

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ  
ΑΝΑΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΤΥΡΙ ΦΕΤΑ**

**ΖΑΓΚΑΝΑ ΔΗΜΗΤΡΑ - ΚΩΤΣΟΓΛΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013**

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ ΑΝΑΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ  
ΤΥΡΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΤΥΡΙ ΦΕΤΑ

ΖΑΓΚΑΝΑ ΔΗΜΗΤΡΑ - ΚΩΤΣΟΓΛΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Υποβολή πτυχιακής εργασίας που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή  
του πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

ΜΑΡΤΙΟΣ 2013

Επιβλέπων καθηγητής: ΘΩΜΑΡΕΪΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμότερες ευχαριστίες μας στον καθηγητή του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, κ. Θωμάρει Απόστολο, για την ανάθεση του θέματος και την αμέριστη συμπαράστασή του σε κάθε βήμα της εργασίας αυτής.*

# ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ ΑΝΑΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΤΥΡΙ ΦΕΤΑ

ΖΑΓΚΑΝΑ ΔΗΜΗΤΡΑ - ΚΩΤΣΟΓΛΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

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

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η ανάπτυξη ενός νέου επαλειφόμενου ανακατεργασμένου τυριού με βάση το τυρί Φέτα. Για το σκοπό αυτό, παρασκευάστηκαν επτά διαφορετικά δείγματα με τη χρήση του ομογενοποιητή Stephan. Το μίγμα των πρώτων υλών αποτελούνταν από τυρί Φέτα (50-100%), βούτυρο (0-20%), καζεϊνικό νάτριο (0-10%) και νερό (0-30%). Ως γαλακτωματοποιητικό άλας προστέθηκε κιτρικό τρινάτριο (3%). Προσδιορίστηκαν οι μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων με το συνδυασμό των δοκιμών της λιπαινόμενης συμπίεστης ροής και της χαλάρωσης τάσης, καθώς και με τη δοκιμή της ανάλυσης κατατομής υφής (TPA), ενώ μετρήθηκε επίσης και το χρώμα των δειγμάτων.

Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξε ότι οι μηχανικές ιδιότητες των ανακατεργασμένων τυριών εξαρτώνται σε υψηλό βαθμό από τη χημική σύσταση. Τόσο η πρωτεΐνη όσο και το λίπος ενισχύουν τις περισσότερες μηχανικές ιδιότητες. Συμπεραίνεται ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη καθιστά το πρωτεϊνικό πλέγμα πυκνότερο και ισχυρότερο. Επίσης, επειδή τα δείγματα εξετάστηκαν στους 5-8°C, όπου το λίπος βρίσκεται κυρίως σε στερεά κατάσταση, τα λιποσφαίρια ισχυροποιούν το πρωτεϊνικό πλέγμα. Αντίθετα, φάνηκε ότι η υγρασία μαλακώνει το προϊόν και βελτιώνει την επαλειψιμότητά του. Η αύξηση του λίπους οδήγησε επίσης σε αύξηση της έντασης της κίτρινης χροιάς των δειγμάτων. Στον οργανοληπτικό έλεγχο, μεγαλύτερη βαθμολογία απέσπασαν τα δείγματα με τυρί Φέτα 70% - νερό 25% - καζεϊνικό νάτριο 5% καθώς και τυρί Φέτα 90% - νερό 10%.

**Λέξεις κλειδιά:** Ανακατεργασμένο τυρί, τυρί Φέτα, μηχανικές ιδιότητες

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	6
2.1 Ανακατεργασμένα τυριά.....	6
2.1.1 Πλεονεκτήματα των ανακατεργασμένων τυριών.....	9
2.2 Πρώτες και βοηθητικές ύλες.....	10
2.2.1 Φυσικά τυριά.....	10
2.2.1.1 Επίδραση της αρχικής ποσότητας τυριού στο τελικό προϊόν.....	11
2.2.1.2 Επίδραση των πρωτεϊνών στο τελικό προϊόν.....	11
2.2.2 Γαλακτωματοποιητές.....	12
2.2.2.1 Κιτρικά άλατα.....	14
2.2.2.2 Φωσφορικά άλατα.....	14
2.2.2.3 Συνδυασμοί αλάτων.....	15
2.3 Παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών.....	16
2.4 Ελαττώματα των ανακατεργασμένων τυριών.....	19
2.5 Ρεολογικά χαρακτηριστικά των τυριών.....	21
2.5.1 Γενικά.....	21
2.5.2 Ρεολογικές ιδιότητες των τυριών.....	22
2.5.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις ρεολογικές ιδιότητες των τυριών.....	24
2.5.4 Νευτώνεια και μη νευτώνεια ρευστά .....	24
2.5.5 Ιδανικό ελαστικό στερεό.....	25
2.5.6 Ιδανικό ιξώδες ρευστό.....	26
3. Σκοπός της εργασίας.....	27
4. Υλικά και μέθοδοι.....	28

4.1 Πρώτες και βοηθητικές ύλες.....	28
4.2 Εργαστηριακός αναμίκτης – παστεριωτήρας.....	28
4.3 Παρασκευή δειγμάτων.....	29
4.4 Περιγραφή της συσκευής INSTRON.....	30
4.5 Προσδιορισμός μηχανικών ιδιοτήτων.....	32
4.6 Προσδιορισμός της χημικής σύστασης.....	34
4.6.1 Προσδιορισμός της υγρασίας.....	34
4.6.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών κατά Kjeldahl.....	35
4.6.3 Προσδιορισμός λίπους με τη μέθοδο Van Gulik.....	37
4.7 Προσδιορισμός Ph.....	38
4.8 Προσδιορισμός χρώματος.....	38
4.9 Οργανοληπτικός έλεγχος.....	39
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
5.1 Χημική σύσταση.....	40
5.2 Λιπαινόμενη συμπιεστή ροή – Χαλάρωση τάσης.....	41
5.3 Ανάλυση κατατομής της υφής (TPA).....	42
5.4 Χρώμα.....	45
5.5 Οργανοληπτικός έλεγχος.....	46
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	50
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανακατεργασμένο τυρί είναι το προϊόν που κανονικά παράγεται με άλεση, ανάμιξη και τήξη ενός ή περισσότερων φυσικών τυριών, παρουσία γαλακτωματοποιητικών αλάτων, καθώς και με προαιρετική προσθήκη άλλων συστατικών (γαλακτοκομικά συστατικά, λαχανικά, κρεατοσκευάσματα, σταθεροποιητές, χρωστικές, συντηρητικά), μέχρι να επιτευχθεί ένα λείο και ομογενές μίγμα (Guinee et al., 2004). Χάρη στην τεχνολογία παρασκευής τους, τα ανακατεργασμένα τυριά παρουσιάζουν πληθώρα πλεονεκτημάτων. Τα βασικότερα από αυτά είναι η μακρά διάρκεια ζωής (λόγω της θερμικής επεξεργασίας), η μεγάλη ποικιλία υφής (τυριά κοπτόμενα, επαλειφόμενα, σε σκόνη), η τεράστια γκάμα μορφών παρουσίασης (κεφάλια, φέτες, μερίδες, κύπελλα, σωληνάρια, κονσέρβες), η απεριόριστη δυνατότητα ανάπτυξης νέων προϊόντων (με προσθήκη πολυάριθμων συστατικών) και οι καλές διαιτητικές ιδιότητες (που οφείλονται στο είδος και την κατάσταση των συστατικών) (Thomareis, 1986). Για τους παραπάνω λόγους, τα ανακατεργασμένα τυριά αποτελούν κατηγορία τροφίμων ευρείας κατανάλωσης, σε παγκόσμια κλίμακα (Kosikowski & Mistry, 1997).

Σχεδόν όλοι οι τύποι φυσικών τυριών είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών (Berger et al., 1998). Τα συχνότερα όμως χρησιμοποιούμενα φυσικά τυριά είναι τα Cheddar, Emmental, Gruyere, Gouda, Edam, Colby, Mozzarella, Monterey Jack, Tilsit, Trappist, Fontina και Provolone (Meyer, 1973; Nogueira de Oliveira et al., 2011). Εντούτοις, στην ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, δεν βρέθηκε το φυσικό τυρί Φέτα να έχει αποτελέσει πρώτη ύλη παρασκευής ανακατεργασμένων τυριών.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας ανάπτυξης ενός νέου επαλειφόμενου ανακατεργασμένου τυριού με βάση το τυρί Φέτα. Ως εκ τούτου, παρασκευάστηκαν επτά διαφορετικά δείγματα και αξιολογήθηκαν τόσο ενόργανα, ως προς την υφή και το χρώμα, όσο και με οργανοληπτικό έλεγχο.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Ανακατεργασμένα τυριά

Τα ανακατεργασμένα τυριά παράγονται αναμειγνύοντας φυσικά τυριά διαφόρων ειδών και τύπων ωρίμανσης με νερό και με διάφορους γαλακτωματοποιητικούς παράγοντες. Το νερό είναι απαραίτητο για την καλύτερη διασπορά και τη διάλυση της καζεΐνης, πρέπει να είναι καθαρό και άοσμο. Στη συνέχεια ακολουθεί θερμική επεξεργασία του μείγματος υπό μερικό κενό με σταθερή ανατάραξη, μέχρις ότου αποκτήσει μια ομογενοποιημένη μάζα. Η ορθή επιλογή φυσικού τυριού έχει μέγιστη σημασία για την επιτυχή παρασκευή ανακατεργασμένου τυριού. Επιπροσθέτως, εκτός από την προσθήκη φυσικού τυριού, προστίθενται και άλλα συστατικά, γαλακτοκομικά (βούτυρο, κρέμα, αποβουτυρωμένη σκόνη γάλακτος, σκόνη ορού) και μη γαλακτοκομικά (ζαμπόν, διάφορα καρυκεύματα, λαχανικά, ψάρι) (Ανυφαντάκης, 1993; Chambre & Daurelles, 2000).

Ένα καλό ανακατεργασμένο τυρί πρέπει να έχει απαλή, ομογενοποιημένη δομή, αμετάβλητο χρώμα και να είναι ελεύθερο από τη ζύμωση των αερίων. Οι ρεολογικές ιδιότητες καθώς και οι ιδιότητες της υφής επηρεάζονται πολύ από τη χημική σύσταση, την τιμή του pH, την ωρίμανση του αναμειγνυόμενου τυριού, τον τύπο και την ποσότητα των αλάτων γαλακτωματοποίησης και επίσης και από τις συνθήκες επεξεργασίας (Caric & Kalab, 1993; Chambre & Daurelles, 2000).

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2000), ανακατεργασμένα τυριά (processed cheese) ή τηγμένα τυριά (fromage fondu, schmelzkase) και ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή (spreadable processed cheese) χαρακτηρίζονται τα προϊόντα που παρασκευάζονται με άλεση, ανάμιξη, τήξη και γαλακτωματοποίηση διαφόρων ειδών τυριών με θέρμανση και προσθήκη γαλακτωματοποιητών και με ή χωρίς την προσθήκη προϊόντων γάλακτος και/ή άλλων τροφίμων.

Ως προαιρετικά συστατικά για την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

1. Κρέμα (αφρόγαλα), βούτυρο γάλακτος, τηγμένο βούτυρο γάλακτος μπορεί να προστίθενται σε τέτοιες ποσότητες, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή λιποπεριεκτικότητα
2. Βρώσιμο χλωριούχο νάτριο (αλάτι)
3. Ξύδι
4. Μπαχαρικά και άλλα φυτικά καρυκεύματα σε ποσότητες ικανές για να χαρακτηρίσουν το προϊόν
5. Διάφορα τρόφιμα, με εξαίρεση των σακχαρούχων, μαγειρευμένα ή κατά άλλο τρόπο παρασκευασμένα, σε ποσότητες τέτοιες ώστε η παρουσία τους



να χαρακτηρίζει το προϊόν και με την προϋπόθεση ότι οι προσθήκες αυτές, υπολογισμένες επί ξηρού, δεν θα ξεπερνούν το ένα έκτο (1/6) του βάρους των ολικών στερεών του τελικού προϊόντος.

6. Αβλαβείς καλλιέργειες βακτηρίων και ένζυμα.

Προαιρετικά επιτρεπόμενα πρόσθετα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα ανακατεργασμένα τυριά σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2000) είναι:

i. γαλακτωματοποιητές :

- άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου των μόνο-, δι- και πολυφωσφορικών οξέων (E339, E341, E450 a, b, c)
- άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου του κιτρικού οξέος (E331, E332, E333)
- κιτρικό οξύ με όξινο ανθρακικό νάτριο και/ή ανθρακικό ασβέστιο (E330)

Το ανώτατο όριο των γαλακτωματοποιητών στο τελικό προϊόν μπορεί να φτάσει τα 30 g/kg για τον κάθε γαλακτωματοποιητή μόνο του ή σε συνδυασμό μεταξύ τους, υπολογισμένο σε άνυδρη μορφή. Οι φωσφορικές ενώσεις δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 9 g/kg εκφρασμένο σε φωσφόρο (2% εκφρασμένο σε P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

ii. μέσα οξίνισης (ρύθμιση pH) :

- κιτρικό οξύ (E330)
- γαλακτικό οξύ και άλατα (E270, E325, E326, E327)
- όξινο ανθρακικό νάτριο και/ή ανθρακικό ασβέστιο

iii. χρωστικές:

- τα μη αρωματισμένα λιωμένα τυριά επιτρέπεται να χρωματίζονται με τις χρωστικές E160α Καροτένια, E160γ Εκχύλισμα πάπρικας, E160β Ανάττο
- τα αρωματισμένα λιωμένα τυριά επιτρέπεται να χρωματίζονται με τη χρωστική E160β Ανάττο

iv. συντηρητικά:

- σορβικό οξύ και τα μετά νατρίου και καλίου άλατα του (E200, E201, E202)

Η ποσότητα τους θα πρέπει να είναι 2g/kg το καθένα μόνο του ή σε μείγμα.

Η ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα και το ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα στα ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή δίνονται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Αντιστοιχία ελάχιστης λιποπεριεκτικότητας και ελάχιστου ξηρού υπολείμματος στα ανακατεργασμένα τυριά.

Ελάχιστο λίπος % επί ξηρού	Ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα %	
	Ανακατεργασμένων τυριών	Ανακατεργασμένων τυριών με αλοιφώδη υφή
65	53	45
60	52	44
55	51	44
50	50	43
45	48	41
40	46	39
35	44	36
30	42	33
25	40	31
20	38	29

Το ελάχιστο λίπος επί ξηρού στα ανακατεργασμένα τυριά δεν πρέπει να είναι λιγότερο από αυτό του τυριού ή το μέσο όρο του λίπους των τυριών από τα οποία είναι παρασκευασμένα. Επίσης το ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα δεν μπορεί να είναι λιγότερο από 4%, από το ελάχιστο ξηρό υπόλειμμα του τυριού ή από 4% από το μέσο όρο του ελάχιστου ξηρού υπολείμματος των τυριών από τα οποία είναι παρασκευασμένα. Τουλάχιστον το 51% του ξηρού υπολείμματος του τελικού προϊόντος προέρχεται από τυρί (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2000).

Με βάση τα χαρακτηριστικά των ανακατεργασμένων τυριών και σύμφωνα με τις συνθήκες επεξεργασίας τους, μπορούν να καταταχθούν σε διάφορες κατηγορίες. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια ευρεία ποικιλία ανακατεργασμένων τυριών, ενώ υπάρχουν απεριόριστες δυνατότητες να αυξηθούν ακόμη. Οι νομοθεσίες των διαφόρων χωρών αντιμετωπίζουν κατά διαφορετικό τρόπο το θέμα αυτό.

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.) στον Κώδικα Τροφίμων που εκδίδουν από κοινού διακρίνουν τρεις κατηγορίες ανακατεργασμένων τυριών τις εξής:

- επώνυμα ανακατεργασμένα τυριά και επώνυμα ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή
- ανακατεργασμένα τυριά και ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή
- Παρασκευάσματα ανακατεργασμένων τυριών και παρασκευάσματα ανακατεργασμένων τυριών με αλοιφώδη υφή.

Οι Kosikowski & Mistry (1997) τα κατατάσσουν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες που αναφέρονται στον πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Κατάταξη των ανακατεργασμένων τυριών (Kosikowski & Mistry, 1997)

Κατηγορίες ανακατεργασμένων τυριών	Συστατικά	Θερμοκρασία επεξεργασίας	Σύσταση	pH
Ανακατεργασμένα τυριά	Φυσικά τυριά, χρωστικές, αλάτι και γαλακτωματοποιητές. Είναι δυνατόν επίσης να περιέχουν φρούτα, λαχανικά, κρέας και μπαχαρικά.	71-80°C	Υγρασία και λίπος που αντιστοιχούν στο φυσικό προϊόν	5,6-5,8
Παρασκευάσματα ανακατεργασμένων τυριών	Φυσικά τυριά, χρωστικές, γαλακτωματοποιητές, άπαχο γάλα, κρέμα, αλβουμίνη, τυρί χωρίς λίπος και οργανικά οξέα.	79-85°C	Λίπος περισσότερο του 23% και υγρασία μικρότερη του 44%	5,2-5,6
Ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή	Φυσικά τυριά, χρωστικές, γαλακτωματοποιητές, άπαχο γάλα, κρέμα, αλβουμίνη, τυρί χωρίς λίπος και οργανικά οξέα καθώς και σταθεροποιητές για την κατακράτηση του νερού.	88-91°C	Υγρασία που κυμαίνεται 44-60% και λίπος άνω του 20%	≤5,2

### 2.1.1 Πλεονεκτήματα των ανακατεργασμένων τυριών

Η βιομηχανική επεξεργασία για ανακατεργασμένα τυριά αναπτύχθηκε από τους Swiss, Gerber και Settler, στις αρχές του εικοστού αιώνα, με βασικό σκοπό την παράταση του χρόνου ζωής του ημίκληρου και μαλακού τυριού για εξαγωγικούς σκοπούς. Επομένως, με την παρασκευή των ανακατεργασμένων τυριών προσφέρονται σημαντικά οικονομικά και τεχνικά πλεονεκτήματα στην βιομηχανία της γαλακτοκομίας, καθώς έχει βελτιωθεί και η δυναμική του Marketing. Έτσι, οι σημαντικότεροι παράγοντες που συμβάλλουν στη συνεχιζόμενη ανάπτυξη και επιτυχία αυτών των προϊόντων είναι (Fox et al., 2000; Spreer, 1995):

- Η αξιοποίηση των τυριών τα οποία είναι ποιοτικώς υποβαθμισμένα για διάφορους λόγους (όπως υπερωρίμανση) και με την επεξεργασία που λαμβάνει χώρα αποκτούν νέα μορφή και παρατείνουν το χρόνο συντηρήσεώς τους.
- Έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής καθώς μπορούν να αποθηκευθούν για μήνες υπό ψύξη (παστεριωμένα) ή ακόμη και για χρόνια χωρίς ψύξη (αποστειρωμένα). Έτσι, μειώνεται το κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης.
- Προσφέρουν σχεδόν απεριόριστη ποικιλία γεύσης, συνοχής, λειτουργικότητας (π.χ. ικανότητα τεμαχισμού, ροής) και ο καταναλωτής αισθάνεται μία έλξη που προέρχεται από τις διαφορές στις συνθήκες επεξεργασίας και στη συσκευασία σε διάφορα σχήματα και διαστάσεις.
- Δεν προσβάλλονται από μικρόβια ή έντομα, γιατί διατηρούνται κλειστά σε ειδικές συσκευασίες, δεν παρουσιάζουν μεταβολή του βάρους τους κατά την συντήρηση αφού διατίθενται συνήθως σε μικρά τεμάχια με καθορισμένο βάρος και δεν αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, λόγω έλλειψης μικροβιακής χλωρίδας.
- Κοστίζουν λιγότερο από τα φυσικά τυριά επειδή ενσωματώνουν χαμηλού βαθμού φυσικό τυρί και φθηνότερα χωρίς τυρί γαλακτοκομικά συστατικά.
- Παρουσιάζουν μεγαλύτερη σταθερότητα ως προς το τελικό προϊόν λόγω της χρήσης καθορισμένων ποσοτήτων στις πρώτες ύλες.
- Είναι πολύ εύπεπτα λόγω της διαλυτοποιημένης πρωτεΐνης που περιέχουν.

Η αρχική ιδέα της παρασκευής ανακατεργασμένων τυριών γεννήθηκε, έτσι ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν τυριά με υποβαθμισμένη ποιότητα ή κομμάτια τυριών που προέρχονται από τη μορφοποίηση, τη συσκευασία κλπ. Στη συνέχεια όμως, η ποικιλία τους αυξήθηκε σε μεγάλο βαθμό λόγω των πολλών συνδυασμών διαφορετικών τύπων τυριών και άλλων γαλακτοκομικών και μη προϊόντων, με αποτέλεσμα την παραγωγή ανακατεργασμένων τυριών με διαφορετικά χαρακτηριστικά (συνεκτικότητα, γεύση, σχήμα και μέγεθος) (Fox, 1984 & 2002).

## **2.2 Πρώτες και βοηθητικές ύλες**

### **2.2.1 Φυσικά τυριά**

Η βάση για την παραγωγή ανακατεργασμένου τυριού καλής ποιότητας είναι πρωτίστως η καλή ποιότητα των πρώτων υλών και ειδικότερα αυτών των συστατικών που βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία στη μάζα του ανακατεργασμένου τυριού.

Τη βασική πρώτη ύλη για την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών αποτελούν κυρίως τυριά που προέρχονται από πήγμα πυτιάς. Τα καλύτερα όμως χαρακτηριστικά τήξης προέρχονται από σκληρούς και ημίσκληρους τύπους τυριών. Τυριά που λαμβάνονται με οξίνιση του γάλακτος κρίνονται ακατάλληλα για την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών (Ανυφαντάκης, 1993).

Η καταλληλότητα ενός τυριού έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παρασκευή ανακατεργασμένου τυριού κρίνεται από τις εξής παραμέτρους: την περιεκτικότητα σε νερό, το pH, τις οργανοληπτικές ιδιότητες και το βαθμό ωρίμανσης (Spreer, 1995).

Μία σημαντική παράμετρος που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία είναι η χημική σύσταση του τυριού που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη καθώς και η δομή αυτού (Ανυφαντάκης, 1993). Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνη και ιδιαίτερα σε καζεΐνη, που είναι η σημαντικότερη πρωτεΐνη η οποία είναι υπεύθυνη για τη γαλακτωματοποίηση και τη σταθερότητα της δομής των ανακατεργασμένων τυριών (Meyer, 1973). Όσον αφορά στη χημική σύσταση των τυριών που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό είναι: 56% σε ξηρή ουσία, 50% σε λίπος επί ξηρού, pH 5,1-5,3 και 3-4% σε λακτόζη (Berger et al., 2002).

### **2.2.1.1 Επίδραση της αρχικής ποσότητας τυριού στο τελικό προϊόν**

Όσο περισσότερη είναι η περιεκτικότητα σε φρέσκο τυρί στο σχηματιζόμενο μείγμα τόσο μειώνεται το κόστος σε πρώτη ύλη, η δυνατότητα χρήσης ελαττωματικών τυριών αμέσως μετά την παραγωγή τους και ο σχηματισμός σταθερού γαλακτώματος με υψηλή ικανότητα δέσμευσης νερού και σταθερής μάζας.

Από την άλλη, η χρήση φρέσκου τυριού επιφέρει μία ήπια-γλυκιά γεύση στο τυρί με τάσεις για σκλήρυνση κατά την αποθήκευση, παρουσιάζοντας μικρές φυσαλίδες στη μάζα του (Caric & Kalab, 1987; Piska & Stetina, 2004).

### **2.2.1.2 Επίδραση των πρωτεϊνών στο τελικό προϊόν**

Οι σημαντικότερες πρωτεΐνες που συμβάλλουν στη γαλακτωματοποίηση και στο σχηματισμό της δομής των ανακατεργασμένων τυριών είναι οι καζεΐνες. Συγκεκριμένα, όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε καζεΐνη τόσο το τελικό προϊόν που λαμβάνεται είναι πιο σταθερό. Όσον αφορά στην άθικτη καζεΐνη στο τελικό προϊόν, δεν πρέπει να είναι λιγότερη από 12%, διότι διαφορετικά υπάρχει το ενδεχόμενο να αποβληθεί νερό από τη μάζα του. Ενδεικτικά, ένα τυρί λίγων ημερών έχει το 90-95% των αζωτούχων ουσιών υπό μορφή καζεΐνης, μέρος

της οποίας διασπάται με την πρόοδο της ωρίμανσης σε διαλυτά συστατικά με ρυθμό που προσδιορίζεται από το είδος του τυριού (Ανυφαντάκης, 1993).

Πιο αναλυτικά, οι καζεΐνες του τυριού έχουν μη πολικές, λιπόφιλες ανθρακούχες ομάδες, ενώ οι αζωτούχες ομάδες που περιέχουν φωσφορικό ασβέστιο είναι υδρόφιλες. Έτσι αυτή η δομή τους, επιτρέπει στα καζεϊνικά μόρια να δρουν ως γαλακτωματοποιητές. Οι γαλακτωματοποιητικές τους ιδιότητες διαφοροποιούνται με βάση την ηλικία του τυριού, την ποσότητα του ασβεστίου, το pH και το βαθμό θερμικής επεξεργασίας του τυριού (Caric & Kalab, 1987).

## 2.2.2 Γαλακτωματοποιητές

Γαλακτωματοποιητές είναι οι ουσίες που επιτρέπουν το σχηματισμό ή τη διατήρηση ομοιογενούς μείγματος δύο ή περισσότερων μη μειγνυομένων φάσεων, όπως είναι το λίπος και το νερό στο τρόφιμο (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2000).

Κατά την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών χρησιμοποιείται πάντοτε γαλακτωματοποιητής, αποστολή του οποίου είναι η ρύθμιση του pH έτσι ώστε να εξασφαλισθούν οι άριστες συνθήκες για τη δομή και τη συντήρηση των προϊόντων, η διάλυση της πρωτεΐνης, για να γίνει εύκολα η ανάμιξη της με το λίπος και το νερό σε μαλακή ομοιογενή μάζα και η ελάττωση των μορίων της παρακαζεΐνης (Ανυφαντάκης, 1993).

Το κιτρικό οξύ είναι η πρώτη ουσία που χρησιμοποιήθηκε, το 1912, σαν γαλακτωματοποιητής. Έκτοτε έχουν δοκιμαστεί πολλές χημικές ενώσεις για το σκοπό αυτό. Παρά τις θεωρητικές δυνατότητες που υπάρχουν οι εξής μόνο κατηγορίες ουσιών χρησιμοποιούνται σήμερα στην πράξη: είναι τα άλατα του κιτρικού, του ορθοφωσφορικού και του πολυφωσφορικού οξέος, καθώς επίσης και το άλας νατρίου ή καλίου ή το σύμπλοκο φωσφορικού νατρίου-αργιλίου (Ανυφαντάκης, 1993).

Γαλακτωματοποιητικά άλατα είναι ουσίες που μετατρέπουν τις πρωτεΐνες που περιέχονται στο τυρί σε διασπαρμένη μορφή και κατά αυτόν τον τρόπο επιφέρουν ομοιογενή κατανομή των λιπών και των άλλων συστατικών (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 1995).

Συνοψίζοντας, τα παραπάνω άλατα τήξης, τα οποία δρουν ως ηλεκτρολύτες, συμβάλλουν στο σχηματισμό καζεϊνικών ενώσεων, καταλήγοντας στη γαλακτωματοποίηση και στις ιδιότητες του δεσμευμένου νερού. Κατά τη διάρκεια τήξης συντελούν στην καλή διασπορά των συστατικών και στη δημιουργία ενός σταθερού γαλακτώματος ανακατεργασμένου τυριού. Ταυτόχρονα, ο διαχωρισμός των κύριων συστατικών πρωτεΐνης, λίπους και νερού αποφεύγεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία στο τηγμένο τυρί (Spreer, 1995).

Μερικοί γαλακτωματοποιητές εμφανίζουν και βακτηριολογικές επιδράσεις. Συγκεκριμένα, τα μονοφωσφορικά άλατα παρουσιάζουν βακτηριοστατική δράση, η οποία είναι πιο ενεργή στα πολυφωσφορικά άλατα. Αντιθέτως, τα κιτρικά άλατα δεν παρουσιάζουν αυτή την ιδιότητα και είναι δυνατόν να αποικοδομηθούν από τη βακτηριακή δράση. Όταν η θερμική επεξεργασία παρασκευής τυριού είναι ήπια, τότε αυτά δεν είναι αποστειρωμένα και το τελικό προϊόν δεν περιέχει βακτήρια. Ενδέχεται όμως, να περιέχει κάποιο πλήθος σπορίων (κλωστρίδια), τα οποία προέρχονται είτε από την πρώτη ύλη είτε από την προσθήκη μπαχαρικών. Τα ορθοφωσφορικά άλατα εμποδίζουν την ανάπτυξη των σπορίων *Clostridium botulinum* στα ανακατεργασμένα τυριά, ενώ τα κιτρικά δεν έχουν καμία επίδραση. Επίσης, υπάρχουν και ορισμένοι άλλοι παράμετροι που επιδρούν στην ανάπτυξη των σπορίων, όπως ο τύπος του γαλακτωματοποιητή, το pH και το ποσοστό υγρασίας (Caric & Kalab, 1987).

Εκτός από τη σύσταση και την ποιότητα, ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει και η ποσότητα του γαλακτωματοποιητή στο τελικό προϊόν. Έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα κατά τα τελευταία χρόνια προς την κατεύθυνση αυτή που οδήγησε στο συμπέρασμα ότι προσθήκη του σε αναλογία 2,5-3,5% είναι συνήθως επαρκής. Τη βάση για τους υπολογισμούς αποτελεί πάντα η ποσότητα της καζεΐνης που δεν έχει υδρολυθεί. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερη άθικτη καζεΐνη περιέχει το μίγμα τόσο μεγαλύτερη ποσότητα γαλακτωματοποιητή πρέπει να προστεθεί (πίνακας 3) (Ανυφαντάκης, 1993).

**Πίνακας 3.** Σχέση της περιεκτικότητας των τυριών σε άθικτη καζεΐνη και της ποσότητας του γαλακτωματοποιητή.

Συνολική Καζεΐνη (%)	Άθικτη Καζεΐνη (%)	Σχετική Καζεΐνη (%)	Ποσότητα Γαλακτωματοποιητή (%)
30	30	100	3,6
30	27	90	3,3
30	24	80	3,0
30	21	70	2,7
30	18	60	2,4
30	15	50	2,1
30	12	40	1,8
30	9	30	1,5
30	6	20	1,2

Ο βασικός ρόλος των γαλακτωματοποιητών στην παρασκευή ανακατεργασμένου τυριού είναι η συμπλήρωση της γαλακτωματοποιητικής ικανότητας των πρωτεϊνών. Αυτό γίνεται εφικτό διότι έχουν τα εξής χαρακτηριστικά (Caric & Kalab, 1984):

- Απομάκρυνση του ασβεστίου από το πρωτεϊνικό σύστημα
- Διασπορά, αύξηση διαλυτότητας και διασκόρπιση των πρωτεϊνών
- Ενυδάτωση και διόγκωση των πρωτεϊνών
- Γαλακτωματοποίηση του λίπους και σταθεροποίηση του γαλακτώματος
- Έλεγχος pH και σταθεροποίηση του
- Απόκτηση κατάλληλης δομής μετά την ψύξη.

### **2.2.2.1 Κιτρικά άλατα**

Από τα κιτρικά άλατα χρησιμοποιούνται το κιτρικό μονονάτριο, pH 3,8, το κιτρικό δινάτριο, pH 5,1 και το κιτρικό τρινάτριο, pH 8,2 τα οποία χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ανακατεργασμένου τυριού (Caric & Kalab, 1984). Στο εμπόριο υπάρχουν προϊόντα που συνδυάζουν τα άλατα αυτά σε διάφορες αναλογίες, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή τιμή pH σε κάθε περίπτωση. Είναι ουσίες ευδιάλυτες που μετατρέπουν σχετικά εύκολα την καζεΐνη σε διαλυτή μορφή, όμως τα ανακατεργασμένα τυριά που παρασκευάζονται με αυτές, εμφανίζουν περιορισμένη τάση προσρόφησης νερού και αποκτούν δομή πολύ συνεκτική. Για το λόγο αυτό αντενδείκνυται η χρησιμοποίησή τους για την Παρασκευή προϊόντων που έχουν αλοιφώδη υφή, εκτός των περιπτώσεων που σαν πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται υπερώριμα τυριά (Ανυφαντάκης, 1993).

Το κιτρικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην διόρθωση του pH του τυριού, ενώ το κιτρικό κάλιο προσδίδει μια πικρή γεύση στο τελικό προϊόν. Το κιτρικό μονονάτριο αναφέρεται ότι προκαλεί διάσπαση στο γαλάκτωμα κατά τη διάρκεια της τήξης του τυριού λόγω της υψηλής οξύτητας, ενώ το κιτρικό δινάτριο είναι υπεύθυνο για το διαχωρισμό του νερού κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης της ρευστής μάζας λόγω της υψηλής οξύτητας.

Το κιτρικό τρινάτριο και το φωσφορικό δινάτριο έχουν παρόμοιες επιδράσεις στη συνοχή του τυριού και παράγονται μαλακότερα τυριά από πολλά πολυφωσφορικά άλατα (Caric & Kalab, 1984).

### **2.2.2.2 Φωσφορικά άλατα**

Από τα άλατα του ορθοφωσφορικού οξέος, ιδιότητες γαλακτωματοποιητή παρουσιάζουν το φωσφορικό μονονάτριο, pH 4,5, το φωσφορικό δινάτριο pH 9,0 και το φωσφορικό τρινάτριο pH 11,5. Κατά κανόνα, σαν γαλακτωματοποιητής χρησιμοποιείται το δεύτερο, ενώ το πρώτο και το τρίτο χρησιμοποιείται μόνο για διόρθωση του pH (Ανυφαντάκης, 1993).

Τα πολυφωσφορικά είναι τα άλατα που χρησιμοποιούνται σήμερα πολύ περισσότερο των άλλων στην παρασκευή των ανακατεργασμένων τυριών. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα διφωσφορικά άλατα του νατρίου, που είναι και ο αρχικός κρίκος στη σειρά των πολυφωσφορικών ενώσεων, μέχρι υψηλού



μοριακού βάρους πολυφωσφορικά, γνωστά σαν άλατα *Graham*. Τα δι- και τριφωσφορικά είναι δυνατό να ληφθούν ως καθαρές ουσίες πράγμα που δεν συμβαίνει με τα υπόλοιπα μέλη της σειράς. Τα τελευταία υπάρχουν πάντοτε σαν μίγμα σε αναλογίες που καθορίζονται από τις συνθήκες παρασκευής τους. Τα πολυφωσφορικά άλατα εμφανίζουν ισχυρή δύναμη πέψης της καζεΐνης που διευκολύνει τη λήψη σταθερού γαλακτώματος (Ανυφαντάκης, 1993).

Η ικανότητα τους να συγκρατούν ασβέστιο είναι στενά συνδεδεμένη με την ικανότητα τους να διαλυτοποιούν τις πρωτεΐνες. Ο ρυθμός τήξης, η συγκέντρωση ασβεστίου και οι μηχανικές ιδιότητες του ανακατεργασμένου τυριού επηρεάζονται περισσότερο από την μεταβολή της συγκέντρωσης των συμπυκνωμένων φωσφορικών παρά από αυτή των πολυφωσφορικών.

Όλα τα συμπυκνωμένα πολυφωσφορικά άλατα υδρολύονται σε υδατικά διαλύματα. Η υδρόλυση επίσης γίνεται κατά τη διάρκεια της τήξης ή και αργότερα. Η αποικοδόμηση των πολυφωσφορικών αυξάνεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Περίπου το 50% από τα πολυφωσφορικά που προστίθενται, υδρολύονται κατά την τήξη (Caric & Kalab, 1984).

### **2.2.2.3 Συνδυασμοί αλάτων**

Τα μείγματα αλάτων χρησιμοποιούνται για τον συνδυασμό των καλύτερων επιδράσεων των χαρακτηριστικών συστατικών τους. Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν να ευνοούν τα κιτρικά στους συνδυασμούς αλάτων τήξης αλλά πιο πρόσφατες μελέτες έδωσαν έμφαση στις επιθυμητές αντιδράσεις των φωσφορικών. Ένας συνδυασμός κιτρικού νατρίου, τριϋδροξυγλουταρικού και φωσφορικού δινατρίου, επέφερε τα καλύτερα αποτελέσματα στην παρασκευή ανακατεργασμένου τυριού.

Γενικώς, τα πολυφωσφορικά αποδίδουν ανακατεργασμένο τυρί με καλύτερη δομή και καλύτερη διατήρηση της ποιότητας σε σχέση με άλλους γαλακτωματοποιητικούς παράγοντες. Προφανώς, λόγω της δυνατότητας τους να αυξάνουν τη διαλυτότητα σε παρακαζεϊνικό ασβέστιο, εξαιτίας της μεγάλης ικανότητας απομόνωσης του ασβεστίου. Τα πολυφωσφορικά και συγκεκριμένα τα ορθοφωσφορικά επιφέρουν ανεπιθύμητη χαρακτηριστική αίσθηση στο τελικό προϊόν. Αν και τα κιτρικά είναι το ίδιο ικανοί γαλακτωματοποιητές με τα πολυφωσφορικά, στερούνται βακτηριοστατικής επίδρασης (Caric & Kalab, 1984).

Πολύ γνωστοί γαλακτωματοποιητές είναι επίσης τα άλατα *Joha* (Ανυφαντάκης, 1993).

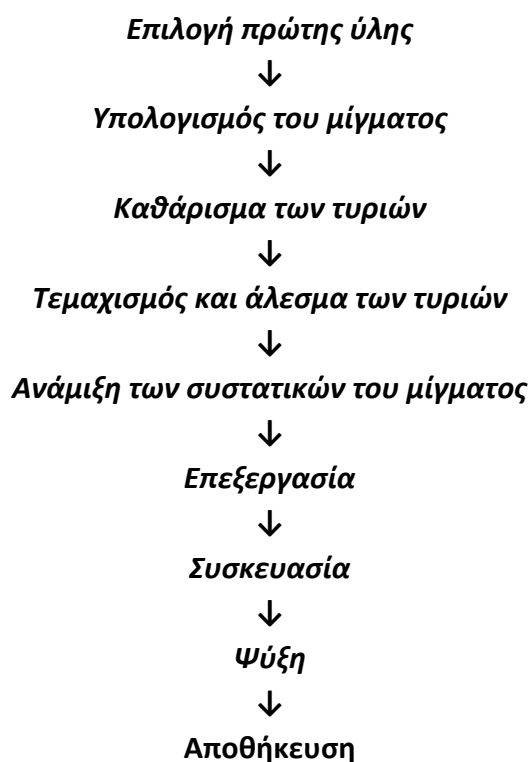
#### **Άλατα Joha**

Τα άλατα *Joha* πρωτοχρησιμοποιήθηκαν το 1930 και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα μέχρι σήμερα. Πρόκειται για μια σειρά προϊόντων, στα οποία συνδυάζονται σε διάφορες αναλογίες κιτρικά,

μονοφωσφορικά και κυρίως πολυφωσφορικά άλατα. Υπάρχουν γύρω στα 20 διαφορετικά είδη γαλακτωματοποιητικών αλάτων Joha, τα οποία είναι διαθέσιμα για διαφορετικούς τύπους ανακατεργασμένου τυριού, όπως σφικτό, για επάλειψη, αλοιφές και block τυριά. Κάθε ένα από αυτά διαφέρει όσον αφορά την ικανότητα να αποσυνθέσει και να διαλύσει την πρωτεΐνη, την τιμή του pH, την ικανότητα ουδετεροποίησης και την ισχύ της κρεμώδους συμπεριφοράς (Meyer, 1973).

## 2.3 Παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών

Στο σχήμα 1 αναφέρεται συνοπτικά η τεχνολογική διαδικασία παρασκευής των ανακατεργασμένων τυριών που εφαρμόζεται στη βιομηχανία. Τα ξηρά αναμειγνυόμενα συστατικά μεταφέρονται από τα ψηλά στα χαμηλά τμήματα και η θερμή παχύρρευστη μάζα τυριού ρέει λόγω της βαρύτητας από τα σκεύη επεξεργασίας προς το τελικό στάδιο που είναι η συσκευασία (Spreer, 1995).



**Σχήμα 1.** Διάγραμμα ροής για τη παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών (Kosikowski & Mistry, 1997 ; Caric & Kalab, 1987)

Αναλυτικότερα:

- **Επιλογή της πρώτης ύλης:** Το στάδιο αυτό είναι πολύ σημαντικό για την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η επιλογή της κατάλληλης κάθε φορά πρώτης ύλης για τη σύνθεση ενός μίγματος παραγωγής ανακατεργασμένου

τυριού είναι ιδιαίτερα σημαντική εργασία που απαιτεί πείρα και γνώσεις. Τα εργοστάσια παραγωγής τους για να ανταποκριθούν στην απαίτηση αυτή, διατηρούν πάντοτε μεγάλα αποθέματα φυσικών τυριών σε διάφορες ηλικίες, αλλά και πεπειραμένο προσωπικό που μπορεί να εκτιμήσει τη γεύση, το άρωμα και τα χαρακτηριστικά τους. Έτσι μόνο είναι δυνατόν να εξασφαλίζονται μίγματα με ομοιομορφία, που οδηγούν στην παραγωγή προϊόντων με σταθερή και υψηλή ποιότητα ( Spreer, 1995).

- **Υπολογισμός του μίγματος:** Στο στάδιο αυτό προσδιορίζεται το λίπος και η υγρασία των συστατικών του μίγματος. Με βάση τα στοιχεία αυτά, λαμβάνοντας υπόψη και την ποσότητα των λοιπών συστατικών του μίγματος, υπολογίζεται η σύσταση του τελικού προϊόντος, που πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις που θέτει η νομοθεσία. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνεται ρύθμιση με προσθήκη τυριών, λίπους, γάλακτος ή νερού αλλά και με συμπύκνωμα ατμού, ώστε να ικανοποιηθούν οι νομικές προϋποθέσεις (Ανυφαντάκης, 1993; Kosikowski & Mistry, 1997).
- **Καθαρισμός των τυριών:** τα τυριά που επιλέγονται για την παρασκευή ανακατεργασμένων προϊόντων, πρέπει να καθαριστούν, πριν χρησιμοποιηθούν. Από τα σκληρά τυριά και τα ημίσκληρα τυριά αφαιρείται η επιδερμίδα, ενώ τα μαλακά καθαρίζονται με ψήκτρα. Τυριά χωρίς επιδερμίδα καλύπτονται συχνά με διάφορα πλαστικά ή υφασμάτινα είδη συσκευασίας που αφαιρούνται εύκολα (Ανυφαντάκης, 1993).
- **Τεμαχισμός και άλεσμα των τυριών:** Τα καθαρισμένα τυριά τεμαχίζονται σε μεγάλα κομμάτια και στη συνέχεια αλέθονται σε κόκκους με τη βοήθεια μύλων, ώστε να γίνουν μαλακά και να αποκτήσουν ομοιόμορφο μέγεθος. Η διαδικασία αυτή βοηθάει τον γαλακτωματοποιητή να έρθει σε άμεση επαφή με το τυρί και επιπλέον επιτρέπει την καλύτερη απορρόφηση του νερού και τη διασπορά της πρωτεΐνης του τυριού. Στη βιομηχανία ενδέχεται να μην προηγηθεί τεμαχισμός αλλά κατευθείαν άλεση (Ανυφαντάκης, 1993; Kosikowski & Mistry, 1997).
- **Ανάμιξη των συστατικών του μίγματος:** Για να αποκτήσουν τα ανακατεργασμένα τυριά ομοιόμορφη σύσταση και δομή, αναμιγνύεται προσεκτικά η πρώτη ύλη πριν από την επεξεργασία της. Έτσι μπορεί να γίνει ανάμιξη: α) μόνο των αλεσμένων τυριών ή και των πρόσθετων συστατικών που προέρχονται από το γάλα , β) των τυριών με το νερό και αν απαιτείται και των επιτρεπόμενων πρόσθετων του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών και γ) των τυριών με το νερό και τους γαλακτωματοποιητές και αν απαιτείται και των πρόσθετων. Ο τρόπος επιλογής εξαρτάται από τη συνεκτικότητα της πρώτης ύλης και από τον τύπο του προϊόντος που πρόκειται να παρασκευασθεί (Ανυφαντάκης, 1993).  
Η δομή του αλεσμένου τυριού αλλάζει σημαντικά αν εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα για μερικές ώρες. Οι αλλαγές αυτές συντελούν στο να

απορροφά νερό και να αποκτά μορφή κρέμας ταχύτερα απ' ό,τι τα τυριά των οποίων η επεξεργασία έγινε αμέσως ή σε σύντομο χρονικό διάστημα (Caric & Kalab, 1987). Για να επιτευχθεί ομοιογενές μίγμα τυριού χρησιμοποιούνται μηχανικοί αναμείκτες διαφόρων μεγεθών και σχημάτων (Ανυφαντάκης, 1993).

- **Επεξεργασία του μίγματος:** Μετά το σχηματισμό του επιθυμητού μίγματος, λαμβάνει χώρα η επεξεργασία αυτού. Το μίγμα μεταφέρεται σε ειδικές συσκευές, όπου υπό την επίδραση της θερμότητας, του γαλακτωματοποιητή, του νερού και μηχανικών δυνάμεων γίνεται η επεξεργασία του. Η επεξεργασία του μίγματος γίνεται με ευθύ ή πλάγιο ατμό, υπό σταθερή ανατάραξη. Η εφαρμογή μερικού κενού κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας είναι προαιρετική. Στη μαζική επεξεργασία, ο συνδυασμός θερμοκρασίας- χρόνου ποικίλει (70-95 °C για 4-15 λεπτά), εξαρτώμενος από τα χαρακτηριστικά: βαθμός ανατάραξης, επιθυμητή δομή του τελικού προϊόντος, χαρακτηριστικά της μάζας και χρόνος συντήρησης του προϊόντος. Ο χρόνος που απαιτείται για να διαλυτοποιηθεί η καζεΐνη και να δημιουργηθεί ένα σταθερό γαλάκτωμα, είναι τουλάχιστον 3-4 λεπτά. Η διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας μειώνεται, καθώς αυξάνει η θερμοκρασία (Fox et al., 2000; Ανυφαντάκης, 1993).

Στα συνεχούς ροής συστήματα, το μίγμα αναδεύεται και θερμαίνεται στους 80-90 °C σε αναμείκτη υπό κενό και με τη βοήθεια μιας συλλεκτικής στήλης μεταφέρεται και εισέρχεται σε σωληνωτούς εναλλάκτες θερμότητας και θερμαίνεται στους 130-145 °C για μερικά δευτερόλεπτα. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο καταστρέφονται τα κλωστρίδια και λαμβάνεται αποστειρωμένο προϊόν. Στη συνέχεια ψύχεται στους 90 °C και το επεξεργασμένο πλέον προϊόν αντλείται προς τη δεξαμενή η οποία τροφοδοτεί το τμήμα συσκευασίας (Ανυφαντάκης, 1993).

- **Συσκευασία :** Η μαλακή ομοιογενής μάζα που λαμβάνεται με την επεξεργασία του μίγματος μεταφέρεται σύντομα σε μηχανές με τις οποίες γίνεται η συσκευασία της σε διάφορες μορφές και βάρη. Φύλλο αλουμινίου ή πλαστικά κουτιά χρησιμοποιούνται συνήθως για το σκοπό αυτό. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσκευασίας. Στην αγορά τα τυριά διατίθενται σε μικρομερίδες, σε φέτες, σε μορφή σαλαμιού ή ορθογωνίων (Ανυφαντάκης, 1993).
- **Ψύξη :** Οι συνθήκες ψύξης ποικίλουν ανάλογα με το επιθυμητό τελικό προϊόν. Έτσι, αυτό μπορεί να υποβληθεί σε αργή ψύξη ή γρήγορη ψύξη. Όμως η βραδεία ψύξη ενδέχεται να προκαλέσει αντίδραση Maillard αλλά και ανάπτυξη σπορογόνων βακτηρίων (Hui, 1992).
- **Αποθήκευση :** Τα ανακατεργασμένα τυριά αποθηκεύονται συνήθως σε θερμοκρασία 5-10 °C. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία 0 °C, γιατί η κατάψυξη είναι δυνατόν να προκαλέσει αλλοίωση

στη δομή τους δημιουργώντας κρυστάλλους διφωσφορικού ασβεστίου. Επίσης, δεν πρέπει να διατηρούνται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, γιατί υπάρχει το ενδεχόμενο μικροβιακής ανάπτυξης, όταν τα προϊόντα δεν είναι αποστειρωμένα, καθώς και αλλοιώσεων στη δομή, στο άρωμα και στη γεύση ακόμη και αν είναι αποστειρωμένα (Ανυφαντάκης, 1993).

## 2.4 Ελαττώματα των ανακατεργασμένων τυριών

Τα ανακατεργασμένα τυριά εκτός από πλειάδα πλεονεκτημάτων παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα. Συνήθως αυτά οφείλονται στην ποιότητα των τυριών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τους, ενώ άλλα συνδέονται άμεσα με τις συνθήκες επεξεργασίας τους (Ανυφαντάκης, 1993).

Τυριά ακάθαρτα που εμφανίζουν σήψη και ανεπιθύμητες οσμές, πρέπει να αποκλείονται κατά την επιλογή της πρώτης ύλης για την παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών, ενώ αντίθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσα έχουν οπές αερίων, ελαττώματα δομής και χρώματος (Ανυφαντάκης, 1993).

Τα ελαττώματα που σχετίζονται με τις συνθήκες επεξεργασίας είναι δυνατόν να οφείλονται σε κακή ανάμειξη της πρώτης ύλης, σε ανεπαρκή ή υπερβολική θέρμανση και σε λανθασμένη επιλογή στο είδος και στην ποσότητα του γαλακτωματοποιητή. Η κοκκώδης, αλευρώδης και η ιξώδης υφή, η αυξημένη οξύτητα, η γεύση σάπωνος, ο σχηματισμός κρυστάλλων και η εμφάνιση ρόδινης έως καστανής απόχρωσης είναι τα πιο συνηθισμένα ελαττώματα.

### A) Ελαττώματα μικροβιολογικής προέλευσης

Στα ανακατεργασμένα τυριά τα μικροβιολογικά ελαττώματα οφείλονται κυρίως στο σχηματισμό αερίων από αναερόβια σπορογόνα βακτήρια, γνωστά και ως κλωστρίδια. Η εμφάνιση σπογγώδους υφής και ανεπιθύμητης οσμής είναι δείκτες υψηλής περιεκτικότητας σε κλωστρίδια. Επίσης, ενδέχεται να εμφανιστεί μούχλα επάνω στην επιφάνεια της συσκευασίας του ανακατεργασμένου τυριού. Έτσι, η χρήση πρώτων υλών καλής ποιότητας ή η πιθανή προσθήκη επιτρεπτών αντιμικροβιακών ουσιών είναι ικανές να μειώσουν ή ακόμη και να εξαλείψουν τα ελαττώματα αυτά (Macrae et al., 1993).

### B) Ελαττώματα φυσικοχημικής προέλευσης

Τα ελαττώματα φυσικοχημικής προέλευσης σύμφωνα με τους Ανυφαντάκη (1993) και Macrae et al. (1993) είναι:

1. Η κοκκώδης υφή, οφείλεται συνήθως στη χρησιμοποίηση μεγάλης ποσότητας ανώριμων τυριών, σε ανωμαλίες του pH και σε υπερβολική δόση γαλακτωματοποιητή.

2. Η αλευρώδης υφή εμφανίζεται, όταν το pH είναι άνω του 5,8 και χρησιμοποιείται υπερβολική ποσότητα πολυφωσφορικών.
3. Η πολύ μαλακή-ιξώδης υφή εμφανίζεται όταν η επεξεργασία του μίγματος διαρκεί πολύ, προστίθεται μεγάλη ποσότητα νερού ή σκόνης γάλακτος, ο γαλακτωματοποιητής είναι ανεπαρκής και το pH είναι σημαντικά άνω του 5,8.
4. Η γεύση σάπωνος προέρχεται από τη χρησιμοποίηση τυριών το λίπος των οποίων έχει ταγγίσει και από τη χρησιμοποίηση υπερβολικής ποσότητας τριφωσφορικού νατρίου.
5. Η ανομοιογενής δομή μπορεί να προκύψει από ανεπαρκή άλεση και ειδικότερα στα σκληρά τυριά, από λανθασμένο χρόνο επεξεργασίας, θερμοκρασίας ή και λανθασμένη ταχύτητα περιστροφής του αναδευτήρα. Επίσης, όταν ο γαλακτωματοποιητής είναι ανεπαρκής και το pH είναι πολύ χαμηλό.
6. Ο σχηματισμός αερίων παρατηρείται μερικές εβδομάδες από την τοποθέτηση των συσκευασμένων τυριών στο καταστήματα. Το ελάττωμα αυτό προκαλούν βακτήρια του γένους *Clostridium* μεταξύ των οποίων το *Cl. tyrobutyricum* και το *Cl. sporogenes*. Τα σπόρια αυτών των βακτηρίων, που δεν καταστρέφονται κατά την επεξεργασία των τυριών, αναπτύσσονται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ζυμώνουν τη λακτόζη και παράγουν αέρια, πολλές φορές χωρίς καμιά αξιόλογη αλλαγή στη γεύση και το άρωμα. Επιμολύνσεις με προπιονικά βακτήρια είναι δυνατόν επίσης να προκαλέσουν φούσκωμα. Αυτό το ελάττωμα μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη ή στη χρήση χαμηλής ποιότητας λάκας ή στη χρήση ενός πολύ όξινου ή αλκαλικού γαλακτωματοποιητή.
7. Ο σχηματισμός κρυστάλλων είναι συνηθισμένο φαινόμενο στα ανακατεργασμένα τυριά. Όταν το μέγεθος αυξηθεί αρκετά, τα τυριά αποκτούν αμμώδη υφή και δεν είναι δυνατόν να καταναλωθούν. Το μειονέκτημα αυτό σχετίζεται με το είδος και την ποιότητα του γαλακτωματοποιητή και με το αμινοξύ τυροσίνη. Τα άλατα του φωσφορικού νατρίου είναι δυνατό να αντιδράσουν με το ασβέστιο του τυριού και να δώσουν αδιάλυτο φωσφορικό ασβέστιο. Οι κρύσταλλοι τυροσίνης είναι αδιάλυτα λευκά τεμάχια διανεμημένα σε όλη τη μάζα του τυριού που δημιουργούνται, γιατί τα φυσικά τυριά είναι πλούσια στο αμινοξύ αυτό.
8. Ο διαχωρισμός νερού παρατηρείται με το σχηματισμό μικρών σταγόνων μέσα στη μάζα του τυριού ή από την εφίδρωση της επιφάνειάς του. Οι λόγοι που συμβαίνει αυτό το φαινόμενο είναι το πολύ χαμηλό pH του τελικού προϊόντος, οι αλλαγές στη δομή του τυριού και στις ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης.
9. Ο διαχωρισμός λίπους μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μεγάλης ποσότητας ώριμου τυριού που χρησιμοποιήθηκε, της ανεπαρκής ή υπερβολικής χρήσης

γαλακτωματοποιητή, του πολύ χαμηλού pH και της αποθήκευσης του τυριού σε υψηλή θερμοκρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα.

10. Η εμφάνιση ελαφριάς ρόδινης μέχρι καστανής απόχρωσης αποδίδεται στη θέρμανση του μίγματος σε υψηλή θερμοκρασία κατά την επεξεργασία, σε ανεπαρκές καθαρίσμα των τοιχωμάτων του βραστήρα, όπου γίνεται η ανακατεργασία, στην παρουσία χρώματος και στη λακτόζη.

### Γ) Ελαττώματα στη γεύση

1. Δριμεία γεύση : οφείλεται στην υπερβολική χρήση ώριμου τυριού.
2. Αλμυρή γεύση : οφείλεται στη χρήση αλμυρού τυριού ή στην υπερβολική χρήση γαλακτωματοποιητή.
3. Γεύση χημικών : οφείλεται στη χρήση νοθευμένων γαλακτωματοποιητών ή βουτύρου, στην προσθήκη συντηρητικών ή σταθεροποιητών και στη χρήση πολύ αλμυρού τυριού.
4. Γεύση ταγγίσματος : οφείλεται στη χρήση τυριού ή/και βουτύρου με αυτή τη γεύση ή τυριού ωριμασμένου με τη βοήθεια βακτηρίων.
5. Γεύση σάπιου : οφείλεται στη χρήση σάπιου τυριού ή τυριού που περιέχει κλωστρίδια.

## 2.5 Ρεολογικά χαρακτηριστικά των τυριών

### 2.5.1 Γενικά

Η ρεολογία επίσημα ορίζεται ως η μελέτη της ροής και της παραμόρφωσης των προς εξέταση δειγμάτων. Από την καθημερινή εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι δεν εμφανίζουν όλα τα τυριά ροή, αν και μερικά από τα πιο μαλακά το κάνουν. Ωστόσο κάτω από μερικές συνθήκες ακόμα και στα πιο σκληρά τυριά μπορεί να προκληθεί «ροή». Το δεύτερο μέρος του ορισμού, η μελέτη της παραμόρφωσης, είναι πιο ικανή στο να περιγράψει τις ιδιότητες οποιουδήποτε τυριού, καθώς η παραμόρφωση μπορεί να περικλείει κάθε πλευρά στην αλλαγή του σχήματος του δείγματος.

Οι μη ειδικοί πιθανόν θα περιγράψουν το τυρί ως ένα στερεό, σίγουρα τα σκληριά τυριά ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και πολλά από τα μαλακά έχουν πιο πολύ την φύση στερεού παρά υγρού. Το χαρακτηριστικό με το οποίο ένας μη ειδικός χαρακτηρίζει ένα στερεό σώμα είναι η ακαμψία του, δηλαδή η ικανότητα του να διατηρεί το αρχικό του σχήμα. Στην πραγματικότητα η ακριβής φυσική ιδιότητα που περιγράφει ένα στερεό είναι γνωστή ως ακαμψία. Χωρίς τον επίσημο ορισμό, ακαμψία είναι η μέτρηση της σύνδεσης μεταξύ της προσπάθειας (δύναμης) που εφαρμόζεται σε ένα δείγμα και της παραμόρφωσης που επιφέρει. Είναι

κατανοητό ότι αν το υλικό είναι ένα πραγματικό στερεό με τη στενή φυσική του έννοια, τότε η δύναμη δεν θα επιφέρει διαφοροποίηση στο σχήμα του. Ακόμη, υπάρχουν περιπτώσεις που όταν η εφαρμογή της δύναμης διακοπεί, τότε το δείγμα θα επανέλθει στο αρχικό του σχήμα αμέσως. Οι φυσικοί θα περιγράψουν αυτό το σώμα ως ελαστικό στερεό.

Το χαρακτηριστικό από το οποίο ένας μη ειδικός αναγνωρίζει ένα υγρό είναι η ρευστότητα δηλαδή η ικανότητα του να ρέει και να παίρνει το σχήμα του δοχείου μέσα στο οποίο βρίσκεται. Όσο παράξενο και αν φαίνεται οι ειδικοί χρησιμοποιούν την αντίθετη ιδιότητα ως χαρακτηριστική για ένα υγρό, η οποία ονομάζεται ιξώδες. Αυτό είναι κατά τον ορισμό η εξάρτηση μεταξύ της προσπάθειας (δύναμης) που εφαρμόζεται στο δείγμα και τον ρυθμό με τον οποίο η ροή ακολουθεί. Πάλι, εάν το δείγμα είναι ένα πραγματικό υγρό, το ιξώδες δεν θα διαφοροποιηθεί και όταν θα έχουμε παύση της δύναμης, ο ρυθμός της ροής αμέσως θα επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Συνοψίζοντας, ένα ελαστικό στερεό χαρακτηρίζεται από την ποσότητα της δύναμης που απαιτείται για να επέλθει μια βέβαιη παραμόρφωση, ενώ το ιξώδες του υγρού χαρακτηρίζεται από την δύναμη που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί αλλαγή στον ρυθμό ροής του.

Το τυρί είναι ένα «σώμα» που συνδυάζει τις ιδιότητες των δύο παραπάνω. Είναι δηλαδή ένα ιξωδοελαστικό σώμα, όπως είναι συνήθως και όλα τα βρώσιμα προϊόντα (Fox et al., 1999).

## **2.5.2 Ρεολογικές ιδιότητες των τυριών**

Ο χαρακτηρισμός των τυριών από ρεολογικής άποψης είναι πολύ σημαντικός μια και αποτελεί ένα είδος προσδιορισμού του σώματος και της υφής του. Κατά συνέπεια μελετώντας τα ρεολογικά χαρακτηριστικά ενός τυριού λαμβάνουμε σοβαρές ενδείξεις για την ποιότητά του, αν λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι εκείνα είναι αποτέλεσμα της σύστασης, της τεχνολογίας που ακολουθήθηκε κατά την παρασκευή του και των συνθηκών συντήρησής του.

Αφού η ρεολογία έχει σχέση με την παραμόρφωση και τη ροή των προϊόντων, αυτός ο χαρακτηρισμός όταν πραγματοποιείται με τη βοήθεια οργάνων, αποτελεί κατά βάση μια σημαντική ένδειξη για τις μηχανικές ιδιότητες του τυριού κάτω από ποικίλες συνθήκες. Τα τυριά ως ιξωδοελαστικά σώματα, συνδυάζουν ιδιότητες τόσο υγρών όσο και στερεών. Η ενέργεια κατάρρευσης, σαν συνέπεια της ιξώδους ιδιότητας των τυριών, κατά πάσα πιθανότητα σχετίζεται με τη ροή της ύλης, τη ροή των υγρών διαμέσου της ύλης, ή με τη σχετική κίνηση των δομικών στοιχείων που έχει σαν συνέπεια την εμφάνιση δυνάμεων τριβής μεταξύ τους. Το τυρί θεωρείται ως ένα σύνθετο «υλικό». Οι ιδιότητες του καζεϊνικού πυρήνα τροποποιούνται από την παρουσία των λιποσφαιρίων, της άλμης, των μικρών τρυπών και των σπασιμάτων και των ορίων μεταξύ των μικρών κόκκων του τυροπήγματος. Η μεταχείριση του τυροπήγματος κατά την διάρκεια της παραγωγής



μπορεί επίσης να επιφέρει διαφορετική δομή στο σύστημα. Οι ρεολογικές ιδιότητες του λίπους προστίθενται σε αυτές του καζεϊνικού πυρήνα έτσι ώστε το ολοκληρωμένο τυρί να είναι ιξωδοελαστικό.

Η καζεΐνη αποτελεί το κύριο δομικό στοιχείο και σχηματίζει ένα δίκτυο το οποίο διακόπτεται από μικρούς κόκκους τυροπήγματος, λιποσφαίρια, μέρη με νερό και σημεία με αέρα. Γενικά το καζεϊνικό δίκτυο εκτείνεται σε όλες τις κατευθύνσεις, δημιουργώντας ένα πλαίσιο στήριξης εκ του οποίου εξαρτάται ο βαθμός ανοίγματος, η ποσότητα του νερού που δεσμεύεται με την καζεΐνη, η παρουσία λίπους και ελεύθερου νερού. Το νερό στο τυρί δρα ως «πλαστικοποιητής», έτσι περισσότερο νερό κάνει την καζεΐνη πιο πλαστική και αντίθετα. Η ποσότητα του δεσμευμένου νερού είναι μικρή, καθώς το μεγαλύτερό του μέρος βρίσκεται ως ελεύθερο μαζί με τα μη διαλυτά άλατα. Η δομή του δικτύου των καζεϊνών καθορίζεται κατά την αρχή της τυροκόμησης και μόνο τροποποιείται αργότερα εάν η τυρομάζα υποβληθεί σε ειδικές διεργασίες όπως κατά την παραγωγή του τυριού τύπου *Pasta Filata*, το οποίο «απλώνει» τη μάζα του σε ζεστό νερό. Οι αρχικές συνθήκες της τυροκόμησης καθορίζουν το βαθμό συσσώρευσης της καζεΐνης, έτσι ώστε ο σχηματισμός ενός ανοικτού δικτύου τέτοιο όπως του τυριού που δημιουργείται από συμπυκνωμένο γάλα με υπερδιήθηση δίνει ένα ανοικτό τυρί που έχει την τυπική δομή. Η βασική δομή του καζεϊνικού δικτύου τροποποιείται κατά την διάρκεια της τυροκόμησης από την ποσότητα του οξέος που παράγεται από τους εναρκτήριους οργανισμούς, το οποίο μεταβάλλει την ποσότητα του ασβεστίου στην καζεΐνη και είναι πιθανόν να ταξινομηθούν τα τυριά σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της έκτασης του ασβεστίου στα στερεά άνευ λίπους συστατικά. Ωστόσο πολλές από τις διαφορές μεταξύ των ποικιλιών τυριού προέρχονται από τις αρχικές συνθήκες του τυροπήγματος και της ποσότητας οξέος που παράγεται κατά την διάρκεια της τυροκόμησης (Fox et al., 1999).

Συμπερασματικά θεωρείται ότι το σημαντικότερο δομικό συστατικό του τυριού είναι η συνεχής πρωτεϊνική μάζα. Ωστόσο και η συμβολή του λίπους του γάλακτος στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος είναι επίσης σημαντική. Για παράδειγμα μείωση κατά 50% ή και περισσότερο του λίπους του γάλακτος κατά την παρασκευή τυριών τύπου *Cheddar*, έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή προϊόντων μη αποδεκτών από πλευράς γεύσης, οσμής αλλά και φυσικών χαρακτηριστικών. Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης τυριών “light” με παρόμοια χαρακτηριστικά με τα παραδοσιακά τυριά, η αξιολόγησή τους με ρεολογικές μεθόδους έχει ακόμη μεγαλύτερη σημασία.

Ο στόχος της έρευνας που διεξάγεται πάνω στη ρεολογία των τυριών είναι η συσχέτιση των αποτελεσμάτων που δίνονται από τα διάφορα όργανα που μετρούν υφή ή μηχανικές ιδιότητες, με τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται από τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου (Konstance & Holsinger, 1992).

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε το μέτρο αυτών των χαρακτηριστικών γιατί επιδρούν στα εξής:

- Στην αίσθηση που μας δίνει το τυρί κατά τη μάσησή του.
- Στη χρήση του τυριού (κόψιμο αυτού, τρίψιμο, επάλειψη και χαρακτηριστικά λιωσίματος κατά το μαγείρεμα).
- Στη συσκευασία και διακίνηση αυτού (σταθερότητα του σχήματός του).

### 2.5.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις ρεολογικές ιδιότητες των τυριών

Οι ρεολογικές ιδιότητες των τυριών επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες. Πολλοί από αυτούς τους παράγοντες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την οσμή, γεύση, την εμφάνιση και άλλες ιδιότητες που συχνά είναι σημαντικές για τους καταναλωτές.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ρεολογικές ιδιότητες των τυριών ανήκουν στις πιο κάτω κατηγορίες;

A) Ιδιότητες του γάλακτος (φυλή του ζώου, το στάδιο θηλασμού, η περίοδος απογαλακτισμού, η σύσταση, η ρυθμιστική ικανότητα)

B) Η διαδικασία παρασκευής του τυριού (καλλιέργειες όταν αφορά τυριά που ωριμάζουν, ο χειρισμός του τυροπήγματος και το ψήσιμο)

Γ) Η σύσταση του τυριού (υγρασία, λίπος, άλας και οξύτητα-pH)

Δ) Οι διαδικασίες που γίνονται μετά την παρασκευή του τυριού (ωρίμανση, όταν πρόκειται για τυριά που ωριμάζουν, συντήρηση υπό ψύξη, θερμική επεξεργασία) (Pomeranz & Meloan, 1994).

### 2.5.4 Νευτώνεια και μη νευτώνεια ρευστά

Η ρεολογία μελετά τη μεταβολή της δομής της ύλης κατά την κίνηση της. Η κυριότερη ρεολογική ιδιότητα της ύλης είναι το ιξώδες που ορίζεται ως η εσωτερική τριβή ενός ρευστού που αντιστέκεται στη ροή του και οφείλεται στην επίδραση των δεσμών που συγκρατούν τη δομή του ρευστού. Αυτή η τριβή μπορεί να μετρηθεί με ιξωδόμετρο (π.χ. Brookfield).

Η τριβή γίνεται εμφανής όταν στιβάδα ρευστού τίθεται σε κίνηση σε σχέση με μια άλλη γειτονική της. Όσο πιο μεγάλη είναι η τριβή (το ιξώδες) τόσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη που πρέπει να εφαρμοστεί για να κινηθεί η στιβάδα του ρευστού. Η δύναμη αυτή ονομάζεται *διατμητική τάση* και συμβολίζεται με το  $\tau$ . Ο Newton υπέθεσε ότι το μέγεθος της δύναμης αυτής που εφαρμόζεται πάνω στο ρευστό είναι ανάλογο της ταχύτητας με την οποία κινείται το ρευστό και μάλιστα με την σχετική ταχύτητα κίνησης μιας στιβάδας προς μια άλλη και που ονομάζεται *ταχύτητα διάτμησης* και συμβολίζεται με το  $\gamma$ , δηλαδή  $\gamma = du/dx$  όπου  $du$  η ταχύτητα και  $dx$  η απόσταση των δύο στιβάδων.

Η σχέση που προκύπτει είναι  $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$ , όπου  $\eta$  είναι η σταθερά αναλογίας που ονομάζεται ιξώδες. Η εξίσωση αυτή αρχικά προτάθηκε από τον Νεύτωνα και ισχύει για ρευστά, όπως το νερό. Όμως για πολλά ρευστά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, οι μετρήσεις του ιξώδους δείχνουν απόκλιση από αυτή την απλή σχέση και γι' αυτό το λόγο προτάθηκε μια πιο γενική σχέση:  $\tau = \tau_0 + k \cdot \dot{\gamma}^n$ .

Ο εκθέτης  $n$  ονομάζεται δείκτης ρεολογικής συμπεριφοράς και το  $k$  συντελεστής συνεκτικότητας. Όταν  $n=1$ , τότε τα ρευστά ονομάζονται νευτώνεια (Ταξίδης, 1995). Τα αέρια και τα περισσότερα υγρά είναι νευτώνεια (McCabe et al., 2002). Όταν  $n \neq 1$ , τότε τα ρευστά ονομάζονται μη νευτώνεια και η συμπεριφορά τους χαρακτηρίζεται από την τιμή που έχει ο  $n$ . Όταν  $n > 1$ , τα ρευστά ονομάζονται διασταλτικά και όταν  $n < 1$ , τότε ονομάζονται ψευδοπλαστικά. Παράδειγμα ψευδοπλαστικού ρευστού είναι τα ανακατεργασμένα τυριά (Ταξίδης, 1995). Στα ψευδοπλαστικά και στα διασταλτικά ρευστά το ιξώδες τους μεταβάλλεται σύμφωνα με το ρυθμό διάτμησης και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ο όρος φαινομενικό ιξώδες  $\eta_a$  (Perry, 1999).

## 2.5.5 Ιδανικό ελαστικό στερεό

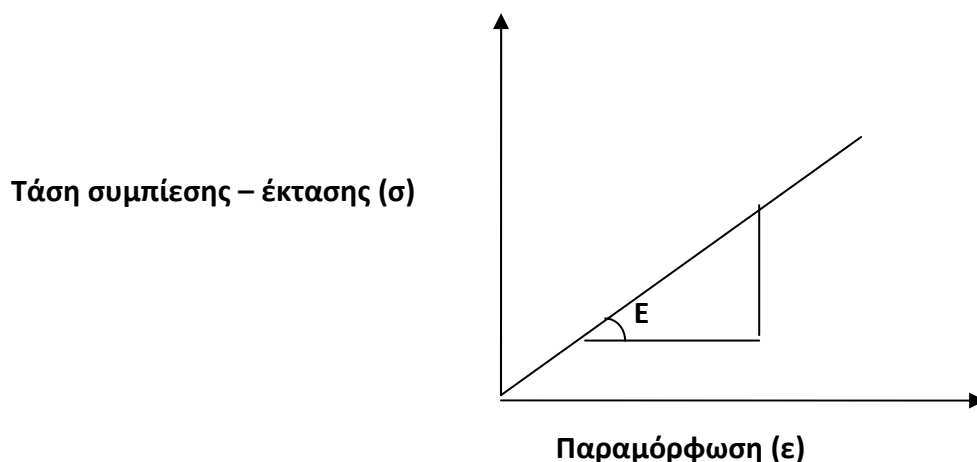
Η εφαρμοζόμενη δύναμη σε ένα στερεό υλικό έχει σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση του, η οποία προκαλεί μεταβολή στο σχήμα και στις διαστάσεις του εξεταζόμενου δείγματος. Η εφαρμοζόμενη δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας του υλικού συμβολίζεται με  $\sigma$  ή  $\tau$ , ανάλογα με τη διεύθυνση που εφαρμόζεται (Guinee, 2002).

Οι δυνάμεις εφαρμόζονται στα υλικά προς δύο κατευθύνσεις (Ραφαηλίδης, 1998):

1. Κάθετα προς την επιφάνεια του υλικού, το οποίο είτε συμπιέζεται είτε εκτείνεται. Η δύναμη που εξασκείται ανά μονάδα επιφάνειας ονομάζεται *τάση συμπίεσης ή έκτασης* ( $\sigma = F/A$ ) και μετρείται σε Pascal, η δε μεταβολή στο μήκος του υλικού ( $\Delta l$ ) ως το αρχικό μήκος του ( $l$ ), ονομάζεται *παραμόρφωση* ( $\epsilon = \Delta l/l$ ), οπότε είναι αδιάστατος αριθμός.
2. Εφαπτομενικά και παράλληλα προς το επίπεδο που βρίσκεται το υλικό, ονομάζεται *διατμητική τάση*  $\tau$  και μετράται σε Pascal, η δε γωνιακή μεταβολή λόγω στρέψης του υλικού εφαπτομενικά ονομάζεται *γωνιακή παραμόρφωση* και συμβολίζεται με  $\gamma$ .

Ένα υλικό μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδανικό ελαστικό στην περίπτωση που μόλις πάψει η επίδραση της δύναμης που το παραμορφώνει, επανέρχεται στην αρχική του μορφή, χωρίς να εξαρτάται από το χρόνο και από τον τρόπο που έγινε η παραμόρφωση (Ραφαηλίδης, 1987).

Η σχέση μεταξύ τάσης συμπίεσης ή έκτασης ( $\sigma$ ) με την παραμόρφωση ( $\epsilon$ ), θα πρέπει να είναι γραμμική (σχήμα2).



**Σχήμα 2.** Σχέση μεταξύ τάσης συμπίεσης ή έκτασης με την παραμόρφωση για ένα ελαστικό στερεό (Ραφαηλίδης, 1987).

Η κλίση της ευθείας E ονομάζεται συντελεστής ελαστικότητας του Young και ισούται με  $E = \sigma/\epsilon$ . Το γεγονός ότι η καμπύλη είναι γραμμική, δηλώνει ότι ο συντελεστής E για ένα ιδανικό στερεό υλικό είναι ανεξάρτητος από το χρόνο και το εύρος της δύναμης που εφαρμόσθηκε (Guinee, 2002).

### 2.5.6 Ιδανικό ιξώδες ρευστό

Το ρευστό, σε αντίθεση με ένα ιδανικό στερεό, δεν υπόκειται μόνιμη τάση και η παραμόρφωση συμβαίνει για όσο χρόνο εφαρμόζεται η δύναμη. Ένα υλικό χαρακτηρίζεται ως *ιδανικό ιξώδες* ή *Νευτώνειο*, όταν το εύρος της μεταβολής της παραμόρφωσης  $\gamma = \Delta\gamma/\Delta t$  είναι άμεσα ανάλογο στην εφαρμοζόμενη *διατμητική τάση*  $\tau$ , με την καμπύλη  $\tau/\gamma$  να περνά από την αρχή των αξόνων. Η σταθερά αναλογίας μεταξύ της τάσης  $\tau$  και του *ρυθμού παραμόρφωσης*  $\gamma$  είναι γνωστή ως *συντελεστής ιξώδους* ή *κινηματικό ιξώδες*  $\eta$ , όπου  $\eta = \tau/\gamma$  (Guinee, 2002).

### **3. Σκοπός της εργασίας**

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας ανάπτυξης ενός νέου επαλειφόμενου ανακατεργασμένου τυριού με βάση το τυρί Φέτα. Ως εκ τούτου, παρασκευάστηκαν επτά διαφορετικά δείγματα και αξιολογήθηκαν τόσο ενόργανα, ως προς την υφή και το χρώμα, όσο και με οργανοληπτικό έλεγχο.

## 4. Υλικά και μέθοδοι

### 4.1 Πρώτες και βοηθητικές ύλες

Για την παρασκευή των ανακατεργασμένων τυριών χρησιμοποιήθηκε ως βασική πρώτη ύλη το τυρί Φέτα. Η χημική του σύσταση ήταν:

- Υγρασία: 60,51%
- Λίπος: 21%
- Πρωτεΐνες: 19,31%
- pH: 4,56

Οι υπόλοιπες ύλες που προστέθηκαν ήταν βούτυρο, καζεϊνικό νάτριο και απεσταγμένο νερό. Ως γαλακτωματοποιητικό άλας χρησιμοποιήθηκε το κιτρικό τρινάτριο (BDH, England).

### 4.2 Εργαστηριακός αναμίκτης – παστεριωτήρας

Για την παρασκευή των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών χρησιμοποιήθηκε η συσκευή UMC 5 Universal Machine που αποτελεί συσκευή ανάμιξης, με δυνατότητα ταυτόχρονης θέρμανσης υπό κενό (Stephan, Germany).

Η διάταξη της συσκευής παρουσιάζεται στο σχήμα 3. Πρόκειται για μία συσκευή που αποτελείται από ένα κυλινδρικό κάδο ανάμιξης, όπου τοποθετείται το μίγμα προς επεξεργασία. Είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και έχει τη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης από την όλη συσκευή. Στον πυθμένα του δοχείου υπάρχει διάταξη μαχαιριών κοπής που βοηθάει στην καλύτερη ανάμιξη και κατάτμηση του εκάστοτε μίγματος. Η διάταξη αποσυναρμολογείται και εκ νέου εφαρμόζεται στον πυθμένα του κάδου εύκολα, διευκολύνοντας έτσι τον καθαρισμό του. Η διάταξη μαχαιριών κοπής συνδέεται με τον κινητήρα, ο οποίος επιτυγχάνει ταχύτητες ανάμιξης από 300 έως 3000 rpm.



**Σχήμα 3.** Συσκευή ανάμιξης με ταυτόχρονη θέρμανση, υπό κενό (Stephan, Germany).

Χαρακτηριστικό του δοχείου είναι τα διπλά τοιχώματα που διαθέτει, στα οποία κυκλοφορεί νερό μέσω ενός υδατόλουτρου με κυκλοφορητή. Η σύνδεση του κάδου με υδατόλουτρο καθιστά εύκολη την αυξομείωση της θερμοκρασίας του προϊόντος, η οποία δύναται να κυμανθεί από 0 έως 95 °C. Το δοχείο κλείνει αεροστεγώς με διαφανές καπάκι που έχει ενσωματωμένο έναν αναδευτήρα από πολυαμίδιο, ο οποίος χρησιμεύει για την αποκόλληση προϊόντος από τα τοιχώματα του κάδου, ώστε να αποφεύγεται η θερμική καταπόνησή του. Το καπάκι ασφαλίζει και η συσκευή μπορεί να συνδεθεί με αντλία κενού, ώστε να απάγεται ο αέρας από τη μάζα του υπό παρασκευή μίγματος.

### 4.3 Παρασκευή δειγμάτων

Το τυρί Φέτα, αφού κοβόταν σε κομμάτια, τοποθετούνταν μαζί με τα άλλα συστατικά στον κάδο του ομογενοποιητή Stephan. Μετά την αφαίρεση του αέρα με την αντλία κενού, το μίγμα θερμαινόταν μέχρι τους 90 °C, υπό συνεχή ανάδευση στα 1000 rpm. Στη συνέχεια, η ανάδευση συνεχιζόταν για 5 min, στα 2000 rpm. Συνολικά παρασκευάστηκαν 7 δείγματα:

- 1) φέτα 100%
- 2) φέτα 90% και βούτυρο 10%
- 3) φέτα 80% και βούτυρο 20%
- 4) φέτα 90% και νερό 10%
- 5) φέτα 70%, νερό 25% και καζεϊνικό νάτριο 5%
- 6) φέτα 60%, νερό 30% και καζεϊνικό νάτριο 10%
- 7) φέτα 50%, νερό 30%, καζεϊνικό νάτριο 10% και βούτυρο 10%

Εν συνεχεία, για τη μελέτη της υφής, με το συνδυασμό των δοκιμών της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής (lubricated squeeze flow) και της χαλάρωσης τάσης (stress relaxation), το παραγόμενο ρευστό προϊόν τοποθετούνταν μέσα σε ειδικά καλούπια από τεφλόν τύπου στεφάνης (10cm σε διάμετρο και 10mm σε ύψος), τα οποία είχαν επαλειφθεί με παραφινέλαιο και κάθε καλούπι τοποθετούνταν πάνω σε γυάλινη επιφάνεια. Κατόπιν, τα δείγματα τοποθετούνταν στο ψυγείο για μία μέρα, αφού καλύπτονταν πρώτα με parafilm.

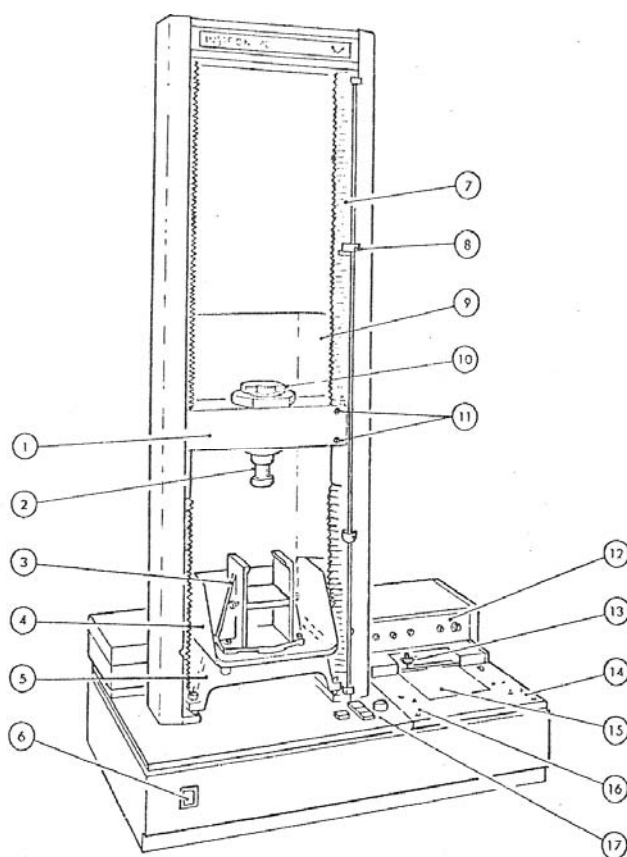
Επίσης, για τη μελέτη της υφής, με την ανάλυση κατατομής της υφής (TPA), το προϊόν τοποθετούνταν μέσα σε μεταλλικά κυλινδρικά καλούπια (22mm σε διάμετρο και 22mm σε ύψος), τα οποία είχαν επαλειφθεί με παραφινέλαιο, για να ξεκολλούν τα δείγματα πιο εύκολα και είχαν στερεωθεί σε γυάλινη επιφάνεια. Στη συνέχεια, καλύπτονταν με parafilm και τοποθετούνταν στο ψυγείο για μία μέρα, πριν τη διεξαγωγή των μετρήσεων.

Τέλος, για τις χημικές αναλύσεις και τη μέτρηση του χρώματος, το ρευστό προϊόν τοποθετούνταν σε στεγανά γυάλινα βάζα, τα οποία, μετά το σφράγισμα και

την εξισορρόπηση στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, συντηρούνταν στο ψυγείο για μία ή δύο μέρες, πριν τις αναλύσεις.

#### 4.4 Περιγραφή της συσκευής INSTRON

Για τη μελέτη της υφής χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Instron Universal Testing Machine (σχήμα 4), η οποία ανήκει στα όργανα γενικής χρήσεως για την αντικειμενική αξιολόγηση της υφής των τροφίμων και τη μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών και μέσων συσκευασίας των τροφίμων. Για τους ελέγχους χρησιμοποιούνται διάφορα εξαρτήματα δοκιμής που συνοδεύουν το όργανο. Ανάλογα με τη γεωμετρική τους κατασκευή, τα εξαρτήματα αυτά χρησιμοποιούνται για συμπίεση, διάτρηση, διάτμηση και έκταση.



1. κινητή κεφαλή, 2. σύστημα προσαρμογής εξαρτημάτων, 3. υποδοχέας δειγμάτων, 4. δίσκος συγκέντρωσης υγρών, 5. γέφυρα συμπίεσης, 6. διακόπτης λειτουργίας, 7. κάλυμμα κινητηρίου κοχλία, 8. όρια διαδρομής κεφαλής, 9. προστατευτικό κάλυμμα, 10. σύστημα φορτίσεως, 11. ενδεικτικές λυχνίες ορίων, 12. ενισχυτής συστήματος φορτίσεως, 13. καταγραφικό σύστημα, 14. χειριστήριο καταγραφικού μηχανισμού, 15. καταγραφικός χάρτης, 16. διακόπτης σήμανσης καταγραφικού χάρτη, 17. χειριστήριο κεφαλής.

**Σχήμα 4.** Όργανο Instron 1140 (Ντερλίκης, 2007).



## **A. Βασικά μέρη του οργάνου**

### ➤ Κεφαλή και σύστημα φορτίου

Στην κεφαλή του οργάνου μπορεί να προσαρμοστεί ένα από τα ακόλουθα τρία ηλεκτρονικά συστήματα φορτίου:

- 1) Σύστημα φορτίου 0 - 5000g
- 2) Σύστημα φορτίου 0 – 50 kg
- 3) Σύστημα φορτίου 0 – 500kg

### ➤ Εξαρτήματα δοκιμής

Τα εξαρτήματα δοκιμής έχουν διάφορα σχήματα, ώστε να ασκούν στο δοκίμιο συμπίεση, διάτμηση και διάτρηση, καθώς και συνδυασμούς των εντατικών αυτών καταστάσεων. Τα εξαρτήματα αυτά προσαρμόζονται στην κεφαλή.

### ➤ Υποδοχέας δοκιμών και εξαρτήματα

Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι υποδοχέων και διάφορα εξαρτήματα στα οποία τοποθετούνται τα δοκίμια , ανάλογα με τα εξαρτήματα δοκιμής.

### ➤ Χειριστήριο κεφαλής

Από το χειριστήριο ρυθμίζεται η κίνηση της κεφαλής προς τα πάνω ή προς τα κάτω.

## **B. Προδιαγραφές του οργάνου**

### ➤ Σύστημα φορτίου

Το όργανο μπορεί να δεχτεί μία από τις εξής κυψέλες :

Κυψέλη φορτίου	Εύρος φορτίου συμπίεσης από 0 έως
No 2512 – 205	500, 1000, 2000, 5000 g
No 2512 – 206	5, 10, 20, 50 kg
No 2512 – 204	50, 100, 200, 500 kg

### ➤ Εύρος ταχυτήτων κεφαλής

Η επιλογή ταχυτήτων γίνεται με αλλαγή γραναζιών

- Κανονικές ταχύτητες δοκιμασίας : 50, 100, 200, 500 mm/min
- Ταχύτητα επιστροφής : 1500 mm/min

➤ Απόσταση κίνησης κεφαλής

Δυνατότητα κίνησης κεφαλής (maximum) : 945 mm

## **Γ. Περιγραφή βασικών συστημάτων**

➤ Σύστημα φορτίου

1.Κυψέλη φορτίου: το σύστημα φορτίου διαθέτει αισθητήριο μηχανισμό για την ανίχνευση, μέτρηση και καταγραφή του φορτίου που εφαρμόζεται στο δοκίμιο κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Ο μηχανισμός αυτός βρίσκεται σε μια κυψέλη φορτίου και αποτελείται από 4 επιμηκυνσιόμετρα σε συνδεσμολογία γέφυρας Wheatstone. Η αντίσταση κάθε επιμηκυνσιόμετρου αλλάζει ανάλογα με το ποσό της παραμόρφωσης.

2.Κεφαλή: το φορτίο εφαρμόζεται σε μια κινούμενη κεφαλή που φέρει τα εξαρτήματα των δοκιμών. Η κεφαλή αυτή κινείται από ένα σύγχρονο κινητήρα με τη βοήθεια ενός κιβωτίου ταχυτήτων που διαθέτει σύστημα οδοντωτών τροχών με πολλαπλούς συμπλέκτες για την αλλαγή ταχυτήτων. Με κατάλληλο σύστημα αξόνων, ιμάντων, τροχαλιών και κοχλιών η κεφαλή κινείται προς τα κάτω ή προς τα πάνω.

➤ Ενισχυτής κυψέλης φορτίου

Το σήμα της τάσης εξόδου από τη γέφυρα Wheatstone τροφοδοτείται στον ενισχυτή του συστήματος φορτίου, όπου ενισχύεται κατάλληλα μέχρις ότου δημιουργηθεί μία τάση εξόδου του ενισχυτή, ικανή να κινεί την καταγραφική πένα του συστήματος καταγραφής. Με τα κουμπιά χονδρικής και λεπτής αντιστάθμισης μπορούμε να τροποποιήσουμε την ηλεκτρική ισορροπία της γέφυρας Wheatstone για να αντισταθμίσουμε κάθε αρχικό φορτίο που εφαρμόστηκε στο σύστημα φορτίου.

## **4.5 Προσδιορισμός μηχανικών ιδιοτήτων**

Στο συνδυασμό των δοκιμών της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής και της χαλάρωσης τάσης, τα δείγματα εξετάζονταν 48 ώρες περίπου μετά την παρασκευή τους.

Αμέσως μετά την έξοδό του από το ψυγείο, με τη χρήση κατάλληλου αιχμηρού αντικειμένου και με πολύ προσεκτικές κινήσεις, ώστε να μη διαταραχθεί η δομή του προϊόντος, αρχικά αποξυνόταν η επιφάνεια του δείγματος, για να γίνει λεία, και αφαιρούνταν ο δακτύλιος προσεκτικά. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το προς

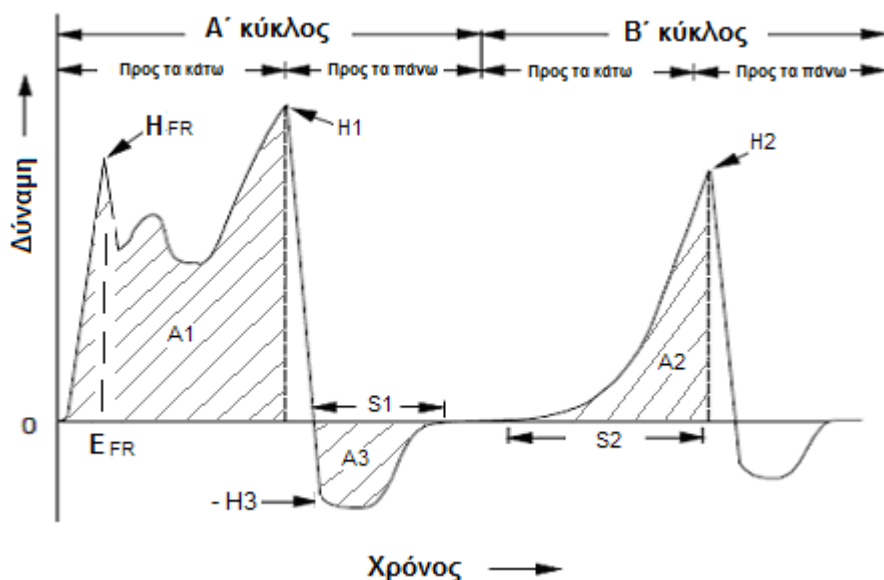
συμπίεση δείγμα διατηρούσε το κυκλικό του σχήμα. Στη συνέχεια, επαλειφόταν με υγρό παραφινέλαιο και η επάνω επιφάνεια του δοκιμίου.

Κατά τη λιπαινόμενη συμπιεστή ροή, το δοκίμιο ύψους 10mm και διαμέτρου 10cm υποβαλλόταν σε συμπίεση μεταξύ δύο μεταλλικών δίσκων διαμέτρου 10cm, με ταχύτητα 20mm/min, μέχρι παραμόρφωση 80%. Αμέσως μετά, ακολουθούσε η δοκιμή χαλάρωσης τάσης, κατά την οποία το δοκίμιο παρέμενε υπό σταθερή παραμόρφωση (80%) επί 3min. Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής, το καταγραφικό του οργάνου κατέγραφε τη στιγμιαία δύναμη.

Στην ανάλυση κατατομής υφής, τα δείγματα εξετάζονταν 48 ώρες περίπου μετά την παρασκευή τους. Αμέσως μετά την έξοδό του από το ψυγείο, με τη χρήση κατάλληλου αιχμηρού αντικειμένου και με πολύ προσεκτικές κινήσεις, ώστε να μη διαταραχθεί η δομή του προϊόντος, αποξυνόταν η επιφάνεια του δείγματος, για να γίνει λεία, και αφαιρούσαν ο δακτύλιος με προσοχή.

Το δοκίμιο αρχικού ύψους 22mm και διαμέτρου 22mm υποβαλλόταν σε συμπίεση μεταξύ δύο μεταλλικών δίσκων διαμέτρου 10cm, με ταχύτητα 5mm/min, μέχρι παραμόρφωση 70%. Η δοκιμή αποτελούνταν από δύο διαδοχικούς και όμοιους κύκλους συμπίεσης – αποσυμπίεσης, ως προσομοίωση της μάσησης. Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής, το καταγραφικό του οργάνου κατέγραφε τη στιγμιαία δύναμη (σχήμα 5).

Τέλος, η επεξεργασία των αποτελεσμάτων που λαμβάνονταν και από τις δύο μεθόδους γινόταν με τη βοήθεια του προγράμματος MathCad.



**Σχήμα 5.** Διάγραμμα ανάλυσης κατατομής υφής (TPA) (Steffe, 1996).

H<sub>FR</sub>: αντοχή ή ευθραστότητα (N)

E<sub>FR</sub>: παραμόρφωση στο σημείο θραύσης (%),

- H1: σκληρότητα κατά την πρώτη συμπίεση (N),
- H2: σκληρότητα κατά τη δεύτερη συμπίεση (N),
- H<sub>MAX</sub>: μέγιστη σκληρότητα (N)
- H3: δύναμη συγκόλλησης (N),
- A1: έργο A1 (εμβαδόν πρώτης συμπίεσης, J),
- A2: έργο A2 (εμβαδόν δεύτερης συμπίεσης, J),
- A3: συγκολλητικότητα (εμβαδόν πρώτης αποσυμπίεσης, J),
- S1: ελαστικότητα (m)
- S2: εκτατότητα (m)
- C: συνεκτικότητα (A2/A1)
- G: κομμώδης υφή (H1×C, N)
- K: μασητικότητα (G×S1, J)

## 4.6 Προσδιορισμός της χημικής σύστασης

Για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των πρώτων υλών και των ανακατεργασμένων τυριών χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω μέθοδοι.

### 4.6.1 Προσδιορισμός της υγρασίας

#### Υλικά – Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1 mg
- Ξηραντήριο εφοδιασμένο με επαρκή ποσότητα CaCl<sub>2</sub>
- Κλίβανος ξηράνσεως κατάλληλος για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μέχρι 110 °C
- Δίσκος νικελίου ή αλουμινίου, ύψους περίπου 2cm, διαμέτρου 6 έως 8 cm
- Άμμος θαλάσσης ξεπλυμένη με υδροχλωρικό οξύ

- Γυάλινοι ράβδοι με πεπλατυσμένα άκρα

#### Τεχνική

Ποσότητα 10 g τοποθετείται σε ένα δίσκο νικελίου ή αλουμινίου μαζί με μία γυάλινη ράβδο και ξηραίνεται στους 105 °C, μέχρι σταθερού βάρους. Εν συνεχεία, τοποθετείται ο δίσκος στον ξηραντήρα για ψύξη και ζυγίζεται.

Στο δίσκο τοποθετείται 1,5 g τυριού και ξαναζυγίζεται. Αναμιγνύεται πολύ καλά το τυρί με την άμμο με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου. Το περιεχόμενο του δίσκου πρέπει να αναμιγνύεται πολύ καλά κατά διαστήματα. Στη συνέχεια, τοποθετείται στον κλίβανο με θερμοκρασία 105 °C για 4 ώρες. Τέλος, ψύχεται μέσα στον ξηραντήρα και μετά ζυγίζεται.

#### Υπολογισμοί

Η υγρασία του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Υγρασία (\%)} = (B_3 - B_1) * 100 / (B_2 - B_1)$$

B<sub>1</sub> = βάρος δίσκου αλουμινίου ή νικελίου, άμμου και γυάλινης ράβδου

B<sub>2</sub> = βάρος δίσκου και περιεχομένου του μετά την τοποθέτηση του τυριού

B<sub>3</sub> = βάρος δίσκου και περιεχομένου του μετά τη ξήρανση του τυριού

### **4.6.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών κατά Kjeldahl**

#### Υλικά – όργανα

- Πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 97% (Merck)
- Καταλύτες kjeltabs, 3,5g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2g Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (Merck)
- Διάλυμα NaOH 40% w/w
- Διάλυμα H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 4% w/w
- Διάλυμα HCl 0,1N
- Δείκτης ερυθρού του μεθυλίου – κυανού του μεθυλενίου (Merck)
- Διάταξη καύσης Kjeldahl: 315, BÜCHI Labortechnik AG, Switzerland
- Συσκευή απόσταξης Kjeldahl: 315, BÜCHI Labortechnik AG, Switzerland
- Φιάλες BÜCHI 500 ml, BÜCHI Labortechnik AG, Switzerland
- Κωνικές φιάλες 250 ml
- Σιφώνια πλήρωσης των 10 ml, 20 ml και 50 ml
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 50 ml
- Προχοΐδα, διαβαθμίσεων 0,05 ml

- Υποδοχείς δειγμάτων, ελεύθεροι αζώτου
- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1 mg

### Τεχνική

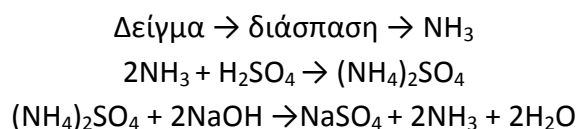
Ζυγίζεται 1 g τυριού μέσα σε ειδικό χάρτινο υποδοχέα, ο οποίος είναι ελεύθερος αζώτου. Ο υποδοχέας με το δείγμα τοποθετείται με προσοχή στον πάτο της ειδικής φιάλης 500 ml. Συνολικά, χρησιμοποιούνται έξι (6) φιάλες, όπου στη συνέχεια προστίθενται από δύο (2) ταμπλέτες καταλύτη και με σιφώνιο 20 ml πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Οι φιάλες τοποθετούνται σε ειδικό στατό της συσκευής καύσης, η οποία βρίσκεται μέσα στον απαγωγό. Το στατό σφραγίζεται με ειδικό καπάκι, το οποίο αποτελεί μια διάταξη απαγωγής των καυσαερίων. Αφού σφραγιστεί το καπάκι, δημιουργείται κενό αέρος μέσω ψυκτήρα νερού (το καπάκι της συσκευής καύσης συνδέεται με αντλία κενού και λειτουργεί με τρεχούμενο νερό).

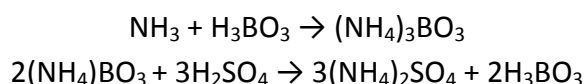
Γίνεται εκκίνηση της συσκευής καύσης, πρώτα έως τη θερμοκρασία των 50 – 60 °C και σταδιακά η θερμοκρασία αυξάνεται. Στο σημείο αυτό είναι επιθυμητή η διάσπαση του δείγματος με πυκνό θειικό οξύ παρουσία καταλύτη. Η καύση διαρκεί δύο ώρες περίπου, στο τέλος της οποίας το διάλυμα πρέπει να είναι πλέον διαυγές. Διακόπτεται η λειτουργία της συσκευής, ενώ το καπάκι της διάταξης απαγωγής ανοίγεται μόνο όταν κρυώσει το διάλυμα και δεν διακρίνονται ατμοί, ενώ ταυτόχρονα παύει η λειτουργία του ψυκτήρα.

Σε κάθε φιάλη προστίθενται, με ογκομετρικό κύλινδρο, 50 ml απιονισμένο νερό. Μετά την προθέρμανση της συσκευής απόσταξης, έχοντας στη θέση του προς απόσταξη διαλύματος απιονισμένο νερό, η πρώτη απόσταξη γίνεται με φιάλη χωρίς δείγμα στην οποία έχουν προστεθεί 70 ml νερού (δηλαδή όσο όγκο υγρών έχουν και οι φιάλες με το δείγμα). Με ειδική πυράγρα τοποθετείται η υπό ανάλυση φιάλη στην ειδική θέση στη συσκευή απόσταξης και προστίθενται 70 ml NaOH, μέχρι η στάθμη του υγρού να αυξηθεί κατά 70 ml. Η απόσταξη αρχίζει και το απόσταγμα συλλέγεται σε κωνική φιάλη που περιέχει 60 ml βορικό οξύ. Το σωληνάκι από το οποίο λαμβάνεται το απόσταγμα πρέπει να είναι βυθισμένο μέσα στο βορικό οξύ για να μην ξεφύγει η αμμωνία (αέριο) στο χώρο. Η αμμωνία σε αυτό το σημείο δεσμεύεται ποσοτικά ως βορικό αμμώνιο.

Στο σχηματισθέν βορικό αμμώνιο γίνεται προσθήκη 2-3 σταγόνων δείκτη και ακολουθεί ογκομέτρηση με διάλυμα HCl (0,1N). Ο δείκτης από μοβ χρώμα που έχει αρχικά, αλλάζει σε άχρωμος στο κρίσιμο σημείο και στο ισοδύναμο σημείο το χρώμα του γίνεται ρόδινο, οπότε σταματά η ογκομέτρηση.

Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:





### Υπολογισμοί

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = \frac{V \cdot N \cdot 1,4 \cdot \text{Συντελεστής Kjeldahl}}{\text{Βάρος δείγματος (g)}}$$

όπου,

V: τα καταναλωθέντα ml θειικού οξέος κατά την ογκομέτρηση

N: η κανονικότητα του διαλύματος θειικού οξέος

Ο συντελεστής Kjeldahl για τα γαλακτοκομικά προϊόντα ισούται με 6,38 (Ανυφαντάκης, 1992).

### **4.6.3 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 τη βοήθεια της φυγοκέντρωσης. Ο διαχωρισμός του λίπους διευκολύνεται με την προσθήκη αμυλικής αλκοόλης.

#### Υλικά – Όργανα

- ◆ Βουτυρόμετρα Van Gulik βαθμολογημένα από 0-40%
- ◆ Θειικό οξύ ειδικού βάρους 1,522±0,005g/ml στους 20 °C
- ◆ Αμυλική αλκοόλη ειδικού βάρους 0,808-0,818g/ml
- ◆ Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1mg
- ◆ Φυγόκεντρος, υδατόλουτρο, σιφώνια ή συσκευές θειικού οξέος και αλκοόλη

#### Τεχνική

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

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

Προστίθεται 1 ml αμυλικής αλκοόλης στο βουτυρόμετρο και ακολουθεί έντονη ανάδευση. Στη συνέχεια, προστίθεται θειικό οξύ μέχρι τα 4/5 της κλίμακας του βουτυρομέτρου, πωματίζεται και τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5 min.

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

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

#### 4.7 Προσδιορισμός pH

Η μέτρηση του pH των δειγμάτων έγινε με τη βοήθεια φορητού πεχαμέτρου. Αρχικά ρυθμίζεται το όργανο με τη χρησιμοποίηση δύο ρυθμιστικών διαλυμάτων τα οποία έχουν pH 7 και 4. Έπειτα αφού το δείγμα έχει αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος, γίνεται η μέτρηση του pH βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο στη μάζα του δείγματος. Στο συγκεκριμένο πείραμα τοποθετήθηκαν σε ποτήρι ζέσεως 10g δείγματος και 40g νερό. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα σταθεροποίησης, λαμβάνεται η ένδειξη του πεχαμέτρου. Μετά την εμφάνισή του σε οποιοδήποτε διάλυμα, γίνεται έκπλυση του ηλεκτροδίου με αποσταγμένο νερό και τέλος σκουπίζεται με μαλακό χαρτί.

#### 4.8 Προσδιορισμός χρώματος

Η μέτρηση του χρώματος των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του χρωματομέτρου Micro Color (Dr. Lange, Germany), το οποίο είναι τύπου Hunter (Σχ. 6). Η βαθμονόμηση του οργάνου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δύο προτύπων, ενός λευκού και ενός μαύρου πλακιδίου. Το όργανο δίνει τις τρεις συντεταγμένες  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ .

Η συντεταγμένη  $L^*$  δείχνει τη λαμπρότητα, η συντεταγμένη  $a^*$  τη διαβάθμιση του χρώματος που κυμαίνεται από πράσινο ( $-a^*$ ) έως ερυθρό ( $+a^*$ ) και η συντεταγμένη  $b^*$  τη διαβάθμιση από κυανό ( $-b^*$ ) έως κίτρινο ( $+b^*$ ). (Αρβανιτογιάννης et al., 2008).





**Σχήμα 6.** Χρωματόμετρο Micro color

#### **4.9 Οργανοληπτικός έλεγχος**

Τα επτά δείγματα ανακατεργασμένων τυριών αξιολογήθηκαν οργανοληπτικά από ομάδα επτά έμπειρων δοκιμαστών, μελών του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων. Κάθε δοκιμαστής προσήλθε σε δύο διαφορετικές συνεδρίες και συνέκρινε ταυτόχρονα τέσσερα δείγματα. Οπότε, το κάθε δείγμα αξιολογήθηκε οκτώ φορές για κάθε κριτήριο. Εφαρμόστηκαν δοκιμές βαθμολογίας ως προς την ένταση και την αρέσκεια των χαρακτηριστικών, με τη χρήση αδιαβάθμιστης κλίμακας (0 – 10). Το φύλλο οργανοληπτικού ελέγχου δίνεται στο παράρτημα, στο τέλος της παρούσας εργασίας.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Χημική σύσταση

Η μέση χημική σύσταση των επτά δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών που παρασκευάστηκαν δίνεται στον Πίνακα 4. Σε παρενθέσεις παρατίθενται οι τυπικές αποκλίσεις. Η υγρασία κυμαίνεται από 45,97 έως 61,97%, η λιποπεριεκτικότητα από 12,67 έως 35,00% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από 12,75 έως 18,85%. Επειδή το προϊόν δεν πρέπει να είναι ούτε ρευστό ούτε σκληρό στερεό, αλλά κάτι ενδιάμεσο, δηλαδή επαλειφόμενο στερεό, η μεταβολή των τριών βασικών συστατικών υπόκειται σε συγκεκριμένους περιορισμούς. Έτσι, μεταξύ των δύο ακραίων δειγμάτων ήταν δυνατή αύξηση της υγρασίας κατά 34,8% και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες κατά 47,8%. Αντίθετα, η λιποπεριεκτικότητα κινήθηκε σε πιο ευρέα όρια και σχεδόν τριπλασιάστηκε.

**Πίνακας 4.** Χημική σύσταση των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών

Δείγμα	Υγρασία (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)
1	51,47 <sup>d</sup> (0,30)	23,50 <sup>c</sup> (0,50)	15,91 <sup>c</sup> (0,13)
2	51,10 <sup>d</sup> (0,59)	28,17 <sup>b</sup> (0,76)	13,86 <sup>e</sup> (0,05)
3	45,97 <sup>e</sup> (0,23)	35,00 <sup>a</sup> (0,43)	12,75 <sup>f</sup> (0,30)
4	57,70 <sup>c</sup> (0,30)	20,67 <sup>d</sup> (1,23)	14,04 <sup>e</sup> (0,06)
5	61,97 <sup>a</sup> (0,35)	16,17 <sup>e</sup> (0,29)	15,15 <sup>d</sup> (0,26)
6	60,32 <sup>a,b</sup> (1,43)	12,67 <sup>f</sup> (0,58)	18,85 <sup>a</sup> (0,03)
7	59,10 <sup>b,c</sup> (1,65)	19,58 <sup>d</sup> (0,80)	17,60 <sup>b</sup> (0,07)

Όλες οι φυσικές ιδιότητες (υφή και χρώμα) που μελετήθηκαν συσχετίστηκαν με τη χημική σύσταση, για να βρεθεί η επίδραση των τριών κύριων συστατικών. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της πολλαπλής παλινδρόμησης, η οποία έδειξε ότι η ταυτόχρονη συσχέτιση και των τριών συστατικών με την εκάστοτε φυσική ιδιότητα οδηγεί πάντοτε σε παράγοντα VIF μεγαλύτερο του 7. Έτσι, σε όλες τις εξισώσεις παλινδρόμησης εισήχθησαν μόνο τα δύο συστατικά: το λίπος και οι πρωτεΐνες, επειδή μαζί δίνουν τον υψηλότερο συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ). Στην παρούσα εργασία θεωρήθηκαν αξιόλογες και δίνονται μόνο οι εξισώσεις παλινδρόμησης με τιμές  $R^2$  μεγαλύτερες του 60%.

## 5.2 Λιπαινόμενη συμπιεστή ροή – Χαλάρωση τάσης

Στον Πίνακα 5 παρατίθενται οι τρεις μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών που προσδιορίστηκαν κατά το συνδυασμό των δοκιμών της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής και της χαλάρωσης τάσης. Οι τιμές της υπολειμματικής δύναμης χαλάρωσης ( $F_3$ ) είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές της αρχικής δύναμης χαλάρωσης ( $F_0$ ), δηλαδή τα δείγματα έχουν υποστεί μεγάλη χαλάρωση κατά τα 3min της δοκιμής. Ως γνωστόν, ο λόγος  $F_3/F_0$  αποτελεί μέτρο της ελαστικότητας και μπορεί να παίρνει τιμές από 0 για τα ιδανικά ιξώδη σώματα (υγρά) έως 1 για τα ιδανικά ελαστικά (στερεά). Στην προκειμένη περίπτωση, ο λόγος  $F_3/F_0$  είναι μικρότερος του 0,5 που σημαίνει ότι όλα τα δείγματα είναι ιξωδοελαστικά σώματα με χαμηλή ελαστικότητα. Αυτό είναι αναμενόμενο, αφού πρόκειται για επαλειφόμενα στερεά προϊόντα.

**Πίνακας 5.** Μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών στη λιπαινόμενη συμπιεστή ροή και χαλάρωση

Δείγμα	$F_0$ (N)	$F_3$ (N)	$F_3/F_0$
1	410,40 <sup>b</sup> (82,52)	177,73 <sup>bc</sup> (45,17)	0,441 <sup>a</sup> (0,020)
2	359,84 <sup>b</sup> (31,11)	146,52 <sup>c</sup> (10,97)	0,398 <sup>bc</sup> (0,026)
3	747,63 <sup>a</sup> (79,12)	302,88 <sup>a</sup> (21,12)	0,385 <sup>c</sup> (0,009)
4	229,07 <sup>c</sup> (4,03)	99,39 <sup>d</sup> (3,24)	0,434 <sup>ab</sup> (0,010)
5	239,88 <sup>c</sup> (12,50)	98,93 <sup>d</sup> (10,27)	0,411 <sup>abc</sup> (0,023)
6	694,63 <sup>a</sup> (50,75)	199,79 <sup>b</sup> (16,07)	0,307 <sup>d</sup> (0,010)
7	739,83 <sup>a</sup> (35,69)	212,51 <sup>b</sup> (16,98)	0,286 <sup>d</sup> (0,012)

Οι εξισώσεις παλινδρόμησης που προέκυψαν δείχνουν ότι τόσο η αρχική δύναμη χαλάρωσης ( $F_0$ ) όσο και η υπολειμματική δύναμη χαλάρωσης ( $F_3$ ) που εκφράζουν και οι δύο τη σκληρότητα του δείγματος αυξάνονται με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λίπος:

$$F_0 \text{ (N)} = - 2656 + 147,0 \text{ πρωτεΐνες} + 39,0 \text{ λίπος} \quad (R^2=73,0\%)$$

$$F_3 \text{ (N)} = - 697,0 + 37,0 \text{ πρωτεΐνες} + 13,6 \text{ λίπος} \quad (R^2=75,2\%)$$

Οι πρωτεΐνες αυξάνουν τη σκληρότητα του προϊόντος, επειδή η δομή και κατ' επέκταση η υφή του τυριού εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το καζεϊνικό πλέγμα που καθίσταται πυκνότερο και ισχυρότερο με την αύξηση της περιεκτικότητας σε

πρωτεΐνες. Η θετική επίδραση των πρωτεϊνών πάνω στις ρεολογικές ιδιότητες των ανακατεργασμένων τυριών επισημάνθηκε και σε άλλες έρευνες (Joshi et al., 2004; Dimitreli and Thomareis, 2007; Dimitreli and Thomareis, 2008). Σε μικρότερο βαθμό από τις πρωτεΐνες, το λίπος αυξάνει επίσης τη σκληρότητα του προϊόντος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μετρήσεις έγιναν σε χαμηλή θερμοκρασία (5°C), όπου το λίπος βρίσκεται κυρίως σε στερεά κατάσταση, οπότε ενισχύει το καζεϊνικό πλέγμα. Σε παρόμοια αποτελέσματα, σχετικά με την επίδραση του λίπους και της θερμοκρασίας πάνω στις ρεολογικές και μηχανικές ιδιότητες επαλειφόμενων ανακατεργασμένων τυριών, κατέληξαν και άλλοι ερευνητές (Brighenti et al., 2008; Gliguem et al., 2009; Bayarri et al., 2012).

### 5.3 Ανάλυση κατατομής της υφής (TPA)

Στον Πίνακα 6 δίνονται οι μηχανικές ιδιότητες σκληρότητα 1, σκληρότητα 2, έργο συμπίεσης 1, έργο συμπίεσης 2 και συνεκτικότητα των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών που προέκυψαν από την ανάλυση κατατομής υφής. Οι μέσες τιμές της σκληρότητας 1 ( $H_1$ ) κυμαίνονται από 23,95 έως 75,70 N, της σκληρότητας 2 ( $H_2$ ) από 18,54 έως 61,04 N, του έργου συμπίεσης 1 ( $A_1$ ) από 0,135 έως 0,315 J, του έργου συμπίεσης 2 ( $A_2$ ) από 0,015 έως 0,046 J και της συνεκτικότητας ( $A_2/A_1$ ) από 0,068 έως 0,147. Τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας 1, σκληρότητας 2, έργου συμπίεσης 2 και συνεκτικότητας παρουσιάζει το δείγμα 7 με το χαμηλότερο ποσοστό Φέτας (50%).

Από τη στατιστική ανάλυση της πολλαπλής παλινδρόμησης προέκυψαν δύο αξιολογες εξισώσεις:

$$H_1 = - 199,0 + 11,7 \text{ πρωτεΐνες} + 2,99 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 74,1\%)$$

$$A_1 = - 0,911 + 0,0484 \text{ πρωτεΐνες} + 0,0185 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 72,1\%)$$

Και οι δύο μηχανικές ιδιότητες ( $H_1$ ,  $A_1$ ) εκφράζουν την αντίσταση του δοκιμίου κατά την πρώτη συμπίεση και αυξάνονται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και λίπος. Και οι δύο εξισώσεις συμφωνούν με τις αντίστοιχες της λιπαινόμενης συμπιεστής ροής – χαλάρωσης τάσης.

Στον Πίνακα 7 απεικονίζονται οι υπόλοιπες μηχανικές ιδιότητες: ελαστικότητα, εκτατότητα, συγκολλητικότητα, μασητικότητα και κομμιώδης υφή. Οι μέσες τιμές της ελαστικότητας ( $S_1$ ) κυμαίνονται από  $1,14 \times 10^{-3}$  έως  $2,79 \times 10^{-3}$  m, της εκτατότητας από 0 έως  $1,78 \times 10^{-3}$  m, της συγκολλητικότητας από 0 έως 0,024 J, της μασητικότητας από 3,35 έως 29,43 J και της κομμιώδους υφής από 2,35 έως 12,67 N. Τα δείγματα 6 και 7 που παρασκευάστηκαν με τη μεγαλύτερη προσθήκη σε καζεϊνικό νάτριο (10%) είναι αυτά που παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές ελαστικότητας, μασητικότητας και κομμιώδους υφής, ενώ δεν εμφανίζουν καθόλου εκτατότητα και συγκολλητικότητα.

Από τη στατιστική ανάλυση της πολλαπλής παλινδρόμησης προέκυψαν τρεις αξιολογες εξισώσεις:

$$S_1 = - 3,38 + 0,289 \text{ πρωτεΐνες} + 0,0290 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 61,2\%)$$

$$K = - 92,7 + 5,70 \text{ πρωτεΐνες} + 0,744 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 67,1\%)$$

$$G = - 32,5 + 2,01 \text{ πρωτεΐνες} + 0,325 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 60,2\%)$$

Δηλαδή, η ελαστικότητα ( $S_1$ ), η μασητικότητα ( $K$ ) και η κομμώδης υφή ( $G$ ) των δειγμάτων αυξάνονται με την αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες και λίπος. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με όλα τα προηγούμενα και εξηγούν το δομικό ρόλο των πρωτεϊνών και του λίπους στο ανακατεργασμένο τυρί.

Σε όλες τις μηχανικές ιδιότητες, όταν κατά την πολλαπλή παλινδρόμηση, ως ανεξάρτητες μεταβλητές, χρησιμοποιούνται η υγρασία και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, στις εξισώσεις που προκύπτουν, η υγρασία έχει αρνητικό πρόσημο, πχ:

$$F_0 = 858 + 55,5 \text{ πρωτεΐνες} - 23,0 \text{ υγρασία} \quad (R^2 = 60,3\%)$$

$$H_1 = 80,7 + 4,83 \text{ πρωτεΐνες} - 2,00 \text{ υγρασία} \quad (R^2 = 73,1\%)$$

**Πίνακας 6.** Μηχανικές ιδιότητες (σκληρότητα 1, σκληρότητα 2, έργο συμπίεσης 1,

έργο συμπίεσης 2 και συνεκτικότητα) των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών στην ανάλυση κατατομής υφής

Δείγμα	Σκληρότητα 1 ( $H_1$ , N)	Σκληρότητα 2 ( $H_2$ , N)	Έργο συμπίεσης 1 ( $A_1$ , J)	Έργο συμπίεσης 2 ( $A_2$ , J)	Συνεκτικότητα ( $A_2/A_1$ )
1	41,33 <sup>c</sup> (5,43)	30,57 <sup>c</sup> (5,50)	0,222 <sup>c</sup> (0,023)	0,015 <sup>b</sup> (0,003)	0,068 <sup>d</sup> (0,015)
2	43,60 <sup>c</sup> (7,34)	31,92 <sup>b c</sup> (5,40)	0,221 <sup>c</sup> (0,029)	0,019 <sup>b</sup> (0,002)	0,088 <sup>c d</sup> (0,009)
3	63,57 <sup>b</sup> (8,93)	50,26 <sup>a</sup> (7,76)	0,428 <sup>a</sup> (0,053)	0,038 <sup>a</sup> (0,010)	0,088 <sup>c</sup> (0,019)
4	23,95 <sup>d</sup> (2,73)	18,54 <sup>d</sup> (1,80)	0,135 <sup>d</sup> (0,013)	0,021 <sup>b</sup> (0,024)	0,099 <sup>b c</sup> (0,012)
5	33,96 <sup>c d</sup> (8,19)	34,68 <sup>b c</sup> (11,05)	0,156 <sup>d</sup> (0,027)	0,018 <sup>b</sup> (0,003)	0,119 <sup>b</sup> (0,016)
6	59,98 <sup>b</sup> (6,03)	41,93 <sup>a b</sup> (3,87)	0,265 <sup>b c</sup> (0,021)	0,038 <sup>a</sup> (0,003)	0,146 <sup>a</sup> (0,012)
7	75,70 <sup>a</sup> (11,61)	61,04 <sup>a</sup> (19,03)	0,315 <sup>b</sup> (0,042)	0,046 <sup>a</sup> (0,006)	0,147 <sup>a</sup> (0,015)

**Πίνακας 7.** Μηχανικές ιδιότητες (ελαστικότητα, εκτατότητα, συγκολλητικότητα, μασητικότητα, κομμώδης υφή) των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών στην ανάλυση κατατομής υφής

Δείγμα	Ελαστικό- τητα ( $S_1$ , $10^{-3}$ m)	Εκτατό- τητα ( $S_2$ , $10^{-3}$ m)	Συγκολ- λητικότητα ( $A_3$ , J)	Μασητικό- τητα (K, J)	Κομμώδης υφή (G, N)
1	1,14 <sup>c</sup> (0,22)	1,25 <sup>b c</sup> (0,27)	0,011 <sup>a</sup> (0,004)	3,35 <sup>c</sup> (1,15)	2,92 <sup>d</sup> (0,70)
2	1,53 <sup>b</sup> (0,09)	1,65 <sup>a b</sup> (0,16)	0,015 <sup>a</sup> (0,005)	5,88 <sup>b c</sup> (1,17)	3,84 <sup>c d</sup> (0,78)
3	1,58 <sup>b</sup> (0,40)	1,65 <sup>ab</sup> (0,61)	0,020 <sup>a</sup> (0,009)	9,75 <sup>b</sup> (5,06)	5,90 <sup>c</sup> (1,70)
4	1,47 <sup>b c</sup> (0,26)	1,78 <sup>a</sup> (0,29)	0,012 <sup>a</sup> (0,004)	4,92 <sup>b c</sup> (4,24)	2,35 <sup>d</sup> (0,37)
5	1,29 <sup>b c</sup> (0,28)	0,96 <sup>c</sup> (0,27)	0,014 <sup>a</sup> (0,006)	5,50 <sup>b c</sup> (1,69)	4,32 <sup>c d</sup> (1,14)
6	2,79 <sup>a</sup> (0,08)	0	0	24,46 <sup>a</sup> (2,83)	8,77 <sup>b</sup> (0,97)
7	2,37 <sup>a</sup> (0,32)	0	0	29,43 <sup>a</sup> (6,69)	12,67 <sup>a</sup> (3,72)

Η μείωση των ρεολογικών ιδιοτήτων των επαλειφόμενων ανακατεργασμένων τυριών με την αύξηση της υγρασίας τους παρατηρήθηκε και σε άλλες έρευνες (Sutheerawattananonda and Bastian, 1998; Pereira et al., 2001; Lee et al., 2004; Dimitreli and Thomareis, 2008). Αυτό οφείλεται στην εξασθένηση του καζεϊνικού πλέγματος από την εισχώρηση των μορίων του νερού μεταξύ των πρωτεϊνικών αλληλεπιδράσεων.

## 5.4 Χρώμα

Οι χρωματικές παράμετροι ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Όλα τα δείγματα εμφανίζουν υψηλή και παρόμοια φωτεινότητα, αφού οι μέσοι όροι της παραμέτρου  $L^*$  κυμαίνονται από 86,756 έως 90,233. Δηλαδή, τα δείγματα έχουν έντονο λευκό χρώμα. Επίσης, παρουσιάζουν και παρόμοια υποπράσινη χροιά, αφού η παράμετρος  $a^*$  έχει αρνητικό πρόσημο με μικρή απόλυτη τιμή και κυμαίνεται από -3,177 έως -2,344. Αντίθετα, η κίτρινη χροιά αυξάνεται με την λιποπεριεκτικότητα των δειγμάτων, αφού η παράμετρος  $b^*$  μεταβάλλεται από 5,944 έως 10,178. Μάλιστα η απλή παλινδρόμηση δίνει την εξίσωση:

$$b^* = 3,33 + 0,212 \text{ λίπος} \quad (R^2 = 90,7\%)$$

**Πίνακας 8.** Χρωματικές παράμετροι ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών

Δείγμα	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	90,222 <sup>a</sup> (1,099)	-2,878 <sup>b</sup> (0,268)	8,956 <sup>b</sup> (0,313)
2	89,744 <sup>a</sup> (1,224)	-2,966 <sup>b</sup> (0,255)	9,800 <sup>a</sup> (0,283)
3	87,967 <sup>ab</sup> (0,768)	-2,922 <sup>b</sup> (0,171)	10,178 <sup>a</sup> (0,463)
4	89,011 <sup>ab</sup> (0,903)	-3,177 <sup>b</sup> (0,139)	8,022 <sup>c</sup> (0,217)
5	90,233 <sup>a</sup> (0,981)	-2,850 <sup>b</sup> (0,151)	6,533 <sup>d</sup> (0,180)
6	86,756 <sup>b</sup> (3,280)	-3,088 <sup>b</sup> (0,257)	5,944 <sup>e</sup> (0,240)
7	88,433 <sup>ab</sup> (2,808)	-2,344 <sup>a</sup> (0,269)	6,833 <sup>d</sup> (0,406)

## 5.5 Οργανοληπτικός έλεγχος

Στον πίνακα 9 δίνεται η μέση βαθμολογία των δοκιμαστών ως προς την ένταση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών. Η βαθμολογία της έντασης του κίτρινου χρώματος που δόθηκε από τους δοκιμαστές συσχετίζεται ισχυρά με την παράμετρο  $b^*$  ( $r=0,87$ ). Η αλμυρή γεύση παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με το ποσοστό τυριού Φέτα στα μίγματα των πρώτων υλών ( $r=0,89$ ), αφού το αλάτι των ανακατεργασμένων τυριών προέρχεται αποκλειστικά από τη Φέτα. Η οργανοληπτική συνεκτικότητα συσχετίζεται ισχυρά με τις μηχανικές ιδιότητες: συνεκτικότητα  $A2/A1$  ( $r=0,84$ ), σκληρότητα  $H1$  ( $r=0,84$ ), μασητικότητα  $K$  ( $r=0,92$ ) και κομμώδη υφή  $G$  ( $r=0,95$ ).

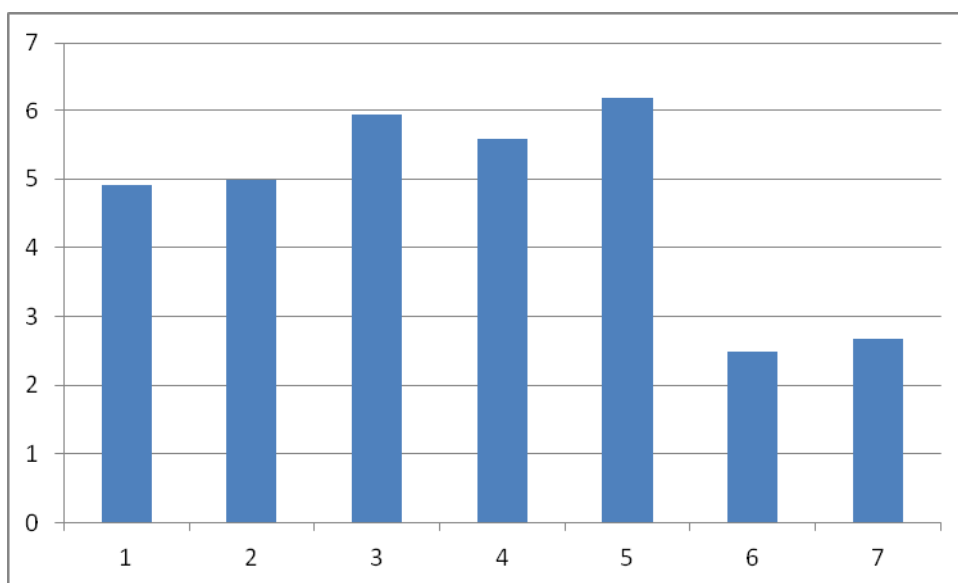
**Πίνακας 9.** Βαθμολογία δοκιμαστών ως προς την ένταση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών (κλίμακα 0 – 10)

Δείγμα	Χρώμα	Λιπαρότητα	Αλμυρή γεύση	Συνεκτικότητα	Αντίσταση στην επάλειψη	Κολλώδης υφή
1	1,912 <sup>ab</sup> (1,292)	6,200 <sup>a</sup> (0,224)	7,738 <sup>a</sup> (1,387)	3,212 <sup>a b</sup> (1,979)	3,283 <sup>c</sup> (1,854)	6,158 <sup>a</sup> (1,373)
2	3,235 <sup>ab</sup> (2,716)	5,825 <sup>a</sup> (1,698)	6,425 <sup>a</sup> (2,775)	3,803 <sup>a b</sup> (2,371)	3,025 <sup>c</sup> (2,265)	6,725 <sup>a</sup> (2,020)
3	4,528 <sup>a</sup> (2,574)	6,413 <sup>a</sup> (1,653)	7,097 <sup>a</sup> (0,767)	4,500 <sup>a b</sup> (1,726)	5,555 <sup>a b c</sup> (2,785)	6,403 <sup>a</sup> (1,649)
4	2,305 <sup>ab</sup> (2,802)	7,227 <sup>a</sup> (0,725)	5,795 <sup>a</sup> (1,795)	2,408 <sup>b</sup> (1,371)	2,442 <sup>c</sup> (0,935)	7,080 <sup>a</sup> (1,617)
5	1,998 <sup>ab</sup> (1,249)	7,562 <sup>a</sup> (1,157)	4,855 <sup>ab</sup> (0,697)	4,737 <sup>a b</sup> (1,330)	4,312 <sup>b c</sup> (1,750)	6,308 <sup>a</sup> (3,039)
6	0,948 <sup>b</sup> (0,513)	2,630 <sup>b</sup> (1,105)	1,147 <sup>c</sup> (0,841)	6,252 <sup>a b</sup> (3,347)	7,038 <sup>a b</sup> (2,183)	1,442 <sup>b</sup> (0,472)
7	1,187 <sup>ab</sup> (0,511)	0,972 <sup>b</sup> (0,241)	2,283 <sup>b c</sup> (2,041)	7,122 <sup>a</sup> (2,679)	8,193 <sup>a</sup> (1,818)	1,208 <sup>b</sup> (0,901)

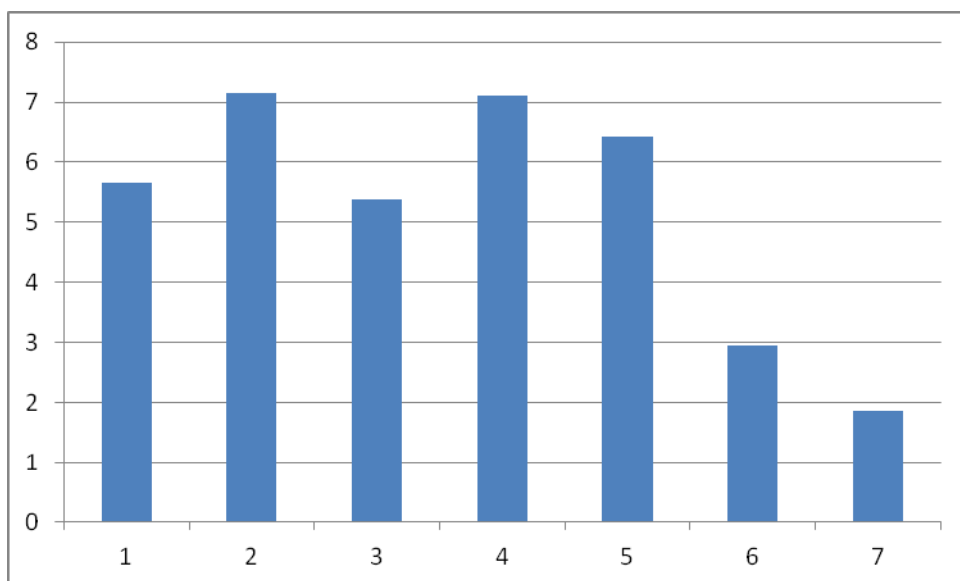


Επίσης, η αντίσταση στην επάλειψη παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση τις ίδιες μηχανικές ιδιότητες: συνεκτικότητα A2/A1 ( $r=0,79$ ), σκληρότητα H1 ( $r=0,90$ ), μασητικότητα K ( $r=0,94$ ) και κομμώδη υφή G ( $r=0,97$ ). Άλλωστε, η οργανοληπτική συνεκτικότητα συσχετίζεται ισχυρά με την αντίσταση στην επάλειψη ( $r=0,96$ ). Επειδή, όμως, η υγρασία μαλακώνει το τυρί, άρα, βελτιώνει και την επαλειψιμότητά του.

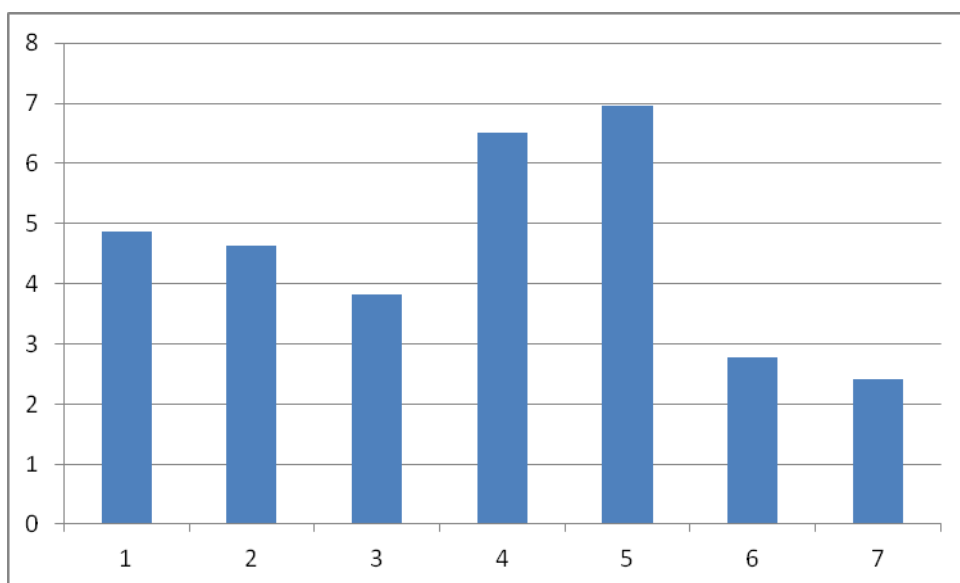
Στο Σχήμα 7 απεικονίζεται η βαθμολογία αρέσκειας ως προς την οσμή, τη γεύση και το άρωμα των δειγμάτων ταυτόχρονα. Τα δείγματα 3, 4 και 5 σημείωσαν την υψηλότερη βαθμολογία, ενώ τα 6 και 7 τη χαμηλότερη. Ως προς την υφή, οι δοκιμαστές προτίμησαν τα δείγματα 2, 4 και 5, ενώ έδωσαν τη χαμηλότερη βαθμολογία στα 6 και 7 (Σχήμα 8). Ως προς τη συνολική αποδοχή, τα δείγματα που συγκέντρωσαν την προτίμηση των δοκιμαστών είναι το 4 και το 5 και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα πέντε δείγματα (Σχήμα 9). Γενικά, προτιμώνται τα δείγματα με υψηλό ποσοστό Φέτας (70-90%), αλλά όχι το δείγμα αποκλειστικά με Φέτα. Αντίθετα, τη μικρότερη βαθμολογία έλαβαν τα δείγματα με χαμηλή περιεκτικότητα σε Φέτα (50-60%) και υψηλή σε καζεϊνικό νάτριο (10%).



**Σχήμα 7.** Βαθμολογία αρέσκειας ως προς την οσμή, τη γεύση και το άρωμα των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών (κλίμακα 0 – 10)



**Σχήμα 8.** Βαθμολογία αρέσκειας ως προς την υφή των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών (κλίμακα 0 – 10)



**Σχήμα 9.** Βαθμολογία συνολικής αποδοχής των δειγμάτων ανακατεργασμένων τυριών (κλίμακα 0 – 10)

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Η παρασκευή ανακατεργασμένων τυριών με βάση το τυρί Φέτα είναι δυνατή και μάλιστα προέκυψαν δύο δείγματα με υψηλό βαθμό συνολικής αποδοχής από τους δοκιμαστές.
- Τόσο η πρωτεΐνη όσο και το λίπος ενισχύουν τις περισσότερες μηχανικές ιδιότητες. Συμπεραίνεται ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη καθιστά το πρωτεϊνικό πλέγμα πυκνότερο και ισχυρότερο. Επίσης, επειδή τα δείγματα εξετάστηκαν στους 5-8°C, όπου το λίπος βρίσκεται κυρίως σε στερεά κατάσταση, τα λιποσφαιρία ισχυροποιούν το πρωτεϊνικό πλέγμα. Αντίθετα, φάνηκε ότι η υγρασία μαλακώνει το προϊόν και βελτιώνει την επαλειψιμότητά του.
- Οι οργανοληπτικές ιδιότητες της υφής συσχετίζονται ισχυρά με τις μηχανικές ιδιότητες, αλλά και μεταξύ τους.
- Η ένταση της κίτρινης χροιάς που αξιολογήθηκε από τους δοκιμαστές συσχετίστηκε ισχυρά με τη λιποπεριεκτικότητα και με τις ενδείξεις του χρωματόμετρου.

## 7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Μεταξύ άλλων είναι δυνατόν να διατυπωθούν οι παρακάτω προτάσεις για μελλοντική έρευνα στα ανακατεργασμένα τυριά με βάση το τυρί Φέτα:

- Παρασκευή περισσότερων δειγμάτων εφαρμόζοντας περισσότερους συνδυασμούς μεταξύ των πρώτων υλών (τυρί Φέτα, βούτυρο, καζεϊνικό νάτριο, νερό κλπ).
- Χρήση και άλλων γαλακτωματοποιητικών αλάτων, όπως μονοφωσφορικά, τριφωσφορικά, πολυφωσφορικά κλπ.
- Εκτέλεση ρεολογικών και οργανοληπτικών δοκιμών σε δείγματα που βρίσκονται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό του λίπους θα είναι σε ρευστή κατάσταση.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανυφαντάκης, Ε.Μ. (1992). Μέθοδοι Εξετάσεως του Γάλακτος και των Προϊόντων του, Αθήνα. σελ. 85–87.
- Αρβανιτογιάννης, Ι.Σ., Βαρζάκης, Θ.Χ. και Τζίφα, Κ.Ν. (2008). Έλεγχος Ποιότητας Τροφίμων, Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε. Αθήνα, σελ. 187–188.
- Κ.Τ.Π. (2000). Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.
- McCabe W.L. Smith J.C. & Harriott P., (2002), Βασικές Φυσικές Διεργασίες Μηχανικής, 6<sup>η</sup> έκδοση, κεφ. 3, pp.66-67.
- Ντερλίκης, Ε. (2002). Εργαστηριακές σημειώσεις Επεξεργασίας Τροφίμων ΙΙ. Α.Τ.Ε.Ι.Θ, Θεσσαλονίκη, σελ. 69–74.
- Ραφαηλίδης, Σ.Ν. (1987). Σημειώσεις Μηχανικής Τροφίμων Ι, Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 22–24.
- Ραφαηλίδης, Σ. (1998). Εργαστηριακές σημειώσεις Επεξεργασίας ΙΙ, Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Ταξίδης Ν. (1995). Μελέτη ρεολογικών ιδιοτήτων Νευτώνειων και μη Νευτώνειων υγρών με το ιξωδόμετρο Brookfield. Εργαστηριακές σημειώσεις Μηχανικής Τροφίμων Ι. ΑΤΕΙΘ.

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Bayarri S., Carbonell I., Costell E. (2012). Viscoelasticity and texture of spreadable cheeses with different fat contents at refrigeration and room temperatures. *Journal of Dairy Science*, 95 (12), 6926-6936.
- Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Ulmann G. (2002). Processed cheese manufacture. Klostermeyer H. (Ed.), BK Guilini Chemie GmbH & Co. OHG, Landeburg.
- Brighenti M., Govindasamy-Lucey S., Lim K., Nelson K., Lucey J.A. (2008). Characterization of the rheological, textural and sensory properties of samples of commercial us cream cheese with different fat contents. *Journal of Dairy Science*, 91 (12), 4501-4517.
- Carić M., Kaláb M. (1993). Processed Cheese Products *in*: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (ed. P.F. Fox), 2nd Ed., vol. 2, pp. 467, Chapman & Hall, London.
- Carić M., Kaláb M. (1987). Processed cheese Products *in*: Cheese and microbiology. vol. 2 , Major cheese groups . Fox. P. F. (Ed.), Elsevier Applied Science, USA.
- Dimitreli G., Thomareis A.S. (2007). Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering*, 79, 1364–1373.

- Dimitreli G., Thomareis A.S. (2008). Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 84, 368–374.
- Fox F.P. (1984). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol. 2, Elsevier applied science, London and New York.
- Gliguem H., Ghorbel D., Lopez C., Michon C., Ollivon M., Lesieur P. (2009). Crystallization and polymorphism of triacylglycerols contribute to the rheological properties of processed cheese. *J. Agric. Food Chem.* 57, 3195–3203.
- Guinee T.P. (2002). Cheese Rheology. In: Roginski H, Fuquay JW, Fox P.F., editor. Encyclopedia of Dairy Science. London, UK: Academic Press; p. 341–349.
- Guinee T.P., Caric M., Kalab M. (2004). Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. In: Fox P.F., editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Volume 2: major cheese groups. 3rd ed. London, U.K.: Elsevier Applied Science. p 349–94.
- Hui Y H. (1992). Encyclopedia of food science food technology. Vol. 13. John Wiley & Sons Inc., USA.
- Joshi N.S., Jhala R.P., Muthukumarappan K., Acharya M.R., Mistry V.V. (2004). Textural and rheological properties of processed cheese. *International Journal of Food Properties*, 7, 519–530.
- Konstance R.P., Holsinger V.H. (1992), Development of rheological test method for cheese. *Food Technology*, pp. 105-109.
- Kosikowski, F.V., Mistry, V.V. (1997). Process cheese and related products *in*: Cheese and fermented milk foods. 3<sup>rd</sup> Ed., Vol. 1. Origins and Principles, pp. 328–342. Kosikowski F V. (Ed.), USA.
- Lee S.K., Anema K., Klostermeyer H. (2004). The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 763–771.
- Liu He., Xue Ming Xu., Shi Dong Guo. (2008). Comparison of full fat and low fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 1581-1592.
- Macrae R., Robinson R. K., Sadler M.J. (1993). Encyclopedia of food science, food technology and nutrition. Vol.2, Academic Press Inc., UK, pp. 802-806, 846-856.
- Mathcad (1997). Mathcad 7 Professional Reference Manual, Mathsoft, Inc.
- Meyer A. (1973). Processed cheese manufacture. Food Trade Press Ltd., London.
- Minitab. (2000). Minitab Reference Manual, Minitab, Inc.
- Nogueira de Oliveira M., Ustunol Z., Tamime A.Y. (2011). Manufacturing practices of processed cheese *in*: Processed cheese and analogues. Tamime A.Y., editor, Wiley – Blackwell, Chichester, Ames.
- Pereira R.B., Bennett R.J., Hemar Y., Campanella O.H. (2001). Rheological and microstructural characteristics of model processed cheese analogues. *Journal of Texture Studies*, 32, 349–373.

- Perry R.H., Green D.W., Maloney J.O. (1999). Fluid and particle dynamics *in*: Perry's chemical engineers handbook. McGraw-Hill Companies Inc, USA.
- Piska, I., Stetina, J. (2004). Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 61, 551–555.
- Pomeranz Y., Meloan C.E. (1994), Food Analysis, Theory and Practice. Chapman & Hall, third edition
- Spreer E. (1995). Milk and Dairy Product Technology, pp. 319-328.
- Steffe J.F. (1996). Rheological Methods in Food Process Engineering, 2<sup>nd</sup> Ed. Freeman Press, East Lansing, MI, USA, pp. 74.
- Sutherawattananonda M., Bastian E. D. (1998). Monitoring process cheese meltability using dynamic stress rheometry. *Journal of Texture Studies*, 29, 169–183.
- Thomareis A.S. (1986). Propriétés thermophysiques des produits laitiers. Cas des fromages fondus. Ph.D. Thesis, Institut National Polytechnique de Lorraine, France.

# ΦΥΛΛΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Παρατηρήστε τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

## 1) ΧΡΩΜΑ

Λευκό

Κίτρινο



Δοκιμάστε τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

## 2) ΛΙΠΑΡΟΤΗΤΑ

Ελάχιστα  
λιπαρό

Εξαιρετικά  
λιπαρό



Δοκιμάστε τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

## 3) ΑΛΜΥΡΗ ΓΕΥΣΗ

Ελάχιστα  
αλμυρό

Εξαιρετικά  
αλμυρό





Χαρακτηρίστε συνολικά τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

**1) ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΟΣΜΗ, ΆΡΩΜΑ ΚΑΙ ΓΕΥΣΗ**

Ελάχιστα  
αποδεκτό

Εξαιρετικά  
αποδεκτό

| \_\_\_\_\_ |

Δοκιμάστε τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

**1) ΚΟΛΛΩΔΗΣ ΥΦΗ (Ως προς την ικανότητα αποκόλλησης από τον ουρανίσκο και τα δόντια)**

Ελάχιστα  
κολλώδες

Εξαιρετικά  
κολλώδες

| \_\_\_\_\_ |

**2) ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Ως προς το βαθμό στον οποίο η μάζα συγκρατεί τη συνοχή της κατά τη μάσηση)**

Ελάχιστα  
συνεκτικό

Εξαιρετικά  
συνεκτικό

| \_\_\_\_\_ |

Επαλείψτε τα δείγματα σε φρυγανιά, με τη βοήθεια του μαχαιριού, σε στρώμα περίπου 2mm και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος:

**1) ΕΠΑΛΕΙΨΙΜΟΤΗΤΑ (Ως προς την αντίσταση κατά την επάλειψη)**

Μικρή  
αντίσταση

Μεγάλη  
αντίσταση

| \_\_\_\_\_ |

Χαρακτηρίστε συνολικά τα δείγματα και σημειώστε με μία κάθετη γραμμή στην παρακάτω κλίμακα τη θέση του κάθε δείγματος.:

**1) ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΥΦΗ**

Ελάχιστα  
αποδεκτό

Εξαιρετικά  
αποδεκτό

| \_\_\_\_\_ |

-Επιπλέον, αιτιολογήστε την πιθανή χαμηλή βαθμολογία κάποιου δείγματος ως προς το συνολικό βαθμό αποδοχής:

**2) ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ**

Ελάχιστα  
αποδεκτό

Εξαιρετικά  
αποδεκτό

| \_\_\_\_\_ |

ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΣΧΟΛΙΑ: