



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Επίδραση υπερήχων και τσαγιού του μικρού
τριαντάφυλλου *Rosa Damascena* στον σχηματισμό
πηγμάτων γάλακτος**

ΚΟΥΡΟΥΤΣΑΛΗ ΜΑΡΙΑ ANNA

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2019

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Γιαννούλη Περσεφόνη	(Επιβλέπουσα)	Επίκουρος Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Βέλλιος Ευάγγελος	(Μέλος)	Επίκουρος Καθηγητής Φυτοπαθολογίας στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Παπαϊωάννου Χρυσούλα	(Μέλος)	Καθηγήτρια στο γενικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Γιαννούλη Περσεφόνης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κα. Γιαννούλη Περσεφόνη, επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας, για την ανάθεση του θέματος αλλά και για την συνεχή καθοδήγηση και βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια τόσο της εκτέλεσης του πειράματος όσο και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

Ακόμη, ευχαριστώ την κα. Κουφοστάθη Ευλαλία για την βοήθεια και τις υποδείξεις της κατά την εκτέλεση του πειράματος της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Πασχάλη και Στυλιανή, τα αδέρφια μου Σταύρο και Ασημίνα αλλά και τους φίλους μου για την υποστήριξη τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Γάλα.....	8
1.1.1 Πρωτεΐνες γάλακτος.....	9
1.1.1.1 Καζεΐνες.....	10
1.1.1.2 Πρωτεΐνες ορού γάλακτος.....	11
1.1.2 Πήξη του γάλακτος.....	12
1.1.2.1 Ενζυματική πήξη του γάλακτος.....	13
1.1.2.2 Όξινη πήξη του γάλακτος.....	14
1.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την πήξη του γάλακτος.....	15
1.2 Υπέρηχοι.....	17
1.2.1 Η δράση των υπερήχων.....	17
1.2.2 Ο ρόλος των υπερήχων στην τεχνολογία τροφίμων.....	19
1.2.2.1 Ρόλος των υπερήχων στην γαλακτοματοποίηση.....	20
1.2.2.2 Ρόλος των υπερήχων στην ομογενοποίηση του γάλακτος ..	20
1.2.2.3 Ρόλος των υπερήχων στην πήξη γαλακτοκομικών προϊόντων	21
1.3 Τσάι.....	22
1.3.1 Συστατικά και ευεργετικές ιδιότητες του τσαγιού.....	22
1.3.2 Επίδραση του τσαγιού στη πήξη του γάλακτος.....	23
1.3.3 Τσάι τριαντάφυλλο.....	24
1.3.3.1 <i>Rosa Damascena</i>	25
Σκοπός.....	26

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	27
2.1 Υλικά.....	27
2.2 Πειραματική διαδικασία.....	27
2.2.1 Παρασκευή εκχυλισμάτων τριανταφυλλιού.....	27
2.2.2 Παρασκευή πηκτωμάτων γάλακτος (τύπος γιαουρτιού)	28
2.3 Μεθοδολογίες	29
2.3.1 Εφαρμογή υπερήχων	29
2.3.2 Προσδιορισμός pH και τιτλοδοτούμενου οξέος.....	29
2.3.3 Μέτρηση ικανότητας συγκράτησης νερού.....	29
2.3.4 Μέτρηση χρώματος	30
2.3.5 Μέτρηση σακχάρων	30
2.3.6 Μέτρηση συναίρεσης.....	30
2.3.7 Μέτρηση ιξώδους	31
2.3.8 Μέτρηση δομής	31
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	32
3.1 pH και Οξύτητα	32
3.2 Ικανότητα συγκράτησης νερού.....	34
3.3 Προσδιορισμός χρώματος βάση τριών παραμέτρων L,a,b.....	34
3.4 Σάκχαρα	37
3.5 Συναίρεση.....	38
3.6 Ιξώδες.....	39
3.7 Δομή	40
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	41
Συμπεράσματα	44
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	45

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση των υπερήχων και του εκχυλίσματος τριανταφυλλιού *Rosa Damascena* με συγκεντρώσεις 0% w/w, 1,5% w/w και 3% w/w, στον σχηματισμό πηκτωμάτων γάλακτος. Κατά την πειραματική διαδικασία παρασκευάστηκαν τρία διαφορετικά πηκτώματα γάλακτος (τύπος γιαουρτιού). Συγκεκριμένα παρασκευάστηκαν πηκτώματα γάλακτος τα οποία είχαν επεξεργαστεί μόνο με υπερήχους (δείγματα control) και πηκτώματα επεξεργασμένα με υπερήχους στα οποία έγινε προσθήκη υδατικού εκχυλίσματος τριανταφυλλιού σε συγκεντρώσεις στο τελικό προϊόν 1,5% w/w και 3% w/w αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια της διήμερης αποθήκευσης των πηκτωμάτων γάλακτος μελετήθηκαν οι μεταβολές σε λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως pH και προσδιορισμός τιτλοδοτούμενου οξέος, χρώμα, σάκχαρα, ικανότητα συγκράτησης νερού, δομή, ιξώδες και συναίρεση. Η προσθήκη εκχυλίσματος τριανταφυλλιού οδήγησε σε αύξηση του pH και της οξύτητας των τελικών πηκτωμάτων γάλακτος. Ακόμη το ποσοστό ικανότητας συγκράτησης νερού αυξήθηκε στα δείγματα με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού σε σχέση με το αρχικό δείγμα control. Κατά την αποθήκευση των πηκτωμάτων γάλακτος στα οποία είχε γίνει προσθήκη του εκχυλίσματος τριανταφυλλιού παρατηρήθηκε μειωμένος βαθμός συναίρεσης και υψηλότερες τιμές ιξώδους. Επιπλέον η προσθήκη του τσαγιού επηρέασε το χρώμα των τελικών πηκτωμάτων γάλακτος και συγκεκριμένα μείωσε τη φωτεινότητά τους. Τέλος τα πηκτώματα γάλακτος που παρασκευάστηκαν με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού χρειάστηκαν μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης σε σχέση με το δείγμα χωρίς το εκχύλισμα τριανταφυλλιού.

ABSTRACT

In the present study, the effect of ultrasound and rose extract of *Rosa Damascena* at 0% w/w, 1,5% w/w and 3% w/w concentrations was studied. During the experimental procedure, three different milk coagulates (type of yoghurt) were prepared. Specifically, were prepared milk coagulates which have been only sonicated and sonicated milk coagulates in which has been added rose extract at concentrations 1,5% w/w and 3% w/w on the final product. During the two-day storage of milk coagulates, changes in functional characteristics such as pH and acid titration, color, sugars, water holding capacity, structure, viscosity and syneresis were studied. The addition of rose extract resulted in an increase in pH and acidity of the final milk coagulates. Furthermore, the water holding capacity was increased in the samples with rose extract compared to the original control sample. During the storage of milk coagulates in which has been added rose extracts a discreased degree of syneresis and higher values of viscosity was observed. Moreover, the addition of tea affected the color of the final milk coagulates and in particular reduced their brightness. Finally, the milk coagulates which had been prepared with the rose extract, required less deformation force than the sample without the rose extract.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γάλα

Το γάλα λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της διατροφής του ανθρώπου. Μπορεί να καταναλωθεί στην αρχική του μορφή, δηλαδή σαν υγρό ρόφημα, είτε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων όπως γιαούρτι, τυρί, βούτυρο, παγωτό κλπ. (Brans et al. 2004). Πρόκειται για ένα σύνθετο βιολογικό υγρό που είναι ικανό να παρέχει θρεπτικά και βιοδραστικά συστατικά. Τα τελευταία χρόνια έχουν χρησιμοποιηθεί συστατικά του γάλακτος για την παρασκευή λειτουργικών τροφίμων (Gill et al. 2000). Το γάλα αποτελείται, στο μεγαλύτερο μέρος της μάζας του, από πρωτεΐνες, λακτόζη, λίπος, βιταμίνες (A, B, C, D), ανόργανα και οργανικά άλατα κ.α. (Πίνακας 1) Μέσα σε όλο αυτό το υδατικό διάλυμα υπάρχουν σε γαλακτοματοποιημένη κατάσταση σφαιρίδια λίπους με διάμετρο που κυμαίνεται από 0,1-20 μm. Επίσης οι πρωτεΐνες του διακρίνονται σε καζεΐνες, οι οποίες είναι κολλοειδή συσσωματώματα με διάμετρο 50-600 nm και σε πρωτεΐνες του ορού, οι οποίες διασπείρονται στην υδάτινη φάση (Fox and McSweeney, 1998).

Πίνακας 1. Η σύνθεση (%) του γάλακτος (Fox and McSweeney, 1998).

Συνολικά στερεά συστατικά	Πρωτεΐνες		Λίπος	Λακτόζη	Τέφρα
12,7	3,4		3,7	4,8	0,7
	Καζεΐνες	Ορού γάλακτος			
	2,8	0,6			

1.1.1 Πρωτεΐνες γάλακτος

Οι πρωτεΐνες γενικά είναι οργανικές ενώσεις αποτελούμενες από αμινοξέα. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος συντίθενται στα ριβοσωμάτια του ενδοπλασματικού δικτυωτού. Στη συνέχεια συνθέτονται νηματοιδή πολυπεπτίδια και τα πρωτεϊνικά μόρια συνενώνονται και συμπυκνώνονται σε κοκκία. Αυτά τα πρωτεϊνικά κοκκία αποτελούνται από περισσότερα πρωτεϊνικά μόρια τα οποία ονομάζονται μικκύλια (Holmann, 1974).

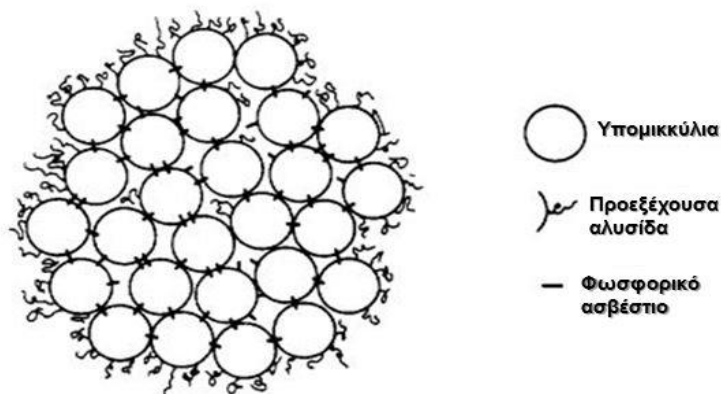
Οι πρωτεΐνες του γάλακτος έχουν μεγάλη βιολογική αξία λόγω του ότι περιέχουν όλα τα απαραίτητα για τον άνθρωπο αμινοξέα σε ικανοποιητικές αναλογίες (Csaró-Kiss et al,1995). Το γάλα περιέχει 3,3 g/100 ml έως 3,9g/100ml πρωτεΐνες με μέσον όρο περίπου 3,5 g/100 ml (Eigel et al,1984). Οι δομές και οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών του γάλακτος χωρίζονται, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία με περισσότερη αφθονία είναι αυτή των καζεϊνών, οι οποίες αποτελούνται από αρκετά κλάσματα τα οποία στην πλειοψηφία τους υπάρχουν σε ένα κολλοειδές σωματίδιο το λεγόμενο μικκύλιο καζεΐνης. Οι καζεΐνες με βάση την διάταξη των αμινοξέων στο μόριο τους διακρίνονται σε α_{s1} - καζεΐνη, α_{s2} - καζεΐνη, κ-καζεΐνη και β-καζεΐνη. Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή των πρωτεϊνών ορού γάλακτος οι οποίες περιλαμβάνουν θερμικά ευαίσθητες, υδροδιαλυτές ,σφαιρικές πρωτεΐνες και ένζυμα. Οι πρωτεΐνες του ορού διακρίνονται κυρίως στις οροαλβουμίνη, α-γαλακταλβουμίνη (α-La), β-γαλακτοσφαιρίνη (β-Lg) και στις ανοσοσφαιρίνες (Goff and Hill 1993, Μάντης 2000). Συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες γάλακτος αποτελούνται περίπου από 80% καζεΐνες και 20% πρωτεΐνες ορού γάλακτος (Uluko et al., 2016). Όπως αναφέρει ο Wolfe (2000) η πρωτεΐνη του ορού γάλακτος είναι περισσότερο διαλυτή από την καζεΐνη και είναι ποιοτικά υψηλότερη. Επίσης είναι αρκετά βιοδιαθέσιμη και διαθέτει μεγαλύτερη βιολογική αξία από οποιαδήποτε άλλη πηγή πρωτεΐνης . Γι αυτό τον λόγο ένα προϊόν ορού γάλακτος αποτελεί μια καλή επιλογή για κάποιον που επιθυμεί να αυξήσει τη σωματική του μάζα. Αντίθετα, η καζεΐνη θεωρείται συνήθως η πιο αργή μορφή πρωτεΐνης γιατί χρειάζεται περισσότερο χρόνο να γίνει η πέψη της από ότι η πρωτεΐνη του ορού γάλακτος.

1.1.1.1 Καζεΐνες

Η καζεΐνη είναι το σημαντικότερο πρωτεϊνικό συστατικό στο γάλα, από πλευράς ποσότητας αλλά και θρεπτικών, και όπως προαναφέρθηκε αποτελεί το 75-80% των συνολικών πρωτεϊνών. Η καζεΐνη έχει καθιερωθεί σε διάφορα υποπροϊόντα που χρησιμοποιούνται σε πολλά φαγητά. Επίσης χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες για την παραγωγή χαρτιού, υφασμάτων, βαφών, δερμάτων και άλλων υλικών. Οι καζεΐνες υπάρχουν ως κολλοειδή μικκύλια, τα οποία είναι υπεύθυνα για την μεταφορά πρωτεϊνών, ασβεστίου και φωσφορικών σε μεγάλες συγκεντρώσεις που σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν αδιάλυτα στο νερό και δεν θα μπορούσαν να παρέχουν σε επάρκεια τα θρεπτικά συστατικά. (Holt and Carver, 2012). Η καζεΐνη περιέχει 0,7-0,9% φώσφορο, που συνδέεται ομοιοπολικά με την πρωτεΐνη επομένως η καζεΐνη είναι γνωστή και ως φωσφοπρωτεΐνη. Η ύπαρξη του φωσφόρου στο μόριο των καζεϊνών ενισχύει την σταθερότητα τους κατά τη θερμική επεξεργασία. Πολλές φορές αναφέρεται και σαν φωσφο-καζεϊνικό άλας και βρίσκεται στο γάλα σε σύνθετες ομάδες μορίων που ονομάζονται μικκύλια. Τα μικκύλια αποτελούνται από μόρια καζεΐνης, ανόργανα φωσφορικά, ασβέστιο και κιτρικά ιόντα και το μοριακό τους βάρος ανέρχεται σε αρκετά εκατομμύρια (Holt, 1997). Στο νωπό γάλα, βρίσκονται με τη μορφή υπερμοριακών συσσωματωμάτων και σχηματίζουν μικκυλιακές δομές με κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο (Dalglish and Corredig, 2012). (Εικόνα 1.)

Οι καζεΐνες, παρέχουν υψηλές συγκεντρώσεις απαραίτητων για τον άνθρωπο αμινοξέων, με εξαίρεση την κυστεΐνη, καθένα από το οποία μπορεί να έχουν αρνητικό ή θετικό φορτίο ανάλογα με το pH του γάλακτος (Holt, 1997) . Όταν το θετικό και το αρνητικό φορτίο μιας πρωτεΐνης βρίσκεται σε ισορροπία τότε το καθαρό φορτίο της πρωτεΐνης θα είναι μηδέν και η τιμή του pH είναι γνωστή ως το ισοηλεκτρικό σημείο της πρωτεΐνης και είναι το pH στο οποίο αυτή είναι λιγότερο διαλυτή. Συγκεκριμένα, για την καζεΐνη το ισοηλεκτρικό σημείο είναι 4,6 και είναι η τιμή του pH στην οποία η καζεΐνη καθιζάνει και αυτό αποτελεί τη βασική αρχή της πήξης του γάλακτος. Τέλος η καζεΐνη αποτελείται από κάποια μεμονωμένα συστατικά καζεΐνης όπως τα α_{s1} -καζεΐνη, α_{s2} -καζεΐνη, κ-καζεΐνη, β-καζεΐνη. Αυτά προκαλούνται από μικρές

μεταβολές της περιεκτικότητά τους σε αμινοξέα και συγκρατούνται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς (Holt 1997, Dalgleish and Corredig 2012). Ουσιαστικά <<οι καζεΐνες είναι το κλάσμα των φωσφοπρωτεϊνών που καθιζάνει ύστερα από οξίνιση σε pH 4,6 και θερμοκρασία 20°C>> (Μάντης,2000).



Εικόνα 1. Μικκύλιο καζεΐνης (Walstra and Jenness, 1984)

1.1.1.2 Πρωτεΐνες ορού γάλακτος

Ο όρος “πρωτεΐνες ορού γάλακτος” αναφέρεται στις πρωτεΐνες οι οποίες παραμένουν διαλυτές μετά την καθίζηση των καζεϊνών σε pH 4,6 και θερμοκρασία 20°C. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι οροπρωτεΐνες αποτελούν το 20% των πρωτεϊνών του γάλακτος. Οι οροαλβουμίνη, α-γαλακταλβουμίνη (α-La), β-γαλακτοσφαιρίνη (β-Lg) και οι ανοσοσφαιρίνες θεωρούνται τα κύρια συστατικά του κλάσματος των οροπρωτεϊνών. Ακόμη, μαζί με τις οροπρωτεΐνες έχει ταυτοποιηθεί ένα μικρό κλάσμα από πρωτεόζες και πεπτόνες (Eigel et al 1984, Μάντης 2000). Οι πρωτεΐνες ορού στο γάλα ή σε προϊόντα που βασίζονται σε αυτές, έχουν ένα τυπικό σφαιρικό σχήμα και βρίσκονται στο γάλα ως μονομερή ή ολιγομερή (Gezimati et al. 1997). Πρόκειται για πρωτεΐνες οι οποίες έχουν μεγάλη διατροφική αξία και είναι πλούσιες σε κυστεΐνη η οποία δεν περιέχεται στις καζεΐνες (Eigel et al 1984, Μάντης 2000). Χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές τροφίμων λόγω της

λειτουργικότητας τους και της θρεπτικής τους αξίας. Έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν σταθερό αφρό που σημαίνει ότι δημιουργεί και σταθεροποιεί τις φυσαλίδες αέρα σε ένα υγρό (Renner and Abd El-Salam ,1991) και πιο συγκεκριμένα η πρωτεΐνη του ορού, που παραμένει διαλυτή σε pH 2-10, έχει την ικανότητα να σταθεροποιεί τα γαλακτώματα σχηματίζοντας μεμβράνες μεταξύ υδρόφοβων και υδρόφιλων συστατικών των τροφίμων (Burrington, 2005). Τέλος, λόγω του σφαιρικού τους σχήματος, οι πρωτεΐνες μετουσιώνονται πολύ εύκολα σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 60°C) κι έτσι ξεδιπλώνονται και συσσωματώνονται και μπορούν να δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες νερού ανάλογα με το pH αλλά και τη θερμική τους επεξεργασία (Hudson et al. 2000).

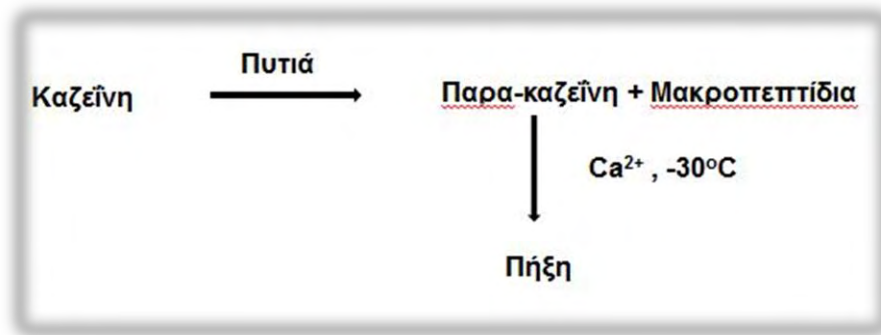
1.1.2 Πήξη του γάλακτος

Οι καζεΐνες βρίσκονται στο γάλα με τη μορφή σφαιρικών κολλοειδών μικκυλίων και αποτελούνται από τις αs1- καζεΐνη, αs2- καζεΐνη, κ-καζεΐνη, β-καζεΐνη. Συγκεκριμένα τα μικκύλια σταθεροποιούνται από την κ-καζεΐνη, η οποία αποτελεί το 12-15% της συνολικής καζεΐνης στο γάλα. Η κ-καζεΐνη συγκεντρώνεται στην επιφάνεια των μικκυλίων με το υδροφοβικό N-τερματικό τμήμα της να αντιδρά με τις αs1- καζεΐνες, αs2- καζεΐνες και β-καζεΐνες και το C τελευταίο υδρόφιλο ένα τρίτο του μορίου της κ-καζεΐνη να προεξέχει στο υδατικό περιβάλλον σταθεροποιώντας έτσι τα μικκύλια με ένα αρνητικό επιφανειακό φορτίο (Fox and McSweeney 1998). Εξαιτίας αυτού του αρνητικού φορτίου αλλά και του υδρόφιλου χαρακτήρα του τελευταίου ενός τρίτου μορίου καζεΐνης, τα μικκύλια καζεΐνης έχουν την ικανότητα να παραμένουν διαλυτά στο γάλα και σε pH περίπου 6,7 (Hallén,2008). Η πήξη του γάλακτος είναι η αποσταθεροποίηση των μικκυλίων της καζεΐνης, τα οποία συσσωματώνονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες της κολλοειδούς διασποράς και δημιουργούν ένα πήκτωμα που παγιδεύει όλα τα διαλυτά συστατικά στο γάλα. Η συσσωμάτωση των μικκυλίων συνεπάγεται την πήξη του γάλακτος και μπορεί να προκύψει είτε από ενζυματική δράση είτε από οξίνιση (Vingola, 2002).

1.1.2.1 Ενζυματική πήξη του γάλακτος

Κατά την πήξη του γάλακτος με την επίδραση των ενζύμων, τα μικκύλια καζεΐνης μεταβάλλονται εξαιτίας της πρωτεόλυσης της καζεΐνης από επιλεγμένες πρωτεϊνάσες που ονομάζονται πυτιά, η οποία συνεπάγεται την επαγόμενη από ασβέστιο συσσώρευση τους και άρα την πήξη του γάλακτος (Fox and McSweeney, 1998). Η πυτιά είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο παρασκεύασμα για την πήξη του γάλακτος και προέρχεται από το τελευταίο από τα τέσσερα στομάχια των μοσχαριών. Σε αυτό περιέχεται κυρίως το ένζυμο χυμοσίνη ή ρεννίνη αλλά και άλλα δευτερεύοντα ένζυμα, σε μικρότερη αναλογία, όπως η ζωικής προέλευσης πεψίνη, τα φυτικής προέλευσης φυκίνη και παπαΐνη αλλά και μικροβιακής προέλευσης όπως το *Mucor Miechei* (Μάντης, 2000). Η διαδικασία της πήξης του γάλακτος στην οποία επιδρά η πυτιά πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, στην οποία επιδρά η χυμοσίνη ή αλλιώς ρεννίνη, η κ-καζεΐνη υδρολύεται και παράγει παρα-κ-καζεΐνη και μακροπεπτίδια, τα οποία αναφέρονται και αλλιώς σαν γλυκομακροπεπτίδια επειδή οι ομάδες των σακχάρων συνδέονται με την κ-καζεΐνη. Αυτό οφείλεται στο ότι η χυμοσίνη διασπά την κ-καζεΐνη στον πεπτιδικό δεσμό $\text{Phe}_{105}\text{-Meth}_{106}$ και έπειτα απελευθερώνει το υδροφιλικό τμήμα του μορίου της κ-καζεΐνης (Senge et al. 1997, Fox and McSweeney, 1998) .

Όταν το 85% των κ-καζεϊνών υδρολύεται, μειώνεται η σταθερότητα των μικκυλίων κι έτσι μπορεί να επέλθει η πήξη του γάλακτος, όπου και ξεκινάει η δεύτερη φάση της ενζυματικής πήξης. Σε αυτή τη φάση τα μικκύλια αρχίζουν σταδιακά να δημιουργούν συσσωμάτωμα και να σχηματίζουν πηκτώματα. Για να επέλθει η πήξη είναι απαραίτητο η θερμοκρασία να είναι πάνω από 18 °C και να υπάρχουν επαρκής ιόντα ασβεστίου (Fox and McSweeney, 1998). Η ύπαρξη των ιόντων ασβεστίου είναι αναγκαία διότι έχουν την ικανότητα να συνενώνουν τα μικκύλια που έχουν αποσταθεροποιηθεί με την υδρόλυση της κ-καζεΐνης και να σχηματίζουν ένα πρωτεϊνικό πλέγμα στο οποίο δεσμεύονται τα περαιτέρω συστατικά του γάλακτος με αποτέλεσμα το γάλα να γίνεται ένα πήγμα (Μάντης,2000).



Εικόνα 2. Διαδικασία ενζυματικής πήξης του γάλακτος (Fox and McSweeney, 1998).

1.1.2.2 Όξινη πήξη του γάλακτος

Κατά την όξινη πήξη του γάλακτος, οι ιδιότητες που έχουν τα μικκύλια καζεΐνης μεταβάλλονται όσο μειώνει το pH στο γάλα. Η μείωση του pH διαχωρίζει το κolloειδές φωσφορικό ασβέστιο από τα μικκύλια και εξουδετερώνεται το αρνητικό φορτίο των μικκυλίων καζεΐνης το οποίο συμβαίνει εξαιτίας των ιόντων H⁺ που απελευθερώνονται κατά την οξίνιση. Όταν επικρατούν συνθήκες θερμοκρασίας δωματίου και το pH είναι 5,2 τα μικκύλια καζεΐνης ξεκινάνε να συσσωματώνονται. Όσο όμως προσεγγίζεται το ισοηλεκτρικό σημείο των μικκυλίων καζεΐνης, δηλαδή όταν το pH φτάσει στο 4,6, προκαλείται πλήρη συσσωμάτωση των μικκυλίων και άρα επέρχεται η πήξη του γάλακτος. Γενικά η όξινη πήξη του γάλακτος εξαρτάται πολύ από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η οξίνιση του γάλακτος μπορεί να γίνει με ποικίλες μεθόδους όπως με τη χρήση κάποιων βακτηρίων τα οποία μετατρέπουν την λακτόζη σε γαλακτικό οξύ και αποτελεί μια βιολογική οξίνιση, με απευθείας προσθήκη οξέων όπως HCL ή και με τη προσθήκη γλυκονο-δ-λακτόνης η οποία υδρολύεται σε γλυκονικό οξύ προκαλώντας έτσι μείωση του pH (Lucey and Singh, 1997).

1.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την πήξη του γάλακτος

Η πήξη του γάλακτος επηρεάζεται από τη σύνθεση του γάλακτος και κυρίως από τη συγκέντρωση καζεΐνης, λίπους και ασβεστίου στο γάλα, από γενετικές παραλλαγές, τη θερμοκρασία και το pH (Troch et al. 2017). Συγκεκριμένα, το ποσοστό του λίπους στο γάλα σε σχέση με αυτό των καζεϊνών καθορίζει και την ποσότητα λίπους που θα έχει η ξηρή ουσία του τελικού προϊόντος αλλά και τη συναίρεση και άρα την περιεκτικότητα του σε νερό (Walstra et al., 2006). Η περιεκτικότητα της καζεΐνης στο γάλα επηρεάζει επίσης τον ρυθμό πήξης του γάλακτος, ο οποίος αυξάνεται με την συγκέντρωση της καζεΐνης (Vingola, 2002). Επίσης όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των μικκυλίων καζεΐνης τόσο καλύτερη πήξη θα επιτευχθεί (Glantz et al. 2010). Ακόμη, οι γενετικές παραλλαγές των πρωτεϊνών του γάλακτος, των πρωτεϊνών του ορού αλλά κυρίως των καζεϊνών, αλλά και οι σχέσεις μεταξύ τους επηρεάζουν τις ιδιότητες της πήξης του. Έχουν βρεθεί 11 παραλλαγές (A, B, C, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J), εκ των οποίων πιο συχνές είναι οι A,B,E, και αποδείχτηκε ότι η παραλλαγή της κ-καζεΐνης B αντιδρά πιο γρήγορα με την πυτιά και προάγει την πήξη του γάλακτος ενώ η παραλλαγή της κ-καζεΐνης E έχει αρνητική επίδραση στην πήξη (Walsh et al. 1998, Caroli et al. 2009). Όσον αφορά τις πρωτεΐνες του ορού, η παραλλαγή της β-γαλακτοσφαιρίνης βελτιώνει τις ιδιότητες της πήξης (Caroli et al. 2009).

Επιπρόσθετα, ο χρόνος της πήξης και της αντοχής του πηκτώματος που δημιουργείται κατά την πήξη, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από την περιεκτικότητά του σε ασβέστιο. Συγκεκριμένα, όταν αυξάνεται ο λόγος ασβεστίου προς φωσφορικό + κιτρικό της υδατικής φάσης, αυξάνεται και η πήξη του γάλακτος (Remeuf et al.1991). Όσον αφορά τη θερμοκρασία, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την πήξη του γάλακτος (Vingola, 2002). Κατά την ενζυματική φάση η επίδραση της θερμοκρασίας είναι σχετικά ελάχιστη και συνδέεται με την εξάπλωση των ενζύμων στον τόπο δράσης τους. Πιο συγκεκριμένα, όταν επικρατούν θερμοκρασίες κάτω των 10°C τα ένζυμα είναι ακόμα ενεργά όμως δεν επέρχεται η πήξη. Όταν η θερμοκρασία είναι μεταξύ 10°C και 20°C η πήξη είναι πιο αργή, μεταξύ 30°C και 42°C η πήξη είναι βαθμιαία, ενώ πάνω από τους 42°C η πήξη μειώνεται και σταματάει εντελώς

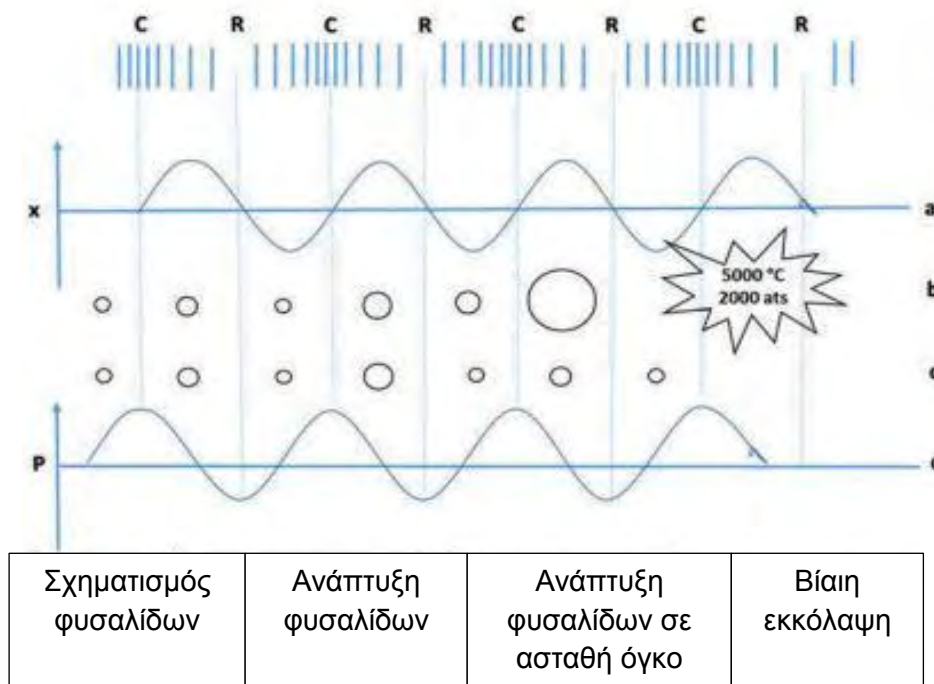
στους 55°C (Walstra et al. 2006). Επιπλέον, πριν το γάλα μετασχηματιστεί σε άλλο προϊόν όπως γιαούρτι ή τυρί κλπ., υπόκειται σε ψύξη η οποία επηρεάζει την πήξη του γάλακτος και αυτό συμβαίνει γιατί στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν το κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο διαλύεται και προκαλεί διαταραχή των μικκυλίων. Βέβαια αυτό μπορεί να ανατραπεί όταν το γάλα επανέλθει σε θερμοκρασίες ζύμωσης (Croguennec et al. 2008). Τέλος, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την πήξη είναι το pH. Επηρεάζει τον χρόνο πήξης, το βαθμό σύσφιξης του πήγματος και την μέγιστη σταθερότητα. Σύμφωνα με τους Remeuf et al. (1991) όταν το pH κυμαίνεται μεταξύ 6.0-6.7 η πήξη γίνεται πιο γρήγορα και η σταθερότητα είναι υψηλότερη. Παρόλα αυτά το βέλτιστο pH για να δράσει η πτυιά είναι 5.1-5.5 και όσο μειώνεται τόσο αυξάνεται η δραστηριότητα της πτυιάς. Για κάθε φάση της πήξης πρέπει να παρατηρείται η τιλοδοτούμενη οξύτητα η οποία επηρεάζει τον βαθμό συναίρεσης (De Marchi et al. 2009).

1.2 Υπέρηχοι

1.2.1 Η δράση των υπερήχων

Η πρώτη φορά που έγινε έρευνα σχετικά με τους υπερήχους και αξιολογήθηκε η ικανότητα τους να αδρανοποιούν μικροβιακές δραστηριότητες ήταν μετά το 1960, όπου ανακαλύφθηκε ότι τα ηχητικά κύματα που εφαρμόστηκαν σε έναν υποβρύχιο πόλεμο σκότωσαν τα ψάρια (Earnshaw,1995). Οι υπέρηχοι είναι ηχητικά κύματα που η συχνότητα τους είναι μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο ακοής του ανθρώπου (Leighton,2007) και κυμαίνεται μεταξύ 16 kHz και 10 MHz (Broyard,2015).

Το φαινόμενο που σχετίζεται με τους υπέρηχους ονομάζεται φαινόμενο της σπηλαίωσης. Όταν τα ηχητικά κύματα πέφτουν σε ένα υγρό μέσο δημιουργούν κύματα τα οποία περνούν μέσα στο υγρό μέσο και δημιουργούν αλληπάλληλες ζώνες συμπίεσης και διαστολής του υγρού (Μπλούκας,2017). Κατά την διάρκεια της μετάδοσης των ηχητικών κυμάτων τα μόρια του υγρού μέσου δεν μπορούν να απορροφήσουν όλη αυτή την ενέργεια, και έτσι σχηματίζονται κοιλότητες που μετατρέπονται σε μικρές φυσαλίδες. Η επαναλαμβανόμενη επίδραση των υπερήχων έχουν σαν αποτέλεσμα οι φυσαλίδες να αυξάνουν σε μέγεθος που όταν ξεπεράσουν ένα όριο σπάνε. Αυτό το φαινόμενο, σχηματισμού και σπάσιμο των φυσαλίδων έχει σαν συνέπεια να αυξάνεται η τοπική θερμοκρασία σε τουλάχιστον 5500°C και η πίεση να φτάνει μέχρι και 50 kPa (Mason,2003). Εξαιτίας αυτού του φαινομένου, θεωρείται ότι οφείλονται και οι μεταβολές που συμβαίνουν στα υγρά και ρευστά προϊόντα (Μπλούκας,2017). Επίσης, θεωρείται ότι όταν σε ένα υγρό που επιδρούν οι υπέρηχοι βρίσκονται μικροοργανισμοί, η θανάτωση τους συμβαίνει λόγω της λέπτυνσης των κυτταρικών μεμβρανών, της τοπικής θέρμανσης και της παραγωγής ελεύθερων ριζών (Piyasena, 2003) που επιταχύνουν διάφορες οξειδώσεις στο εσωτερικό των κυττάρων (Μπούκλας,2017)



Εικόνα 3. Φαινόμενο της σπηλαιώσης υπό την επήρεια των υπέρηχων (Sutariya et al. 2018)

Οι υπέρηχοι μεταδίδουν μηχανικά κύματα σε συχνότητα που ξεπερνούν το όριο της ακοής του ανθρώπου, δηλαδή πάνω από 16 kHz. Αυτά τα κύματα χωρίζονται σε δυο τύπους κυμάτων, τα χαμηλής ενέργειας (χαμηλή ισχύς, υψηλή συχνότητα) που χρησιμοποιούν συχνότητες πάνω από 100 kHz σε εντάσεις κάτω από 1 W/cm^2 και τα υψηλής ενέργειας (υψηλής ισχύς, χαμηλής συχνότητας) που χρησιμοποιούν συχνότητες μεταξύ 20 και 100 kHz σε εντάσεις πάνω από 1 W/cm^2 (Mason et al. 2011). Οι χαμηλής ενέργειας υπέρηχοι εφαρμόζονται σε μη καταστρεπτικές τεχνικές για τη μέτρηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των τροφίμων όπως για παράδειγμα την οξύτητα, τη σταθερότητα, την ωριμότητα, τα σάκχαρα, τις πρωτεϊνικές αλληλεπιδράσεις κ.α. Αντίθετα, οι υψηλής ενέργειας υπέρηχοι έχουν εφαρμογή στην αλλαγή των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των τροφίμων (Soria and Villamiel, 2010). Επίσης έχουν την ικανότητα να αδρανοποιούν τους μικροοργανισμούς στα τρόφιμα (Piyasena et al. 2003).

Το γάλα είναι ένα προϊόν με μεγάλη παγκόσμια εμπορική ζήτηση λόγω της υψηλής θρεπτικής του αξίας αφού αποτελεί μια σημαντική πηγή πρωτεϊνών και άλλων συστατικών (Herceg,2012). Επειδή το γάλα είναι ένα προϊόν που καταναλώνεται σε καθημερινή βάση, οι καταναλωτές επιζητούν να είναι όσο το δυνατόν πιο φρέσκο, πιο φυσικό και πιο υγιεινό αλλά ταυτόχρονα να έχει και έναν υψηλό βαθμό ασφάλειας (Barbosa-Canovas,1997). Μια κοινή χρησιμοποιούμενη θερμική μέθοδος για την αδρανοποίηση των παθογόνων βακτηρίων και ενζύμων στο γάλα είναι η παστερίωση. Όμως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά τη διαδικασία της, οι αισθητικές και θρεπτικές ιδιότητες του παστεριωμένου γάλακτος αλλάζουν. Γι' αυτόν τον λόγο το ενδιαφέρον τόσο των καταναλωτών όσο και των βιομηχανιών έχει στραφεί σε μη παραδοσιακές-θερμικές τεχνικές συντήρησης, όπως είναι οι υπέρηχοι, που θα έχουν χαμηλό αντίκτυπο στα θρεπτικά, την εμφάνιση και τη συνολική ποιότητα των προϊόντων (Herceg,2011) και ταυτόχρονα θα εγγυώνται την απουσία συνθετικών προσθέτων, χαμηλή ενεργειακή ζήτηση και προστασία του περιβάλλοντος (Alzamora,2000).

1.2.2 Ο ρόλος των υπέρηχων στην Τεχνολογία Τροφίμων.

Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν έναντι των παραδοσιακών τεχνικών. Πλεονεκτούν στο ότι η εφαρμογή τους είναι γρήγορη, πλήρως αυτοματοποιημένη, μη καταστρεπτική για το τρόφιμο, ακριβής και μπορεί να γίνει είτε στο εργαστήριο είτε απευθείας (Simal et al. 2003). Στη βιομηχανία γάλακτος οι υπέρηχοι βρίσκουν εφαρμογή στη γαλακτοματοποίηση, στην ομογενοποίηση, στην κρυσταλοποίηση της λακτόζης, στην κρυσταλοποίηση του λίπους, στην πήξη του γάλακτος και στη μικροβιακή αδρανοποίηση (Silva et al. 2018).

1.2.2.1 Ρόλος των υπερήχων στην γαλακτοματοποίηση

Μια από τις χρήσεις των υπέρηχων είναι στη διαδικασία της γαλακτοματοποίησης. Η μέτρηση της ταχύτητας των υπερήχων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί ο βαθμός γαλακτοματοποίησης σε διάφορα τρόφιμα (Javanaud,1991). Μπορούν να προσδιοριστούν παράγοντες όπως είναι η δημιουργία κρεμώδους δομής σε ένα δείγμα, δηλαδή το φαινόμενο στο οποίο τα στερεά σωματίδια του λίπους ανεβαίνουν στην επιφάνεια ή να προσδιοριστεί το φαινόμενο “καθίζηση”, κατά την οποία τα στερεά σωματίδια του λίπους καθιζάνουν ή αλλιώς κατεβαίνουν στη βάση του δείγματος (Gartside and Robins, 1990). Για παράδειγμα, η γνώση αυτών των φαινομένων δίνουν πληροφορίες σχετικά με τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα των χυμών φρούτων και τη σταθερότητα των γαλακτωμάτων όπως είναι η μαγιονέζα. Συμπερασματικά, η μέτρηση της ταχύτητας των υπερήχων είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος ανάλυσης των εδωδιμων λιπών και ελαίων (Mc Clements and Povey, 1992) αλλά και προσδιορισμού του βαθμού κρυστάλλωσης και τήξης διασκορπισμένων σταγονιδίων στο γαλάκτωμα (Mc Clements et al. 1993). Τα γαλακτώματα, στα οποία επιδρούν οι υπέρηχοι, είναι πιο σταθερά σχετικά με εκείνα που παράγονται με τους συμβατικούς τρόπους και συχνά απαιτούν λιγότερες επιφανειοδραστικές ουσίες, αν είναι απαραίτητες (Mason et al. 1996).

1.2.2.2 Ρόλος των υπερήχων στην ομογενοποίηση του γάλακτος

Σκοπός της ομογενοποίησης είναι τα λιποσφαιρίδια και τα συσσωματώματα στο γάλα να υποδιαιρεθούν, σε τέτοιο μικρό μέγεθος ώστε να μην ανεβαίνουν στην επιφάνεια του γάλακτος και να μην δημιουργούν ένα ξεχωριστό στρώμα, λίγο πριν το γάλα καταναλωθεί (Toba,1990). Με τη χρήση υπερήχων συχνότητας 20 kHz και διάρκειας πάνω από 60 λεπτά (Chandrapala et al. 2012), το μέγεθος των σφαιριδίων λίπους στο γάλα μπορεί να μειωθεί έως και 81,5% (Villamiel and de Jong, 2000) και να φτάσει μέχρι και περίπου 10 nm (Chandrapala et al. 2012). Ακόμη το 2004 έγινε μια

μελέτη για την επίδραση των υπερήχων στην ομογενοποίηση του γάλακτος από τους Ertugay et al., και αποδείχτηκε ότι οι υπέρηχοι υψηλού πλάτους οδηγούν σε ένα καλό αποτέλεσμα ομογενοποίησης του γάλακτος. Επίσης ανέφεραν ότι καθώς ο χρόνος και τα επίπεδα ισχύος των υπερήχων αυξάνονται, βελτιώνεται και η απόδοση της ομογενοποίησης. Τέλος, οι υπέρηχοι πλεονεκτούν έναντι άλλων επεξεργασιών, όπως για παράδειγμα της παστερίωσης, ως προς ότι έχουν ελάχιστες απώλειες στη γεύση και οδηγούν σε μεγαλύτερη ομοιογένεια εξοικονομώντας ενέργεια (Crosby, 1982).

1.2.2.3 Ρόλος των υπερήχων στην πήξη γαλακτοκομικών προϊόντων

Πολλές χώρες έχουν αυξήσει το ενδιαφέρον τους για γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση λόγω της υψηλής τους διατροφικής αξίας αλλά και της γεύσης τους. Τα πιο κοινά προϊόντα είναι το τυρί και το γιαούρτι. Συγκεκριμένα, το γιαούρτι είναι το πιο συνηθισμένο λόγω τόσο των θρεπτικών του αλλά όσο και της υψηλής περιεκτικότητας σε ζωντανές βακτηριακές καλλιέργειες, όπως βακτήρια του γένους *Lactobacillus*, που είναι καλές για την υγεία του ανθρώπου (Wu et al. 2000). Ο Toba (1990) ανέφερε ότι η χρήση υπερήχων βελτιώνει τη δράση των γαλακτοβακίλων κατά 50% και προσδίδει γλυκιά γεύση στο γιαούρτι χωρίς να αυξάνει τις θερμίδες του. Μια από τις σημαντικότερες διεργασίες κατά την επεξεργασία του γάλακτος και την παραγωγή γιαουρτιού είναι η ομογενοποίηση, λόγω του ότι αποτρέπει το φαινόμενο δημιουργίας κρεμώδους δομής, που αναφέρθηκε παραπάνω, κατά την επώαση και την αποθήκευση. Όσο καλύτερη είναι η ομογενοποίηση τόσο ενισχύεται η συνοχή και η σταθερότητα του γιαουρτιού (Conolly, 1978). Ακόμη, σύμφωνα με τους Nguyen et al. (2010) η εφαρμογή υπερήχων έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία σταθερότερων πηκτωμάτων γάλακτος εξαιτίας της θερμότητας που παράγεται κατά την εφαρμογή των υπερήχων. Τέλος, το γιαούρτι το οποίο έχει ομογενοποιηθεί με υπερήχους οδηγεί σε μειωμένο χρόνο πήξης, παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού και μικρότερη συναίρεση (Wu et al. 2000).

1.3 Τσάι

1.3.1 Συστατικά και ευεργετικές ιδιότητες του τσαγιού

Το τσάι είναι το παλαιότερο (από το 3000 πΧ) και δημοφιλέστερο μη αλκοολούχο αφέψημο, με περιεκτικότητα σε καφεΐνη, το οποίο καταναλώνεται από περισσότερο από 3 δισεκατομμύρια άτομα σε 160 χώρες (Mondal et al. 2004). Το τσάι διακρίνεται για την ευχάριστη γεύση και το ελκυστικό του άρωμα, όμως πέρα από αυτά έχει πολλά φαρμακευτικά και διατροφικά οφέλη για τον άνθρωπο (Khan and Mukhtar, 2007). Μερικά από τα οφέλη από την κατανάλωση του τσαγιού είναι η μείωση της χοληστερόλης αλλά και η προστασία από καρδιακές παθήσεις και τον καρκίνο (Zuo et al. 2002). Επιπλέον, διάφοροι τύποι εκχυλισμάτων τσαγιού παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση σε ποικίλους παθογόνους μικροοργανισμούς (Chou et al. 1999). Τα φύλλα τσαγιού περιέχουν τρεις κύριους χαρακτηριστικούς δευτερογενείς μεταβολίτες όπως είναι η καφεΐνη, η θεανίνη και η κατεχίνη. Πρόκειται για φυτοχημικές ενώσεις οι οποίες έχουν αρκετά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία και καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη γεύση του τσαγιού, ανάλογα με την περιεκτικότητα και την αναλογία των συστατικών του (Khan and Mukhtar, 2007). Επίσης στα φύλλα τσαγιού περιέχονται και άλλοι δευτερογενείς μεταβολίτες όπως πολυφαινόλες, πολυσακχαρίτες, βιταμίνες, ορυκτά και πτητικά έλαια (Rogers et al. 2008). Οι περισσότερες φαρμακευτικές ιδιότητες του τσαγιού αποδίδονται κυρίως στις κατεχίνες (Zuo et al. 2002). Οι κατεχίνες είναι φαινολικές ενώσεις με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και αυτές ευθύνονται για τα ευεργετικά αποτελέσματα του τσαγιού. Τέλος, οι κατεχίνες έχουν την ικανότητα να προστατεύουν το σώμα του ανθρώπου από βλάβες που προκαλούνται από κάποιο οξειδωτικό στρες ελεύθερων ριζών (Manzocco et al. 1998).

1.3.2 Επίδραση του τσαγιού στην πήξη του γάλακτος

Τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές στρέφονται σε τρόφιμα που στερούνται συνθετικές χημικές ουσίες, όπως για παράδειγμα τεχνητά συντηρητικά και γλυκαντικά, δηλαδή να είναι όσο το δυνατόν πιο <<φυσικά>>. Μια καλή εναλλακτική λύση έναντι της χρήσης τέτοιων συνθετικών χημικών ενώσεων είναι η αντικατάσταση αυτών με φυσικά εκχυλίσματα φυτών που προστίθενται σε καθημερινής χρήσης γαλακτοκομικά προϊόντα όπως γάλα, γιαούρτι και τυρί (Caleja et al. 2015). Συγκεκριμένα, το γιαούρτι κατά την παρασκευή του δημιουργεί ένα πήκτωμα, που προκύπτει από την πήξη των πρωτεϊνών του γάλακτος, εξαιτίας του γαλακτικού οξέος που παράγεται από τα βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* (Robinson, 2003). Το γιαούρτι, σύμφωνα με τους νόμους που διέπουν τα τρόφιμα, θα πρέπει να έχουν συγκεκριμένη βιώσιμη μικροχλωρίδα κατά την κατανάλωση του, με ελάχιστες τιμές μεταξύ 10⁶ και 10⁸ CUF/g (Muniandy et al. 2017). Επίσης, παρόλο των θρεπτικών του ιδιοτήτων, το γιαούρτι δεν θεωρείται ως πηγή φαινολικών και διαιτητικών ινών (Chou et al. 1999).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το τσάι φημίζεται για την αντιμικροβιακή δράση έναντι μεγάλου φάσματος παθογόνων βακτηρίων κι έτσι η προσθήκη του στο γάλα πριν τη ζύμωση του, προστατεύει το τελικό προϊόν από παθογόνα και ανεπιθύμητα βακτήρια (Chou et al. 1999) χωρίς να μεταβληθούν τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (Najgebauer-Lejko, 2014). Ένα άλλο πλεονέκτημα της προσθήκης τσαγιού στο γιαούρτι είναι ότι σταθεροποιούνται οι φυσικοχημικές ιδιότητες του γιαουρτιού κατά την αποθήκευση (Staffolo, 2004). Τέλος, σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε από τους Muniandy et al. (2016), όπου αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις του πράσινου, λευκού και μαύρου τσαγιού, αποδείχτηκε ότι η προσθήκη αυτών αύξησε την αντιοξειδωτική δράση και τις φαινόλες στο γιαούρτι σε σύγκριση με το γιαούρτι μάρτυρα (χωρίς προσθήκη τσαγιού).

1.3.3 Τσάι τριαντάφυλλο

Το τριαντάφυλλο, το οποίο ανήκει στο γένος *Rosa* της οικογένειας *Rosaceae*, είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο φυτό τόσο στη βιομηχανία τροφίμων όσο και στις φαρμακευτικές βιομηχανίες. Το γένος *Rosa* αποτελείται από περίπου 200 είδη με 18.000 καλλιεργούμενες ποικιλίες εκ των οποίων ελάχιστες εφαρμόζονται στη βιομηχανία για τις αρωματικές τους ιδιότητες (Nedeltcheva-Antonova et al. 2017). Το τριαντάφυλλο ευδοκίμει σε εύκρατες έως υποτροπικές περιοχές της Ευρώπης, της Ασίας, της Βόρειας Αμερικής και της Μέσης Ανατολής (Ghazghazi et al. 2010). Στην Ελλάδα το τριαντάφυλλο χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως πηγή τροφίμων ή για φαρμακευτικούς σκοπούς. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται για την παραγωγή άλλων προϊόντων όπως αποξηραμένο τριαντάφυλλο, ροδόνερο, αιθέριο έλαιο, μαρμελάδα (Şener,2012), τσάι, cake κλπ. (Cutler,2003). Τα ροδοπέταλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παραχθεί liqueur που τελικά θα έχει ροζ απόχρωση και ένα ιδιαίτερο άρωμα (Schmitzer et al. 2019). Επιπλέον τα αποξηραμένα ροδοπέταλα μπορούν να προστεθούν στο γιαούρτι για να ανακουφίσουν τυχόν προβλήματα στο πεπτικό συστήματος (Boskabady et al. 2011). Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον των καταναλωτών για τη χρήση των τριαντάφυλλων ως φρέσκα εδώδιμα φυτά (Kelley et al. 2001) κυρίως σε εστιατόρια υψηλής ποιότητας (Pires et al. 2017).

Πέρα από τις χρήσεις του τριαντάφυλλου στη βιομηχανία τροφίμων αυξημένο ενδιαφέρον έχουν οι ευεργετικές του ιδιότητες και η φαρμακευτική του χρήση. Συγκεκριμένα το τριαντάφυλλο χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή τσαγιού λόγω του ιδιαίτερου αρώματος του και της γεύσης του αλλά και των χαλαρωτικών του αποτελεσμάτων. Το τσάι από τριαντάφυλλο καταπολεμεί το άγχος και την κατάθλιψη (Naquni et al. 2014). Ακόμη λόγω των αναλγητικών, υπνωτικών και αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων του (Shohaye et al. 2014), χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ενός κοινού κρυολογήματος (Coruh and Ercisli, 2010), κοιλιακού και θωρακικού πόνου, προβλημάτων στο πεπτικό σύστημα, δερματικών προβλημάτων και τέλος για την ανακούφιση από τους πόνους της εμμηνορροϊκής αιμορραγίας (Shohaye

et al., 2014). Το τριαντάφυλλο, που συχνά χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες (Riffault et al. 2014). Όπως είναι γνωστό οι πολυφαινόλες, οι οποίες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες, φημίζονται για τις αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Adamez et al. 2012). Οι φαινολικές ενώσεις, λόγω του ότι έχουν πολλά οφέλη στη θρέψη, ονομάζονται και βιοφλαβονοειδή (Şener,2012). Οι Vinokur et al. (2006), ανέλυσαν το τσάι από αποξηραμένο τριαντάφυλλο για τα συνολικά φαινολικά συστατικά, τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες και την συνολική περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες. Επισήμαναν ότι το τσάι από τριαντάφυλλο μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αφέψημο χωρίς καφεΐνη και έχει υψηλή αντιοξειδωτική δράση και μπορεί να καταναλωθεί είτε σε συνδυασμό με άλλα βότανα είτε ξεχωριστά.

1.3.3.1 *Rosa Damascena*



Εικόνα 4. *Rosa Damascena* (Mahboubi, 2016)

Στη βιομηχανία τροφίμων το πιο γνωστό και σημαντικό είδος της οικογένειας Rosaceae είναι το υβρίδιο *Rosa Damascena* (Boskabady et al. 2011). Οι φαρμακολογικές μελέτες έχουν δείξει τις ποικίλες επιπτώσεις του *Rosa Damascena* στην υγεία του ανθρώπου και αποδίδονται κυρίως στις μεγάλες ποσότητες πολυφαινολών. Από τα διάφορα μέρη του φυτού έχουν

απομονωθεί πολλές φυτοχημικές ενώσεις όπως τα φλαβονοειδή, τα τερπένια οι ανθοκυανίνες, βιταμίνες C,A,B₁,B₂,B₃,K, κιτρικό και μηλικό οξύ, τανίνες και καροτενοειδή (Bikmoradi et al. 2016). Λόγω της ύπαρξης των φλαβονοειδών και των τερπενίων θεωρείται ότι το *Rosa Damascena* έχει υπνωτική επίδραση (Rakhshandah et al. 2010). Επίσης, οι Awale et al. (2011), διαπίστωσαν ότι το *Rosa Damascena* μπορεί να χρησιμεύσει σε ασθενείς με άνοια και οι Boskabady et al. (2011) βρήκαν ότι μια απομονωμένη ένωση από τα μπουμπούκια του συγκεκριμένου τριαντάφυλλου βελτιώνει την καρδιαγγειακή λειτουργία. Τέλος το *Rosa Damascena* φημίζεται και για άλλα ευεργετικά αποτελέσματα όπως αντιβακτηριακά, αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτικά, αντικαταθλιπτικά, αντικαρκινικά κ.α. (Mahboubi,2016).

Σκοπός

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η επίδραση των υπερήχων και του υδάτινου εκχυλίσματος τριανταφυλλιού *Rosa Damascena* σε συγκεντρώσεις 0% w/w, 1,5 % w/w και 3% w/w, στον σχηματισμό πηκτωμάτων γάλακτος. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν οι μεταβολές σε λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως : α) pH και προσδιορισμός τιτλοδοτούμενου οξέος, β) χρώμα, γ) σάκχαρα, δ) ικανότητα συγκράτησης νερού, ε) δομή, στ) ιξώδες και ζ) συναίρεση.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Υλικά

- Αποξηραμένα μπουμπούκια τριαντάφυλλου ποικιλίας *Rosa Damascena*
- Εμπορικό γάλα αποβουτυρωμένο σε σκόνη στιγμιαίας διάλυσης
- Εμπορικό πρόβειο γιαούρτι 2%

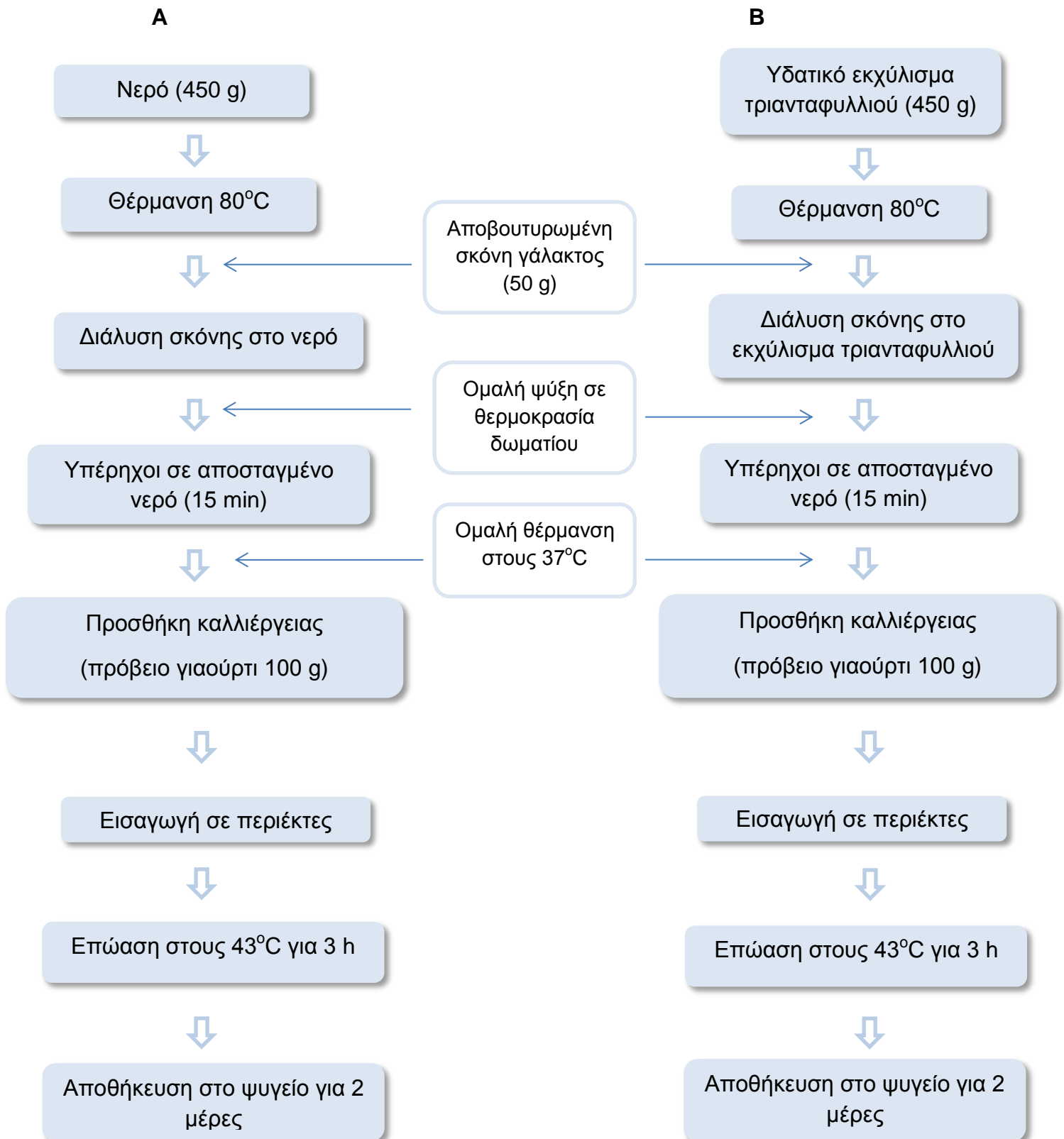
2.2 Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διαδικασία περιέχει δυο σειρές πειραμάτων. Στην πρώτη σειρά παρασκευάστηκαν δείγματα αποβουτυρωμένης σκόνης γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους και στη δεύτερη σειρά παρασκευάστηκαν δείγματα αποβουτυρωμένης σκόνης γάλακτος με υδατικό εκχύλισμα τριανταφυλλίου επεξεργασμένα με υπερήχους.

2.2.1 Παρασκευή εκχυλισμάτων τριανταφυλλίου

Κατά την παρασκευή υδατικών εκχυλισμάτων τριανταφυλλίου χρησιμοποιήθηκαν 450 g νερού, το οποίο θερμάνθηκε μέχρι η θερμοκρασία του να φτάσει τους 100°C και προστέθηκαν τα αποξηραμένα μπουμπούκια του *Rosa Damascena* για διάρκεια 10 min. Παρασκευάστηκαν δυο διαφορετικές περιεκτικότητες υδατικού εκχυλίσματος τριανταφυλλίου έτσι ώστε τα τελικά δείγματα των πηκτωμάτων γάλακτος να έχουν περιεκτικότητα σε εκχύλισμα τριανταφυλλίου 1,5% w/w και 3% w/w αντίστοιχα.

2.2.2 Παρασκευή πηκτωμάτων γάλακτος (τύπος γιαουρτιού)



Διάγραμμα 1. Στάδια Πειραματικής Διαδικασίας

2.3 Μεθοδολογίες

2.3.1 Εφαρμογή υπερήχων

Σε κάθε σειρά του πειράματος εφαρμόστηκαν υπέρηχοι 40 kHz για 15 min, σε κλειστά μπουκάλια. Οι υπέρηχοι εφαρμόστηκαν στη συσκευή UltraSonic Cleaner Branson 200. Τα δείγματα γάλακτος (το control και του υδατικού εκχυλίσματος τριανταφυλλιού), τοποθετούνταν ένα-ένα στη συσκευή που περιείχε αποσταγμένο νερό και η συσκευή θέτονταν σε λειτουργία για 15 min.

2.3.2 Προσδιορισμός pH και τιτλοδοτούμενου οξέος

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και της αποθήκευσης των δειγμάτων παρακολούθηθηκαν οι μεταβολές στο pH, χρησιμοποιώντας ένα πεχάμετρο με ηλεκτρόδιο υάλου (Tecnoport, mPA-210). Αρχικά ρυθμίστηκε το pH με τη χρήση των πρότυπων ρυθμιστικών διαλυμάτων pH 4.01 και 7.01, σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία. Από τη στιγμή έναρξης της επώασης των δειγμάτων και για τρεις ώρες μετριόταν η τιμή του pH ανά μισή ώρα. (μετρήσεις pH ανά 0,30,60,90,120,150,180 min). Για τον προσδιορισμό του τιτλοδοτούμενου οξέος, αναμείχθηκαν 10 g δείγματος με 20 mL αποσταγμένου νερού και τιτλοδοτήθηκαν με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου 0,1M, μέχρι την τιμή $8,3 \pm 0,01$. Ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης. Η τιτλοδοτίσιμη οξύτητα εκφράστηκε σε g γαλακτικού οξέος/100 g δείγματος.

2.3.3 Μέτρηση ικανότητας συγκράτησης νερού

Η ικανότητα συγκράτησης νερού υπολογίστηκε με τη μέθοδο της φυγοκέντρησης (Parnell-Clunies et al. 1986). Μέσα σε 48 ώρες από την παρασκευή των δειγμάτων, τοποθετήθηκαν σε 6 πλαστικές κυψελίδες με καπάκι από 1 g δείγματος και έγινε φυγοκέντρηση στις 4500 rpm και στους 10°C για 30 min. Για τη φυγοκέντρηση χρησιμοποιήθηκε φυγοκεντρητής IEC

(115 V, 50/60 Hz και 1.2 Amp) (Damon/ IEC Division, Needham Hts., Mass). Μετά τη φυγοκέντρηση απομακρύνθηκε το υπερκείμενο και καταγράφηκε το βάρος του στερεού. Η ικανότητα συγκράτησης νερού υπολογίστηκε ως $[1 - (\text{ξηρό βάρος} / \text{αρχικό βάρος δείγματος})] \times 100$.

2.3.4 Μέτρηση χρώματος

Το χρώμα στα δείγματα αξιολογήθηκε δυο μέρες μετά την παρασκευή τους με χρωματική κλίμακα CIELAB, χρησιμοποιώντας το όργανο HunterLab MiniScan XE Plus με φωτισμό D65 ως σημείο αναφοράς. Αρχικά, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, βαθμονομήθηκε το όργανο με τη χρήση των ειδικών πλακιδίων, λευκού και μαύρου και προσδιορίστηκαν ακολούθως τρεις παράμετροι: L* (Lightness) σε κλίμακα από 0 έως το 100 (100 ¹/₄ άσπρο , 0 ¹/₄ μαύρο), a* σε κλίμακα από -80 έως το +100 (πράσινο, κόκκινο) και b* σε κλίμακα από -80 έως +70 (μπλε, κίτρινο). Για κάθε δείγμα λαμβάνοντας τρεις μετρήσεις, ώστε να υπάρχει επαναληψιμότητα.

2.3.5 Μέτρηση σακχάρων

Η μέτρηση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε στο μηχάνημα mrc ref-85 Refractometer σε βαθμούς 0 έως 85% Brix. Για κάθε δείγμα λαμβάνοντας τρεις μετρήσεις, ώστε να υπάρχει επαναληψιμότητα.

2.3.6 Μέτρηση συναίρεσης

Η μέτρηση της συναίρεσης των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο μηχάνημα Büchner. Για τη διαδικασία υπολογισμού της συναίρεσης χρησιμοποιήθηκαν 20 g δείγματος τα οποία διηθήθηκαν για 10 min. Η συναίρεση υπολογίστηκε ως (βάρος υγρού/ βάρος αρχικού δείγματος) x 100.

2.3.7 Μέτρηση ιξώδους

Για τη μέτρηση του ιξώδους χρησιμοποιήθηκε το ιξωδόμετρο Brookfield (ιξωδόμετρο Brookfield DVII, ΗΠΑ), με το κατάλληλο εξάρτημα ανάδευσης του ρευστού (άξονας 4), στους 5 °C και διαφορετική ταχύτητα περιστροφής. Οι ταχύτητες που τέθηκαν στα δείγματα ήταν: 10 rpm, 20 rpm, 30 rpm, 50 rpm, 60 rpm και 100 rpm και τα αποτελέσματα καταγράφονταν σε centipoises (cP).

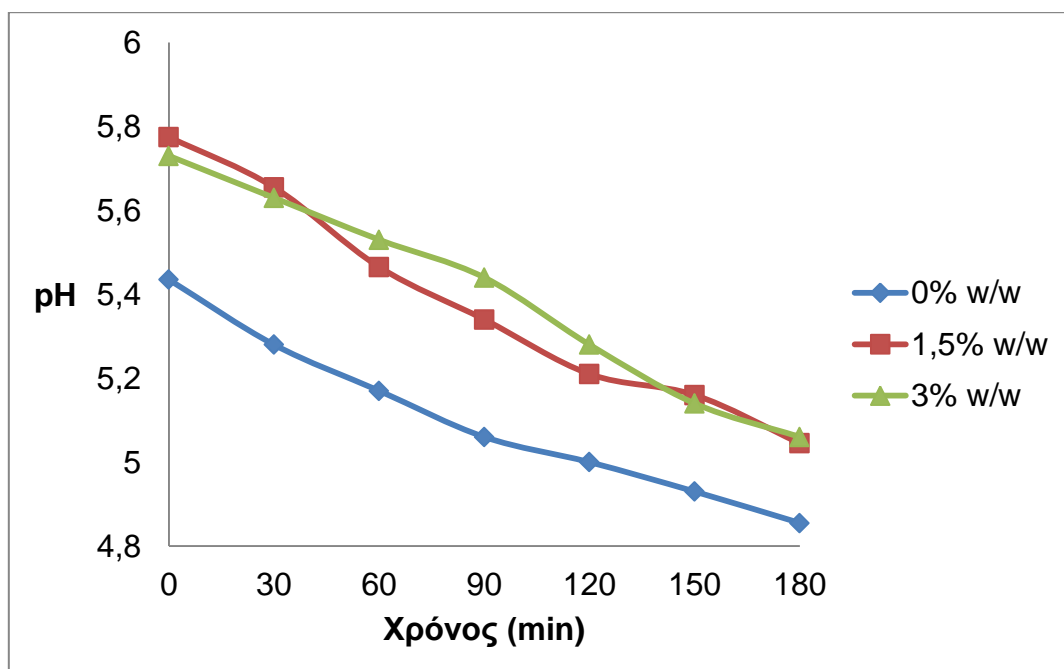
2.3.8 Μέτρηση δομής

Οι μετρήσεις δομής πραγματοποιήθηκαν στο μηχάνημα Expert 5601 ADMET, Inc. το οποίο αποτελείται από ένα δυναμόμετρο (SM-250 1000N) και αναλύει τις υφές διαφόρων επιφανειών (Texture Analyzer machine). Το έμβολο που χρησιμοποιήθηκε είχε διάμετρο 35 mm, ο βαθμός παραμόρφωσης που ασκήθηκε στα δείγματα ήταν 75% και ο ρυθμός συμπίεσης 50 mm/min. Η διάμετρος των περιεκτών των δειγμάτων ήταν 5 cm και το ύψος τους 6 cm.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

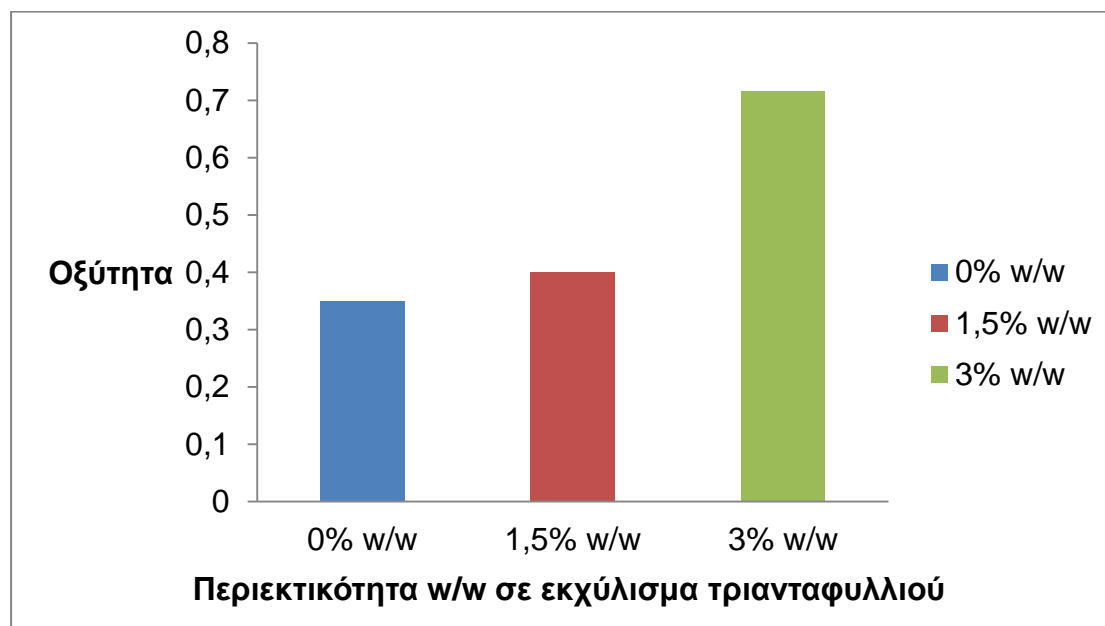
3.1 pH και Οξύτητα

Η αλλαγή στη τιμή του pH κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους φαίνεται στο Διάγραμμα 1. Τα δείγματα των πηκτωμάτων γάλακτος (το control και αυτά με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού) έδειξαν διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά την πορεία του pH κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης τα δείγματα με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού έδειξαν υψηλότερες τιμές pH από τον μάρτυρα (0% w/w). Συγκεκριμένα, η προσθήκη εκχυλίσματος τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w, αύξησε αμέσως το pH των πηκτωμάτων γάλακτος. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια των τριών ωρών και στα τρία δείγματα (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w) ακολούθησε ομαλή μείωση του pH. Ωστόσο, στην τελευταία μέτρηση του pH (180 min), το δείγμα control είχε την χαμηλότερη τιμή pH ενώ τα δείγματα με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού σε περιεκτικότητα 1,5% w/w και 3% w/w κατέληξαν σε υψηλότερη τιμή του pH, με αμελητέα διαφορά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 1. Μεταβολή του pH των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w) σε συνάρτηση με το χρόνο

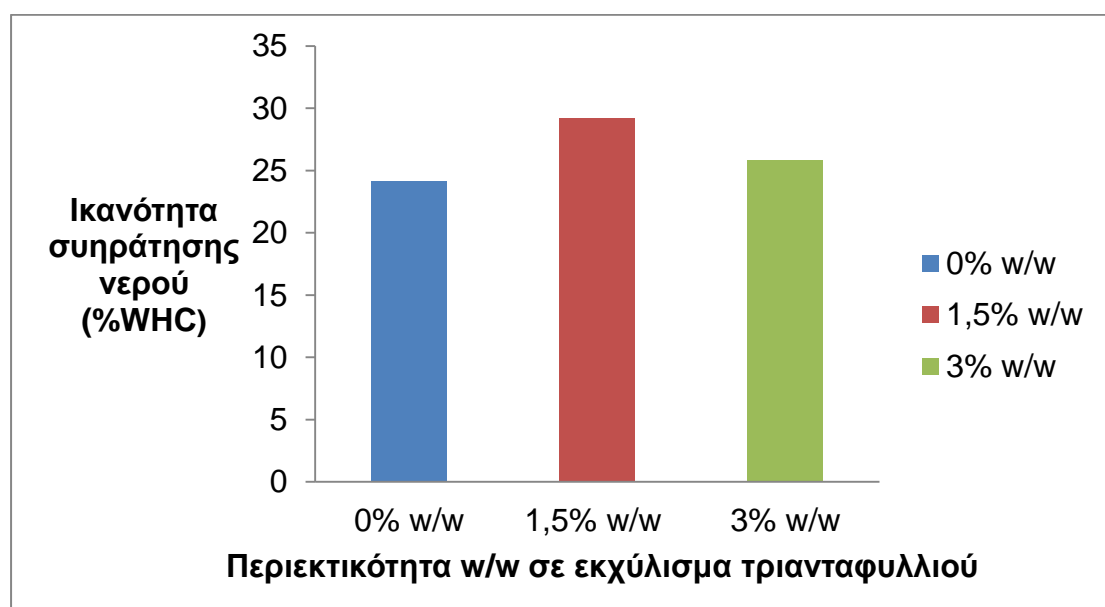
Τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό της οξύτητας των διαφορετικών δειγμάτων πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους φαίνονται στο Διάγραμμα 2. Όπως φαίνεται υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων (του control και αυτών με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού). Συγκεκριμένα, τα δείγματα στα οποία είχε προστεθεί το εκχύλισμα τριανταφυλλιού σε περιεκτικότητα 3% w/w έδειξαν σχεδόν διπλάσια επίπεδα οξύτητας από το δείγμα control, ενώ τα δείγματα πηκτωμάτων γάλακτος, το control και αυτό με περιεκτικότητα 1,5% w/w σε εκχύλισμα είχαν τις χαμηλότερες τιμές οξύτητας, με μικρή διαφορά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 2. Μετρήσεις οξύτητας των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

3.2 Ικανότητα συγκράτησης νερού

Η ικανότητα συγκράτησης νερού των τριών διαφορετικών δειγμάτων πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους (Διάγραμμα 3) έδειξαν ότι υπήρξαν μικρές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων με εκχύλισμα τριανταφυλλίου (1,5% w/w , 3% w/w) και του control δείγματος. Συγκεκριμένα, το πήκτωμα γάλακτος στο οποίο είχε προστεθεί το εκχύλισμα τριανταφυλλίου 1,5% w/w εμφάνισε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα ικανότητας συγκράτησης νερού σε σχέση με τα δείγματα με τριαντάφυλλο 3% w/w και το control.

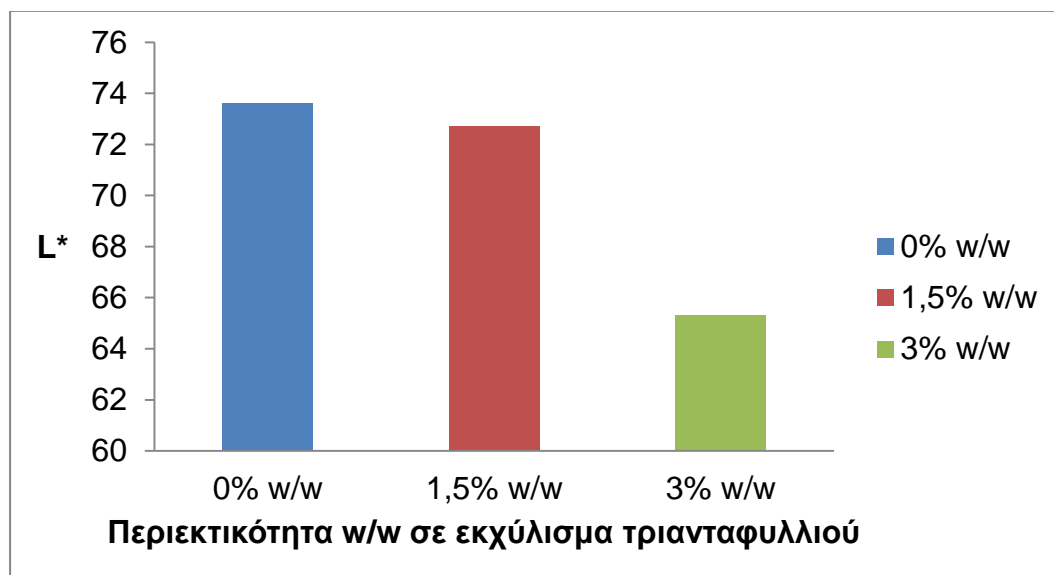


Διάγραμμα 3. Ικανότητα συγκράτησης νερού των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

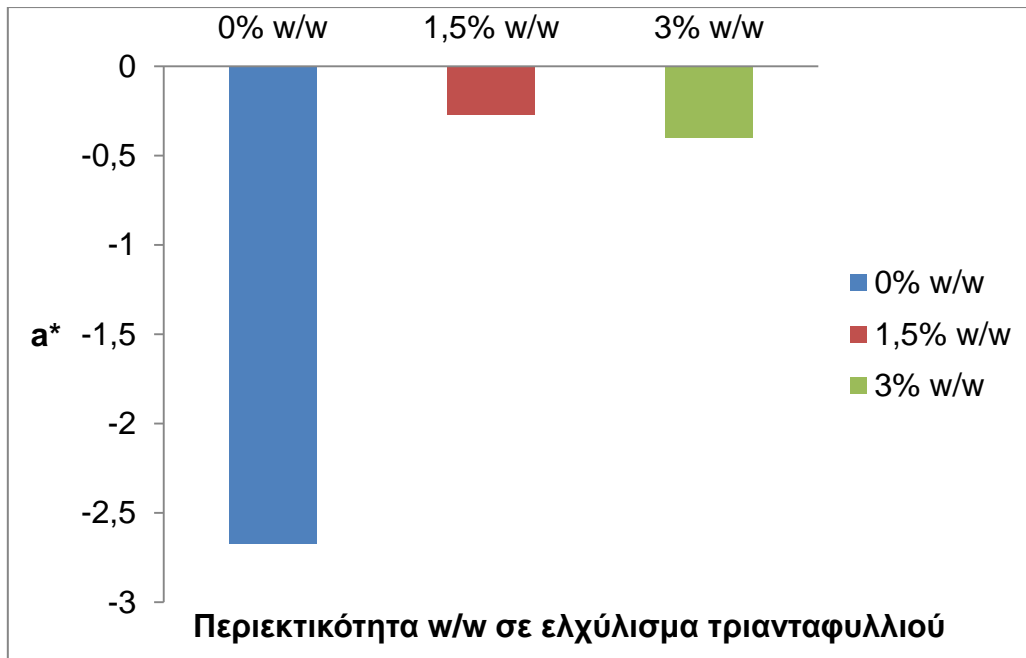
3.3 Προσδιορισμός χρώματος βάση τριών παραμέτρων L,a,b

Τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό του χρώματος των διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους βασίζονται σε τρεις παραμέτρους, L*, a*, b*, και φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα. Στο Διάγραμμα 4. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη

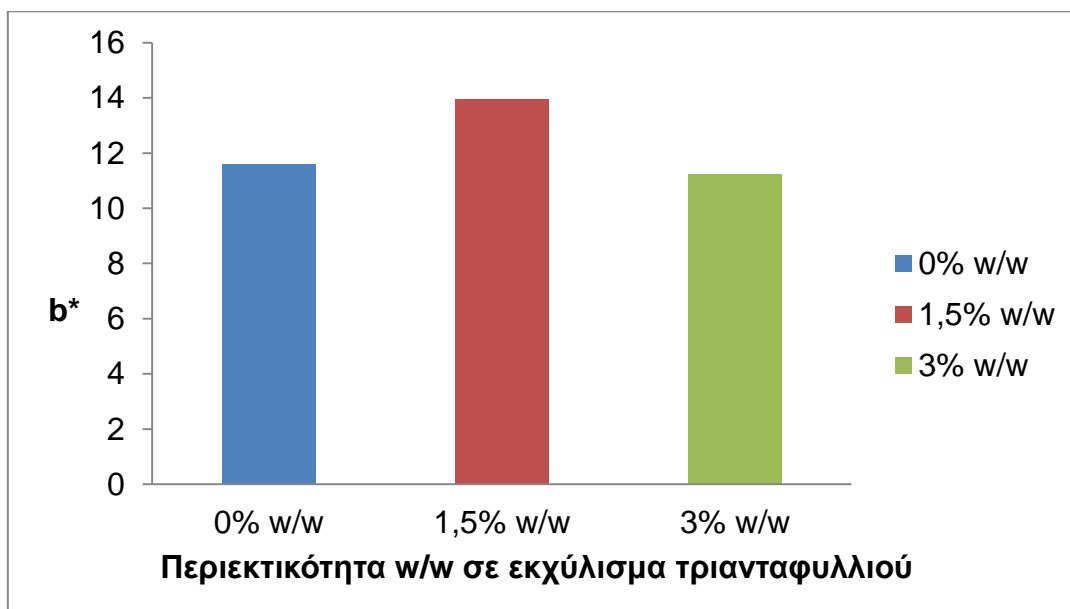
μέτρηση της φωτεινότητας L^* στα δείγματα και φαίνεται πως έχουν διαφορές μεταξύ τους. Οι τιμές της φωτεινότητας κυμαίνονται μεταξύ του 65,32 και του 73,58 που σημαίνει ότι το χρώμα είναι ανοιχτό δηλαδή τείνει στο άσπρο. Η χαμηλότερη τιμή φωτεινότητας μετρήθηκε στα δείγματα με εκχύλισμα τριανταφυλλίου 3% w/w ενώ την υψηλότερη τιμή είχε το δείγμα control 0% w/w. Το δείγμα με εκχύλισμα 1,5% w/w είχε επίσης παραπλήσια τιμή με το control. Τα αποτελέσματα από την μέτρηση της παραμέτρου a^* η οποία υποδεικνύει τα χρώματα κόκκινο και πράσινο παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5. Οι τιμές και των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος είναι αρνητικές που σημαίνει ότι το χρώμα τους τείνει στο πράσινο. Τα δείγματα στα οποία έγινε προσθήκη εκχυλίσματος τριανταφυλλίου (1,5% w/w και 3% w/w) είχαν ελάχιστη διαφορά μεταξύ τους, όμως είχαν μικρότερη τιμή από το δείγμα control 0% w/w .Τέλος, τα αποτελέσματα από την μέτρηση της παραμέτρου b^* η οποία υποδεικνύει τα χρώματα κίτρινο και μπλε παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 6. Οι τιμές και των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος είναι θετικές που σημαίνει ότι το χρώμα τους τείνει στο κίτρινο. Το δείγμα με τσάι τριανταφυλλίου 1,5% w/w παρουσιάζει το πιο κίτρινο χρώμα ενώ ακολουθούν το δείγμα control και το 3% w/w σε εκχύλισμα τριανταφυλλίου, με παραπλήσιες τιμές.



Διάγραμμα 4. Μετρήσεις της φωτεινότητας L^* των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)



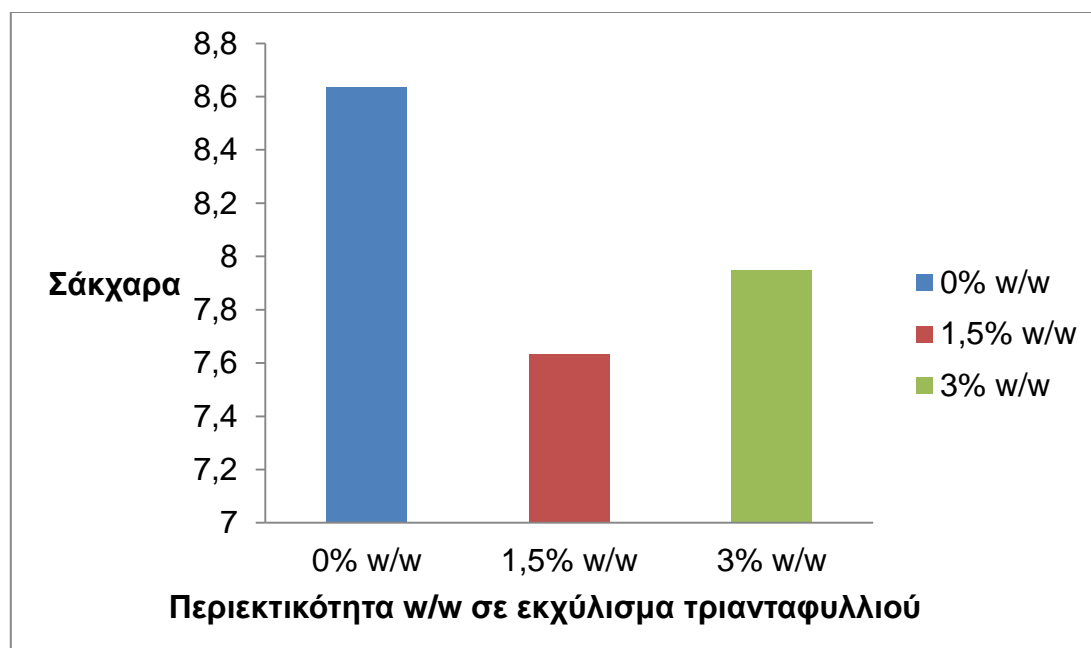
Διάγραμμα 5. Μετρήσεις της παραμέτρου a^* των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)



Διάγραμμα 6. Μετρήσεις της παραμέτρου b^* των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

3.4 Σάκχαρα

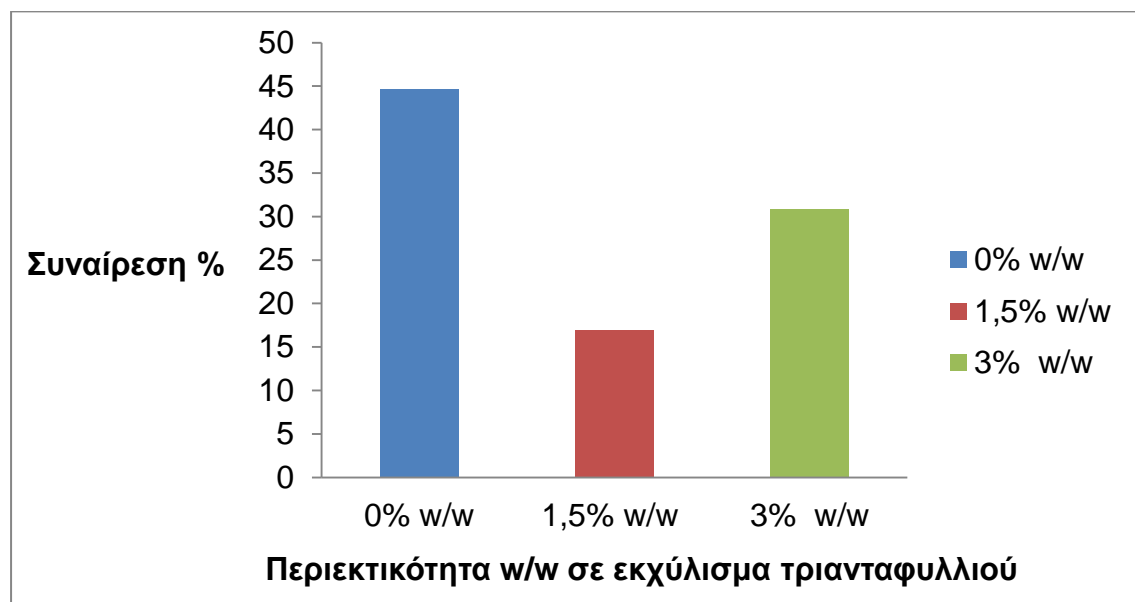
Στο Διάγραμμα 7. φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων των σακχάρων στα τρία διαφορετικά δείγματα πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους. Όπως φαίνεται υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων (του control και αυτών με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού). Το δείγμα control έδειξε να έχει την υψηλότερη τιμή σε σάκχαρα ενώ τα δείγματα με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού, σε περιεκτικότητα 1,5% w/w και 3% w/w , είχαν χαμηλότερες τιμές. Συγκεκριμένα, το 3% w/w εμφάνισε υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα σε σχέση με το 1,5% w/w.



Διάγραμμα 7. Μετρήσεις σακχάρων των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

3.5 Συναίρεση

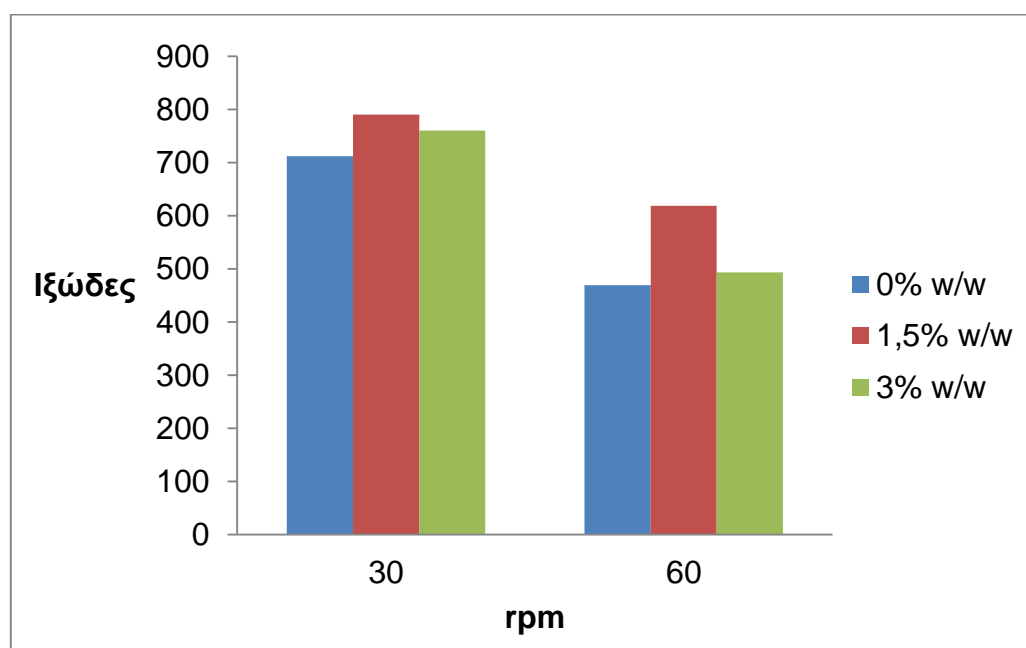
Η συναίρεση των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους φαίνονται στο Διάγραμμα 8. Όπως φαίνεται υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων. Συγκεκριμένα τα δείγματα στα οποία έγινε προσθήκη υδάτινου εκχυλίσματος τριανταφυλλίου (1,5% w/w , 3% w/w) έδειξαν διαφορές από το δείγμα control ,συγκεκριμένα είχαν χαμηλότερα επίπεδα συναίρεσης. Το δείγμα με εκχύλισμα τριανταφυλλίου 3% w/w έδειξε υψηλότερες τιμές συναίρεσης σε σχέση με το δείγμα 1,5%.



Διάγραμμα 8. Μετρήσεις συναίρεσης των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

3.6 Ιξώδες

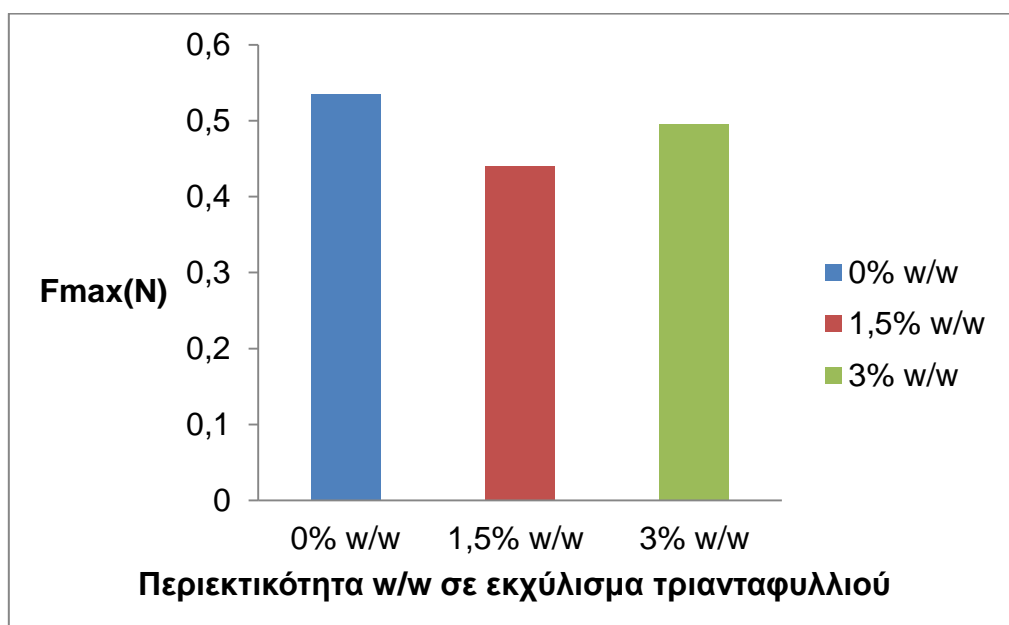
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ιξώδους, σε ταχύτητες περιστροφής 30 και 60 rpm, των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 9. Όπως φαίνεται υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων (του control και αυτών με το εκχύλισμα τριανταφυλλιού). Πιο συγκεκριμένα, στα δείγματα που τέθηκε ταχύτητα περιστροφής 30 rpm, το δείγμα control έδειξε την χαμηλότερη τιμή ιξώδους ενώ το δείγμα με περιεκτικότητα 1,5% w/w σε εκχύλισμα τριανταφυλλιού έδειξε υψηλότερη τιμή σε σχέση με το 3% w/w. Επίσης, στα δείγματα που τέθηκε ταχύτητα περιστροφής 60 rpm, υπήρξε μια διαφορά μεταξύ του δείγματος 1,5% w/w σε σχέση με τα άλλα δύο (0% w/w και 3% w/w), το οποίο έδειξε την υψηλότερη τιμή ιξώδους, ενώ το δείγμα 3% w/w είχε παραπλήσιες τιμές με το control.



Διάγραμμα 9. Μετρήσεις ιξώδους των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

3.7 Δομή

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της δομής των τριών διαφορετικών πηκτωμάτων γάλακτος επεξεργασμένα με υπερήχους παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 10. Στο διάγραμμα φαίνεται πως η μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης της δομής του control είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση και των δυο άλλων δειγμάτων όπου έχει προστεθεί εκχύλισμα τριανταφυλλιού (1,5% w/w, 3% w/w) . Η χαμηλότερη δύναμη που απαιτήθηκε για να παραμορφωθεί το δείγμα ήταν στο πήκτωμα γάλακτος με περιεκτικότητα σε εκχύλισμα τριανταφυλλιού 1,5% w/w.



Διάγραμμα 10. Μετρήσεις δομής των τριών πηκτωμάτων γάλακτος (0% w/w, 1,5% w/w, 3% w/w)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα διατριβή παρασκευάστηκαν πηκτώματα γάλακτος (τύπος γιαουρτιού) επεξεργασμένα με υπερήχους. Οι υπερήχοι χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία του γάλακτος και επηρεάζουν διαδικασίες όπως τη γαλακτοματοποίηση, την ομογενοποίηση και την πήξη του γάλακτος. Υπάρχουν αρκετές αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση των υπερήχων στο γάλα. Πιο συγκεκριμένα, οι Mason et al. (2006), αναφέρουν ότι τα γαλακτώματα, στα οποία επιδρούν οι υπερήχοι, είναι πιο σταθερά σχετικά με εκείνα που παράγονται με τους συμβατικούς τρόπους και συχνά απαιτούν λιγότερες ή και καθόλου επιφανειοδραστικές ουσίες. Ακόμη, οι Ertugay et al. (2004), αναφέρουν ότι οι υπερήχοι υψηλού πλάτους επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα ομογενοποίησης του γάλακτος σε σύγκριση με συμβατικές μεθόδους ομογενοποίησης. Επίσης αναφέρουν ότι καθώς ο χρόνος και τα επίπεδα ισχύος των υπερήχων αυξάνονται, βελτιώνεται και η απόδοση της ομογενοποίησης. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Wu et al. (2000) οι οποίοι μελέτησαν τα αποτελέσματα των υπερήχων στην ομογενοποίηση του γάλακτος. Τέλος, όσον αφορά την πήξη του γάλακτος όπως αναφέρουν οι Wu et al. (2000), η εφαρμογή υπερήχων κατά την ομογενοποίηση του γάλακτος μειώνουν τον χρόνο πήξης του και σύμφωνα με τους Nguyen et al. (2010) η εφαρμογή υπερήχων έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία σταθερότερων πηκτωμάτων γάλακτος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα διαγράμματα φαίνεται ότι η προσθήκη υδάτινου εκχυλίσματος τριανταφυλλιού επηρέασε ως ένα βαθμό τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των πηκτωμάτων γάλακτος. Συγκεκριμένα, η προσθήκη του τσαγιού αύξησε τις τιμές του pH αμέσως μετά την προσθήκη του και παρέμειναν σε υψηλότερα επίπεδα από το δείγμα control καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης του γάλακτος. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι το τσάι τριαντάφυλλο επεξεργασμένο με υπερήχους, σύμφωνα με μια μέτρηση που έγινε στο εργαστήριο, είχε σχετικά υψηλό pH (~7-8), και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH στο τελικό προϊόν, δηλαδή στα πηκτώματα γάλακτος. Η διαπίστωση αυτή συμφωνεί με μια έρευνα των Muniandy et al. (2017) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η προσθήκη

πράσινου, λευκού και μαύρου τσαγιού στο γιαούρτι, παρόλο που δεν ήταν επεξεργασμένο με υπερήχους, έδειξε υψηλότερες τιμές pH σε σύγκριση με το γιαούρτι χωρίς τσάι, κατά την αποθήκευση τους για 21 μέρες. Αντίστοιχα στην ίδια έρευνα μελέτησαν και την τιτλοδοτούμενη οξύτητα και έδειξαν ότι η οξύτητα αυξήθηκε με την προσθήκη των διαφορετικών ειδών τσαγιού, το οποίο επιβεβαιώνεται και στα δικά μας αποτελέσματα αφού στα δείγματα με εκχύλισμα τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w υπήρξε μια αύξηση στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα. Ακόμη, τα αποτελέσματα από την μέτρηση της ικανότητας συγκράτησης νερού έδειξαν ότι η προσθήκη του εκχυλίσματος τριανταφυλλιού αύξησε τις τιμές της σε σχέση με το αρχικό δείγμα που δεν περιείχε εκχύλισμα. Παρόμοια, σε μια αντίστοιχη έρευνα, οι Daramola et al. (2013) υποστήριξαν ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων από φύλλα διαφόρων φυτών αύξησε το ποσοστό ικανότητας συγκράτησης νερού στο γιαούρτι, παρόλο που δεν ήταν επεξεργασμένο με υπερήχους, και αυτό οφείλεται στα φαινολικά και κυρίως τα φλαβονοειδή, τα οποία βρίσκονται σε αφθονία στο τσάι τριαντάφυλλο. Είναι γνωστό ότι τα φλαβονοειδή έχουν ένα τμήμα υδροξυλίου το οποίο μπορεί να σχηματίζει δεσμό με τα μόρια του νερού χρησιμοποιώντας δεσμούς υδρογόνου.

Επιπρόσθετα, η προσθήκη εκχυλίσματος τριανταφυλλιού είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση του βαθμού συναίρεσης και την αύξηση στις τιμές του ιζώδους στα πηκτώματα γάλακτος. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με μία έρευνα του Liu (2017), ο οποίος αναφέρει ότι η προσθήκη ενός κινέζικου φυτικού εκχυλίσματος στο γιαούρτι, σε αναλογίες 1% w/w, 1,5% w/w, 2% w/w και 3% w/w, μείωσε την συναίρεση και σύμφωνα με τους Srisunvor et al (2013) αυτό έγινε εξαιτίας της αλληλεπίδρασης υδρόφιλων μακρομορίων στο τσάι και στο νερό. Επίσης η προσθήκη αυτού του εκχυλίσματος βελτίωσε το ιζώδες των γιαουρτιών και αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι το τσάι βελτίωσε την περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε μη λιπαρά στερεά (Liu,2017). Προφανώς και το εκχύλισμα τριανταφυλλιού περιέχει μακρομόρια τα οποία οδηγούν σε πιο συμπαγής δομές με υψηλότερο ιζώδες και υψηλότερη συγκράτηση νερού. Όσον αφορά το χρώμα, τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των τριών παραμέτρων L^* , a^* και b^* , έδειξαν ότι τα πηκτώματα, στα οποία έγινε προσθήκη εκχυλίσματος τριανταφυλλιού, είχαν ελαφρώς χαμηλότερες τιμές

φωτεινότητας L^* από τα δείγματα control και μάλιστα οι τιμές όλων των πηκτωμάτων ήταν κοντά στο εκατό που σημαίνει ότι το χρώμα τους τείνει προς το άσπρο. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα εκχυλίσματα τριανταφυλλίου 1,5% w/w και 3% w/w, σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν στο εργαστήριο, είχαν χαμηλότερη φωτεινότητα σε σχέση με το γάλα οπότε η προσθήκη τους στο γάλα μείωσε και τη φωτεινότητα των τελικών πηκτωμάτων γάλακτος που παρασκευάστηκαν. Αντίστοιχα για τις τιμές a^* , όλα τα δείγματα είχαν αρνητικές τιμές, αλλά πολύ κοντά στο 0, που σημαίνει ότι το χρώμα τους τείνει στο πράσινο και μάλιστα στα δείγματα με το εκχύλισμα τριανταφυλλίου 1,5% w/w και 3% w/w οι τιμές a^* ήταν ελαφρώς πιο χαμηλές, ενώ οι τιμές b^* ήταν θετικές σε όλα τα δείγματα που σημαίνει ότι το χρώμα τους τείνει προς το κίτρινο, με ελάχιστα αυξημένες τιμές b^* στα πηκτώματα γάλακτος με τριαντάφυλλο. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από μια έρευνα των O'Sullivan et al. (2016), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση των εκχυλισμάτων *Ascophyllum nodosum* και *Fucus vesiculosus* στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Ακόμη, τα αποτελέσματα από την μέτρηση των σακχάρων έδειξαν ότι η προσθήκη του εκχυλίσματος τριανταφυλλίου μείωσε τις τιμές τους σε σχέση με το αρχικό δείγμα control και μάλιστα την χαμηλότερη τιμή σακχάρων είχαν τα πηκτώματα γάλακτος με περιεκτικότητας 1,5% w/w σε εκχύλισμα. Σε μια παρόμοια έρευνα των Zhang et al. (2019), αξιολογήθηκε η επίδραση του εκχυλίσματος από το φυτό *Moringa oleifera* στα σάκχαρα των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη του εκχυλίσματος *Moringa oleifera* μείωσε τα σάκχαρα στο γιαούρτι, κάτι που επιβεβαιώνεται και στο δικό μας πείραμα. Τέλος, στα πηκτώματα γάλακτος μετρήθηκε η δομή και συγκεκριμένα λήφθηκαν αποτελέσματα για την μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης της δομής τους (F_{max}). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δείγματα που χρειάστηκαν μεγαλύτερη δύναμη παραμόρφωσης της δομής τους ήταν τα δείγματα control ενώ τα δείγματα στα οποία προστέθηκε το εκχύλισμα τριανταφυλλίου χρειάστηκαν λιγότερη δύναμη F_{max} . Προφανώς η προσθήκη εκχυλισμάτων τριανταφυλλίου επηρέασε σημαντικά τις πρωτεΐνες πήξης και συγκεκριμένα τις καζεΐνες.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν στην συγκεκριμένη διατριβή είναι τα εξής:

- Τα εκχυλίσματα τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w είχαν σχετικά αυξημένο pH το οποίο οδήγησε σε αύξηση του pH στα πηκτώματα γάλακτος καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης και άρα τη δημιουργία πηκτωμάτων γάλακτος με υψηλότερο pH. Επίσης η οξύτητα των πηκτωμάτων γάλακτος στα οποία έγινε η προσθήκη των εκχυλισμάτων αυξήθηκε σε σχέση με το αρχικό δείγμα control.
- Η προσθήκη των εκχυλισμάτων τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w, αύξησε το ποσοστό ικανότητας συγκράτησης νερού των πηκτωμάτων γάλακτος εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας φλαβονοειδών στο τσάι τριαντάφυλλο.
- Τα πηκτώματα γάλακτος που παρασκευάστηκαν έπειτα από την προσθήκη του τσαγιού 1,5% w/w και 3% w/w, είχαν μικρότερο βαθμό συναίρεσης και μεγαλύτερες τιμές ιξώδους με πιο συμπαγής δομές και υψηλότερη συγκράτηση νερού.
- Η χαμηλή φωτεινότητα των εκχυλισμάτων τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w σε σχέση με το γάλα οδήγησε στην παρασκευή πηκτωμάτων γάλακτος με χαμηλότερη φωτεινότητα.
- Η προσθήκη του τσαγιού 1,5% w/w και 3% w/w μείωσε την περιεκτικότητα των πηκτωμάτων γάλακτος σε σάκχαρα.
- Η προσθήκη των εκχυλισμάτων τριανταφυλλιού 1,5% w/w και 3% w/w οδήγησε σε πηκτώματα γάλακτος με πιο μαλακές δομές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Adámez J.D., Samino E.G., Sánchez E.V. and González-Gómez D., 2012. In vitro estimation of the antibacterial activity and antioxidant capacity of aqueous extracts from grape-seeds (*Vitis vinifera* L.). *Food Control*, 24(1):136-141.
2. Alzamora S.M., Guerro S.N., Lopez-Malo A., 2000. Ultrasound as a Food Preservation Method. IFT Annual Meeting. USA
3. Awale S., Tohda C., Tezuka Y., Miyazaki M. and Kadota S., 2011. Protective effects of *Rosa damascena* and its active constituent on A β (25–35)-induced neuritic atrophy. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 1-8.
4. Barbosa-Canovas G.V., Pothakamury U.H., Palou E. and Swanson B.G., 1997. Nonthermal Preservation of Foods. In: Dekker M. (ed.), *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, New York, 43(3), pp 265-85.
5. Bikmoradi A., Harorani M., Roshanaei G., Moradkhani S. and Falahinia G.H., 2016. The effect of inhalation aromatherapy with damask rose (*Rosa damascena*) essence on the pain intensity after dressing in patients with burns: a clinical randomized trial. *Iran J Nurs Midwifery Res*, 21(3):247.
6. Boskabady M.H., Shafei M.N., Saberi Z. and Amini S., 2011. Pharmacological effects of *Rosa damascena*. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(4):295-307.
7. Brans, G., Schroen, C. G. P. H., van der Sman, R. G. M., Boom, R. M. 2004. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, 243:263–272.
8. Broyard C and Gaucheron F., 2015. Modifications of structures and functions of caseins: a scientific and technological challenge. *Dairy Science*, 95 (6):831-862.

9. Burrington, K. 2005. How to leverage the advantages of whey ingredients in beverages. *Nutrition Outlook* 8, 5:21–25.
10. Caleja C., Barros L., Antonio A.L., Ciric A., Barreira J.C.M., Sokovic M., Oliveira M.B.P.P., Santos-Buelga C. and Ferreira I.C.F.R., 2015. Development of a functional dairy food: Exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Functional Foods*, 16:114-124.
11. Caroli A.M., Chessa S. and Erhardt G.J., 2009. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *J. Dairy Sci.*, 92(11):5335-5352.
12. Chandrapala J., Martin G.J.O., Zisu B., Kentish S. E. and Ashokkumar, M., 2012. The effect of ultrasound on casein micelle integrity. *Journal of Dairy Science*, 95 (12):6882–6890.
13. Chou C.-C., Lin L.L. and Chung K.-T., 1999. Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season. *International Journal of Food Microbiology*, 48:125-130.
14. Connolly E., 1978. Yogurt quality assurance programs. *Cultured Dairy Products Journal*, 13(1): 22.
15. Coruh S., and Ercisli S., 2010. Interactions between galling insects and plant total phenolic contents in *Rosa canina* L. genotypes. *Scientific Research and Essays*, 5 (14):1935-1937.
16. Croguennec T., Jeantet R. and Gérard B., 2008. *Fondements physicochimiques de la technologie laitière*. Lavoisier, Paris.
17. Crosby L., 1982. Juices pasteurized ultrasonically. *Food Production/Management*:16.
18. Csapó-Kiss, Zs., Stefler, J., Martin, T.G., Makray, S. Csapó, J., 1995. Composition of mares' colostrum and milk. Protein content, amino acid composition and contents of macro and micro-elements. *International Dairy Journal*, 403-415.
19. Cutler R.R., 2003. Culinary uses and nutritional value. In: Roberts, T. Debener A.V., Gudin S. (Eds.), *Encyclopedia of Rose Science*, Elsevier, Academic Press, San Diego, CA, pp.707-716.

20. Dalgleish D.G. and Corredig M., 2012. The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3:449-467.
21. Daramola B., Oje O.J. and Oduola R.O., 2013. Phytochemical screening and application of extracts of selected plant foods in preparation of enhanced sensorial and healthier image yoghurt. *African Journal of Biotechnology*, 12(1):96-102.
22. De Marchi M., Fagan C.C., O'Donnell C.P., Cecchinato A., Dal Zotto, R., Cassandro M., Penasa M. and Bittante, G., 2009. Prediction of coagulation properties, titratable acidity, and pH of bovine milk using mid-infrared spectroscopy. *J. Dairy Sci.*, 92(1):423-432.
23. Earnshaw R.G., Appleyard J. and Hurst R.M., 1995. Understanding physical inactivation processes: Combined preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure, *Int. J. Food Microbiol.*, 28:197–219.
24. Eigel (Chairman) W.N., Butler J.E., Ernstrom C.A., Farrell Jr.H.M., Harwalkar V.R., Jenness R. and McL Whitney R., 1984. Nomenclature of Proteins of Cow's Milk: Fifth Revision. *Journal of Dairy Science*, 67:1599-1631.
25. Ertugay M. F., Şengül M. and Şengül M., 2004. Effect of ultrasound treatment on milk homogenisation and particle size distribution of fat. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(2):303–308.
26. Fox P.F. and Mc Sweeney P.L.H., 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Springer Science & Business Media, New York
27. Gao H.X., Yu Z.L., He Q., Tang S.H. and Zeng W.C., 2018. A potentially functional yogurt co-fermentation with *Gnaphalium affine*. *LWT - Food Science and Technology*, 91:423-430.
28. Gartside C.S. and Robins M.M., 1990. Sonochemistry, the Uses of Ultrasound in Chemistry. In: T.J. Mason (ed.), *Royal Society of Chemistry*, pp. 27.
29. Gezimati J., Creamer L.K., Singh H ,1997. Heat induced interaction and gelation of mixtures of b-lactoglobulin and α -lactalbumin. *J Agric Food Chem* , 45:1130-1136.

30. Ghazghazi H., Miguel M.G., Hasnaoui B., Sebei H., Ksontini M., Figueiredo A.C., Pedro L.G and Barroso J.G., 2010. Phenols, essential oils, and carotenoids of *Rosa canina* from Tunisia and their antioxidant activities. *Afr J Biotechnol*, 9:2709-2716.
31. Gill H.S., Rutherford K.J. and Cross M.L., 2000. Bovine milk: a unique source of immunomodulatory ingredients for functional foods. In: Buttriss J. and Saltmarsh M. (eds), *Functional Foods II –Claims and Evidence*, Royal Society of Chemistry Press, Cambridge, England, pp. 82–90.
32. Glantz M., Devold T.G., Vegarud G.E., Lindmark M.H, Stålhammar H. and Paulsson M., 2010. Importance of casein micelle size and milk composition for milk gelation. *J. Dairy Sci.*, 93(4):1444-1451.
33. Goff H. D. and Hill A. R., 1993. Chemistry and physics. In: Hui Y. H. (Ed.), *Dairy Science and Technology Handbook. Principles and properties*, VCH Publishers, New York, Vol. 1, pp. 1–82.
34. Hallén E. 2008. Coagulation Properties of Milk :Association with Milk Protein Composition and Genetic Polymorphism, 75.
35. Herceg Z., Jambrak A.R., Lelas V. and Thagard S.M., 2012. The Effect of High Intensity Ultrasound Treatment on the Amount of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in Milk. *Food Technol. Biotechnol.*, 50 (1):46–52
36. Holman, K.H. 1974. Cytology and fine structure of the mammary gland. In: Larson B.L. and Smith V.R. (eds.), *Lactation*, Acad press, pp 37.
37. Holt C., 1997. The milk salts and their interaction with casein. In: Fox, P.F (ed.), *Advanced Dairy Chemistry*, Chapman & Hall, London, pp. 233–256.
38. Holt, C. and Carver, J.A., 2012. Darwinian transformation of a 'scarcely nutritious fluid' into milk. *Journal of Evolutionary Biology*, 25 :1253-1263.
39. Hudson H.M., Daubert C.R. and Foegeding E.A., 2000. Rheological and physical properties of derivitized whey protein isolate powders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* ,48:3112-3119.
40. Investment Centre Division FAO, (2009), *Agribusiness Handbook Milk/Dairy Products*, FAO, Rome, Italy, 7, 18.

41. Kelley K.M., Behe B.K., Biernbaum J.A. and Poff K.L., 2001. Consumer and professional chef perceptions of three edible-flower species. *Hortscience*, 36:162-166.
42. Khan N. and Mukhtar H., 2007. Tea polyphenols for health promotion. *Life Sci.*, 81:519-533.
43. Javanaud C., Gladwell N.R., Gouldby S.J., Hibberd D.J., Thomas A. and Robins M.M., 1991. Experimental and Theoretical Values of the Ultrasonic Properties of Dispersions: Effect of Particle State and Size Distribution. *Ultrasonics*, 29:331.
44. Leighton T.G., 2007. What is ultrasound?. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93:3-83.
45. Liu D., 2017. Effect of Fuzhuan brick-tea addition on the quality and antioxidant activity of skimmed set-type yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*.
46. Lucey J.A. and Singh H., 1997. Formation and physical properties of acid milk gels: A review. *Food Research International*, 30(7):529-542.
47. Mahboubi M. 2016. Rosa damascena as holy ancient herb with novel applications. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 6:10-16.
48. Manzocco L., Anse M. and Nicoli M.C., 1998. Antioxidant properties of tea extracts as affected by processing. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 31:694-698.
49. Mason T.J., 1996. The uses of ultrasound in food technology. *Ultrasonics Sonochemistry* 3:253-260.
50. Mason T.J., Paniwnyk L. and Chemat F., 2003. Ultrasound as a Preservation Technology. In: Zeuthen P., Bøgh-Sørensen L. (ed.), *Food Preservation Techniques*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA pp. 303–337.
51. Mason T.J., Chemat F. and Vinatoru M., 2011. The extraction of natural products using ultrasound or microwaves. *Current Organic Chemistry*, 15(2):237–247.
52. McClements D.J. and Povey M.J.W., 1992. Ultrasonic analysis of edible fats and oils. *Ultrasonics* 30:383-388.

53. McClements D.J., Povey M.J.W. and Dickinson E., 1993. Absorption and velocity dispersion due to crystallization and melting of emulsion droplets. *Ultrasonics*, 31:433.
54. McClements J., 1995. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science and Technology*, 6: 293–99.
55. Mondal T.K., Bhattacharya A., Laxmikumaran m. and Ahuja P.S., 2004. Recent advances of tea (*Camellia sinensis*) biotechnology. *Plant Cell Tissue Organ. Cult.*, 76:195-254.
56. Muniandy P., Shori A.B. and Baba A.S., 2016. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8:1-8.
57. Muniandy P., Shori A.B. and Baba A.S., 2017. Comparison of the effect of green, white and black tea on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus* spp. in yogurt during refrigerated storage. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 22:26-30.
58. Najgebauer-Lejko D., 2014. Effect of green tea supplementation on the microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic milks. *Dairy Sci. Technol.*, 94:327-339.
59. Naquvi K.J., Ansari S.H., Ali M. and Najmi A.K.. Volatile oil composition of *Rosa damascena* Mill. (Rosaceae). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2:177-181.
60. Nedeltcheva-Antonova D., Stoicheva P. and Antonov L., 2017. Chemical profiling of Bulgarian rose absolute (*Rosa damascena* Mill.) using gas chromatography-mass spectrometry and trimethylsilyl derivatives. *Industrial Crops and Products*, 108:36-43.
61. Nguyen N.H.A. and Anema S.G., 2010. Effect of ultrasonication on the properties of skim milk used in the formation of acid gels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11:616-622.
62. O'Sullivan A.M., O'Grady M.N. ,O'Callaghan Y.C., Smyth T.J., O'Brien N.M., Kerry J.P., 2016. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 37:293-299.

63. Parnell-Clunies E.M., Kakuda Y., Mullen K., Arnott D.R. and Deman J.M., 1986. Physical Properties of Yogurt: A Comparison of Vat Versus Continuous Heating Systems of Milk. *Journal of Dairy Science*, 69:2593-2603.
64. Pires T.C.S.P., Dias M.I., Barros L. and Ferreira I.C.F.R., 2017. Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: Valorization as new food ingredients. *Food Chemistry*, 220:337-343.
65. Piyasena P., Mohareb E. and McKellar R. C., 2003. Inactivation of microbes using ultrasound: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 87(3):207–216.
66. Povey M.J.W. and Mason T.J., 1998. *Ultrasound in Food Processing*. Blackie Academic&Professional, London, pp. 53–57.
67. Rakhshandah H., Hosseini M., and Dolati K., 2010. Hypnotic effect of *Rosa damascene* in mice. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 181-185.
68. Remeuf F., Cossin V., Dervin C., Lenoir J. and Tomassone R., 1991. Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Lait*, 71(4): 397-421.
69. Renner E., Abd El-Salam MH., 1991. Ultrafiltration of whey. In: *Application of Ultrafiltration in the Dairy Industry*. Elsevier Applied Science London and New York, pp 153-216, 217-314.
70. Riffault L., Destandau E., Pasquier L., André P. and Elfakir C., 2014. Phytochemical analysis of *Rosa hybrida* cv. 'Jardin de Granville' by HPTLC, HPLC-DAD and HPLC-ESI-HRMS: polyphenolic fingerprints of six plant organs. *Phytochemistry*, 99:127-134.
71. Robinson R.K., 2003. Yoghurt types and manufacture. In: Roginski H., Fuquay J.W. and Fox P.F. (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences*, Academic Press, Elsevier Science, Amsterdam, Vol. 2, pp. 1055-1058.
72. Rogers P.J., Smith J.E., Heatherley S.V. and Pleydell-Pearce C.W., 2008. Time for tea: mood, blood pressure and cognitive performance effects of caffeine and theanine administered alone and together. *Psychopharmacology*, 195:569-577.

73. Sang S., Lambert J.D., Ho C. and Yang C.S., 2011. The chemistry and biotransformation of tea constituents. *Pharmacological Research*, 64:87-99.
74. Schmitzer V., Mikulic-Petkovsek M. and Stampar F., 2019. Traditional rose liqueur – A pink delight rich in phenolics. *Food Chemistry*, 272:434-440.
75. Şener D., 2012. Isparta gülü (*Rosa Damascena* Miller) ve bazı ürünlerinin antioksidan kapasiteleri ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Erzurum, Türkiye.
76. Senge B., Schulz D., Krenkel K., 1997. Structure formation in milk during rennet coagulation. *Applied Rheology*, 7(4):153-160.
77. Shohaye M., Abdel-Hameed E.S., Bazaid S.A., Maghrabi I., 2014. Antibacterial and antifungal activity of *Rosa damascena* MILL. essential oil, different extracts of rose petals. *Global Journal of Pharmacology*, 8:1-7.
78. Silva M., Zisu B. and Chandrapala J., 2018. Influence of low-frequency ultrasound on the physico-chemical and structural characteristics of milk systems with varying casein to whey protein ratios. *Ultrasonics Sonochemistry*, 49:268-276.
79. Simal S., Benedito J., Clemente G., Femenia A., Rosselló C., 2003. Ultrasonic determination of the composition of a meat – based product. *J. Food Eng.* 58:253-257.
80. Soria A. C. and Villamiel M., 2010. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(7):323–331.
81. Srisuvor N., Chinprahast N., Prakitchaiwattana C. and Subhimaros S., 2013. Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana puree. *LWT-Food Science and Technology*, 51:30–36.
82. Staffolo, M.D., Bertola N., Martino M. and Bevilacqua A., 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14:263–268.

83. Sutariya S., Sunkesula V., Kumar R. and Shah K., 2018. Emerging applications of ultrasonication and cavitation in dairy industry: a review. *Food Science and Technology*, 3.
84. Toba T., 1990. A new method for manufacture of lactose-hydrolysed fermented milk. *Journal of Science and Food Agriculture*, 52:403-407.
85. Troch T., Lefébure E., Baeten V., Colinet F., Gengler N. and Sindic M., 2017. Cow milk coagulation: process description, variation factors and evaluation methodologies. A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 21.
86. Uluko H., Liu L., Lv J.P. and Zhang S.W., 2016. Functional characteristics of milk protein concentrates and their modification. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (7) :1193-1208.
87. Villamiel M., and de Jong P., 2000. Influence of high-intensity ultrasound and heat treatment in continuous flow on fat, proteins, and native enzymes of milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2):472–478.
88. Vignola C.L., 2002. *Science et technologie du lait : transformation du lait*. Montréal, Canada, Presses internationales Polytechnique
89. Vinokur Y., Rodov V., Reznick N., Goldman G., Horev B., Umiel N. and Friedman H., 2006. Rose petal tea as an antioxidant-rich beverage: Cultivar effects. *Journal of Food Science*, 71 (1):542-547.
90. Walsh C.D., Guinee T.P., Reville W.D. and Harrington D., 1998. Influence of κ -casein genetic variant on rennet gel microstructure, Cheddar cheesemaking properties and casein micelle size. *Int. Dairy J.*, 8(8):707-714.
91. Walstra P. and Jenness R., 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley & Sons, New York
92. Walstra P., Wouters J.T.M. and Geurts, T.J., 2006. *Dairy Science and Technology*, Taylor and Francis Group, New York.
93. Wolfe RR. 2000. Protein supplements and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (2):551S-557S.
94. Wu H., Hulbert G. J. and Mount J. R., 2000. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1(3):211–218.

95. Zhang T., Jeong C.H., Cheng W.N., Bae H., Seo H.G., Petriello M.C. and Han S.G., 2019. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. *LWT*, 101:276-284.
96. Zuo Y., Chen H. and Deng G., 2002. Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*, 57:307-316.

Ελληνική Βιβλιογραφία

97. Μάντης Α.Ι., 2000. Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλακτος και των Προϊόντων του. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
98. Μπούκλας Ι.Γ., 2017. Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.