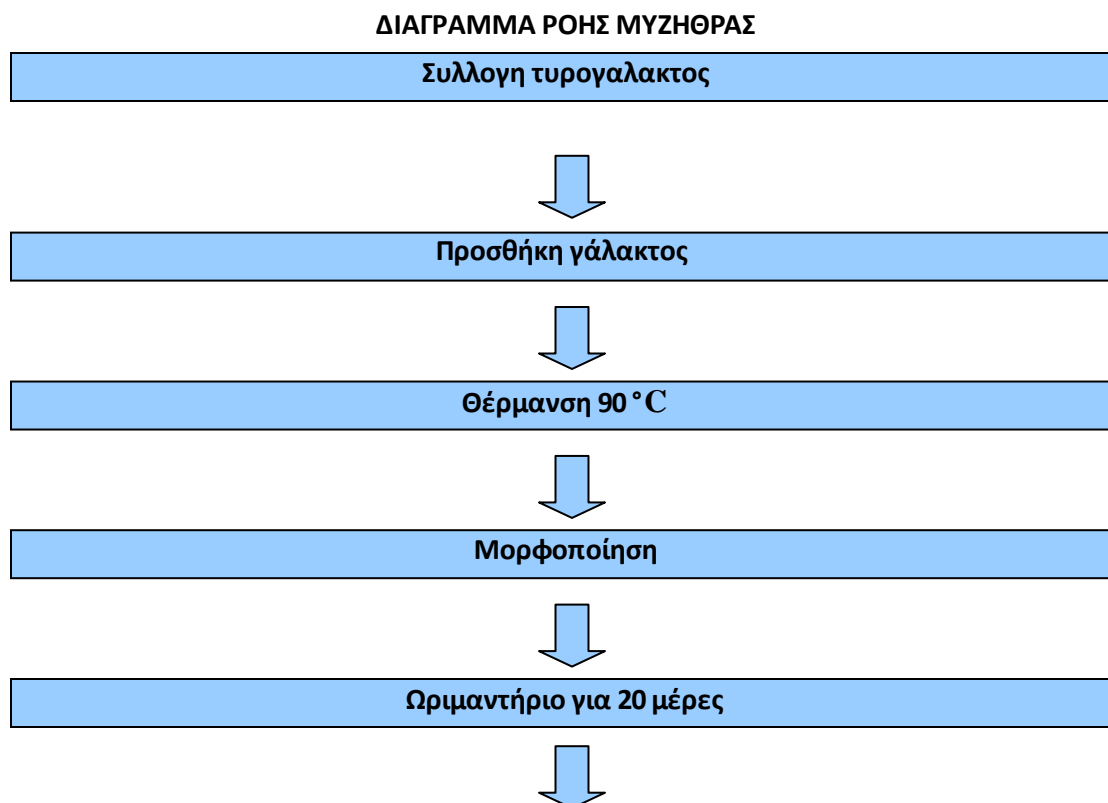
- Πριν από τη θέρμανση του τυρογάλακτος πρέπει να απομακρύνονται από αυτό υπάρχοντα σωματίδια τυροπήγατος. Σε αντίθετη περίπτωση, αυτά χάνουν υγρασία κατά τη θέρμανση του τυρογάλακτος, σκληραίνουν και βλάπτουν την ποιότητα των τυριών που λαμβάνονται απ' αυτό.
- Η προσθήκη προσγάλακτος και κρέμας στο τυρόγαλα θα πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 65-70°C, ώστε να έχουν καταστραφεί τα υπολείμματα πυτιάς που τυχόν υπάρχουν. Αν προστεθούν νωρίτερα είναι δυνατόν η πυτιά να προκαλέσει την πήξη τους και να καταστραφεί το μίγμα.
- Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης πρέπει να γίνεται προσεκτική και συνεχής ανάδευση του τυρογάλακτος, για να μην <<τσικνώσει>>.
- Πρέπει πάντοτε πριν τη θέρμανση να γίνεται διόρθωση της οξύτητας, για να ληφθούν καλύτερα αποτελέσματα. Μια ογκομετρούμενη οξύτητα τυρογάλακτος της τάξεως του 0,15%, περίπου, είναι επιθυμητή. Η διόρθωση της οξύτητας γίνεται συνήθως, με προσθήκη γαλακτικού ή κιτρικού οξέος.
- Όταν το τυρόγαλα αποκτήσει θερμοκρασία 78-80°C (9έμφάνιση νιφάδων πήγατος), ο ρυθμός ανάδευσης πρέπει να μειωθεί σημαντικά και στους 85 °C να σταματήσει. Έτσι επιτυγχάνεται καλύτερος διαχωρισμός των πρωτεϊνών και δημιουργία συσσωματωμάτων τους, που ανέρχονται σταδιακά στην επιφάνεια από όπου συλλέγονται με προσοχή.
- Η μεταφορά του πήγατος, που δημιουργείται με τη θέρμανση του τυρογάλακτος στα καλούπια, γίνεται σταδιακά και με προσοχή αφενός για να μη σκορπίσει και αφετέρου για να στραγγίσει το καλούπι ταχύτερα.
- Η στράγγιση του πήγατος, των τυριών τυρογάλακτος ( στην περίπτωσή μας της μυζήθρας) είναι βραδεία εξαιτίας των πρωτεϊνών του ορού που περιέχει και για το λόγο αυτό, πρέπει να τοποθετείται σε μικρά καλούπια, που, συνήθως, χωρούν 1 έως 2kg προϊόντος.

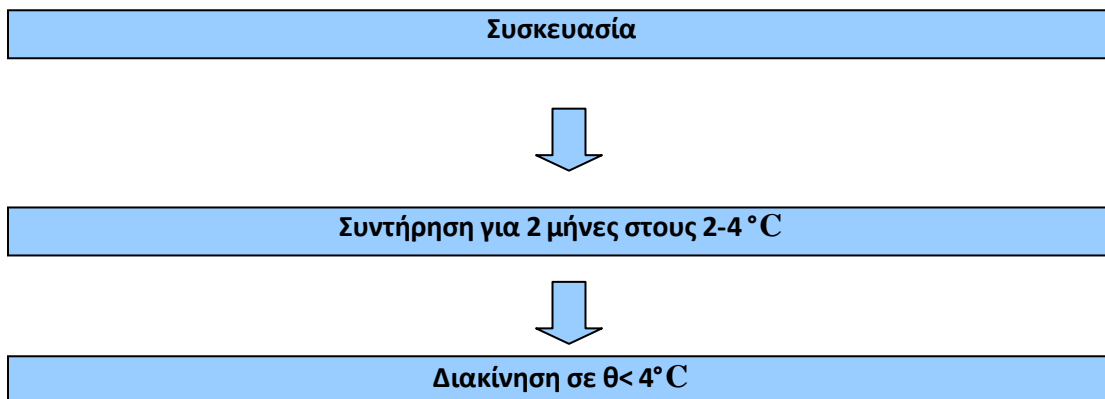


**Εικόνα 4:** Απεικόνιση Μυζήθρας

### **2.3.2.1 Στάδια παρασκευής Μυζήθρας**

Ακολουθεί μια συνοπτική αναφορά στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή της μυζήθρας βάσει του διαγράμματος ροής της τυροκομικής μονάδας από την οποία προέρχονται τα δείγματα της παρούσας πτυχιακής





## 2.4 Μικροδομή του Τυριού

Η μικροδομή και η μακροδομή του τυριού καθορίζουν σημαντικά τις ρεολογικές ιδιότητες και την υφή του. Το παραγόμενο από φυσική πυτιά τυρόπηγμα είναι ένα πλέγμα παρακαζεΐνης 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 πρωτεΐνάσες 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. πρωτεΐνάσες, 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 και 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 πρωτεΐνάσες 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:

- 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, αλδεύδες 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.

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 (Fox et al., 2000).

## 2.5 Ωρίμανση

Με τον όρο ωρίμανση των τυριών εννοούμε το σύνολο των μεταβολών (ποιοτικών και ποσοτικών), των χημικών, βιοχημικών, φυσικοχημικών και μηχανικών τους ιδιοτήτων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της δομής και των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών (Ανυφαντάκης, 2004). Η καλουπωμένη μάζα των τυριών τοποθετείται σε άλμη για κάποιο διάστημα, στεγνώνεται και αφήνεται να ωριμάσει σε κλιματιζόμενους θαλάμους. Η ωρίμανση εξαρτάται από τη σύσταση της μάζας του τυριού, ιδίως την περιεκτικότητα σε υγρασία, τη μικροχλωρίδα και τις εξωτερικές συνθήκες, όπως θερμοκρασία και υγρασία στους θαλάμους ωρίμανσης (Belitz, 2006). Κρίσιμο στάδιο στην τυροκομία αποτελεί η περίοδος της ωρίμανσης του τυριού καθότι μετά την συμπλήρωση της το τυρί είναι έτοιμο για κατανάλωση. Ανάλογα με το είδος του τυριού η ωρίμανση μπορεί να ολοκληρώνεται σε λίγες μόνο ημέρες ή εβδομάδες και σε άλλα σε μήνες ή σε χρόνια μετά την παρασκευή τους. Υπάρχουν όμως και φρέσκα τυριά που καταναλώνονται αμέσως μετά την παρασκευή τους, χωρίς ωρίμανση (Ανυφαντάκης, 2004).

Αμέσως μετά την παρασκευή τους τα τυριά που ωριμάζουν είναι συνεκτικά και στερούνται γεύσης. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης διαμορφώνονται τα γευστικά χαρακτηριστικά των τυριών. Το φαινόμενο της ωρίμανσης των τυριών είναι ένα πολύπλοκο βιοχημικό φαινόμενο. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τα κύρια συστατικά του νωπού τυριού (πρωτεΐνες, λίπος, λακτόζη) μετασχηματίζονται υπό την επίδραση διαφόρων ενζύμων με αποτέλεσμα αλλαγές στην γεύση, την υφή και την δομή των τυριών. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του τυριού τα ένζυμα που εκκρίνονται από τη μικροβιακή χλωρίδα που υπάρχει στο τυρόπηγμα και εκείνα της πυτιάς, προκαλούν κατά κύριο λόγο τη διάσπαση των λευκωμάτων σε αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις, σε δεύτερη δε μοίρα του λίπους σε λιπαρά οξέα και άλλες ενώσεις, οι οποίες προσδίδουν τη χαρακτηριστική γεύση κάθε είδους τυριού (Ανυφαντάκης, 2004).

Τα ένζυμα που συμμετέχουν στην ωρίμανση των τυριών είναι δυνατόν να προέρχονται από το γάλα της τυροκόμησης (φυσικά ένζυμα), τη φυσική του χλωρίδα, τις μικροβιακές καλλιέργειες, την πυτιά και σκευάσματα ενζύμων που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν. Οι κύριες βιοχημικές μεταβολές που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση των τυριών είναι η πρωτεόλυση, ο μεταβολισμός της λακτόζης και του γαλακτικού οξέος, ο μεταβολισμός του κιτρικού οξέος και η λιπόλυση (Ανυφαντάκης, 2004).

## **2.6 Λιπόλυση των τυριών**

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών υδρολύεται το λίπος σε μεγάλο ή μικρό βαθμό και απελευθερώνονται λιπαρά οξέα. Τη διάσπαση αυτή προκαλούν ένζυμα (λιπάσες) που πιθανότατα να προέρχονται από το γάλα της τυροκόμησης, σε περιπτώσεις που αυτό δεν παστεριώνεται, από τα μικρόβια που αναπτύσσονται στο τυρί και στην πυτιά.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, που παράγονται από τη λιπόλυση, προσδίδουν στα τυριά χαρακτηριστική γεύση, η οποία όμως δεν τα αναβαθμίζει πάντοτε. Πιο συγκεκριμένα το άρωμα του ώριμου τυριού είναι αποτέλεσμα μιας σειράς βιοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν στο τυρόπηγμα κατά τη διάρκεια της παρασκευής και ωρίμανσής του και προέρχονται από την επίδραση των ενζύμων του γάλακτος, των εναρκτηρίων οξυγαλακτικών βακτηρίων, των ενζύμων από την πυτιά, των προστιθέμενων λιπασών, των ειδικών συνθηκών που επικρατούν κατά την παρασκευή και ωρίμανση του κάθε τύπου τυριού (pH, υγρασία, συγκέντρωση NaCl, θερμοκρασία κλπ) και της

δευτερεύουσας χλωρίδας. Η ενζυμική υδρόλυση των τριγλυκεριδίων σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, γλυκερόλη, μόνο-ή διγλυκερίδια (λιπόλυση) είναι βασική για την ανάπτυξη του αρώματος σε πολλές ποικιλίες τυριών (Mc Sweeney & Sousa, 2000, Collins et al., 2003).

Ο βαθμός λιπόλυσης διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος του τυριού. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορεί να συνεισφέρουν απευθείας στο άρωμα των τυριών, ιδιαίτερα τα χαμηλού και μεσαίου μοριακού βάρους ή να χρησιμοποιηθούν ως πρόδρομες ενώσεις για την παραγωγή άλλων αρωματικών ουσιών όπως εστέρες, δευτεροταγείς αλκοόλες και μεθυλοκετόνες (Collins et al., 2003).

Η λιπόλυση είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στα σκληρά τυριά, στα τυριά που ωριμάζουν επιφανειακά με βακτήρια και στα μπλε τυριά που ωριμάζουν με μύκητες. Υψηλός βαθμός λιπόλυσης παρατηρείται και στα τυριά που ωριμάζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η εκτεταμένη λιπόλυση πολλές φορές θεωρείται ανεπιθύμητη σε άλλα είδη τυριών όπως το Cheddar, το Gouda και τα Ελβετικού τύπου τυριά. Τα υψηλά επίπεδα λιπαρών οξέων στα τυριά αυτά, οδηγούν σε τάγγιση. Αντίθετα οι χαμηλές συγκεντρώσεις λιπαρών οξέων συνεισφέρουν στο άρωμα των τυριών αυτών ιδίως όταν συνδυάζονται σε σωστή αναλογία με τα προϊόντα της πρωτεόλυσης ή άλλων ενζυμικών αντιδράσεων (Mc Sweeney & Sousa, 2000, Collins et al., 2003).

Σχετικά με τη συμβολή των επιμέρους λιπαρών οξέων και των δευτερογενών μεταβολιτών στο άρωμα και τη γεύση των τυριών φαίνεται ότι σε ορισμένα είδη τυριών υπάρχει μια ομάδα ουσιών που είναι κυρίαρχη και το χαρακτηρίζει γευστικά. Για παράδειγμα στα σκληρά ιταλικά τυριά (romano, parmesan, provolone) τα ελεύθερα λιπαρά οξέα συνεισφέρουν κυρίως στο άρωμά τους, ενώ στα μπλε τυριά που ωριμάζουν με μύκητες οι μεθύλ-κετόνες είναι εκείνες που συνεισφέρουν κυρίως στο άρωμα των τυριών αυτών.

Γενικά η γεύση των τυριών είναι αποτέλεσμα ισορροπίας γευστικών χαρακτηριστικών που αποδίδουν τα πολυάριθμα συστατικά, τα οποία θα πρέπει να βρίσκονται σε συγκεκριμένα επίπεδα και σε σωστή αναλογία για να δημιουργηθεί η τυπική γεύση κάθε είδους τυριού. Επομένως για να είναι θετική η συμβολή των ελεύθερων λιπαρών οξέων στη διαμόρφωση της γεύσης και του αρώματος των τυριών, θα πρέπει να βρίσκονται σε ισορροπία με τα προϊόντα της πρωτεόλυσης και των άλλων βιοχημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο τυρί. (Collins et al., 2003).



### **2.6.1 Μέτρηση του βαθμού λιπόλυσης στα τυριά**

Κριτήριο εκτίμησης του βαθμού λιπόλυσης στα τυριά αποτελούν πάντα τα παραγόμενα ελεύθερα λιπαρά οξέα (Ανυφαντάκης, 2004). Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αφού απομονωθούν από την υδάτινη και τη λιπαρή φάση των τυριών στη συνέχεια προσδιορίζονται με διάφορες μεθόδους (Ανυφαντάκης, 2004). Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορεί να προσδιοριστούν ή με υγρή (HPLC) ή με αέρια (GC) χρωματογραφία. Η τεχνική της αέριας χρωματογραφίας είναι αυτή που χρησιμοποιείται κυρίως στην πράξη για τον προσδιορισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων καθόσον γίνεται καλύτερος διαχωρισμός των ελεύθερων λιπαρών οξέων στο χρωματογράφημα και γενικά θεωρείται πιο αξιόπιστη μέθοδος από αυτή της υγρής χρωματογραφίας.

Η αέρια χρωματογραφία είναι η πλέον κατάλληλη μέθοδος επειδή εκτός από το επίπεδο της λιπόλυσης προσδιορίζει και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα των τυριών που συνδέονται άμεσα με τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Για τον προσδιορισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων με αέρια χρωματογραφία γίνεται εκχύλιση του λίπους από το τυρί, απομόνωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων από τα εκχυλίσματα και χρωματογραφική ανάλυση (Ανυφαντάκης, 2004).

### **2.6.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λιπόλυση.**

Επειδή η λιπόλυση είναι αποτέλεσμα δράσης λιπασών, δηλαδή ενζύμων, επηρεάζεται άμεσα από το pH. Ακόμα προκύπτει ότι η λιπόλυση είναι πιο αυξημένη στα τυριά μεγαλύτερης ηλικίας όσον αφορά την ωρίμανσή τους, και επίσης είναι μεγαλύτερη όταν το γάλα για τυροκόμηση είναι απαστερίωτο παρά παστεριωμένο. Ευνόητο βέβαια είναι ότι η δράση αυτή επηρεάζεται ανάλογα και από τη θερμοκρασία διατήρησης του τυριού, η οποία εφόσον είναι στο άριστο επίπεδο, η λιπόλυση είναι έντονη. Πρέπει λοιπόν όταν η λιπόλυση βρίσκεται σε άριστο σημείο να ρυθμιστεί έτσι η θερμοκρασία ώστε να αναχαιτισθεί η δυναμική κατάσταση του τυριού για να διατηρηθεί στην άριστη δυνατή κατάσταση μέχρι να καταναλωθεί (Ζερφυρίδης, 2001).

## 2.7 Λιπάσες

### 2.7.1 Γενικά για τις λιπάσες και τα λιπαρά οξέα

Το γάλα περιέχει ένζυμα που καταλύουν την υδρόλυση διαφόρων εστέρων και λιπών. Είναι προφανές ότι το ενδιαφέρον για τα ένζυμα αυτά σχετίζεται απόλυτα με τη δράση τους επί του λίπους του γάλακτος κατά την οποία απελευθερώνονται λιπαρά οξέα, μεταξύ των οποίων σε σχετικά μεγάλη αναλογία και μικρού μοριακού βάρους πτητικά λιπαρά οξέα. Από τη λιπολυτική ενέργεια των ενζύμων αυτών δημιουργούνται οσμές και γεύσεις που είναι ανεπιθύμητες στην περίπτωση του νοπού γάλακτος και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων πλην όμως επιθυμητές για ορισμένα είδη τυριών εφόσον δεν ξεπεράσουν ορισμένα όρια.

Λιπάσες υπάρχουν πάντοτε στο γάλα, πλην όμως για να προσβάλουν τα λιποσφαίρια του χρειάζονται συνήθως ενεργοποίηση που είναι δυνατό να επιτευχθεί με διάφορους χειρισμούς, όπως είναι η ομογενοποίηση του γάλακτος, η έντονη ανάδευσή του, η ψύξη του στους 5°C, θέρμανση στους 30°C και τελικά ψύξη στους 5°C. Οι χειρισμοί αυτοί δεν επιφέρουν στην πραγματικότητα ενεργοποίηση των ενζύμων αλλά διευκολύνουν την επίδρασή τους επί των λιποσφαιρίων. Για να προκαλέσουν τάγγιση οι λιπάσες της μεμβράνης των λιποσφαιρίων, αρκεί, το γάλα να ψυχθεί οπότε έρχονται σε επαφή με το υπόστρωμα. Για τις λιπάσες του πλάσματος αντίθετα πρέπει να γίνουν χειρισμοί ενεργοποίησής τους, όπως είναι η ομογενοποίηση και η έντονη ανάδευση (Ανυφαντάκης, 1994).

Έρευνες σχετικές με τον αριθμό των λιπολυτικών ενζύμων που υπάρχουν στο γάλα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι, αμέσως μετά το άρμεγμα το γάλα περιέχει στο πλάσμα του δύο τουλάχιστον ομάδες λιπασών. Από αυτές, η μία είναι ενωμένη με το καζεϊνικό τμήμα του γάλακτος και καλούνται λιπάσες του πλάσματος, ενώ η άλλη προσροφάτε μονίμως επί της μεμβράνης των λιποσφαιρίων μόλις το γάλα ψυχθεί και καλούνται λιπάσες της μεμβράνης. Η αναλογία μεταξύ των δύο διαφέρει στα διάφορα γάλατα.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι εστεράσες και οι λιπάσες του γάλακτος αδρανοποιούνται από μία ποικιλία αντιδραστηρίων και χειρισμών. Η διατήρηση του γάλακτος επί αρκετό χρονικό διάστημα, η θερμική επεξεργασία του, η έκθεση στο ηλιακό φως, το υπεροξείδιο του υδρογόνου, ο χαλκός, η φορμαλδεΰδη και η τρυψίνη είναι παράγοντες που αδρανοποιούν το ένζυμο αυτό. Χαρακτηριστικό είναι ότι τα ένζυμα που υδρολύουν το λίπος του γάλακτος είναι περισσότερο ανθεκτικά στην

επίδραση των παραγόντων αυτών από ότι είναι τα ένζυμα που υδρολύουν άλλους εστέρες (Ανυφαντάκης, 2004).

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων ορίζει τις ιδιότητες των τριγλυκεριδίων του λίπους όπως, ρευστότητα, χημική ενεργότητα και θρεπτική αξία. Το λίπος του γάλακτος είναι περίπλοκο γιατί περιέχει πάνω από 250 διαφορετικά λιπαρά οξέα. Αυτά διαφέρουν κυρίως στο μήκος της ανθρακικής αλυσίδας (συνήθως 4-18 άτομα άνθρακα), στα υποκατάστατα και στον αριθμό και τη θέση των διπλών δεσμών (cis-trans) (κέτο, υδροξύ-groups) (Λιαμπέης, 1989).

### 2.7.2 Πηγές προέλευσης των λιπασών

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών το λίπος του γάλακτος υδρολύεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό με τη δράση των λιπασών και ελευθερώνονται λιπαρά οξέα και άλλες ενώσεις τα οποία θεωρούνται ότι δίδουν τα τυπικά γευστικά χαρακτηριστικά σε πολλά γαλακτοκομικά προϊόντα. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, ιδιαίτερα αυτά με άτομα άνθρακα <12, θεωρούνται υπεύθυνα για τη δριμεία πικάντικη γεύση των τυριών. Οι λιπάσες μπορεί να προέρχονται από το γάλα της τυροκόμησης, την πυτιά, τους διάφορους μικροοργανισμούς (μικροβιακές λιπάσες) ή ακόμη να προστίθενται εξωγενώς οι οποίες μπορεί να είναι ζωικής ή μικροβιακής προέλευσης.

Η βασική αντίδραση που καταλύουν οι λιπάσες είναι:



### 2.7.3 Λιπάση γάλακτος

Το γάλα της τυροκόμησης περιέχει μία ενδογενή λιποπρωτεϊνική λιπάση (LPL) μαζί με ένα αριθμό εστερασών. Η δράση της LPL έχει ιδιαίτερη σημασία για τα τυριά που παρασκευάζονται από απαστερίωτο γάλα επειδή η ενεργότητά της μειώνεται δραστικά με την παστερίωση. Όμως είναι πιθανόν να συνεισφέρει σε μικρό βαθμό και στη λιπόλυση των τυριών από παστεριωμένο γάλα καθόσον για την πλήρη απενεργοποίησή της απαιτείται θερμική επεξεργασία του γάλακτος στους 78°C για 10 sec. Οι λιπάσες του γάλακτος δεν έχουν ειδικότητα στη διάσπαση των a ή b δεσμών στα λιπαρά οξέα, ενώ οι μικροβιακές και οι ζωικές λιπάσες μπορούν να διασπάσουν μόνο τους a ή μόνο τους b (Zaks & Klivanov, 1988).

#### 2.7.4 Λιπολυτικά ένζυμα που προέρχονται από την τυτιά

Οι εμπορικές τυτιές είναι συνήθως ελεύθερες λιπολυτικής δραστηριότητας. Όμως η τυτιά υπό μορφή πάστας περιέχει συνήθως λιπολυτικά ένζυμα τα οποία προκαλούν λιπόλυση. Η τυτιά υπό μορφή πάστας, που χρησιμοποιείται στην παρασκευή μερικών σκληρών Ιταλικών τυριών όπως τα τυριά Provolone και Romano, περιέχει προγαστρική εστεράση (PGE). Στη χρήση αυτής της πάστας τυτιάς οφείλεται η εκτεταμένη λιπόλυση στα τυριά αυτά (Bosset & Gauch, 1993 ; Ανυφαντάκης, 2004).

**Πίνακας 6:** Λιπάσες που χρησιμοποιούνται σε\την παρασκευή διαφόρων ειδών τυριού.

Τυριά	Λιπάσες
<b>Provolone</b>	Κατσικίσια ή κατσικίσια με μοσχαρίσια
<b>Romano</b>	Κατσικίσια και αρνίσια
<b>Mozzarella</b>	Μοσχαρίσια ή κατσικίσια
<b>Parmezana</b>	Μοσχαρίσια
<b>Φέτα</b>	Κατσικίσια και αρνήσια

(Ανυφαντάκης, 2004)

#### 2.7.5 Μικροβιακές λιπάσες

Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού που τις παράγει οι μικροβιακές λιπάσες μπορεί να είναι ενδοκυτταρικές ή εξωκυτταρικές, να έχουν έντονη ή ασθενή λιπολυτική δραστηριότητα και να παρουσιάζουν διαφορετική εξειδίκευση στη δράση τους συνήθως στις θέσεις 1 και 3 των τριγλυκεριδίων και πολύ περιορισμένη στη θέση 2, ενώ υδρολύουν κατά προτίμηση δεσμούς λιπαρών οξέων μεγάλου μοριακού βάρους. Έχουν άριστο pH δράσης μεταξύ 5 και 9 και οι περισσότερες άριστη θερμοκρασία δράσης γύρω στους 45°C (Collins et al., 2003; Ανυφαντάκης, 2004).

Οι πιθανές πηγές προέλευσης των μικροβιακών λιπασών είναι οι εναρκτήριες οξυγαλακτικές καλλιέργειες (*starter bacteria*), τα προπιονικά βακτήρια, οι μύκητες, τα ψυχρότροφα βακτήρια, η αυτόχθονη οξυγαλακτική χλωρίδα (*Non starter lactic acid bacteria*) και άλλες (Bhowmik & Marth, 1990).

Τα μεσόφιλα και θεرمόφιλα οξυγαλακτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως ως εναρκτήριες οξυγαλακτικές καλλιέργειες έχουν γενικά περιορισμένη λιπολυτική δραστηριότητα κατά την ωρίμανση των τυριών. Οι λακτόκοκκοι θεωρούνται γενικά

πιο λιπολυτικοί από τους γαλακτοβάκιλλους και μπορεί να παράγουν υψηλά επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων όταν ο πληθυσμός τους είναι υψηλός στο τυρί ή όταν η περίοδος ωρίμανσης του τυριού είναι μεγάλη. Οι λιπάσες/εστεράσες στελεχών των λακτόκοκκων είναι πιθανόν ενδοκυτταρικά ένζυμα (Chick et al, 1997, Fox&Wallace, 1997).

Οι ομοζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι που χρησιμοποιούνται ως εναρκτήριοι οξυγαλακτικές καλλιέργειες (*Lb.helveticus*, *Lb.delbrueckii subs.bulgaricus* και *Lb.delbrueckii subs.lactis*) παράγουν εστεράσες (ElSoda et al,1986, Khalid & Marth, 1990).

Οι προαιρετικά ετεροζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι (*Lb.casei*, *Lb.paracasei* και *Lb.plantarum*) χαρακτηρίζονται από ασθενή λιπολυτική δράση. Οι μικρόκοκκοι και οι πεδίοκοκκοι έχουν επίσης περιορισμένη λιπολυτική δραστηριότητα (Bhownik & Marth, 1990).

Τα προπιονικά βακτήρια (*Propionibacterium*) χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των τυριών τύπου Gruyere, Emmental και γενικά για τα ελβετικού τύπου τυριά. Τα προπιονικά βακτήρια θεωρούνται ότι είναι 10-100 φορές πιο λιπολυτικά σε σύγκριση με τα οξυγαλακτικά βακτήρια και παράγουν λιπάσες και εστεράσες που συμβάλλουν στην περιορισμένη λιπόλυση των ελβετικού τύπου τυριών (Collins et al., 2003).

Οι μύκητες *Penicillium camemberti* και *Penicillium roqueforti* που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των τυριών Camembert και Roquefort αντίστοιχα, παράγουν πολύ δραστικές εξωκυτταρικές λιπάσες στις οποίες αποδίδεται κατά κύριο λόγο η εκτεταμένη λιπόλυση των τυριών αυτών (Gripou et al.,1991). Η εξωκυτταρική λιπάση, που παράγει ο μύκητας *Penicillium camemberti*, έχει άριστη ενεργότητα σε pH 9.0 και σε θερμοκρασία 35°C. Ο μύκητας *Penicillium roqueforti* παράγει δύο λιπάσες με εξειδικευμένη δράση, για διαφορετικό υπόστρωμα η κάθε μία. Η μια λιπάση παρουσιάζει άριστη ενεργότητα σε pH 7.5-8.0 και η άλλη σε πιο αλκαλικό pH 7.5-9.5 (Collins et al., 2003).

Τα ψυχρότροφα βακτήρια (π.χ. *Pseudomonas sp.*) παράγουν θερμοανθεκτικές λιπάσες που δεν καταστρέφονται με την παστερίωση του γάλακτος. Έτσι οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί να συμβάλλουν στη λιπόλυση και να προκαλέσουν αλλοιώσεις στη γεύση των τυριών που παρασκευάζονται από γάλα με μεγάλους πληθυσμούς ψυχρότροφων βακτηρίων πριν την παστερίωση (Cousins et al, 1977, Bhownik & Marth, 1990).

### 2.7.6 Εξωγενείς λιπάσες

Διάφορα ενζυμικά παρασκευάσματα πέραν της πυτιάς είναι δυνατόν να προστεθούν στο γάλα της τυροκόμησης προκειμένου, να βελτιωθεί το άρωμα και η γεύση των τυριών. Οι προστιθέμενες λιπάσες (εξωγενείς λιπάσες) μπορεί να είναι ζωικής ή μικροβιακής προέλευσης.

Οι ζωικές λιπάσες λαμβάνονται μέσω εκχύλισης από ζωικούς ιστούς. Οι πιο σημαντικές πηγές τους είναι το πάγκρεας των βοοειδών και χοίρων (παγκρεατικές λιπάσες) και οι προγαστρικοί ιστοί νεαρών κατσικιών, αρνιών και μοσχαριών (προγαστρικές λιπάσες). Οι προγαστρικές λιπάσες χρησιμοποιούνται ευρύτερα στην τυροκομία και παρουσιάζουν διαφορετική εξειδίκευση στην υδρόλυση του λίπους από τις παγκρεατικές.

Χαρακτηριστικό των προγαστρικών λιπασών που παρουσιάζει τυροκομικό ενδιαφέρον και τις διακρίνει από τις άλλες λιπάσες είναι η εξειδίκευσή τους να υδρολύουν στα τριγλυκερίδια δεσμούς λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους κατά προτίμηση στις θέσεις 1 και 3. Οι περισσότερες από τις άλλες λιπάσες ή δε δείχνουν καμία εξειδίκευση ή ελευθερώνουν κατά προτίμηση λιπαρά οξέα. Η διαφορετική εξειδίκευση των λιπασών στην υδρόλυση του λίπους οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα κατά τη χρήση τους, γεγονός που επιβάλλει την επιλογή του ενδεδειγμένου κατά περίπτωση ενζύμου. Οι προγαστρικές λιπάσες διατίθενται στο εμπόριο σε μορφή σκόνης και πάστας. Τα ένζυμα αυτά υπάρχουν και στις πυτιές εμπορίου που διατίθενται σε μορφή πάστας και χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στην παρασκευή ορισμένων τύπων σκληρών τυριών (Ανυφαντάκης, 2004).

Αξίζει να σημειωθεί ότι εργοστάσια παραγωγής πυτιάς, παράγουν πυτιά αναμειγνύοντας σκόνη προγαστρικής λιπάσης με υγρή πυτιά και άλλα συστατικά για να βγει μία τυποποιημένη πυτιά. Αυτές έχουν εξαιρετικές μικροβιολογικές ιδιότητες και είναι τυποποιημένες όσο αφορά την ενεργότητα των ενζύμων και των λιπασών (IDF, 1994).

Οι μικροβιακές εξωγενείς λιπάσες μπορεί να ληφθούν από βακτήρια, ζύμες μύκητες μέσω ζυμώσεων. Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται σήμερα για την βιομηχανική παραγωγή τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 7:** Μικροβιακές λιπάσες που χρησιμοποιούνται στα τυριά.

<b>Προϊόν</b>	<b>Πηγή Ενζύμου</b>
<b>PICCANTASSE</b>	<i>Mucor miehei</i>
<b>LIPASES</b>	<i>Rhizopus arrhizus</i>
<b>PALATASE A</b>	<i>Aspergillus niger</i>
<b>PALATASE M</b>	<i>Mucor miehei</i>
<b>LIPASE AP</b>	<i>Aspergillus niger</i>

(IDF, 1994)

Ανάλογα με την μικροβιακή πηγή τους από την οποία προέρχονται υπάρχει και ένα optimum pH όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.

**Πίνακας 8 :** Optimum pH για τις μικροβιακές λιπάσες.

<b>Πηγή Μικροβιακής Λιπάσης.</b>	<b>pH optimum</b>
<b>M.miehei</b>	8.5
<b>M.miehei</b>	5.0-5.5
<b>G.candidum</b>	5.0
<b>A.niger</b>	6.0
<b>A.lipolyticum</b>	8.0
<b>P.roqueforti</b>	9.0

(Moskowitz et al., 1977)

Διάφορες μελέτες σχετικά με την επίδραση διαφόρων ειδών τυτιάς σε ελληνικά τυριά έδειξαν ότι η χρήση παραδοσιακής τυτιάς από ήνυστρα μικρών μυρικαστικών επιφέρει υψηλότερο βαθμό λιπόλυσης στα τυριά από ότι η αντίστοιχη χρήση εμπορικού τύπου μοσχαρίσιας τυτιάς (Ανυφαντάκης, 1976, Μποάτσου et al., 2004, Γεωργαλά et al., 2005).

### **2.7.7 Προσδιορισμός ενεργότητας λιπασών**

Η βασική ενζυματική δραστηριότητα των λιπασών, τόσο των μικροβιακών όσο και των ζωικών, είναι η υδρόλυση των τριγλυκεριδίων, διγλυκεριδίων και μονογλυκεριδίων αποδίδοντας ελεύθερα λιπαρά οξέα και διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια και γλυκερόλη. Υπάρχουν αρκετοί τύποι αναλυτικών μεθόδων που μπορούν να μετρήσουν την ενζυμική ενεργότητα των λιπασών.

Μερικές από αυτές τις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

- Φθοριομετρικές μέθοδοι.
- Elisa μέθοδοι.
- Φωτομετρικές μέθοδοι.
- Χρωματογραφία.
- Ποτενσιομετρικές μέθοδοι (ph-stat) (Jensen, 1985).

Η ενεργότητα του δείγματος της λιπάσης είναι ανάλογη της ποσότητας της βάσης που απαιτήθηκε. Μια τυπική έκφραση της μονάδας ενεργότητας λιπασών είναι το “*Lipase Fore stomach Unit (LFU)*” όπως περιγράφεται στο “*Food Chemicals Codex*” (Food Chemicals Codex III, 1981).

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται οι λιπάσες στη παρασκευή των τυριών είναι για να επηρεάσουν το άρωμα και τη γεύση των τυριών.

Η καταλληλότερη μέθοδος για την ποιοτική και ποσοτική εύρεση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που απελευθερώνονται κατά την λιπόλυση είναι η αέρια χρωματογραφία, γιατί μας δίνει το προφίλ των ελεύθερων λιπαρών οξέων, όπως φαίνεται και στον πίνακα 7 (Shahani, 1971).

**Πίνακας 9:** Ελεύθερα λιπαρά οξέα που ελευθερώνονται από λιπάσες.

	<b>Βουτυρικό</b>	<b>Καπροϊκό</b>	<b>Καπρυλικό</b>	<b>Καπρικό</b>	<b>Λαυρικό</b>
Προγαστρική λιπάση μοσχαριών	40.8	11.0	8.6	8.7	31.0
Προγαστρική λιπάση κατσικιών	50.0	186.0	8.4	7.8	15.3
Προγαστρική λιπάση αρνιών	44.8	17.6	8.3	7.7	21.8
Μικροβιακή λιπάση	5.1	9.5	3.2	2.8	79.4
Λιπάση γάλακτος	8.6	3.6	2.2	4.5	81.1
Παγκρεατική λιπάση βοοειδών	19.7	1.9	1.4	3.2	73.8

(Food Chemicals Codex III, 1981).



### **2.7.8 Χρήση των λιπασών στην τυροκομία**

Οι λιπάσες χρησιμοποιούνται στην παρασκευή των τυριών με άμεσο σκοπό να εμπλουτίσουν το άρωμά του. Προστίθενται στο γάλα της τυροκόμησης συνήθως μετά την καλλιέργεια και λίγο πριν από την προσθήκη της πυτιάς. Αποικοδομούν τα τριγλυκερίδια και ελευθερώνουν ελεύθερα λιπαρά οξέα τα οποία δεν είναι αρωματικά συστατικά αλλά είναι πρόδρομες ουσίες για αρωματικά συστατικά (IDF, 1994).

Συνιστάται να ζυγίζεται με ακρίβεια η επιθυμητή κάθε φορά ποσότητα ενζύμου, να διασκορπίζεται σε εικοσαπλάσιο περίπου όγκο κρύου νερού, να αναδεύεται κατά διαστήματα για 15 λεπτά περίπου και στη συνέχεια να προστίθεται στο γάλα της τυροκόμησης. Από τον τύπο του τυριού που παρασκευάζεται, την επιδιωκόμενη ένταση στη γεύση και τον επιθυμητό χρόνο ωρίμανσης προσδιορίζεται η ποσότητα και το είδος της λιπάσης που προστίθεται. Σε ότι αφορά την ποσότητα αυτή κυμαίνεται από 3 έως 30 g ανά 100 kg γάλακτος, συνήθως 10-15 g/100 kg γάλακτος. Σε κάθε περίπτωση συνιστάται να ακολουθούνται οι οδηγίες του παρασκευαστή του προϊόντος (Ανυφαντάκης, 2004).

Πολλοί ερευνητές έχουν αναλύσει τα ελεύθερα λιπαρά οξέα που περιέχονται σε διάφορους τύπους τυριών και προσπάθησαν να τα συσχετίσουν με τον τύπο της αντίστοιχης λιπάσης με οργανοληπτικό έλεγχο. Αυτή η προσπάθεια έδωσε συγκεκριμένα αποτελέσματα για το προφίλ των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι γιατί υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που το επηρεάζουν όπως η μεγάλη σχέση με το υπόστρωμα και τα αρωματικά συστατικά. Όμως εκτός από αυτά, είναι σίγουρο ότι το βουτυρικό οξύ και πιθανά και το καπροϊκό οξύ είναι από τα πιο κύρια λιπαρά οξέα. Είναι καταφανές ότι οι ζωικές λιπάσες δίνουν κυρίως χαμηλού μοριακού βάρους ελεύθερα λιπαρά οξέα, ενώ οι μικροβιακές δίνουν κυρίως υψηλού μοριακού βάρους ελεύθερα λιπαρά οξέα (Harper, 1987).

### 2.7.9 Χρήσεις λιπασών

Στις μέρες μας οι λιπάσες είναι διαθέσιμες σε μορφή σκόνης και προσθέτονται κατά τη διάρκεια της παρασκευής των τυριών για έναν από τους παρακάτω 4 λόγους:

- Σαν υποκατάστατο της λιπασικής δράσης της παραδοσιακής τυτιάς στα τυριά όπως pecorino Romano και Provolone. Η οξεία και πικάντικη γεύση και το άρωμα των παραπάνω τυριών οφείλεται στην λιπολυτική αποικοδόμηση του λίπους από τις λιπάσες. Ο λόγος που χρησιμοποιούνται οι λιπάσες είναι για να αντικαταστήσουν την παραδοσιακή τυτιά-πολτοί τυτιάς-που χαρακτηρίζεται ως ανθυγιεινή, η οποία παράλληλα δεν είναι δυνατόν να τυποποιηθεί.
- Σαν πρόσθετο σε τυριά που φτιάχνονται από αγελαδινό γάλα έτσι ώστε το άρωμα και η γεύση τους να μοιάζουν με αυτά τα τυριά που προέρχονται από γίδινο και πρόβειο γάλα. Τα τυριά που παρασκευάζονται από πρόβειο και γίδινο γάλα έχουν δριμεία και πικάντικη γεύση η οποία είναι χαρακτηριστική του καπροϊκού οξέος και της λιπόλυσης.
- Σαν πρόσθετο σε τυριά για να μοιάσουν στα τυριά που παρασκευάζονται από νωπό γάλα (μη παστεριωμένο). Η παστερίωση του γάλακτος καταστρέφει τις περισσότερες από τις ενδογενείς λιπάσες που είναι υπεύθυνες για τη λιπολυτική δράση στα τυριά που παράγονται από γάλα χωρίς παστερίωση.
- Για εμπλουτισμό του αρώματος σε τυριά όπως Cheddar, Mozzarella, Παρμεζάνα που χαρακτηρίζονται από μικρότερες ποσότητες σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (Καμιναρίδης et al, 1990).

### **3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της μεταβολής του λίπους και της σύστασής του σε λιπαρά οξέα σε δείγματα που ελήφθησαν κατά την τυροκόμηση κεφαλογραβιέρας Ηπείρου και μυζήθρας. Τα δείγματα προέρχονται από επιλεγμένα στάδια παρασκευής της κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας που παράχθηκε σε τυροκομική μονάδα του νομού Ιωαννίνων και καλύπτουν όλη τη διαδικασία παραγωγής από γάλα ως τα τελικά προϊόντα. Για να εξασφαλιστεί ότι οι παρατηρούμενες μεταβολές στη σύσταση του λίπους οφείλονται στην τυροκομική επεξεργασία, τα δείγματα ελήφθησαν σε διαφορετικούς χρόνους από το ίδιο γάλα ή από το ίδιο κεφάλι τυριού του οποίου η τυροκόμηση και ωρίμανση παρακολουθήθηκε από την παραλαβή του μέχρι την τελική του μορφή.

#### **Σημεία Δειγματοληψίας**

1. Αιγοπρόβειο γάλα
2. Τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας
3. Τυρόγαλα
4. Τυρομάζα της μυζήθρας
5. Κεφαλογραβιέρα στον πρώτο μήνα ωρίμανσης
6. Κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης
7. Μυζήθρα

Στα πλαίσια της μελέτης εξετάστηκαν σε όλα τα δείγματα:

- Η περιεκτικότητα του λίπους ύστερα από φυγοκέντρηση (μέθοδοι Gerber και van Gulik) και ύστερα από εκχύλιση των δειγμάτων με επάνιο (De Jong & Badings, 1990).
- Η σύσταση του λίπους σε λιπαρά οξέα με αέριο χρωματογραφία.

## 4. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.1 Μέθοδοι ανάλυσης γάλακτος, τυρογάλακτος και τυριών

#### Προσδιορισμός του λίπους του γάλακτος

Μέθοδος Gerber: Ο προσδιορισμός του λίπους του γάλακτος γίνεται συνήθως με τη μέθοδο Gerber, η οποία είναι εύκολη στην εφαρμογή της και λιγότερο χρονοβόρα σε σχέση με μεθόδους που στηρίζονται στην ανάκτηση του λίπους με εκχύλιση. Η μέθοδος Gerber στηρίζεται στο ότι όταν προστεθεί θειικό οξύ στο γάλα διασπώνται όλα τα συστατικά του εκτός από το λίπος, το οποίο μετά την καταστροφή της μεμβράνης των λιποσφαιρίων ελευθερώνεται και διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα συστατικά με τη βοήθεια αμυλικής αλκοόλης και την επίδραση φυγοκέντρησης.

#### *Υλικά και όργανα*

- Βουτυρόμετρα γάλακτος Gerber, τα οποία φέρουν βαθμολογημένη κλίμακα από 1-10% και συνοδεύονται από κατάλληλα ελαστικά πώματα και ειδικό στέλεχος για το κλείσιμό τους.
- Αυτόματη συσκευή μέτρησης θειικού οξέος.
- Σιφώνιο πλήρωσεως των 11 mL
- Υδατόλουτρο.
- Φυγόκεντρος (1100-1200 στροφές/min).
- Θειικό οξύ πυκνότητας 1,820 g/mL
- Αμυλική αλκοόλη.

#### *Τεχνική*

Στο βουτυρόμετρο τοποθετούνται με τη σειρά 10 mL θειικού οξέος, 11 mL γάλακτος (το οποίο πρέπει να εισάγεται σιγά σιγά και το σιφώνιο να εφάπτεται στα τοιχώματα του βουτυρόμετρου) και 1 mL 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 1100-1200 στροφές για 5 min. Κατόπιν προσαρμόζεται εάν χρειαστεί, με μετακίνηση του πώματος, η στήλη του λίπους μέσα στη βαθμολογούμενη κλίμακα και τα βουτυρόμετρα τοποθετούνται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C για 5-10 min και γίνεται ανάγνωση των βουτυρομέτρων. Ο όγκος του βουτυρόμετρου και οι λαμβανόμενες ποσότητες

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

### **Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο Van Gulik**

Η αρχή της μεθόδου είναι ίδια με τη μέθοδο προσδιορισμού λίπους του γάλακτος κατά Gerber. Στηρίζεται στην αρχή ότι όταν το 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.
- Θειικό οξύ.
- Αμυλική αλκοόλη.
- Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1 mg.
- Φυγόκεντρος, υδρόλουτρο, σιφώνια ή συσκευές θειικού οξέος και αλκοόλης.

### ***Τεχνική***

Στον υποδοχέα των βουτυρομέτρων ζυγίζονται 3 g τυριού. Ο υποδοχέας τοποθετείται στο βουτυρόμετρο και από το πάνω ανοιχτό στόμιο του βουτυρόμετρου προστίθεται θειικό οξύ μέχρι να καλυφθεί το τυρί. Το βουτυρόμετρο μεταφέρεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας  $65\pm 2^{\circ}\text{C}$  για 20-30 min, με συχνή ανάδευση για να διαλυθεί η μάζα του τυριού. Αμυλική αλκοόλη σε ποσότητα 1 mL προστίθεται στο βουτυρόμετρο και ακολουθεί έντονη ανάδευση. Στη συνέχεια προστίθεται θειικό οξύ μέχρι τα 4/5 της κλίμακας του βουτυρόμετρου, πωματίζεται και τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5 min. Ακολουθεί φυγοκέντρωση για 5 min σε 1100-1200 στροφές/min, τοποθέτηση στο υδατόλουτρο για 10 min και ανάγνωση της κλίμακας του βουτυρόμετρου. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε λίπος ανά 100 g τυριού είναι η διαφορά της κλίμακας μεταξύ της ανάγνωσης του κάτω και άνω άκρου της στοιβάδας του λίπους (VDLUFA, 1985).

### **Εκχύλιση του λίπους του γάλακτος με τη μέθοδο De Jong**

## **Υλικά και Όργανα**

- Ζυγός
- Αιθανόλη
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2,5 mol/L)
- Διαλύτης ether/heptan (1:1 v/v)
- Φυγοκεντρικοί σωλήνες των 75 mL
- Φυγόκεντρος
- Κωνικές φιάλες των 100 mL
- Άνυδρο Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

## **Τεχνική**

Ζυγίζουμε 10 g γάλακτος και τα αναμιγνύουμε με 10 mL ethanol, 1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2,5 mol/L) και 1 mL του διαλύτη μας. Η εκχύλιση πραγματοποιείται με 15 mL ether/heptane (1:1 v/v) μέσα σε ένα φυγοκεντρικό σωλήνα των 75 mL. Μετά από φυγοκέντρωση (2500 rpm για 2 min σε θερμοκρασία δωματίου), το εκχυλισμένο προϊόν μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 100 mL η οποία περιέχει 1 g άνυδρο Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> με σκοπό να απορροφήσει το υπόλοιπο νερό. Η διαδικασία της εκχύλισης πραγματοποιήθηκε 2 φορές με 10 mL ether/heptane (1:1 v/v). (De Jong & Bandings, 1990)

### **Εκχύλιση του λίπους του τυριού με τη μέθοδο De Jong.**

## **Πρώτη Φάση**

### **Υλικά και Όργανα**

- Ζυγός
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σωληνάκια φυγοκέντρωσης
- Εργαστηριακό Γουδί
- Άνυδρο Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2,5 mol/L)
- Διαλύτης ether/heptane (1:1 v/v)
- Vortex (για ανάδευση)
- Φυγόκεντρος

## ***Τεχνική***

Τρίβουμε και ζυγίζουμε 1 g τυριού και κατόπιν το μεταφέρουμε και το λιώνουμε μέσα σε γουδί όπου έχουμε προσθέσει 3 g άνυδρου θειικού νατρίου και 0,3 mL θειικού οξέος. Κατόπιν το μίγμα μεταφέρεται σε σωληνάκια όπου και εκχυλίζεται 3 φορές με 3 mL ether/heptane (1:1 v/v). Κάθε φορά θα συνοδεύεται από φυγοκέντρηση όπως και στο γάλα.

## **Δεύτερη Φάση**

### ***Υλικά και Όργανα***

- Σφαιρικές φιάλες με εσφυρισμένο πώμα
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σωληνάκια φυγοκέντρησης
- Φυγόκεντρος
- Εργαστηριακός Κλίβανος
- Ζυγός
- Διαλύτης ether/heptane (1:1 v/v)

## ***Τεχνική***

Τοποθετούμε τις σφαιρικές φιάλες μέσα στον εργαστηριακό κλίβανο στους 120°C για 30 min και μετά από αυτό τις βγάζουμε και τις ζυγίζουμε. Στη συνέχεια κάνουμε απόχυση του περιεχομένου των παραπάνω σωλήνων σε καθαρούς δοκιμαστικούς σωλήνες και κατόπιν προσθέτουμε διαλύτη εκχύλισης όπου χρειάζεται και φυγοκεντρούμε σε σωληνάκια φυγοκέντρησης για 2-3 min σε 2000 rpm. Έπειτα κάνουμε απόχυση του υπερκείμενου στις προζυγισμένες σφαιρικές φιάλες. Προσθέτουμε 3 mL διαλύτη εκχύλισης στους κενούς πλέον δοκιμαστικούς σωλήνες για καλύτερη παραλαβή του εναπομείναντος λίπους, αναδεύουμε, το μεταφέρουμε στα σωληνάκια φυγοκέντρησης και φυγοκεντρούμε. Εν συνεχεία κάνουμε απόχυση στις ίδιες σφαιρικές φιάλες.

## **Τρίτη Φάση**

### ***Υλικά και Όργανα***

- Σύστημα Rotary Evaporator (περιστροφικός συμπυκνωτής κενού)
- Ξηραντήρας
- Ζυγός

### ***Τεχνική***

Οδηγούμε τις σφαιρικές φιάλες σε σύστημα Rotary Evaporator έτσι ώστε να απομακρυνθεί ο διαλύτης και να πάρουμε μόνο το στερεό πλέον λίπος. Ο χρόνος που απαιτείται ώστε να απομακρυνθεί ο διαλύτης είναι γύρω στα 5 min για κάθε σφαιρική φιάλη. Στη συνέχεια ακολουθούν 2 ζυγίσεις, μία αμέσως μετά από τον περιστροφικό συμπυκνωτή κενού όπου υπολογίζεται το λίπος από τη διαφορά της προζυγισμένης σφαιρικής φιάλης με την ίδια φιάλη που περιέχει πλέον το υπερκείμενο λίπος και μία δεύτερη ζύγιση, αφότου τοποθετηθούν οι σφαιρικές φιάλες μετά τον Rotavapor σε ξηραντήρα ζυγίζονται την επόμενη ημέρα και από τη διαφορά πάλι που προκύπτει με την προζυγισμένη φιάλη, υπολογίζεται το υπερκείμενο λίπος (De Jong and Badings, 1990).

### **Παρασκευή των μεθυλεστέρων των λιπαρών οξέων, σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο AOAC (1987)**

### ***Υλικά και Όργανα***

- Μεθανολικό διάλυμα NaOH
- Ψυκτήρας
- Σιφόνια 1,2,5,10 mL
- Διάλυμα BF<sub>3</sub>
- Εστία θέρμανσης
- Θερμόμετρο
- Εξάνιο
- Κορεσμένο διάλυμα NaCl
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Άνυδρο Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Πιπέτες Pasteur



## Τεχνική

Το λίπος τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη και θερμαίνεται σε υδρόλουτρο σε θερμοκρασία περίπου 70°C για να λιώσει. Στη συνέχεια τοποθετείται η κατάλληλη ποσότητα μεθανολικού διαλύματος NaOH ανάλογα με την ποσότητα του δείγματος (πίνακας 8) και ακολουθεί βρασμός με κάθετο ψυκτήρα για 10 περίπου min. Έπειτα και από το πάνω μέρος του ψυκτήρα προστίθεται το διάλυμα του BF<sub>3</sub> (ποσότητες σύμφωνα με τον πίνακα 8) και ο βρασμός συνεχίζεται για επιπλέον 2-3 min. Στη συνέχεια προστίθενται, από το πάνω μέρος και πάλι του ψυκτήρα 6 mL εξάνιο και ακολουθεί θέρμανση για 2 min. Η φιάλη απομακρύνεται από την εστία θέρμανσης, προστίθενται 3 mL κορεσμένου διαλύματος NaCl και το μίγμα της αντίδρασης τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωλήνα, ώστε να γίνει εμφανής η στοιβάδα του εξανίου και δυνατός ο αποχωρισμός της. Στη στοιβάδα αυτή που περιέχει τους μεθυλεστερές των λιπαρών οξέων προστίθεται μια μικρή ποσότητα άνυδρου θειικού νατρίου για την απομάκρυνση της υγρασίας και εν συνεχεία συλλέγεται με πιπέτα Pasteur και μεταφέρεται σε μικρό σκοτεινό φιαλίδιο ειδικό συντήρηση δειγμάτων και αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη μέχρι να οδηγηθεί για ανάλυση στον αέριο χρωματογράφο.

**Πίνακας 10:** Ποσότητες διαλυμάτων καυστικού νατρίου και τριφθοριούχου βορίου ανά ποσότητα δείγματος για επιτυχή μεθυλεστεροποίηση.

Ποσότητα Δείγματος (mg)	NaOH 0.5N (mL)	BF <sub>3</sub> /MetOH (mL)
100-250	4	5
250-500	6	7
500-750	8	9
750-1000	10	12

(Τριανταφύλλου, 2001)

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

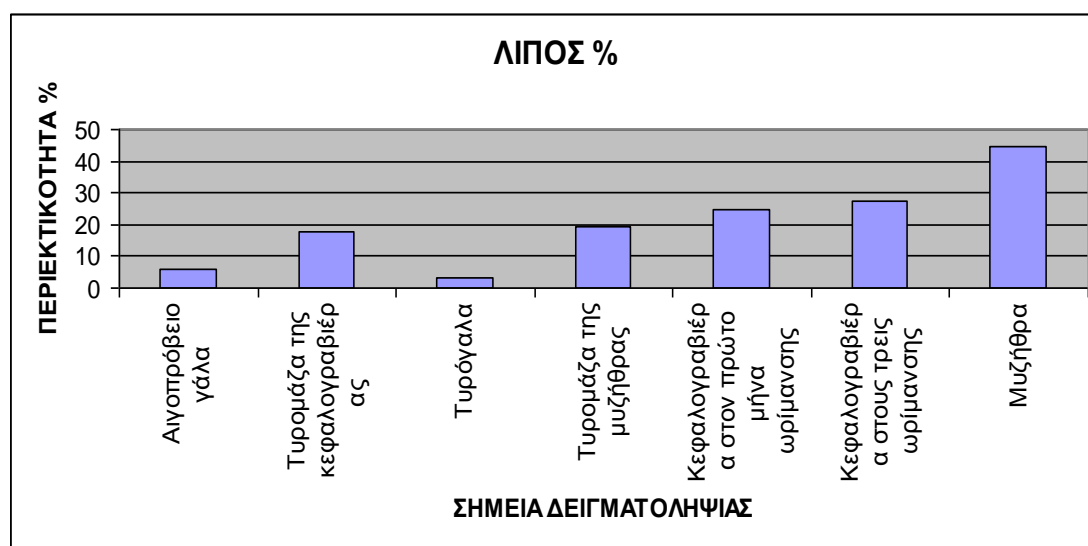
### 5.1 Προσδιορισμός Λίπους

Στον πίνακα 11 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε λίπος όλων των δειγμάτων ξεκινώντας από την πρώτη ύλη το γάλα και καταλήγοντας στα παραγόμενα προϊόντα από αυτό, που στην παρούσα μελέτη είναι η μυζήθρα και η κεφαλογραβιέρα. Ο προσδιορισμός του λίπους έγινε με τις μεθόδους Gerber και van Gulik κατόπιν φυγοκέντρησης.

**Πίνακας 11:** Περιεκτικότητα σε λίπος %

Σημεία Δειγματοληψίας	Λίπος %
Αιγοπρόβειο γάλα	6
Τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας	17,5
Τυρόγαλα	3,1
Τυρομάζα της μυζήθρας	19,5
Κεφαλογραβιέρα στον πρώτο μήνα ωρίμανσης	24,5
Κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης	27,5
Μυζήθρα	44,5

Η μεταβολή του λίπους είναι αυξητική στα δείγματα της κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας λόγω της αύξησης της περιεκτικότητας της ξηρής ουσίας και μείωση της υγρασίας κατά την ωρίμανση των τυριών.



**Γράφημα 1:** Μεταβολή της σύστασης του λίπους στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας

Στους πίνακες 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε λίπος όλων των δειγμάτων ξεκινώντας από την πρώτη ύλη το γάλα και καταλήγοντας στα παραγόμενα από αυτό προϊόντα, που στην παρούσα μελέτη είναι η μυζήθρα και η κεφαλογραβιέρα. Ο προσδιορισμός του λίπους έγινε με τις μεθόδους Gerber και van Gulik κατόπιν εκχύλισης με επτάνιο.

**Πίνακας 12:** Περιεκτικότητα σε λίπος του Αιγοπρόβειου γάλακτος

<b>Δείγμα 1 Αιγοπρόβειο γάλα</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.1	6
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.2	5,80
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.3	5,74
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.4	6
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.5	5,90
ΜΕΤΡΗΣΗ 1.6	5,74

**Πίνακας 13:** Περιεκτικότητα σε λίπος της Τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας

<b>Δείγμα 2 Τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.1	17,14
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.2	17,56
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.3	17,23
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.4	17,18
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.5	17,8
ΜΕΤΡΗΣΗ 2.6	17,77

**Πίνακας 14:** Περιεκτικότητα σε λίπος του Τυρογάλακτος

<b>Δείγμα 3 Τυρόγαλα</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.1	3,1
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.2	2,97
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.3	2,93
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.4	3,1
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.5	2,87
ΜΕΤΡΗΣΗ 3.6	2,93

**Πίνακας 15:** Περιεκτικότητα σε λίπος της Τυρομάζα της μυζήθρας

<b>Δείγμα 4 Τυρομάζα της μυζήθρας</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.1	19,44
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.2	19,03
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.3	19,42
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.4	19,71
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.5	19,3
ΜΕΤΡΗΣΗ 4.6	19,8

**Πίνακας 16:** Περιεκτικότητα σε λίπος της Κεφαλογραβιέρα στον πρώτο μήνα ωρίμανσης

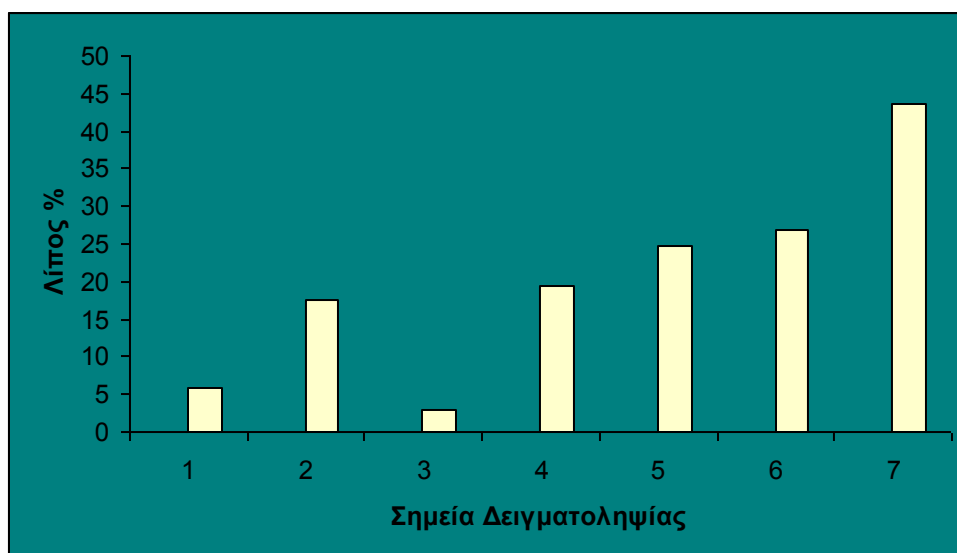
<b>Δείγμα 5 Κεφαλογραβιέρα στον πρώτο μήνα ωρίμανσης</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 5.1	24,42
ΜΕΤΡΗΣΗ 5.2	24,95
ΜΕΤΡΗΣΗ 5.3	24,6

**Πίνακας 16:** Περιεκτικότητα σε λίπος της Κεφαλογραβιέρα στον τρίτο μήνα ωρίμανσης

<b>Δείγμα 6 Κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 6.1	27,58
ΜΕΤΡΗΣΗ 6.2	27,68
ΜΕΤΡΗΣΗ 6.3	25,87
ΜΕΤΡΗΣΗ 6.4	25,43
ΜΕΤΡΗΣΗ 6.5	27,84

**Πίνακας 17:** Περιεκτικότητα σε λίπος της Μυζήθρας

<b>Δείγμα 7 Μυζήθρα</b>	
	<b>Λίπος %</b>
ΜΕΤΡΗΣΗ 7.1	44,2
ΜΕΤΡΗΣΗ 7.5	43,16
ΜΕΤΡΗΣΗ 7.3	43,7
ΜΕΤΡΗΣΗ 7.4	43,3



**Γράφημα 2:** Περιεκτικότητα σε λίπος % των σημείων δειγματοληψίας, Τα δείγματα που αναπαριστούνται στο γράφημα είναι (1) αιγοπρόβειο γάλα, (2) τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, (3) τυρόγαλο, (4) τυρομάζα της μυζήθρας, (5) κεφαλογραβιέρα ενός ένα μήνα ωρίμανσης, (6) κεφαλογραβιέρα 3 μηνών ωρίμανσης, (7) μυζήθρα

## 5.2 Προσδιορισμός Λιπαρών Οξέων

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των λιπαρών οξέων στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας έγινε ανάλυση με Αέρια Χρωματογραφία. **Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ έγινε ανίχνευση διαφόρων λιπαρών οξέων μελετήθηκαν και αναλύθηκαν αυτά που βρίσκονται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση.**

Οι συνθήκες λειτουργίας του αέριου χρωματογράφου είναι οι ακόλουθες.

Αρχική Θερμοκρασία (φούρνος)	60°C
Παραμονή	2 min με 8°C/min μέχρι τους 180°C
Άνοδος Θερμοκρασίας	μέχρι 220°C, 1°C/min
Παραμονή	35 min
Σύνολο	93 min
Θερμοκρασία Έγχυσης	220°C
Flow μετά την Έγχυση	50ml/min
Χρόνος Παραμονής Βελόνας	0,80min
Σύστημα Έγχυσης	Split less
Αέριο Φούρνου	12ml/min
Detector FID	250°C
Εταιρία	Thermo

### 5.2.1 Προσδιορισμός Λιπαρών Οξέων στο αιγοπρόβειο γάλα

Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα αιγοπρόβειου γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή της Κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας.

**Πίνακας 18:** Λιπαρά οξέα % δείγματος αιγοπρόβειου γάλακτος

Δείγμα 1	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	5,63	8,58	4,58	7,84
C6:0	9,857	1,4	1,37	1,59	1,67
C8:0	13,358	2,03	2,01	2,09	2,2
C10:0	16,754	7,63	7,52	7,51	7,77
C12:0	20,208	4,39	4,37	4,91	5,07
C14:0	25,171	12,69	12,86	13,96	14,2
C15:0	28,115	1,41	1,43	1,57	1,55
C16:0	32,831	28,55	29,03	31,36	31,23
C16:1	33,367	1,6	1,65	1,7	1,75
C18:0	42,824	6,55	6,26	7,13	5,69
C18:1ω-9	43,797	8,16	8,37	7,08	7,28
C18:2ω-6	45,774	1,85	1,83	1,8	1,69
C18:3ω-3	49,132	1,24	1,22	1,33	1,33
CLA	50,420	1,09	1,1	1,23	1,21

### 5.2.2 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στο τυρόπηγμα της κεφαλογραβιέρας

Στον πίνακα 19 παρατίθενται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα της τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας.

**Πίνακας 19:** Λιπαρά οξέα % δείγματος τυρομάζας κεφαλογραβιέρας

Δείγμα 2	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	5,94	11,7	6,09	13,73
C6:0	9,857	1,25	1,21	1,37	1,4
C8:0	13,358	2,03	1,91	2,18	2,23
C10:0	16,754	6,95	7,2	8,09	8,25
C12:0	20,208	4,25	4,68	4,64	4,6
C14:0	25,171	12,42	13,32	12,38	12,1
C15:0	28,115	1,41	1,46	1,37	1,32
C16:0	32,831	29,92	29,86	28,78	28,17
C16:1	33,367	1,7	1,67	1,7	1,69
C18:0	42,824	9,1	9,29	9,18	9,21
C18:1ω-9	43,797	1,06	1,01	1	0,99
C18:2ω-6	45,774	3,61	3,16	3,37	3,33
C18:3ω-3	49,132	1,24	1,13	1,29	1,27
CLA	50,420	1,09	1,04	1,12	1,1

### 5.2.3 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στο τυρογάλακτος

Στον πίνακα 20 παρατίθενται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα τυρογάλακτος μετά τη διαίρεση του από το τυρόπηγμα.

**Πίνακας 20:** Λιπαρά οξέα % δείγματος τυρογάλακτος

Δείγμα 3	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	8,1	8,3	4,7	4,6
C6:0	9,857	1,75	1,77	2,01	1,94
C8:0	13,358	2,15	2,14	2,42	2,43
C10:0	16,754	7,59	7,43	8,16	8,35
C12:0	20,208	4,86	4,72	5,05	5,08
C14:0	25,171	14,36	14,18	14,64	14,64
C15:0	28,115	1,61	1,61	1,64	1,64
C16:0	32,831	33,22	33,55	34,16	34,12
C16:1	33,367	1,84	1,84	2,01	2,01
C18:0	42,824	7,8	7,98	8,07	8,17
C18:1ω-9	43,797	9,07	8,9	8,63	8,46
C18:2ω-6	45,774	3,57	3,65	3,36	3,35
C18:3ω-3	49,132	1,31	1,35	1,29	1,35
CLA	50,420	0,96	0,99	0,89	0,84

### 5.2.4 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην τυρομάζα της μυζήθρας

Στον πίνακα 21 παρατίθενται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα της τυρομάζας της μυζήθρας.

**Πίνακας 21:** Λιπαρά οξέα % δείγματος τυρομάζας μυζήθρας

Δείγμα 4	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	7,92	6,93	2,42	2,52
C6:0	9,857	1,47	1,45	1,54	1,54
C8:0	13,358	1,99	2,02	2,18	2,18
C10:0	16,754	7,44	7,71	8,03	8,11
C12:0	20,208	4,86	5	5,13	5,2
C14:0	25,171	14,07	14,21	14,27	14,42
C15:0	28,115	1,55	1,55	1,54	1,56
C16:0	32,831	32,12	31,87	31,5	31,59
C16:1	33,367	1,96	1,94	1,93	2,06
C18:0	42,824	8,32	8,16	7,09	6,9
C18:1ω-9	43,797	12,64	12,55	11,04	10,63
C18:2ω-6	45,774	3,44	3,38	3,31	3,31
C18:3ω-3	49,132	1,24	1,21	1,19	1,19
CLA	50,420	1,06	1,12	1,07	1,08

### 5.2.5 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην κεφαλογραβιέρα στον ένα μήνα ωρίμανσης

Στον πίνακα 21 παρατίθενται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα της κεφαλογραβιέρας που βρίσκονται στον ένα μήνα ωρίμανσης.

**Πίνακας 21:** Λιπαρά οξέα % δείγματος κεφαλογραβιέρας πρώτου μήνα ωρίμανσης

Δείγμα 5	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	3,43	3,20	4,40	4,02
C6:0	9,857	1,45	1,41	1,58	1,53
C8:0	13,358	1,93	1,85	2,04	2,00
C10:0	16,754	7,30	6,96	7,50	7,38
C12:0	20,208	4,72	4,60	4,74	4,71
C14:0	25,171	13,40	13,42	13,30	13,36
C15:0	28,115	1,50	1,51	1,50	1,51
C16:0	32,831	30,06	30,99	30,02	30,38
C16:1	33,367	1,74	1,81	1,68	1,69
C18:0	42,824	7,56	8,75	7,57	7,51
C18:1ω-9	43,797	12,91	11,53	12,71	12,74
C18:2ω-6	45,774	2,89	2,96	2,82	2,86
C18:3ω-3	49,132	1,16	1,23	1,11	1,12
CLA	50,420	1,94	1,77	1,03	1,18

### 5.2.6 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων στην κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης

Στον πίνακα 22 παρατίθενται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα της κεφαλογραβιέρας που βρίσκονται στον τρίτο μήνα ωρίμανσης.

**Πίνακας 22:** Λιπαρά οξέα % δείγματος κεφαλογραβιέρας τρίτου μήνα ωρίμανσης

Δείγμα 6	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	5,81	5,11	3,97	3,66
C6:0	9,857	1,77	1,77	1,75	1,71
C8:0	13,358	2,6	2,62	2,61	2,6
C10:0	16,754	10,11	10,28	10,25	10,32
C12:0	20,208	6,62	6,73	6,76	6,86
C14:0	25,171	14,83	15,06	15,27	15,45
C15:0	28,115	1,52	1,54	1,3	1,37
C16:0	32,831	29,78	30,34	31,11	31,17
C16:1	33,367	2,03	2,03	2,16	2,17
C18:0	42,824	4,95	4,95	4,8	4,79
C18:1ω-9	43,797	7,03	6,54	6,88	6,83
C18:2ω-6	45,774	3,08	3,07	3,04	3
C18:3ω-3	49,132	1,2	1,23	1,3	1,29
CLA	50,420	1,58	1,62	1,71	1,7



### 5.2.7 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων της μυζήθρας

Στον πίνακα 23 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των κυριότερων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν και προσδιορίστηκαν με βάση τις κορυφές των χρωματογραφημάτων στα δείγματα του τελικού προϊόντος της μυζήθρας.

**Πίνακας 23:** Λιπαρά οξέα % δείγματος μυζήθρας

Δείγμα 7	Retention Time	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέτρηση 4
C4:0	6,829	7,63	5,46	14,75	14,34
C6:0	9,857	2,44	2,32	1,71	1,67
C8:0	13,358	3,39	3,14	2,32	2,29
C10:0	16,754	12,59	11,55	9,04	8,92
C12:0	20,208	7,35	7,42	6,11	5,98
C14:0	25,171	3,99	3,84	3,37	4,11
C15:0	28,115	0,31	0,29	0,31	0,31
C16:0	32,831	45,04	38,05	35,38	34,09
C16:1	33,367	2,26	2,19	1,88	1,88
C18:0	42,824	7,57	6,05	5,98	6,37
C18:1ω-9	43,797	7,75	8,63	6,50	7,82
C18:2ω-6	45,774	3,33	3,99	4,16	3,74
C18:3ω-3	49,132	1,83	1,73	1,68	1,60
CLA	50,420	2,63	1,92	1,96	1,95

## 6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Ακολουθεί στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του της διακύμανσης ενός παράγοντα σύμφωνα με τον έλεγχο ανάλυσης διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA, έλεγχος Tukey) (Παράρτημα Β) και έλεγχο προϋποθέσεων για την εφαρμογή της ANOVA.

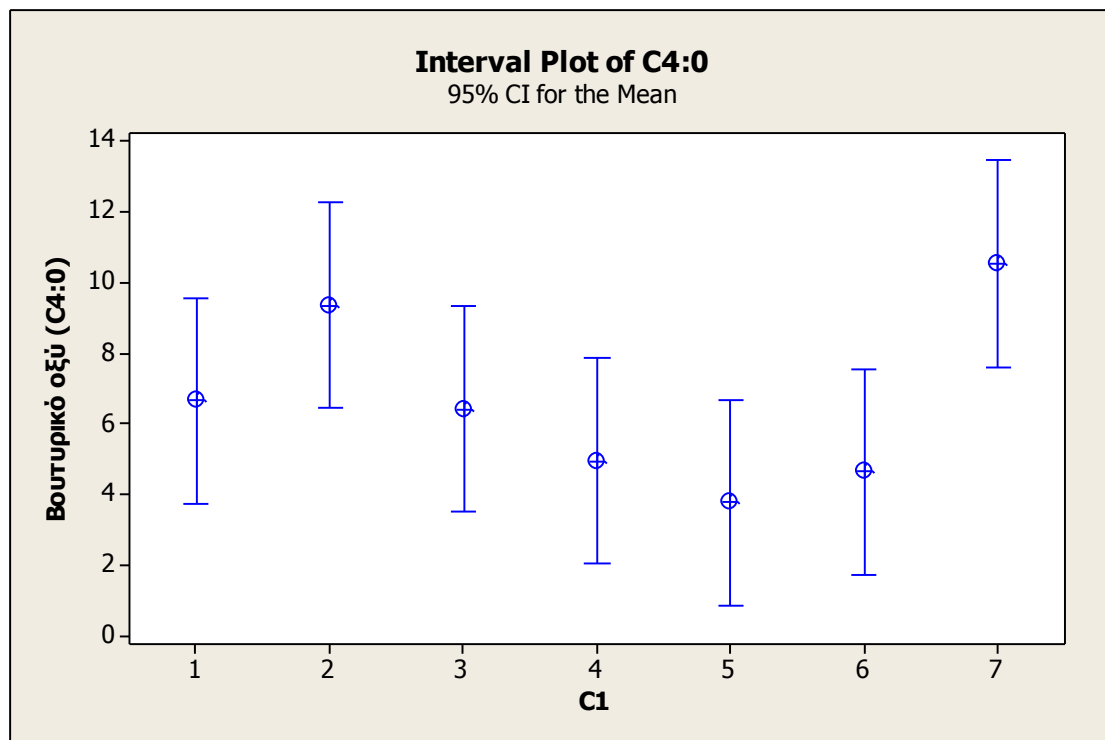
**Πίνακας 24:** Λιπαρά οξέα που εξετάστηκαν κατά την παρασκευή της Κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας.

Λιπαρά Οξέα	
C4:0	Βουτυρικό οξύ
C6:0	Καπροϊκό οξύ
C8:0	Καπρυλικό οξύ
C10:0	Καπρικό οξύ
C12:0	Λαουρικό οξύ
C14:0	Μυριστικό οξύ
C15:0	Δεκαπεντανοϊκό οξύ
C16:0	Παλμιτικό οξύ
C16:1	Παλμιτελαϊκό οξύ
C18:0	Στεατικό οξύ
C18:1 $\omega$ -9	Ελαϊκό οξύ
C18:2 $\omega$ -6	Λινελαϊκό οξύ
C18:3 $\omega$ -3	Λινολενικό οξύ
CLA	Συζευγμένο Λινολεϊκό οξύ

Στα παρακάτω γραφήματα που θα παρουσιαστούν ορίζονται τα εξής σημεία δειγματοληψίας:

1. Αιγοπρόβειο γάλα
2. Τυρομάζα της Κεφαλογραβιέρας
3. Τυρόγαλο
4. Τυρομάζα της Μυζήθρας
5. Κεφαλογραβιέρα 1 μήνα ωρίμανσης
6. Κεφαλογραβιέρα 3 μηνών ωρίμανσης
7. Μυζήθρα

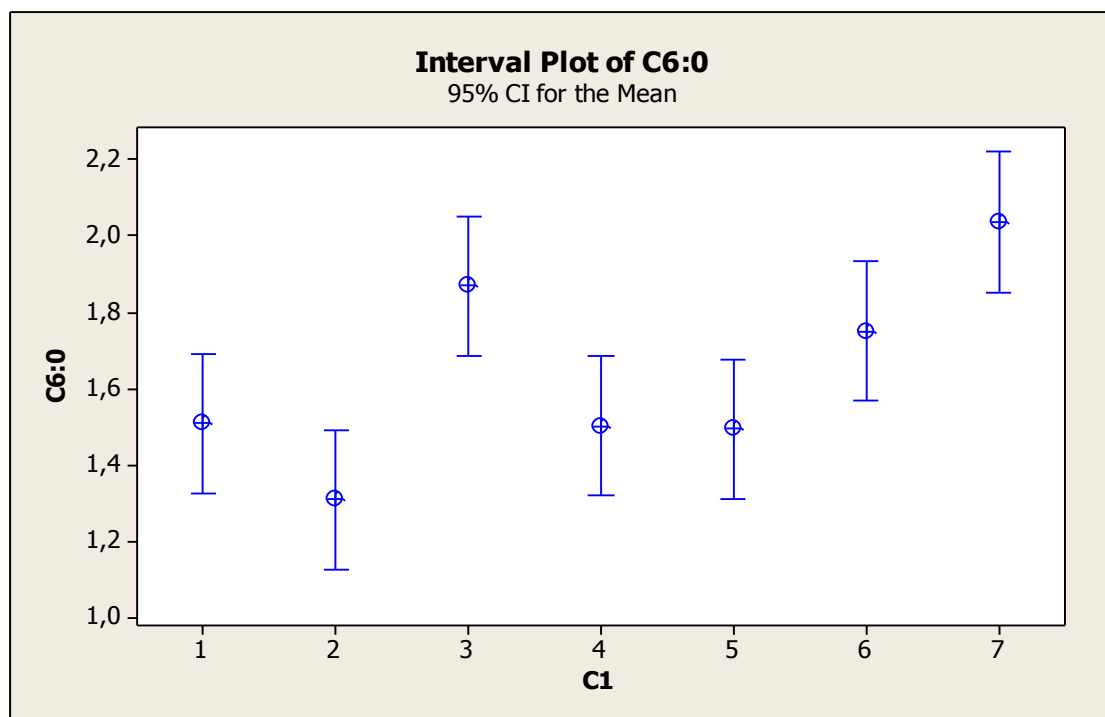
### Βουτυρικό Οξύ (C4:0)



**Γράφημα 3:** Μεταβολή της σύστασης του C4:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε βουτυρικό οξύ (C4:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P= 0,022 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε βουτυρικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας) και 7 (μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα 4 (τυρομάζα μυζήθρας), 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης), 1 (αγοπρόβειο γάλα) και 3 (Τυρόγαλο).

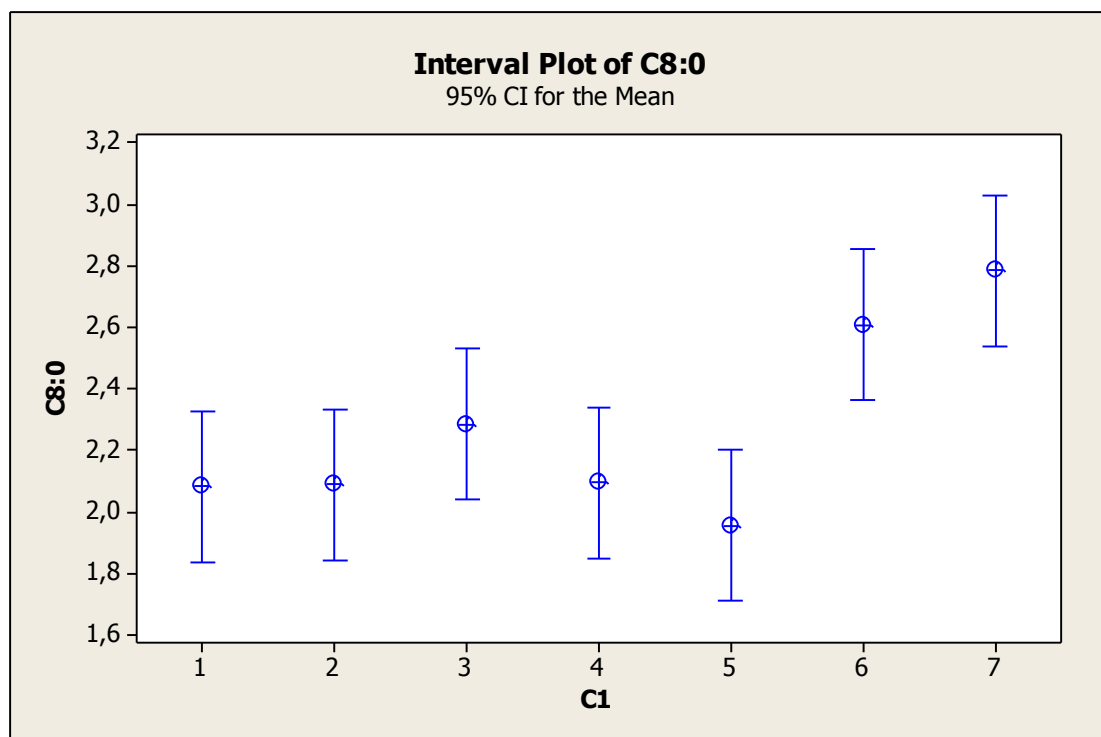
## Καπροϊκό οξύ (C6:0)



**Γράφημα 4:** Μεταβολή της σύστασης του C6:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε καπροϊκό οξύ (C6:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε καπροϊκό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 3 (τυρόγαλο) και 7 (μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας). Τα δείγματα 1 (αιγοπρόβειο γάλα), 4 (τυρομάζα μυζήθρας) και 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, όπως επίσης και τα δείγματα 3 (Τυρόγαλο) και 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης) δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

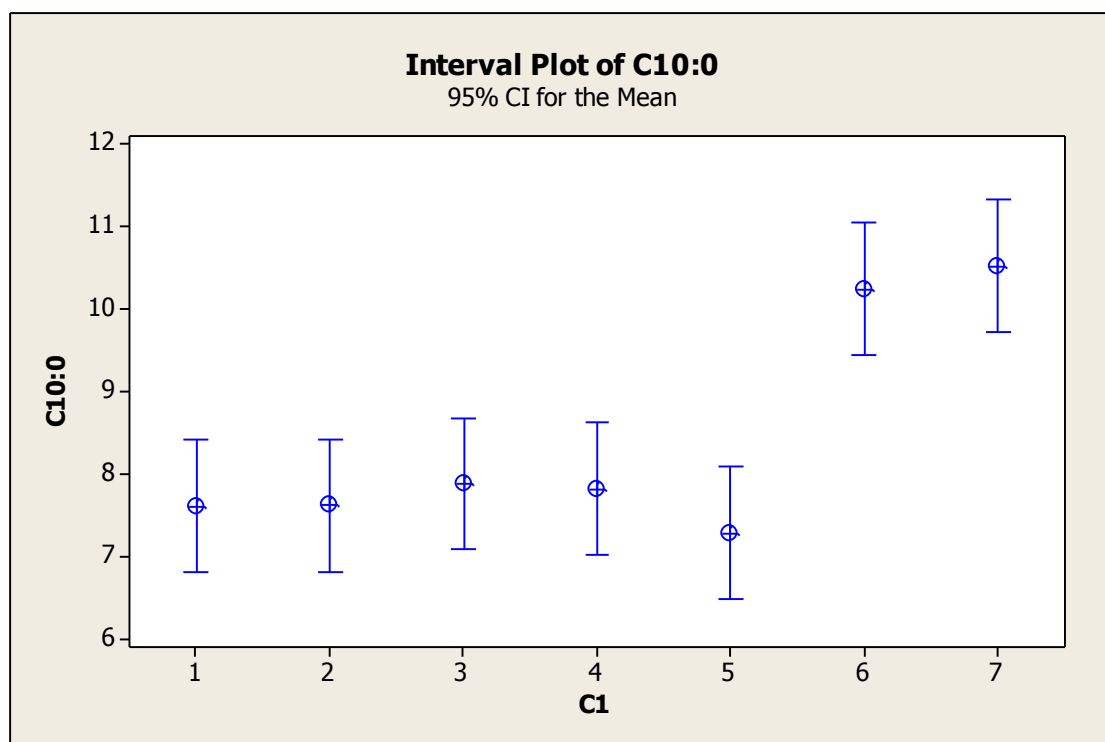
## Καρυλικό οξύ(C8:0)



**Γράφημα 5:** Μεταβολή της σύστασης του C8:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε καρυλικό οξύ (C8:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P= 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε καρυλικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης) και 7(μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης). Τα δείγματα 2(τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας) , 4(τυρομάζα μυζήθρας), 3(Τυρόγαλο) και 1 (αιγοπρόβειο γάλα) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

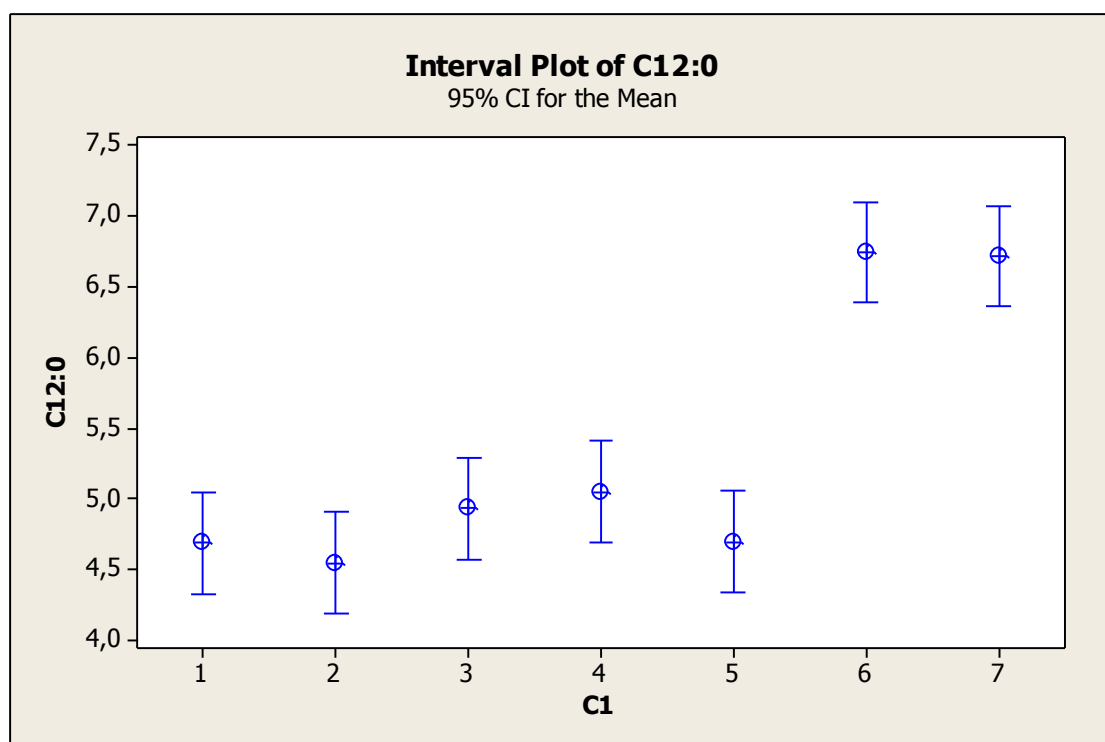
## Καπρυκό οξύ (C10:0)



**Γράφημα 6:** Μεταβολή της σύστασης του C10:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε καπρυκό οξύ (C10:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε καπρυκό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης) και 7 (μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα 4 (τυρομάζα μυζήθρας), 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας), 1 (αιγοπρόβειο γάλα) και 3 (Τυρόγαλο).

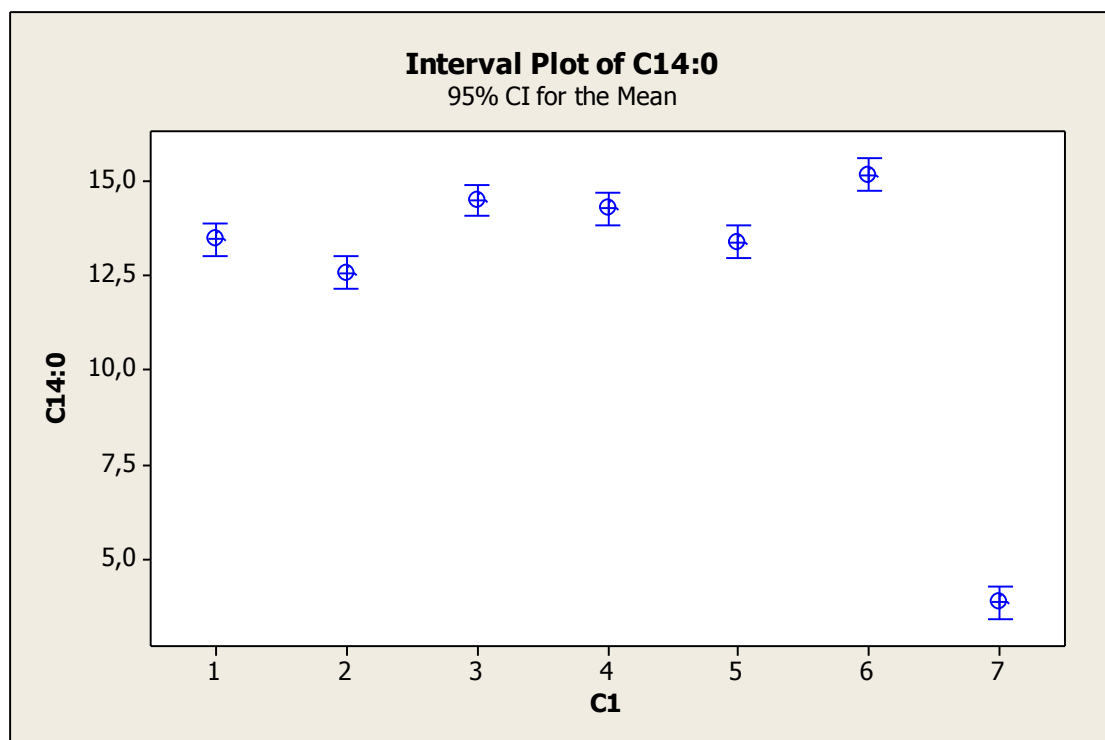
## Λαουρικό οξύ (C12:0)



**Γράφημα 7:** Μεταβολή της σύστασης του C12:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε λαουρικό οξύ (C12:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε λαουρικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης) και 7 (μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 2 (τυρομάζα κεφαλογραβιέρας) το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα 1 (αγοπρόβειο γάλα), 3 (Τυρόγαλο), 4 (τυρομάζα μυζήθρας), 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης).

## Μυριστικό οξύ (C14:0)

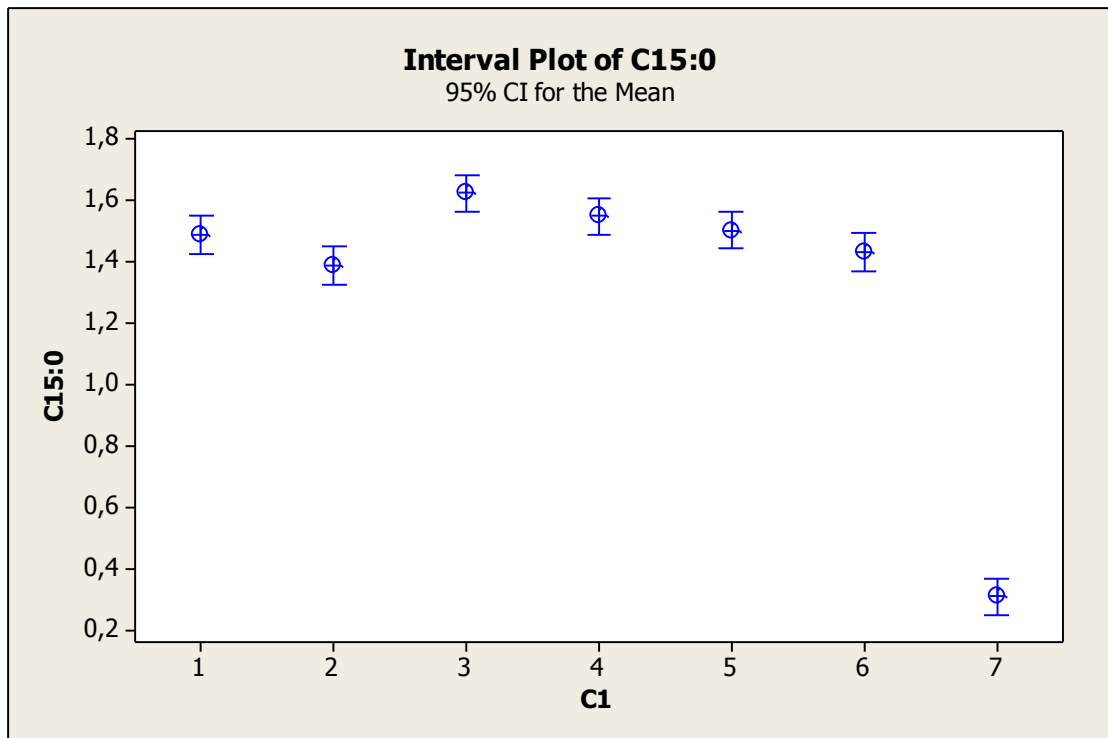


**Γράφημα 8:** Μεταβολή της σύστασης του C14:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων τυροκόμησης σε μυριστικό οξύ (C14:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε μυριστικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στο δείγμα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης), ενώ τη μικρότερη στο δείγμα 7 (μυζήθρα). Τα δείγματα 3 (τυρόγαλο) και 4 (τυρομάζα της μυζήθρας) δεν παρουσιάζουν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, όπως επίσης και τα δείγματα 1 (αιγοπρόβειο γάλα) και 5 (ενός μήνα ωρίμανσης κεφαλογραβιέρα).



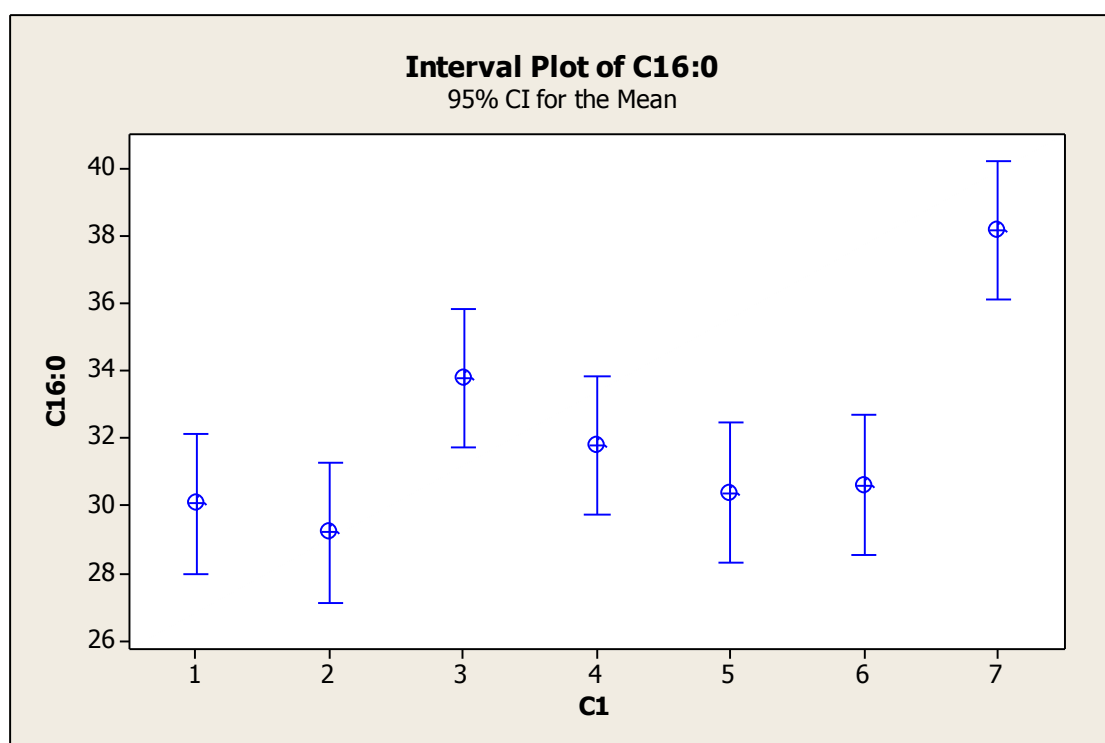
## Δεκαπεντανοϊκό οξύ (C15:0)



**Γράφημα 9:** Μεταβολή της σύστασης του C15:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε δεκαπεντανοϊκό οξύ (C15:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε δεκαπεντανοϊκό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγμα 3 (τυρόγαλο), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 7 (μυζήθρα). Τα δείγματα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης), 1 (αιγοπρόβειο γάλα) και 4 (τυρομάζα μυζήθρας) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Επίσης, τα δείγματα 5 και 1 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και με το 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης).

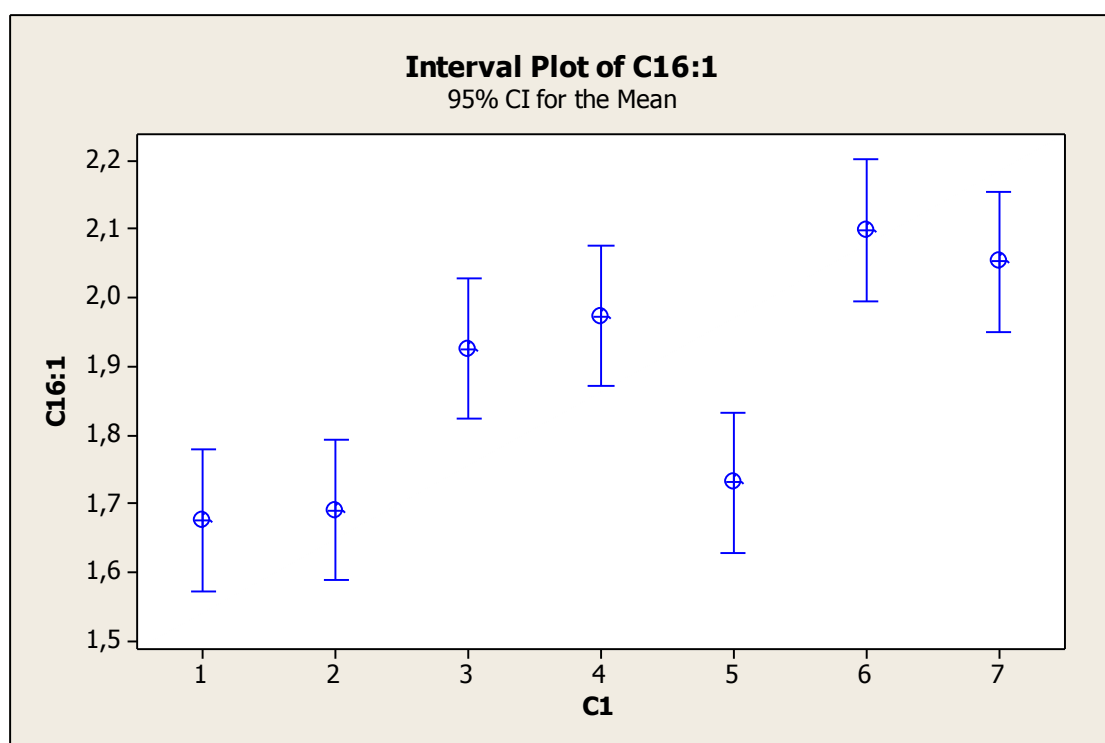
## Παλμιτικό οξύ (C16:0)



**Γράφημα 10:** Μεταβολή της σύστασης του C16:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε παλμιτικό οξύ (C16:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε παλμιτικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγμα 7 (μυζήθρα), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 2 (τυρομάζα κεφαλογραβιέρας). Τα δείγματα 1 (αγοπρόβειο γάλα), 4 (τυρομάζα της μυζήθρας), 5 κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης), 6(κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης).

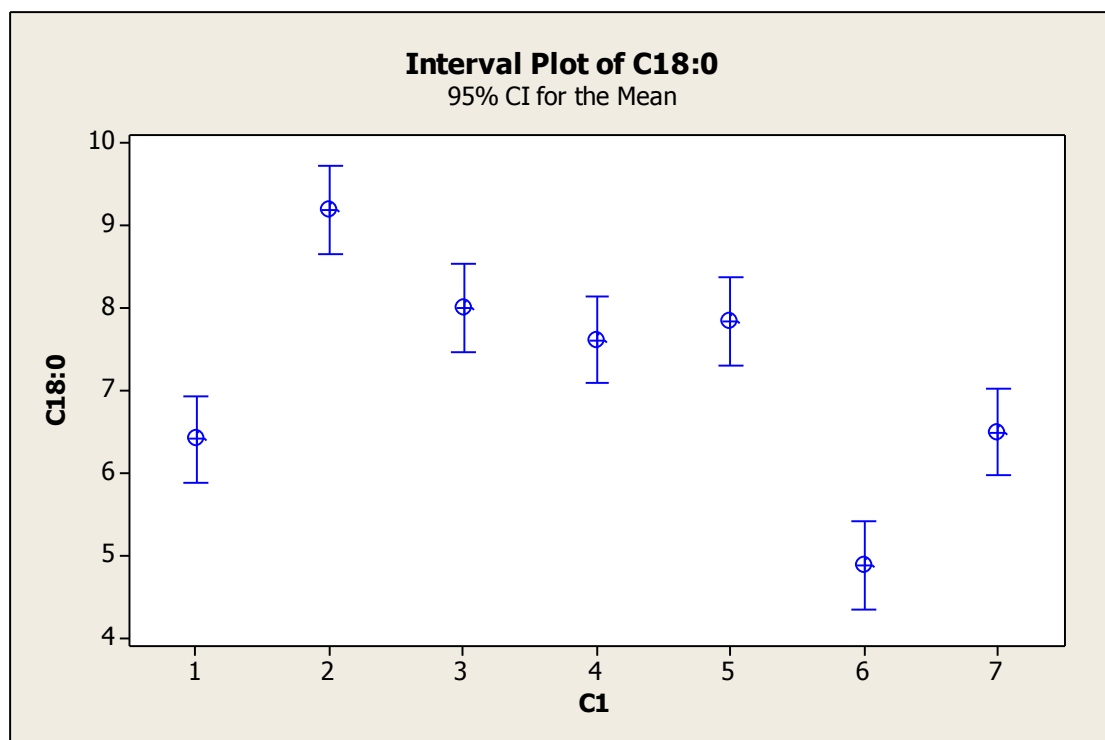
## Παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1)



**Γράφημα 11:** Μεταβολή της σύστασης του C16:1 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων τυροκόμησης σε παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε παλμιτελαϊκό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης) και 7 (μυζήθρα), ενώ δεν διαφέρουν στατιστικά και με το δείγμα 4 (τυρομάζα μυζήθρας). Η μικρότερη συγκέντρωση ανευρέθηκε στο δείγμα 1 (αιγοπρόβειο γάλα) το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας), 5 κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) και 3 (Τυρόγαλο). Επίσης τα δείγματα 3 και 4 δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

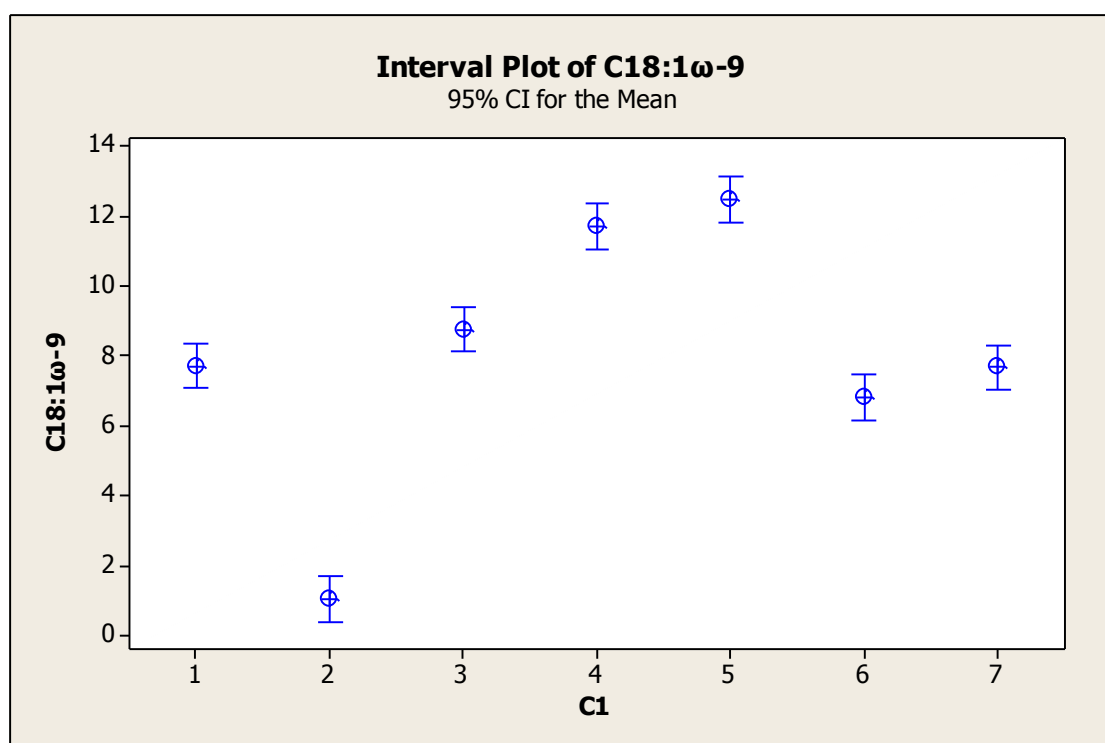
## Στεατικό οξύ (C18:0)



**Γράφημα 12:** Μεταβολή της σύστασης του C18:0 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε στεατικό οξύ (C18:0) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε στεατικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στο δείγμα 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης). Τα δείγματα 3 (τυρόγαλο), 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) και 4 (τυρομάζα της μυζήθρας) δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, ενώ το δείγμα 4 δεν διαφέρει στατιστικά και με το δείγμα 7 (μυζήθρα). Το δείγμα 7 δεν διαφέρει στατιστικά ως προς τη συγκέντρωση σε στεατικό οξύ με το δείγμα 1 (αιγοπρόβειο γάλα).

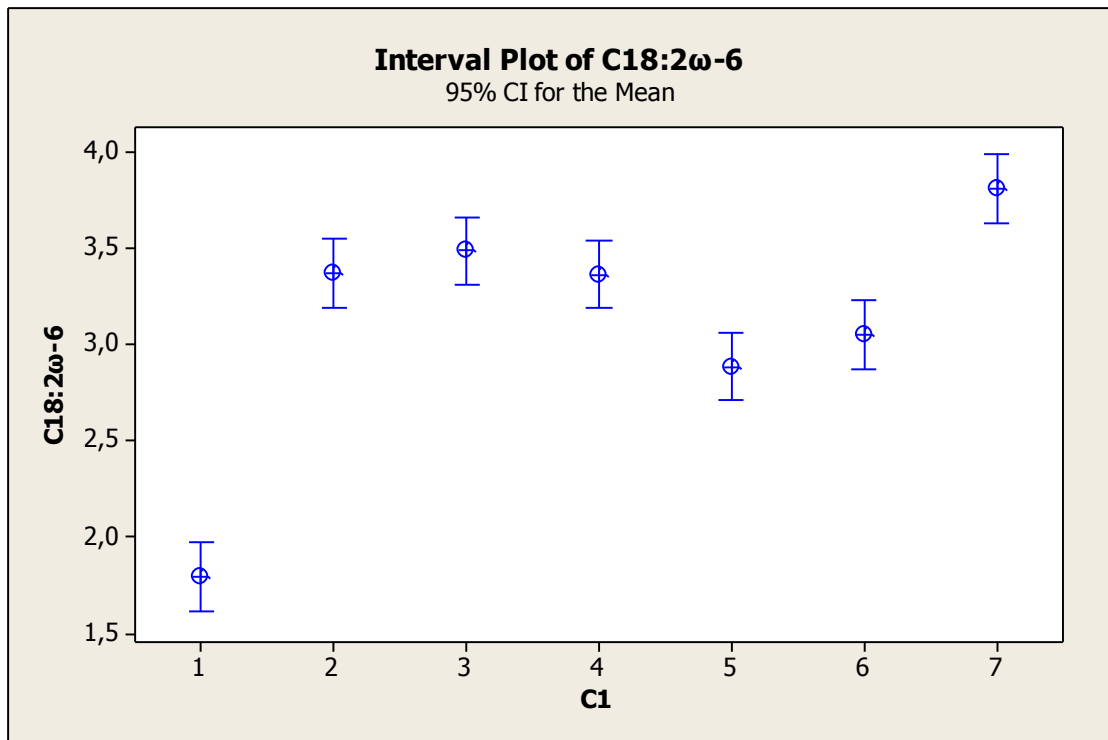
## Ελαϊκό οξύ (C18:1ω-9)



**Γράφημα 13:** Μεταβολή της σύστασης του C18:1ω-9 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε ελαϊκό οξύ (C18:1ω-9) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε ελαϊκό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 4 (τυρομάζα μυζήθρας) και 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης) ενώ η μικρότερη στο δείγμα 2 (τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας). Τα δείγματα 3 (Τυρόγαλο), 1 (αιγοπρόβειο γάλα) και 7 (μυζήθρα), δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Επίσης τα δείγματα 1, 7 δεν διαφέρουν στατιστικά με το δείγμα 6 (κεφαλογραβιέρα 3 μηνών ωρίμανσης) ως προς τη συγκέντρωση σε ελαϊκό οξύ.

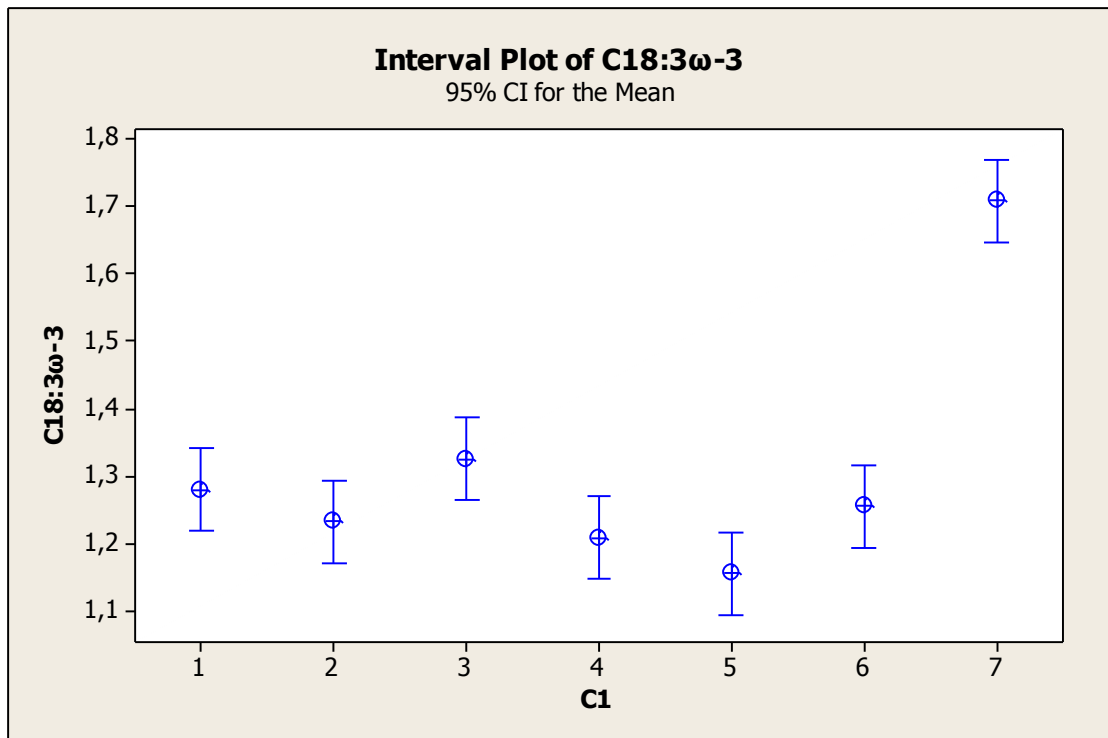
## Λινελαϊκό οξύ (C18:2ω-6)



**Γράφημα 14:** Μεταβολή της σύστασης του C18:2ω-6 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων σε λινελαϊκό οξύ C18:2ω-6 ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P= 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε λινελαϊκό οξύ. Παρατηρήθηκε λοιπόν, ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγματα 7 (μυζήθρα), το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά με το δείγμα 3 (τυρόγαλο). Τα δείγματα 3(Τυρόγαλο) , 2(τυρομάζα κεφαλογραβιέρας) και 4 (τυρομάζα μυζήθρας) δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, ενώ τα 2 και 4 δεν διαφέρουν με το δείγμα 6(κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης). ως προς τη συγκέντρωση του λινελαϊκού οξέως δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους τα δείγματα 6 και 5(κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης). Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στο δείγμα 1 (αιγοπρόβειο γάλα).

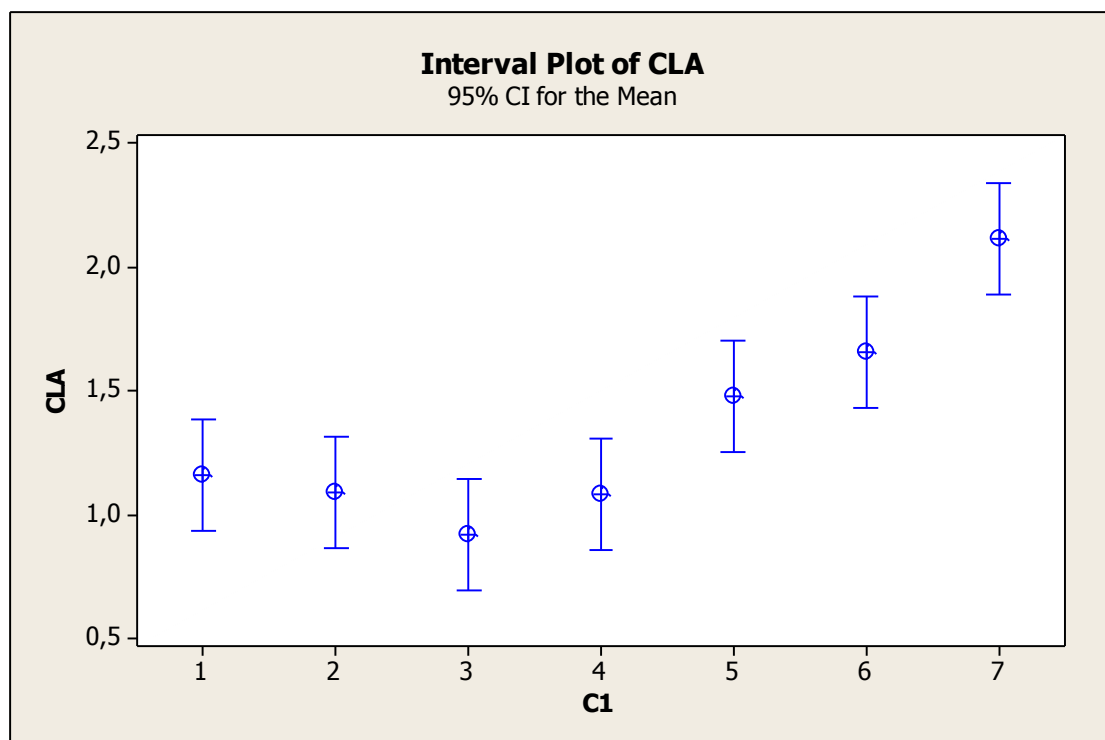
## Λινολενικό οξύ (C18:3ω-3)



**Γράφημα 15:** Μεταβολή της σύστασης του C18:3ω-3 σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων τυροκόμησης σε λινολενικό οξύ (C18:3ω-3) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P = 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε λινολενικό οξύ. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα δείγμα της μυζήθρας (7), ενώ η μικρότερη στο δείγμα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης). Τα δείγματα 3 (τυρόγαλο), 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης), 2 ( τυρομάζα κεφαλογραβιέρας), 4 (τυρομάζα μυζήθρας) και 1 (αιγοπρόβειο γάλα) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

## Συζευγμένο λινολενικό οξύ (CLA)



**Γράφημα 16:** Μεταβολή της σύστασης του CLA σε σχέση με τα στάδια επεξεργασίας.

Η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα ως προς την σύσταση των δειγμάτων τυροκόμησης σε συζευγμένο λινολενικό οξύ (CLA) ανάλογα με το κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της Μυζήθρας και με βάση τον έλεγχο Tukey (Παράρτημα Β), έδειξε ισχυρή στατιστική διαφορά, καθώς,  $P= 0,0001 < 0,05$ . Διαπιστώνετε ότι οι μέσοι όροι των προς εξέταση δειγμάτων διαφέρουν μεταξύ του ως προς τη συγκέντρωση σε CLA. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα 7 (μυζήθρα), ενώ δεν διαφέρει στατιστικά σημαντική διαφορά με το δείγμα 6 (κεφαλογραβιέρα τριών μηνών ωρίμανσης). Ενώ το δείγμα 6 δεν διαφέρει στατιστικά ως προς τη συγκέντρωση σε CLA με τα δείγματα 5 (κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης). Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στο δείγμα 3 (τυρόγαλο), το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα 2 (τυρομάζα κεφαλογραβιέρας) και 4 (τυρομάζα μυζήθρας).



## Ανάλυση των Αποτελεσμάτων

Στην παρούσα εργασία έγινε μελέτη της μεταβολής του λίπους και της σύστασής του σε λιπαρά οξέα σε δείγματα που ελήφθησαν κατά την τυροκόμηση κεφαλογραβιέρας Ηπείρου και μυζήθρας. Τα δείγματα προέρχονται από επιλεγμένα στάδια παρασκευής της κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας που παράχθηκε σε τυροκομική μονάδα του νομού Ιωαννίνων και καλύπτουν όλη τη διαδικασία παραγωγής από γάλα ως τα τελικά προϊόντα. Οι παρατηρούμενες μεταβολές στη σύσταση των λιπαρών οξέων που θα αναλυθούν παρακάτω οφείλονται στην τυροκομική επεξεργασία των δύο προϊόντων.

Το λιπαρό οξύ που βρίσκεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε όλα τα δείγματα και δε μεταβάλλεται καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας είναι το παλμιτικό οξύ (C16:0) το οποίο σε σχέση με τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα βρίσκεται στην υψηλότερη συγκέντρωση περίπου 31% σε όλα τα δείγματα, με εξαίρεση την μυζήθρα που το ποσοστό της ανέρχεται έως και το 38%. Συγκεκριμένα στο γάλα, στη τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, στο τυρόγαλο, στην τυρομάζα της μυζήθρας και στην κεφαλογραβιέρα 1 και 3 μηνών ωρίμανσης η συγκέντρωση του παλμιτικού οξέως είναι 30,04%, 29,18%, 33,76%, 31,77%, 30,36% και 30,06% αντίστοιχα. Σε αντίθεση με τη μυζήθρα που το ποσοστό του συγκεκριμένου λιπαρού οξέως ανέρχεται στο 38,14%

Κάτι ανάλογο συμβαίνει στο μυριστικό οξύ (C14:0) μόνο που σε αυτήν την περίπτωση είναι ακριβώς αντίθετη μεταβολή των λιπαρών οξέων. Συγκεκριμένα παρατηρείται μία σταθερότητα μεταξύ των δειγμάτων του γάλακτος, της τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας και της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης ως προς τη συγκέντρωση του μυριστικού οξέως, 13,43%, 12,56%, 14,46%, 14,24%, 13,37%, 15,15% αντίστοιχα, σε αντίθεση με το τελικό προϊόν της μυζήθρας που η συγκέντρωση του πέφτει ραγδαία σε ποσοστό 3,38%.

Στην περίπτωση του ελαϊκό οξύ (C18:1ω-9) παρατηρείται μια διακύμανση ως προς τη συγκέντρωση του στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας, όπου το ποσοστό του εκάστοτε δείγμα είναι 7,72%, 11,43%, 8,76%, 11,72%, 12,47%, 6,82%, 7,67% αντίστοιχα .

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στην περίπτωση του στεατικού οξέος (C18:0) όπου η συγκέντρωση του λιπαρού οξέος στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας είναι 6,41%, 9,19%, 8%, 7,62%, 7,85%, 4,87%, 6,49%.

Τα λιπαρά οξέα με την παρατηρούμενη μεγαλύτερη σταθερότητα ως προς τη συγκέντρωση είναι τα Καπροϊκό, Λαουρικό, Λινελαϊκό, Παλμιτελαϊκό, CLA (Συζευγμένο Λινολεϊκό οξύ), Καπρυλικό, λινολενικό, λινελαϊκό, Δεκαπεντανοϊκό, των οποίων η συγκέντρωση παραμένει σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα το Καπροϊκό οξύ στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,51%, 1,31%, 1,87%, 1,5%, 1,49%, 1,75%, 2,04% αντίστοιχα. Το Λαουρικό οξύ (C12:0) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 4,69%, 4,55%, 4,93%, 5,05%, 4,69%, 6,74%, 6,72% αντίστοιχα. Το Καπρυλικό οξύ (C8:0) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 2,08%, 2,09%, 2,29%, 2,1%, 1,96%, 2,61%, 2,79% αντίστοιχα. Το Δεκαπεντανοϊκό οξύ (C15:0) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,49%, 1,39%, 1,63%, 1,55%, 1,50%, 1,43%, αντίστοιχα σε αντίθεση με το τελικό προϊόν της μυζήθρας που η συγκέντρωση του πέφτει ραγδαία σε ποσοστό 0,31%. Το Παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,68%, 1,69%, 1,93%, 1,98%, 1,73%, 2,1%, 2,05% αντίστοιχα. Το λινελαϊκό οξύ (C18:2ω-6) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,79%, 3,37%, 3,48%, 3,36%, 2,88%, 3,05%, 3,81% αντίστοιχα.

Το λινολενικό οξύ (C18:3ω-3) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,28%, 1,24%, 1,33%, 1,21%, 1,16%, 1,26%, 2,12% αντίστοιχα. Το CLA (Συζευγμένο Λινολεϊκό οξύ) στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας βρίσκεται σε συγκέντρωση 1,16%, 1,09%, 0,92%, 1,08%, 1,48%, 1,65%, 2,12% αντίστοιχα.

Το καπρικό οξύ (C10:0) στην διάρκεια της τυροκόμησης ακολουθεί μία σταθερή πορεία, ενώ παρατηρείται μεγάλη αύξηση στα τελικά προϊόντα. Συγκεκριμένα παρατηρείται μία σταθερότητα μεταξύ των δειγμάτων του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας και της κεφαλογραβιέρας 1 μήνα ωρίμανσης ως προς τη συγκέντρωση του δεκανοϊκού οξέως, 7,61%, 7,62%, 7,88%, 7,88%, 7,28%, 15,15% αντίστοιχα, ενώ τα τελικά προϊόντα της μυζήθρας και της κεφαλογραβιέρας 3 μηνών η συγκέντρωση αυξάνεται σε ποσοστό 10,24% και 10,53% αντίστοιχα.

Στην περίπτωση του βουτυρικού οξέος παρατηρείται μια διακύμανση ως προς τη συγκέντρωση του στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας, όπου το ποσοστό του εκάστοτε δείγμα είναι 6,66%, 9,37%, 6,43%, 4,95%, 3,76%, 4,64%, 10,55% αντίστοιχα

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετήθηκε η μεταβολή της συγκέντρωσης του λίπους, καθώς και η μεταβολή της σύστασης σε λιπαρά οξέα σε όλα τα στάδια της τυροκόμησης των τυριών Κεφαλογραβιέρα Ηπείρου και Μυζήθρα και τα δύο προερχόμενα από την ίδια πρώτη ύλη το πρόβειο γάλα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μία σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του λίπους σε όλα τα στάδια παραγωγής της Κεφαλογραβιέρας καθώς και της Μυζήθρας. Ενώ η συγκέντρωση του αιγοπρόβειου γάλακτος που αποτελεί την πρώτη ύλη βρέθηκε σε ποσοστό 6 %, στα δείγματα της Κεφαλογραβιέρας η αρχική συγκέντρωση της τυρομάζας αυξήθηκε στο 17,5% η οποία αποδίδεται στην αποβολή του τυρογάλακτος από το πήγμα και κατά κύριο λόγο στην αποβολή του τυρογάλακτος από το τυρόπηγμα. Εν συνεχεία αποτυπώνεται μία συνεχής αύξηση της περιεκτικότητας των τυριών σε λίπος, κατά την ωρίμανσή τους, συγκεκριμένα στον πρώτο μήνα της ωρίμανσης της Κεφαλογραβιέρας η συγκέντρωση του λίπους ανέρχεται σε ποσοστό 24,5% και στον τρίτο μήνα της ωρίμανσης που πλέον το προϊόν διατίθεται για κατανάλωση σε ποσοστό 27,5%, γεγονός που οφείλετε στη συνεχή αύξηση της ξηρής ουσίας που επέρχεται με την απομάκρυνση της υγρασίας. Το τυρόγαλα που απομακρύνεται από το τυρόπηγμα και που με την απομάκρυνσή του οδηγεί σε αύξηση της λιποπεριεκτικότητας της απομένουσας τυρομάζας της κεφαλογραβιέρας βρίσκεται σε λιποπεριεκτικότητα 3,1%. Η εκμετάλλευση του τυρογάλακτος για την παραγωγή μυζήθρας οδήγησε σε μελέτη για την έρευνα της σύστασής του καθώς και τη σύσταση του παραγόμενου από αυτό προϊόντος. Έτσι λοιπόν διαπιστώθηκε ότι η τυρομάζα της μυζήθρας βρίσκεται σε ποσοστό 19,5% και με την απομάκρυνση της υγρασίας η συγκέντρωση του λίπους στο τελικό προϊόν της μυζήθρας ανέρχεται σε ποσοστό 44,5%.

Η σύσταση (%) του λίπους στα λιπαρά οξέα τα οποία ανιχνεύθηκαν με αέριο χρωματογραφία, για κάθε στάδιο παρασκευής της Κεφαλογραβιέρας και της μυζήθρας, έδειξε μια διακύμανση άλλοτε σε μικρότερο βαθμό και άλλοτε σε μεγαλύτερο και με τάσεις αύξησης ή μείωσης, ανάλογα με το εξεταζόμενο κάθε φορά λιπαρό οξύ και το στάδιο παραγωγής των προϊόντων. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν ισχυρή ένδειξη πως το λίπος του τυρογάλακτος που κατόπιν παρασκευάζεται η μυζήθρα επηρεάζει την συγκέντρωση των προϊόντων ως προς τα λιπαρά οξέα.

Το παλμιτικό οξύ είναι το λιπαρό οξύ που βρίσκεται στη μεγαλύτερη σε όλα τα δείγματα, το αμέσως επόμενο σε λιγότερη συγκέντρωση λιπαρό οξύ είναι το μυριστικό οξύ. Το ελαϊκό οξύ βρίσκεται σε σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε αρκετά από τα δείγματα της παραγωγικής διαδικασίας.

Παρατηρώντας την πορεία του παλμιτικού οξέως σε όλη την παραγωγική διαδικασία διαπιστώνουμε ότι βρίσκεται σε μικρότερη σύσταση στην τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας (29,18%) απ' ότι στο τυρόγαλο (33,76%) γεγονός που αποτελεί ένδειξη πως με τη διαίρεση του τυροπήγματος από το τυρόγαλο ένα μεγάλο ποσοστό λιπαρών οξέων περνάει στο τυρόγαλο, γεγονός που επεξηγεί και το γεγονός ότι το παλμιτικό οξύ βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στην μυζήθρα(38,14%) απ' ότι στο τρίμηνης ωρίμανσης κεφαλογραβιέρας (30,06%).

Αντίθετο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε στην περίπτωση του μυριστικού οξέως όπου ενώ η συγκέντρωση του στο τυρόγαλο είναι πιο αυξημένη (14,46%) από ότι στην τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας (12,56%) και παρατηρώντας την πορεία του στην διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας παρατηρούμε ότι καταλήγει σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο τελικό προϊόν της κεφαλογραβιέρας (15,15%) απ' ότι στο προϊόν τυρογάλακτος τη μυζήθρα όπου η συγκέντρωση του μυριστικού οξέως πέφτει στο 3,38%.

Το ελαϊκό οξύ παρατηρήθηκε ότι περνάει σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στα προϊόντα της κεφαλογραβιέρας, με εξαίρεση το τελικό προϊόν όπου η συγκέντρωση πέφτει κατακόρυφα, ενώ στο τυρόγαλο η συγκέντρωση του ελαϊκού οξέως είναι μικρότερη, με μία μικρή πτώση του τελικού προϊόντος, συγκεκριμένα η πορεία του ελαϊκού οξέως στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 και 3 μηνών ωρίμανσης και της μυζήθρας, βρίσκετε σε ποσοστό για το εκάστοτε δείγμα 7,72%, 11,43%, 8,76%, 11,72%, 12,47%, 6,82%, 7,67% αντίστοιχα.

Η επίδραση της ωρίμανσης και της υδρόλυσης του λίπους διαπιστώνεται έντονα στο καπρικό και το λαουρικό όπου βλέπουμε αύξηση της συγκέντρωσή τους στο τελικό προϊόν τριών μηνών ωρίμανσης της κεφαλογραβιέρας. Συγκεκριμένα Το καπρικό οξύ στην διάρκεια της τυροκόμησης ακολουθεί μία σταθερή πορεία, ενώ παρατηρείται μεγάλη αύξηση στα τελικά προϊόντα. Συγκεκριμένα παρατηρείται μία σταθερότητα μεταξύ των δειγμάτων του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας ως προς τη συγκέντρωση του δεκανοϊκού οξέως, 7,61%, 7,62%, 7,88%, 7,88%, 7,28%

αντίστοιχα. Εστιάζοντας στην ωρίμανση των τυριών διαπιστώνουμε ότι η κεφαλογραβιέρα ενός μήνα ωρίμανσης η συγκέντρωση του καπρυκού οξέως είναι 15,15%, ενώ τα τελικά προϊόντα της μυζήθρας και της κεφαλογραβιέρας 3 μηνών η συγκέντρωση αυξάνεται σε ποσοστό 10,24% και 10,53% αντίστοιχα.

Αντίστοιχη συμπεριφορά έχει το λαουρικό οξύ στα δείγματα του γάλακτος, της τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας, του τυρογάλακτος, της τυρομάζας της μυζήθρας, της κεφαλογραβιέρας 1 μήνα ωρίμανσης όπου η συγκέντρωση παραμένει σταθερή σε ποσοστό για κάθε δείγμα 4,69%, 4,55%, 4,93%, 5,05%, 4,69% αντίστοιχα, με εξαίρεση τα τελικά προϊόντα όπου η τριών μηνών ωρίμανσης κεφαλογραβιέρα και η μυζήθρα βρίσκονται σε συγκέντρωση 6,74%, 6,72%.

Σημαντική διαφορά ως προς τη σύσταση του λίπους των τελικών προϊόντων παρατηρούμε στην περίπτωση του βουτυρικού οξέως όπου στην κεφαλογραβιέρα βρέθηκε σε ποσοστό 4,64% ενώ στη μυζήθρα σε ποσοστό 10,55%.

## **8. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα**

Μελέτη της λιπόλυσης με τον προσδιορισμό των ελευθέρων λιπαρών οξέων

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arnold, R.G., Shahani, K.M. & Durivedi, B.K. (1974). Application of lipolytic enzymes to flavour development in dairy products. *J. Dairy Sci.* **58**:1127-1143.
- Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P., (2004). *Χημεία Τροφίμων*, 3<sup>rd</sup> edition, Τζιόλας, Θεσσαλονίκη.
- Bhownik, T. & Marth, E.H. (1990). Esterases of *Micrococcus* and *Pediococcus* species in cheese ripening: a review. *Journal of Dairy Science*, **73**, 879-886.
- Bosset, J.O., Gauch, R., (1993). Comparison of the volatile flavour compounds of six European 'AOC' cheeses by using a new dynamic headspace GC-MS method. *International Dairy Journal*, **3**, 359-377.
- Chick, J.F., Marchesseau, K., & Gripon, J.-C., (1997). Intracellular esterase from *Lactococcus lactis*, *International Dairy Journal*, **13**, 842-866.
- Collins, Y.F., Mc Sweeney, P.L.H. & Wilkinson, M.G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, **13**, 841-866.
- De Jong, C., & Badings, H.T. (1990). Determination of free fatty acids in milk and cheese: Procedures for extraction, clean up and capillary gas chromatographic analysis. *Journal of High Resolution Chromatography*, **13**, 94-98.
- El Soda, M., El-Wahad, H.A., Ezzat, N., Desmazeud, M. J., Ismail, A. (1986). The esterolytic and lipolytic activities of the lactobacilli. *Lait* **66**, 431-443.
- Food Chemicals Codex *III*, (1987). National Academy Press, Washington, D.C.
- Fox, P. F., & Wallace, J. M. (1997). Formation of flavour compounds in cheese. *Advances in Applied Microbiology*, **45**, 17-85.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (2001). "Cheese Rheology and Texture" "Acceleration Ripening" in *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers, Inc, Gaithersburg, pp. 305-309, 328-333.
- Georgala, A., Moschopoulou, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., Kandarakis, I. & Anifantakis, E. (2005). Evolution of lipolysis during the ripening of traditional Feta cheese. *Food Chemistry*, **93**, 73-80.
- Gripon, J.C., Monnet, V., Lamberet G. & Desmazeud M.J. (1991). Microbial enzymes in cheese ripening of traditional Feta cheese. *Food Chemistry*, **93**, 73-80.
- Harper, W.J., (1987). Lipase systems used in the manufacture of hard cheese. II. Selective hydrolysis, *Journal of Dairy Science* **40**: 556-563.



INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1991) Bulletin 265 'Determination of free fatty acids in milk & milk products'.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1994) Bulletin 294 'The use of lipases in cheesemaking'.

Jandal, J. M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk, *Small Rum. Research*, **22**, 177-185.

Jensen, R.G., (1983). Detection and determination of lipase (acyloglycerol hydrolase) activity from various sources. *Lipids* **18**: 650-657.

Khalid, N. M., Marth, E.H. (1990). Lactobacilli-their enzymes and role in ripening and spoilage of cheese: a review. *Journal of Dairy Science*, **73**, 2669

Kim, Ha. J. & Lindsay, R.S. (1991). Contribution of cow, sheep and goat milk to characterizing branched-chain fatty acid and phenolic flavors in varietal cheeses. *J. Dairy Sci.* **74**: 3267-3274.

Kondyli. E., Massouras, T., Katsiari, M.C and Voutsinas , L.P. (2003b). Lypolysis and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial special starter cultures. *Food Chem.* **82**. 203-209.

Mc Sweeney, P.L.H. & Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the productions of flavour compounds in cheeses during ripening. A review. *Lait*, **80**, 293-324.

Moatsou, G., Moschopoulou, E., Georgala, Aik., Zoidou, E., Kandarakis, I., Kaminaridis, S. & Anifantakis, E. (2004). Effect of artisanal liquid rennet from kids and lambs abomasa on the characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry*, **88**, 517-525.

Richardson, G.H.& Nelson, J.H., (1987). Assay and characterization of pregastric esterase. *Journal of Dairy Science* **50**: 1061-1065.

Somcuti, G.A. (1974). Simple method for removal of lipase from Mucor rennet. *J. Dairy Sci.* **57**:591.

VDLUFA, (1985). Methodenbuch Bd VI: Chemische, physicalische und mikrobiologische Untersuchungs – Verfahren für Milch, Milchprodukte und Molkereihilfsstoffe. Darmstadt: VDLUFA-Verlag.

ZAKS, A. & KLIBANOV, A.M. (1988) 'Enzyme catalysis in nonaqueous solvents', *J.Biol.Chem.* **263**:3194-3201.

Kirk, R.S. & Sawyer, R. (1991). *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. 9<sup>th</sup> ed. London: Longman Scientific and Technical. Pp 9-11, 479.

Vamvakaki A., Kandarakis I., Galiotou-Panayotou M., Komaitis M., Papanikolaou S. Production of microbial mass and microbial oil during growth of the mold *Mucor* sp. LGAM 366 on whey, *Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος*, Τεύχος 1, **2009**.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αντωνίου Κ., Τεχνολογία και Έλεγχος Ποιότητας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων, Σελ. 51-53,57, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, **2002**.

Ανυφαντάκης Ε. Μ., Χημεία και Ανάλυση του Γάλακτος, Σελ. 66-68,79-82,190-191, Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς, **1994**.

Ανυφαντάκης Ε. Μ., Τυροκομία, Σελ. 82-94,178-180,230-341,392-393, Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς, **2004**.

Γεωργαλά Α., Καμιναρίδης Σ., Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος Σελ. 56-60, Εκδότης, Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Ελλάδας – Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, **2008**.

Χαβαλέ Ε., Παραγωγή και Ανάλυση του Εξωτερικού Εμπορίου του τυριού φέτα, Γεωπονική σχολή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, **2010**.

Ζαρμπούτης Γ. Β., Γαλακτοκομία, Σελ. 34-35, Εκδόσεις Ίων, Περιστέρι, **1994**.

Ζερφυρίδης Γ. Κ. Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος, Σελ. 38-41, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, **1994**.

Ζερφυρίδης, Γ. Κ., Τυροκομία, Σελ. 208, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, **2001**.

Ζώτου Α., Μελέτη της τεχνολογίας παρασκευής και φυσικοχημικών, μικροβιολογικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών φρέσκου μαλακού τυριού από νοπό, παστεριωμένο και μικροδιηθημένο αγελαδινό γάλα. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, **2009**.

Καμιναρίδης Σ., Μοάτσου Γκόλφω, Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο 2009, Αθήνα, **2009**

Κεχαγιάς Χ., Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων, ΤΕΙ Αθήνας, **1997**

Λιαμπής Ι., Γαλακτοκομία και Τυροκομία, Εκδόσεις Μ. Ι. Σαλιβέρος, Αθήνα, **1989**

Μπίντσης Μ., Παπαδήμας, Φ. Τυρί, Σελ. 66-69,93-101,222-223, Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα, **2008**

Πετρίδης Δ. Εφαρμοσμένη στατιστική με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων, Εκδόσεις Όμηρος, Θεσσαλονίκη, **2000**

Τριανταφύλλου Δ. Ι., Εργαστηριακές Ασκήσεις Βιοχημείας, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, **2001**

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, ΦΕΚ 8/Β/11.1.94, 32/Β/12.1.94, 101/Β/16.2.94

Vamvakaki A., Kandarakis I., Galiotou-Panayotou M., Komaitis M., Papanikolaou S.  
Production of microbial mass and microbial oil during growth of the mold *Mucor* sp.  
LGAM 366 on whey, Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος, Τεύχος 1, **2009**.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**A)** Πίνακες με αναλυτική παρουσίαση της εξαγωγής της περιεκτικότητας σε λίπος όλων των δειγμάτων ξεκινώντας από την πρώτη ύλη το γάλα και καταλήγοντας στα παραγόμενα από αυτό προϊόντα, που στην παρούσα μελέτη είναι η μυζήθρα και η κεφαλογραβιέρα. Ο προσδιορισμός του λίπους έγινε με τις μεθόδους Gerber και van Gulik κατόπιν εκχύλισης με επτάνιο

<b>Δείγμα 1 Αιγοπρόβειο γάλα</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.1</b>	69,7964	70,3995	0,6031	6
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.2</b>	66,4012	66,9811	0,5799	5,80
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.3</b>	78,438	70,01203	0,57403	5,74
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.4</b>	81,9627	82,5663	0,6036	6
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.5</b>	68,7596	69,3492	0,5896	5,90
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 1.6</b>	69,781	70,35503	0,574	5,74

<b>Δείγμα 2 Τυρομάζα της κεφαλογραβιέρας</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.1</b>	81,8983	82,0697	0,1714	17,14
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.2</b>	68,4063	68,5819	0,1756	17,56
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.3</b>	84,7676	84,9399	0,1723	17,23
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.4</b>	75,1906	75,3624	0,1718	17,18
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.5</b>	69,9717	70,1498	0,1779	17,8
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 2.6</b>	81,5068	81,6845	0,1777	17,77

<b>Δείγμα 3 Τυρόγαλα</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.1</b>	81,8983	82,2073	0,309	3,1
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.2</b>	68,4063	68,7036	0,2973	2,97
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.3</b>	84,7676	85,061	0,2934	2,93
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.4</b>	75,1906	75,5007	0,3103	3,1
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.5</b>	69,9617	70,2592	0,2875	2,87
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 3.6</b>	81,5068	81,80056	0,293	2,93

<b>Δείγμα 4 Τυρομάζα της μυζήθρας</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.1</b>	81,8983	82,0927	0,1944	19,44
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.2</b>	68,4063	68,5966	0,1903	19,03
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.3</b>	84,7676	84,9618	0,1942	19,42
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.4</b>	75,1906	75,3877	0,1971	19,71
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.5</b>	69,9617	70,1646	0,1929	19,3
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 4.6</b>	81,5068	81,7046	0,1978	19,8

<b>Δείγμα 5 Κεφαλογραβιέρα στον πρώτο μήνα ωρίμανσης</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 5.1</b>	84,7676	85,0118	0,2442	24,42
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 5.2</b>	75,1906	75,44016	0,24956	24,95
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 5.3</b>	81,9646	82,21053	0,24593	24,6

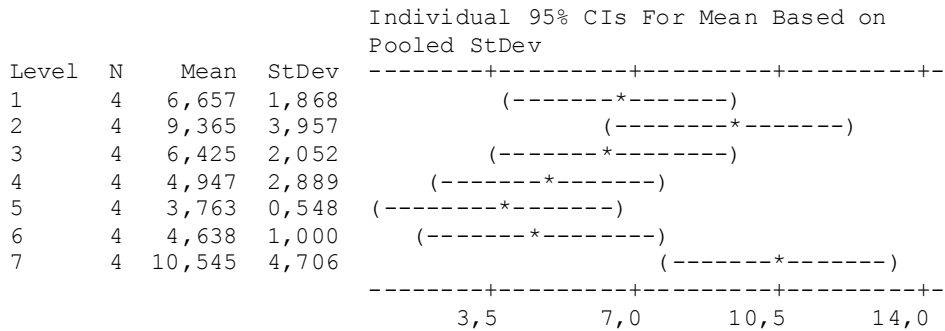
<b>Δείγμα 6 Κεφαλογραβιέρα στους τρεις ωρίμανσης</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 6.1</b>	81,8983	82,1741	0,2758	27,58
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 6.2</b>	68,4063	68,6831	0,2768	27,68
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 6.3</b>	84,7676	85,0263	0,2587	25,87
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 6.4</b>	75,1906	75,4449	0,2543	25,43
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 6.5</b>	69,9617	82,243	0,2784	27,84

<b>Δείγμα 7 Μυζήθρα</b>				
	Βάρος Κενών Φιαλών	Βάρος Φιαλών με Λίπος	Λίπος	Λίπος %
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 7.1</b>	81,8983	82,34045	0,442	44,2
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 7.5</b>	68,4063	68,83795	0,43165	43,16
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 7.3</b>	66,4036	66,8406	0,437	43,7
<b>ΜΕΤΡΗΣΗ 7.4</b>	78,4397	78,8722	0,433	43,3

## B) One-way ANOVA: C4:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	151,49	25,25	3,20	0,022
Error	21	165,44	7,88		
Total	27	316,93			

S = 2,807    R-Sq = 47,80%    R-Sq(adj) = 32,89%



Pooled StDev = 2,807

### Grouping Information Using Tukey Method

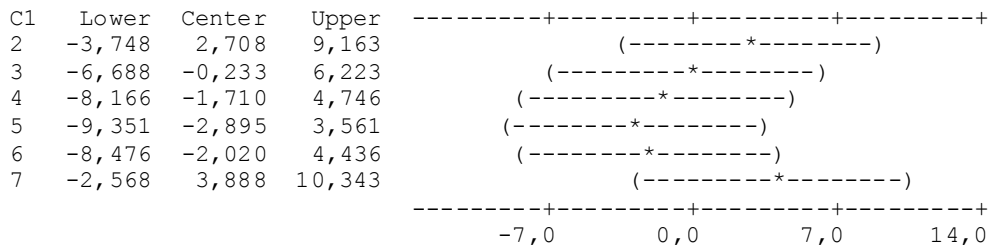
C1	N	Mean	Grouping
7	4	10,545	A
2	4	9,365	A B
1	4	6,657	A B
3	4	6,425	A B
4	4	4,947	A B
6	4	4,638	A B
5	4	3,763	B

Means that do not share a letter are significantly different.

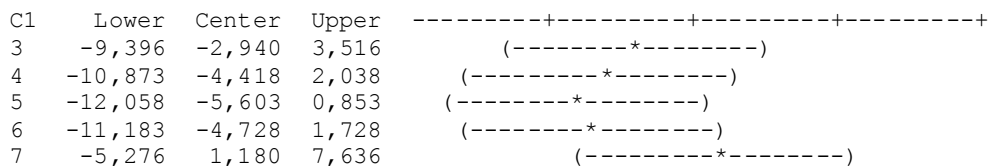
### Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals All Pairwise Comparisons among Levels of C1

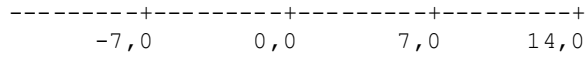
Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:

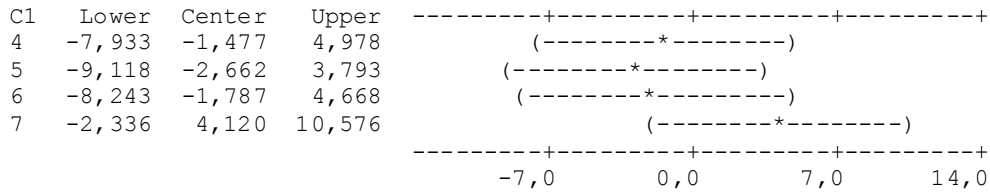


C1 = 2 subtracted from:

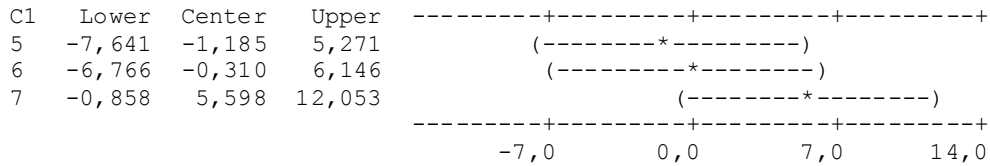




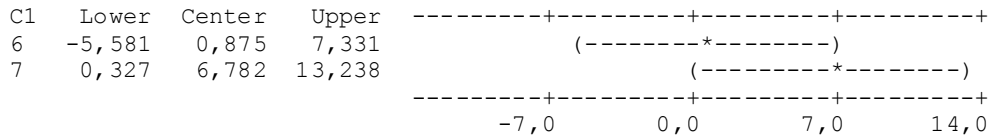
C1 = 3 subtracted from:



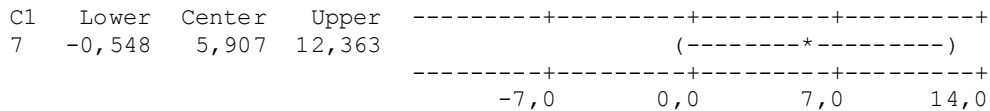
C1 = 4 subtracted from:



C1 = 5 subtracted from:



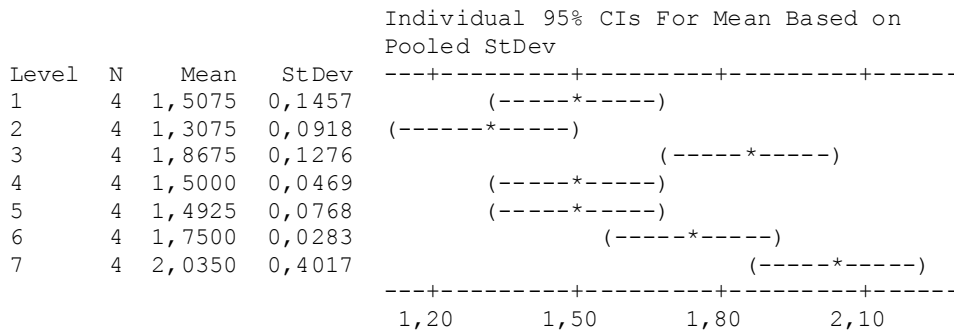
C1 = 6 subtracted from:



### One-way ANOVA: C6:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	1,5572	0,2595	8,40	0,000
Error	21	0,6486	0,0309		
Total	27	2,2058			

S = 0,1757    R-Sq = 70,60%    R-Sq(adj) = 62,19%



Pooled StDev = 0,1757



Grouping Information Using Tukey Method

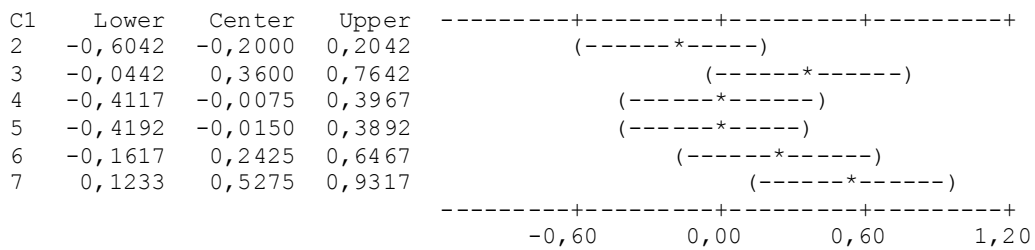
C1	N	Mean	Grouping
7	4	2,0350	A
3	4	1,8675	A B
6	4	1,7500	A B
1	4	1,5075	B C
4	4	1,5000	B C
5	4	1,4925	B C
2	4	1,3075	C

Means that do not share a letter are significantly different.

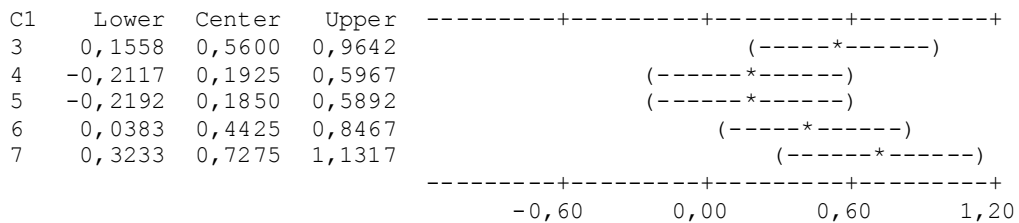
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

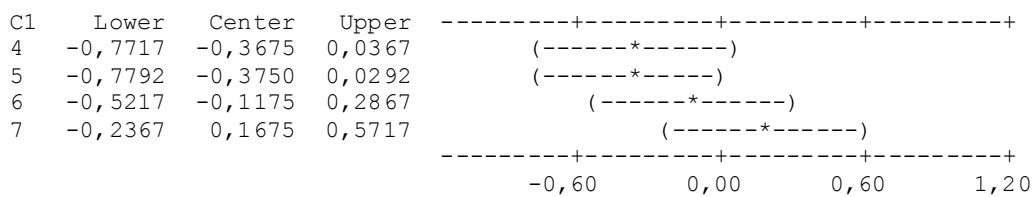
C1 = 1 subtracted from:



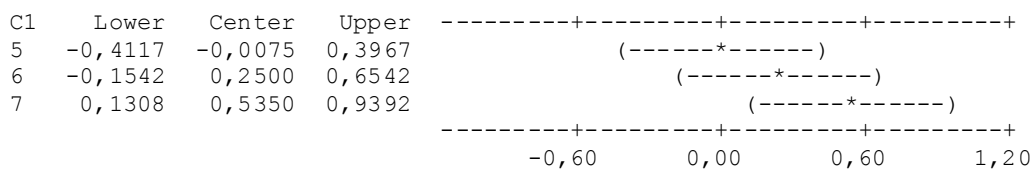
C1 = 2 subtracted from:



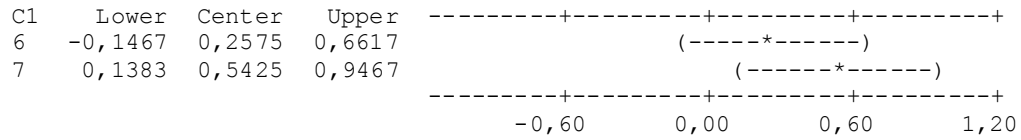
C1 = 3 subtracted from:



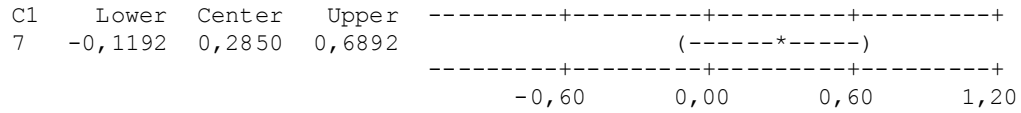
C1 = 4 subtracted from:



C1 = 5 subtracted from:



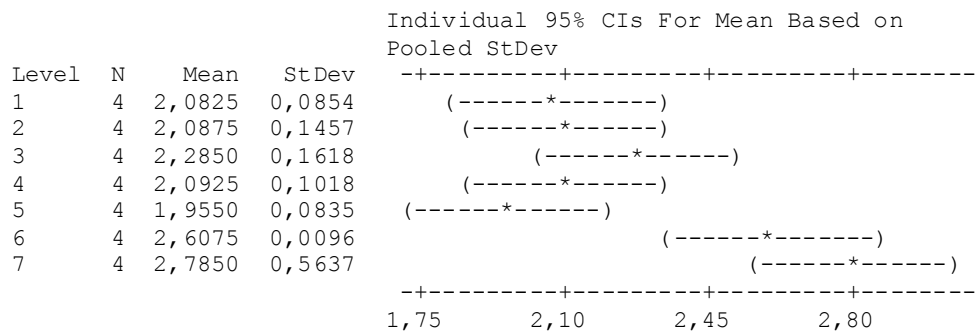
C1 = 6 subtracted from:



### One-way ANOVA: C8:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	2,3142	0,3857	6,93	0,000
Error	21	1,1696	0,0557		
Total	27	3,4838			

S = 0,2360    R-Sq = 66,43%    R-Sq(adj) = 56,84%



Pooled StDev = 0,2360

### Grouping Information Using Tukey Method

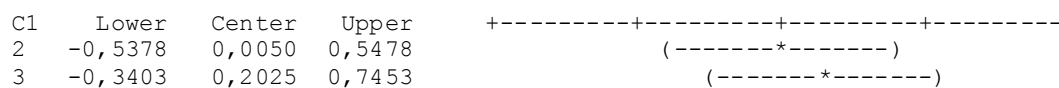
C1	N	Mean	Grouping
7	4	2,7850	A
6	4	2,6075	A B
3	4	2,2850	A B C
4	4	2,0925	B C
2	4	2,0875	B C
1	4	2,0825	B C
5	4	1,9550	C

Means that do not share a letter are significantly different.

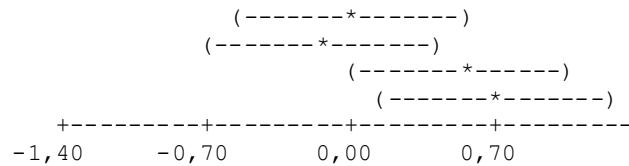
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:

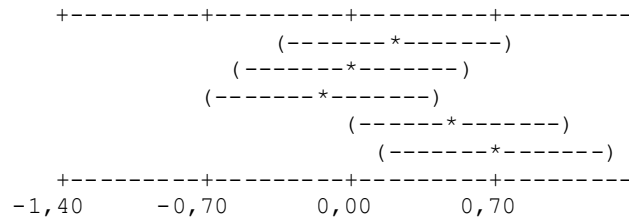


4	-0,5328	0,0100	0,5528
5	-0,6703	-0,1275	0,4153
6	-0,0178	0,5250	1,0678
7	0,1597	0,7025	1,2453



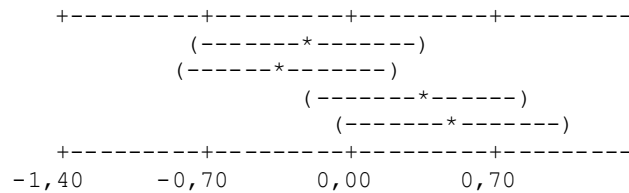
C1 = 2 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
3	-0,3453	0,1975	0,7403
4	-0,5378	0,0050	0,5478
5	-0,6753	-0,1325	0,4103
6	-0,0228	0,5200	1,0628
7	0,1547	0,6975	1,2403



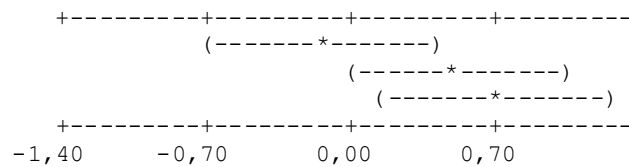
C1 = 3 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
4	-0,7353	-0,1925	0,3503
5	-0,8728	-0,3300	0,2128
6	-0,2203	0,3225	0,8653
7	-0,0428	0,5000	1,0428



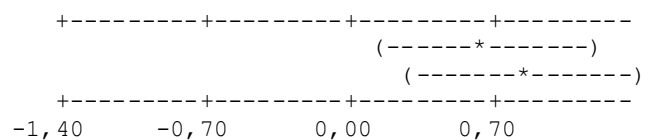
C1 = 4 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
5	-0,6803	-0,1375	0,4053
6	-0,0278	0,5150	1,0578
7	0,1497	0,6925	1,2353



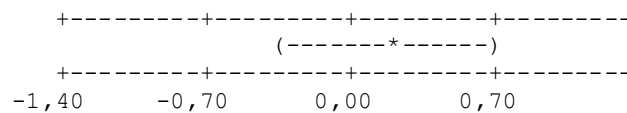
C1 = 5 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
6	0,1097	0,6525	1,1953
7	0,2872	0,8300	1,3728



C1 = 6 subtracted from:

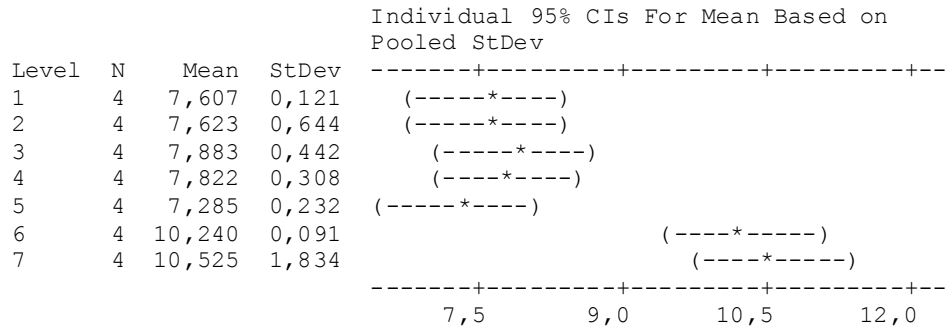
C1	Lower	Center	Upper
7	-0,3653	0,1775	0,7203



### One-way ANOVA: C10:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	43,894	7,316	12,35	0,000
Error	21	12,440	0,592		
Total	27	56,334			

S = 0,7697 R-Sq = 77,92% R-Sq(adj) = 71,61%



Pooled StDev = 0,770

Grouping Information Using Tukey Method

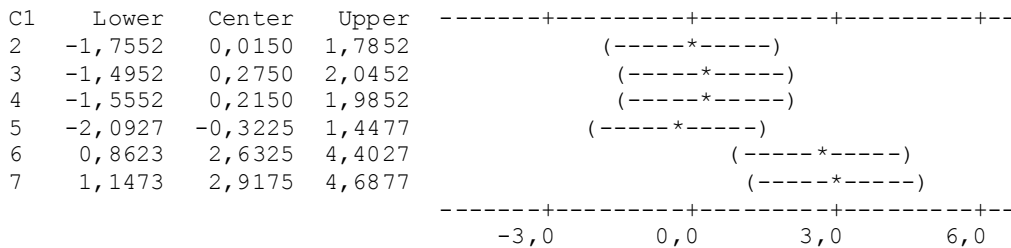
C1	N	Mean	Grouping
7	4	10,5250	A
6	4	10,2400	A
3	4	7,8825	B
4	4	7,8225	B
2	4	7,6225	B
1	4	7,6075	B
5	4	7,2850	B

Means that do not share a letter are significantly different.

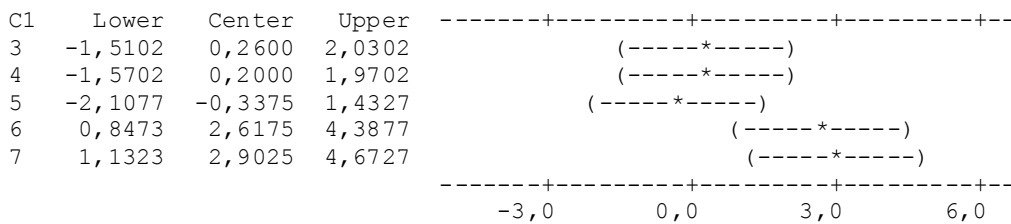
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

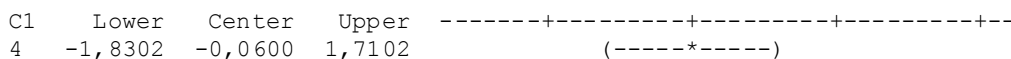
C1 = 1 subtracted from:



C1 = 2 subtracted from:



C1 = 3 subtracted from:





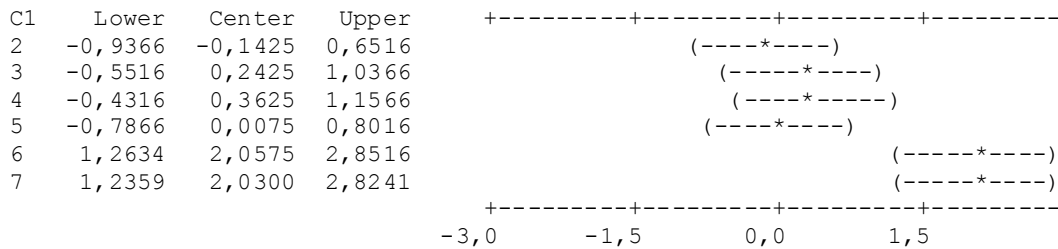
4	4	5,0475	B
3	4	4,9275	B
5	4	4,6925	B
1	4	4,6850	B
2	4	4,5425	B

Means that do not share a letter are significantly different.

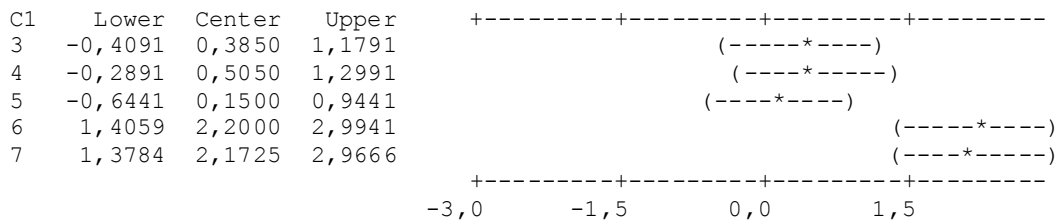
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

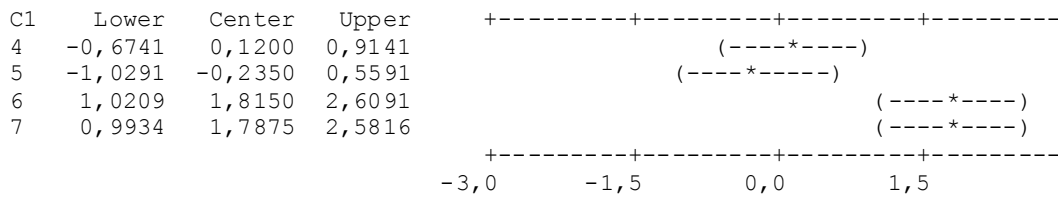
C1 = 1 subtracted from:



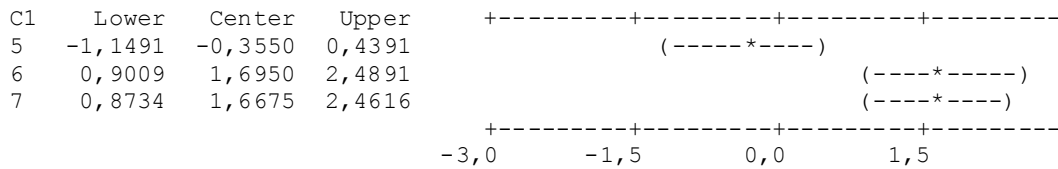
C1 = 2 subtracted from:



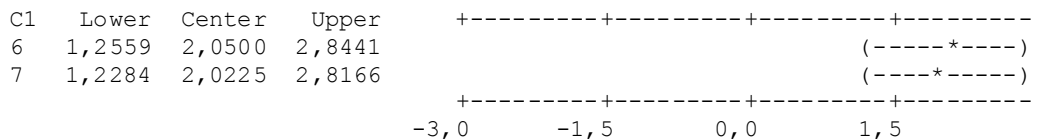
C1 = 3 subtracted from:



C1 = 4 subtracted from:



C1 = 5 subtracted from:



C1 = 6 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
7	-0,8216	-0,0275	0,7666

+-----+-----+-----+-----+  
 (----\*----)  
 +-----+-----+-----+-----+  
 -3,0      -1,5      0,0      1,5

### One-way ANOVA: C14:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	362,780	60,463	379,87	0,000
Error	21	3,343	0,159		
Total	27	366,122			

S = 0,3990    R-Sq = 99,09%    R-Sq(adj) = 98,83%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	4	13,427	0,763
2	4	12,555	0,529
3	4	14,455	0,226
4	4	14,243	0,145
5	4	13,370	0,053
6	4	15,153	0,268
7	4	3,827	0,324

+-----+-----+-----+-----+  
 (\*-)  
 (\*)  
 (\*)  
 (\*)  
 (\*)  
 (\*)  
 (\*)  
 +-----+-----+-----+-----+  
 3,5      7,0      10,5      14,0

Pooled StDev = 0,399

#### Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
6	4	15,153	A
3	4	14,455	A
4	4	14,243	A B
1	4	13,427	B C
5	4	13,370	B C
2	4	12,555	C
7	4	3,827	D

Means that do not share a letter are significantly different.

#### Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
2	-1,790	-0,872	0,045
3	0,110	1,028	1,945
4	-0,103	0,815	1,733
5	-0,975	-0,057	0,860
6	0,807	1,725	2,643
7	-10,518	-9,600	-8,682

-----+-----+-----+-----+  
 (-\*)  
 (\*-)  
 (\*)  
 (\*)  
 (\*-)  
 (\*-)  
 +-----+-----+-----+-----+

-7,0            0,0            7,0            14,0

C1 = 2 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
3	0,982	1,900	2,818	(-*)
4	0,770	1,687	2,605	(* -)
5	-0,103	0,815	1,733	(*)
6	1,680	2,597	3,515	(-*)
7	-9,645	-8,728	-7,810	(-*)

-7,0            0,0            7,0            14,0

C1 = 3 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
4	-1,130	-0,213	0,705	(-*)
5	-2,003	-1,085	-0,167	(* -)
6	-0,220	0,697	1,615	(*)
7	-11,545	-10,628	-9,710	(*)

-7,0            0,0            7,0            14,0

C1 = 4 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
5	-1,790	-0,872	0,045	(-*)
6	-0,008	0,910	1,828	(* -)
7	-11,333	-10,415	-9,497	(*)

-7,0            0,0            7,0            14,0

C1 = 5 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
6	0,865	1,782	2,700	(-*)
7	-10,460	-9,543	-8,625	(* -)

-7,0            0,0            7,0            14,0

C1 = 6 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
7	-12,243	-11,325	-10,407	(*)

-7,0            0,0            7,0            14,0

### One-way ANOVA: C15:0 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	5,02544	0,83757	241,69	0,000
Error	21	0,07277	0,00347		
Total	27	5,09821			

S = 0,05887    R-Sq = 98,57%    R-Sq(adj) = 98,16%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	4	1,4900	0,0816	(*-)



2	4	1,3900	0,0594	(-*)
3	4	1,6250	0,0173	(-*)
4	4	1,5500	0,0082	(-*)
5	4	1,5050	0,0058	(-*)
6	4	1,4325	0,1164	(-*)
7	4	0,3050	0,0100	(-*)

-----+-----+-----+-----+-----  
0,40      0,80      1,20      1,60

Pooled StDev = 0,0589

Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
3	4	1,6250	A
4	4	1,5500	A B
5	4	1,5050	A B C
1	4	1,4900	A B C
6	4	1,4325	B C
2	4	1,3900	C
7	4	0,3050	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
2	-0,2354	-0,1000	0,0354	(-*)
3	-0,0004	0,1350	0,2704	(-*)
4	-0,0754	0,0600	0,1954	(-*)
5	-0,1204	0,0150	0,1504	(-*)
6	-0,1929	-0,0575	0,0779	(*)
7	-1,3204	-1,1850	-1,0496	(*-)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0,80      0,00      0,80      1,60

C1 = 2 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
3	0,0996	0,2350	0,3704	(*-)
4	0,0246	0,1600	0,2954	(*-)
5	-0,0204	0,1150	0,2504	(*)
6	-0,0929	0,0425	0,1779	(-*)
7	-1,2204	-1,0850	-0,9496	(*-)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0,80      0,00      0,80      1,60

C1 = 3 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
4	-0,2104	-0,0750	0,0604	(*-)
5	-0,2554	-0,1200	0,0154	(*)
6	-0,3279	-0,1925	-0,0571	(-*)
7	-1,4554	-1,3200	-1,1846	(*-)

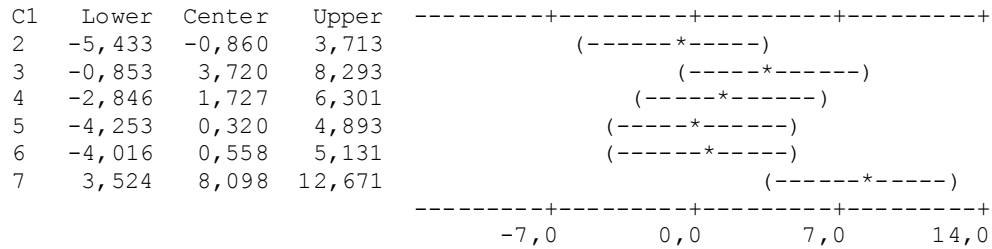
-----+-----+-----+-----+-----  
-0,80      0,00      0,80      1,60



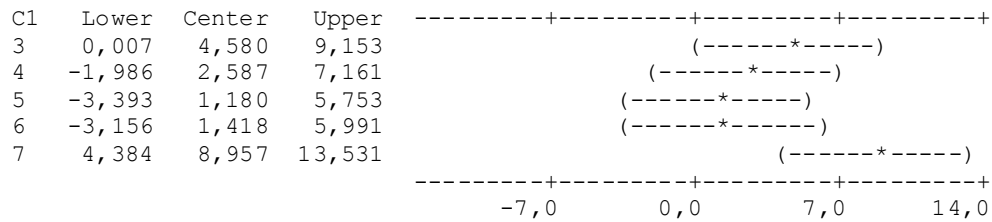
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
 All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

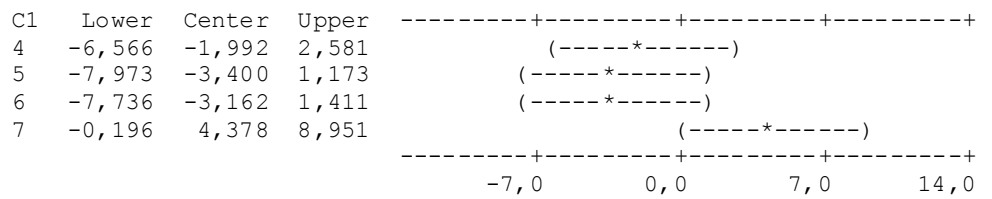
C1 = 1 subtracted from:



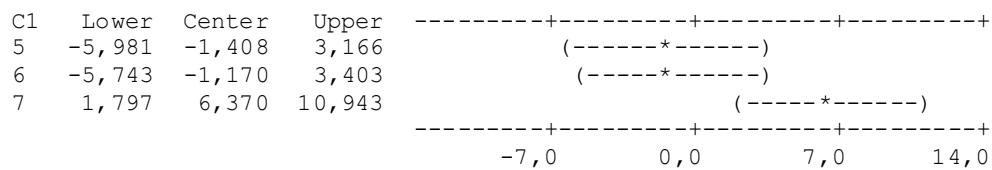
C1 = 2 subtracted from:



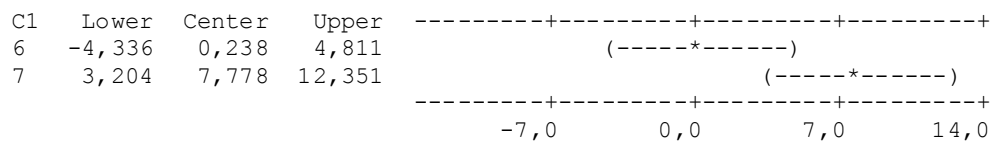
C1 = 3 subtracted from:



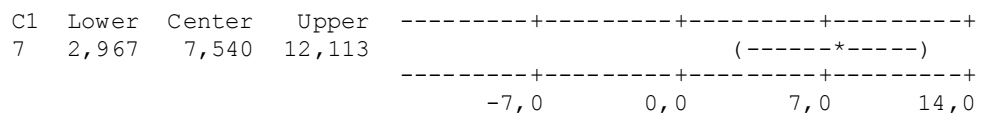
C1 = 4 subtracted from:



C1 = 5 subtracted from:



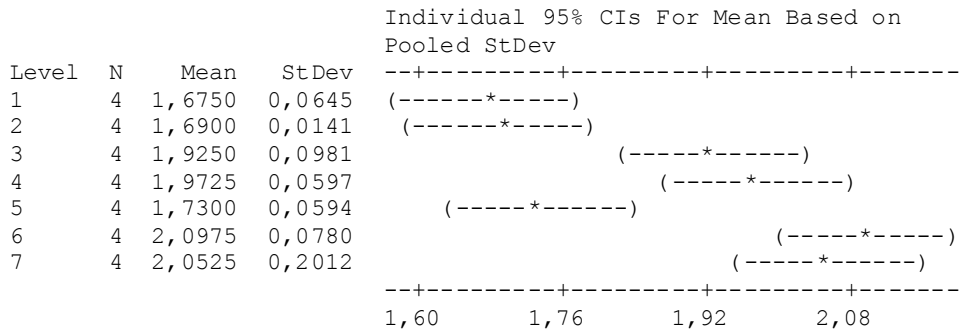
C1 = 6 subtracted from:



## One-way ANOVA: C16:1 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	0,75290	0,12548	12,98	0,000
Error	21	0,20302	0,00967		
Total	27	0,95592			

S = 0,09833 R-Sq = 78,76% R-Sq(adj) = 72,69%



Pooled StDev = 0,0983

### Grouping Information Using Tukey Method

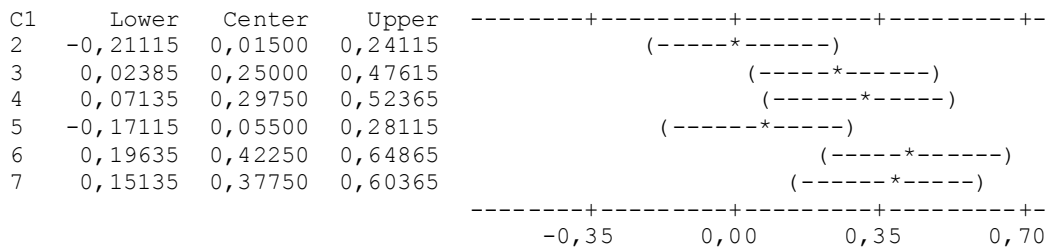
C1	N	Mean	Grouping
6	4	2,09750	A
7	4	2,05250	A
4	4	1,97250	A
3	4	1,92500	A B
5	4	1,73000	B C
2	4	1,69000	C
1	4	1,67500	C

Means that do not share a letter are significantly different.

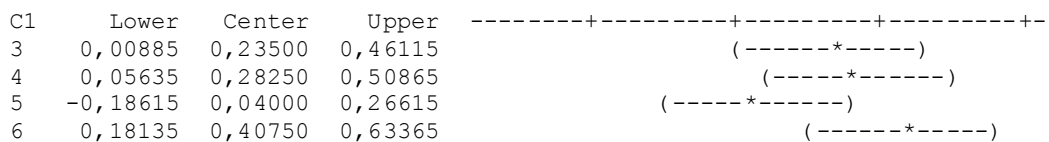
### Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:



C1 = 2 subtracted from:





Pooled StDev = 0,5117

Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
2	4	9,1950	A
3	4	8,0050	B
5	4	7,8475	B
4	4	7,6175	B C
7	4	6,4925	C D
1	4	6,4075	D
6	4	4,8725	E

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
2	1,6105	2,7875	3,9645	(---*---)
3	0,4205	1,5975	2,7745	(---*---)
4	0,0330	1,2100	2,3870	(---*---)
5	0,2630	1,4400	2,6170	(---*---)
6	-2,7120	-1,5350	-0,3580	(---*---)
7	-1,0920	0,0850	1,2620	(---*---)

C1 = 2 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
3	-2,3670	-1,1900	-0,0130	(---*---)
4	-2,7545	-1,5775	-0,4005	(---*---)
5	-2,5245	-1,3475	-0,1705	(---*---)
6	-5,4995	-4,3225	-3,1455	(---*---)
7	-3,8795	-2,7025	-1,5255	(---*---)

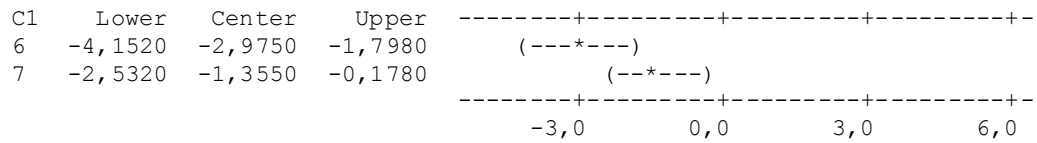
C1 = 3 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
4	-1,5645	-0,3875	0,7895	(---*---)
5	-1,3345	-0,1575	1,0195	(---*---)
6	-4,3095	-3,1325	-1,9555	(---*---)
7	-2,6895	-1,5125	-0,3355	(---*---)

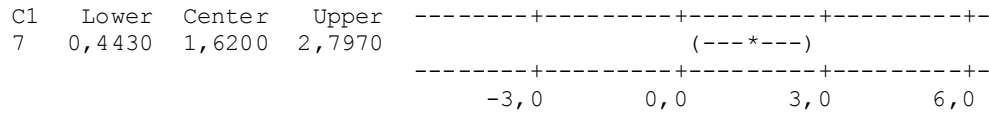
C1 = 4 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper	
5	-0,9470	0,2300	1,4070	(---*---)
6	-3,9220	-2,7450	-1,5680	(---*---)
7	-2,3020	-1,1250	0,0520	(---*---)

C1 = 5 subtracted from:



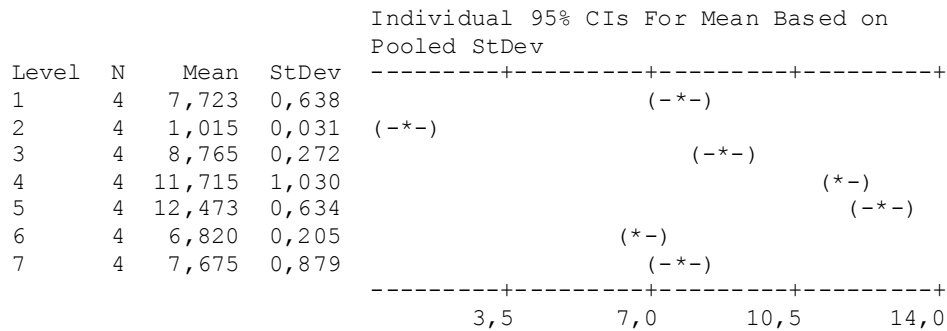
C1 = 6 subtracted from:



### One-way ANOVA: C18:1ω-9 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	339,000	56,500	143,24	0,000
Error	21	8,284	0,394		
Total	27	347,284			

S = 0,6281 R-Sq = 97,61% R-Sq(adj) = 96,93%



Pooled StDev = 0,628

Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
5	4	12,473	A
4	4	11,715	A
3	4	8,765	B
1	4	7,723	B C
7	4	7,675	B C
6	4	6,820	C
2	4	1,015	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

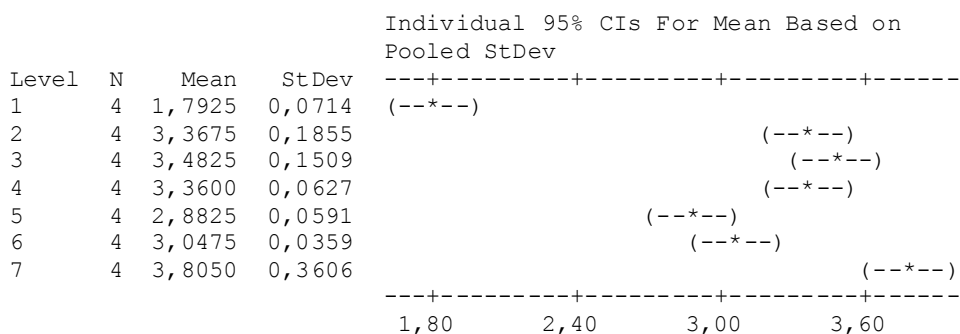




## One-way ANOVA: C18:2ω-6 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	10,1676	1,6946	59,01	0,000
Error	21	0,6031	0,0287		
Total	27	10,7707			

S = 0,1695    R-Sq = 94,40%    R-Sq(adj) = 92,80%



Pooled StDev = 0,1695

### Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
7	4	3,8050	A
3	4	3,4825	A B
2	4	3,3675	B C
4	4	3,3600	B C
6	4	3,0475	C D
5	4	2,8825	D
1	4	1,7925	E

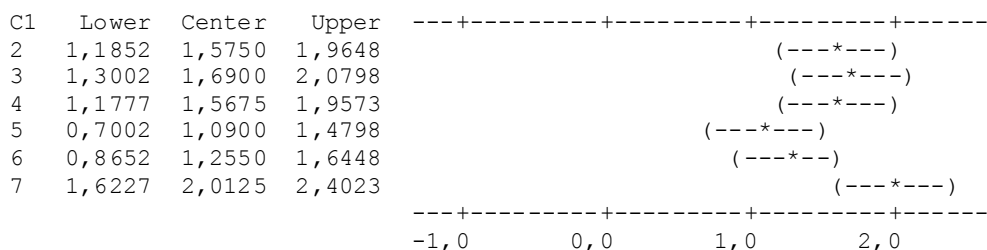
Means that do not share a letter are significantly different.

### Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

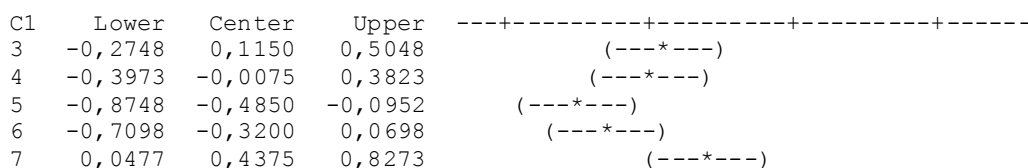
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

C1 = 1 subtracted from:



C1 = 2 subtracted from:



```

-----+-----+-----+-----+-----
-1,0      0,0      1,0      2,0

```

C1 = 3 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
4	-0,5123	-0,1225	0,2673
5	-0,9898	-0,6000	-0,2102
6	-0,8248	-0,4350	-0,0452
7	-0,0673	0,3225	0,7123

```

-----+-----+-----+-----+-----
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
-1,0      0,0      1,0      2,0

```

C1 = 4 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
5	-0,8673	-0,4775	-0,0877
6	-0,7023	-0,3125	0,0773
7	0,0552	0,4450	0,8348

```

-----+-----+-----+-----+-----
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
-1,0      0,0      1,0      2,0

```

C1 = 5 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
6	-0,2248	0,1650	0,5548
7	0,5327	0,9225	1,3123

```

-----+-----+-----+-----+-----
              (---*---)
              (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
-1,0      0,0      1,0      2,0

```

C1 = 6 subtracted from:

C1	Lower	Center	Upper
7	0,3677	0,7575	1,1473

```

-----+-----+-----+-----+-----
              (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
-1,0      0,0      1,0      2,0

```

### One-way ANOVA: C18:3 $\omega$ -3 versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	0,81874	0,13646	39,01	0,000
Error	21	0,07345	0,00350		
Total	27	0,89219			

S = 0,05914    R-Sq = 91,77%    R-Sq(adj) = 89,42%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	4	1,2800	0,0583
2	4	1,2325	0,0714
3	4	1,3250	0,0300
4	4	1,2075	0,0236
5	4	1,1550	0,0545
6	4	1,2550	0,0480
7	4	1,7100	0,0963

```

-----+-----+-----+-----+-----
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
              (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
              1,20      1,40      1,60      1,80

```

Pooled StDev = 0,0591

Grouping Information Using Tukey Method

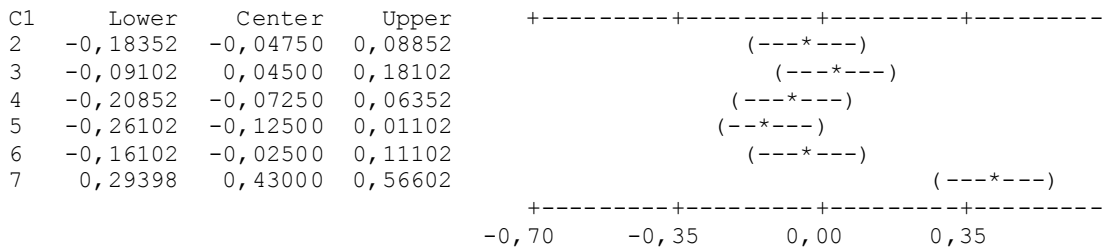
C1	N	Mean	Grouping
7	4	1,71000	A
3	4	1,32500	B
1	4	1,28000	B C
6	4	1,25500	B C
2	4	1,23250	B C
4	4	1,20750	B C
5	4	1,15500	C

Means that do not share a letter are significantly different.

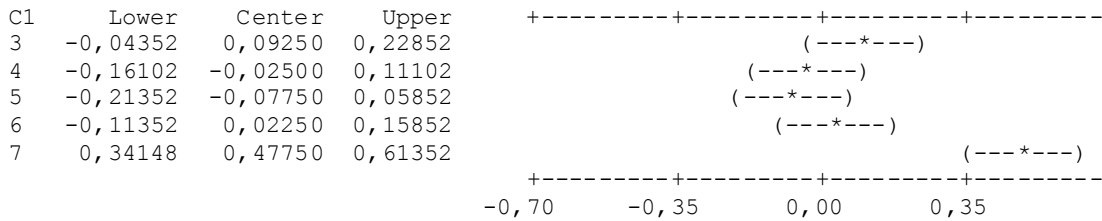
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

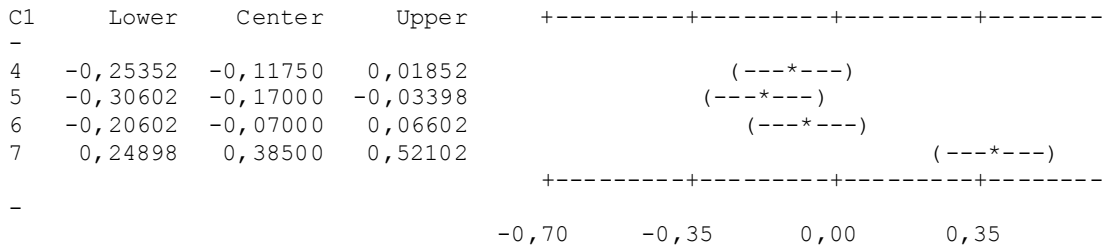
C1 = 1 subtracted from:



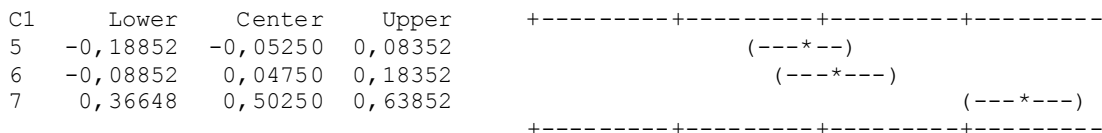
C1 = 2 subtracted from:



C1 = 3 subtracted from:

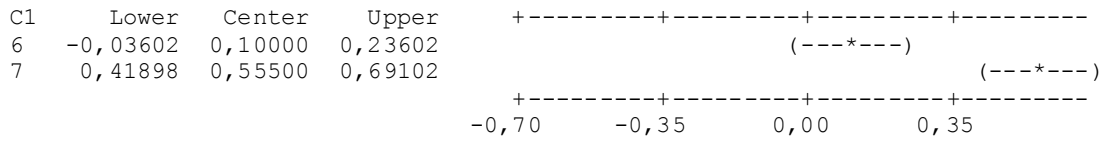


C1 = 4 subtracted from:

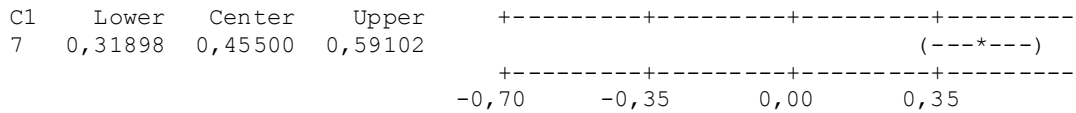


-0,70      -0,35      0,00      0,35

C1 = 5 subtracted from:



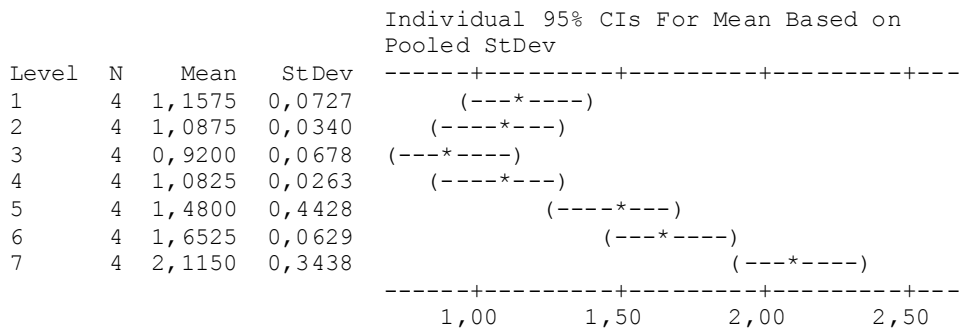
C1 = 6 subtracted from:



### One-way ANOVA: CLA versus C1

Source	DF	SS	MS	F	P
C1	6	4,2230	0,7038	14,93	0,000
Error	21	0,9898	0,0471		
Total	27	5,2128			

S = 0,2171      R-Sq = 81,01%      R-Sq(adj) = 75,59%



Pooled StDev = 0,2171

Grouping Information Using Tukey Method

C1	N	Mean	Grouping
7	4	2,1150	A
6	4	1,6525	A B
5	4	1,4800	B C
1	4	1,1575	B C D
2	4	1,0875	C D
4	4	1,0825	C D
3	4	0,9200	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons among Levels of C1

Individual confidence level = 99,62%

