



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

«Μελέτη της ζύμωσης του γάλακτος για την παρασκευή
γιαουρτιού υπό την συνδυαστική επίδραση εκχυλισμάτων
πιπερόριζας και γκουαρανά»

ΛΑΡΙΣΑ, 2024

**«Μελέτη της ζύμωσης του γάλακτος για την παρασκευή
γιαουρτιού υπό την επίδραση εκχυλισμάτων τζίντζερ και
τζίντζερ-γκουαρανά»**

**«Study of milk fermentation for the production of yogurt
under the effect of ginger and ginger-guarana extracts»**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γιαννούλη Περσεφόνη

Επίκουρη Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων
Φυτικής Προέλευσης, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
(Επιβλέπουσα Καθηγήτρια)

Λεωνίδας Δημήτριος

Καθηγητής Βιοχημείας, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
(Μέλος επιτροπής)

Μπαλατσός Νικόλαος

Αναπληρωτής Καθηγητής Βιοχημείας, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος επιτροπής)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τις μεταπτυχιακές σπουδές και τη συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι συνέβαλαν στην επίτευξη των στόχων μου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου διατριβής κα. Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας για την καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου διατριβής, προσφέροντάς μου τον χρόνο και τις πολύτιμες συμβουλές της για την ολοκλήρωση της εργασίας και κατά το πειραματικό μέρος αλλά και κατά την συγγραφή της.

Οφείλω τις ευχαριστίες μου στα μέλη της τριμελούς επιτροπής, στον κ. Λεωνίδα Δημήτριο, Καθηγητή Βιοχημείας του τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και στον κ. Μπαλατσό Νικόλαο, Επίκουρο Καθηγητή Βιοχημείας του τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που με τίμησαν με τη συμμετοχή και τις παρατηρήσεις τους. Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Χατζηγιωάννου Μαριάνθη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος που μας επέτρεψε την χρήση του μηχανήματος αναλυτή δομής και τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κουρουνιώτου Ευαγγελία για την υποδειγματική συνεργασία μας και την αμέριστη βοήθειά της κατά την εκπόνηση του πειραματικού μέρους της διατριβής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας, ο μεγάλος ανταγωνισμός που επικρατεί μεταξύ των γαλακτοβιομηχανιών, έχει οδηγήσει στην συνεχή παραγωγή προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας, πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά και απαραίτητων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Το γιαούρτι είναι ένα τέτοιο προϊόν, ενώ με την προσθήκη φυτικών εκχυλισμάτων καθίσταται σε ένα εξαιρετικά ωφέλιμο προϊόν για την υγεία. Στην διατριβή αυτή μελετήθηκε σε διαφορετικές συγκεντρώσεις η επίδραση των εκχυλισμάτων πιπερόριζας (τζίντζερ) και του μείγματος εκχυλίσματος τζίντζερ με εκχύλισμα γκουαρανά στη ζύμωση του γάλακτος για την παρασκευή γιαουρτιού. Στόχος είναι η δημιουργία ενός γιαουρτιού εμπλουτισμένο με τα θρεπτικά συστατικά των εκχυλισμάτων που προαναφέρθηκαν. Τα γιαούρτια που παράχθηκαν, αφορούσαν σε συγκέντρωση τζίντζερ 1%, 2%, 3% w/w και τα μείγματα εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά σε συγκέντρωση 1-3%, 2-3% και 3-3% w/w. Ακόμη μελετήθηκε και το γιαούρτι control 0% w/w το οποίο δεν εμπλουτίστηκε με κάποιο από τα εκχυλίσματα. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πειραματικό μέρος οδήγησαν σε συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο που τα εκχυλίσματα αυτά επηρέασαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού όπως είναι το pH, η οξύτητα, το χρώμα, η συναίρεση, η ικανότητα συγκράτησης νερού, η σκληρότητα και η μικροδομή. Τέλος η πειραματική διαδικασία έδειξε πως είναι εφικτό να παραχθούν γιαούρτια που να περιέχουν εκχυλίσματα πιπερόριζας και γκουαρανά.

Λέξεις Κλειδιά: Γιαούρτι, Πιπερόριζα (Ginger), Γκουαρανά (Guarana), Εκχύλισμα, Ζύμωση

ABSTRACT

Nowadays, the intense competition prevailing among the dairy industries has led to the continuous production of high-nutritional value foods, rich in nutrients and essential for the human body. Yogurt is one such product and the addition of plant extracts has the ability to transform it to an exceptionally beneficial product for health. In the present thesis, it has been examined the effect of ginger extracts and the mixture of ginger extract with guarana extract on milk fermentation for yogurt production at different concentrations. The aim is to create a yogurt enriched with the nutritional components of the aforementioned extracts. The yogurts produced involved ginger concentrations of 1%, 2%, 3% w/w, and ginger-guarana extract mixtures at concentrations of 1-3%, 2-3%, and 3-3% w/w. Additionally, a control yogurt with 0% w/w has also been studied, nonetheless, it was not enriched with any of the extracts. Subsequently, the results obtained from the experimental part led to conclusions regarding the way the precedent extracts affected the qualitative characteristics of yogurt, such as pH, acidity, color, syneresis, water holding capacity, hardness, and microstructure. In conclusion, the experimental procedure demonstrated the feasibility of producing yogurts that contain ginger and guarana extracts.

Key-words: Yogurt, Ginger, Guarana, Extract, Fermentation

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. ΓΙΑΟΥΡΤΙ	9
1.1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ.....	9
1.1.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ (ΓΑΛΑ, ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ)	11
1.1.3. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ- Οφέλη στην υγεία	11
1.2. ΓΑΛΑ	14
1.2.1. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	16
1.2.2. ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ.....	16
1.2.3. ΥΗΤ.....	16
1.3. ΠΙΠΕΡΟΡΙΖΑ Η ΤΖΙΝΤΖΕΡ.....	17
1.3.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	17
1.3.2. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΖΙΝΤΖΕΡ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	19
1.4. ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ	21
1.4.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	22
1.4.2. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ.....	22
1.4.3. ΟΦΕΛΗ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	23
ΣΚΟΠΟΣ.....	25
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	26
2.1. ΥΛΙΚΑ	26
2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ	26
2.2.1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΤΖΙΝΤΖΕΡ ΚΑΙ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ	26
2.2.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ.....	27
2.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ.....	27
2.2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	28
2.2.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ	28
2.2.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	29
2.2.7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΟΜΗΣ	29
2.2.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ	29
2.2.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	30
3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	31

3.1.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ	31
3.2.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΙΤΛΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ.....	37
3.3.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΝΑΙΡΕΣΗΣ-ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	39
3.4.	ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	41
3.5.	ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΟΜΗΣ	44
3.6.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ	46
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		51

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΙΑΟΥΡΤΙ

Το γιαούρτι αποτελεί προϊόν ζύμωσης. Με τον όρο ζύμωση, εννοούμε την μεταβολική διαδικασία κατά την οποία παράγεται ενέργεια από τις οργανικές ενώσεις που μετέχουν σε αυτή, χωρίς την συμμετοχή εξωγενών παραγόντων (Ramesh C. Chandan et al, 2017). Έτσι, το γιαούρτι, προκύπτει από το γάλα με προσθήκη μικτής καλλιέργειας εκκίνησης μικροοργανισμών κατάλληλων για την συγκεκριμένη ζύμωση, οι οποίοι είναι τα βακτήρια **Streptococcus thermophilus** και **Lactobacillus delbrueckii subsp Bulgaricus**, η ζύμωση των οποίων οδηγεί σε οξίνιση και πήξη του γάλακτος (Abderrezak Kennas et al, 2018). Σύμφωνα μάλιστα με τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1975) “Οι μικροοργανισμοί αυτοί στο τελικό προϊόν θα πρέπει να είναι άφθονοι και ζωντανοί μέχρι την ημερομηνία ανάλωσης του (τουλάχιστον 10^7 cfu/g)”.

1.1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η παραγωγή του γιαουρτιού περιλαμβάνει αρκετά στάδια. Αρχικά πραγματοποιείται η θερμική επεξεργασία του γάλακτος, η οποία γίνεται στους 85 °C για 30 λεπτά. Στη συνέχεια ψύχεται μέχρι τους 42°C περίπου, εμβολιάζεται με 2% καλλιέργεια των μικροοργανισμών *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus Bulgaricus* και επωάζεται περίπου στους 42°C για 4 έως 5 ώρες (P. Behare et al, 2016). Κατά τη διάρκεια της επώασης τα βακτήρια που προαναφέρθηκαν ζυμώνουν τη λακτόζη, παράγεται το γαλακτικό οξύ το οποίο ρίχνει την τιμή του pH του γιαουρτιού στο 4,6 και κάτω και προκαλείται η πήξη του (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009). Τέλος, το γιαούρτι που έχει πλέον πήξει, ψύχεται στους 4°C ώστε να μην συνεχιστεί περαιτέρω η ζύμωση και να μπορεί να καταναλωθεί μέσα σε διάστημα 3 εβδομάδων (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

Σήμερα, παράγονται πολλών ειδών γιαούρτια που διαφέρουν ως προς τον τρόπο παρασκευής, τη χημική τους σύνθεση, την υφή κ.α. Ως προς τον τρόπο παρασκευής τα γιαούρτια διακρίνονται σε παραδοσιακά, βιομηχανικά και στραγγιστά. Τα παραδοσιακά γιαούρτια είναι αυτά που έχουν στην επιφάνειά τους έναν χαρακτηριστικό υμένα (πέτσα), τα βιομηχανικά γιαούρτια διακρίνονται σε set type και stirred type και τέλος το στραγγιστό γιαούρτι το οποίο προκύπτει ύστερα από στράγγιση μέρους του νερού του (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009)

Το γιαούρτι ανάλογα με το είδος γάλακτος που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι αγελαδινής προέλευσης, πρόβειας, κατσικίσιας ή να προέρχεται από μίξη των προαναφερθέντων.

Η χημική σύνθεση του γιαουρτιού αφορά στην περιεκτικότητά του σε λίπος. Έτσι, έχουμε το αποβουτυρωμένο γιαούρτι με λιπαρά λιγότερο από 0,5%, το μερικώς αποβουτυρωμένο που οι τιμές των λιπαρών κυμαίνονται από 0,5% ως 3% και το πλήρες γιαούρτι με λιπαρά από 3% και πάνω (P. Behare et al, 2016).

Η διαφορά στις 2 κύριες κατηγορίες βιομηχανικού γιαουρτιού, που είναι το “set type” και το “stirred type”(αναδευμένο) είναι πως στο set type γιαούρτι, το γάλα ομογενοποιείται, επωάζεται σε κεσεδάκια, στη συνέχεια ψύχεται και το προϊόν παραμένει ως έχει μέχρι να καταναλωθεί, ενώ στο stirred type γιαούρτι η επώαση πραγματοποιείται σε δεξαμενές και αναδεύεται σε αυτές προτού συσκευαστεί στα κεσεδάκια. (Siqi Li et al, 2021).

Προκειμένου η διάρκεια ζωής του γιαουρτιού να παραταθεί, μετά την επώαση του, πραγματοποιείται διαφορετική επεξεργασία και προκύπτουν τα κατεψυγμένα γιαούρτια, τα γιαούρτια που προκύπτουν από θέρμανση και τα αφυδατωμένα γιαούρτια (P. Behare et al, 2016).

Από την χρήση πρόσθετων στο γιαούρτι προκύπτουν γιαούρτια με ζάχαρη ή με κάποιο υποκατάστατο αυτής, γιαούρτια με φρούτα ή με γεύση φρούτων, ενισχυμένα γιαούρτια με θρεπτικά όπως βιταμίνες, ασβέστιο κ.α και τέλος ανθρακούχα γιαούρτια τα οποία έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και αποτρέπουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών λόγω της ύπαρξης διοξειδίου του άνθρακα (P. Behare et al, 2016).

1.1.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ (ΓΑΛΑ, ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ)

Εκτός από τα βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus Bulgaricus* που γνωρίζουμε ότι είναι οι κύριες καλλιέργειες που υπάρχουν στο γιαούρτι, πολλές φορές χορηγούνται και άλλες καλλιέργειες όπως *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Propionibacterium*, and *Pediorococcus* ώστε να δημιουργήσουμε γιαούρτια πλούσια σε **προβιοτικά** (P. Behare et al, 2016). Με τον όρο προβιοτικά εννοούμε τους ζωντανούς μικροοργανισμούς που προσφέρουν σημαντικά οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό καταναλώνοντάς τους, βελτιώνοντας την χλωρίδα του εντέρου (National Health System). Επιπλέον υπάρχουν τα γιαούρτια που περιέχουν **εξωπολυσακχαρίτες**. Οι εξωπολυσακχαρίτες (EPS), είναι καλλιέργειες που βελτιώνουν το ιξώδες του γιαουρτιού, ενισχύουν την υφή, αποτρέπουν τη συναίρεση κατά την διάρκεια της ζύμωσης ή της αποθήκευσης μετά την επώαση. Τέλος, υπάρχουν οι **βιοπροστατευτικές καλλιέργειες** που στόχο έχουν να επεκτείνουν την διάρκεια κατανάλωσης του γιαουρτιού, αποτρέποντας την ανάπτυξη ζυμομυκήτων και μούχλας (P. Behare et al, 2016).

1.1.3. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ- Οφέλη στην υγεία

Ο διαχωρισμός του γιαουρτιού σε ένα τόσο ευρύ φάσμα κάνει αμέσως αντιληπτό πως πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο είναι εξαιρετικά δημοφιλές και καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό παγκοσμίως. Σύμφωνα μάλιστα με το Allied Market Research ο CAGR (Σύνθετος Ετήσιος Ρυθμός Ανάπτυξης) του γιαουρτιού παρουσίασε αύξηση την δετία 2017-2023 κατά 4,6%, ενώ η παγκόσμια αγορά γιαουρτιού υπολογίζεται ότι ξεπέρασε σε αξία τα 107 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2023 όταν το 2016 υπολογιζόταν στα 77 δισεκατομμύρια.

Ο λόγος αυτής της παγκόσμιας αύξησης κατανάλωσης του γιαουρτιού είναι τα αποτελέσματα των ερευνών που γνωστοποιούν τα οφέλη αυτού του γαλακτοκομικού προϊόντος για την υγεία με κλινικές αποδείξεις. Επιπλέον, οι διαφορετικές γεύσεις και είδη που παράγονται συνεχώς από τις γαλακτοβιομηχανίες προσελκύουν ακόμα και αυτούς

που μέχρι τα προηγούμενα χρόνια δεν το προτιμούσαν (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά καθώς ενισχύουν τον οργανισμό με βιταμίνες όπως η Α, C, D, E, με μαγνήσιο, ασβέστιο σίδηρο κ.α. Μη ικανές ποσότητες πρόσληψης ή παντελής έλλειψη κατανάλωσης αυτών προκαλούν μεγάλα προβλήματα στην υγεία (Melissa A. Fernandez et al, 2017).

Είναι γνωστό από την αρχαιότητα ότι βελτιώνουν την υγεία του εντέρου. Συμβάλλουν στη βελτίωση του γαστρεντερικού συστήματος σε περιπτώσεις δυσκοιλιότητας, διάρροιας, φλεγμονών του εντέρου (C. Dugan and M.L Fernandez, 2017). Μάλιστα, τα προϊόντα που προκύπτουν από ζύμωση φαίνεται να έχουν αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες γεγονός που εμποδίζει την εμφάνιση καρκίνου του παχέος εντέρου (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

Τα γιαούρτια έρχονται να επιλύσουν ένα ακόμα πρόβλημα, αυτό της δυσανεξίας στη λακτόζη. Όσοι έχουν δυσανεξία στη λακτόζη χαρακτηρίζονται από τη δυσκολία της διάσπασης της λακτόζης κατά την πέψη, γεγονός που προκαλεί δυσφορία (φούσκωμα, κράμπες, διάρροια κ.α) μετά από κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων. Το γιαούρτι λοιπόν, επειδή είναι ζυμώμενο προϊόν, έχει ως αποτέλεσμα να βελτιώνει την πέψη της λακτόζης και να εμφανίζει λιγότερα ανεπιθύμητα γαστρεντερικά συμπτώματα σε σχέση με τα συμπτώματα που εμφανίζονται από την κατανάλωση γάλακτος (Melissa A. Fernandez et al, 2017). Επιπροσθέτως, η υγεία του παχέος εντέρου και η παχυσαρκία σύμφωνα με έρευνες, έχουν άμεση σχέση καθώς όταν τα παχύσαρκα άτομα χάσουν βάρος, η μικροχλωρίδα του εντέρου τους γίνεται ίδια με αυτή των αδύνατων ατόμων. Έτσι η λογική κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βάρους καθώς βελτιώνει την υγεία του εντέρου (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

Η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων συμβάλλει και στην καλή υγεία των οστών. Το γάλα, από το οποίο παράγεται το γιαούρτι, προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό σε σημαντικό βαθμό τις βιταμίνες, το ασβέστιο και το μαγνήσιο που είναι απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη των οστών (Ramesh C. Chandan et al, 2017). Τα άτομα μάλιστα με δυσανεξία στη λακτόζη, φαίνεται να εμφανίζουν με μεγαλύτερη συχνότητα οστεοπόρωση, καθώς αποφεύγουν την κατανάλωση γαλακτοκομικών (Melissa A. Fernandez et al,

2017). Ακόμη, η καζεΐνη, που είναι η βασική πρωτεΐνη του γάλακτος προστατεύει τα δόντια και δεν επιτρέπει την ανάπτυξη τερηδόνας (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

Επίσης, σημαντικά οφέλη παρουσιάζουν τα γαλακτοκομικά προϊόντα σε καρδιαγγειακές παθήσεις όπως η υπέρταση, στον διαβήτη τύπου 2, στο μεταβολικό σύνδρομο, ενώ φαίνεται να μειώνουν και την LDL χοληστερόλη (Melissa A. Fernandez et al, 2017). Έχει αποδειχτεί, πως τα άτομα που καταναλώνουν γιαούρτι, έχουν υιοθετήσει και πιο υγιεινές διατροφικές συνήθειες, ακολουθούν διατροφή πλούσια σε φρούτα, λαχανικά και δημητριακά ολικής άλεσης, γυμνάζονται και καπνίζουν λιγότερο (S. Panahi et al, 2016). Αυτός ο υγιεινός τρόπος ζωής, είναι υπεύθυνος για την μείωση εμφάνισης ασθενειών που συνδέονται με τη διατροφή (Melissa A. Fernandez et al, 2017).

Σύμφωνα με μελέτες, τα προβιοτικά είναι ικανά να μειώσουν τα συμπτώματα αλλεργικής ρινίτιδας, και το γιαούρτι συγκεκριμένα μπορεί να περιορίσει διαταραχές του οργανισμού που συνδέονται με τις αλλεργίες. Ταυτόχρονα η κατανάλωση γιαουρτιού δύναται να μειώσει τη διάρκεια ενός κρυολογήματος ή λοιμώξεων του αναπνευστικού. Επιπλέον, εμποδίζει την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων στο ουροποιητικό σύστημα και βελτιώνει το δέρμα των γυναικών (Ramesh C. Chandan et al, 2017).

1.2. ΓΑΛΑ

Πρόκειται για μια τροφή πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, υψηλής διατροφικής αξίας, απαραίτητη για την ανάπτυξη ενός υγιούς οργανισμού. Η σημασία του γάλακτος στη διατροφή μας επιβεβαιώνεται αν αναλογιστούμε ότι είναι η πρώτη τροφή που καταναλώνουμε αμέσως μετά τη γέννησή μας.

Ως γάλα σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/1 καλείται, «το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου που ζει και τρέφεται υπό υγιεινές συνθήκες και δεν βρίσκεται σε συνθήκες υπερκόπωσης».

Το γάλα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των υπόλοιπων γαλακτοκομικών προϊόντων είναι συνήθως νωπό, υγρό, ή κατεψυγμένο που προέρχεται από νωπό. Με τον όρο «νωπό γάλα» αναφερόμαστε «στο γάλα το οποίο παράγεται από την έκκριση του μαστού εκτρεφόμενων ζώων και δεν έχει θερμανθεί σε θερμοκρασία άνω των 40°C ούτε έχει υποστεί οποιαδήποτε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα» (Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80).

Το γάλα ζωικής προέλευσης περιέχει πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπαρά, βιταμίνες, μέταλλα και νερό. Το ποσοστό αυτών διαφέρει ανάλογα το είδος του ζώου, της διατροφής, τη συχνότητα άλμεξης. Για παράδειγμα, τα γαλακτοπαραγωγικά ζώα που τρέφονται με υψηλής ποιότητας σε θρεπτικά ζωοτροφές, παράγουν γάλα με υψηλότερα ποσοστά λίπους και πρωτεΐνης (A. R. Sarode et al, 2016).

Οι κύριες πρωτεΐνες του γάλακτος είναι η καζεΐνη, η λακταλβουμίνη και η λακτοσφαιρίνη. Οι πρωτεΐνες αυτές είναι πολύ σημαντικές για τον οργανισμό καθώς περιέχουν όλα τα αμινοξέα που πρέπει να λαμβάνονται από την διατροφή (J. Buttriss, 2003).

Ο βασικός υδατάνθρακας που περιέχεται στο γάλα είναι η λακτόζη. Πρόκειται για έναν δισακχαρίτη που σχηματίζεται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα γαλακτόζης (J. Buttriss, 2003). Υπολογίζεται ότι σε 100g αγελαδινού γάλακτος συναντάμε 4,5g λακτόζης.

Συναντώνται στο γάλα και ολιγοσακχαρίτες οι οποίοι ρυθμίζουν το γαστρεντερικό και προστατεύουν από βακτηριακές λοιμώξεις (A. R. Sarode et al, 2016).

Το βασικό συστατικό λίπους στο γάλα είναι η τριακυλογλυκερόλη. Είναι τα λεπτά σταγονίδια που βρίσκονται στην επιφάνεια του γάλακτος όταν δεν το ανακατεύουμε. Σε αυτά οφείλεται η χαρακτηριστική γεύση του γάλακτος. Η περιεκτικότητα σε λίπος διαφέρει σε κάθε γάλα ανάλογα με το αν είναι **αποβουτυρωμένο, ημιαποβουτυρωμένο ή πλήρες** (A. R. Sarode et al, 2016).

Ως αποβουτυρωμένο καλείται «το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα μετά την αφαίρεση λίπους με μηχανική κατεργασία και χωρίς καμία προσθήκη. Το ποσοστό λίπους ανέρχεται στο 0,5% το περισσότερο» . Ημιαποβουτυρωμένο είναι το προϊόν που προκύπτει όπως και το αποβουτυρωμένο, και το ποσοστό λίπους του κυμαίνεται μεταξύ 1,5% - 1,8% (Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/8,9). Το πλήρες γάλα δεν υπόκειται σε τέτοια επεξεργασία και το ποσοστό λίπους είναι 3,5% αν πρόκειται για αγελαδινό γάλα, 4% για κατσικίσιο, 6% για πρόβειο (A. R. Sarode et al, 2016).

Οι βιταμίνες που συναντάμε στο γάλα είναι πολλές. Η περιεκτικότητα που βρίσκουμε εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος του ζώου, η διατροφή του, η περιεκτικότητα σε λίπος, η θερμική επεξεργασία, οι συνθήκες αποθήκευσης. Για παράδειγμα, οι βιταμίνες A, D, E, K, σε αποβουτυρωμένο γάλα εντοπίζονται μόνο ως ίχνη και στο ημιαποβουτυρωμένο σε μικρές ποσότητες. Ενώ το παστεριωμένο γάλα από την άλλη, έχει υψηλότερα επίπεδα βιταμινών σε σχέση με το γάλα μακράς διάρκειας (J. Buttriss, 2003). Κατά τη διαδικασία μάλιστα της παστερίωσης οι απώλειες ανέρχονται σε ποσοστό ως 10%, ενώ στο υπερπαστεριωμένο γάλα από 10-20% (A. R. Sarode et al, 2016).

Τα μέταλλα που εντοπίζουμε στο γάλα είναι κυρίως το ασβέστιο, ο ψευδάργυρος και ο φώσφορος και προσλαμβάνονται εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό (J. Buttriss, 2003). Το γάλα αποτελεί μια πολύ καλή πηγή ασβεστίου καθώς σύμφωνα με μελέτες, ένα ποτήρι ημιαποβουτυρωμένου γάλακτος θα καλύπτει το 55% των ημερήσιων αναγκών σε ασβέστιο σε παιδιά ηλικίας έως 6 χρονών και πάνω από 35% σε ηλικίες 19-64 (A. R. Sarode et al, 2016).

1.2.1. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η μεταποίηση του γάλακτος για την παραγωγή γιαουρτιού, τυριού και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων επιβάλλει τη θερμική επεξεργασία του ώστε να καταστραφούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορεί να αναπτυχθούν (Sheri Cole, et al, 2022). Η θερμική επεξεργασία του γάλακτος όμως περιλαμβάνει διαφορετικά στάδια, καθώς διαφέρουν οι θερμοκρασίες στις οποίες εκτίθεται. Πιο συγκεκριμένα οι κύριες κατηγορίες θερμικής επεξεργασίας που υπάρχουν είναι η **παστερίωση** και το **UHT** γάλα (Sabrina P. Van den Oever et Helmut K. Mayer, 2021).

1.2.2. ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ

Η παστερίωση είναι η έκθεση σε θερμοκρασία περίπου 72°C για 15 - 20 δευτερόλεπτα. Με την παστερίωση επιτυγχάνεται η καταστροφή παθογόνων σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος για την υγεία. Η διάρκεια ζωής του παστεριωμένου γάλακτος είναι περίπου 10 μέρες (Sabrina P. Van den Oever et Helmut K. Mayer, 2021). Αμέσως μετά την παστερίωση, πρέπει να ψύχεται σε θερμοκρασίες μικρότερες των 6°C (Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/5).

1.2.3. UHT

Το γάλα μακράς διάρκειας (UHT) ή υπερπαστεριωμένο δέχεται πολύ υψηλές θερμοκρασίες άνω των 135°C για λίγα δευτερόλεπτα. Η έκθεση σε τέτοιες θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα την επέκταση της διάρκειας ζωής του γάλακτος ως 6 μήνες (Sabrina P. Van den Oever et Helmut K. Mayer, 2021) και ο λόγος είναι ότι εκτός από τους μικροοργανισμούς που καταστρέφονται, καταστρέφονται και τα σπορία τους (Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/5).

1.3. ΠΙΠΕΡΟΡΙΖΑ Η ΤΖΙΝΤΖΕΡ

Η πιπερόριζα ή τζίντζερ όπως έχει επικρατήσει να την αποκαλούμε είναι η ρίζα του φυτού **Zingiber officinale**. Πρόκειται για ένα πολυετές φυτό, με κονδυλώδες ρίζωμα και οι πρώτες αναφορές για το τζίντζερ εντοπίζονται στην Ασία και αργότερα στον υπόλοιπο κόσμο καθώς χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο ως τροφή αλλά και ως φάρμακο (Ryoiti Kiyama, 2020). Έχει μια χαρακτηριστική πικάντικη γεύση και ένα ιδιαίτερο άρωμα. Καταναλώνεται αυτούσιο αλλά και επεξεργασμένο ως εκχύλισμα ή σε σκόνη ως μπαχαρικό.



Εικόνα 1. Κονδυλώδες ρίζωμα της πιπερόριζας (Wikipedia)

1.3.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το ρίζωμα του τζίντζερ περιέχει 60-70% υδατάνθρακες, 9-12% νερό, 9% πρωτεΐνη, 3-6% λιπαρά οξέα, 3-8% φυτικές ίνες, 9-12% νερό, περίπου 8% τέφρα και 0,3-3% πτητικό λάδι

(Mengmen Zhang et al, 2020). Τα ποσοστά που αναφέρθηκαν μπορεί να διαφέρουν λόγω διαφορετικών συνθηκών καλλιέργειας του φυτού, συγκομιδής του, συνθήκες αποθήκευσης και επεξεργασίας του (Ryoiti Kiyama, 2020). Τα κύρια συστατικά που εντοπίζονται στο τζίντζερ και χρήζουν μεγάλου ενδιαφέροντος είναι οι πολυφαινόλες. Οι πολυφαινόλες που θα μας απασχολήσουν περισσότερο είναι οι τζιντζερόλες και οι σογκαόλες. Στις τζιντζερόλες και στις σογκαόλες οφείλεται αυτή η πικάντικη γεύση στο τζίντζερ. Εκτός όμως από την ιδιαίτερη γεύση που προσδίδουν είναι υπεύθυνες και για τις φαρμακευτικές και διατροφικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το τζίντζερ (Mengmen Zhang et al, 2020). Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, δείχνουν πως υπεύθυνες για τις θεραπευτικές δράσεις του τζίντζερ είναι συγκεκριμένα η 6-σογκαόλη και η 6-τζιντερόλη και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βασικά συστατικά για τη δημιουργία αντικαρκινικών φαρμάκων (Chia-Jui Weng et al., 2010). Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνεται και η διατροφική αξία του τζίντζερ.

Πίνακας 1. Διατροφική αξία τζίντζερ ανα 100g σύμφωνα με τον **USDA**

Θερμίδες	80 kcal
Πρωτεΐνες	1.82 gr
Λιπαρά	0.75 gr
Υδατάνθρακες	17.8 gr
Εκ των οποίων σάκχαρα	1.7 gr
Εδώδιμες ίνες	2 gr
Ασβέστιο	16 mg
Μαγνήσιο	43 mg
Κάλιο	415 mg

1.3.2. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΖΙΝΤΖΕΡ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το τζίντζερ, στις ιατρικές μεθόδους που είχαν υιοθετηθεί χιλιάδες χρόνια πριν χρησιμοποιήθηκε ως φάρμακο για πολλές ασθένειες. Είχε εντοπιστεί η γαστροπροστατευτική του δράση και για αυτό χρησιμοποιήθηκε κατά της δυσπεψίας, της ναυτίας, του εμετού, της διάρροιας (Raghavendra Haniadka et al, 2013). Στην σύγχρονη όμως ιατρική, και ύστερα από αρκετές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί φέρεται να προστατεύει από ηπατικές διαταραχές, από παχυσαρκία, διαβήτη ενώ έχει και αντικαρκινική δράση (Ruchi Badoni Semwal et al, 2015).

Η δράση του τζίντζερ, στοχεύει στη διάλυση των αερίων του στομάχου, περιορίζοντας την πίεση που ασκείται στον κατώτερο οισοφαγικό σφιγκτήρα. Έτσι, μειώνεται το φούσκωμα, ο πόνος και η δυσπεψία (Raghavendra Haniadka et al, 2013). Επιπλέον, εμποδίζει τη ναυτία και την τάση προς εμετό σε περιπτώσεις εγκυμοσύνης, ταξιδιών, μετά από εγχειρίσεις και χημειοθεραπείες (Princy Louis Palatty et al, 2013).

Σε ό,τι αφορά την παχυσαρκία, έρευνες έδειξαν ότι η κατανάλωση ροφήματος που περιέχει 2g σκόνης πιπερόριζας πριν από ένα τυπικό πρωινό, μείωσαν την όρεξη και αύξησαν την αίσθηση πληρότητας σε υπέρβαρους άνδρες. Σε άλλη έρευνα, η κατανάλωση τζίντζερ έδειξε ότι αυξάνει τη λιπόλυση και καταστέλλει τη λιπογένεση (Vahideh Ebrahimzadeh Attari et al, 2017), ενώ μειώνει σημαντικά τα επίπεδα χοληστερόλης ακόμα και με κατανάλωση λιγότερη των 2g τζίντζερ (Ryoiti Kiyama, 2020).

Έρευνες σε διαβητικά άτομα (Διαβήτης Τύπου 2) έδειξαν ότι βελτίωσαν την τιμή γλυκόζης στο αίμα, ενώ τα ίδια αποτελέσματα είχαν έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε άτομα με διαβήτη τύπου 2 και μεταβολικό σύνδρομο (Ryoiti Kiyama, 2020)

Ένα ακόμη σημαντικό όφελος που έχει η κατανάλωση εκχυλίσματος τζίντζερ, είναι η προστασία του ήπατος. Το αποτέλεσμα μελέτης, μετά από χορήγηση υδατικού εκχυλίσματος τζίντζερ σε ποντίκια, ήταν η καλύτερη λειτουργία του ήπατος των ποντικών, καθώς φαίνεται πως οι φαινολικές ενώσεις του τζίντζερ, περιορίζουν την ποσότητα των τοξινών που συσσωρεύονται στο ήπαρ από τα φάρμακα που είχαν καταναλώσει (Mengmen Zhang et al, 2020).

Ενώ τέλος το τζίντζερ, δρα ενάντια διαφόρων ειδών καρκίνων, καθώς σε καρκινοπαθή ζώα που έλαβαν θεραπεία με τζίντζερ παρατηρήθηκε ότι συρρικνώθηκε το μέγεθος του καρκίνου. Μείωση του καρκίνου έδειξε και μελέτη σε ανθρώπους με όγκο στο παχύ έντερο. Επιπλέον το τζίντζερ, έχει και αντιοξειδωτική δράση, καθώς αναστέλλει την οξείδωση των ελεύθερων ριζών που μπορεί να έχουν βλαβερές συνέπειες για τον ανθρώπινο οργανισμό (Rosalia Maria Tôrres de Lima et al, 2018).

1.4. ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ

Το γκουαρανά (***Paullinia cupana***) είναι φρούτο, το οποίο προέρχεται από ένα αναρριχώμενο είδος αμπελιού, που φύεται κυρίως στον Αμαζόνιο (Henman, 1982). Οι καρποί του, είναι στρογγυλοί και πορτοκαλί και περιέχουν μαύρους σπόρους (Nicole Dalonso et al, 2012).



Εικόνα 2. Καρπός γκουαρανά (Wikipedia)

Από το γκουαρανά καταναλώνονται μόνο οι σπόροι (Santana et Macedo, 2018) αφού πρώτα επεξεργαστούν και έρθουν σε μορφή σκόνης (Marques et al, 2019) ή σε μορφή εκχυλίσματος (L. S. Bittencourt et al, 2013). Η επεξεργασία των σπόρων γκουαρανά μπορεί να γίνει χειροκίνητα και μηχανικά όμως φαίνεται η χειροκίνητη επεξεργασία να προσφέρει προϊόν καλύτερης ποιότητας από αυτό των βιομηχανιών καθώς η μη σωστή επεξεργασία των σπόρων, μπορεί να οδηγήσει σε οξείδωση των φαινολικών τους ενώσεων, και κατά συνέπεια να γίνει πιο σκούρο το χρώμα του γκουαρανά, να αποκτήσει πικρή γεύση, και να ερεθίζει το στομάχι (Henman, 1982).

Το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής γκουαρανά το εκμεταλλεύονται οι βιομηχανίες για την παραγωγή ενεργειακών ποτών και αναψυκτικών ενώ το υπόλοιπο ποσοστό χρησιμοποιείται ως σκόνη για άμεση κατανάλωση, ή ως πρώτη ύλη στις φαρμακοβιομηχανίες και στις βιομηχανίες καλλυντικών (F.C Schimpl et al, 2013).

1.4.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Αυτό που χρήζει ιδιαίτερης σημασίας στους σπόρους γκουαρανά και το κάνει τόσο δημοφιλές φρούτο είναι η χημική του σύσταση. Σύμφωνα με μελέτες, η σύνθεση του γκουαρανά έχει τα εξής χαρακτηριστικά: περιέχει 2,5 - 6% καφεΐνη (F.C Schimpl et al, 2013), 0,06% θεοφυλλίνη, 0,03% θεοβρωμίνη, 7 - 8% πρωτεΐνες, 5 - 14,1% ολικές ταννίνες, 30 - 47% πολυσακχαρίτες, 6 -8% σάκχαρα , 3% φυτικές ίνες, 0,16% λιπαρά οξέα, 1 – 2,88% τέφρα, 4,3 – 10,5% νερό (Marques et al, 2019).

Η καφεΐνη, η θεοφυλλίνη και η θεοβρωμίνη (μεθυλξανθίνες) είναι τα συστατικά αυτά στα οποία οφείλονται οι τονωτικές ιδιότητες του γκουαρανά. Επειδή στο γκουαρανά η περιεκτικότητα αυτών των μεθυλξανθινών είναι αρκετά υψηλή (Santana et Macedo, 2018) οι σπόροι γκουαρανά χρησιμοποιήθηκαν σε ενεργειακά ποτά και σε συμπληρώματα διατροφής με σκοπό να καταναλώνονται για αύξηση της φυσικής δραστηριότητας και για να μετριάσουν την εξάντληση και την φυσική καταπόνηση (Carvalho et al, 2016).

1.4.2. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η διατροφική αξία του γκουαρανά που χρησιμοποιήσαμε κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους.

Πίνακας 2. Διατροφική αξία γκουαρανά ανα 100g

Θερμίδες	322 kcal
Πρωτεΐνες	33.2 gr
Υδατάνθρακες	47 gr
Εκ των οποίων σάκχαρα	6 gr
Λιπαρά	0.49 gr
Εκ των οποίων κορεσμένα	0.01 gr
Εδώδιμες ίνες	12.21 gr
Αλάτι	0.04 gr

1.4.3. ΟΦΕΛΗ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Εκτός από τις τονωτικές και ευεργετικές σε θέμα ενέργειας ιδιότητες του γκουαρανά έχουν μελετηθεί και οι θετικές επιδράσεις του στον οργανισμό γενικότερα. Σύμφωνα με μελέτες, το γκουαρανά συμβάλλει στην μείωση της χοληστερόλης (R. Portella et al, 2013), έχει αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή δράση (A. Basile et al, 2005) και αντικαρκινική (I. Roggia et al, 2019).

Σε in vitro πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα LDL σε διαφορετικές συγκεντρώσεις γκουαρανά τα αποτελέσματα έδειξαν πως το γκουαρανά ανέστειλε την οξείδωση της χοληστερόλης (R. Portella et al, 2013).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε και μελετήθηκαν 10 βακτηριακά στελέχη, τα αποτελέσματα έδειξαν πως το εκχύλισμα γκουαρανά έδρασε κατά 8 βακτηριακών στελεχών ενώ στην ίδια έρευνα μελετήθηκε και η αντιοξειδωτική δράση του εκχυλίσματος γκουαρανά και τα αποτελέσματα ήταν η μείωση της υπεροξείδωσης των λιπιδίων σε ποσοστό 62,5% για συγκέντρωση εκχυλίσματος 2g/ml. Ο λόγος αυτών των αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων είναι η υψηλή περιεκτικότητα φαινολικών

ουσιών που υπάρχουν στο γκουαρανά (A. Basile et al, 2005) καθώς οι πολυφαινόλες είναι γνωστές για την αντιοξειδωτική τους (Wei Zheng and Shiow Y. Wang, 2001) και αντιμικροβιακή τους δράση (A. Basile et al, 2005).

Εκτός από τα οφέλη που παρουσιάζουν τα συμπληρώματα γκουαρανά όταν συνδυάζονται επικουρικά με φάρμακα σε ασθενείς με καρκίνο στο στήθος, στο παχύ έντερο και στην ουροδόχο κύστη (I. Roggia et al, 2019) η κατανάλωση εκχυλίσματος γκουαρανά είχε ως αποτέλεσμα την βελτίωση της όρεξης στους ασθενείς με καρκίνο και αύξηση του βάρους τους (C. Latorre Palma et al, 2015).

Αν και τα τελευταία χρόνια τα φυσικά προϊόντα όπως το τζίντζερ και το γκουαρανά, τα φυτικά φαρμακευτικά σκευάσματα και τα βότανα, έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον του καταναλωτικού κοινού θα πρέπει η χρήση τους να μην είναι αλόγιστη καθώς μπορεί να παρουσιάσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες και χωρίς την συμβουλή γιατρού. Για παράδειγμα το γκουαρανά λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε καφεΐνη, δημιουργεί έντονους καρδιακούς παλμούς, μπορεί να επηρεάσει τον ύπνο, να δημιουργήσει προβλήματα στο στομάχι και να επιδεινώσει τις κρίσεις επιληψίας (F.C Schimpl et al, 2013).

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης των διαφορετικών συγκεντρώσεων εκχυλισμάτων τζίντζερ και μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ σε συνδυασμό με εκχύλισμα γκουαρανά στη ζύμωση του γάλακτος και η ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των τελικών δειγμάτων γιαουρτιού που εμπλουτίστηκαν με τα εκχυλίσματα αυτά. Μελετήθηκε η επίδραση των υδατικών εκχυλισμάτων στη δημιουργία γιαουρτιού μετά από ζύμωση από οξυγαλακτικά βακτήρια και τα χαρακτηριστικά των γιαουρτιών που προέκυψαν. Το pH, η οξύτητα, το χρώμα, η συναίρεση, η ικανότητα συγκράτησης νερού, η σκληρότητα και η μικροδομή είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΥΛΙΚΑ

Για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

- Σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος
- Απεσταγμένο νερό
- Τζίντζερ σε σκόνη
- Βιολογικό γκουαρανά σε σκόνη
- Εμπορικό σκεύασμα καλλιέργειας που περιέχει τα οξυγαλακτικά βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*

2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2.1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΤΖΙΝΤΖΕΡ ΚΑΙ ΓΚΟΥΑΡΑΝΑ

Τα εκχυλίσματα τζίντζερ και γκουαρανά παρασκευάστηκαν όπως περιγράφεται από τους (Zhang et al., 2019) για τις συγκεντρώσεις 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και των μειγμάτων 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, 2-3% w/w τζίντζερ γκουαρανά και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Η σκόνη τζίντζερ, και οι σκόνες τζίντζερ-γκουαρανά σε συνδυασμό εκχυλίστηκαν σε αποσταγμένο νερό στους 100°C για 1 ώρα. Έπειτα, το μείγμα ψύχθηκε μέχρι να φτάσει τους 40°C και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε για 20 λεπτά στις 11.800 (g) στροφές στους 24°C.

2.2.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Η παρασκευή του γιαουρτιού έγινε όπως πραγματοποιήθηκε από τους (Pan et al, 2019). Το γιαούρτι που παρασκευάστηκε είχε τις συγκεντρώσεις 0% w/w (control) και τις συγκεντρώσεις 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-3%, 2-3% και 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά. Το γιαούρτι control δεν περιείχε εκχύλισμα τζίντζερ ή τζίντζερ-γκουαρανά. Για τις υπόλοιπες παρασκευές, ομογενοποιήθηκε το εκχύλισμα για κάθε συγκέντρωση με αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη και αποσταγμένο νερό. Το μείγμα παστεριώθηκε στους 90°C για 15 λεπτά και ακολούθως ψύχθηκε μέχρι να φτάσει τους 40°C. Έπειτα ακολούθησε η προσθήκη καλλιέργειας εκκίνησης, το μείγμα ομογενοποιήθηκε και το τελικό μείγμα κατανεμήθηκε ισόποσα (30 g) σε κυλινδρικούς πλαστικούς περιέκτες. Επώαστηκαν τα γιαούρτια στους 40°C μέχρι το pH τους να φτάσει την τιμή 4,6 όπου και στη συνέχεια ψύχθηκαν στους 4°C με σκοπό τις αναλύσεις που ακολουθούν.

2.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ

Για τον προσδιορισμό της κινητικής, κατά την διάρκεια της επώασης του γιαουρτιού πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις pH ανά μισή ώρα για κάθε δείγμα μέχρι η τιμή να φτάσει το 4,6. Τα δεδομένα που λήφθηκαν οδήγησαν στον υπολογισμό του Μέγιστου Ρυθμού Οξίνισης (V_{max}) δηλαδή τη διακύμανση του pH σε συνάρτηση με τον χρόνο (dpH/dt) και εκφράστηκε σε 10^{-3} μονάδες pH/min. Ακόμη, υπολογίστηκαν το $t_{V_{max}}$ (ο χρόνος στον οποίο επιτεύχθηκε το V_{max}), το $pH_{V_{max}}$ (η τιμή του pH όταν το γιαούρτι βρίσκεται στον μέγιστο ρυθμό οξίνισης), το $t_{pH4,6}$ (ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει το pH την τιμή 4,6) (Casarotti et al., 2014). Οι μετρήσεις του pH της κινητικής έγιναν 4 φορές.

2.2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Για τον προσδιορισμό της συναίρεσης και της συγκράτησης νερού (WHC) την επόμενη μέρα της παρασκευής των γιαουρτιών χρησιμοποιήθηκαν από το γιαούρτι 10g τα οποία φυγοκεντρήθηκαν για 20 λεπτά στους 4 °C στις 5000 (g) στροφές. Στη συνέχεια, το υπερκείμενο και το ίζημα ζυγίστηκαν και υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους ακόλουθους τύπους:

$$\text{Συναίρεση (\%)} = (\text{βάρους υπερκείμενου (g)} / \text{βάρους γιαουρτιού (g)}) \times 100$$

$$\text{Συγκράτηση νερού (\%)} = (\text{βάρους ιζήματος (g)} / \text{βάρους γιαουρτιού (g)}) \times 100$$

Οι μετρήσεις συναίρεσης και συγκράτησης νερού πραγματοποιήθηκαν 3 φορές και πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το πρωτόκολλο των (Bakry et al, 2019).

2.2.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ

Για την οξύτητα, την επόμενη μέρα της παρασκευής των γιαουρτιών, χρησιμοποιήθηκαν 25g γιαουρτιού και 25mL αποσταγμένου νερού τα οποία αναδεύτηκαν και τιτλοδοτήθηκαν με διάλυμα NaOH 0,1N χρησιμοποιώντας δείκτη διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$$\text{Total acidity (\%)} = [(V \times \text{NaOH factor} \times A \times D) / \text{volume of sample}] \times 100$$

Όπου V ο όγκος του NaOH που προστέθηκε (mL), A ο συντελεστής μετατροπής (0,009 για το γαλακτικό οξύ), D ο συντελεστής αραίωσης. Οι μετρήσεις οξύτητας επαναλήφθηκαν 3 φορές και το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε ήταν σύμφωνα με τους (Nguyen & Hwang, 2016).

2.2.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Για τον προσδιορισμό του χρώματος, την επόμενη μέρα της παρασκευής των γιαουρτιών, χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Hunter Lab Mini Scan XE Plus με φωτισμό D65 ως σημείο αναφοράς, αφού βαθμονομήθηκε με λευκή πλάκα. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν είναι τα $L^*a^*b^*$ όπως αυτά ορίζονται από την International de L'Eclairage (CIE, 1976). Το L^* (φωτεινότητα) αντιπροσωπεύει το σκοτάδι στο φως σε κλίμακα από 0 έως 100, το a^* (ερυθρότητα) αντιστοιχεί στο πράσινο ως το κόκκινο χρώμα σε κλίμακα -60 έως +60 και τέλος το b^* (κιτρίνισμα) αντιπροσωπεύει το μπλε ως το κίτρινο χρώμα σε κλίμακα -60 έως +60. Από το γιαούρτι χρησιμοποιήθηκαν 60g τοποθετημένα σε επίπεδη επιφάνεια, και έγιναν 3 επαναλαμβανόμενες μετρήσεις διαφορετικών σημείων από την επιφάνεια του γιαουρτιού. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές για κάθε συγκέντρωση.

2.2.7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΟΜΗΣ

Για την δομή την επόμενη μέρα της παρασκευής των γιαουρτιών χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής δομής (Admet Texture Analyzer eXpert 5601, AdMEt, Inc., USA) και κυλινδρικός καθετήρας διαμέτρου 20mm. Οι μετρήσεις είχαν σκοπό την ανάλυση του προφίλ της δομής (TPA) με 75% συμπίεση με ρυθμό 100 mm/min στους 4°C και πραγματοποιήθηκαν 3 φορές για κάθε συγκέντρωση γιαουρτιών.

2.2.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ

Για τον προσδιορισμό της μικροδομής πριν την επώαση των γιαουρτιών, σε αντικειμενοφόρο πλάκα τοποθετήθηκε μια σταγόνα από τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν και στη συνέχεια επωάστηκε στους 40°C και μέχρι το pH να φτάσει την τιμή 4,6. Έπειτα εφαρμόστηκε καλυπτρίδα, χωρίς τον εγκλωβισμό αέρα και ψύχθηκαν στους 4°C (Qiu et al., 2021). Την επόμενη μέρα της παρασκευής των γιαουρτιών

πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της μικροδομής με το ανάστροφο οπτικό μικροσκόπιο ZEISS Primovert με φακό μεγέθυνσης 40x και ο προσδιορισμός επαληθεύτηκε ύστερα από τριπλή μέτρηση.

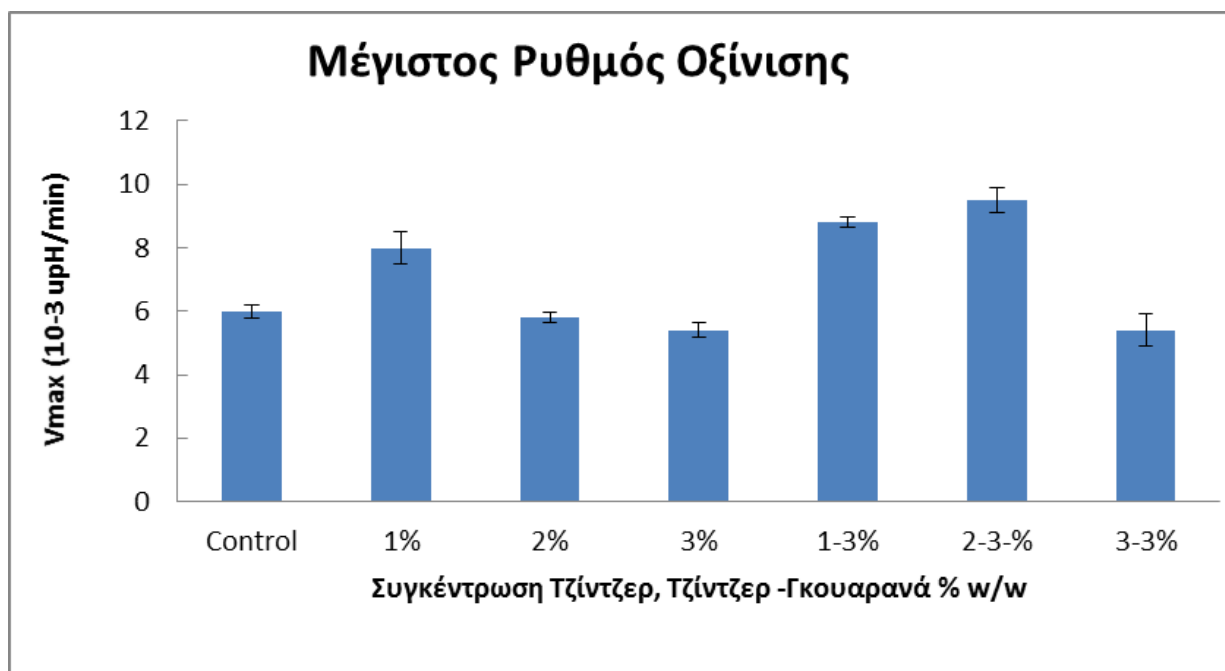
2.2.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση IBM SPSS Statistics 26. Έγινε μονόδρομη ανάλυση της διασποράς Kruskal–Wallis κατά βαθμίδες, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% με σημαντικά στατιστικές διαφορές όταν $p < 0,05$. Στις στατιστικές αναλύσεις οι μετρήσεις παρουσιάζονται ως μέσος όρος $\pm$ τυπικό σφάλμα.

3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ

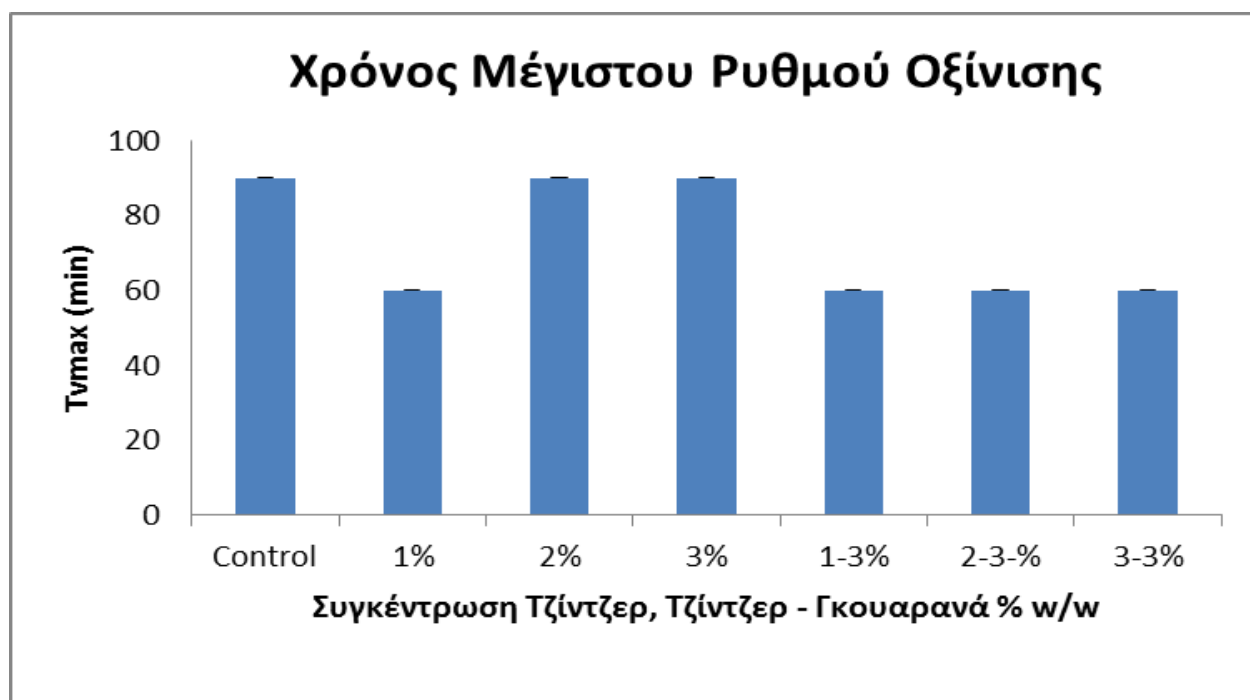
Για την μελέτη της κινητικής της ζύμωσης του γάλακτος στη συγκεκριμένη διατριβή ερευνήθηκε η μεταβολή των τιμών του pH των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν, σε σχέση με τον χρόνο. Στο ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζονται οι μεταβολές του pH για κάθε συγκέντρωση γιαουρτιού που δημιουργήθηκε. Το control αφορά, στο γιαούρτι 0% w/w, που παρασκευάστηκε χωρίς προσθήκη εκχυλίσματος τζίντζερ ή μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά. Οι υπόλοιπες συγκεντρώσεις είναι η 1%, 2%, 3% w/w εκχυλίσματος τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά.



Διάγραμμα 1: Μέτρηση του μέγιστου ρυθμού οξίνισης σε συνάρτηση με τα γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Στο **Διάγραμμα 1** παρουσιάζονται οι τιμές του μέγιστου ρυθμού οξίνισης για το γιαούρτι control (0% w/w) και για τις συγκεντρώσεις 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά. Τη μέγιστη τιμή του ρυθμού οξίνισης, εμφανίζει το γιαούρτι με τη συγκέντρωση 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, ενώ τη μικρότερη

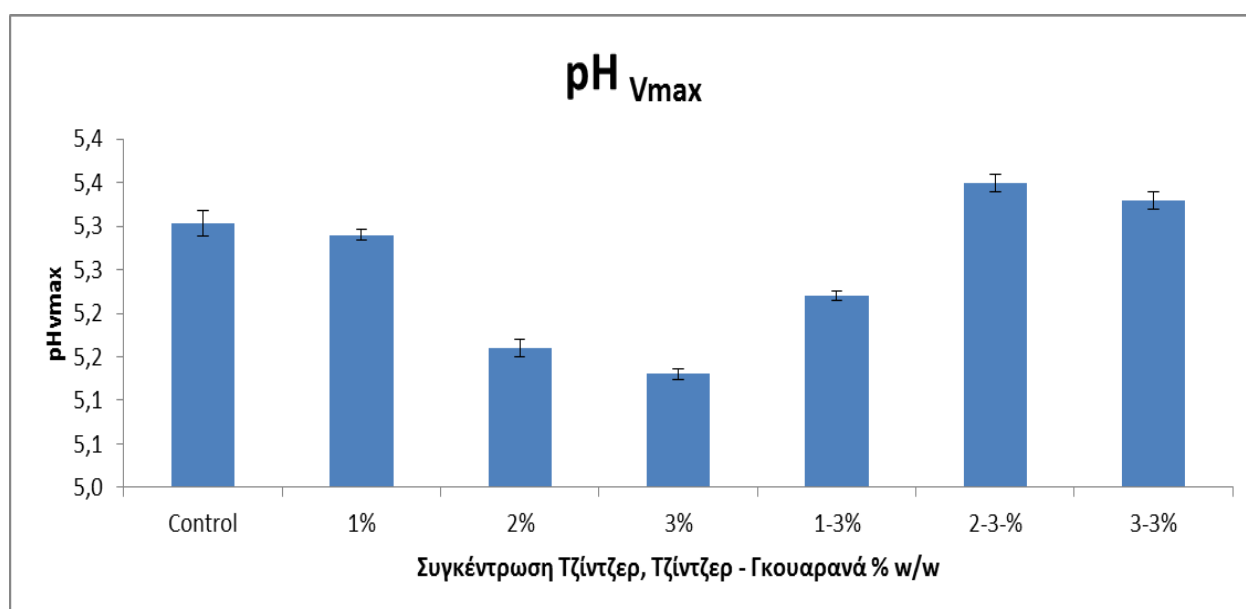
εμφανίζουν τα γιαούρτια με συγκέντρωση 3% w/w τζίντζερ και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται σε παρόμοιο εύρος με την τιμή του μέγιστου ρυθμού οξίνισης του γιαουρτιού 0% w/w (control). Στατιστικές διαφορές ($p < 0,05$) παρουσιάζονται μεταξύ των συγκεντρώσεων του 2% w/w τζίντζερ με το 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, του 3% w/w τζίντζερ με το 1-3% w/w και 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, και του 3-3% w/w με 1-3% w/w και 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Γενικά, παρατηρείται μια αυξητική τάση του μέγιστου ρυθμού οξίνισης με την προσθήκη τζίντζερ, και του μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά σε σύγκριση με το γιαούρτι με 0% w/w (control), με εξαίρεση μια μικρή πτώση του μέγιστου ρυθμού οξίνισης, όταν αυξάνεται η συγκέντρωση τζίντζερ πάνω από 1% w/w και όταν το γιαούρτι έχει εμπλουτιστεί με τη μέγιστη συγκέντρωση τζίντζερ και γκουαρανά (3-3%) w/w.



Διάγραμμα 1: Μέτρηση του χρόνου του μέγιστου ρυθμού οξίνισης σε συνάρτηση με τα γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Στο **Διάγραμμα 2** αποτυπώνεται ο απαιτούμενος χρόνος ώστε να φτάσουν τα γιαούρτια στον μέγιστο ρυθμό οξίνισης. Το γιαούρτι control, το 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ χρειάζονται τον ίδιο υψηλό χρόνο για να φτάσουν στον μέγιστο ρυθμό οξίνισης, ενώ τα

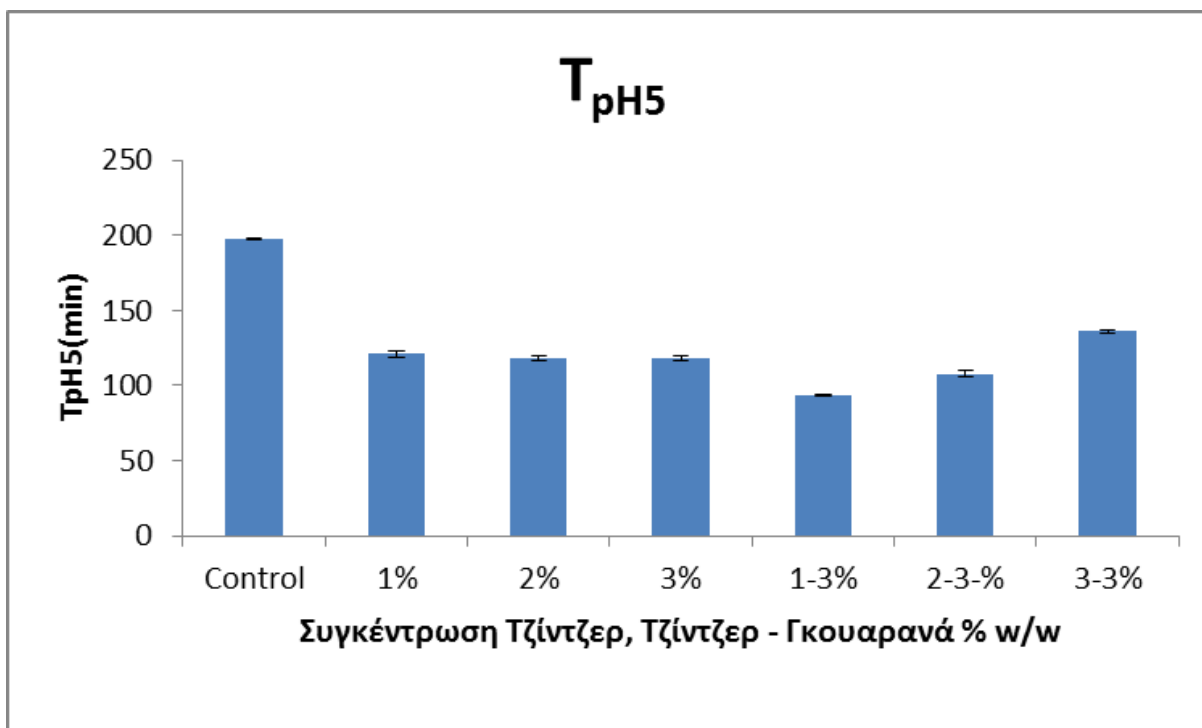
γιαούρτια με συγκέντρωση 1% w/w τζίντζερ, 1-3% w/w, 2-3% w/w και 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά έχουν την ίδια τιμή και χρειάζονται λιγότερο χρόνο σε σχέση με τα προαναφερθέντα. Αυτό αποδεικνύεται και από τις στατιστικά σημαντικές διαφορές που εμφανίζουν τα γιαούρτια με συγκεντρώσεις 1% w/w τζίντζερ, 1-3% w/w, 2-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά με τα 0% w/w, 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ. Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται πως η προσθήκη του εκχυλίσματος γκουαρανά κρατάει σε χαμηλά επίπεδα τον χρόνο του μέγιστου ρυθμού οξίνισης, ενώ το control και τα γιαούρτια με εκχύλισμα τζίντζερ 2% w/w και 3% w/w παρουσιάζουν αυξημένο χρόνο ώστε να φτάσουν τον μέγιστο ρυθμό οξίνισης.



Διάγραμμα 3: Μέτρηση του pH των γιαουρτιών control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w όταν βρίσκονται στο μέγιστο ρυθμό οξίνισης.

Στο **Διάγραμμα 3**, παρουσιάζονται οι τιμές pH των γιαουρτιών με συγκεντρώσεις 0% w/w, 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά στον μέγιστο ρυθμό οξίνισης. Η υψηλότερη τιμή εμφανίζεται στο γιαούρτι με συγκέντρωση 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, ενώ η μικρότερη εμφανίζεται στο γιαούρτι με συγκέντρωση 3% w/w τζίντζερ. Στα γιαούρτια με εκχύλισμα τζίντζερ, όσο αυξάνεται η συγκέντρωση, μειώνεται η τιμή του pH ενώ στα γιαούρτια με εκχύλισμα τζίντζερ-γκουαρανά, όσο αυξάνεται η συγκέντρωση τζίντζερ αυξάνεται και το pH. Στα γιαούρτια 2-3% w/w και 3-3%

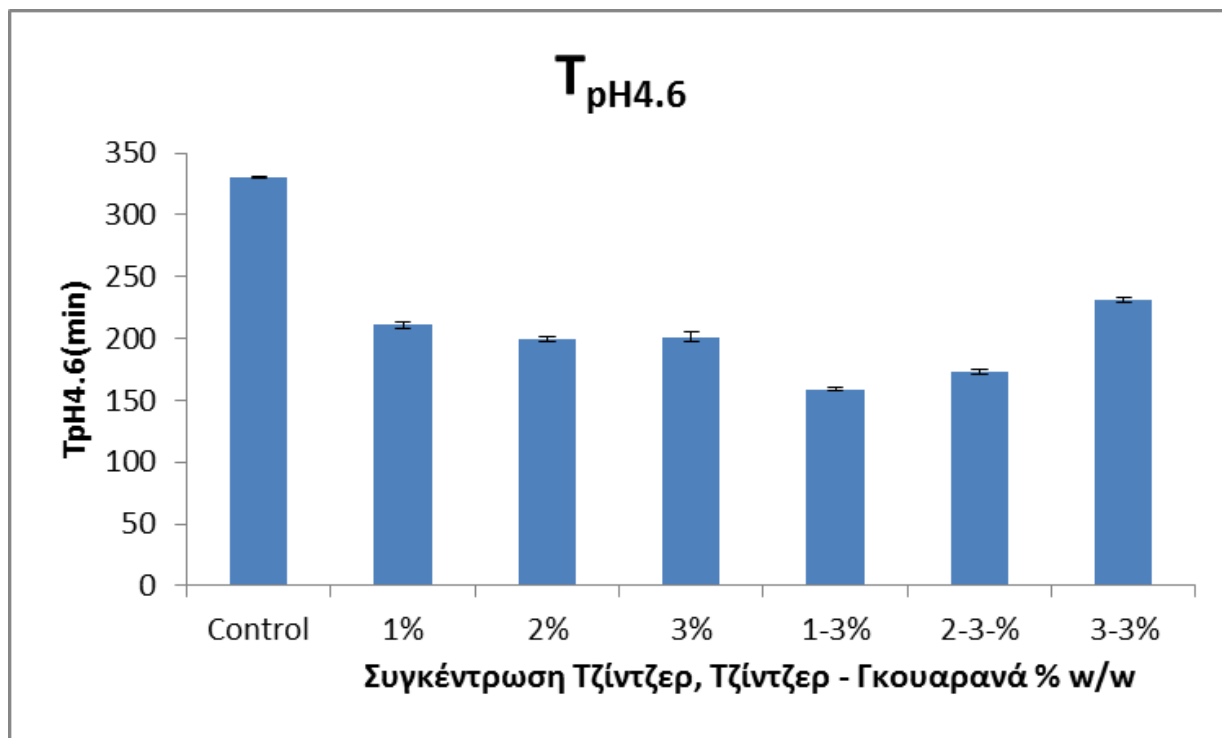
w/w τζίντζερ-γκουαρανά η τιμή pH είναι σχεδόν η ίδια. Στατιστικές σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) εμφανίζουν το γιαούρτι control (0%w/w) με το 3% w/w, τα γιαούρτια 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ με το 2-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, καθώς και το 1-3% w/w με το 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.



Διάγραμμα 2: Μέτρηση του χρόνου όταν η τιμή του pH είναι ίση με 5, σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Στο **Διάγραμμα 4** αποτυπώνεται ο απαιτούμενος χρόνος ώστε το pH των γιαουρτιών control, 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά να φτάσουν την τιμή pH 5. Τον υψηλότερο χρόνο ώστε η τιμή του pH να είναι 5 χρειάζεται το γιαούρτι control, ενώ τη χαμηλότερη τιμή το γιαούρτι με συγκέντρωση 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Τα γιαούρτια με εκχύλισμα 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ χρειάζονται τον ίδιο χρόνο για να φτάσουν στην τιμή 5 ενώ όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του εκχυλίσματος τζίντζερ, στα γιαούρτια με συνδυασμό εκχυλίσματος τζίντζερ-γκουαρανά ο απαιτούμενος χρόνος αυξάνεται σταδιακά. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στο γιαούρτι control (0%) w/w με το 1-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-

γκουαρανά, το γιαούρτι 1% w/w τζίντζερ με το 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά και το γιαούρτι 1-3% w/w με το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.



Διάγραμμα 3: Μέτρηση του χρόνου όταν η τιμή του pH είναι ίση με 4.6, σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Σε αυτό το διάγραμμα αποτυπώνεται ο απαιτούμενος χρόνος ώστε το pH των γιαουρτιών control, 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά να έχει την τιμή 4.6. Τον υψηλότερο χρόνο ώστε η τιμή του pH να είναι 4.6 χρειάζεται το γιαούρτι control, ενώ τον λιγότερο χρόνο χρειάζεται το γιαούρτι με συγκέντρωση 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Για τα γιαούρτια με εκχύλισμα μόνο τζίντζερ ο απαιτούμενος χρόνος παρουσιάζει ελάχιστες διαφορές με καθοδική τάση και υψηλότερη τιμή αυτή της συγκέντρωσης τζίντζερ 1% w/w. Αντίθετα, για τα γιαούρτια 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του εκχυλίσματος τζίντζερ, αυξάνεται και ο απαιτούμενος χρόνος σταδιακά. Στατιστικές διαφορές ($p < 0,05$) παρουσιάζει το γιαούρτι control 0% w/w και το 1% w/w τζίντζερ με το γιαούρτι συγκέντρωσης 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, το γιαούρτι 2-3% w/w με το

γιαούρτι control 0% w/w και το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, και το γιαούρτι 3-3% w/w με το 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.

Οι μετρήσεις της κινητικής συγκεντρώνουν ίσως το μεγαλύτερο ενδιαφέρον καθώς η διαδικασία της ζύμωσης είναι από τα πιο σημαντικά βήματα κατά την παραγωγή των γιαουρτιών (Fanny Canon et al.2022). Τη διαδικασία της ζύμωσης την παρακολουθήσαμε παρατηρώντας τη μεταβολή του pH των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, η λακτόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ από τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Το γαλακτικό οξύ που παράγεται είναι υπεύθυνο για τη μείωση της τιμής του pH. Η τιμή του pH που μας ενδιαφέρει είναι το 4.6 καθώς είναι το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης (Gokhan Akarca et al.,2023 και Rita P. Lopes et al., 2019) είναι δηλαδή το σημείο που τα μικκύλια της καζεΐνης συσσωματώνονται και πραγματοποιείται η πήξη του γάλακτος (J. A. Lucey & H. Singh, 1997).

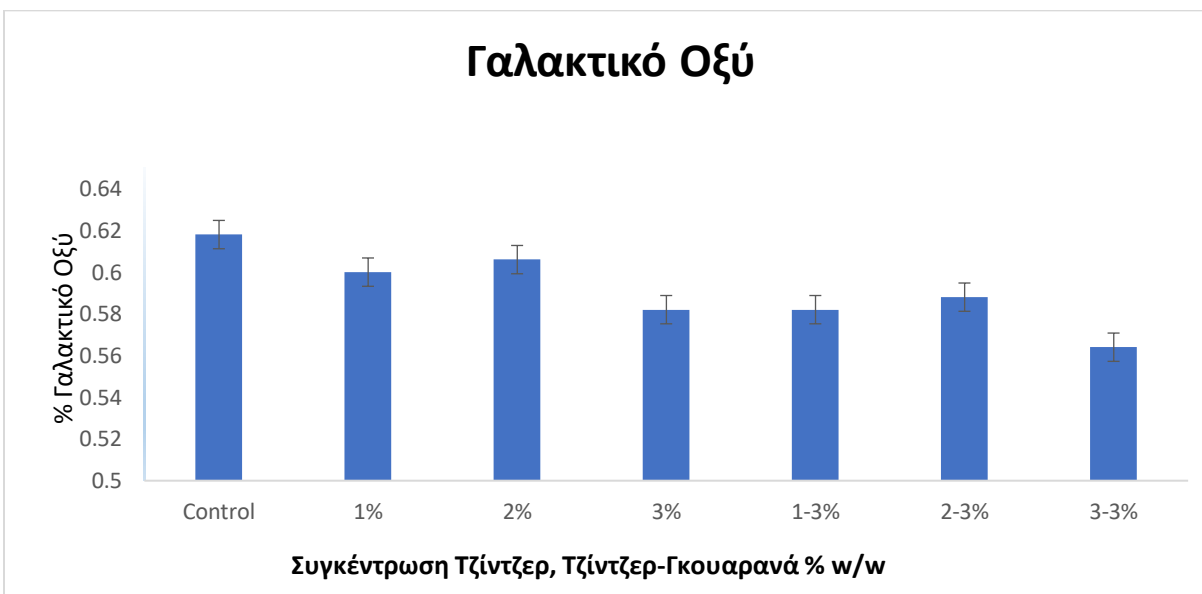
Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε πως η προσθήκη των εκχυλισμάτων τζίντζερ και του μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά αύξησε τον ρυθμό οξίνισης ιδιαίτερα για τις συγκεντρώσεις 1% w/w τζίντζερ, 1-3% και 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε γιαούρτια που ενισχύθηκαν με σκόνη από πράσινο τσάι (Chang Hee Jeong et al., 2018). Η προσθήκη των εκχυλισμάτων τζίντζερ και τζίντζερ-γκουαρανά μείωσε τον απαιτούμενο χρόνο (TVmax) που χρειάζεται ώστε τα γιαούρτια να φτάσουν στην οξίνιση και στο μέγιστο ρυθμό της. Η επιτάχυνση της οξίνισης μπορεί να οφείλεται στις φαινολικές ενώσεις και τις φυτικές ίνες που περιέχονται στο τζίντζερ και στο γκουαρανά καθώς περιέχουν υδατάνθρακες που δεν διασπώνται εύκολα και που επιταχύνουν την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Ανάλογα αποτελέσματα προέκυψαν σε μελέτη με εκχύλισμα *Pleurotus Ostreatus* (Ana Carolina Pelaes Vital et al., 2015) και σε μελέτη με γιαούρτια εμπλουτισμένα με ξηρούς καρπούς (S. Ozturkoglu-Budak et al., 2016). Το pH_Vmax επίσης μειώθηκε λόγω της αυξημένης μεταβολικής δραστηριότητας της καλλιέργειας από την προσθήκη των εκχυλισμάτων τζίντζερ, και τζίντζερ-γκουαρανά όπως προέκυψε και στη μελέτη των (F. Zare et al., 2011) που χρησιμοποίησαν αλεύρι φακής.

Εκτός όμως από τη μείωση των προαναφερθέντων, προέκυψε και μείωση του χρόνου ώστε τα γιαούρτια να φτάσουν το pH 5 και το pH 4.6 που είναι το κρίσιμο σημείο στο

οποίο ολοκληρώνεται η ζύμωση των γιαουρτιών. Η προσθήκη των εκχυλισμάτων τζίντζερ και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά και ιδιαίτερα η συγκέντρωση 1-3% w/w μείωσε στο μισό χρόνο σχεδόν τη διαδικασία της ζύμωσης σε σχέση με το χρόνο που χρειάστηκε το γιαούρτι control να φτάσει στο pH 4.6. Η μείωση του απαιτούμενου χρόνου ώστε να επιτευχθεί η ζύμωση των γιαουρτιών παρατηρήθηκε σε πολλές έρευνες που μελετήθηκαν και αφορά κυρίως σε γιαούρτια που εμπλουτίστηκαν με εκχυλίσματα φυτικών προϊόντων.

3.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΙΤΛΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ

Στην διατριβή αυτή, οι μετρήσεις της τιτλοδοτούμενης οξύτητας είναι εκφρασμένες σε % γαλακτικό οξύ και στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.



Διάγραμμα 6: Μέτρηση του % γαλακτικού οξέος σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Στο **Διάγραμμα 6** παρουσιάζονται οι τιμές του τις εκατό γαλακτικού οξέος των γιαουρτιών control, 1%, 2%, 3% w/w εκχυλίσματος τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά. Την υψηλότερη τιμή έχει το γιαούρτι control και τη χαμηλότερη το γιαούρτι με συγκέντρωση 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Για τα γιαούρτια

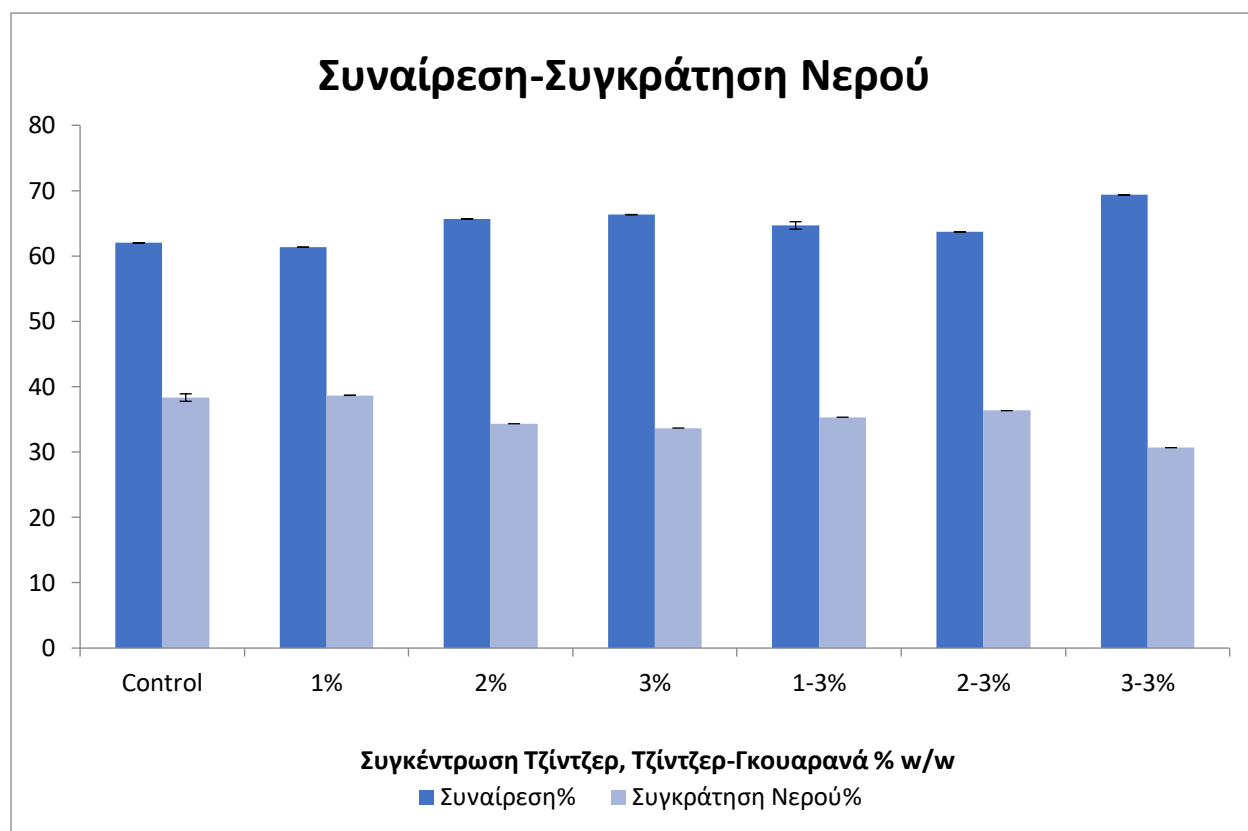
με εκχύλισμα μόνο τζίντζερ, το μεγαλύτερο ποσοστό γαλακτικού οξέος έχει το γιαούρτι με συγκέντρωση 2% w/w, ενώ για τα γιαούρτια με εκχύλισμα τζίντζερ γκουαρανά το μεγαλύτερο ποσοστό έχει το γιαούρτι με συγκέντρωση 2-3% w/w. Γενικά, παρατηρείται μια καθοδική τάση του γαλακτικού οξέος του γιαουρτιού σε σύγκριση με το control 0% w/w, το οποίο εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) με το 3% w/w τζίντζερ, το 1-3% w/w και το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Τα γιαούρτια 1% w/w και 2% w/w τζίντζερ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0.05$) με το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε να δημιουργείται το ίδιο μοτίβο μεταξύ των 2 ομάδων γιαουρτιών (γιαούρτι με εκχύλισμα μόνο τζίντζερ, γιαούρτι μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά).

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουμε δει πως η έγχυση εκχυλισμάτων αυξάνει την μεταβολική δραστηριότητα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος και κατά συνέπεια το % γαλακτικού οξέος και την τιτλοδοτούμενη οξύτητα όπως έγινε και στη μελέτη των (Roheena Abdullah et al., 2023) όπου η προσθήκη εκχυλισμάτων παντζαριών, κόκκινου λάχανου, κανέλας και κάρδαμου σε γιαούρτι είχαν ως αποτέλεσμα, την παροχή θρεπτικών συστατικών και μετάλλων στα γιαούρτια, όπου δεν περιέχονταν στην καλλιέργεια εκκίνησης και αύξησαν την τιτλοδοτούμενη οξύτητα. Ένας ακόμη λόγος αύξησης του γαλακτικού οξέος μπορεί να είναι και οι συνθήκες αποθήκευσης, καθώς η αποθήκευση γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση σε χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνει το % του γαλακτικού οξέος και την τιτλοδοτούμενη οξύτητα (Hamid et al., 2022).

Η μείωση της τιμής τιτλοδοτούμενης οξύτητας των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν σε σχέση με το γιαούρτι control μπορεί να οφείλεται στην παρουσία των πολυσακχαριτών που εμπεριέχονται στα εκχυλίσματα τζίντζερ και γκουαρανά καθώς φαίνεται να καθυστερούν την παραγωγή γαλακτικού οξέος. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και στις μελέτες των (Ana-Milena Vanegas-Azuero and Luis-Felipe Gutierrez, 2018) με σπόρους sachal- inchi και ξηρούς καρπούς των (Ozturkoglu-Budak et al., 2016).

3.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΝΑΙΡΕΣΗΣ-ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται η συναίρεση και η ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) των γιαουρτιών με συγκεντρώσεις 0% w/w, 1%, 2%, 3% w/w εκχυλίσματος τζίντζερ και 1-1%, 1-2% και 1-3% w/w μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά.



Διάγραμμα 7: Μέτρηση του % συναίρεσης και συγκράτησης νερού σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Στο **Διάγραμμα 7** παρατηρείται μια σταδιακή αυξητική τάση στις τιμές της συναίρεσης των γιαουρτιών που εμπλουτίστηκαν μόνο με εκχύλισμα τζίντζερ, όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του εκχυλίσματος. Την μεγαλύτερη τιμή συναίρεσης εμφανίζει το γιαούρτι με συγκέντρωση 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά ενώ τα γιαούρτια 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ, έχουν παρόμοιες μεταξύ τους τιμές. Επίσης και τα γιαούρτια 1-3% και 2-3% w/w εμφανίζουν παρόμοιες τιμές συναίρεσης μεταξύ τους ενώ τα γιαούρτια control 0% w/w και 1% w/w τζίντζερ παρουσιάζουν τις χαμηλότερες. Στατιστικές διαφορές ($p < 0.05$) παρουσιάζει το γιαούρτι control 0% w/w με το 3% w/w τζίντζερ και το 3-3% w/w

τζίντζερ-γκουαρανά, το γιαούρτι 1% w/w με το 2% w/w τζίντζερ και τα γιαούρτια 3% w/w τζίντζερ και 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά με το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.

Όσον αφορά την ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν, παρατηρείται υψηλότερη τιμή για τα γιαούρτια control και 1% w/w τζίντζερ ενώ τη μικρότερη τιμή έχει το γιαούρτι συγκέντρωσης 3-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά. Μια σταδιακή αύξηση των τιμών βλέπουμε στα γιαούρτια 1-3% w/w και 2-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά σε σχέση με τα 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ που έχουν πιο χαμηλές τιμές ικανότητας συγκράτησης νερού. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) παρουσιάζουν τα γιαούρτια συγκεντρώσεων 0% w/w (control) και 1% w/w τζίντζερ με το 3% w/w τζίντζερ και το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά και τα γιαούρτια με συγκεντρώσεις 2% w/w και 3% w/w τζίντζερ με το 1% w/w τζίντζερ.

Με τον όρο συναίρεση αναφερόμαστε στην εμφάνιση του ορού γάλακτος στην επιφάνεια του γαλακτοκομικού προϊόντος και αφορά στην ποσότητα του νερού που εμφανίζεται στο γιαούρτι ύστερα από την διαδικασία της φυγοκέντρωσης (Xinlu Du et al., 2023). Ο διαχωρισμός αυτός οφείλεται στη συρρίκνωση του δικτύου καζεΐνης, προκύπτει σε όλα τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα κατά την αποθήκευσή τους (Jørgensen et al., 2019, Ana-Milena Vanegas-Azuero & Luis-Felipe Gutierrez 2018) και αποτελούν μαζί με την ικανότητα συγκράτησης νερού σημαντικά κριτήρια της ποιότητας των γιαουρτιών (S. Ozturkoglu-Budak et al., 2016). Η συναίρεση είναι ελάττωμα για το τελικό προϊόν (Luis Medina et al., 2023) ενώ η χαμηλή τιμή συναίρεσης συνεπάγεται υψηλή τιμή ικανότητας συγκράτησης νερού (Xuaxin Du et al., 2023).

Η αύξηση της συναίρεσης των υπόλοιπων γιαουρτιών σε σχέση με το γιαούρτι control που παρατηρήθηκε στο πειραματικό μέρος αυτής της μελέτης, παρατηρήθηκε και σε άλλες μελέτες που αφορούσαν σε γιαούρτια εμπλουτισμένα με ξηρούς καρπούς (S. Ozturkoglu-Budak et al., 2016) και γιαούρτια εμπλουτισμένα με σκόνη από φλούδα ανανά (Sah et al., 2016). Σε μελέτη γιαουρτιών εμπλουτισμένων με πολυσακχαρίτες από καρπό μουριάς των (Xuaxin Du et al., 2023) παρατηρήθηκε πως η προσθήκη του πολυσακχαρίτη μείωσε τη συναίρεση του γιαουρτιού. Η μείωση αυτή οδήγησε στο συμπέρασμα πως τα υδρόφιλα μόρια του πολυσακχαρίτη μουριάς, προσροφούν μεγαλύτερη ποσότητα νερού σταθεροποιώντας το δίκτυο καζεΐνης και κατά συνέπεια να

μην επιτρέπουν στο γιαούρτι να αποβάλλει τον ορό γάλακτος. Αντιλαμβανόμαστε επομένως πως ίσως οι πολυσακχαρίτες που περιέχονται στα εκχυλίσματα τζίντζερ και γκουαρανά δεν ήταν συμβατοί με τις πρωτεΐνες της καζεΐνης και αντί να σταθεροποιήσουν το πρωτεϊνικό της δίκτυο, το διέσπασαν.

3.4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Το χρώμα είναι ένα από τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων καθώς είναι σημαντικό κριτήριο επιλογής, αφού μπορεί να καταστήσει ένα προϊόν θελκτικό ή όχι για τον καταναλωτή. Οι διαφορές στο χρώμα προκύπτουν από παράγοντες όπως είναι το χρονικό διάστημα που παραμένει ένα προϊόν αποθηκευμένο (Zare et al., 2011). Παρακάτω ακολουθούν φωτογραφίες των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν για κάθε συγκέντρωση ξεχωριστά.



Εικόνα 3. Γιαούρτι control συγκέντρωσης 0% w/w σε γυάλινο σφραγιστό δοχείο.



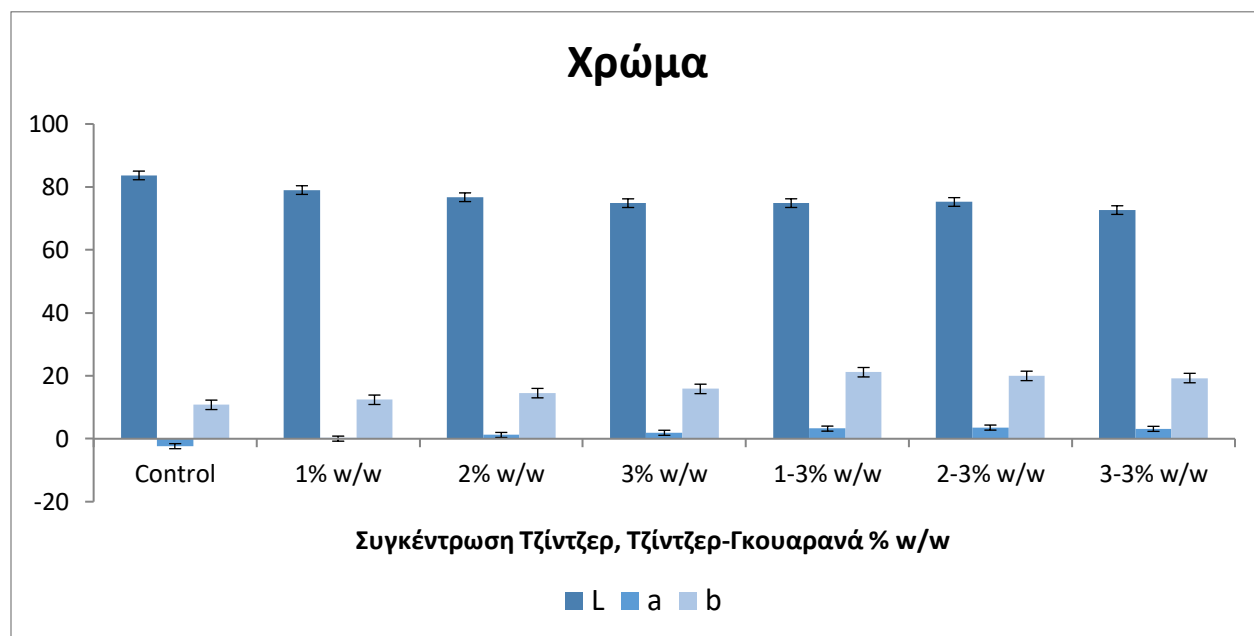
Εικόνα 4. Γιαούρτια συγκέντρωσης 1% w/w τζίντζερ, 3% w/w τζίντζερ και μείγματος 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά σε γυάλινα σφραγιστά δοχεία.



Εικόνα 5. Γιαούρτια συγκέντρωσης 2% w/w τζίντζερ, και συγκέντρωσης μείγματος 1-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά σε γυάλινο σφραγιστό δοχείο.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές L^* , a^* και b^* για τις συγκεντρώσεις των γιαουρτιών control 0% w/w, 1%, 2%, 3% w/w γιαουρτιών εκχυλίσματος τζίντζερ και 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w γιαουρτιών μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά. Παρατηρώντας την μεταβλητή L^* , η οποία δείχνει την φωτεινότητα, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση τζίντζερ προσθέτοντας και γκουαρανά, τόσο μειώνεται η φωτεινότητα των γιαουρτιών. Το γιαούρτι με 0% w/w (control) εμφανίζει την υψηλότερη τιμή φωτεινότητας, ενώ η χαμηλότερη στο γιαούρτι με 3-3% w/w συγκέντρωσης μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά. Διαφορές υπάρχουν ($p < 0.05$) μεταξύ των γιαουρτιών 0% w/w

(control) και 1% w/w τζίντζερ με τα 3% w/w συγκέντρωση τζίντζερ, 1-3% w/w και το 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.



Διάγραμμα 8: Μέτρηση της φωτεινότητας (L^*), των a^* και b^* μεταβλητών χρώματος σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Η μεταβλητή a^* , αντιπροσωπεύει την ερυθρότητα των γιαουρτιών. Φαίνεται ότι αυξάνεται η ερυθρότητα όσο αυξάνεται η συγκέντρωση τζίντζερ. Με την προσθήκη εκχυλισμάτων με τζίντζερ και γκουαρανά σε συνδυασμό, η ερυθρότητα αυξάνεται ακόμα περισσότερο. Το γιαούρτι 0% w/w (control) παρουσιάζει τη χαμηλότερη και αρνητική τιμή ερυθρότητας, ενώ την υψηλότερη το γιαούρτι 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) παρατηρούνται μεταξύ των γιαουρτιών 0% w/w (control) και 1% w/w τζίντζερ με τα 1-3% w/w, 2-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Επιπλέον, διαφέρουν ($p < 0.05$) το γιαούρτι με συγκέντρωση 2% w/w τζίντζερ με το 2-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά.

Τέλος, με τη μεταβλητή b^* , που αποτυπώνει την κίτρινη απόχρωση στα γιαούρτια, παρατηρείται αύξηση του κιτρινίσματος μέχρι το γιαούρτι 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, το οποίο εμφανίζει την υψηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια μειώνεται ελάχιστα. Το control (0% w/w) είναι το γιαούρτι με τη λιγότερο κίτρινη απόχρωση. Διαφέρουν στατιστικά

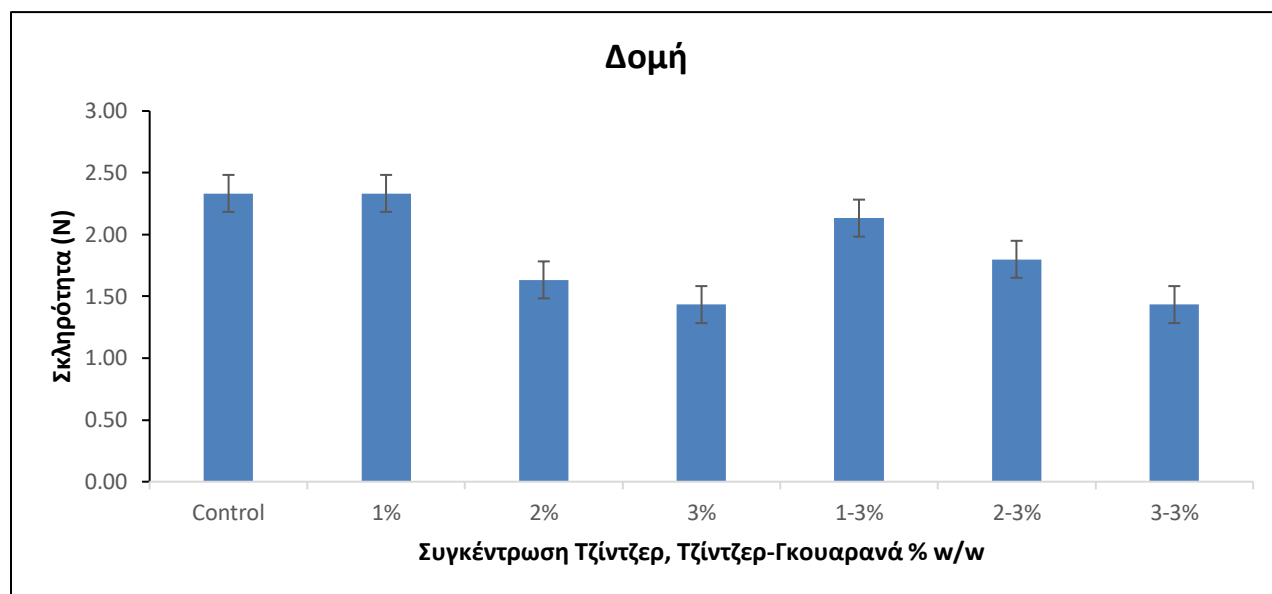
($p < 0.05$) το 0% w/w (control) με τα γιαούρτια συγκεντρώσεων 1-3% w/w, 2-3% w/w και 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά. Επιπρόσθετα, σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) φαίνεται να υπάρχει μεταξύ των γιαουρτιών 1% w/w και 2% w/w τζίντζερ με το 1-3% w/w συγκέντρωσης τζίντζερ-γκουαρανά.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πειραματικό μέρος οδήγησαν στο συμπέρασμα πως η προσθήκη εκχυλίσματος τζίντζερ, και του μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά στα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν οδήγησαν σε μείωση της φωτεινότητας (L^*), αύξηση της ερυθρότητας (a^*) και του κιτρινίσματος (b^*) σε σχέση με το γιαούρτι control. Τα δεδομένα αυτά μοιάζουν με τα αποτελέσματα των (Xinlu Wang et al., 2023) οι οποίοι δημιούργησαν γιαούρτια από γάλα σόγιας και γάλα βρώμης, με των (Luis Medina et al., 2023) που παρασκεύασαν γιαούρτια από σκόνη φρούτου Cacao και αποδίδουν το πιο καφέ χρώμα των γιαουρτιών στις χρωστικές ουσίες τους και με τα αποτελέσματα των (Kourouniotou et al., 2023) που παρασκεύασαν γιαούρτια με εκχυλίσματα γκουαρανά. Οι υψηλότερες τιμές a^* θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν από την παστερίωση, καθώς η υψηλή θερμοκρασία επηρεάζει την σταθερότητα των μικκυλίων καζεΐνης. Οι τιμές του b^* μπορεί να επηρεάζονται από τον χρόνο αποθήκευσης των γιαουρτιών λόγω των καροτενοειδών που περιέχονται στα εκχυλίσματα που χρησιμοποιήθηκαν (Luis Medina et al., 2023).

3.5. ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΟΜΗΣ

Στο **Διάγραμμα 9** παρουσιάζονται οι μετρήσεις δομής και συγκεκριμένα η σκληρότητα, δηλαδή η αντίσταση που παρουσιάζουν τα γιαούρτια με συγκεντρώσεις 0% w/w control, 1%, 2%, 3% w/w τζίντζερ και 1-1%, 1-2% και 1-3% w/w μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά, στην παραμόρφωση όταν τους ασκείται εξωτερική δύναμη. Αρχικά, μπορεί εύκολα κανείς να αντιληφθεί τις μεταβολές τις δομής, ανάλογα με τη συγκέντρωση και το είδος του εκχυλίσματος που έχει προστεθεί στο γιαούρτι. Τις υψηλότερες τιμές παραμόρφωσης εμφανίζουν τα γιαούρτια (control) 0% και με συγκέντρωση τζίντζερ 1% w/w, ενώ στη συνέχεια όσο αυξάνεται η συγκέντρωση τζίντζερ παρατηρείται μια πτώση στις τιμές. Τις χαμηλότερες τιμές εμφανίζουν τα γιαούρτια με συγκέντρωση 3% w/w τζίντζερ και 3-3%

w/w τζίντζερ-γκουαρανά που ταυτίζονται οι τιμές της σκληρότητας. Ενδιαφέρον αποτελεί το αποτέλεσμα της συγκέντρωσης 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά, κατά το οποίο με την προσθήκη της μικρότερης συγκέντρωσης γκουαρανά, αυξάνεται αρκετά η σκληρότητα του γιαουρτιού.



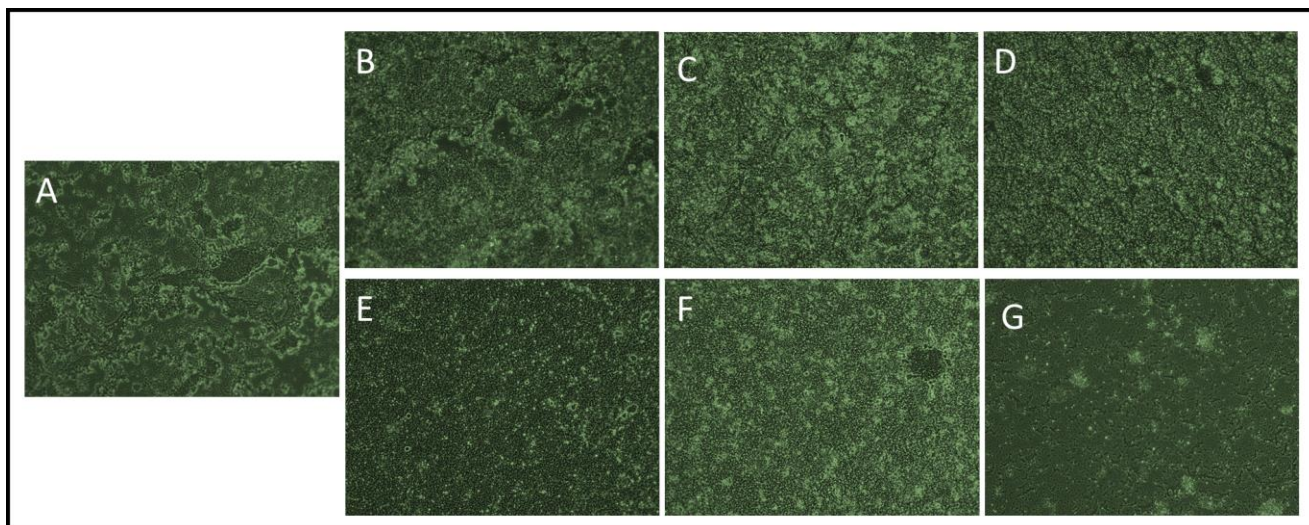
Διάγραμμα 9: Μέτρηση της σκληρότητας της δομής σε γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w, και μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w.

Η δομή αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους όσον αφορά την ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων και συγκεκριμένα του γιαουρτιού. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων ή φυτικών προϊόντων σε γιαούρτια επηρεάζουν τη σκληρότητα τους. Οι Du et al. (2023) πρόσθεσαν διαφορετικές συγκεντρώσεις πολυσακχαρίτη από τον πυρήνα μουριάς σε γιαούρτι και έδειξαν ότι η σκληρότητα αυξήθηκε με την προσθήκη 0,5% πολυσακχαρίτη από τον πυρήνα μουριάς, ενώ μειώθηκε με τις συγκεντρώσεις 1% και 1,5%. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα, μπορεί να έγκειται στο γεγονός ότι μικρή συγκέντρωση πολυσακχαρίτη από τον πυρήνα μουριάς πιθανώς αλληλοεπιδρά με την καζεΐνη, δημιουργώντας μεγαλύτερο συσσωμάτωμα καζεΐνης, αυξάνοντας το ιξώδες και τη δομή του γιαουρτιού (Huaxin Du et al., 2023). Επιπρόσθετα, η μελέτη των Xu et al. αναφέρει ότι το σωστό είδος και ποσότητα πολυσακχαριτών μπορεί να βοηθήσει ή να εμποδίσει το σχηματισμό συμπαγούς δικτύου, γι' αυτό και η υψηλή συγκέντρωση των πολυσακχαριτών που περιέχονται στο *Lycium barbarum* και

προστέθηκαν στα γιαούρτια που παρασκεύασαν, κατέστρεψαν την ισχύ του δικτύου καζεΐνης (Xu et al., 2022). Το τζίντζερ όπως και το γκουαρανά περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις πολυσακχαριτών (50-60%). Αυτοί, με τη συσσωμάτωσή τους με πρωτεΐνες καζεΐνης, μπορούν να βελτιώσουν τη δομή του γιαουρτιού και να την κάνουν πιο συμπαγή. Αντίθετα, το πλεόνασμα υδατανθράκων αναστέλλει τη δημιουργία συμπαγούς δικτύου καζεΐνης, μειώνοντας τη σκληρότητα του γιαουρτιού (Kip et al., 2006). Τέλος, οι Nazari et al. (2023) αναφέρουν ότι η προσθήκη εκχυλίσματος σπόρων μαύρου κύμινου, οι οποίοι περιέχουν πολυφαινόλες σε γιαούρτια, αύξησε το WHC και μείωσε τη συναίρεση, οδηγώντας στη σύνδεση ενός ισχυρού παχύρευστου πηκτώματος. Αυτό οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση στερεών και στην ύπαρξη πολυφαινολών που συνδέονται με την καζεΐνη, ενισχύοντας το ιξώδες (Nazari et al., 2023). Συνεπώς, η αύξηση της σκληρότητας των γιαουρτιών με την προσθήκη γκουαρανά 3% w/w, πλούσιο σε πολυφαινόλες και τζίντζερ 1% w/w με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυσακχαρίτες μπορεί να οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων τζίντζερ (Akgun et al., 2018). Οι σημαντικοί υδατάνθρακες που εντοπίζονται στο τζίντζερ είναι 5 μονοσακχαρίτες: η L-ραμνόζη, η D-αραβινόζη, η D-μαννόζη, η D-γλυκόζη και η D-γαλακτόζη (Wang Yun et al., 2019) και στο γκουαρανά είναι η α-αμυλάση, η πηκτίνη και η γλυκοαμυλάση (F. C. Schimpl et al., 2013) και η α-ημικυτταρίνη (Nicole Dalonso et al., 2012).

3.6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ

Οι φωτογραφίες που ακολουθούν είναι οι απεικονίσεις της μικροδομής των γιαουρτιών που παρασκευάστηκαν για κάθε συγκέντρωση ξεχωριστά. Οι διαφορές που παρατηρούνται είναι αυτές που επεξηγούν τις φυσικές και δομικές αλλαγές μετά την ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων τζίντζερ και τζίντζερ-γκουαρανά.



Εικόνα 6. Απεικονίσεις μικροδομής για κάθε συγκέντρωση γιαουρτιού ξεχωριστά: **A** γιαούρτι control 0% w/w, **B** γιαούρτι τζίντζερ 1% w/w, **C** γιαούρτι τζίντζερ 2% w/w, **D** γιαούρτι τζίντζερ 3% w/w, **E** γιαούρτι τζίντζερ-γκουαρανά 1-3% w/w, **F** γιαούρτι τζίντζερ-γκουαρανά 2-3% w/w, **G** γιαούρτι τζίντζερ-γκουαρανά 3-3% w/w.

Στην **A** φωτογραφία απεικονίζεται η μικροδομή του γιαουρτιού control 0% w/w, στη **B** φωτογραφία απεικονίζεται η μικροδομή του γιαουρτιού τζίντζερ συγκέντρωσης 1% w/w, στη **C** η μικροδομή του γιαουρτιού τζίντζερ συγκέντρωσης 2% w/w, στη **D** η μικροδομή του γιαουρτιού τζίντζερ 3% w/w, στην **E** η μικροδομή του γιαουρτιού που είναι εμπλουτισμένο με εκχύλισμα τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3% w/w, στην **F** η μικροδομή του γιαουρτιού με εκχύλισμα τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 2-3% w/w και τέλος η **G** απεικονίζει την μικροδομή του γιαουρτιού με εκχύλισμα τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 3-3% w/w.

Όπως παρατηρούμε τις φωτογραφίες της μικροδομής, φαίνεται πως για κάθε διαφορετική συγκέντρωση γιαουρτιού έχουμε και διαφορετική μικροδομή. Γίνεται επομένως κατανοητό πως σε κάθε συγκέντρωση, επηρεάζεται η δομή του δικτύου καζεΐνης. Στο γιαούρτι control 0% w/w, αποτυπώνεται ένα πρωτεϊνικό δίκτυο, με αρκετές διακλαδώσεις και αρκετές κενές περιοχές. Με την προσθήκη εκχυλίσματος τζίντζερ 1% w/w παρακολουθούμε τις διακλαδώσεις και τις κενές περιοχές να μειώνονται, δημιουργώντας μια πιο συμπαγή δομή. Για κάθε αύξηση συγκέντρωσης η δομή αυτή αποκτά ακόμα μεγαλύτερη συνεκτικότητα ώσπου στο γιαούρτι συγκέντρωσης 3% w/w έχουμε υπερβολικά συνεκτική δομή με αυλακώσεις. Στα γιαούρτια που έχουμε προσθήκη και του

εκχυλίσματος γκουαρανά ακολουθείται το ίδιο μοτίβο για κάθε αύξηση συγκέντρωσης τζίντζερ, μέχρι τη συγκέντρωση 3-3% w/w, που παρατηρούνται πολλές ρωγμές στη δομή του γιαουρτιού, που μας οδηγεί στο συμπέρασμα της κατάρρευσης του δικτύου καζεΐνης. Μάλιστα η μικροδομή του γιαουρτιού συγκέντρωσης 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με τη μικροδομή του γιαουρτιού συγκέντρωσης 4% εκχυλίσματος γκουαρανά που παρασκευάστηκε από τη μελέτη των (Kourouniotou et al., 2023). Τα αποτελέσματα αυτά μοιάζουν επίσης με τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν σε έρευνες εμπλουτισμένων γιαουρτιών με φρούτα του πάθους (Espirito-Santo et al., 2012), με σκόνη από φλούδα ανανά (Sah et al, 2016). Επίσης μπορεί τα αποτελέσματα αυτά να οφείλονται στο ότι οι πολυσακχαρίτες σε μικρές συγκεντρώσεις συμβάλλουν στην αύξηση της συνεκτικότητας του γιαουρτιού, ενώ όσο αυξήθηκαν οι συγκεντρώσεις των εκχυλισμάτων και κατά συνέπεια και η συγκέντρωση πολυσακχαριτών, η δομή του δικτύου καζεΐνης ανεστάλη. Ακόμη οι πολυσακχαρίτες μπορεί να απορρόφησαν αρκετή ποσότητα υγρασίας, η οποία δεισδύοντας στην πηκτή οδήγησαν στην κατάρρευση της μικροδομής των γιαουρτιών (Huaxin Du et al., 2023).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από αυτή την πειραματική μελέτη που παρασκευάστηκαν γιαούρτια control 0% w/w, τζίντζερ συγκέντρωσης 1%, 2%, 3% w/w και γιαούρτια μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 1-3%, 2-3%, 3-3% w/w και μελετώντας τα χαρακτηριστικά τους εξήχθησαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Τα εκχυλίσματα τζίντζερ και η συνδυαστική επίδραση των εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά, όπως φαίνεται στα γιαούρτια συγκέντρωσης 1% w/w τζίντζερ και 1-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά αντίστοιχα, επιτάχυναν τον απαιτούμενο χρόνο ώστε να ολοκληρωθεί η ζύμωση του γάλακτος (TrH 4.6).
- Η οξύτητα του γιαουρτιού control 0% w/w έχει παρόμοια τιμή με αυτή του εμπλουτισμένου γιαουρτιού με εκχύλισμα τζίντζερ συγκέντρωσης 2% w/w.
- Το γιαούρτι με εκχύλισμα τζίντζερ συγκέντρωσης 1% w/w έχει τη μικρότερη τιμή % συναίρεσης, ενώ τη μεγαλύτερη έχει το γιαούρτι μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 3-3% w/w.
- Το γιαούρτι με εκχύλισμα τζίντζερ συγκέντρωσης 1% w/w έχει τη μεγαλύτερη τιμή % ικανότητας συγκράτησης νερού, ενώ τη μικρότερη έχει το γιαούρτι μείγματος τζίντζερ-γκουαρανά συγκέντρωσης 3-3% w/w.
- Η αύξηση της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων τζίντζερ και των μειγμάτων εκχυλισμάτων τζίντζερ γκουαρανά μείωσαν τη φωτεινότητα (L^*) των γιαουρτιών και αύξησαν την ερυθρότητα (a^*) και το κιτρίνισμα (b^*) των γιαουρτιών.
- Τα γιαούρτια τζίντζερ 1% w/w και μείγματος εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά 1-3% w/w έχουν τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας.
- Το γιαούρτι 3% w/w τζίντζερ και 3-3% w/w τζίντζερ γκουαρανά μπορεί να έχουν παρόμοιες τιμές σκληρότητας, από τη μικροδομή όμως φαίνεται να σχηματίζουν με διαφορετικό τρόπο το πρωτεϊνικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα ανάμεσα στο

γιαούρτι 3-3% w/w τζίντζερ-γκουαρανά και στο γιαούρτι 3% w/w τζίντζερ φαίνεται να υπερισχύει η επίδραση του γκουαρανά.

Επομένως, είναι εφικτό να παρασκευαστούν γιαούρτια εμπλουτισμένα τόσο με εκχυλίσματα τζίντζερ όσο και με μείγμα εκχυλισμάτων τζίντζερ-γκουαρανά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία:

Abdel-Hamid, Mahmoud, et al. "Bioactive Properties of Probiotic Set-Yogurt Supplemented with *Siraitia Grosvenorii* Fruit Extract." *Food Chemistry*, vol. 303, no. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>, Jan. 2020, p. 125400, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>. Accessed 29 Sept. 2020.

Abdullah, Roheena, et al. "Assessment of Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory Activity and Quality Attributes of Yoghurt Enriched with *Cinnamomum Verum*, *Elettaria Cardamomum*, *Beta Vulgaris* and *Brassica Oleracea*." *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 30, no. 2, Feb. 2023, p. 103556, <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103556>.

Akarca, Gökhan, and Ayşe Janseli Denizkara. "Changes of Quality in Yoghurt Produced under Magnetic Field Effect during Fermentation and Storage Processes." *International Dairy Journal*, vol. 150, Elsevier BV, Mar. 2024, pp. 105841–41, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105841>. Accessed 4 Jan. 2024.

Akgun, Abdullah, et al. "The Combined Effect of Probiotic Cultures and Incubation Final PH on the Quality of Buffalo Milk Yogurt during Cold Storage." *Food Science & Nutrition*, vol. 6, no. 2, Dec. 2017, pp. 492–502, <https://doi.org/10.1002/fsn3.580>. Accessed 8 Dec. 2020.

Attari, Vahideh Ebrahimzadeh, et al. "A Systematic Review of the Anti-Obesity and Weight Lowering Effect of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) and Its Mechanisms of Action." *Phytotherapy Research*, vol. 32, no. 4, Nov. 2017, pp. 577–85, <https://doi.org/10.1002/ptr.5986>.

- Bakry, Amr M., et al. "Developing a Mint Yogurt Enriched with Omega-3 Oil: Physiochemical, Microbiological, Rheological, and Sensorial Characteristics." *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 43, no. 12, Nov. 2019, <https://doi.org/10.1111/jfpp.14287>. Accessed 1 Oct. 2021.
- Basile, Adriana, et al. "Antibacterial and Antioxidant Activities of Ethanol Extract from Paullinia Cupana Mart." *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 102, no. 1, Oct. 2005, pp. 32–36, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.038>. Accessed 23 Sept. 2022.
- Behare, P., et al. "Yogurt: Yogurt Based Products." *Encyclopedia of Food and Health*, Jan. 2016, pp. 625–31, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00767-4>.
- Bittencourt, L. S., et al. "The Protective Effects of Guaraná Extract (Paullinia Cupana) on Fibroblast NIH-3T3 Cells Exposed to Sodium Nitroprusside." *Food and Chemical Toxicology*, vol. 53, Mar. 2013, pp. 119–25, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.11.041>. Accessed 25 Mar. 2022.
- Buttriss, J. "MILK | Dietary Importance." *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2003, pp. 3968–74, <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00788-4>.
- Canon, Fanny, et al. "Mixed Dairy and Plant-Based Yogurt Alternatives: Improving Their Physical and Sensorial Properties through Formulation and Lactic Acid Bacteria Cocultures." *Current Research in Food Science*, vol. 5, 2022, pp. 665–76, <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.03.011>. Accessed 6 Oct. 2022.
- Carvalho, Lidiane Vasconcelos do Nascimento, et al. "Evaluation of Antibacterial, Antineoplastic, and Immunomodulatory Activity of Paullinia Cupana Seeds Crude Extract and Ethyl-Acetate Fraction." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2016, Dec. 2016, p. e1203274,

- <https://doi.org/10.1155/2016/1203274>. Accessed 9 Mar. 2022.
- Casarotti, Sabrina N., et al. "Influence of the Combination of Probiotic Cultures during Fermentation and Storage of Fermented Milk." *Food Research International*, vol. 59, May 2014, pp. 67–75, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.068>.
- Chandan, Ramesh C., et al. "Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade." *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 2017, pp. 3–29, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805134-4.00001-8>.
- Chen, Xia, et al. "Effects of Perilla Seed Oil Addition on the Physicochemical Properties, Sensory, and Volatile Compounds of Potato Blueberry Flavored Yogurt and Its Shelf-Life Prediction." *LWT*, vol. 173, Elsevier BV, Jan. 2023, pp. 114383–83, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114383>. Accessed 15 Oct. 2023.
- CIE: *Official recommendations on uniform color space,...* - Scholar Google. (n.d.). Retrieved 20 August 2021, from https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Recommendations%20on%20uniform%20color%20spacescolor%20difference%20equations&publication_year=1976&author=CIE
- Codex Alimentarius, (1975). Food Hygiene Basic Texts, Second Edition CAC/RCP 1-1969, Rev. 3, Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission.
- Cole, Sheri, et al. "Pasteurized Milk." *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2022, pp. 444–50, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00142-2>.
- Dalonso, Nicole, and Carmen Lúcia de Oliveira Petkowicz. "Guarana Powder Polysaccharides: Characterisation and Evaluation of the Antioxidant Activity of a

- Pectic Fraction.” *Food Chemistry*, vol. 134, no. 4, Oct. 2012, pp. 1804–12, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.088>. Accessed 7 Sept. 2022.
- De Lima, Rosália Maria Tôrres, et al. “Protective and Therapeutic Potential of Ginger (*Zingiber Officinale*) Extract and [6]-Gingerol in Cancer: A Comprehensive Review.” *Phytotherapy Research: PTR*, vol. 32, no. 10, Oct. 2018, pp. 1885–907, <https://doi.org/10.1002/ptr.6134>.
- Du, Huaxin, et al. “Effects of Mulberry Pomace on Physicochemical and Textural Properties of Stirred-Type Flavored Yogurt.” *Journal of Dairy Science*, vol. 104, no. 12, Dec. 2021, pp. 12403–14, <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20037>. Accessed 13 Apr. 2022.
- Dugan, Christine E., and Maria Luz Fernandez. *Dairy, Yogurt, and Cardiovascular Health*. Jan. 2017, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805134-4.00027-4>. Accessed 21 Aug. 2023.
- Espírito-Santo, A. P., et al. “Rheology, Spontaneous Whey Separation, Microstructure and Sensorial Characteristics of Probiotic Yoghurts Enriched with Passion Fruit Fiber.” *Food Research International*, vol. 50, no. 1, Jan. 2013, pp. 224–31, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.012>. Accessed 28 Aug. 2022.
- Evangelia Kourouniotou, et al. “Effects of Guarana Aqua Extracts on Fermentation Kinetics and Quality Properties of Set-Type Yogurts.” *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 2023, Wiley-Blackwell, Sept. 2023, pp. 1–10, <https://doi.org/10.1155/2023/4504541>. Accessed 21 Feb. 2024.

- Fernandez, Melissa A., et al. "Role of Yogurt in the Nutrition and Health of Children and Adolescents." *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 2017, pp. 491–505, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805134-4.00028-6>.
- Haniadka, Raghavendra, et al. "A Review of the Gastroprotective Effects of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe)." *Food & Function*, vol. 4, no. 6, 2013, p. 845, <https://doi.org/10.1039/c3fo30337c>.
- Henman, Anthony Richard. "Guaraná (*Paullinia Cupana* Var. *Sorbilis*): Ecological and Social Perspectives on an Economic Plant of the Central Amazon Basin." *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 6, no. 3, Nov. 1982, pp. 311–38, [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(82\)90054-x](https://doi.org/10.1016/0378-8741(82)90054-x). Accessed 6 Dec. 2019.
- Jeong, Chang Hee, et al. "Green Tea Powder Supplementation Enhances Fermentation and Antioxidant Activity of Set-Type Yogurt." *Food Science and Biotechnology*, vol. 27, no. 5, Apr. 2018, pp. 1419–27, <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0370-9>.
- Jørgensen, Camilla Elise, et al. "Processing of High-Protein Yoghurt – a Review." *International Dairy Journal*, vol. 88, Jan. 2019, pp. 42–59, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>.
- Kennas, Abderrezak, et al. "Effect of Pomegranate Peel and Honey Fortification on Physicochemical, Physical, Microbiological and Antioxidant Properties of Yoghurt Powder." *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, July 2018, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.07.001>.
- Kip, P., et al. "Inulins Improve Sensoric and Textural Properties of Low-Fat Yoghurts." *International Dairy Journal*, vol. 16, no. 9, Sept. 2006, pp. 1098–103,

- <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.011>. Accessed 8 Apr. 2021.
- Kiyama, Ryoiti. "Nutritional Implications of Ginger: Chemistry, Biological Activities and Signaling Pathways." *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 86, Dec. 2020, p. 108486, <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108486>.
- Li, Siqi, et al. "Effects of Seasonal Variations on the Quality of Set Yogurt, Stirred Yogurt, and Greek-Style Yogurt." *Journal of Dairy Science*, Dec. 2020, <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19071>.
- Li, X. M., et al. "Effect of the Lycium Barbarum Polysaccharides on Age-Related Oxidative Stress in Aged Mice." *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 111, no. 3, May 2007, pp. 504–11, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.12.024>. Accessed 10 July 2021.
- Lopes, Rita P., et al. "Combined Effect of Pressure and Temperature for Yogurt Production." *Food Research International*, vol. 122, Aug. 2019, pp. 222–29, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.010>.
- Lucey, J. A., and H. Singh. "Formation and Physical Properties of Acid Milk Gels: A Review." *Food Research International*, vol. 30, no. 7, Aug. 1997, pp. 529–42, [https://doi.org/10.1016/s0963-9969\(98\)00015-5](https://doi.org/10.1016/s0963-9969(98)00015-5).
- Marques, Leila Larisa Medeiros, et al. "Guarana." *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*, 2019, pp. 283–88, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812491-8.00040-0>.
- Medina, Luis, et al. "Effects of Carao (Cassia Grandis L.) on Physico-Chemical, Microbiological and Rheological Characteristics of Yogurt." *LWT*, vol. 183, June 2023, p. 114891, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114891>.
- Nazari, Azin, et al. "Influence of Germinated Black Cumin (Nigella Sativa L.) Seeds

- Extract on the Physicochemical, Antioxidant, Antidiabetic, and Sensory Properties of Yogurt.” *Food Bioscience*, vol. 53, Elsevier BV, June 2023, pp. 102437–37, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102437>. Accessed 11 Feb. 2024.
- Nguyen, Hanh T. H., et al. “Differences in the Microstructure and Rheological Properties of Low-Fat Yoghurts from Goat, Sheep and Cow Milk.” *Food Research International*, vol. 108, June 2018, pp. 423–29, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.040>. Accessed 19 Oct. 2020.
- Ozturkoglu-Budak, S., et al. “Effect of Dried Nut Fortification on Functional, Physicochemical, Textural, and Microbiological Properties of Yogurt.” *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 11, Nov. 2016, pp. 8511–23, <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11217>. Accessed 30 Aug. 2020.
- Palatty, Princy Louis, et al. “Ginger in the Prevention of Nausea and Vomiting: A Review.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 53, no. 7, 2013, pp. 659–69, <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.553751>. Accessed 17 May 2020.
- Palma, Claudia G. Latorre, et al. “Guarana (*Paullinia Cupana*) Improves Anorexia in Patients with Advanced Cancer.” *Journal of Dietary Supplements*, vol. 13, no. 2, Taylor & Francis, Feb. 2015, pp. 221–31, <https://doi.org/10.3109/19390211.2015.1008612>. Accessed 11 Feb. 2024.
- Pan, Li-Hua, et al. “Pomegranate Juice Powder as Sugar Replacer Enhanced Quality and Function of Set Yogurts: Structure, Rheological Property, Antioxidant Activity and in Vitro Bioaccessibility.” *LWT*, vol. 115, Nov. 2019, p. 108479, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108479>. Accessed 15 May 2022.
- Panahi, S., et al. “Yogurt, Diet Quality and Lifestyle Factors.” *European Journal of Clinical*

- Nutrition*, vol. 71, no. 5, Nov. 2016, pp. 573–79, <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.214>. Accessed 11 Sept. 2020.
- Pelaes Vital, Ana Carolina, et al. “Microbiological, Functional and Rheological Properties of Low Fat Yogurt Supplemented with *Pleurotus Ostreatus* Aqueous Extract.” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 64, no. 2, Dec. 2015, pp. 1028–35, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.003>. Accessed 17 Mar. 2021.
- Portella, Rafael de Lima, et al. “Guaraná (*Paullinia Cupana* Kunth) Effects on LDL Oxidation in Elderly People: An in Vitro and in Vivo Study.” *Lipids in Health and Disease*, vol. 12, no. 1, Feb. 2013, <https://doi.org/10.1186/1476-511x-12-12>. Accessed 10 Feb. 2022.
- Qiu, Liqing, et al. “Effect of Edible Rose (*Rosa Rugosa* Cv. Plena) Flower Extract Addition on the Physicochemical, Rheological, Functional and Sensory Properties of Set-Type Yogurt.” *Food Bioscience*, vol. 43, Oct. 2021, p. 101249, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101249>. Accessed 21 May 2022.
- Roggia, Isabel, et al. “Protective Effect of Guarana-Loaded Liposomes on Hemolytic Activity.” *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 187, Elsevier BV, Mar. 2020, pp. 110636–36, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110636>. Accessed 11 Feb. 2024.
- Sah, B. N. P., et al. “Physicochemical, Textural and Rheological Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Fibre-Rich Pineapple Peel Powder during Refrigerated Storage.” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 65, Jan. 2016, pp. 978–86, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>. Accessed 11 Dec. 2019.
- Santana, Ádina L., and Gabriela A. Macedo. “Health and Technological Aspects of

- Methylxanthines and Polyphenols from Guarana: A Review.” *Journal of Functional Foods*, vol. 47, Aug. 2018, pp. 457–68, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.05.048>.
- Sarode, A. R., et al. “Milk: Role in the Diet.” *Encyclopedia of Food and Health*, 2016, pp. 736–40, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00462-1>.
- Schimpl, Flávia Camila, et al. “Guarana: Revisiting a Highly Caffeinated Plant from the Amazon.” *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 150, no. 1, Oct. 2013, pp. 14–31, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.023>. Accessed 25 Sept. 2020.
- Semwal, Ruchi Badoni, et al. “Gingerols and Shogaols: Important Nutraceutical Principles from Ginger.” *Phytochemistry*, vol. 117, 2015, pp. 554–68, <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.07.012>.
- Van den Oever, Sabrina P., and Helmut K. Mayer. “Analytical Assessment of the Intensity of Heat Treatment of Milk and Dairy Products.” *International Dairy Journal*, vol. 121, Oct. 2021, p. 105097, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105097>.
- Vanegas-Azuero, Ana-Milena, and Luis-Felipe Gutiérrez. “Physicochemical and Sensory Properties of Yogurts Containing Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) Seeds and β -Glucans from *Ganoderma Lucidum*.” *Journal of Dairy Science*, vol. 101, no. 2, Feb. 2018, pp. 1020–33, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13235>.
- Wang, Li, et al. “Column-Chromatographic Extraction and Separation of Polyphenols, Caffeine and Theanine from Green Tea.” *Food Chemistry*, vol. 131, no. 4, Apr. 2012, pp. 1539–45, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.129>. Accessed 9 Feb. 2020.
- Wang, Xinlu, et al. “Comparison of Physicochemical Properties and Volatile Flavor Compounds of Plant-Based Yoghurt and Dairy Yoghurt.” *Food Research*

- International*, vol. 164, Feb. 2023, p. 112375,
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112375>.
- Wang, Yun, et al. "Ginger Polysaccharides Induced Cell Cycle Arrest and Apoptosis in Human Hepatocellular Carcinoma HepG2 Cells." *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 123, Feb. 2019, pp. 81–90,
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.169>. Accessed 21 Jan. 2020.
- Weng, Chia-Jui, et al. "Anti-Invasion Effects of 6-Shogaol and 6-Gingerol, Two Active Components in Ginger, on Human Hepatocarcinoma Cells." *Molecular Nutrition & Food Research*, vol. 54, no. 11, Nov. 2010, pp. 1618–27,
<https://doi.org/10.1002/mnfr.201000108>. Accessed 16 May 2020.
- Xu, Guangxin, et al. "Effects of Lycium Barbarum Polysaccharides on Properties of Fermented Milk Gel and Optimization of Lycium Barbarum Polysaccharides Yogurt Process." *Journal of Food and Nutrition Sciences*, vol. 10, no. 3, 2022, p. 80,
<https://doi.org/10.11648/j.jfns.20221003.14>. Accessed 14 Sept. 2022.
- Zare, F., et al. "Microbial, Physical and Sensory Properties of Yogurt Supplemented with Lentil Flour." *Food Research International*, vol. 44, no. 8, Oct. 2011, pp. 2482–88,
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.002>. Accessed 25 Nov. 2019.
- Zhang, Mengmeng, et al. "Ginger (Zingiber Officinal Rosc.) and Its Bioactive Components Are Potential Resources for Health Beneficial Agents." *Phytotherapy Research*, Sept. 2020, <https://doi.org/10.1002/ptr.6858>.
- Zheng, Wei, and Shiow Y. Wang. "Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 49, no. 11, Nov. 2001, pp. 5165–70, <https://doi.org/10.1021/jf010697n>.

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Καμιναρίδης Σ. και Μοάτσου Γ., (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις « Έμβρυο»

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/5

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών – Άρθρο 80/8,9

Ιστοσελίδες:

<https://www.usda.gov>

<https://www.alliedmarketresearch.com>

