

Α. Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
«ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ
ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ»



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΑΝΙΗΛΙΔΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία που ακολουθεί, συντάχθηκε στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, τμήματος Τεχνολογίας Γεωπονίας ως Πτυχιακή εργασία με θέμα "Βελτιστοποίηση των Ρεολογικών Ιδιοτήτων του Γιαουρτιού και Ποιοτικές Αλλαγές κατά τη Διάρκεια Αποθήκευσης στα Διαφορετικά Υλικά Συσκευασίας".

Το γιαούρτι σήμερα έχει μια διαφορετική εικόνα σε σχέση με το παρελθόν και καταναλώνεται ευρύτατα. Έχει σταθερή γεύση, ποιότητα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και καταναλώνεται σκέτο, με μέλι, με φρούτα, με δημητριακά και με ξηρούς καρπούς.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω τον καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Βαρζάκα Θεόδωρο, για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια του όσον αφορά στη σύνταξη της εργασίας αυτής. Καθώς και τους γονείς μου, για τη στήριξη τους, όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	6
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	6
1.2 ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	8
1.3 ΕΙΔΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	10
1.4 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	11
1.4.1 ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ – ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	11
1.4.2 ΕΠΩΑΣΗ	11
1.4.3 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	12
1.4.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ	12
1.5 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	13
1.6 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΞΥΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	15
1.7 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΖΥΜΩΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΓΑΛΑΤΟΣ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΡΕΟΛΟΓΙΑ	18
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	18
2.2 ΡΕΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	19
2.3 ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ	21
2.4 ΡΕΥΣΤΑ ΜΕ ΡΟΗ ΧΡΟΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ	21
2.5 ΙΞΩΔΟΜΕΤΡΟ BROOKFIELD	21
2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ	22
2.7 ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΦΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	23
2.8 ΕΙΔΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ	25
2.9 ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ SAOS ΔΟΚΙΜΩΝ	28
2.10 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΑ, ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΑ ΜΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	33
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	33
3.2 ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	34

3.3 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	43
3.4 ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	44
3.5 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	45
3.5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	46
3.5.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	47
3.5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	48
3.6 ΡΕΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	48
3.6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	49
3.6.2 ΡΕΟΛΟΓΙΑ	51
3.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	51
3.6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55

Περιεχόμενα Εικόνων και Σχημάτων

ΕΙΚΟΝΑ 1.1: ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	7
ΕΙΚΟΝΑ 1.2: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	8
ΕΙΚΟΝΑ 1.3: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	9
ΕΙΚΟΝΑ 1.4: ΓΕΜΙΣΜΑ ΣΕ ΚΕΣΕΔΑΚΙΑ	9
ΕΙΚΟΝΑ 1.5: ΕΠΙΔΟΡΠΙΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΠΑΣΤΕΡΙΩΜΕΝΟ	10
ΕΙΚΟΝΑ 1.6: ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	14
ΕΙΚΟΝΑ 1.7: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	17
ΣΧΗΜΑ 2.1: ΜΕΛΕΤΗ ΣΑΡΩΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΤΑ G' ΚΑΙ G'' ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (ω) ΣΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	26
ΣΧΗΜΑ 2.2: ΜΕΛΕΤΗ ΣΑΡΩΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	27
ΣΧΗΜΑ 2.3: ΜΕΛΕΤΗ ΣΑΡΩΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ	27
ΕΙΚΟΝΑ 3.1: ΔΟΧΕΙΟ ΟΡΕΝ ΤΟΡ	34
ΕΙΚΟΝΑ 3.2: ΣΩΛΗΝΑΡΙΑ	35
ΕΙΚΟΝΑ 3.3: ΧΑΡΤΟΚΙΒΩΤΙΑ	36
ΕΙΚΟΝΑ 3.4: ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	38
ΕΙΚΟΝΑ 3.5: ΓΥΑΛΙΝΑ ΔΟΧΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	41
ΕΙΚΟΝΑ 3.6: ΞΥΛΙΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρεολογική μελέτη των τροφίμων επιτρέπει την εκτίμηση της δομής τους, της λειτουργικότητάς τους και της κατάστασής τους (π.χ. της μετουσίωσης πρωτεϊνών, ζελατινοποίησης αμύλου, σχηματισμό πήγματος κτλ). Συχνά χρησιμοποιείται για έλεγχο των πρώτων υλών ή των διεργασιών παραγωγής των προϊόντων.

Επισημαίνεται ότι οι ρεολογικές ιδιότητες και η υφή των περισσότερων τροφίμων σχετίζονται άμεσα με την ποιότητά τους και την αποδοχή από τον καταναλωτή. Είναι πολύ σημαντική ως εκ τούτου η μελέτη δυνατότητας συσχετισμού της ρεολογικής συμπεριφοράς των τροφίμων, όπως εκτιμάται με οργανοληπτική αξιολόγηση από ομάδες εκπαιδευμένων ή μη δοκιμαστών, με τη μέτρηση μίας ή περισσότερων ρεολογικών ιδιοτήτων με τη χρήση κατάλληλων οργάνων.

Το γιαούρτι σήμερα έχει μια διαφορετική εικόνα σε σύγκριση με το παρελθόν και καταναλώνεται ευρύτατα. Έχει σταθερή γεύση, ποιότητα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και καταναλώνεται σκέτο, με μέλι, με φρούτα, με δημητριακά και με ξηρούς καρπούς.

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε τη ρεολογική συμπεριφορά του γιαουρτιού καθώς και τις ποιοτικές αλλαγές του, κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στα διαφορετικά υλικά συσκευασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, γιαούρτι ονομάζεται «το προϊόν πήξης νωπού γάλακτος αντίστοιχης προέλευσης, εξαιτίας της επίδρασης σε αυτό κατάλληλης ζύμης, που προκαλεί την πήξη» (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 1972). Ο Codex Alimentarius του 1992, περιγράφει το γιαούρτι ως προϊόν πηγμένου γάλατος, που προκύπτει από τη ζύμωση των σακχάρων του προς γαλακτικό οξύ, από τα βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Αυτοί οι μικροοργανισμοί θα πρέπει να είναι ζωντανοί, ενεργοί και άφθονοι στο τελικό προϊόν.

Το γιαούρτι είναι μια από τις αρχαιότερες τροφές που γνωρίζει ο άνθρωπος και που αποτέλεσε βασικό διατροφικό προϊόν στην νοτιοανατολική Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Κεντρική Ασία και τμήματα της Άπω Ανατολής για χιλιάδες χρόνια. Οι Έλληνες γιατροί γνώριζαν το γιαούρτι και ήταν ενημερωμένοι για τις υγιεινές ιδιότητές του, ενώ αναφορές στο γιαούρτι έχουμε από τον ιστορικό Ηρόδοτο τον 5^ο π.Χ., καθώς και από τον περίφημο γιατρό Γαλήνο τον 1^ο – 2^ο π.Χ. αιώνα που εκθειάζε τη μαλακτική και καθαρτική επίδραση του γιαουρτιού στα έντερα. Το γιαούρτι ήταν επίσης γνωστό και στους Ρωμαίους.

Είναι αναμφίβολο, λοιπόν, ότι το γιαούρτι υπήρχε πολλά χρόνια πριν οι άνθρωποι γράψουν γι' αυτό. Πιθανολογείται ότι η ανακάλυψη του έγινε τυχαία. Πιστεύεται δε, ότι πρωτοεμφανίστηκε στη Μέση Ανατολή, σε κάποια περιοχή της σημερινής Τουρκίας ή ίσως και στη γειτονική Περσία όπου και πήρε την ονομασία του. Υπάρχουν πολλές θεωρίες σχετικά με το πώς δημιουργήθηκε για πρώτη φορά. Μια από αυτές τοποθετεί την αρχή της ανακάλυψης του γιαουρτιού γύρω στη νεολιθική εποχή (στο 10.000 π.Χ. περίπου), τότε που ο άνθρωπος πρωτόμαθε το άρμεγμα των ζώων. Κάποιο πήλινο δοχείο γεμάτο γάλα που έτυχε να ζεσταθεί τυχαία για αρκετές ώρες σε μια γωνία μετατράπηκε σε «κεσέ» με γιαούρτι. Το θερμό κλίμα της Μέσης Ανατολής σε συνδυασμό με την απουσία υγιεινών συνθηκών προσέφεραν

ένα γόνιμο περιβάλλον στους βακίλους του γιαουρτιού για να υπάρξουν και να πολλαπλασιαστούν με φυσικό τρόπο.



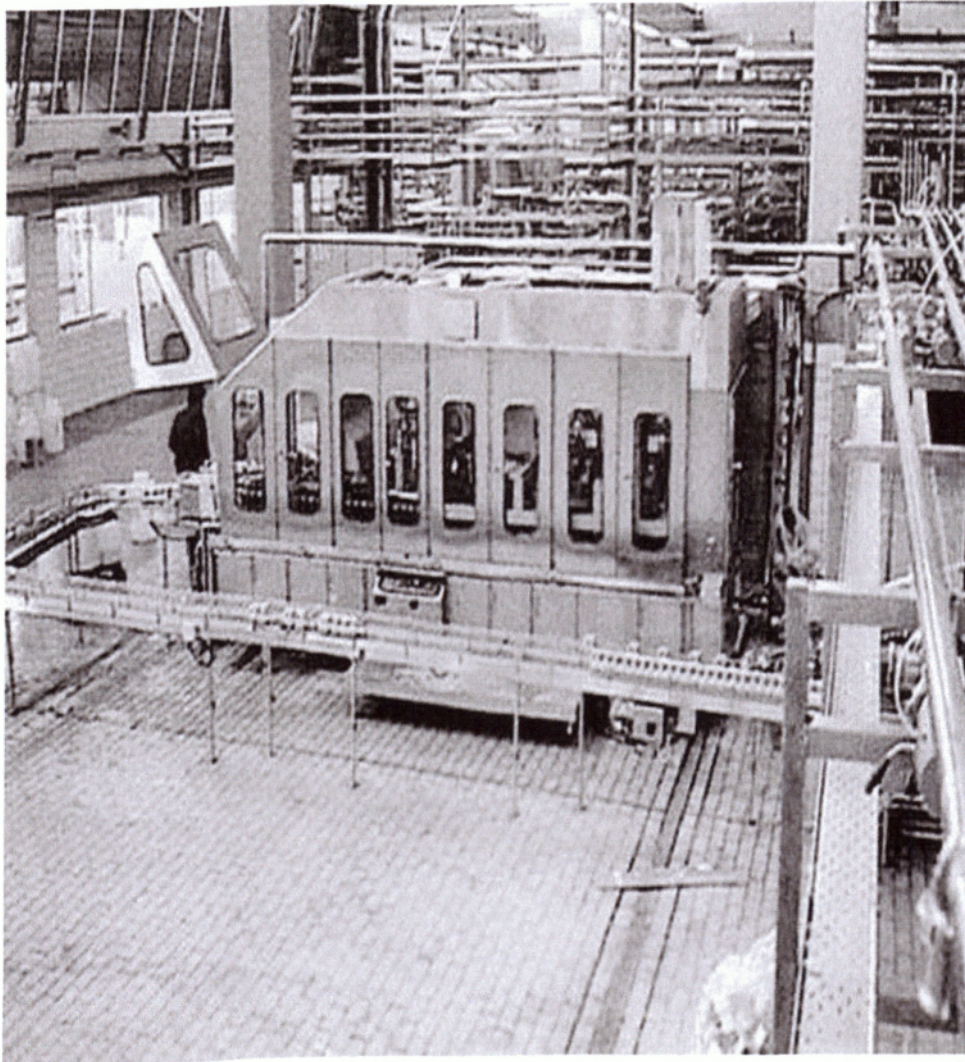
Εικόνα 1.1: Παραδοσιακό γιαούρτι (<http://www.axortagos.gr/mploko-tis-fage-kai-stin-danone-gia-elliniko-giaourti.html>)

Ωστόσο το γιαούρτι ελάχιστα ήταν γνωστό στη Δυτική Ευρώπη και την Αμερική μέχρι τις δεκαετίες του 1920 και 1930. Η προετοιμασία του εδάφους για την εμπορική παραγωγή του άρχισε από ένα διακεκριμένο Γάλλο ρωσικής καταγωγής, βακτηριολόγο τον δρ Μέτσνικοφ, Διευθυντή του Ινστιτούτου Παστέρ στο Παρίσι και βραβευμένο με βραβείο Νόμπελ το 1908. Οι παρατηρήσεις του Μέτσνικοφ τον οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η ρωμαλεότητα και μακροβιότητα ορισμένων ατόμων που καταλάωναν γιαούρτι οφειλόταν σε αυτό. Στη συνέχεια το γιαούρτι διαδόθηκε ευρύτατα μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο με το μεταναστευτικό ρεύμα Ελλήνων προς τις χώρες της Δύσης. Αυτοί έφτιαχναν μόνοι τους το γιαούρτι και το σέρβιραν στους πελάτες των εστιατορίων τους. Έτσι ενώ αρχικά το γιαούρτι καταναλωνόταν μόνο για τις ευεργετικές ιδιότητες που πρόσφερε στην υγεία του ανθρώπου, στη συνέχεια τα πρότυπα κατανάλωσης μεταβλήθηκαν και το γιαούρτι αποτέλεσε δημοφιλές έδεσμα και επιδόρπιο. Σε αυτό βοήθησε και η διάθεση στην αγορά νέων προϊόντων γιαουρτιού όπως επιδόρπια με φρούτα, ξηρούς καρπούς, κ.α. Επιπλέον, η παραγωγή γιαουρτιού με χαμηλά λιπαρά προώθησε την υιοθέτηση του και ως διαιτητικό προϊόν (Tamine and Robinson, 2004, Anonymous 2, 2006).

1.2 ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Πριν τη παρασκευή του γιαουρτιού ακολουθούνται ορισμένες απαραίτητες διαδικασίες :

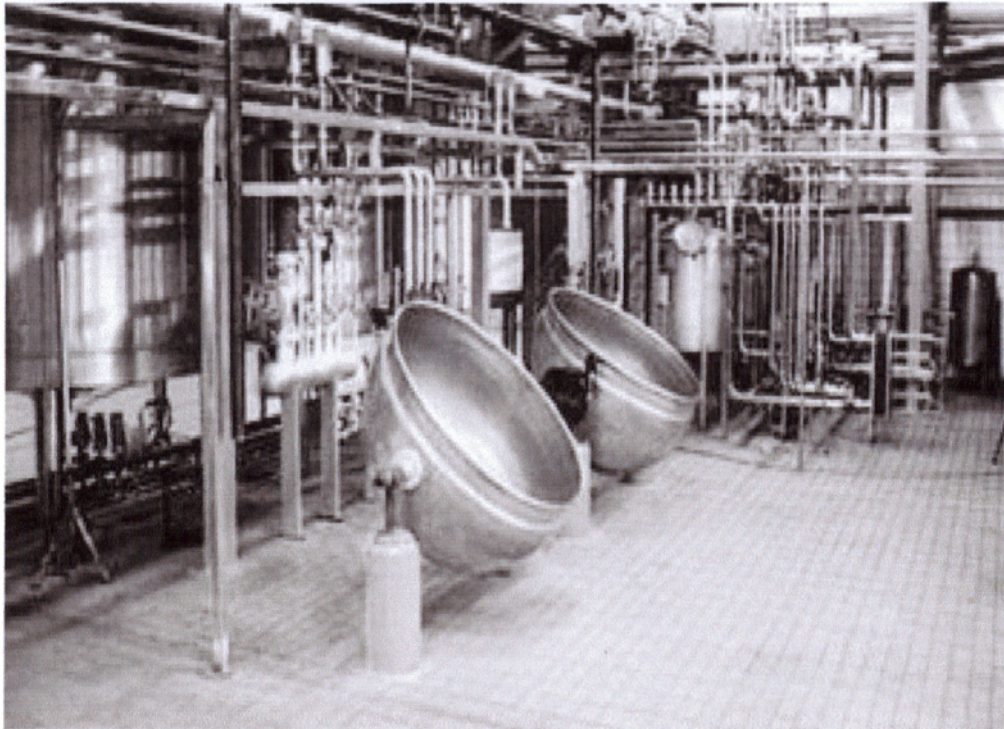
- Αρχικά το γάλα θερμαίνεται, ανεξαρτήτως αν έχει προηγηθεί παστερίωση, στους 85 - 95°C έως 5 λεπτά.



Εικόνα 1.2: Διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού

- Στη συνέχεια το γάλα ψύχεται σε θερμοκρασία 40 -42°C και εμποτίζεται πρόσφατα ετοιμασμένη καλλιέργεια των οξυγαλακτικών στελεχών

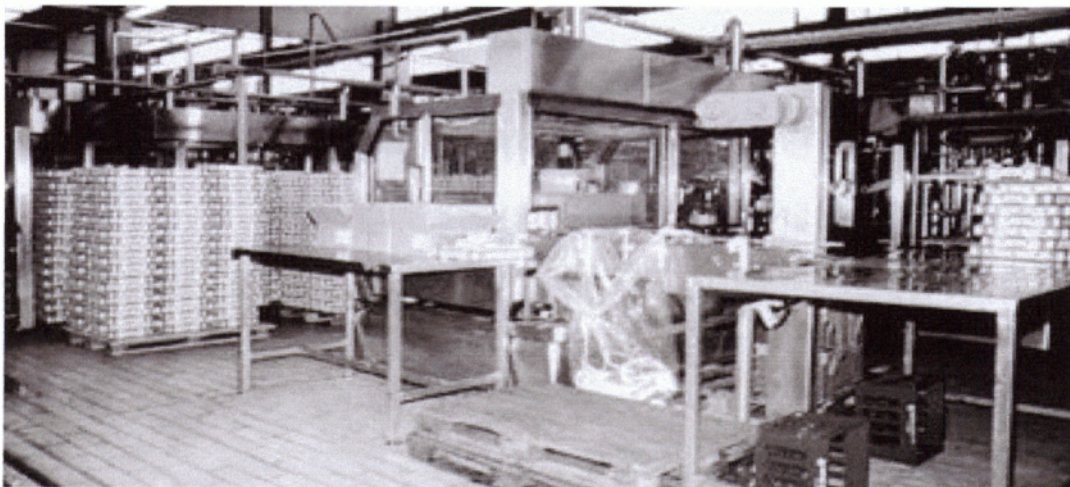
Streptococcus thermophilus και *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, σε αναλογία 0,5-3% και σε πληθυσμιακή αναλογία μικροοργανισμών 1/1.



Εικόνα 1.3: Διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού

- Έπειτα τοποθετείται σε κεσεδάκια και επωάζεται στους 43°C για 2-3 ώρες, οπότε επέρχεται πήξη του γάλατος και η μετατροπή του σε γιαούρτι (Μάντης, 1993)

Το γιαούρτι συντηρείται για 1-6 εβδομάδες, ανάλογα με τη θερμοκρασία συντήρησης. Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών δίνει στο γιαούρτι χρόνο συντήρησης δεκαπέντε ημερών στη θερμοκρασία 0-2°C.



Εικόνα 1.4: Γέμισμα σε κεσεδάκια

1.3 ΕΙΔΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Το γιαούρτι διακρίνεται ανάλογα:

- Με το είδος του γάλατος σε:
 - Αγελαδινό
 - Πρόβειο
 - Κατσικίσιο
- Με τον τρόπο επεξεργασίας σε:
 - Παραδοσιακό
 - Παραδοσιακό στραγγισμένο
 - Φυσικό
 - Αναμιγμένο
 - Επιδόρπιο γιαούρτι παστεριωμένο
 - Επιδόρπιο γιαούρτι στραγγισμένο νέου τύπου
- Με την περιεκτικότητά του σε λιπαρά :
 - Πλήρες 6-10%
 - Ημιαποβουτυρωμένο 1,5-5%
 - Άπαχο 0%



Εικόνα 1.5: Επιδόρπιο γιαουρτιού παστεριωμένο
(<http://www.krikri.gr/page/default.asp?la=1&id=1776&pl=110&pk=35&ap=109>)

1.4 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

1.4.1 ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ – ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η καρδιά του τμήματος παρασκευής του στραγγιστού γιαουρτιού και των επιδορπίων είναι το συγκρότημα της παστερίωσης – ομογενοποίησης. Εδώ γίνεται η παρασκευή των μειγμάτων που στη συνέχεια θα επωαστούν για να δώσουν το τελικό προϊόν. Πρόκειται για ένα συγκρότημα πλήρως αυτοματοποιημένο, το οποίο επιτυγχάνει μεγάλους όγκους παραγωγής, της τάξης των 6 τόνων ανά ώρα, προσφέροντας ταυτόχρονα σταθερές συνθήκες και απόλυτο έλεγχο σε όλες τις κρίσιμες παραμέτρους παραγωγής, καθώς επίσης και άριστες συνθήκες υγιεινής. Αποτελείται από 2 βραστήρες χωρητικότητας 6 τόνων ο καθένας, στους οποίους γίνεται η ανάμειξη των πρώτων υλών, καθώς και μια ήπια θερμική επεξεργασία τους.

Ακολούθως το μείγμα εισάγεται στον ομογενοποιητή, όπου και υποβάλλεται σε επεξεργασία με σκοπό την άριστη διάλυση των πρώτων υλών και τη βελτίωση της δομής του προϊόντος.

Στη συνέχεια γίνεται η παστερίωση του μείγματος στους 92°C για 6 λεπτά. Η παστερίωση έχει διπλό σκοπό. Πρώτον να εξασφαλίσει και να μεγιστοποιήσει την υγιεινή του προϊόντος και δεύτερο να επιφέρει περαιτέρω βελτίωση στη δομή του. Ο κύκλος παστερίωσης ολοκληρώνεται με την ψύξη του μείγματος στους 42°C. (<http://www.krikri.gr>)

1.4.2 ΕΠΩΑΣΗ

Το επόμενο στάδιο είναι η επώαση, κατά την οποία το μείγμα μετατρέπεται σε γιαούρτι, με την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας, κοινώς μαγιά. Η επώαση λαμβάνει χώρα στους 42°C και διαρκεί 8 – 10 ώρες. Η πορεία της παρακολουθείται συνεχώς, με ειδικό όργανο. Με βάση τις μετρήσεις του οργάνου αυτού και σε συνδυασμό με την οργανοληπτική εξέταση, λαμβάνεται η απόφαση για το αν το προϊόν είναι έτοιμο.

Η συνολική χωρητικότητα των υπάρχοντων επωαστήρων, ανέρχεται σε 44 τόνους ενώ ήδη η εταιρεία προχωράει στην προμήθεια νέων επωαστήρων,

προετοιμαζόμενη για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών που θα προκύψουν από τα μελλοντικά της σχέδια. (<http://www.krikri.gr>)

1.4.3 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Αφού ολοκληρωθεί η επώαση, το γιαούρτι οδηγείται στις συσκευαστικές μηχανές, είτε απ' ευθείας, είτε αφού προηγηθεί η ανάμειξη διαφόρων πρόσθετων.

Οι κενοί περιέκτες εισέρχονται στη μηχανή και απολυμαίνονται με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας. Ακολουθεί το γέμισμα των περιεκτών και αεροστεγές σφράγισμά τους με μεμβράνη ασφαλείας, που απολυμαίνεται επίσης με υπεριώδη ακτινοβολία. Για απόλυτη ασφάλεια, εκτός από απολύμανση της μεμβράνης, γίνεται στους περιέκτες εμφύσηση καθαρού αζώτου, για την απομάκρυνση του ατμοσφαιρικού αέρα.

Στη συνέχεια εκτυπώνεται η ημερομηνία λήξεως και ένας ειδικός βραχίονας συσκευάζει τους περιέκτες σε χαρτοτελάρια. Για την εξασφάλιση καθαρής ατμόσφαιρας, η διαδικασία γεμίσματος των περιεκτών γίνεται σε κλειστό θάλαμο με φιλτραρισμένο αέρα. (<http://www.krikri.gr>)

1.4.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Πάντοτε μετά από την ολοκλήρωση της παραγωγικής διαδικασίας όλων των προϊόντων, ακολουθεί επιμελής καθαρισμός και απολύμανση των μηχανημάτων, των σιλό και των γραμμών συνδέσεως, με κατάλληλα διαλύματα σόδας, οξέων απολυμαντικών, εγκεκριμένα όλα από το Γενικό Χημείο του Κράτους. Αυτό γίνεται πλήρως αυτοματοποιημένα, μέσω κλειστού κυκλοφοριακού κυκλώματος από τα συγκροτήματα CIP που ελέγχονται από κομπιούτερ και πριν από το ξεκίνημα κάθε παραγωγής, ελέγχονται με σύγχρονα μέσα η απολύμανση κάθε μηχανής και εξαρτήματος, από το μικροβιολογικό εργαστήριο και εφόσον βρίσκονται καθαρά, δίνεται η εντολή έναρξης της παραγωγής. (<http://www.krikri.gr>)

1.5 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε θρεπτικά συστατικά εξαρτάται από τη σύσταση του γάλακτος από το οποίο προέρχεται, η οποία με τη σειρά της επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως οι γενετικές και οι ατομικές διαφορές των γαλακτοπαραγωγών ζώων, η διατροφή τους, η ηλικία, η περίοδος γαλουχίας και περιβαλλοντικοί παράγοντες. Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο κατά την επεξεργασία του γάλατος, περιλαμβάνοντας την θερμοκρασία και τον χρόνο έκθεσης στην θερμότητα, την έκθεση στο φως και τις συνθήκες αποθήκευσης, μπορούν επίσης να επηρεάσουν την θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος. Τέλος, η σύσταση του γιαουρτιού επηρεάζεται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης και εξαρτάται από τα βακτηριακά στελέχη που θα επιλεγούν και τη θερμοκρασία και διάρκεια της ζύμωσης.

Βιταμίνες του συμπλέγματος Β

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα θεωρούνται γενικότερα ως εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών βιολογικής αξίας, ασβεστίου, καλίου, φωσφόρου, μαγνησίου, ψευδάργυρου και των βιταμινών της ομάδας Β, ριβοφλαβίνης, νιασίνης, Β6 και Β12. Η απώλεια των βιταμινών κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μετάλλων, λόγω της ευαισθησίας τους σε αλλαγές του περιβάλλοντος. Μερικοί παράγοντες που προκαλούν την απώλεια βιταμινών κατά τη διαδικασία παραγωγής του γιαουρτιού είναι η θερμοκρασία, η παστερίωση, η υπερδιήθηση και η ανάδευση. Επιπλέον το περιεχόμενο του τελικού προϊόντος σε βιταμίνες επηρεάζεται και από τη δράση των βακτηριακών καλλιιεργειών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια χρειάζονται βιταμίνες του συμπλέγματος β για την ανάπτυξή τους, ενώ υπάρχουν και στελέχη που μπορούν να παράγουν βιταμίνες.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ: Γάλα Αγελάδος Συμπυκνωμένο Άπαχο, Γάλα Αγελάδος Άπαχο, Ανθραγάλα, Μαγιά Γιαουρτιού.
INGREDIENTS: Concentrated Skimmed Cow's Milk, Skimmed Cow's Milk, Milk Cream, Yoghurt Culture.
KEEP REFRIGERATED

Θρεπτικά Συστατικά Ανά 100g	
Nutritional Information Per 100g	
Ενέργεια/Energy	67kcal
Πρωτεΐνες/Protein	8.4g
Υδατάνθρακες/Carbohydrate	3.8g
Λιπαρά/Fat	2g

Εικόνα 1.6: Διατροφική αξία γιαουρτιού (http://www.swsti-diatrofi.com/2012/02/blog-post_29.html)

Λακτόζη

Πριν τη ζύμωση, η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε λακτόζη είναι περίπου 6%. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης το 20-30% του δισακχαρίτη λακτόζη υδρολύεται στα συστατικά του, τους μονοσακχαρίτες γλυκόζη και γαλακτόζη. Αυτή η μείωση της συγκέντρωσης της λακτόζης εξηγεί γιατί το γιαούρτι είναι καλύτερα ανεκτό σε άτομα με δυσανοχή στη λακτόζη (Bissonnette and Jeejeebhoy, 1994 and Gaudichon *et al.*, 1994).

Πρωτεΐνες

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του γιαουρτιού που κυκλοφορεί στο εμπόριο είναι γενικότερα μεγαλύτερη από αυτή του γάλατος, εξαιτίας της προσθήκης σκόνης από άπαχο γάλα, η οποία αυξάνει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του τελικού προϊόντος. Υποστηρίζεται ότι η πρωτεΐνη του γιαουρτιού είναι πιο εύπεπτη από αυτή του γάλατος, καθώς έχει προηγηθεί μια υδρόλυση των πρωτεϊνών του γάλατος από τα βακτήρια του γιαουρτιού. Αυτό αποδεικνύεται από την ύπαρξη υψηλότερης περιεκτικότητας σε ελεύθερα αμινοξέα στο γιαούρτι, ειδικότερα προλίνης και γλυκίνης, από το γάλα. Κάποια βακτηριακά στελέχη έχουν δείξει ότι έχουν μεγαλύτερη πρωτεολυτική δραστηριότητα από άλλα. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, η θερμική επεξεργασία και η παραγωγή γαλακτικού οξέος, έχουν ως αποτέλεσμα τη λεπτότερη πήξη της καζεΐνης κάνοντάς την πιο εύπεπτη. Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών του γιαουρτιού είναι πολύ υψηλή, όπως του γάλατος, γιατί δεν μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Τόσο οι καζεΐνες, όσο και οι

πρωτεΐνες ορού είναι πλούσιες πηγές όλων των απαραίτητων αμινοξέων, με μεγάλη εντερική διαθεσιμότητα του οργανικού αζώτου, που φτάνει το 93% (Bissonnette and Jeejeebhoy, 1994 and Gaudichon *et al.*, 1994).

Λιπίδια

Το λίπος του γάλατος υφίσταται επίσης βιοχημικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και μικρές ποσότητες ελεύθερων λιπαρών οξέων ελευθερώνονται με τη δράση των λιπασών. Ωστόσο, βρέθηκε ότι το γιαούρτι έχει υψηλότερες συγκεντρώσεις συζευγμένου λινολενικού οξέος από το γάλα, το οποίο φαίνεται ότι προσδίδει αντικαρκινικές ιδιότητες και ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα (Bissonnette and Jeejeebhoy, 1994 and Gaudichon *et al.*, 1994).

Μέταλλα

Το γιαούρτι είναι πολύ καλή πηγή ασβεστίου και φωσφόρου. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, παρέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ασβεστίου υψηλής βιοδιαθεσιμότητας στη διατροφή δυτικού τύπου. Οι φυτικές ίνες μειώνουν την απορρόφηση του ασβεστίου, όμως χάρη στο χαμηλό pH του γιαουρτιού ελαττώνεται η ανασταλτική δράση των φυτικών οξέων και αυξάνεται η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου. Επίσης το χαμηλότερο pH του γιαουρτιού σε σχέση με το γάλα προκαλεί τον ιονισμό του ασβεστίου, το οποίο με τη μορφή ιόντων απορροφάται ευκολότερα από το έντερο. Κυρίαρχο ρυθμιστικό ρόλο στην απορρόφηση του ασβεστίου στο έντερο παίζει η βιταμίνη D (Bissonnette and Jeejeebhoy, 1994 and Gaudichon *et al.*, 1994).

1.6 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΞΥΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Για την παραγωγή του παραδοσιακού γιαουρτιού χρησιμοποιούνται βακτήρια του γαλακτικού οξέος που ανήκουν στα γένη *Lactobacillus* και *Streptococcus*.

Το 1910 για πρώτη φορά ο Metchnikoff έθεσε ως δεδομένο ότι η προέλευση του γιαουρτιού εξαρτάται από την παρουσία ενός συγκεκριμένου βακτηρίου, του *Bulgarian bacillus*. Ο ίδιος μικροοργανισμός μετονομάστηκε σε

Thermobacterium Bulgaricus από την Orla-Jennsen και έχει αναγνωριστεί ως *L.delbrueckii subsp. Bulgaricus*.

Παρόλο που η χρήση του *L.delbrueckii subsp. Bulgaricus*, ως καλλιέργεια εκκίνησης για την παραγωγή γιαουρτιού, είναι σχεδόν υποχρεωτική παρατηρείται η περιστασιακή χρήση *L.delbrueckii subsp.lactis* πιθανόν επειδή η ταξινομική σχέση των δυο μικροοργανισμών είναι πολύ κοντινή.

Οι οργανισμοί όμως που σχετίζονται με την παραγωγή του γιαουρτιού είναι περιοριστικά τα *L.delbrueckii subsp. Bulgaricus* και *Strep. Thermophilus*. Ο τελευταίος έχει ταξινομηθεί ως *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*. Ωστόσο αυτά τα γενετικά δεδομένα δεν υποστηρίχτηκαν από μεγάλο αριθμό ταξινομικών μελετών και έτσι οι περισσότερες πηγές έχουν επιστρέψει στην παλιά ονοματολογία.

Το προϊόν του βασικού μεταβολισμού του είναι το D (-)γαλακτικό οξύ σε ποσότητα περίπου 18gr για κάθε λίτρο του γιαουρτιού. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 45°C αναερόβια. Σε ορισμένα γιαούρτια μαζί με τους παραπάνω δυο μικροοργανισμούς προσθέτονται και βακτήρια του γένους *Bifidobacterium* για τη δημιουργία των λεγόμενων βιολογικών – προβιοτικών γιαουρτιών.

1.7 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΖΥΜΩΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΓΑΛΑΤΟΣ

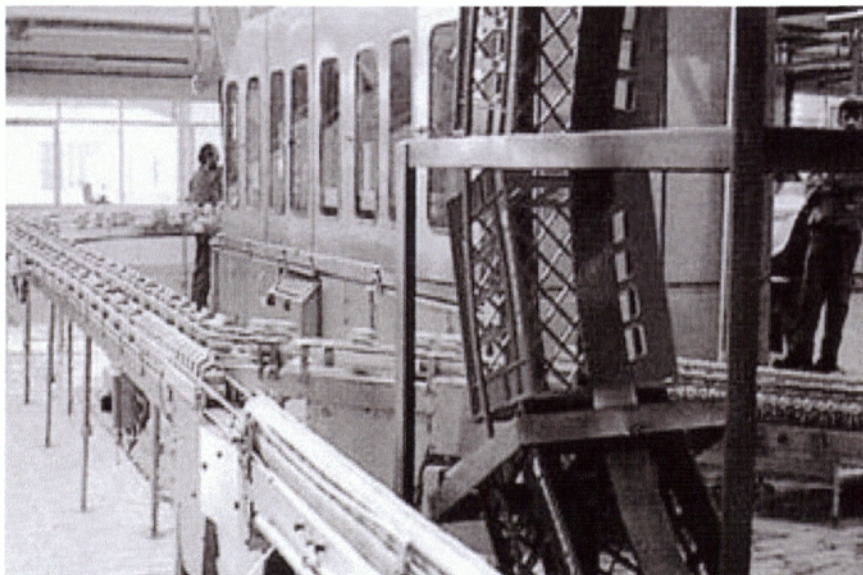
Ορισμένες χώρες έχουν θεσπίσει μικροβιολογικές προδιαγραφές σύμφωνα με τις οποίες τα γιαούρτια πρέπει να περιέχουν ζωντανά οξυγαλακτικά βακτήρια σε συγκεκριμένους πληθυσμούς.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προετοιμάζει σχέδιο για τη νομοθετική ρύθμιση των χαρακτηριστικών των διαφόρων ειδών γιαουρτιού που κυκλοφορούν στα κράτη μέλη της (Κεχαγιάς, 2004). Τα κυριότερα σημεία είναι:

- ❖ Ο συνολικός αριθμός των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών των γιαουρτιών πρέπει κατά την ημερομηνία της ελάχιστης διατηρησιμότητας να είναι 10^7 cfu/g.
- ❖ Δίνεται η δυνατότητα να αντικατασταθεί ο *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* με άλλο μικροοργανισμό του γένους *Lactobacillus* με την προϋπόθεση ότι θα διευκρινίζεται η τροποποίηση δίπλα από τη λέξη γιαούρτι.

- ❖ Είναι δυνατή η προσθήκη άλλων μικροοργανισμών μαζί με τα χαρακτηριστικά οξυγαλακτικά βακτήρια του γιαουρτιού, για να αναγραφεί όμως στη συσκευασία θα πρέπει ο προστιθέμενος μικροοργανισμός να έχει πληθυσμό τουλάχιστον 10^6 cfu/g στο τελικό προϊόν.
- ❖ Σε περίπτωση που γίνει θερμική επεξεργασία μετά τη ζύμωση σε κάποιο γιαούρτι, αφήνονται περιθώρια στις χώρες, να μην χρησιμοποιούν την ειδική ονομασία του προϊόντος, αφού έχουν μεταβληθεί οι χαρακτηριστικές ιδιότητες και η ζωτικότητα των μικροοργανισμών. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο όρος «προϊόν ζύμωσης γάλακτος», σε συνδυασμό με τη δήλωση ότι το προϊόν έχει υποστεί θερμική επεξεργασία μετά τη ζύμωση.

Στην Ελλάδα, παρόλο που η κατανάλωση γιαουρτιού είναι αρκετά αυξημένη, η νομοθεσία δεν έχει προσαρμοστεί και δεν ανταποκρίνεται στις νέες προδιαγραφές της Ε.Ε. Έτσι, στον ορισμό του γιαουρτιού, δεν αναφέρονται τα είδη μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται και δεν καλύπτονται θέματα όπως ο πληθυσμός τους κατά την πώληση, ή η ονοματολογία σε περίπτωση αντικατάστασης ή προσθήκης άλλου μικροοργανισμού. Ακόμη, δεν έχει καθιερωθεί ο όρος «ζυμωμένα γάλατα», παρόλο που κυκλοφορούν και άλλα προϊόντα εκτός από το γιαούρτι καθώς και προϊόντα με προβιοτικούς οργανισμούς (Κεχαγιάς, 2004). Τέλος, θα μπορούν να διακινούνται στην αγορά ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα με μεγάλη διάρκεια ζωής, ανταγωνίζοντας παραδοσιακά προϊόντα όπως το γιαούρτι, αφού θα μπορούν να εμφανίζονται με το ίδιο όνομα.



Εικόνα 1.7: Διαδικασία παλετοποίησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΡΕΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι ιδιότητες που αναφέρονται στη συμπεριφορά ενός υλικού όταν αυτό ρέει υπό την επίδραση δύναμης ή δυνάμεων, καθώς και η συμπεριφορά του υλικού όταν παραμορφώνεται υπό την επίδραση δύναμης ή όταν ρέει υπό την επίδραση δύναμης, ονομάζονται μηχανικές ιδιότητες. Στην περίπτωση που λαμβάνεται υπόψη και ο χρόνος επίδρασης της δύναμης πάνω στο υλικό, τότε οι ιδιότητες ονομάζονται ρεολογικές (Ραφαηλίδης, 1987).

Η επιστήμη που μελετά τη ροή και την παραμόρφωση των υλικών κάτω από την άσκηση πίεσης ονομάζεται ρεολογία. Ο όρος ρεολογία χρησιμοποιήθηκε από τον Eugene C. Bingham το 1928. Η ρεολογία καθιερώθηκε ως η επιστήμη της παραμόρφωσης και της ροής ενός αντικειμένου και μελετά με ποιον τρόπο τα υλικά αντιδρούν στην εφαρμοσμένη πίεση και τάση (Λαζαρίδης, 2000).

Η παραμόρφωση αναφέρεται στα στερεά υλικά και η ροή στα υγρά. Οι ρεολογικές ιδιότητες που ενδιαφέρουν στα στερεά και τα υγρά είναι η ελαστικότητα και το ιξώδες, αντίστοιχα. Τα τρόφιμα δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ξεκάθαρα σε στερεά ή υγρά, καθώς δεν είναι ούτε ιξώδη ούτε ελαστικά, άλλα ιξωδοελαστικά (Borwankar & Shoemaker, 1992).

Η σύνθεση και η δομή ενός τροφίμου καθορίζουν την ρεολογία του και η ρεολογία ενός τροφίμου καθορίζει και την υφή του (Borwankar & Shoemaker, 1992). Το ιξώδες, είναι αναμφισβήτητα η φυσική ιδιότητα ενός υγρού που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στα χαρακτηριστικά της ροής του. Το ιξώδες περιγράφει το μέγεθος της αντίστασης που προβάλλεται μέσα στη μάζα του υγρού κατά την εφαρμογή δυνάμεων διάτμησης, δυνάμεων δηλαδή που ενεργούν παράλληλα προς τη διεύθυνση ροής του ρευστού (Λαζαρίδης, 2000).

Ρεολογία είναι η επιστήμη η αφιερωμένη στη μελέτη της παραμόρφωσης και της ροής της ύλης. Η ροή των ρευστών αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον μηχανικό, που ασχολείται με τα τρόφιμα, καθώς υπεισέρχεται στο σχεδιασμό των περισσότερων διεργασιών επεξεργασίας των τροφίμων. Επι πλέον, πολλές από τις βασικές αρχές που συνδέονται με τη ροή ρευστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την περιγραφή της ροής αιωρημάτων,

κοκκοδών προϊόντων ή λεπτοδιαμερισμένων σκονών και της υφής “στερεών” τροφίμων. Οι σημειώσεις που ακολουθούν διαπραγματεύονται τις αρχές αυτές υπό το πρίσμα της πρακτικής εφαρμογής στα τρόφιμα. Δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ότι οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν για άλλα υλικά ισχύουν πλήρως για τα τρόφιμα που είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα συστήματα. Παράμετροι όπως η επίδραση χημικών και μικροβιολογικών δράσεων, της θερμοκρασίας και της υγρασίας στις ρεολογικές ιδιότητες πρέπει να λαμβάνονται υπ’ όψη και συχνά προκύπτει η ανάγκη προσφυγής σε εμπειρικά μεγέθη και πειραματικές μετρήσεις ειδικά αναπτυγμένες για τα συγκεκριμένα τρόφιμα.

Πέραν του σχεδιασμού του απαραίτητου εξοπλισμού η ρεολογική μελέτη των τροφίμων επιτρέπει την εκτίμηση της δομής τους, της λειτουργικότητας τους και της κατάστασης τους (π.χ. της μετουσίωσης πρωτεϊνών, ζελατινοποίησης αμύλου, σχηματισμό πήγματος κτλ).

Συχνά χρησιμοποιείται για έλεγχο των πρώτων υλών ή των διεργασιών παραγωγής των προϊόντων. Τέλος δεν πρέπει να παραγνωρίζεται ότι οι ρεολογικές ιδιότητες και η υφή των περισσότερων τροφίμων σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα τους και την αποδοχή από τον καταναλωτή. Είναι πολύ σημαντική ως εκ τούτου η μελέτη δυνατότητας συσχετισμού της ρεολογικής συμπεριφοράς των τροφίμων, όπως εκτιμάται με οργανοληπτική αξιολόγηση από ομάδες εκπαιδευμένων ή μη δοκιμαστών, με τη μέτρηση μίας ή περισσότερων ρεολογικών ιδιοτήτων με τη χρήση κατάλληλων οργάνων

2.2 ΡΕΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Τα μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τις καμπύλες που αφορούν τα μη Νευτώνεια ρευστά δίνονται από τις παρακάτω εξισώσεις, που αντιπροσωπεύουν τη σχέση ανάμεσα στην τάση (τ) και την ταχύτητα διολίσθησης (παραμόρφωσης) ($\dot{\gamma}$):

Bingham: $\tau = k\dot{\gamma} \pm \tau_0$ (1)

παράδειγμα: μέλι σε χαμηλή θερμοκρασία

Ψευδοπλαστικά: $\tau = k\dot{\gamma}^n$ (2)

όπου: $0 < n < 1$

παράδειγμα: διαλύματα κόμμεων, γάλα συμπυκνωμένο, μαγιονέζα, μουστάρδα, σούπες

Διασταλτικά: $\tau = k\dot{\gamma}^n$ (3)

όπου: $1 < n < \infty$

παράδειγμα: πυκνά αιωρήματα αμύλου, φυστικοβούτυρο, κλπ

Πλαστικά Bingham ή Ρευστά Herschel–Bulkley: $\tau = k\dot{\gamma}^n + \tau_0$ (4)

όπου: $0 < n < \infty$

παράδειγμα: κέτσαπ, πουρές κλπ.

Οι παραπάνω εξισώσεις χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των μη Νευτώνειων ρευστών στη ροή. Οι τρεις πρώτες εξισώσεις είναι ειδικές περιπτώσεις της τέταρτης, η οποία συνιστά το γενικευμένο μοντέλο των μη Νευτώνειων ρευστών.

Ο συντελεστής k ονομάζεται συντελεστής συνεκτικότητας του ρευστού, ενώ ο εκθέτης n είναι ο δείκτης ρεολογικής συμπεριφοράς. Η σταθερά τ_0 είναι η τάση έναρξης της ροής, δηλαδή η πίεση που πρέπει να ασκηθεί για να αρχίσει η ροή του ρευστού.

Οι εξισώσεις (2), (3) και (4) συχνά αναφέρονται ως εκθετικά μοντέλα ρευστών (power law models), ενώ τα ρευστά που ακολουθούν τη συμπεριφορά αυτή ονομάζονται εκθετικά ρευστά (power law fluids). Η εξίσωση Herschel–Bulkley μπορεί να θεωρηθεί και σαν το γενικευμένο μοντέλο περιγραφής κάθε ρευστού, αφού για δεδομένες τιμές ($\tau_0=0$) και ($n=1$) ανάγεται σε μοντέλο νευτώνειων ρευστών με το k να ισούται με το συντελεστή ιξώδους μ .

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί η σημασία και η σχέση του φαινομενικού ιξώδους ($\mu\phi$) και του συντελεστή συνεκτικότητας k . Από τη γενική εξίσωση (4) προκύπτει: $\tau - \tau_0 = k\dot{\gamma}^n = (k\dot{\gamma}^{n-1}) \cdot \dot{\gamma}$

Η εξίσωση αυτή μοιάζει με την εξίσωση των νευτώνειων ρευστών ($\tau = \mu\dot{\gamma}$). Ενώ στα Νευτώνεια ρευστά ο συντελεστής ιξώδους (μ) είναι σταθερός και ανεξάρτητος του ρυθμού παραμόρφωσης ($\dot{\gamma}$), στα μη Νευτώνεια ο συντελεστής αυτός είναι μεταβλητός και εξαρτάται από το $\dot{\gamma}$.

Έτσι, προκύπτει: $\mu\phi = k\dot{\gamma}^{n-1}$

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι:

1. Ο συντελεστής συνεκτικότητας (k) είναι σταθερά του ρευστού (για δεδομένη θερμοκρασία) και ανεξάρτητη του ρυθμού παραμόρφωσης
2. Το φαινομενικό ιξώδες εμπεριέχει το συντελεστή συνεκτικότητας (k) και μεταβάλλεται συναρτήσει του ρυθμού παραμόρφωσης ($\dot{\gamma}$)

2.3 ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ

Τα ιξώδοελαστικά ρευστά παρουσιάζουν ελαστική ανάκαμψη (recovery) από παραμορφώσεις που υφίστανται κατά τη ροή τους. Τα περισσότερα ρευστά της κατηγορίας αυτής είναι πολυμερή. Τα ρευστά αυτά παρουσιάζουν το «φαινόμενο Weissenberg», κατά το οποίο το ρευστό έχει την τάση να αναρριχάται σε άξονα που περιστρέφεται μέσα στη μάζα του. Για ροή υπό σταθερή κατάσταση (steady state) των ρευστών αυτών χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις που αναπτύχθηκαν για τα ψευδοπλαστικά ρευστά (Λαζαρίδης, 2000).

2.4 ΡΕΥΣΤΑ ΜΕ ΡΟΗ ΧΡΟΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα φαινόμενα της θιξοτροπίας και της ρεοπηξίας. *Θιξοτροπία* είναι η ρεολογική ιδιότητα κατά την οποία το ιξώδες μειώνεται, δηλαδή το υλικό γίνεται πιο λεπτόρρευστο κατά την παραμόρφωση (όπως και στα ψευδοπλαστικά ρευστά), αλλά η μείωση αυτή δεν εξαρτάται μόνο από το ρυθμό διάτμησης, αλλά συγχρόνως και από τη διάρκεια διάτμησης. *Ρεοπηξία* είναι το αντίθετο της θιξοτροπίας. Πρόκειται για τη ρεολογική συμπεριφορά κατά την οποία το ιξώδες αυξάνεται σε συνάρτηση με το ρυθμό και τη διάρκεια της διάτμησης (Barnes et al. 1989). Στα τρόφιμα που παρουσιάζουν ρεοπηξία τα συστατικά τους τείνουν να συσσωματώνονται και να σχηματίζουν τρισδιάστατα πλέγματα (χωροπλέγματα) που προσδίδουν κάποιο βαθμό ακαμψίας στην υφή. Τα πλέγματα αυτά προκύπτουν από αλληλεπιδράσεις διαφόρων χαρακτηριστικών ενεργών ομάδων μεταξύ τους (Steffe, 1996).

2.5 ΙΞΩΔΟΜΕΤΡΟ BROOKFIELD

Το ιξώδομετρο Brookfield στηρίζεται στην αρχή μέτρησης του ιξώδους κατά την περιστροφική κίνηση της ατράκτου μέσα στη μάζα του υπό μελέτη ρευστού. Η άτρακτος αποτελείται από κατακόρυφο άξονα που στο κάτω μέρος του είναι στερεωμένος δίσκος και το επάνω μέρος του είναι προσαρμοσμένο στο σύστημα

μέτρησης της διατμητικής τάσης που μετριέται σε αυθαίρετες τιμές που μπορούν να αναγνωσθούν ψηφιακά. Το όργανο είναι ρυθμισμένο να περιστρέφει την άτρακτο σε διαφορετικές καθορισμένες ταχύτητες περιστροφής με την βοήθεια συστήματος γραναζιών που εκτείνονται από 0,5 μέχρι 100 rpm. Για να μπορέσει το όργανο να καλύψει μεγάλη έκταση τιμών ιξώδους ρευστών, χρησιμοποιείται σειρά ατράκτων που έχουν διαφορετικής διαμέτρου δίσκους και φέρουν αριθμούς στον άξονά τους 1 έως 7. Για κάθε άτρακτο και για κάθε τιμή rpm που χρησιμοποιείται, το ιξώδες, μπορεί να υπολογισθεί από έναν πίνακα και από την ένδειξη της οθόνης του οργάνου (Ραφαηλίδης, 2006).

Τα Ιξωδόμετρα χωρίζονται σε;

⇒ Περιστροφικού τύπου

- Ομόκεντρων Κυλίνδρων
- Κώνου – Πλάκας
- Παράλληλων Δίσκων

⇒ Τύπου σωλήνων

- Τριχοειδή

2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Μηχανικές ιδιότητες υλικού ονομάζονται εκείνες οι ιδιότητες που αναφέρονται στη συμπεριφορά του υλικού αυτού, όταν αυτό βρίσκεται υπό την επίδραση δύναμης ή δυνάμεων. Ως μηχανικές ιδιότητες μπορεί να θεωρηθούν η συμπεριφορά που δείχνει ένα υλικό όταν παραμορφώνεται υπό την επίδραση μιας δύναμης ή όταν ρέει πάλι υπό την επίδραση μιας δύναμης. Αυτές οι συγκεκριμένες ιδιότητες ονομάζονται και ρεολογικές, όταν μάλιστα λαμβάνεται υπόψη και ο χρόνος που επιδρά η δύναμη πάνω στο υλικό. Οπότε, τρεις είναι οι παράμετροι που καθορίζουν τη ρεολογική συμπεριφορά ενός υλικού: (I) η δύναμη που επιδρά στο υλικό, (II) η παραμόρφωση που υφίσταται το υλικό και (III) ο χρόνος επίδρασης της δύναμης.

Οι δυνάμεις εφαρμόζονται στα υλικά προς δύο κατευθύνσεις:

(α) 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 αλλαγή στο μήκος του υλικού κατά

Δl αν l είναι το αρχικό μήκος του, ονομάζεται παραμόρφωση. Συμβολίζεται με το γράμμα ϵ και ισούται με $\Delta l/l$ οπότε είναι αδιάστατος αριθμός.

(β) Εφαπτομενικά παράλληλα προς το επίπεδο που βρίσκεται το υλικό και ονομάζεται διατμητική τάση τ και μετρείται σε Pascal, η δε γωνιακή μεταβολή λόγω στρέψης του υλικού εφαπτομενικά ονομάζεται γωνιακή παραμόρφωση και συμβολίζεται με γ (Ντερλίκης, 2007).

2.7 ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΦΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Όπως αναφέρθηκε τα τρόφιμα είναι πολύπλοκα συστήματα που όχι σπάνια δεν περιγράφονται πλήρως από καμία από τις συμπεριφορές που αναπτύχθηκαν. Συχνά για το χαρακτηρισμό τους χρησιμοποιούνται εμπειρικές μέθοδοι που βασίζονται στην εφαρμογή τάσης στο τρόφιμο με ορισμένο τρόπο π.χ. διάτμηση, συμπίεση, εκβολή, διείδυση, κοπή, ροή κτλ

Πενετρόμετρα

Με τα όργανα αυτά μετρείται η διείδυση μίας βελόνας, ράβδου ή κώνου στο υλικό. Το βάθος διείδυσης έχει βρεθεί ότι σχετίζεται πολύ καλά με την τάση υποχώρησης (τ_0) των πλαστικών υλικών. Η τάση υποχώρησης έχει μεγάλη σημασία για τα τρόφιμα που εμφανίζουν πλαστικότητα, όπως οι μαργαρίνες, επειδή σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα απλώματος (spreadability).

Πενετρόμετρα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση σκληρότητας και ωρίμανσης καρπών προς επεξεργασία.

Ειδικά πενετρόμετρα χρησιμοποιούνται για ζελέδες (gelly tester). Για τη μαγιονέζα χρησιμοποιείται το μέγεθος plummet που είναι το βάθος στο οποίο εισχωρεί τυποποιημένο έμβολο μετά από ελεύθερη πτώση στην επιφάνεια του τροφίμου από τυποποιημένο ύψος.

Εκβολείς (extruders)

Μετρούν τη δύναμη που απαιτείται για εκβολή του υλικού από ένα κύλινδρο με μικρό άνοιγμα. Χρησιμοποιούνται πολύ για πλαστικά υλικά (π.χ. μαγειρικά λίπη, μαργαρίνες) και τα αποτελέσματά τους συμφωνούν με την ικανότητα για άπλωμα. Επίσης δίνουν ένα μέτρο της κολλώδους υφής του υλικού (stickiness).

Για τα τρόφιμα με ιξωδοελαστικές ιδιότητες χρησιμοποιούνται συχνά ειδικές μέθοδοι και όργανα, όπως ο εξτενσιογράφος για τα ζυμάρια.

Προσομοιωτές μάσησης (κυκλική καταπόνηση)

Το γενικότερης αποδοχής όργανο που έχει κατασκευασθεί για τέτοιες μετρήσεις είναι το τεξτουρόμετρο (texturometer). Το τρόφιμο πιέζεται διαδοχικά με ένα έμβολο, κατ' απομίμηση της μάσησης της τροφής. Χρησιμοποιείται κυρίως σε στερεά και μετράει τη σκληρότητα, τη συνεκτικότητα, τη συνάφεια κτλ. Τέτοια όργανα υφής είναι το Instron και το Texture Analyzer τα οποία επιτρέπουν διαφόρων δοκιμών και κύκλων καταπόνησης αναλόγως του υπό δοκιμή τροφίμου.

Μπορούν να προσδιοριστούν χαρακτηριστικά υφής όπως η προσκολλησιμότητα, η ελαστικότητα, η σκληρότητα, το κομμιώδες, η συνεκτικότητα και η μασητικότητα. Η σκληρότητα είναι η μέγιστη κορυφή που παρουσιάζεται κατά την πρώτη διείδυση στο δείγμα. Η ελαστικότητα είναι ο χρόνος μεταξύ του τέλους της πρώτης διείδυσης και της αρχής της δεύτερης. Ο λόγος του έργου που καταναλώθηκε κατά τον δεύτερο κύκλο συμπίεσης προς το έργο του πρώτου κύκλου, δηλαδή ο λόγος του εμβαδού της καμπύλης του δεύτερου κύκλου προς το εμβαδόν του πρώτου κύκλου αποτελεί την συνεκτικότητα. Το εμβαδόν που τυχόν μπορεί να υπάρχει στην αρνητική μεριά του διαγράμματος ορίζεται ως προσκολλησιμότητα. Το κομμιώδες προκύπτει από το γινόμενο της σκληρότητας επί την συνεκτικότητα, ενώ η μασητικότητα αντιπροσωπεύεται από το γινόμενο του κομμιώδους επί την ελαστικότητα.

Οι έννοιες των παραπάνω όρων συνοψίζονται παρακάτω:

- **Σκληρότητα:** Η απαιτούμενη δύναμη για να συμπιεστεί ένα τρόφιμο μεταξύ των γομφίων του στόματος.
- **Ελαστικότητα:** Το πόσο ένα συμπιεσμένο τρόφιμο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση, όταν πάψει να υφίσταται το φορτίο.
- **Προσκολλησιμότητα:** Η ενέργεια που απαιτείται για να αποκολληθεί ένα τρόφιμο από μια επιφάνεια.
- **Συνεκτικότητα:** Η δύναμη των δεσμών που συγκροτούν ένα τρόφιμο.
- **Μασητικότητα:** Η ενέργεια που απαιτείται για να μασηθεί ένα τρόφιμο μέχρι να είναι έτοιμο για κατάποση.

- Κομμώδες: Η ενέργεια που απαιτείται για να διασπαστεί – αποσυντεθεί ένα τρόφιμο μέχρι να είναι έτοιμο για κατάποση.

2.8 ΕΙΔΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

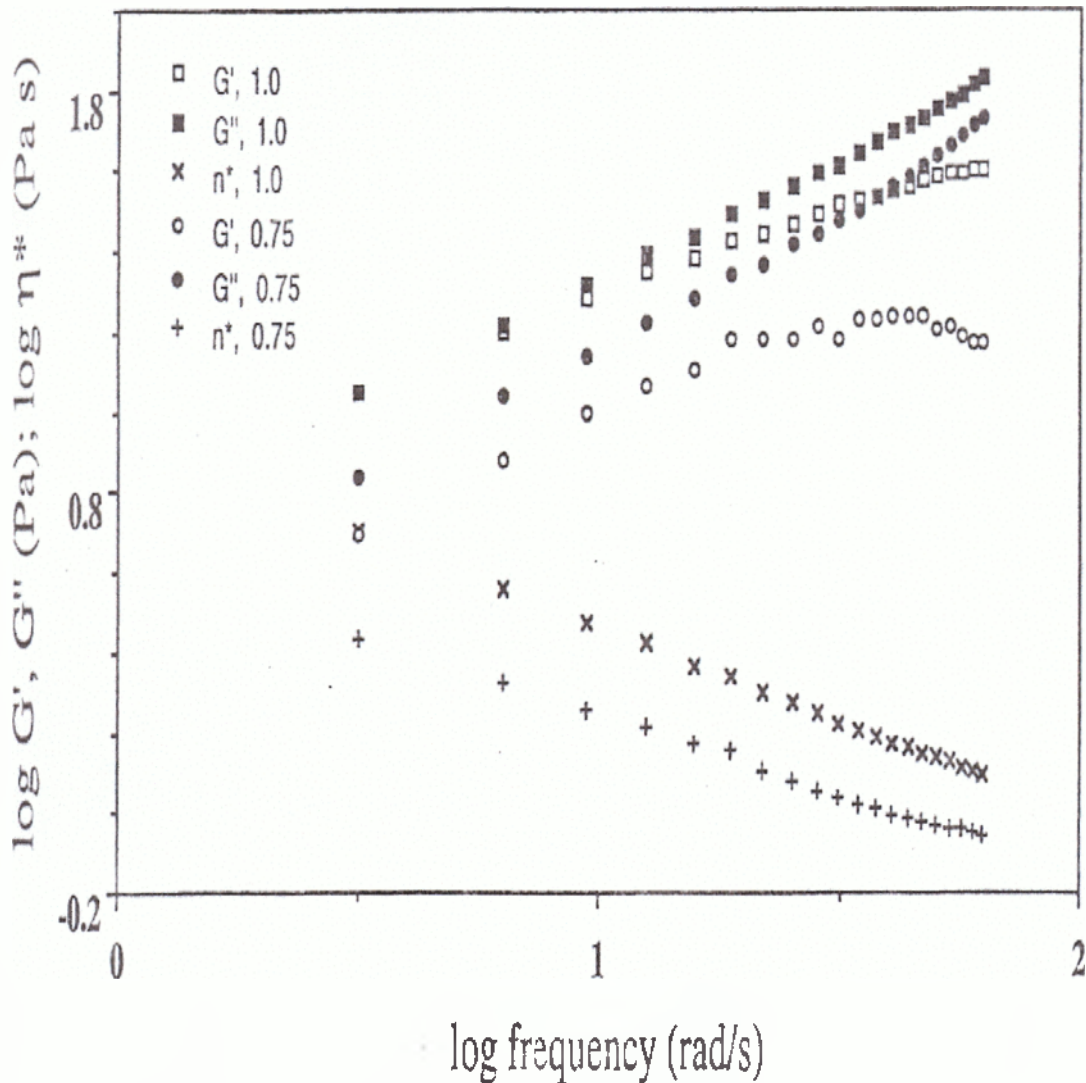
Τα δυναμικά ρεολογικά πειράματα παρέχουν κατάλληλα μέσα για τον έλεγχο της διαδικασίας ζελατινοποίησης πολλών βιοπολυμερών και για την απόκτηση βαθύτερης γνώσης των δομών των gel/τροφίμων, επειδή ικανοποιούν αρκετές προϋποθέσεις:

- (1) Είναι μη καταστροφικά και δεν επεμβαίνουν είτε στον σχηματισμό του gel ή στο softening της δομής,
- (2) ο χρόνος που απαιτείται για τα πειράματα είναι μικρός σε σχέση με τους χαρακτηριστικούς χρόνους των διαδικασιών της ζελατινοποίησης και του softening, και
- (3) τα αποτελέσματα μπορούν να εκφραστούν σε θεμελιώδη όρους και συνεπώς συσχετιζόμενα με την δομή του δικτύου.

Τρία είδη δυναμικών ρεολογικών δοκιμών μπορούν να διεξαχθούν για την αποκόμιση χρήσιμων ιδιοτήτων για ιξωδοελαστικά τρόφιμα, όπως gel, όπως και για την ζελατινοποίηση και την τήξη.

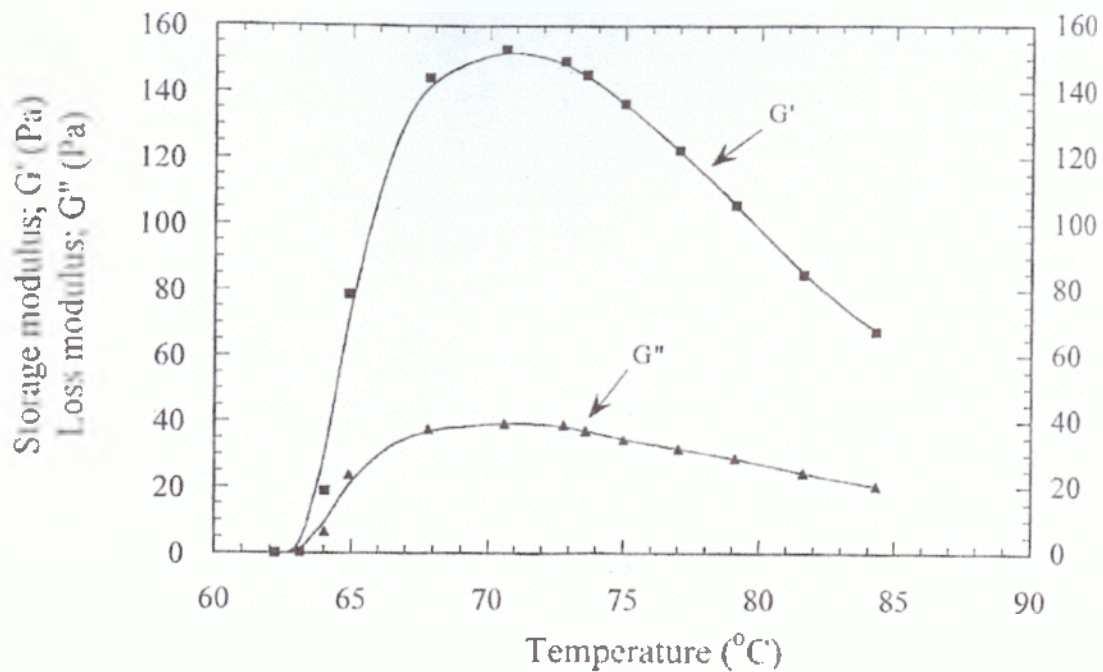
1. Μελέτες σάρωσης συχνοτήτων στις οποίες τα G' και G'' προσδιορίζονται συναρτήσει της συχνότητας (ω) σε σταθερή θερμοκρασία. Από δεδομένα σάρωσης συχνοτήτων μπορούν να προσδιοριστούν τα “αληθινά gel” όταν οι μοριακές ανακατατάξεις μέσα στο δίκτυο μειώνονται αρκετά πέρα από τα χρονικά διαστήματα που αναλύονται, έτσι ώστε το G' να είναι μεγαλύτερο από το G'' σε όλο το εύρος συχνοτήτων και είναι σχεδόν ανεξάρτητο από την συχνότητα (ω). Σε αντίθεση, για τα “ασθενή gel”, υπάρχει μεγαλύτερη εξάρτηση από την συχνότητα για την δυναμική σταθερά, υποδηλώνοντας την ύπαρξη διαδικασιών χαλάρωσης που λαμβάνουν χώρα ακόμα και σε σύντομα χρονικά διαστήματα, και μικρότερη διαφορά ανάμεσα στις τιμές των σταθερών. Επιπροσθέτως, σε ένα αραιό διάλυμα βιοπολυμερών, το G'' είναι μεγαλύτερο από το G' σε όλο το εύρος συχνοτήτων, αλλά σε μεγάλες συχνότητες πλησιάζουν μεταξύ τους. Σε χαμηλή συχνότητα, το G' είναι ανάλογο του ω^2 και το G'' είναι ανάλογο του ω . Για συμπυκνωμένο διάλυμα βιοπολυμερών, το

G'' είναι μεγαλύτερο από το G' σε χαμηλές συχνότητες, αλλά οι καμπύλες G' και G'' τέμνονται σε μια crossover συχνότητα. Σε συχνότητες μεγαλύτερες από την crossover συχνότητα, οι τιμές του G' είναι μεγαλύτερες από αυτές του G'' .



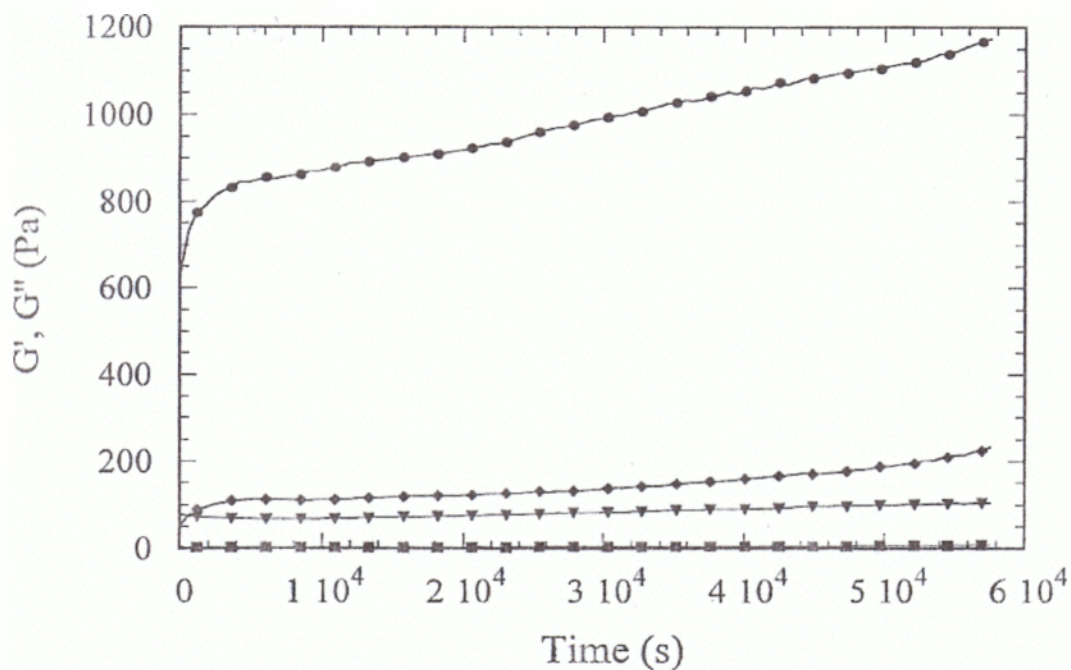
Σχήμα 2.1: Μελέτη Σάρωσης Συχνοτήτων στην οποία τα G' και G'' προσδιορίζονται συναρτήσει της Συχνότητας (ω) σε Σταθερή Θερμοκρασία

2. Μελέτες σάρωσης θερμοκρασιών στις οποίες τα G' και G'' προσδιορίζονται συναρτήσει της θερμοκρασίας σε σταθερή συχνότητα ω . Αυτή η δοκιμή είναι κατάλληλη για την μελέτη του σχηματισμού gel κατά την διάρκεια ψύξης μιας θερμής διασποράς, την ζελατινοποίηση μιας διασποράς αμύλου κατά την διάρκεια της θέρμανσης και τον σχηματισμό gel πρωτεϊνών.



Σχήμα 2.2: Μελέτη Σάρωσης Θερμοκρασίας (Rao, 1999)

3. Μελέτες σάρωσης χρόνου στις οποίες τα G' και G'' προσδιορίζονται συναρτήσει του χρόνου σε σταθερή συχνότητα ω και θερμοκρασία.



Σχήμα 2.3: Μελέτη Σάρωσης Χρόνου

Οι δυναμικές ρεολογικές έρευνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη των χαρακτηριστικών στερεών τροφίμων. Συχνά είναι πιο βολικό να επιβάλλεται μια ημιτο-νοειδής εφελκυστική ή θλιπτική τάση, οπότε οι σταθερές αποθήκευσης και απώλειας που λαμβάνονται δηλώνονται ως E' και E'' , αντίστοιχα.

2.9 ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ SAOS ΔΟΚΙΜΩΝ

Οι μετρήσεις SAOS είναι γνωστές και χρήσιμες για πολλούς λόγους:

- Είναι μια μη καταστροφική μέθοδος που καθιστά δυνατό να γίνουν μετρήσεις χωρίς να προκαλέσει δομική ζημιά στο δείγμα. Αυτό επιτρέπει στους ερευνητές να συσχετίσουν δυναμικές ρεολογικές ιδιότητες με την μοριακή δομή του δείγματος.
- Επιτρέπει την εκλεκτική εξέταση των μοριακών αποτελεσμάτων με την επιλογή του κατάλληλου εύρους συχνοτήτων μιας και, σε ένα δυναμικό μηχανικό πείραμα, η απόκριση της τάσης επικρατεί των διαδικασιών χαλάρωσης με μια σταθερά χρόνου περίπου $1/\omega$.
- Η γραμμική ιξωδοελαστική περιοχή μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα σε μια δυναμική δοκιμή αλλάζοντας το πλάτος της συνάρτησης της εισαγόμενης παραμόρφωσης ή τάσης.
- Δύο ποσότητες, συνήθως G' και G'' , μετρούνται ταυτόχρονα, το οποίο παρέχει έναν έλεγχο στο πειραματικό σφάλμα και εφαρμοσιμότητα επαλληλίας χρόνου-θερμοκρασίας.
- Εφαρμόσιμα δεδομένα από τις δοκιμές ταλάντωσης μπορούν να αξιοποιηθούν σε τεχνικές επαλληλίας χρόνου-θερμοκρασίας για την διερεύνηση του εύρους συχνοτήτων το οποίο έτσι και αλλιώς θα ήταν απρόσιτο πειραματικά
- Γνώση των δυναμικών ιδιοτήτων όπως των G' και G'' επιτρέπει τον υπολογισμό όλων των άλλων γραμμικών ιξωδοελαστικών παράμετρων καθώς επίσης και την συμπεριφορά του υλικού σε άλλου είδους παραμορφώσεων όπως ένταση.
- Είναι πιο γρήγορη η εκτέλεση δοκιμών ταλάντωσης από άλλες γραμμικές ιξωδοελαστικές δοκιμές όπως ερπυσμού και χαλάρωσης (relaxation). Ωστόσο, αυτό εξαρτάται από το επιλεγόμενο εύρος και τον αριθμό των συχνοτήτων.
- Ξαφνική αλλαγή της μετατόπισης ή του φορτώματος δεν απαιτείται στα πειράματα διάτμησης με ταλάντωση.
- Μιας και είναι περισσότερο κυρίως δοκιμή συχνότητας παρά χρόνου, το πλάτος της παραμόρφωσης θ γ και το χρονικό διάστημα $1/\omega$ μπορεί να ποικίλει.

2.10 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙΑ, ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΑ ΜΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η ρεολογική συμπεριφορά του γάλακτος προσεγγίζει πολύ εκείνη των Νευτονικών υγρών, αν και εμφανίζεται μία ελαφρά μείωση του ιξώδους με αύξηση της διατμητικής τάσης. Η αύξηση της περιεκτικότητας σε στερεά οδηγεί σε μη Νευτονική συμπεριφορά, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος. Η προσθήκη καζεΐνης σε αποβουτυρωμένο γάλα αυξάνει πολύ το ιξώδες, ενώ η προσθήκη λακτόζης έχει ελάχιστη επίδραση. Το ιξώδες του πλήρους γάλακτος αυξάνεται με ομογενοποίηση. Αύξηση της περιόδου αποθήκευσης έχει επίσης σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ιξώδους, πιθανώς λόγω βακτηριακών και ενζυμικών μεταβολών, που συνεπάγονται αλλαγή του pH. Έτσι η ρεολογική συμπεριφορά ζαχαρούχου συμπυκνωμένου γάλακτος μετά από μακρά αποθήκευση πλησιάζει την ιξωδοελαστικότητα.

Οι ρεολογικές ιδιότητες του πηκτώματος που επηρεάζονται από τη σύνθεση του γάλακτος, ο χρόνος και η θερμοκρασία της θερμικής επεξεργασίας, το είδος και την ποσότητα του πολιτισμού, τη θερμοκρασία ζύμωσης, το σπάσιμο του gel ή όχι, και οι συνθήκες αποθήκευσης μέχρι το τέλος της διάρκειας ζωής του προϊόντος.

Ορισμένα στελέχη της εγκεκριμένης ύλης *Lactobacillus acidophilus* και *Bifidobacterium* είναι τα πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενα βακτήρια κατά την κατασκευή των προβιοτικών γιαουρτιών. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι τα βακτήρια αναπτύσσονται αργά στο γάλα, επειδή στερούνται των πρωτεολυτικών ενζύμων, και συμβάλλουν στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του προϊόντος.

Επιπλέον, η καλλιέργεια πρέπει να παραμείνει βιώσιμη κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, διανομής και λιανικής πώλησης των προϊόντων για να διασφαλίσει τα αποδεδειγμένα οφέλη για την υγεία.

Η προσθήκη των πρωτεΐνων, πεπτιδίων και αμινοξέων είναι μια καλή επιλογή για να ενισχύσουν τη βάση στο γάλα. Παραδοσιακά, το αποκορυφωμένο γάλα σε σκόνη (ΑΓΣ) χρησιμοποιείται για να ενισχύσει τα στερεά γάλακτος πριν από τη ζύμωση. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των άλλων γαλακτοκομικών συστατικών μπορεί να παρέχει μια οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση για SMP. Η επίδραση της αντικατάστασης του αποκορυφωμένου γάλακτος σε σκόνη από

την WPC ή καζεϊνικών αλάτων στην υφή και τις φυσικές ιδιότητες των γιαουρτιών έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές .

Ως εκ τούτου, οι στόχοι της μελέτης ήταν: (i) να αναλύσει τις βέλτιστες συγκεντρώσεις του αποκορυφωμένου γάλακτος σε σκόνη, WPC και καζεϊνικό νάτριο (Na-Cn) για να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει τις ρεολογικές ιδιότητες των προβιοτικών στα γιαούρτια, και (ii) για τον χαρακτηρισμό τους, λαμβάνοντας υπόψη τη κινητική της οξίνισης και καταμέτρηση των βιώσιμων βακτηρίων στο προϊόν 24 ώρες μετά την αποθήκευση του προϊόντος στους 4°C.

Τα γιαούρτια συσκευάστηκαν σε κύπελλα και αποθηκεύτηκαν στους 4°C. Οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες προσδιορίστηκαν με μικρού εύρους ταλαντούμενη μέτρηση χρησιμοποιώντας ένα ελεγχόμενο ρυθμό στρες ροόμετρο εξοπλισμένο με γεωμετρία κώνου-πλάκας. Η θερμοκρασία του ρεομέτρου ελέγχθηκε στα 26°C . Είναι πολύ δύσκολο να μελετηθεί χωριστά η επίδραση της πρωτεΐνης ή το συνολικό περιεχόμενο στερεών. Με την αύξηση της συνολικής περιεκτικότητας σε στερεά, η υφή του γιαουρτιού βελτιώνει το αισθητικό προφίλ ακόμη και αν η συνολική περιεκτικότητα σε στερεά αυξάνεται με την προσθήκη σακχαρόζης ή άλλους παράγοντες σταθεροποίησης. Τα επίπεδα της συνολικής περιεκτικότητας σε στερεά στο γιαούρτι μελετήθηκαν με και ανέφεραν ότι η συνοχή του γιαουρτιού βελτιώθηκε με την αύξηση της συνολικής περιεκτικότητας στερεών του γάλακτος .Επιπλέον, ο τύπος και το επίπεδο της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες επηρεάζει τα χαρακτηριστικά υφής και τις ρεολογικές ιδιότητες του προϊόντος .

Μετά τη ζύμωση, το pH των γιαουρτιών κυμαίνονταν μεταξύ 4,45 και 4,53 με ελαφρώς στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, το επίπεδο της ελεύθερης οξύτητας σε όλα τα γιαούρτια μετά από 24 ώρες αποθήκευσης στους 4 ° C μπορεί να ομαδοποιηθούν ως εξής: (i) 0,94 e τουλάχιστον στο προϊόν ελέγχου, (ii) 1,08 e ενδιάμεσο στο WPC, Na-Cn, ΑΓΣ και WPC β Na-Cn γιαούρτια, και (iii) κυμαίνονται μεταξύ 1,12 και 1,15 e υψηλότερα σε WPC β SMP, Na-Cn ΑΓΣ β β WPC και Na- Cn β γιαούρτια SMP. Είναι προφανές ότι η οξύτητα στα γιαούρτια επηρεάστηκε από το είδος της πρωτεΐνης που χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό της συνολικής περιεκτικότητας σε στερεά της βάσης γάλακτος.

Η υφή του γιαουρτιού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το επίπεδο εμπλουτισμού των στερεών της βάσεως γάλακτος, η θερμοκρασία της θερμικής επεξεργασίας που εφαρμόζεται, η πίεση της ομογενοποίησης που χρησιμοποιείται, τα στελέχη της καλλιέργειας εκκίνησης που χρησιμοποιούνται και από τη διάτμηση

(ανάδευση) του πηκτώματος μετά από ζύμωση (Sodini et al., 2004). Επιπλέον, σύμφωνα με Renan et al. (2009), το pH κατά την ανάδευση της γέλης φάνηκε να αποτελεί βασικό παράγοντα για την ανάκαμψη της δομής, πιθανώς μέσω ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις είτε ως αποκρουστικός ή κατασκευή ελκυστική. Martínez et al. (2003) ανέφεραν ότι η σημασία της προστιθέμενης γαλακτοκομικών πρωτεΐνης στη βάση του γάλακτος, ειδικά εκείνων που προέρχονται από ορό γάλακτος, είχαν διαφορετικές επιρροές στην δομή της γέλης. Παρατήρησαν ότι τα γιαούρτια εμπλουτισμένα με WPC, συμπυκνωμένη πρωτεΐνη γάλακτος (MPC) και το ΑΓΣ είχαν διαφορετικές συμπεριφορές κατά την διάρκεια της ζύμωσης, και το πήκτωμα που σχηματίστηκε ήταν διαφορετικό από την άποψη του ιξώδους μετά το σπάσιμο της γέλης και η διακύμανση του επιπέδου, η οποία ήταν λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των πηγών πρωτεΐνης. Γιαούρτια εμπλουτισμένα με MPC ή SMP είχαν υψηλότερο ιξώδες και συναίρεση σε σύγκριση με εκείνα που ήταν συμπληρωμένα με WPC. Επιπλέον Sodini et al. (2004) ανέφεραν ότι όταν η βάση γάλακτος συμπληρώθηκε με πρωτεΐνες που λαμβάνονται από την υπερδιήθηση (UF), WPC ή καζεϊνικού, η συνεκτικότητα των γιαουρτιών αυξήθηκε σε σύγκριση με ένα προϊόν εμπλουτισμένο με σημαντική ισχύ στην αγορά. αυτό οφειλόταν στην αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνης σε σχέση με το σύνολο των στερεών επίπεδο. Τέλος, Damín, Alcantara, Nunes, και Oliveira (2009) έδειξαν ότι το γιαούρτι με γάλα που συμπληρώνεται με καζεϊνικό νάτριο κατέληξε σε σημαντικές αλλαγές στις ιδιότητες, οι οποίες ήταν : η μείωση του χρόνου ζύμωσης και η αύξηση στην αντοχή συμπίεσης, το μέτρο αποθήκευσης και τη σταθερότητα, με αυξήσεις στο επίπεδο συμπληρώματος.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η οχύρωση του γάλακτος βάσης με WPC, Na-Cn, ή SMP στο ίδιο επίπεδο της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες επηρέασε το προφίλ οξύισης, μετρά των βιώσιμων βακτηρίων και τις ρεολογικές ιδιότητες του γιαουρτιού.. Είναι ασφαλές να συμπεράνουμε από αυτές τις περιορισμένες δοκιμές στις ρεολογικές ιδιότητες των προβιοτικών που επιτεύχθηκαν στα γιαούρτια όταν οι βάσεις γάλακτος εμπλουτίστηκαν με γαλακτοκομικές πρωτεΐνες, ήταν σημαντικές. Τέλος, αντικαθιστώντας μερικώς αποκορυφωμένου γάλακτος σε σκόνη (δηλαδή 45%) με την WPC ή Na-Cn ταυτόχρονα ενισχύονται οι ρεολογικές ιδιότητες των προβιοτικών, λαμβάνοντας υπόψη την κινητική της οξύισης και τη καταμέτρηση των βιώσιμων βακτηρίων. Ωστόσο, αισθητήριες

μελέτες προφίλ στο μέλλον καλούνται να επιβεβαιώσουν αυτά τα αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανικής δοκιμής. (Marafon et al, 2011)

Η Υπερυψηλή πίεση έχει προταθεί ως μια εναλλακτική μέθοδος για τη βελτίωση της υφής των γαλακτοκομικών προϊόντων μειώνοντας την ανάγκη για χρήση πρόσθετων γαλακτοματοποιητών και σταθεροποιητών. Η Υπερυψηλή πίεση μπορεί να εφαρμοστεί είτε στην πρώτη ύλη του γάλακτος είτε στο τελικό ζυμωμένο προϊόν. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή της υπερυψηλής πίεσης στο τελικό στάδιο παραγωγής του γιαουρτιού μπορεί να βελτιώσει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Επιπρόσθετα, δεν φάνηκε να επιφέρει σημαντική μείωση του μικροβιακού πληθυσμού όταν εφαρμόστηκε σε καθαρές καλλιέργειες υπερβιοτικών μικροοργανισμών.

Τα δείγματα που μελετήθηκαν αφορούσαν σε απλό επιδόρπιο γιαουρτιού και επιδόρπιο με γεύση φράουλα. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στους 4°C μέχρι να μελετηθούν μετά από 1 και 15 ημέρες από την ημέρα παραγωγής τους. Οι ποιοτικές παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν η βιωσιμότητα της καλλιέργειας εκκίνησης και των υπερβιοτικών μικροοργανισμών, η μετρούμενη και τιτλοδοτούμενη οξύτητα, το χρώμα, η συναίρεση, το ιξώδες και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η εφαρμογή της υπερυψηλής πίεσης σε ζυμωμένο επιδόρπιο γιαουρτιού βελτιώνει τις ρεολογικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, ανεξαρτήτως της περιεκτικότητας του σε σιρόπι φρούτου. Το ιξώδες του τελικού προϊόντος αυξήθηκε και το ποσοστό συναίρεσης του μειώθηκε. Παράλληλα παρατηρήθηκε χαμηλότερη μεταβολή της οξύτητας των δειγμάτων που είχαν επεξεργαστεί με υπερυψηλή πίεση σε σχέση με τα ανεπεξέργαστα δείγματα, η οποία σχετίζεται με τη μείωση του πληθυσμού της καλλιέργειας εκκίνησης λόγω της εφαρμογής υπερυψηλής πίεσης.

Συμπερασματικά, η υπερυψηλή πίεση μπορεί να βελτιώσει την υφή, να ελαχιστοποιήσει την εμφάνιση φαινομένων συναίρεσης και να επεκτείνει τη διάρκεια ζωής των επιδορπίων γιαουρτιού διατηρώντας παράλληλα την λειτουργικότητά τους μέσω της επιβίωσης των υπερβιοτικών πληθυσμών πάνω από τα καθορισμένα επίπεδα. (<http://www.google.gr.chemeng.ntua.gr>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η συσκευασία δεν είναι αυτόνομο προϊόν αλλά αποτελεί μέρος ενός τελικού προϊόντος. Έτσι, μόνες οι επιχειρήσεις συσκευασίας μπορούν να κάνουν σημαντικές αλλά περιορισμένες περιβαλλοντικές βελτιώσεις. Ακόμα και μικρές αλλαγές στην συσκευασία μπορούν να επιφέρουν σημαντικά αποτελέσματα. «Βελτιωμένη» συσκευασία σημαίνει, λιγότερα απορρίμματα, μικρότερη χρήση πρώτων υλών και εξοικονόμηση στις μεταφορές, στην διαδικασία παραγωγής και στην αποθήκευση.

Σήμερα ως συσκευασία νοείται:

1. Η συσκευασία προς πώληση ή πρωτογενής συσκευασία, δηλαδή η συσκευασία η σχεδιασμένη κατά τρόπο που να αποτελεί, στο σημείο αγοράς, χωριστή μονάδα προς πώληση στον τελικό χρήστη ή καταναλωτή
2. Η ομαδοποιημένη συσκευασία ή δευτερογενής συσκευασία, δηλαδή η συσκευασία η σχεδιασμένη κατά τρόπο που να αποτελεί, στο σημείο αγοράς, σύνολο ορισμένου αριθμού μονάδων προς πώληση, είτε αυτές πωλούνται ως έχουν στον τελικό χρήστη ή καταναλωτή, είτε χρησιμεύουν μόνο για την πλήρωση των εκθετηρίων στο σημείο πώλησης. Η εν λόγω συσκευασία μπορεί να αφαιρείται από το προϊόν χωρίς να επηρεάζονται τα χαρακτηριστικά του
3. Η συσκευασία μεταφοράς ή τριτογενής συσκευασία, δηλαδή η συσκευασία η σχεδιασμένη κατά τρόπο που να διευκολύνει τη διακίνηση και μεταφορά αριθμού μονάδων προς πώληση ή ομαδοποιημένων συσκευασιών, προκειμένου να αποφεύγεται η δια χειρός διακίνηση και οι ζημιές κατά τη μεταφορά. Στις συσκευασίες μεταφοράς δεν περιλαμβάνονται τα εμπορευματοκιβώτια των οδικών, σιδηροδρομικών, θαλάσσιων και αεροπορικών μεταφορών.

Η σύγχρονη συσκευασία καλείται σήμερα να διαδραματίσει ένα σημαντικό και πολυδιάστατο ρόλο. Πρέπει με το χαμηλότερο δυνατό κόστος:

- Να προστατεύει και να συντηρεί το προϊόν
- Να καθιστά άνετη τη μεταφορά και διανομή του προϊόντος
- Να παρέχει ασφάλεια στα μεταφερόμενα τρόφιμα
- Να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τον τρόπο χρήσης του προϊόντος και να έχει αναγνωριστικό σήμα

- Να εμπνέει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών
- Να σέβεται το περιβάλλον (Κουτσιλιέρη,2009)

3.2 ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Ακολούθως ορίζονται οι τύποι προϊόντων συσκευασίας ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους (Κουτσιλιέρη,2009)

- ⇒ Μεταλλικά υλικά συσκευασίας
- ⇒ Υλικά συσκευασίας από χαρτί
- ⇒ Πλαστικά προϊόντα συσκευασίας
- ⇒ Γυάλινα προϊόντα συσκευασίας
- ⇒ Ξύλινα προϊόντα συσκευασίας
- ⇒ Σύμμεικτα

1. Μεταλλικά υλικά συσκευασίας

❖ Δοχεία open top

Τα Δοχεία open top είναι διαφόρων μεγεθών και παράγονται είτε από λευκοσίδηρο είτε από αλουμίνιο. Κύριο χαρακτηριστικό της χρήσης τους είναι ότι ανοίγεται μια φορά και το περιεχόμενό τους πρέπει να καταναλωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής, τα δοχεία open top διακρίνονται σε δοχεία δύο ή τριών τεμαχίων. Τα δοχεία τριών τεμαχίων διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τρόπο συγκόλλησης, όπως κασσιτεροκόλληση, ηλεκτροσυγκόλληση ή συγκόλληση. Τα δοχεία open top δύο τεμαχίων παράγονται από μεταλλικούς δίσκους με τη χρήση πρέσας. Τα δοχεία δύο τεμαχίων δεν απαιτούν συγκόλληση.



Εικόνα 3.1: Δοχείο open top (<http://www.cookingeconomy.gr>)

❖ Σωληνάρια

Τα μεταλλικά σωληνάρια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία ημίρρευστων προϊόντων. Για την παραγωγή μεταλλικών σωληναρίων θεωρητικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε ελατό μέταλλο αλλά στην πράξη χρησιμοποιείται μόνο το αλουμίνιο. Τα μεταλλικά σωληνάρια είναι διαφόρων μεγεθών και παράγονται με την ίδια μέθοδο.



Εικόνα 3.2: Σωληνάρια (<http://www.cookingeconomy.gr>)

❖ Φιάλες

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι φιάλες που χρησιμοποιούνται για την συσκευασία αέριων προϊόντων υπό πίεση, όπως το βουτάνιο. Επίσης περιλαμβάνονται δοχεία για αεροζόλ όπως τα αποσμητικά χώρου, τα εντομοκτόνα κ.λ.π. Οι φιάλες συσκευασίας παράγονται είτε από λευκοσίδηρο είτε από αλουμίνιο.

❖ Δοχεία απλής γενικής χρήσης

Τα δοχεία αυτά κατασκευάζονται με μεθόδους ανάλογες με τα open top. Η βασική διαφορά τους είναι ότι τα δοχεία γενικής χρήσης μπορούν να επαναπωματιστούν και το περιεχόμενο να καταναλωθεί σταδιακά. Τα δοχεία αυτά διακρίνονται ανάλογα με το πόμα που διαθέτουν. Το σχήμα των δοχείων αυτών μπορεί να είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ή κυλινδρικό και παράγεται σε διάφορα μεγέθη. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και τα μεταλλικά βαρέλια που χρησιμοποιούνται για ορυκτέλαια, λάδια μηχανών, καύσιμα και γενικώς προϊόντα πετρελαίου. (Κουτσιλιέρη,2009)

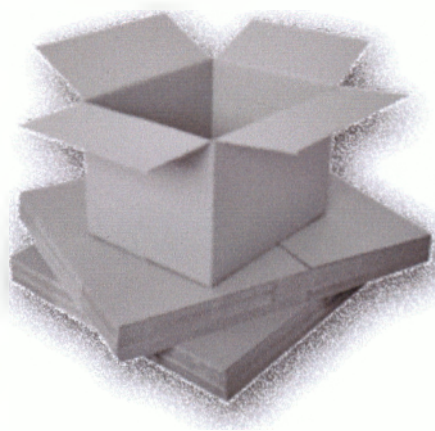
2. υλικά συσκευασίας από χαρτί

❖ Χαρτοκιβώτια

Τα χαρτοκιβώτια, με βάση τα χαρακτηριστικά τους, διακρίνονται στα χαρτοκιβώτια RSC και στα χαρτοκιβώτια DIE.

RSC χαρακτηρίζονται όλα τα απλά ορθογώνια χαρτοκιβώτια κλειστού τύπου. Τα RSC χρησιμοποιούνται στη δευτερογενή και τριτογενή συσκευασία τροφίμων, ποτών, χρωμάτων, απορρυπαντικών, φαρμάκων, καλλυντικών κ.α.

DIE θεωρούνται όλα τα χαρτοκιβώτια ειδικού τύπου, δηλαδή χαρτοκιβώτια με διάφορα χαρακτηριστικά όπως ανοιχτά, με χειρολαβές κ.α. Τα DIE χρησιμοποιούνται στη δευτερογενή συσκευασία μπίρας, αναψυκτικών και τροφίμων, που φυλάσσονται σε ψυγεία ή καταψύκτες. Επίσης, βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στην συσκευασία αγροτικών προϊόντων, περιορίζοντας τη ξύλινη και πλαστική συσκευασία στο συγκεκριμένο χώρο.



Εικόνα 3.3: Χαρτοκιβώτια (<http://www.mypack.gr/facilities.htm>)

Κατασκευαστικά, τα RSC και τα DIE χαρτοκιβώτια αποτελούνται από κυματοειδείς χαρτόνι τριών φύλλων, όπου το εσωτερικό φύλλο είναι ημιχημικό χαρτόνι και τα εξωτερικά φύλλα είναι χαρτόνι κραφτ. Σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ανθεκτικότητα, όπως στη συσκευασία αγροτικών προϊόντων, χρησιμοποιείται κυματοειδές χαρτόνι πέντε φύλλων, όπου συνδυάζονται εναλλάξ κραφτ και ημιχημικό. Ως πρώτη ύλη, στην παραγωγή των RSC χρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό το ανακυκλωμένο χαρτί, ενώ στην παραγωγή των DIE προτιμάται το χαρτί από χημική χαρτομάζα.

❖ Χαρτοκυτία

Τα χάρτινα κουτιά χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή και δευτερογενή συσκευασία τροφίμων, ποτών, απορρυπαντικών, καλλυντικών, φαρμάκων, τσιγάρων, ενδυμάτων, χαρτιών υγιεινής κ.α.

Παράγονται σε μια μεγάλη ποικιλία σχημάτων και διαστάσεων, από συμπαγές χαρτόνι κραφτ. Στην κυτιοποιία, ανάλογα με την ποιότητα του προϊόντος χρησιμοποιείται και ανακυκλωμένο χαρτί.

Η κυτιοποιία συνδέεται άμεσα με την τέχνη της εκτύπωσης χάρτινων κουτιών, καθώς η ελκυστική εμφάνιση του κουτιού έχει έντονη επίδραση στην εμπορική επιτυχία του συσκευασμένου προϊόντος

❖ Χάρτινες τσάντες

Οι χάρτινες τσάντες χρησιμοποιούνται κυρίως στα καταστήματα λιανικής πώλησης για την συσκευασία ενδυμάτων, υποδημάτων, καλλυντικών, ειδών δώρων αλλά και στα καταστήματα έτοιμου φαγητού.

Διακρίνονται σε πολλές κατηγορίες ανάλογα με το εάν είναι πλαστικοποιημένες ή όχι, ανάλογα με το χερούλι που διαθέτουν και τέλος ανάλογα με το εάν φέρουν φίρμα ή όχι του πελάτη.

Παράγονται σε διάφορες διαστάσεις και είναι συνήθως από παρθένο χαρτί κραφτ.

❖ Χαρτοσακούλες

Οι χάρτινες σακούλες χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή συσκευασία ειδών αρτοποιίας, ζαχαροπλαστικής, μαναβικής, ξηρών καρπών και έτοιμου φαγητού. Οι διαστάσεις τους ποικίλλουν ανάλογα με τη χρήση τους και στην παραγωγή τους χρησιμοποιείται χαρτί κραφτ.

❖ Χαρτόσακοι

Οι Χαρτόσακοι χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή συσκευασία τσιμέντου, δομικών υλικών, αλευριού, ζάχαρης και ζωοτροφών.

❖ Χαρτί συσκευασίας

Το χαρτί συσκευασίας χρησιμοποιείται για την συσκευασία προϊόντων σε αρτοποιία, ζαχαροπλαστική, κρεοπωλεία, τυροπωλεία, καταστήματα μαναβικής και καταστήματα με είδη δώρων. Ειδικά στη συσκευασία τροφίμων, εκτός από το απλό χαρτί, χρησιμοποιείται και το πλαστικοποιημένο, όπου η εσωτερική πλευρά του χαρτιού είναι καλυμμένη με φιλμ πλαστικού. Οι διαστάσεις και το βάρος του χαρτιού συσκευασίας που χρησιμοποιείται για την περιτύλιξη τροφίμων καθορίζονται ανάλογα με το βάρος του προϊόντος. (Κουτσιλιέρη,2009)

3. Πλαστικά προϊόντα συσκευασίας

Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του πλαστικού υπάρχει σήμερα ένας μεγάλος αριθμός προϊόντων συσκευασίας με συνηθέστερα τα προϊόντα από : πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, χλωριούχο πολυβινύλιο, πολυστυρένιο, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο.



Εικόνα 3.4: Πλαστικά προϊόντα συσκευασίας (<http://www.tefaco.gr/>)

Με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται παράγονται διαφοροποιημένα τελικά προϊόντα.

- ❖ Τα πολυμερή του αιθυλενίου

Χωρίζονται σε: πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή σάκων, φιαλών και άλλων περιεκτών διαφόρων προϊόντων και σε πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιαλών, μεμβρανών για περιτύλιξη παλετών και πολλών άλλων προϊόντων.

- ❖ Πολυμερή του προπυλενίου

Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία συσκευασίας για την παραγωγή σχετικά σκληρών καπακιών στη συσκευασία αναψυκτικών, καφέ κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή δοχείων για συσκευασία γαλακτοκομικών προϊόντων, φιαλών και άλλων προϊόντων

- ❖ Πολυμερή του χλωριούχου βινυλίου

Είναι το δεύτερο πλέον διαδεδομένο υλικό στην παραγωγή πλαστικών συσκευασιών μετά το πολυαιθυλένιο. Χρησιμοποιείται για τη συσκευασία φιαλών νερού, βρώσιμων λαδιών, καθώς και υπό μορφή βάζων για την συσκευασία διαφόρων άλλων τροφίμων. Ακόμη χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή film για τη συσκευασία νωπού κρέατος και οπωροκηπευτικών και σε διάφορες άλλες χρήσεις.

❖ Πολυμερή του στυρολίου

Το πολυστυρόλιο χρησιμοποιείται κυρίως σε περιέκτες γιαουρτιού, μαργαρίνης, παγωτών, μελιού, σιροπιών καθώς και για θήκες τοποθέτησης ποικιλίας καταναλωτικών προϊόντων.

❖ Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο

Το PET χρησιμοποιείται κυρίως στις φιάλες νερού, αναψυκτικών κ.α. Λόγω των βελτιωμένων χαρακτηριστικών του τείνει να αντικαταστήσει τα τελευταία χρόνια τις συσκευασίες από PVC.

Τα πλαστικά είδη συσκευασίας αποτελούν τόσο εναλλακτικές λύσεις προς τις λοιπές συσκευασίες, π.χ. πλαστικές φιάλες για υγρά τρόφιμα, έναντι των γυάλινων, όσο και συμπληρωματικές λύσεις π.χ. επίστρωση εσωτερικής επιφάνειας συσκευασίας από άλλα υλικά (σύμμεικτα).

Οι κυριότερες συσκευασίες από πλαστικό μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- Φιάλες: οι πλαστικές φιάλες κατασκευάζονται, ανάλογα με τη χρήση τους, από πολυαιθυλένιο, πολυβινυλοχλωρίο και τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο. Χρησιμοποιούνται για την εμφιάλωση νερού, αναψυκτικών, χυμών καθώς και για τη συσκευασία ειδών προσωπικής υγιεινής και χημικών απορρυπαντικών, λιπαντικών και ποικιλίας άλλων προϊόντων.
- Σάκοι: οι πλαστικοί σάκοι είναι συνήθως μεγάλων διαστάσεων και χωρητικότητας 20-50 κιλών και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία λιπασμάτων, οικοδομικών υλικών και άλλων βιομηχανικών προϊόντων.
- Σακούλες: η συνηθέστερη χρήση των σακουλών από πλαστικό είναι για τη συλλογή απορριμμάτων. Είναι διαφόρων τύπων και διαστάσεων και παράγονται σε μεγάλο ποσοστό από την ανακύκλωση του scrap διαφόρων πλαστικών προϊόντων
- Τσάντες: πλαστικές τσάντες χρησιμοποιούνται από τα διάφορα καταστήματα λιανικής πώλησης και τις υπεραγορές.

- Μπιτόνια: τα πλαστικά μπιτόνια χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών αλλά και για τη συσκευασία ορυκτελαίων. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιείται κυρίως πολυαιθυλένιο ενώ τα τελευταία χρόνια παράγονται και μπιτόνια από PET που η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 1 έως 35 λίτρα
- Κιβώτια: πλαστικά κιβώτια συνήθως χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ή συσκευασία τροφίμων και κυρίως αγροτικών προϊόντων και γυάλινων φιαλών.

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας

- Βαρέλια: τα πλαστικά βαρέλια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία και μεταφορά τροφίμων. Η χωρητικότητά των βαρελιών μπορεί να κυμαίνεται από 3 έως 220 λίτρα. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο.
- Δοχεία: συνήθως κατασκευάζονται από πολυπροπυλένιο και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία κυρίως γαλακτοκομικών προϊόντων και άλλων τροφίμων.
- Μembrάνες συσκευασίας: η κατηγορία αυτή έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και αποτελεί μια από τις καινοτόμες λύσεις στη συσκευασία. Πρόκειται για λεπτές μεμβράνες από πλαστικές ύλες με τις οποίες συσκευάζονται τρόφιμα και χρησιμοποιούνται ως συρρικνωμένες συσκευασίες. Στην περίπτωση αυτή το προϊόν τοποθετείται στη συσκευασία πολυαιθυλενίου, η οποία με ελαφρά θέρμανση συρρικνώνεται παίρνοντας τη μορφή και το σχήμα του προϊόντος. Επίσης τέτοιου είδους μεμβράνες μεγαλύτερου πάχους και σκληρότητας χρησιμοποιούνται και ως τριτογενής συσκευασία για την περιτύλιξη των προϊόντων των παλετών και χαρτοκιβωτίων προκειμένου να επιτυγχάνεται η ευκολότερη μεταφορά τους σε διαδρομές μεγάλων αποστάσεων
- Τσέρκια: πλαστικά τσέρκια χρησιμοποιούνται στην τριτογενή συσκευασία, για το δέσιμο χαρτοκιβωτίων ή άλλων μεγάλων φορτίων. Παράγονται κυρίως PP ή PET. (Κουτσιλιέρη,2009)

4. Γυάλινα προϊόντα συσκευασίας

Το γυαλί είναι από τις παλαιότερες συσκευασίες και παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα συγκριτικά με τα άλλα υλικά συσκευασιών.

Παρόλο που η χρήση του έχει σχετικά περιοριστεί ακόμα και σε προϊόντα που παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν, όπως το γάλα, το κρασί, η μπίρα και σε άλλα οينوπνευματώδη, το γυαλί εξακολουθεί να κατέχει ένα σημαντικό μερίδιο της αγοράς των συσκευασιών. Τα προϊόντα συσκευασίας από γυαλί μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις φιάλες, τα βάζα και τις αμπούλες.



Εικόνα 3.5: Γυάλινα δοχεία αποθήκευσης (<http://epilogiko.blogspot.gr/2012/10/blog-post.html>)

❖ Φιάλες

Τα κυριότερα προϊόντα γυαλιού είναι οι φιάλες που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ποιότητας, μορφών, χρωμάτων και χωρητικότητας των γυάλινων φιαλών που χρησιμοποιούνται. Τα κυριότερα προϊόντα που συσκευάζονται σε φιάλες είναι κρασί, μπίρα, ποτά, αναψυκτικά, χυμοί, λάδια και τρόφιμα σε ημιστερεά μορφή όπως τοματοχυμοί, σάλτσες, κ.λ.π.

❖ Βάζα

Τα βάζα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία τροφίμων, όπως για παράδειγμα για τη συσκευασία γλυκών και μαρμελάδας ενώ περιορισμένη εφαρμογή βρίσκουν και στη συσκευασία καλλυντικών και φαρμάκων.

❖ Αμπούλες

Οι αμπούλες είναι συνήθως κυλινδρικού σχήματος και μικρής χωρητικότητας. Προορίζονται κυρίως για τη συσκευασία ιδιαίτερα ευαίσθητων από μικροβιολογική και χημική άποψη προϊόντων. Σε αμπούλες συσκευάζονται κυρίως φαρμακευτικά προϊόντα και καλλυντικά. (Κουτσιλιέρη,2009)

5. Ξύλινα προϊόντα συσκευασίας

Το ξύλο είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα για τη συσκευασία αγροτικών προϊόντων κυρίως φρούτων και λαχανικών. Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους της συσκευασίας είναι η μεγάλη ανθεκτικότητα και η σωστή διατήρηση των προϊόντων που περιέχει. Οι ξύλινες συσκευασίες έχουν τη δυνατότητα να αντέχουν κάτω από τις δύσκολες συνθήκες μεταφοράς. Για το λόγο αυτό προτιμάται σε μεγάλο ποσοστό για τη μεταφορά ευαίσθητων και εύθραυστων προϊόντων, ενώ τα τελευταία χρόνια η αισθητική των ξύλινων κιβωτίων έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό. Μεγάλο ρόλο σε αυτή την αλλαγή έχει πνίξει η χρησιμοποίηση ειδικών προϊόντων ξυλείας, όπως το κόντρα πλακέ στην κατασκευή κιβωτίων. Με το υλικό αυτό παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής πιο εύχρηστων και πιο καλαίσθητων προϊόντων συσκευασίας.



Εικόνα 3.6: Ξύλινα προϊόντα συσκευασίας (<http://www.tr.all.biz/el/koyti-syskeyasas-kslina-q78804>)

Εκτός από τη χρησιμοποίηση του ξύλου για την κατασκευή τελάρων, χρησιμοποιείται ευρύτατα ως τριτογενές συσκευασία με τη μορφή παλετών. Το είδος αυτής της συσκευασίας χρησιμοποιείται για την ευκολότερη μεταφορά και αποθήκευση διαφόρων προϊόντων. Οι επιφάνειες αυτές φόρτωσης είναι ένα προϊόν συσκευασίας το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλους τους τομείς της

βιομηχανίας καθώς δεν υπάρχει κάποιο αντίστοιχο προϊόν από άλλο υλικό, που να μπορεί να το αντικαταστήσει.

Επιπλέον το ξύλο χρησιμοποιείται ως υλικό για τη συσκευασία καλωδίων. Η μορφή της συσκευασίας αυτής είναι κυλινδρική διαφόρων διαστάσεων και αποτελείται από την ένωση πολλών παραλληλόγραμμων κομματιών ξύλου. Το είδος αυτής της συσκευασίας χρησιμοποιείται κυρίως για την περιτύλιξη καλωδίων μεγάλου πάχους και μήκους και καθιστά ευκολότερη την χρησιμοποίησή τους. (Κουτσιλιέρη,2009)

6. Σύμμεικτα

Οι βασικές ανάγκες που καλείται να καλύψει η συσκευασία αυτή, είναι η μέγιστη δυνατή προστασία του προϊόντος από τις συνθήκες περιβάλλοντος και τις μηχανικές καταπονήσεις κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και την έκθεση του προϊόντος, με στόχο την καλύτερη διατήρηση και την επιμήκυνση του χρόνου ζωής του προϊόντος.

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για συσκευασία που εκτός από τη μέγιστη δυνατή προστασία προσφέρουν πρόσθετα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την εμφάνιση και βοηθούν στην καλύτερη προώθηση του προϊόντος, οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη σύνθετων συσκευασιών. Τα υλικά αυτά είναι συνδυασμοί δύο ή τριών βασικών συσκευασιών, του φύλλου αλουμινίου, του χαρτιού και του πλαστικού. Η βασική παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται για την παραγωγή σύμμεικτων συσκευασιών είναι η υγρή ή ξηρή συναρμογή φύλλου αλουμινίου με φύλλο πλαστικού ή φύλλο χαρτιού.

Τα σύμμεικτα υλικά που παράγονται και χρησιμοποιούνται είναι διαφόρων ειδών και τύπων ανάλογα με το είδος που προορίζονται να συσκευάσουν. (Κουτσιλιέρη,2009)

3.3 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Ο Νόμος 2939/2001 θεσπίζει την υποχρεωτική οργάνωση συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων συσκευασιών από τους υπόχρεους διαχειριστές συσκευασίας και την υποχρεωτική συμμετοχή τους σε αυτά, με στόχο την επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης και αξιοποίησης που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση την Οδηγία 94/62.

3.4 ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Το τρόφιμο και οι πρώτες ύλες πρέπει:

- Να ταξινομούνται προκειμένου να διαχωρίζονται εκείνες που είναι ακατάλληλες για κατανάλωση.
- Να προστατεύονται από τη μόλυνση από έντομα, τρωκτικά ή άλλους χημικούς, φυσικούς ή μικροβιολογικούς κινδύνους κατά την παραγωγή, την επεξεργασία την αποθήκευση και την μεταφορά.
- Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η αλλοίωση του τροφίμου με εφαρμογή κατάλληλων μέτρων όπως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, της υγρασίας κ.τ.λ.

Τα μεταφορικά οχήματα και οι περιέκτες που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά τροφίμων πρέπει να διατηρούνται καθαρά, και σε καλή κατάσταση, ώστε να προφυλάσσονται τα τρόφιμα από μολύνσεις. Θα πρέπει επίσης να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα έτσι ώστε να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται δεόντως. Τα βυτία στα οχήματα ή και οι περιέκτες δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για την μεταφορά άλλου πράγματος πλην τροφίμων, αν χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να γίνεται αποτελεσματικός καθαρισμός ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος μόλυνσης. Όταν χρησιμοποιούνται για την μεταφορά διαφορετικών ειδών τροφίμων, πρέπει τα προϊόντα όπου απαιτείται, να διατηρούνται χωριστά για να προφυλάσσονται από τυχόν μόλυνση και μεταξύ των φορτώσεων να γίνεται αποτελεσματικός καθαρισμός. Τέλος τα οχήματα ή και οι περιέκτες που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά τροφίμων πρέπει να έχουν την ικανότητα να διατηρούν την κατάλληλη θερμοκρασία και να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε, αν χρειαστεί, να ελέγχεται το επίπεδο θερμοκρασίας. (www.ktimel.gr)

Κατά την διάρκεια παραγωγής οποιαδήποτε τροφίμου, οι παραγωγοί πρέπει :

- Να αναγνωρίζουν τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας που είναι κρίσιμα για την ασφάλεια των τροφίμων.
- Να εγκαθιστούν αποτελεσματικές διεργασίες ελέγχου στα στάδια αυτά.
- Να παρακολουθούν τις διεργασίες ελέγχου, προκειμένου να εξασφαλίζεται η συνεχής αποτελεσματικότητα αυτών.

- Να επιθεωρούν τις διεργασίες ελέγχου περιοδικά και όποτε γίνεται μετατροπή της παραγωγικής διαδικασίας. (Τζία Κ., Παππά Φ.,2005)

3.5 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Το γιαούρτι είναι ένα πολύ δημοφιλές προϊόν ζύμωσης του γάλακτος, που καταναλώνεται ευρέως, σε όλο τον κόσμο. Για να διατηρηθεί η ποιότητα του, ίδια κατά την αποθήκευση και, ιδιαίτερα, τα φυσικοχημικά και αισθητικά χαρακτηριστικά, η συσκευασία είναι απαραίτητη. Ωστόσο, λόγω του μικρού χρόνου αποθήκευσης και της χαμηλής θερμοκρασίας, οι συνθήκες αποθήκευσης και η επίδραση των ιδιοτήτων του πολυμερούς για την εξέλιξη των φρέσκων γαλακτοκομικών προϊόντων δεν έχουν επαρκώς μελετηθεί και συχνά βασίζονται σε πρότυπα συστήματα του παρελθόντος.

Οι περισσότερες μελέτες έχουν αφιερωθεί σε προϊόντα με μακρά διάρκεια αποθήκευσης, όπως ο χυμός πορτοκάλι. Η απορρόφηση των ενώσεων αρώματος από τα πολυμερή συσκευασίας μπορεί να τροποποιήσει την οργανοληπτική ποιότητα των προϊόντων.

Διαφορετικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την προσρόφηση των αρωματικών ενώσεων από συσκευασία αφορούν: τον τύπο του υλικού συσκευασίας, η φύση των αρωματικών ενώσεων, η σύνθεση των τροφίμων και το εξωτερικό περιβάλλον (θερμοκρασία, χρόνος αποθήκευσης, υγρασία, κλπ.) Για παράδειγμα, πολλά πολυμερή υλικά όπως πολυανθρακικό ή τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο μπορεί να απορροφούν μικρότερες ποσότητες από ολικά τερπένια (λιμονένιο και μυρσένιο) από μη-ολικά πολυμερή υλικά όπως γραμμικό χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο ή προσανατολισμένο πολυπροπυλένιο.

Η δομή μιας πολυμερούς συσκευασίας έχει μια επίδραση στην απορρόφηση των αρωματικών ενώσεων επειδή είναι κυρίως δυνατόν να εμφανιστεί στην άμορφη περιοχή του πολυμερούς. Μόνο λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει την επιρροή της συσκευασίας στις αισθητικές ιδιότητες.

Ανεξάρτητα από το υλικό συσκευασίας, κάποιες αλλαγές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών μπορεί επίσης να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Μία μείωση στο pH και ξινίλα του νωπού γαλακτοκομικού προϊόντος παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια αποθήκευσης και συχνά σχετίζεται με την αύξηση

του ιξώδους του γιαουρτιού. Η σύνθεση της αρωματικής ένωσης μπορεί επίσης να τροποποιηθεί. Για παράδειγμα, αποδείχθηκε ότι αλδεύδες, τερπένια και εστέρες μειώθηκαν κατά την αποθήκευση στο πάνω μέρος των βάσεων αρωματισμένων γαλακτοκομικών προϊόντων. Η μείωση της αποδέσμευσης των αρωματικών ενώσεων στον άνω χώρο εξηγείται από μια αύξηση του ιξώδους γιαουρτιού κατά την αποθήκευση.

Η μελέτη της επιρροής του τύπου συσκευασίας στα αρωματισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι περιορισμένη. Στο πλαίσιο αυτό, ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η επίδραση του τύπου της συσκευασίας υλικό: (i) ένα ημι-κρυσταλλικό πολυμερές (πολυπροπυλένιο, PP) και (ii) ένα εντελώς άμορφο και υαλώδες πολυμερές (Πολυστυρένιο, PS), και στις δύο συσκευασίες, τα φυσικοχημικά και αισθητικά χαρακτηριστικά της γεύσης αναδεύονται στα γιαούρτια κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Για να γίνει αυτό, μελετήθηκαν γιαούρτια με 0% ή 4% περιεκτικότητα σε λίπος. Η απελευθέρωση αρώματος, οι ρεολογικές ιδιότητες και οι οσφρητικές αντιλήψεις και η υφή των γιαουρτιών, μελετήθηκαν για 2, 14 και 28 ημέρες αποθήκευσης στους 4° C και στα δύο γιαούρτια (0% και 4% περιεκτικότητα σε λίπος), και σε σύγκριση με γιαούρτια που αποθηκεύονται υπό τις ίδιες συνθήκες σε γυάλινη συσκευασία (Saint-Eve et al, 2008).

3.5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για το γιαούρτι με 4% λιπαρά, το πρώτο στάδιο της παραγωγής γιαουρτιού ήταν η ανασύσταση της βάσης γάλακτος ξεκινώντας με ένα ομογενοποιητή δύο σταδίων. Μετά από αυτό το στάδιο, προστέθηκε σακχαρόζη στο μίγμα. Για το γιαούρτι με 0% λιπαρά, αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη και σακχαρόζη αναμειγνύονται με νερό για την ανασύσταση του γάλακτος. Στη συνέχεια και τα δυο μίγματα θερμάνθηκαν στους 92°C για 5 λεπτά. Ζύμωση διεξήχθη σε ένα ζυμωτήρα. Τα γάλατα εμβολιάστηκαν με *Lactobacillus delbruecki* sp. *bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Η ζύμωση διακόπτεται όταν το pH του γιαούρτιου φτάσει 4,6 και στη συνέχεια αποθηκεύονται στους 4°C. Ξεκινώντας από την ίδια παρτίδα, τα γιαούρτια αμέσως συσκευάστηκαν σε τρία διαφορετικά είδη της εμπορικής συσκευασίας: γυαλί που χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς (G), πολυστερίνη (PS, που αποτελείται από υψηλό αντίκτυπο PS και κρύσταλλο PS σε

αναλογία 50/50) και το πολυπροπυλένιο (PP). Κάθε τύπος δοχείου γιαουρτιού σφραγίστηκε με ένα προσαρμοσμένο καπάκι. Κάθε δοχείο περιείχε 125 γρ γιαούρτι και 10 ml του χώρου ανάμεσα στο γιαούρτι και στο καπάκι. Τα γιαούρτια στη συνέχεια φυλάχθηκαν στους 4° C.

Οι ιδιότητες αξιολογήθηκαν στην ακόλουθη σειρά: οσμή, άρωμα, γεύση και υφή-σε-στόμα (Saint-Eve et al, 2008).

3.5.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ pH : Το pH γιαουρτιού μετρήθηκε σε 4 ° C με ένα pH-μετρικό ανιχνευτή. Κάθε μέτρηση διεξάγεται την ίδια ημερομηνία με τις αισθητικές συνεδρίες (2, 14 και 28 ημέρες της αποθήκευσης).

ΡΕΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ: Το σύνθετο ιξώδες στα γιαούρτια μετρήθηκε χρησιμοποιώντας ένα ρεόμετρο. Οι ρεολογικές μετρήσεις ελήφθησαν κατά τη διάρκεια μια σαρωτικής λειτουργίας σε περιορισμό. Η κλίση των περιορισμών που κυμαίνονται μεταξύ 0.1 Pa και 100 Pa, με συχνότητα 1 Hz. Οι μετρήσεις έγιναν στους 10 ° C την ίδια ημερομηνία. Τροποποιήσεις των ρεολογικών ιδιοτήτων των γιαουρτιών παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Μια αύξηση 71% του συμπλόκου ιξώδες παρατηρήθηκε για τα χαμηλού λίπους γιαούρτια μεταξύ της 2^{ης} και την 28η ημέρα της αποθήκευσης. Παράλληλα, τα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά γιαούρτι θεωρήθηκαν ως παχύτερο κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (63% αύξηση μεταξύ της 2ης και της 28^{ης} ημέρας της αποθήκευσης). Η αύξηση του ιξώδους κατά τη διάρκεια του συμπλόκου αποθήκευσης μπορεί να εξηγήσει την αύξηση έτσι στην αντίληψη πάχους των γιαουρτιών . Το σύμπλοκο αύξησης ιξώδους μπορεί να εμφανίζεται κατά την αποθήκευση γιαουρτιού. Η υπολειμματική δραστηριότητα των μικροοργανισμών στο προϊόν οδηγεί στην ενίσχυση της αντοχής του δικτύου πρωτεΐνης από: (i) οξίνιση του προϊόντος που οφείλεται στην αύξηση του γαλακτικού οξέος και (ii) με την ενδεχόμενη ικανότητα των στελεχών να παράγουν πολυσακχαρίτες. παρατηρήσαμε ότι οι μεγάλες αλλαγές στην υφή συνέβησαν κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας αποθηκείωσης, μετά τη μείωση της οξύτητας που επιβεβαιώθηκε με τη μείωση του pH 4,3 - 4,1 κατά την αποθήκευση. Σύμφωνα με αυτούς τους συγγραφείς, οι αλλαγές στις ρεολογικές ιδιότητες που παρατηρήθηκαν κατά τη

διάρκεια της γήρανσης θα μπορούσε εν μέρει να εξηγήσει τα αποτελέσματα στην απελευθέρωση του αρώματος. (Saint-Eve et al, 2008)

3.5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η εργασία αυτή δείχνει την επίδραση της αποθήκευσης και το είδος της συσκευασίας λαμβάνοντας υπόψη ότι η περιεκτικότητα σε λίπος και ο χρόνος αποθήκευσης, είχε μεγαλύτερες συνέπειες τις φυσικοχημικές και οργανοληπτικές του ιδιότητες.

Οι αναλύσεις των γιαουρτιών με την πάροδο του χρόνου στους 4° C για όλα τα είδη των συσκευασιών απεκάλυψε μία ταχεία εξέλιξη των χαμηλού λίπους γιαούρτια κατά τις πρώτες 14 ημέρες σε φυσικοχημικά και αισθητικά επίπεδα. Ωστόσο, λιγότερο σημαντικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν για τα γιαούρτια με 4% περιεκτικότητα σε λίπος από ό, τι στα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά γιαούρτια.. Όσον αφορά τις επιδράσεις στη συσκευασία, η συσκευασία πολυστυρένιο φαίνεται να είναι προτιμότερη για τον περιορισμό της ανάπτυξης της οσμής.

Η μελέτη αυτή συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση της επίπτωσης της συσκευασίας σχετικά με τις φυσικοχημικές και αισθητικές ιδιότητες. Αυτό δείχνει την ανάγκη για την ενσωμάτωση της συσκευασίας. (Saint-Eve et al, 2008)

3.6 ΡΕΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

Σωματίδια τοιχώματος φυτικών κυττάρων που προέρχονται από τα φρούτα και τα λαχανικά είναι φυσικά υλικά ινών με χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως μια εναλλακτική λύση για υγιείς σταθεροποιητές και το άμυλο για τη δόμηση γιαουρτιού με χαμηλά λιπαρά. Σε αυτή τη μελέτη ερευνήσαμε την επίδραση του κυτταρικού τοιχώματος σωματιδίου (CWP), τις ιξωδοελαστικές ιδιότητες, τη μικροδομή, την υφή και την απώλεια ορού των γελών γιαουρτιού σετ ως συνάρτηση της συγκέντρωσης CWP, το μέγεθος των σωματιδίων και το χρόνο αποθήκευσης. CWP προστέθηκε στο αποβουτυρωμένο γάλα πριν από την οξίνιση. Οι ρεολογικές ιδιότητες γέλης είχαν ενισχυθεί με αυξημένη συγκέντρωση CWP. Αυτό συνοδεύτηκε με την προοδευτική μείωση της απώλειας

ορού γάλακτος. Τα μικρότερα σωματίδια κυτταρικού τοιχώματος έδωσαν καλύτερη αντοχή γέλης και μικρότερη απώλεια ορού σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα σωματίδια CWP, πιθανώς λόγω της υψηλότερης επαφής μεταξύ του CWP και της καζεΐνης συμβάλλοντας έτσι στο ισχυρότερο δίκτυο πήγματος. Η ενισχυμένη αντοχή γέλης και η μειωμένη απώλεια ορού γάλακτος, επιτυγχάνεται με την προσθήκη της CWP, διατηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης 28 ημερών. Η μείωση της επεξεργασίας ζύμωσης κατά σχεδόν 1 ώρα, θα μπορούσε να είναι ένα σημαντικό όφελος από ένα σημείο κατασκευής της επανεξέτασης.

3.6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σχηματισμός πηκτώματος των πρωτεϊνών του γάλακτος είναι ένα βασικό στάδιο της διαδικασίας για την παρασκευή με βάση γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως γιαούρτι. Οι ρεολογικές ιδιότητες και η μικροδομή των τζελ πρωτεΐνης γάλακτος καθορίζουν την υφή, τις οργανοληπτικές ιδιότητες και τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τα σωματίδια καζεΐνης συνολικά το pH πλησιάζει το 4,6, ως αποτέλεσμα της παραγωγής γαλακτικού οξέος. Αυτό, μαζί με την μετουσίωση της πρωτεΐνης ορού γάλακτος και η σύνδεσή της με τα αποτελέσματα καζεΐνης, σε αυξημένη σταθερότητα γέλης και ιξώδες.

Το λίπος παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της σφριγηλότητας / ιξώδους και αντιληπτή creaminess γιαουρτιού οφείλεται στο σχηματισμό ενός μεγαλύτερου αριθμού μικρότερων σωματιδίων λίπους κατά τη διάρκεια της ομογενοποίησης, όταν σταθεροποιείται με πρωτεΐνες γάλακτος και όταν αλληλεπιδρούν με τη μήτρα πρωτεΐνης. Μερική ή ολική αφαίρεση του λίπους σε ένα σκεύασμα γιαουρτιού μπορεί να προκαλέσει ελλείψεις προϊόντων, όπως η αδύναμη υφή του σώματος, υψηλότερο διαχωρισμό ορού γάλακτος και κακή αισθητική ποιότητα.

Γιαούρτι με μειωμένα λιπαρά μπορεί να παράγεται με μερική αντικατάσταση του περιεχομένου λίπους της βάσης του γάλακτος, είτε με στερεά πρωτεΐνη γάλακτος όπως σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος, καζεϊνικό νάτριο, ή συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού γάλακτος (WPCs), ή από άλλα υποκατάστατα λίπους όπως κόκκοι άμυλου. Οι πολυσακχαρίτες επίσης χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για να παρέχουν την καλύτερη υφή και να βελτιωθεί η συνεκτικότητα τροποποιώντας τις ρεολογικές ιδιότητες των δικτύων πήγματος ξινισμένου γάλακτος. Λόγω της ζάχαρης που προστίθεται για τη βελτίωση της γεύσης και της παρουσίας των άκρως εύπεπτων

κόκκων άμυλου, τα περισσότερα γιαούρτια «μειωμένης περιεκτικότητας σε λιπαρά» έχουν ενεργειακό περιεχόμενο που είναι παρόμοια με τα προϊόντα που έχουν «πλήρη λιπαρά», και ως εκ τούτου αντιληπτό ως «λιγότερο υγιεινά». Επιπλέον, χημικώς εξευγενισμένοι σταθεροποιητές και άμυλα επίσης φέρουν έναν αριθμό πρόσθετου στην ετικέτα του προϊόντος, η οποία θεωρείται από τους καταναλωτές ως «αφύσικα» συστατικά.

Υλικά τοιχώματος φυτικών κυττάρων που προέρχονται από φρούτα και λαχανικά εμπίπτουν στην κατηγορία των διαιτητικών ινών (DF), το οποίο ορίζεται ως τα βρώσιμα μέρη των φυτών ή ανάλογους υδατάνθρακες. Το DF είναι ανθεκτικό στην πέψη και την απορρόφηση στο λεπτό έντερο του ανθρώπου, με πλήρη ή μερική ζύμωση λαμβάνει χώρα στο παχύ έντερο. Τροφές πλούσιες σε ίνες αυξάνουν την αίσθηση της πληρότητας, παρέχουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά με λιγότερες θερμίδες και μπορεί να συμβάλουν στη μείωση της παιδικής παχυσαρκίας. Η χρήση των λιγότερο εξευγενισμένων φυσικών υλικών κυτταρικού τοιχώματος στα τρόφιμα έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα. Εκτός από τα θετικά οφέλη για την υγεία τους, έχουν επίσης μοναδικές λειτουργικές ιδιότητες, όπως η ικανότητά τους να διατηρούν μια μεγάλη ποσότητα νερού και εγγενείς ρεολογικές ιδιότητες τους, οι οποίες τους καθιστούν ιδανικούς υποψηφίους ιξώδους ή παχυντικά «καθαρό σήμα» για να δομήσει μεταποιημένα προϊόντα τροφίμων, επιτυγχάνοντας παράλληλα επιθυμητή υφή και αισθητικές ιδιότητες. Τα σωματίδια κυτταρικού τοιχώματος (CWP) είναι σύνθετα υλικά που μειώνουν τους φυτικούς ιστούς. Προέρχονται από φρούτα και λαχανικά. Στην πράξη, παράγονται από υποπροϊόντα της βιομηχανικής επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών, με πρόσθετες διεργασίες που πραγματοποιούνται για τη μείωση των μεγεθών των σωματιδίων. Υπήρξαν μια σειρά από μελέτες για τη χρήση των ινών από φρούτα, λαχανικά και πηγές δημητριακών σε σκευάσματα γιαουρτιού. Οι φυσικές ίνες παρουσιάζουν οφέλη όπως την αύξηση υφής και πυκνότητας στο γιαούρτι, τη μείωση διαχωρισμού ορού γάλακτος και αισθητικές ιδιότητες που έχουν θετική αποδοχή από τους καταναλωτές. Είναι σαφές από τις μελέτες αυτές ότι τα σωματίδια φυτικών ινών στο γιαούρτι μεταβάλλει την μικροδομή που σχηματίζεται από το δίκτυο πρωτεΐνης καζεΐνης και μετέπειτα μηχανικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την υφή και τις οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήσαμε την επίδραση της CWP σχετικά με τη διαδικασία πηκτώματος οξέος του γάλακτος και την ρεολογική συμπεριφορά του γάλακτος, σαν συνάρτηση του μεγέθους των σωματιδίων κυτταρικού τοιχώματος και συγκέντρωσης.

Η σταθερότητα των πηκτωμάτων κατά την αποθήκευση έως 28 ημέρες ερευνήθηκε επίσης.

3.6.2 ΡΕΟΛΟΓΙΑ

Δυναμική ταλαντώσεως μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση της διαδικασίας πήξης και τις ιξωδοελαστικές ιδιότητες των γελών σετ. Τα πειράματα διεξήχθησαν με τη χρήση ενός ροόμετρου ελέγχου στρες με ένα περυγίο γεωμετρία (η εσωτερική διάμετρος του κυπέλλου είναι 28,9 χιλιοστά και το πλάτος του περυγίου λεπίδα είναι 10 mm και μήκους 16 mm). Αμέσως μετά την προσθήκη της καλλιέργειας, το γάλα-CWP μείγματος (20 ml.) προστέθηκε στο κύπελλο και ένα κεραμικό κάλυμμα τοποθετήθηκε πάνω από το κύπελλο για να αποτραπεί η εξάτμιση. Οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε πέντε διαδοχικά στάδια: i) η διαδικασία σχηματισμού γέλης σε μία σταθερή συχνότητα 0,1 Ηζ, ένα σταθερό στέλεχος του 0,1% σε σταθερή θερμοκρασία των 43 ° C. Ελήφθησαν μετρήσεις κάθε 10 λεπτά για 6 ώρες, ένα σαρώσεως συχνοτήτων από 0,01 έως 10 Hz του πηκτώματος σετ στους 43 ° C, ψύξη γέλης σε μία σταθερή συχνότητα 0,1 Ηζ, ένα στέλεχος του 0,01-0,4% και η θερμοκρασία ανέρχεται από 43 ° C έως 4 ° C σε ένα ρυθμό 1 ° C / min? ακολουθούμενη από 1 ώρα ακουμπά στους 4 ° C, ένα σκούπισμα συχνότητας από 0,1 έως 10 Hz σε ένα σταθερό στέλεχος του 0,1% στους 4 ° C, ένα στέλεχος σκούπισμα του τελικού πηκτώματος από 0,01 στο 100% σε μία σταθερή συχνότητα 1 Hz στους 4 ° C. Ένας χρόνος ηρεμίας 10 λεπτών αφέθηκε μεταξύ κάθε βήμα κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Μετρήσεις εις διπλούν ελήφθησαν για κάθε σκεύασμα σε ξεχωριστά παρασκευάσματα γιαούρτι.

3.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το προφίλ pH του γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά, χωρίς CWP (δηλαδή ο έλεγχος) ήταν παρόμοια με εκείνη που αναφέρθηκε. Υπήρχε μικρή επίδραση επί του ρυθμού μείωσης pH με την προσθήκη CWP έως 1%, αλλά ένα ταχύτερο ρυθμό μείωσης του pH που παρατηρείται όταν η συγκέντρωση CWP αυξήθηκε σε 1-2%, σε σύγκριση με το γάλα μόνο. Ο ταχύτερος ρυθμός μείωσης του pH θα μπορούσε να μειώσει το χρόνο ζύμωσης κατά σχεδόν 1 ώρα. Η ικανότητα των ινών τοιχώματος

φυτικών κυττάρων για την επιτάχυνση του ρυθμού οξίνισης του γάλακτος έχει επίσης αναφερθεί στις μελέτες του γιαουρτιού που περιέχει πορτοκαλί, καθώς και για τις τροφές με βάση ίνες και ίνες ζαχαροτεύτλων. Το αυξημένο ποσοστό μείωσης pH είναι πιθανό να οφείλεται στην φυσική οξύτητα των CWP που μεταφέρουν ένα αρνητικό φορτίο επιφανείας, αντιστοίχως. Είναι επομένως σε θέση να αλλάξει τη ρυθμιστική ικανότητα του διαλύματος γάλακτος, ακόμη και αν το pH του μίγματος ρυθμίστηκε στο ~ 6.5 πριν από την επεξεργασία θέρμανσης και πολιτιστικό εμβολιασμό στην παρούσα μελέτη. Είναι γνωστό ότι ένα ταχύτερο ρυθμό της μείωσης του pH μπορεί να επηρεάσουν τη συμπεριφορά συσσωμάτωσης των πρωτεϊνών του γάλακτος, με αποτέλεσμα ένα αδύναμο, χαμηλού ιξώδους και τα υψηλά επίπεδα διαχωρισμού τυρογάλακτος. Η μεγάλη συμπεριφορά παραμόρφωσης των γελών σερ γάλακτος CWP εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας ένα τεστ διεϊσδυσης. Υψηλότερη πίεση θραύσης βρέθηκε για τις πηκτές που περιέχουν CWP σε σύγκριση με το πήγμα του γάλακτος οξύ μόνο. Η μέγιστη δύναμη που απαιτείται για την θραύση του πηκτώματος αυξήθηκε σε 0,132 N από εκείνο των 0.080 N για τον έλεγχο, όταν μόνο 0,5% CWP προστέθηκε στο σκεύασμα. Παρά το γεγονός ότι περαιτέρω αυξήσεις στην ισχύ κατάγματος βρέθηκαν με την αύξηση της συγκέντρωσης CWP στο 1,5-2%, οι διαφορές μεταξύ των CWP συγκεντρώσεις 0,5% και 1%, ή 1,5% και 2% δεν ήταν σημαντικές. Η προσθήκη CWP σε πηκτώματα γάλακτος ενισχυθεί η αντοχή γέλης και η δύναμη που απαιτείται για τη θραύση του πηκτώματος.

Η απώλεια Ορού γάλακτος είναι ένα κοινό ελάττωμα κατά την αποθήκευση των γαλακτοκομικών προϊόντων ζύμωσης, όπως το γιαούρτι. Κατασκευαστές προσπαθούν να μειώσουν το διαχωρισμό ορού γάλακτος με την αύξηση της συνολικής περιεκτικότητας στερεών του γάλακτος ή με την προσθήκη σταθεροποιητών όπως κόμμεα και άμυλα. Η επίδραση της προσθήκης της CWP στην απώλεια ορού των γελών σερ επομένως μετρήθηκε και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη CWP μείωσε σημαντικά το επίπεδο της απώλειας ορού γάλακτος, από εκείνη των 24 mL για τον έλεγχο σε ~ 19 mL και ~ 15 mL, αντίστοιχα, για τις γαλακτοπαραγωγικές CWP γέλες που περιέχουν 0,5-1,0% και 1.5-2.0 % CWP. Η ενσωμάτωση της CWP στο γιαούρτι μείωσε επίσης την απώλεια ορού γάλακτος.

Τα αποτελέσματα από τις ρεολογικές μετρήσεις υποδηλώνουν ότι το CWP συνέβαλε στα χαμηλά λιπαρά σχηματισμού γιαουρτιού και στη δομή γέλης με τρόπο παρόμοιο με εκείνο που παρατηρήθηκε από την προσθήκη του αμύλου. Αυτές οι

μελέτες έδειξαν ότι η προσθήκη του αμύλου σε γιαούρτι οδήγησε σε αύξηση της πυκνότητας του δικτύου πρωτεΐνης. Τα σωματίδια κυτταρικού τοιχώματος είναι μαλακά παραμορφώσιμα σωματίδια που μπορεί να κρατήσουν μια μεγάλη ποσότητα νερού. Με την αύξηση της συγκέντρωσης της CWP στο γιαούρτι, το δίκτυο γέλης της θα γίνει πυκνότερο με λιγότερο κενό χώρο εντός του δικτύου, με αποτέλεσμα την αύξηση της σταθερότητας γέλης και τη μείωση της απώλειας ορού γάλακτος.

Σταθερότητα κατά την αποθήκευση: Το γάλα-CWP πηκτές αποθηκεύθηκαν στους 4 ° C μέχρι 28 ημέρες. Το pH, προφίλ κάταγμα πήγματος ορού γάλακτος και η απώλεια των πηκτωμάτων μετρήθηκαν στις ημέρες 0, 7, 14, 21 και 28. Μια μικρή μείωση του pH που βρέθηκαν σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, κυμαίνονταν από 4,6 έως 4,3. Αυτό ήταν πιο εμφανές κατά τη διάρκεια των πρώτων 7 ημερών αποθήκευσης (4,6 έως 4,4). Η μείωση του pH εντός τις πρώτες 7 ημέρες αποθήκευσης αναμένεται καθώς τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος συνέχισαν να αναπτύσσονται και να παράγουν γαλακτικό οξύ κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Δεδομένου ότι η ανάπτυξη των βακτηριδίων γαλακτικού οξέος αναστέλλεται από ένα χαμηλό pH, το ποσοστό μείωσης pH θα επιβραδυνθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια της περαιτέρω περιόδου αποθήκευσης. Η μέγιστη δύναμη που απαιτείται για την θραύση του πηκτώματος ήταν αυξημένη για όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια ολόκληρης της περιόδου αποθήκευσης, αλλά περισσότερο μετά τις πρώτες 7 ημέρες, ενώ η απώλεια ορού μειώθηκε ελαφρά για όλα τα δείγματα. Η αύξηση της αντοχής γέλης και τη μείωση της απώλειας ορού γάλακτος θα μπορούσε να οφείλεται στη μείωση του pH κατά την αποθήκευση, προκαλώντας την πηκτή στη σύμβαση και κατά συνέπεια αυξημένη σταθερότητα πηκτής.

3.6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα αποτελέσματα, προσθέτοιας CWP στο γάλα, στην κινητική ζελατινοποίησης, ιξωδοελαστικές ιδιότητες, τις ιδιότητες θραύσης πηκτώματος, τη μικροδομή και την απώλεια ορού γάλακτος σε χαμηλά λιπαρά σκευάσματος γιαούρτι, ερευνήθηκαν ως συνάρτηση της συγκέντρωσης CWP (0-2%) μέχρι 28 ημέρες. Με την προσθήκη της CWP επιταχύνθηκε ο ρυθμός μείωσης του pH, αύξησε τη σταθερότητα των τελικών τζελ σετ και είχε μειωμένες απώλειες ορού γάλακτος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αλλαγές στο γάλα-CWP ιδιότητες πηκτής ήταν σε αναλογία με την αύξηση της συγκέντρωσης της CWP. Οι ρεολογικές μετρήσεις του

γάλακτος-CWP πηκτώματα δείχνουν επίσης ότι η ικανότητα των σωματιδίων του κυτταρικού τοιχώματος να δομήσει γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά είναι παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε για κόκκους αμύλου. Η CWP δεν είχε καμία δυσμενή επίδραση επί της γέλης σει κατά την αποθήκευση, ενώ το μέγεθος των σωματιδίων της CWP είχε επίδραση στις ιδιότητες γέλης, με το μικρότερο μέγεθος παρέχοντας καλύτερη αντοχή γέλης και λιγότερη απώλεια ορού γάλακτος σε σύγκριση με το μεγάλο μέγεθος CWP. Αυτό υποδηλώνει ότι το επίπεδο των επαφών / αλληλεπιδράσεις μεταξύ CWP με καζεΐνη σωματίδια είναι πιο σημαντικό από το μέγεθος των σωματιδίων του κυτταρικού τοιχώματος, συμβάλλοντας στη συνολική δύναμη δίκτυο γέλης.

Αυτή η μελέτη έδειξε επίσης ότι η χρήση αυτών των φυτικών υλικών με βάση κυτταρικού τοιχώματος δεν είναι μόνο σε θέση να επάγει υψηλά ποσοστά της οξίνισης, η οποία θα μπορούσε να επωφεληθεί της διαδικασίας κατασκευής, αλλά και να μειώσει την απώλεια ορού γάλακτος. Με τους καταναλωτές απαιτώντας πιο "φυσικά" προϊόντα με λιγότερες ή καθόλου σταθεροποιητές, φυσικές ίνες τοιχώματος φυτικών κυττάρων που δεν έχουν τροποποιηθεί χημικώς θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές, σωματιδιακών πληρων υλικών για την ενίσχυση της αντοχής του γάλακτος δικτύου γέλης και τη μείωση των ελαττωμάτων του προϊόντος, όπως η απώλεια ορού γάλακτος. Επιπλέον, το χαμηλότερο θερμιδικό περιεχόμενο των ινών του κυτταρικού τοιχώματος πάνω από το άμυλο θα μπορούσε να παραδώσει τα προϊόντα διατροφής με τα αληθινά αποτελέσματα υγιή. Ωστόσο, η μελέτη μας, καθώς και άλλες δημοσιευμένες μελέτες έδειξαν ότι ο έλεγχος του μεγέθους των σωματιδίων κυτταρικού τοιχώματος είναι το κλειδί για την επίτευξη αυτών των πλεονεκτημάτων. Η χρήση των κυττάρων σωματιδίων τοιχώματος μπορεί επίσης να παρέχει μια ευκαιρία για να μειώσει την ποσότητα των στερεών του γάλακτος που απαιτείται σε τέτοια γαλακτοκομικά προϊόντα χωρίς να επηρεάζει την ποιότητα τους. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση (McCann et al, 2011).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Αρβανιτογιάννης, Ι.Σ., Βαρζάκας, Θ.Χ. και Τζίφα, Κ.Ν. , 2008, «Έλεγχος Ποιότητας Τροφίμων», Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε. Αθήνα, σελ. 187–188.

Κεχαγιάς, Χ. ,2004, «Τεχνολογία Γάλακτος & Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Αθήνα.

Κουτσιλιέρη Ελισάβετ, 2009, «Αξιολόγηση της βιωσιμότητας της συσκευασίας: αρχές και εργαλεία», Διπλωματική Εργασία, Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, Αθήνα

(<http://digilib.lib.unipi.gr/dspace/bitstream/unipi/3829/1/Koutsilieri.pdf>).

Λαζαρίδης, Χ.Ν. ,2000, «Μηχανική Τροφίμων», Εκδόσεις Γιαχούδη–Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 93–99.

Μάντης Αντώνης, 1993, «Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλατος και των προϊόντων του», Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Ραφαηλίδης, Σ.Ν. ,1987, «Σημειώσεις Μηχανικής Τροφίμων Ι», Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 22–24.

Ραφαηλίδης, Σ. ,2006, « Εργαστηριακές σημειώσεις Μηχανικής Τροφίμων Ι», Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη.

Τζία Κ., Παππά Φ., 2005, «Ανάλυση Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου σε Χώρους Μαζικής Εστίασης», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Marafon, A., Sumi, A., Alcántara, M., Tamime, A., Nogueira de Oliveira, M., (2011) «Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins», *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 44, pp. 511 – 519.

Anonymous 2, 2006, «Yoghurt history from ΦΑΓΕ»

Saint-Eve, A., Le'vy, C., Le Moigne, M., Ducruet, V., Souchon, I. (2008) «Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials», *Food Chemistry*, Vol. 110, pp. 285–293.

Borwankar, P.R. and Shoemaker, F.C., (1992), «Rheology of Foods», pp. 151–163.

McCann, T., Fabre, F., Day, L. (2011) “Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles”, *Food Research International*, Vol. 44, pp. 884-892, Australia

Rao, M.A (1992) “Measurement of Viscoelastic Properties of Fluid and semisolid Foods”, in *Viscoelastic Properties of Food*, M.A. Rao and J.F. Steffe (editors), pp. 1-53, Marcel Dekker, New York

Rao, M.A. (1999) “Rheology of Fluid and Semisolid Foods-Principles and Applications”, *Aspen Publications*, Inc, Maryland

ΗΛΕΚΤΟΝΙΚΗ

www.krikri.gr

www.wikipedia.com

www.minagric.gr