

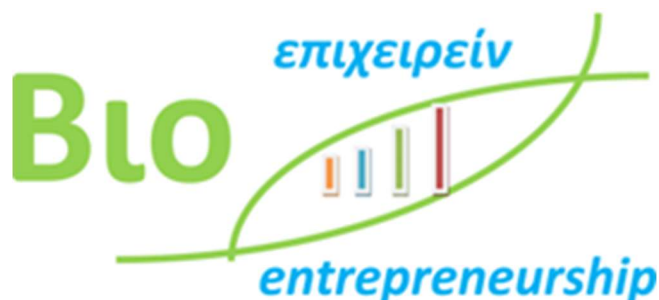


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της επίδρασης της οινολάσπης στο σχηματισμό
πηκτής γιαουρτιού

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: κ. Γιαννούλη Περσεφόνη

Μανώλα Ελένη

A.M. 00116
Λάρισα, 2023

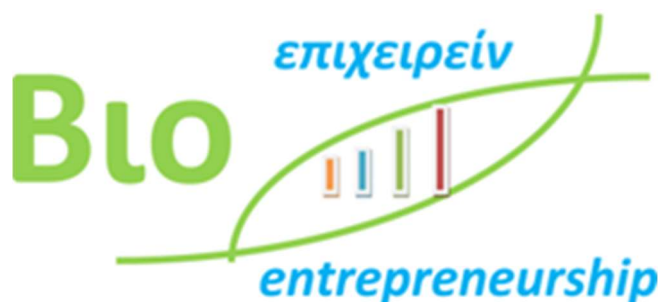


UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY



NATIONAL HELLENIC RESEARCH FOUNDATION
INSTITUTE OF CHEMICAL BIOLOGY

**INTERSTITUTIONAL PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES
IN BIOENTREPRENEURSHIP**



MASTER THESIS

Study of the effect of wine lees on the formation of yogurt

SUPERVISOR: Giannouli Persefoni

MANOLA ELENH

**AM 00116
Larisa, 2023**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στο

ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ

που απονέμει το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

Γιαννούλη Περσεφόνη

Λεωνίδας Δημήτριος

Ζωγράφος Σπυρίδων

ΒΑΘΜΙΔΑ

Επίκουρος Καθηγήτρια

Καθηγητής

Ερευνητής Α, ΕΙΕ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής, στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος “Βιοεπιχειρείν”, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της διατριβής μου κ. Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης, του Τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύτιμη βοήθεια και την υποστήριξη της, αλλά και για την δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω την διπλωματική μου εργασία. Ακόμη ιδιαίτερες ευχαριστίες στον κ. Λεωνίδα Δημήτριο, Καθηγητή Βιοχημείας, του Τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και στον κ. Ζωγράφο Σπυρίδων, Ερευνητή Α, στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, για τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους στην παρούσα μελέτη. Τέλος, θερμές ευχαριστίες τον κ. Ζαμάνη Άγγελο, διευθυντή της εταιρείας Domaine Agrovision, για την προσφορά της οινολάσπης.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΣΚΟΠΟΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1. Γιαούρτι	9
1.1.1. Ιστορικά στοιχεία.....	9
1.1.2. Χαρακτηριστικά γιαουρτιού	9
1.1.3. Βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού	10
1.1.4. Επίδραση του γιαουρτιού στην υγεία του ανθρώπου.....	13
1.1.5. Καινοτομίες στην παραγωγή γιαουρτιού.....	14
1.1.6. Παραδείγματα προσθήκης παραγώγων σταφυλίου στο γιαούρτι.....	15
2.1. Οινολάσπη	15
2.1.1. Υποπροϊόντα Οينوποίησης	15
2.1.2. Σύνθεση οινολάσπης	16
2.1.3. Παραδείγματα αξιοποίησης της οινολάσπης	17
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	19
3.1. Υλικά	19
3.2. Μέθοδοι.....	19
3.2.1. Παρασκευή σκόνης οινολάσπης.....	19
3.2.2. Παρασκευή Γιαουρτιού.....	19
3.2.3. Προσδιορισμός του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης.....	20
3.2.4 Προσδιορισμός Οξύτητας	20
3.2.5. Προσδιορισμός Δομής	20
3.2.6. Προσδιορισμός Μικροδομής	21
3.2.7. Στατιστική Ανάλυση	21

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	22
4.1. Προσδιορισμός του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης.....	23
4.1.1 Μέτρηση του pH την 1 ^η ημέρα αποθήκευσης.	23
4.1.2. Μέτρηση του pH την 7 ^η ημέρα αποθήκευσης	24
4.1.3. Μέτρηση του pH την 14 ^η ημέρα αποθήκευσης	25
4.2. Μετρήσεις Οξύτητας	27
4.2.1. Μέτρηση της οξύτητας την 1 ^η ημέρα αποθήκευσης	27
4.2.2. Μέτρηση της οξύτητας την 7 ^η ημέρα αποθήκευσης	28
4.2.3. Μέτρηση της οξύτητας την 14 ^η ημέρα αποθήκευσης	29
4.3. Μετρήσεις Δομής	31
4.3.1. Μέτρηση της δομής την 1 ^η ημέρα αποθήκευσης	31
4.3.2. Μέτρηση της δομής την 7 ^η ημέρα αποθήκευσης	32
4.3.3. Μέτρηση της δομής την 14 ^η ημέρα αποθήκευσης	33
4.4. Μικροδομή.....	35
4.4.1. Μέτρηση της μικροδομής την 1 ^η ημέρα αποθήκευσης.....	35
4.4.2. Μέτρηση της μικροδομής την 7 ^η ημέρα αποθήκευσης	36
4.4.3. Μέτρηση της μικροδομής την 14 ^η ημέρα αποθήκευσης.....	37
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	40
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον από τους καταναλωτές για τρόφιμα τα οποία ενισχύουν και προάγουν την υγεία. Στην μετά-COVID-19 εποχή, η αγορά του γιαουρτιού επεκτείνεται λόγω των θετικών επιπτώσεων του στην υγεία. Η καινοτομία επομένως είναι μια από τις προκλήσεις που πρέπει επειγόντως να αντιμετωπίσει η βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων ώστε να προσαρμοστούν πλέον στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών. Έτσι λοιπόν πραγματοποιούνται έρευνες με σκοπό την δημιουργία λειτουργικών τροφίμων κυρίως με την προσθήκη πρώτων υλών πλούσιων σε βιοδραστικές ενώσεις. Οι βιομηχανίες τροφίμων κινούνται προς την αξιοποίηση των αποβλήτων από τα προϊόντα που οι ίδιες χρησιμοποιούν. Αυτό συμβαίνει γιατί εκτός από το κόστος παραγωγής και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, λαμβάνονται υπόψιν και οι υψηλοί φόροι που εφαρμόζονται από όλο και περισσότερες κυβερνήσεις για να αποθαρρύνουν τις μη βιώσιμες πρακτικές. Σύμφωνα με μελέτες, εντοπίζονται αρκετά οφέλη από την προσθήκη παραγώγων σταφυλιού σε προϊόντα, τα οποία οφείλονται στην συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλη.

Στόχος λοιπόν της συγκεκριμένης διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης της οινολάσπης στην ζύμωση των γιαουρτιών. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε, πως, η προσθήκη τεσσάρων διαφορετικών περιεκτικοτήτων οινολάσπης 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w επιδρούν στα βασικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού, στο pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, στην οξύτητα, στην σκληρότητα και στη μικροδομή. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως κατά την αποθήκευση για 1, 7 και 14 ημέρες παρατηρήθηκε μείωση του pH και μεγαλύτερη οξύτητα παρατηρήθηκε στο δείγμα με περιεκτικότητα οινολάσπης 2% w/w. Επιπλέον το γιαούρτι με περιεκτικότητα 2% w/w σε οινολάσπη εμφάνισε και την πιο σκληρή δομή μετά από 14 ημέρες αποθήκευσης. Οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις επιβεβαιώθηκαν και με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.

Λέξεις κλειδιά:

Γιαούρτι, Οινολάσπες (wine lees), Λειτουργικά Τρόφιμα, Διατροφική αξία

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing consumer interest in foods that enhance and promote health. In the post-COVID-19 era, the yogurt market is expanding due to its positive health effects. Innovation is therefore one of the challenges that the dairy industry must urgently address in order to adapt to the ever-changing demands of consumers. Therefore, research is carried out with the aim of creating functional foods mainly by adding raw materials rich in bioactive compounds. Food industries are moving towards the utilization of waste from the products they themselves use. This is because in addition to the cost of production and environmental impact, the high taxes applied by more and more governments to discourage unsustainable practices. According to studies, there are several benefits of adding grape derivatives to products, which are due to the total phenol content.

So, the aim of this thesis is to study the effect of wine lees on the fermentation of yogurts. Specifically, it was investigated how the addition of four different contents of wine lees 0%, 0.5%, 1%, 2%, w/w affect the basic characteristics of yogurt, the pH during storage, acidity, hardness and the microstructure. The results of the measurements showed that during storage for 1, 7 and 14 days a decrease in pH was observed and greater acidity was observed in the sample with wine lees content of 2% w/w. In addition, the hardest structure was displayed by the yogurt with a content of 2% w/w in wine lees after 14 days of storage. These observations were also confirmed by scanning electron microscopy.

Keywords:

Yogurt, Wine lees, Functional Foods, Nutritional value

ΣΚΟΠΟΣ

Δεδομένου ότι οι οινολάσπες είναι ένα από τα λιγότερο μελετημένα και αξιοποιημένα υποπροϊόντα οينوποίησης μέχρι στιγμής, σκοπό της συγκεκριμένης διατριβής αποτελεί η μελέτη της επίδρασης των διαφορετικών συγκεντρώσεων οινολάσπης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε πως η προσθήκη τεσσάρων διαφορετικών περιεκτικοτήτων οινολάσπης 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w επιδρά στα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων όπως, στο pH, στην οξύτητα, στην σκληρότητα και στη μικροδομή κατά την διάρκεια της αποθήκευσης 14 ημέρων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γιαούρτι

1.1.1. Ιστορικά στοιχεία

Η παραγωγή γιαουρτιού συνδέεται με την αρχαιότητα. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα ενσωματώθηκαν γύρω στο 10.000–5000 π.Χ. στην ανθρώπινη διατροφή όταν κάποια στιγμή το γάλα, έμεινε για αρκετές ώρες σε δοχείο υπό την επίδραση θερμότητας, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία του γιαουρτιού (Tamime & Robinson, 2007). Η παρασκευή γιαουρτιού αποτελούσε για χιλιετίες την μόνη ασφαλή μέθοδο για τη συντήρηση του γάλακτος, εκτός από την ξήρανση. Πιστεύεται ότι η λέξη «γιαούρτι» προέρχεται από την τουρκική λέξη «yoğurtmak», που σημαίνει παχύνω, πήζω. Μόλις τον 20^ο αιώνα οι ερευνητές έδωσαν μια εξήγηση για τα οφέλη που σχετίζονται με την κατανάλωση γιαουρτιού στην υγεία και γι' αυτό τον λόγο το γιαούρτι πωλούνταν στα φαρμακεία. (Fisberg and Machado, 2015).

1.1.2. Χαρακτηριστικά γιαουρτιού

Γιαούρτι ονομάζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει από τη ζύμωση του γάλακτος από καλλιέργειες όπως *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Είναι γεγονός πως σε ορισμένες χώρες, ο όρος γιαούρτι περιορίζεται σε προϊόντα που παρασκευάζονται αποκλειστικά από τις δύο αυτές καλλιέργειες, ενώ άλλες χώρες επιτρέπουν επίσης και επικουρικές προβιοτικές καλλιέργειες. Συνεπώς και άλλα βακτήρια γαλακτικού οξέος μπορούν να προστεθούν για να συμβάλουν στα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Chandan, Gandhi, & Shah, 2017), όπως είναι: *L. acidophilus*, και *Bifidobacterium* spp. (Pimentel, Antunes, et al., 2017). Το γιαούρτι είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό παγκοσμίως λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας που το διακατέχει, της αρκετά ευχάριστης γεύσης και της χαρακτηριστικής του υφής (Chandan et al., 2017). Η διαδικασία ζύμωσης αυξάνει τη θρεπτική αξία, με αποτέλεσμα τα προϊόντα να έχουν υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης B, συζευγμένου λινολεϊκού οξέος (Balthazar et al., 2016) και βιοενεργών πεπτιδίων από το γάλα και άλλα μη ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος (Donovan & Hutkins, 2018).

Σύμφωνα με τον FAO (1997a), (Food and Agriculture Organization of the United Nations) το γιαούρτι θα πρέπει να διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Πιο αναλυτικά, το pH θα πρέπει να είναι χαμηλό και περίπου 4,50-4,70, η οξύτητα θα πρέπει να είναι υψηλή και να κυμαίνεται μεταξύ 90-100 °D ή 0,7-1,2% γαλακτικού οξέος. Επίσης το γιαούρτι διαθέτει χαρακτηριστική γεύση και οσμή, η οποία οφείλεται στη δράση των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Ακόμη εντοπίζεται η παρουσία πληθυσμού ζωντανών βακτηριακών κυττάρων άνω των 107/g και η ύπαρξη πήγματος. Η οξυγαλακτική ζύμωση και κατά συνέπεια η πήξη του γάλακτος αποτελούν τις βασικές διεργασίες προκειμένου να παραχθεί το γιαούρτι. Συγκεκριμένα, η γλυκόζη ή η λακτόζη, οι οποίες αποτελούν σάκχαρα του γάλακτος, μετατρέπονται σε γαλακτικό οξύ με τη βοήθεια της λακτάσης. Επιπλέον η χαρακτηριστική γεύση και το άρωμα του γιαουρτιού προκαλείται από τη ζύμωση των επιμέρους συστατικών του γάλακτος όπως: λακτόζη, γλυκόζη και γαλακτόζη. Η υψηλή θερμοκρασία ζύμωσης δίνει τη δυνατότητα στα οξυγαλακτικά βακτήρια να αναπτυχθούν. Η παραγωγή γαλακτικού οξέος μειώνει το pH και έτσι λοιπόν το γάλα αρχίζει να πήζει μόλις φτάσει την τιμή 4,6 (Marshall & Tamime, 1997). Η σύγχρονη παραγωγή γιαουρτιού είναι μια καλά ελεγχόμενη διαδικασία που χρησιμοποιεί συστατικά όπως είναι το: γάλα, γάλα σε σκόνη, ζάχαρη, φρούτα, γεύσεις, χρωστικές, γαλακτωματοποιητές και σταθεροποιητές, για να διεξαχθεί η διαδικασία της ζύμωσης (Lourens-Hattingh and Viljoen 2001, White et al., 2008).

1.1.3. Βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού

Υπάρχουν διάφορα είδη γιαουρτιών από τα οποία τα κυριότερα είδη είναι το γιαούρτι τύπου συνεκτικής δομής (τύπου set) και το γιαούρτι τύπου αναδευμένης δομής (τύπου stirred) (Varnam, et al., 1994). Η κύρια διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τύπων γιαουρτιού είναι ότι τύπου “set” περνάει πρώτα από τις γραμμές συσκευασίας και στη συνέχεια ζυμώνεται στο τελικό δοχείο. Συνοπτικά σύμφωνα με τον Koranos et al., το 2010, η βιομηχανική παραγωγή του γιαουρτιού έχει ως εξής:

Το γάλα συλλέγεται από γαλακτοπαραγωγικές μονάδες και πραγματοποιείται μια πρώτη επεξεργασία του γάλακτος, ώστε να απομακρυνθούν οι μολυσματικές ουσίες από το φρέσκο γάλα. Σκοπό της προκαταρκτικής επεξεργασίας αποτελεί η συμμόρφωση με τα πρότυπα υγιεινής και η διασφάλιση καλύτερης ποιότητας του τελικού προϊόντος.

Ο διαχωρισμός των ξένων υλών από το γάλα πραγματοποιείται με την μέθοδο της φυγοκέντρωσης. Μετά την παράδοση του φρέσκου γάλακτος στο γαλακτοκομικό εργοστάσιο, πραγματοποιείται τυποποίηση προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Αυτή η τυποποίηση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως: με την αφαίρεση μέρους της περιεκτικότητας σε λιπαρά από το γάλα, με την ανάμειξη πλήρους κρέμας γάλακτος με αποβουτυρωμένο γάλα και με την προσθήκη κρέμας σε πλήρες γάλα ή αποβουτυρωμένο γάλα. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η υφή του τελικού γιαουρτιού, μειώνεται η ευαισθησία στην συναίρεση καθώς και η παραγωγή οξέος κατά την ζύμωση, δίνοντας ένα προϊόν το οποίο έχει λιγότερη όξινη γεύση και είναι περισσότερο αποδεκτό από τους καταναλωτές.

Εφόσον ολοκληρωθεί η τυποποίησή του, το γάλα μεταφέρεται στον ομογενοποιητή όπου τα μεγάλα σφαιρίδια λίπους διαχωρίζονται σε αυτά με μικρότερη διάμετρο. Κατά συνέπεια, τόσο η επίδραση της κρέμας του λίπους του γάλακτος όσο και η τάση των σφαιριδίων λίπους να συνενώνονται ή να συσσωρεύονται, μειώνονται. Η φάση ομογενοποίησης οδηγεί σε ένα πιο λευκό και ελκυστικό χρώμα γάλακτος και σε αυξημένο ιξώδες. Αποφεύγεται με αυτόν τον τρόπο, ο σχηματισμός συσσωματωμάτων λιποσφαιριδίων που ανέρχονται στην επιφάνεια κατά την επώαση, ελαττώνεται το φαινόμενο της συναίρεσης και αυξάνεται η υφή του πηγματος (Lee, 2010).

Μετά την ομογενοποίηση, το γάλα θερμαίνεται για μικρό χρονικό διάστημα προκειμένου να εξαλειφθούν τα παθογόνα και άλλοι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί. Το θερμικά επεξεργασμένο γάλα παραδίδεται σε δεξαμενές ζύμωσης πολλαπλών χρήσεων, όπου επρόκειτο να προστεθούν καλλιέργειες εκκίνησης, *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* ώστε να πραγματοποιηθεί η επώαση του μείγματος. Η καλλιέργεια θα πρέπει να ελέγχεται για την καθαρότητα της και να χρησιμοποιείται πάντα από εξειδικευμένο προσωπικό της βιομηχανίας, καθώς εάν υπάρξει επιμόλυνση με ζύμες μπορεί να προκληθεί σχηματισμός αερίου. Ο χρόνος που θα πραγματοποιηθεί η ζύμωση, ενδέχεται να ποικίλλει σημαντικά καθώς, εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τον τύπο του τελικού προϊόντος και τη συγκέντρωση των καλλιεργειών εκκίνησης στο μείγμα. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι το γιαούρτι τύπου “set” ζυμώνεται μετά το στάδιο της συσκευασίας, σε αντίθεση με τα άλλα είδη γιαουρτιών όπως το τύπου “stirred”.

Το επόμενο στάδιο είναι η προσθήκη συστατικών υπό την μορφή ενισχυτών γεύσης αρωμάτων και χρωμάτων, όπως επίσης και προσθήκη φρούτων, ξηρών καρπών για την δημιουργία νέων τύπων γιαουρτιού. Σ' αυτό το στάδιο θα πρέπει να επιβεβαιωθούν ότι όλα τα συστατικά είναι καλής ποιότητας και ανταποκρίνονται στα ισχύοντα μικροβιολογικά πρότυπα, ώστε να διασφαλιστεί και η απουσία των παθογόνων μικροοργανισμών. Κατά την βιομηχανική παραγωγή του παραδοσιακού γιαουρτιού παραλείπεται το συγκεκριμένο στάδιο.

Ακολουθεί η πλήρωση και η συσκευασία, όπου πραγματοποιούνται σε μηχανές παράλληλης συσκευασίας που μπορούν να συσκευάσουν πολλούς διαφορετικούς τύπους τελικών προϊόντων. Απαιτείται μια καλή στρατηγική προγραμματισμού, στο στάδιο της συσκευασίας, για την καθημερινή λειτουργία ενός τυπικού γαλακτοκομικού εργοστασίου. Θα πρέπει να πραγματοποιείται έλεγχος για την επιβεβαίωση της καθαριότητας του περιβάλλοντος του συσκευαστηρίου, της ορθής πλήρωσης και της καθαριότητας των περιεκτών. Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει επίσης να γίνεται καταγραφή και παρακολούθηση της λειτουργίας του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την συσκευασία.

Έπειτα πραγματοποιείται η ψυκτική αποθήκευση και ο έλεγχος της ποιότητας. Τα προϊόντα του σταδίου συσκευασίας τοποθετούνται σε δοχεία αποθήκευσης σε θερμοκρασία κάτω των 10 °C, όπου οι καλλιέργειες εκκίνησης παρουσιάζουν περιορισμένη ανάπτυξη. Απαιτείται συνήθως περίοδος αποθήκευσης ψύξης 2-5 ημερών προκειμένου να επιτευχθεί η τελική σταθερότητα του πηγμάτος και να διατηρηθεί η υψηλή ποιότητα του τελικού προϊόντος (Kulshrestha, 1974). Σε αυτή τη φάση πραγματοποιείται και ποιοτικός έλεγχος.

Τέλος γίνεται και η διανομή των τελικών προϊόντων στους πελάτες, η οποία πραγματοποιείται με διαφορετικούς τρόπους, και ποικίλλει ανάλογα με τη σημασία και την τοποθεσία του πελάτη. Σημαντικοί πελάτες και πελάτες της τοπικής αγοράς, παρέχονται με τελικά προϊόντα από τα φορτηγά ψυγεία της εταιρείας. Μεγάλοι διεθνείς πελάτες πραγματοποιούν τη μεταφορά των τελικών προϊόντων με τα δικά τους φορτηγά. Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του γιαουρτιού θα πρέπει να συμμορφώνονται με ειδικές συστάσεις, καθώς η ακατάλληλη ψύξη και η υψηλή ανακίνηση του γιαουρτιού μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση της δομής και εμφάνιση συνέργειας ορού γάλακτος και συνεπώς σε υποβάθμιση της ποιότητας του.

1.1.4. Επίδραση του γιαουρτιού στην υγεία του ανθρώπου

Η κατανάλωση γιαουρτιού μπορεί να βελτιώσει την ευεξία και να μειώσει τον κίνδυνο των ασθενειών. Οι ευεργετικές επιδράσεις σχετίζονται κυρίως από την παρουσία των βιώσιμων βακτηρίων, των μεταβολιτών τους και τη σύνθεσή τους, όπως είναι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ασβέστιο, μαγνήσιο και βιταμίνη D (Mostafai et al., 2019). Έχει αποδειχθεί πως η κατανάλωση γιαουρτιού, σε συνδυασμό με μια υγιεινή διατροφή, μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, κυρίως λόγω των αλλαγών που προκύπτουν στο λιπιδαιμικό προφίλ. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα μπορούν να συνδεθούν με το ασβέστιο και να σχηματίσουν με αυτό τον τρόπο αδιάλυτες ενώσεις. Το ασβέστιο μπορεί επίσης να συνδεθεί με τα χολικά άλατα, με αποτέλεσμα τη διακοπή της εντεροηπατικής κυκλοφορίας και την απομάκρυνση της κυκλοφορούσας χοληστερόλης (Dugan & Fernandez, 2017).

Ακόμη η παρουσία ασβεστίου, φωσφόρου και πρωτεϊνών στο γιαούρτι, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της ομοιόστασης των οστών. Τα γιαούρτια παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση αυτών των συστατικών από το γάλα, λόγω του εμπλουτισμού των συνολικών στερεών, κυρίως με αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη, για να αποκτηθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά υφής. Τα πεπτίδια που απελευθερώνονται από τη διάσπαση της καζεΐνης κατά τη ζύμωση του γάλακτος μπορεί να επιταχύνουν την πρόσληψη μετάλλων (Chandan et al., 2017). Η χαμηλή κατανάλωση γιαουρτιών κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη οστική μάζα, είτε σε συγκεκριμένα σημεία είτε σε όλο το σώμα. (Rizzoli & Biver, 2017). Επίσης διαπιστώνεται και η αντικαρκινική δράση της κατανάλωσης γιαουρτιού. Συγκεκριμένα σχετίζεται με την αλλαγή της σύνθεσης της μικροχλωρίδας κυρίως με την αύξηση του αριθμού των ωφέλιμων μικροοργανισμών το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ωφέλιμων μεταβολιτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το βουτυρικό, το οποίο είναι ικανό να διεγείρει την απόπτωση των καρκινικών κυττάρων. Επίσης υπάρχει ομαλοποίηση της εντερικής διαπερατότητας, με αποτέλεσμα την πρόληψη ή καθυστέρηση στην απορρόφηση των τοξινών και την ενίσχυση των μηχανισμών του εντερικού φραγμού (Pimenta et al., 2018). Τέλος είναι γνωστό πως ο HIV προκαλεί δυσλειτουργία του βλεννογόνου φραγμού και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βακτηριακή μετατόπιση και μια φλεγμονώδη κατάσταση που σχετίζεται με την εξέλιξη του HIV.

Τα προβιοτικά έχουν δείξει ότι μειώνουν τη βακτηριακή μετατόπιση, τη δυσλειτουργία του φραγμού του βλεννογόνου και των μικροθρεπτικών συστατικών και έχουν αποδειχθεί ευεργετικά για τη διατήρηση της ανοσοποιητικής λειτουργίας σε άτομα που ζουν με HIV. Συγκεκριμένα το γιαούρτι παράγεται με ζύμωση γάλακτος και με γαλακτική βακτηριακή καλλιέργεια και παρέχει πρωτεΐνες και απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τη διατήρηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Επιπλέον, το γιαούρτι αποτελεί τρόπος χορήγησης προβιοτικών που έχουν σχεδιαστεί για την ενίσχυση του βλεννογόνου φραγμού και τη θεραπεία ενός μικροβιώματος που σχετίζεται με τον HIV (Hummelen and Hemsworth, 2017). Η αγορά του γιαουρτιού επεκτείνεται στην εποχή μετά τον COVID-19 λόγω των επιπτώσεων του όπως η βελτίωση της λειτουργίας φραγμού του γαστρεντερικού σωλήνα, η ενίσχυση της ανοσίας και η μείωση της χοληστερόλης (Bulca et al., 2022 , Gu et al., 2020 , Yang, Li, et al., 2021). Η καινοτομία είναι επομένως μια από τις προκλήσεις που πρέπει επειγόντως να αντιμετωπίσει η βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων για την προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών καθώς και για τη διατήρηση ενός αυξανόμενου μεριδίου αγοράς (Wang, & Cho, 2022).

1.1.5. Καινοτομίες στην παραγωγή γιαουρτιού

Σήμερα, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον των καταναλωτών για τρόφιμα που ενισχύουν την υγεία, όπως τροποποιημένα διατροφικά προϊόντα με χαμηλά λιπαρά, με πρόσθετες φυτικές ίνες και λειτουργικά τρόφιμα (Bimbo et al., 2017). Τα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον τομέα των λειτουργικών τροφίμων, αντιπροσωπεύοντας πάνω από το 40% αυτής της αγοράς (Turkmen, Akal, & Özer, 2019). Η προσθήκη λειτουργικών συστατικών ή πρώτων υλών πλούσιων σε ενώσεις, οι οποίες είναι βιοδραστικές αποτελεί μια σημαντική μέθοδο για την παραγωγή λειτουργικών γαλακτοκομικών προϊόντων (Lai et al., 2020). Συγκεκριμένα η προσθήκη εκχυλίσματος σταφυλιού αύξησε σημαντικά τη συνολική συγκέντρωση πολυφαινόλης στα ζυμωμένα γάλατα και προστάτευσε τη βιωσιμότητα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος (LAB) (Santos et al., 2017). Ακόμη οι Jeong et al., το 2018 ανέφεραν πως το συμπλήρωμα σε σκόνη πράσινου τσαγιού ενίσχυσε σημαντικά τη ζύμωση και την αντιοξειδωτική δράση του γιαουρτιού. Η ενσωμάτωση φυσικών φυτικών πόρων πλούσιων σε λειτουργικά συστατικά θα μπορούσε να ενισχύσει περαιτέρω την αξία του γιαουρτιού.

1.1.6. Παραδείγματα προσθήκης παραγώγων σταφυλιού στο γιαούρτι

Εντοπίζονται αρκετά οφέλη από την προσθήκη παραγώγων σταφυλιού στο γιαούρτι, τα οποία οφείλονται στην συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλη και την αντιοξειδωτική δράση. Η προσθήκη αλεύρου από φλούδα σταφυλιού στο γιαούρτι, είτε πριν (Karnopp et al., 2017) είτε μετά τη ζύμωση του γάλακτος και τον σχηματισμό τυροπήγματος (Marciani et al., 2016), έχει συσχετιστεί με αυξημένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική δράση. Ακόμη μια πρόσφατη μελέτη των Iriundo-DeHond, et al., το 2020 , αναφέρει ότι πολλά παράγωγα σταφυλιού, όπως είναι ο πυρήνας σταφυλιού, η φλούδα και οι σπόροι χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή γιαουρτιών και προσδιορίστηκαν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. Η έρευνά τους αποκάλυψε ότι η προσθήκη παραγώγων σταφυλιού αύξησε σημαντικά τη συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλη, την αντιοξειδωτική δράση και τις πιθανές αντιδιαβητικές ιδιότητες, μετρούμενες από την αναστολή της α-γλυκοσιδάσης των γιαουρτιών, χωρίς να επηρεάζει την επιβίωση των καλλιιεργειών. Αυτές οι αντιδιαβητικές ιδιότητες μπορεί να αποδοθούν σε ανθοκυανίνες, ταννίνες και άλλες πολυφαινόλες που είναι σε θέση να αναστέλλουν τη δράση της α-γλυκοσιδάσης

2.1. Οινολάσπη

2.1.1. Υποπροϊόντα Οινοποίησης

Είναι γεγονός ότι η παραγωγή κρασιού είναι μια από τις πιο σημαντικές γεωργικές δραστηριότητες σε όλο τον κόσμο. Το κρασί αποτελεί ένα αλκοολούχο ποτό, το οποίο καταναλώνεται ευρέως, με την παγκόσμια παραγωγή του να εκτιμάται στα 292 εκατομμύρια hL το 2018, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (OIV, 2019). Για να διασφαλίσει αυτούς τους πολύ μεγάλους όγκους, η σύγχρονη οινοποίηση χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνικές που όμως παρουσιάζουν μεγάλο περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Συγκεκριμένα, απαιτούν σημαντική ποσότητα εισροών όπως είναι η εργασία, η ενέργεια, το νερό, οι χημικές ουσίες και οι μικροοργανισμοί. Οι παραγόμενες εκροές αποτελούνται κυρίως από μολυσμένα νερά, αέρια θερμοκηπίου και στερεά υποπροϊόντα με τα τελευταία να αντιπροσωπεύονται κυρίως από πυρήνες, μίσχους σταφυλιών και οινολάσπες (De Iseppi et al., 2020).

Τυπικά απόβλητα και υποπροϊόντα από οινοποιεία περιλαμβάνουν τον πυρηνόλιθο φλούδες και σπόρους, που αντιπροσωπεύουν κατά μέσο όρο περίπου το 60% των συνολικών υποπροϊόντων οινοποίησης, τους μίσχους σταφυλιών, τα στερεά του σταφυλιού, τις οινολάσπες ζύμωσης και τα λύματα πλούσια σε οργανικές ενώσεις (Bonamente, Scrucce, Asdrubali, Cotana, & Presciutti, 2015). Εκτός από το κόστος παραγωγής και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, πρέπει να ληφθούν υπόψιν και οι υψηλοί φόροι που εφαρμόζονται από όλο και περισσότερες κυβερνήσεις για να αποθαρρύνουν τις μη βιώσιμες πρακτικές. Για παράδειγμα, ένας ισπανικός νόμος ορίζει ότι τα πρόστιμα αυξάνονται σε συνάρτηση με την τοξικότητα των παραγόμενων αποβλήτων (ισπανικός νόμος 10/1998), προκαλώντας με αυτό τον τρόπο, πρόσθετα έξοδα για τις ισπανικές εταιρείες. Έτσι λοιπόν οι εταιρείες, αναζητούν βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις για να αποφύγουν τα πρόστιμα ή τους φόρους όπως επίσης και να αποκομίσουν κέρδη από την αξιοποίηση των απόβλητων. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι τα απόβλητα οινοποιείου θα μπορούσαν να είναι μια καλή εναλλακτική με τεράστιες δυνατότητες παραγωγής πολλών βιοπροϊόντων (Ahmed et al., 2020). Θα μπορούσαν ενδεχομένως να προμηθεύουν διαφορετικές βιομηχανίες παρέχοντας συστατικά κατάλληλα για τον εμπλουτισμό των τροφίμων. Οι οινολάσπες, παρόλο που είναι το δεύτερο μεγαλύτερο υποπροϊόν οινοποίησης, μέχρι στιγμής δεν έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή για την αξιοποίησή του (Kopsahelis et al., 2018).

2.1.2. Σύνθεση οινολάσπης

Οι οινολάσπες ορίζονται ως τα υπολείμματα που εμφανίζονται στον πυθμένα των δεξαμενών παραγωγής κρασιού, μετά τη διαδικασία της ζύμωσης, κατά την αποθήκευση ή μετά από περαιτέρω επεξεργασία. Επιπλέον, οι οινολάσπες περιλαμβάνουν τα απόβλητα που παράγονται μετά το φιλτράρισμα και τη φυγοκέντρωση του προϊόντος που έχει υποστεί ζύμωση. Πρακτικά είναι ένα υλικό που μοιάζει με λάσπη. Αποτελείται κυρίως από νεκρά και ζωντανά κύτταρα ζύμης, υπολείμματα ζύμης και άλλα σωματίδια που κατακρημνίζονται σταδιακά στον πυθμένα των δεξαμενών κρασιού μόλις σταματήσει η αλκοολική ζύμωση (Hwang, Shyu, & Hsu, 2009). Η υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, η οποία κυμαίνεται από 900–35.000 mg/L και το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο που είναι περίπου 30.000 mg/L καθιστούν τις οινολάσπες επιβλαβείς για το περιβάλλον (Pérez-Bibbins et al., 20).

Η σύνθεσή της οινολάσπης εξαρτάται από πολυάριθμες παραμέτρους που σχετίζονται κυρίως με τους τύπους της μαγιάς, των σταφυλιών που χρησιμοποιούνται και με τη μέθοδο που θα πραγματοποιηθεί η οينوποίηση (Charpentier & Feuillat, 2008). Οι οινολάσπες είναι εξαιρετικά πλούσιες σε οργανική ουσία, σε υδατοδιαλυτές πολυφαινόλες και σε μέταλλα. Αυτά τα χαρακτηριστικά, μαζί με το χαμηλό pH τους, τις καθιστούν ασυμβίβαστες σε άμεσες γεωργικές εφαρμογές (Bustamante et al., 2008). Στις οινολάσπες εντοπίζονται επίσης και υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεΐνης και ολικού αζώτου. Οι Bustamante et al., το 2008 ανέφεραν ότι οι οινολάσπες περιέχουν μεταξύ 1,9 και 16,3 g πολυφαινολών/kg ανάλογα με τον τύπο του κρασιού και την επεξεργασία που έχουν δεχθεί. Πιο πρόσφατες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στον χαρακτηρισμό αυτού του κλάσματος προσδιορίζοντας αρκετές φαινολικές ενώσεις που ανήκουν κυρίως στις υποκατηγορίες φαινολικών οξέων, φλαβονολών, φλαβανολών και ανθοκυανινών (Delgado De La Torre et al., 2015a, Giacobbo et al., 2019). Οι οινολάσπες περιέχουν επίσης λιπίδια που προέρχονται τόσο από τους σπόρους των σταφυλιών όσο και από τα κυτταρικά τοιχώματα της ζύμης. Σύμφωνα με τους Gómez, et al., το 2004, οι οινολάσπες μπορεί να περιέχουν λιπαρά οξέα υψηλής αξίας όπως το παλμιτικό, το λινολεϊκό και στεατικό. Ωστόσο απαιτούνται περισσότερες μελέτες ώστε να διαπιστωθεί πως το στέλεχος της ζύμης, η ποικιλία σταφυλιών και οι πρακτικές οينوποίησης μπορούν να επηρεάσουν την σύνθεση της οινολάσπης.

2.1.3. Παραδείγματα αξιοποίησης της οινολάσπης

Έχουν προταθεί πολυάριθμες στρατηγικές ανάκτησης και αξιοποίησης οινολάσπης, με ιδιαίτερα απότομη αύξηση της έρευνας τα τελευταία χρόνια. Αυτή η προσοχή συνδέεται άμεσα με την κυκλική οικονομία και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η μοναδική εμπορική χρήση της οινολάσπης είναι για εκχύλιση αιθανόλης με απόσταξη, όπως απαιτείται από τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (Κανονισμός ΕΚ αριθ. 479/2008, 2008). Αυτή η αλκοόλη είναι πλούσια σε αρωματικές ενώσεις που προέρχονται από το κρασί και ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών (Bustos, Moldes, Cruz, & Domínguez, 2004). Το υποπροϊόν της διαδικασίας απόσταξης (απεσταγμένες οινολάσπες ή βινάσες) περιέχει πολλά εκχυλίσμα συστατικά υψηλής αξίας όπως πολυφαινόλες, τρυγικά άλατα και βιομάζα ζύμης που θα μπορούσαν επίσης να αξιοποιηθούν.

Η Molina-Alcaide το 2008 μελέτησε τη χημική σύνθεση, την *in vitro* πεπτικότητα, την αποικοδόμηση και την εντερική πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών των βλαστών αμπέλου, στέμφυλων και οινολάσπης και διαπίστωσε ότι ένας συνδυασμός αυτών των υποπροϊόντων μπορεί να αποτελέσει πηγή ενέργειας και πρωτεΐνης για μηρυκαστικά ζώα (Devesa-Rey et al., 2011). Πρόσφατα, οι Yao, Zhang, Wang και Liu (2018) πρότειναν να ζυμωθούν οι οινολάσπες σε στερεά κατάσταση χρησιμοποιώντας *Candida utilis* και *Bacillus subtilis*. Αυτή η προσέγγιση, επέτρεψε τη λήψη μιας πιο εύπεπτης βιομάζας εμπλουτισμένης σε απαραίτητα αμινοξέα και αντιοξειδωτικά για τη διατροφή των ζώων.

Οι Paradelo, Moldes και Barral (2010) μπόρεσαν να δημιουργήσουν κοπριά καλλιεργειών κομποστοποιώντας μείγματα υδρολυμένων στέμφυλων και οινολάσπης παρουσία CaCO_3 . Υπό αυτές τις συνθήκες το pH των μιγμάτων αυξήθηκε, η αλατότητα και ο υδατοδιαλυτός άνθρακας μειώθηκαν και η αρχική φυτοτοξικότητα της οινολάσπης και των στέμφυλων εξαφανίστηκε.

Ένα ακόμη παράδειγμα το οποίο αποδεικνύει πως, η παρουσία πολυφαινολών στην οινολάσπη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδώσει αξία στα προϊόντα αποτελεί η προσθήκη στερεού κλάσματος οινολάσπης σε παγωτό. Αυξήθηκε λοιπόν η ολική περιεκτικότητα σε φαινολικά και η αντιοξειδωτική δράση του παγωτού βελτιώθηκε, ωστόσο η χρησιμοποίηση υψηλών συγκεντρώσεων οινολασπών θα μπορούσε να μειώσει την αποδοχή και τις τεχνολογικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος (Hwang et al., 2009).

Τέλος στην χώρα μας η εταιρεία Domaine Agrovision, ένα οινοποιείο που βρίσκεται στην Χαλκιδική αξιοποίησε τα υποπροϊόντα της οινοποίησης. Συγκεκριμένα πειραματίστηκε με τις οινολάσπες, την προσθήκη τους στο ψωμί και στην ωρίμανση του κρέατος.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. Υλικά

- Σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος
- Εμπορικό σκεύασμα καλλιέργειας
- Οινολάσπη, από την εταιρεία Agrovision, από ερυθρό οίνο, Cabernet Sauvignon 70% και Merlot 30%.
- Μαλτοδεξτρίνη, ως μέσο μικροενθυλάκωσης της οινολάσπης.

3.2. Μέθοδοι

3.2.1. Παρασκευή σκόνης οινολάσπης

Η σκόνη οινολάσπης προέκυψε μέσω της διαδικασίας της λυοφιλίωσης χρησιμοποιώντας λυοφιλιωτή με ανοξειδωτους δίσκους μάρκας ZIRBUS. Η ψύξη του μείγματος έγινε στους -35°C , ενώ η δημιουργία κενού επιτεύχθηκε με πίεση 0,5 mbar για 18 ώρες με σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας έως τους 35°C .

3.2.2. Παρασκευή Γιαουρτιού

Για την παρασκευή των γιαουρτιών ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Αρχικά παρασκευάστηκε το αποβουτυρωμένο γάλα και στην συνέχεια προστέθηκε η οινολάσπη. Στο δείγμα πραγματοποιήθηκε θέρμανση μέχρι τους 85°C και στην συνέχεια ψύχθηκε στους 40°C όπου προστέθηκε καλλιέργεια. Έπειτα το παρασκεύασμα μοιράστηκε σε κυλινδρικούς γυάλινους περιέκτες των 30ml και επωάστηκαν στους 37°C εκκίνησης μέχρι το pH των δειγμάτων να φτάσει στο 4.6, όπου και σταμάτησε η διαδικασία ζύμωσης. Τα δείγματα ψύχθηκαν στους 4°C για τις περεταίρω αναλύσεις τους, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης



Εικόνα 1. Γυάλινοι κυλινδρικοί περιέκτες των 30 ml με περιεκτικότητες οινολάσπης από αριστερά προς τα δεξιά: 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w

3.2.3. Προσδιορισμός του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης

Ακόμη μετρήθηκε το pH για τις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης.

3.2.4. Προσδιορισμός Οξύτητας

Για τον υπολογισμό της οξύτητας των δειγμάτων γιαουρτιού, αναδεύτηκαν 25g γιαουρτιού με 25ml αποσταγμένου νερού και τιτλοδοτήθηκαν με διάλυμα NaOH 0,1N. Ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης. Τα αποτελέσματα δόθηκαν σύμφωνα με τη σχέση: (Nguyen & Hwang, 2016)

Ολική οξύτητα % $(V_{NaOH} \cdot A \cdot D \cdot V_{\delta}) \cdot 100$

Όπου: V_{NaOH} : ο όγκος του προστιθέμενου NaOH (ml)

A: ο συντελεστής μετατροπής (0.009 για το γαλακτικό οξύ)

D: ο συντελεστής αραίωσης

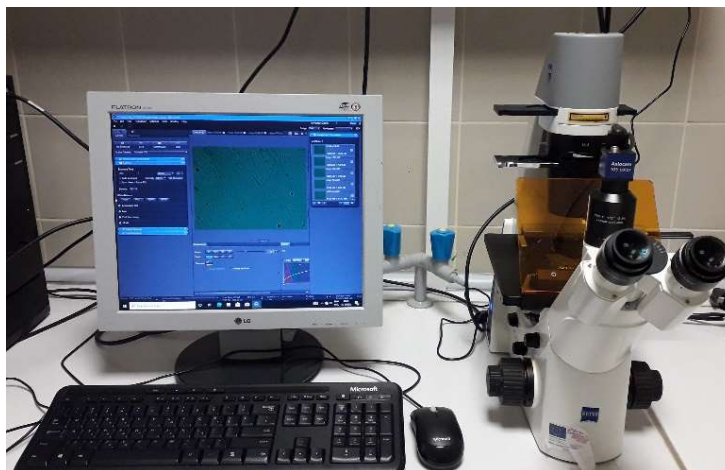
V_{δ} : ο όγκος του δείγματος

3.2.5. Προσδιορισμός Δομής

Οι μετρήσεις σκληρότητας πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας την συσκευή αναλυτή δομής Computer Controlled Electronic Tensile Tester (TC1000). Η συσκευή ρυθμίζεται και ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή και μετρά πόσο συμπιέζονται τα δείγματα. Το έμβολο είχε: διάμετρο 2,8 cm και μέγιστη παραμόρφωση 75%. Η σκληρότητα εκφράστηκε σε Newton. Ο προσδιορισμός της δομής πραγματοποιήθηκε την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης.

3.2.6. Προσδιορισμός Μικροδομής

Για την παρατήρηση της μικροδομής χρησιμοποιήθηκε το ανάστροφο οπτικό μικροσκόπιο ZEISS Primovert με φακό μεγέθυνσης 10x. Ο προσδιορισμός της μικροδομής πραγματοποιήθηκε 1^η, την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης στους 4°C. (Qiu et al., 2021).



Εικόνα 2: Οπτικό μικροσκόπιο ZEISS Primovert

3.2.7. Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το IMB SPSS STATISTICS 26. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας την μη παραμετρική διαδικασία της μονόδρομης ανάλυσης της διασποράς Kruskal – Wallis κατά βαθμίδες, με επίπεδο σημαντικότητας 5%, με σημαντικά στατιστικές διαφορές όταν $p\text{-value}, p < 0,05$. Στις στατιστικές αναλύσεις οι μετρήσεις παραθέτονται ως μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

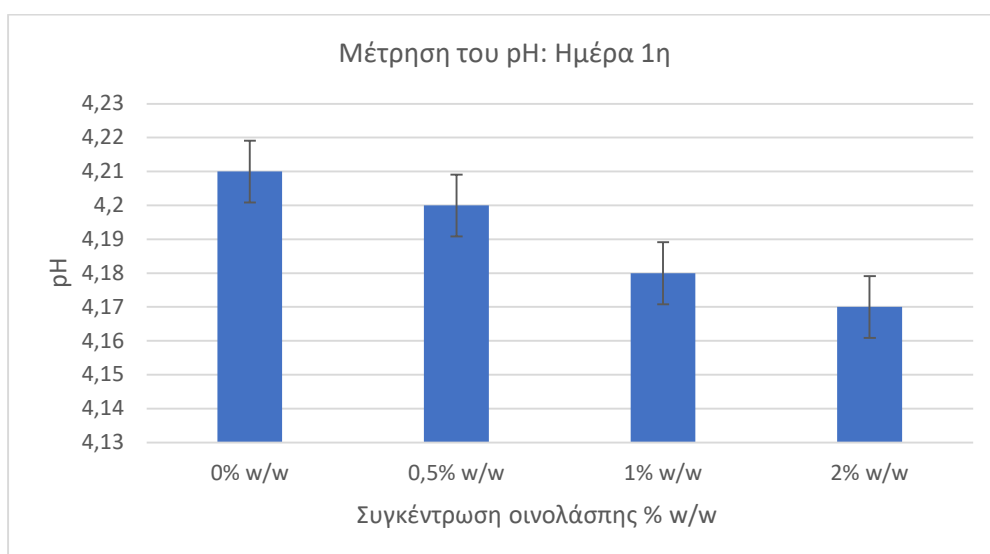
Στην συγκεκριμένη μελέτη παρασκευάστηκαν τέσσερα διαφορετικά δείγματα γιαουρτιών που περιείχαν 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη, η οποία είχε ενθυλακωθεί χρησιμοποιώντας 20% μαλτοδεξτρίνη. Η μαλτοδεξτρίνη είναι ένα βιοπολυμερές, το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο και χρησιμοποιείται, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων του. Ορισμένα από αυτά είναι το χαμηλό ιξώδες, η υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά, η καλή διαλυτότητα, η αξιοσημείωτη ικανότητα θερμικής προστασίας, η μακροχρόνια αντοχή, (Robert et al., 2010) και η περιορισμένη ανάπτυξη μικροοργανισμών, γεγονός που επιφέρει πλεονεκτήματα κατά την αποθήκευση (Kanakdande et al., 2007). Έτσι λοιπόν για να ξεπεραστούν ορισμένα προβλήματα κατά την αποθήκευση της οινολάσπης όπως για παράδειγμα η επίδραση του φωτός, του οξυγόνου, της θερμότητας και η ανάπτυξη των μικροοργανισμών, πραγματοποιήθηκε η ενθυλάκωση της, χρησιμοποιώντας την μαλτοδεξτρίνη.

Κατά την υλοποίηση της συγκεκριμένης διατριβής προσδιορίστηκε πρώτα η μελέτη της μεταβολής του pH, και στην συνέχεια οι μελέτες της οξύτητας, της δομής και της μικροδομής έως την 14^η ημέρα αποθήκευσης.

4.1. Προσδιορισμός του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης

4.1.1. Μέτρηση του pH την 1^η ημέρα αποθήκευσης

Κατά την διάρκεια της αποθήκευσης των δειγμάτων προσδιορίστηκε το pH και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του κατά την 1^η ημέρα αποθήκευσης για τις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες γιαουρτιών με οινολάσπη 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w.

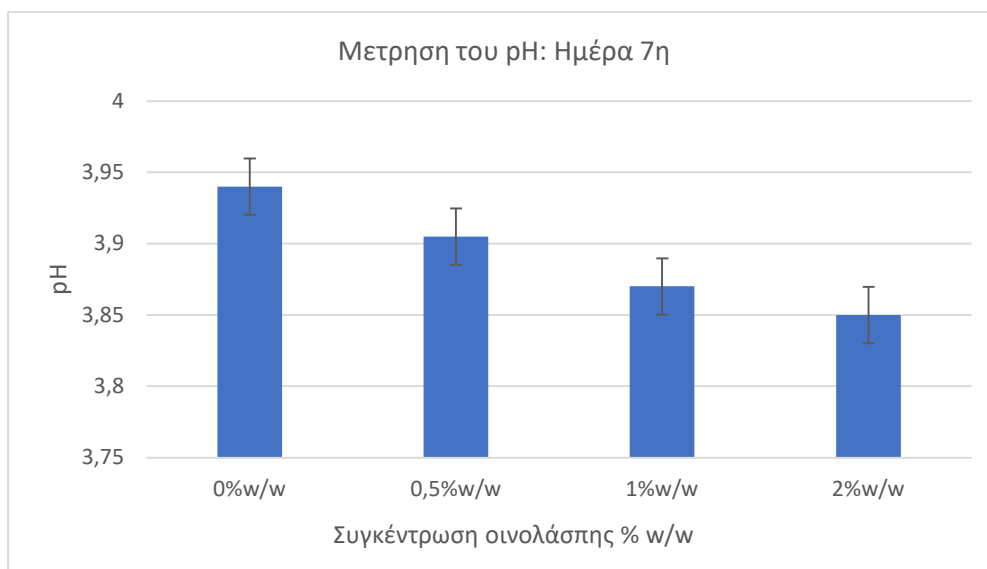


Διάγραμμα 1: Μέτρηση της τιμής του pH, την 1^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσπης.

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και διαπιστώθηκε πως τα γιαούρτια με περιεκτικότητες 0% w/w και 0,5% w/w οινολάσπη, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με $p < 0,05$, με τα δείγματα με περιεκτικότητες 1% w/w και 2% w/w οινολάσπης. Το γιαούρτι με περιεκτικότητα 1% w/w οινολάσπη αλλά και το γιαούρτι με περιεκτικότητα 2% w/w δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά διαφέρουν με τα δείγματα 0% w/w και 0,5% w/w. Την μέγιστη τιμή pH την διαθέτει το control 0% w/w και το 1% w/w, ενώ την ελάχιστη τιμή την διαθέτουν τα γιαούρτια με περιεκτικότητες 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη.

4.1.2. Μέτρηση του pH την 7^η ημέρα αποθήκευσης

Στα πλαίσια της πειραματικής διαδικασίας, μετρήθηκε η μεταβολή του pH την 7^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων για τις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες γιαουρτιών με οινολάσπη 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w.

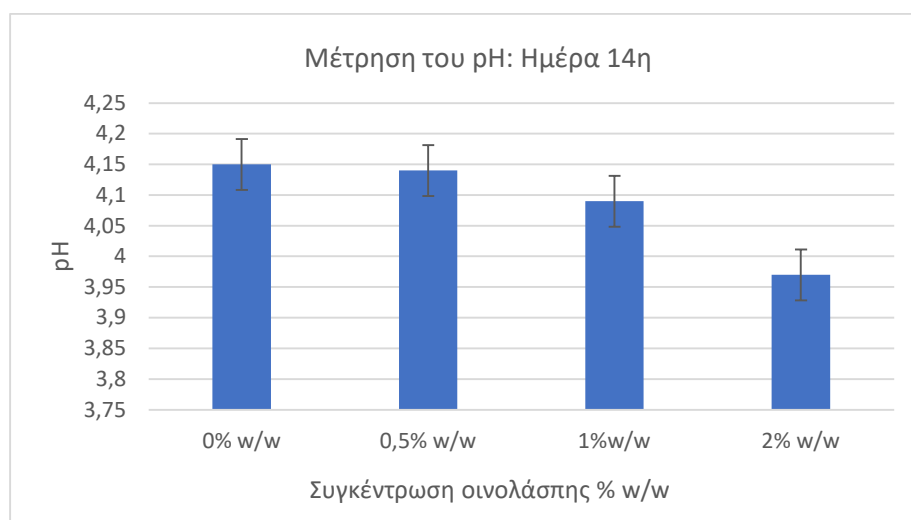


Διάγραμμα 2: Μέτρηση της τιμής του pH, την 7^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσπης.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση το γιαούρτι με συγκέντρωση 0% w/w εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή pH και διέφερε στατιστικά σημαντικά $p < 0,05$ με τα δείγματα που περιείχαν οινολάσπη 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w οινολάσπης. Το γιαούρτι με περιεκτικότητα σε οινολάσπη 0,5% w/w, είχε pH μεγαλύτερο από τα γιαούρτια που περιείχαν 1% και 2% w/w οινολάσπη. Επιπλέον τα γιαούρτια με περιεκτικότητες 1% w/w και 2% w/w δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ωστόσο διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τις συγκεντρώσεις 0 % w/w και 0,5% w/w. Την έβδομη ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων εντοπίζεται ότι την μέγιστη τιμή pH την διαθέτει το control 0% w/w, ενώ την ελάχιστη τιμή την διαθέτουν τα γιαούρτια με περιεκτικότητες 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη.

4.1.3. Μέτρηση του pH την 14^η ημέρα αποθήκευσης

Τέλος μετρήθηκε η μεταβολή του pH των δειγμάτων για τις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες γιαουρτιών με οινολάσπη 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w, την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων.



Διάγραμμα 3: Μέτρηση της τιμής του pH, την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσπης.

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από το παραπάνω διάγραμμα, το γιαούρτι με συγκέντρωση 0% w/w δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά με το δείγμα γιαουρτιού με οινολάσπη 0,5% w/w. Διαφέρει όμως με τα δείγματα γιαουρτιού με 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη. Το γιαούρτι με περιεκτικότητα σε οινολάσπη 0,5% w/w, διέφερε στατιστικά σημαντικά $p < 0,05$ με τα δείγματα συγκεντρώσεων οινολάσπης 1% w/w και 2% w/w, ενώ δεν διέφερε με το δείγμα 0% w/w οινολάσπη. Επιπλέον τα γιαούρτια με περιεκτικότητες 1% w/w και 2% w/w διέφεραν τόσο μεταξύ με $p < 0,05$ όσο και με τις με τις συγκεντρώσεις 0% w/w και 0,5% w/w. Την 14 ημέρα αποθήκευσης η μέγιστη τιμή pH παρατηρήθηκε στο γιαούρτι με περιεκτικότητα 0% και 0,5% w/w οινολάσπης. Μετά όμως από τις δύο εβδομάδες αποθήκευσης η ελάχιστη τιμή pH εμφανίζεται στο δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w.

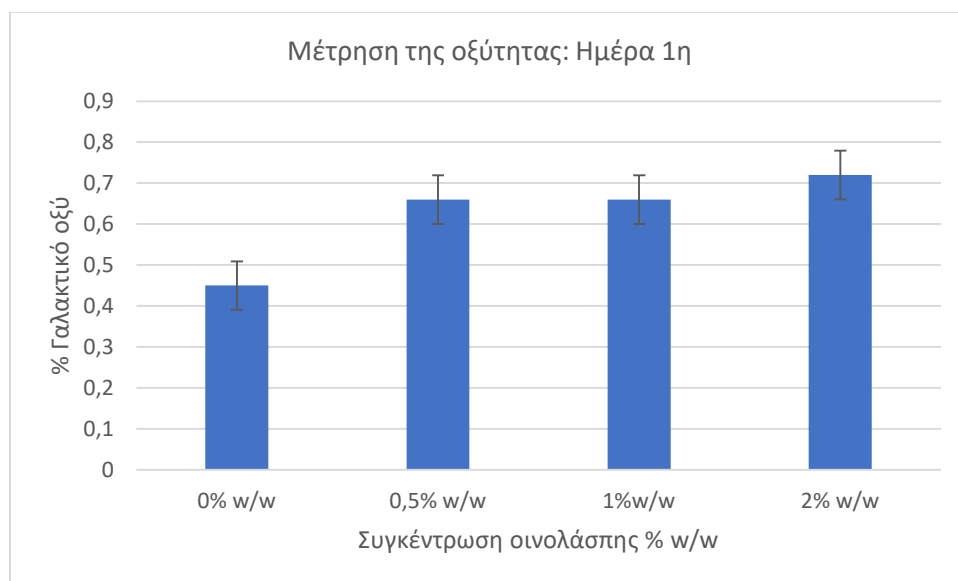
Συμπεραίνουμε λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψιν και τα παραπάνω διαγράμματα πως η παρουσία οινολάσπης οδήγησε σε σημαντικά χαμηλότερες τιμές pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης. Ειδικότερα με την προσθήκη 1% w/w και 2% w/w οινολάσπης, εντοπίζεται η μικρότερη τιμή pH σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες περιεκτικότητες για την 1^η και 7^η ημέρα αποθήκευσης, ενώ την 14^η ημέρα αποθήκευσης η μικρότερη τιμή pH εντοπίστηκε στο δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπη. Η πτώση του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, οφείλεται στο γεγονός πως στα σταφύλια υπάρχουν διάφορες όξινες ενώσεις, όπως είναι το τρυγικό οξύ και το μηλικό οξύ, τα οποία οδηγούν στην μείωση του pH. Το ίδιο διαπίστωσαν και οι Hwang et al., το 2009, όταν πρόσθεσαν οινολάσπη σταφυλιού στο παγωτό. Συγκεκριμένα ανέφεραν πως η τιμή του pH του παγωτού μειώθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της οινολάσπης.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η μελέτη της μεταβολής του pH κατά την αποθήκευση έως 14 ημέρες για κάθε δείγμα ξεχωριστά. Δηλαδή πως το δείγμα γιαουρτιού με περιεκτικότητα 0% w/w σε οινολάσπη μεταβάλλεται κατά την αποθήκευση μέχρι τις 14 ημέρες. Όπως επίσης και πως μεταβάλλονται τα δείγματα γιαουρτιού με 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w περιεκτικότητα σε οινολάσπη. Διαπιστώνεται και στις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο. Πιο συγκεκριμένα και στις τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις το pH μειώνεται από την 1^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων έως την ημέρα 7^η ημέρα αποθήκευσης. Ενώ από την ημέρα 7^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων έως την ημέρα 14^η ημέρα παρατηρείται μια αύξηση των τιμών του pH σε σχέση μόνο με την ημέρα 7. Αρχικά για την μείωση που παρατηρήθηκε τις πρώτες 7 ημέρες, η πιθανή εξήγηση είναι ότι λόγω της βακτηριακής μεταβολικής δραστηριότητας καταναλώθηκε η υπολειπόμενη λακτόζη και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή γαλακτικού οξέος (Bakry et al., 2019). Όμως την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων παρατηρείται αύξηση του pH μόνο σε σχέση με την ημέρα 7^η και όχι με την ημέρα 1^η. Αυτή η ελαφριά αύξηση των τιμών μπορεί να συσχετιστεί με το ότι κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μειώνεται η μεταβολική δραστηριότητα των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος. Το ίδιο φαινόμενο διαπίστωσαν και οι Machado et al., το 2022 όταν πρόσθεσαν στο γιαούρτι λειτουργικό λάδι από αβοκάντο. Συγκεκριμένα εντόπισαν μια ελαφριά αύξηση του pH κατά την διάρκεια αποθήκευσης των δειγμάτων τους στο ψυγείο.

4.2. Μετρήσεις Οξύτητας

4.2.1. Μέτρηση της οξύτητας την 1^η ημέρα αποθήκευσης

Στην παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της οξύτητας εκφρασμένη σε % γαλακτικό οξύ την 1^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων.

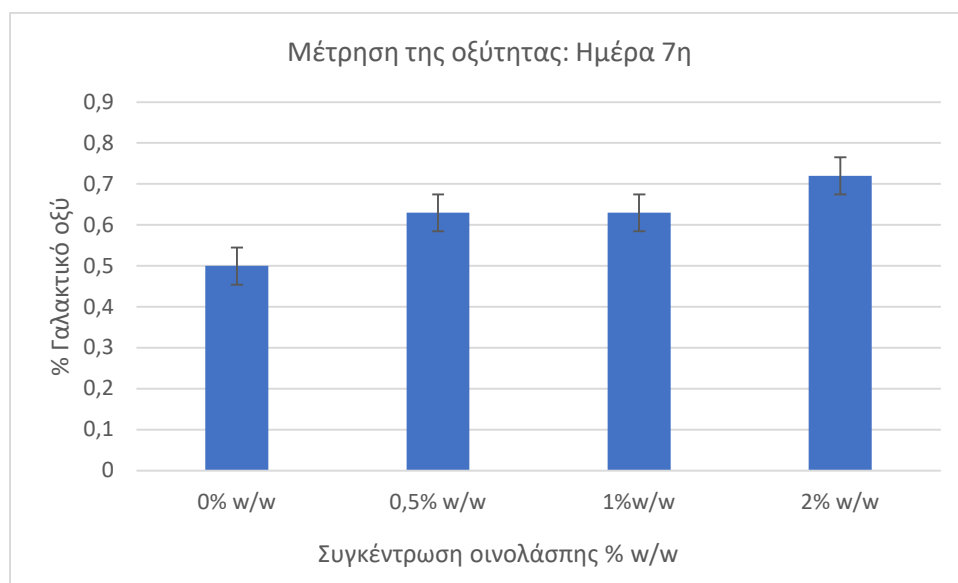


Διάγραμμα 4: Μέτρηση της οξύτητας, την 1^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσσης.

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές της οξύτητας μεταβάλλονται με την προσθήκη οινολάσσης. Πιο αναλυτικά σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση που διενεργήθηκε το δείγμα με περιεκτικότητα 0% w/w οινολάσση διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δείγματα με περιεκτικότητα 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w. Τα δείγματα γιαουρτιού με περιεκτικότητες 0,5% w/w και 1% w/w οινολάσση δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά διαφέρουν με τα δείγματα 0% w/w και 2% w/w οινολάσση. Τέλος το δείγμα 2% w/w οινολάσση διαφέρει στατιστικά σημαντικά με $p < 0,05$ με όλα τα υπόλοιπα δείγματα που εξετάστηκαν. Συνεπώς την 1^η ημέρα αποθήκευσης εντοπίζεται το δείγμα με 0% w/w οινολάσση να έχει την μικρότερη τιμή οξύτητας ενώ, το δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσση να έχει την μεγαλύτερη τιμή.

4.2.2. Μέτρηση της οξύτητας την 7^η ημέρα αποθήκευσης

Έπειτα από 7 ημέρες αποθήκευσης των δειγμάτων γιαουρτιού με 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη πραγματοποιήθηκε μέτρηση της οξύτητας ώστε να μελετηθούν οι μεταβολές που προκλήθηκαν.

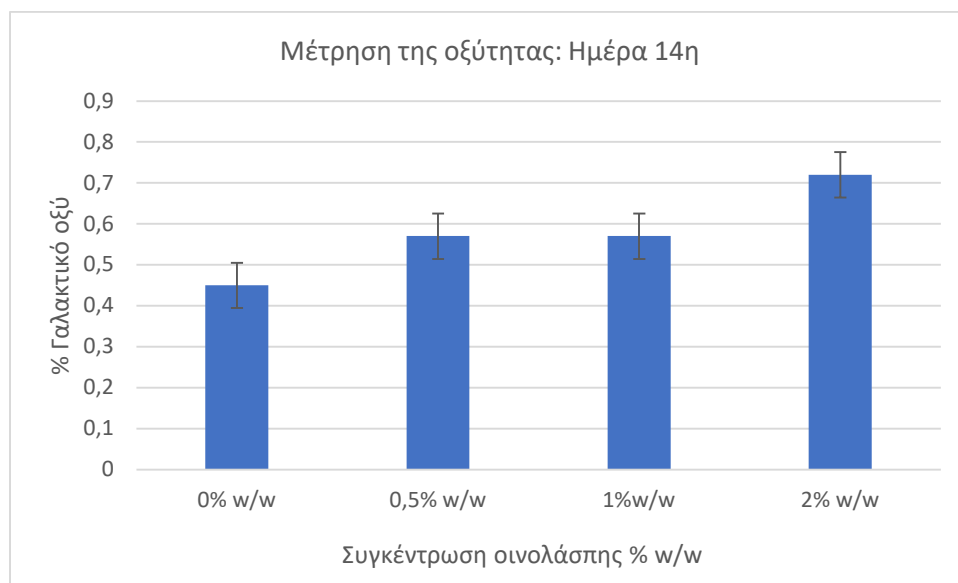


Διάγραμμα 5: Μέτρηση της οξύτητας, την 7^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσπης.

Εντοπίστηκαν οι παραπάνω μεταβολές στην μετρούμενη οξύτητα που σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση τα δείγματα με περιεκτικότητα 0% w/w και 2% w/w διαφέρουν στατιστικά σημαντικά τόσο μεταξύ τους όσο και με τα δείγματα με περιεκτικότητα 0,5% w/w και 1% w/w σε οινολάσπη. Αντίθετα τα δείγματα με περιεκτικότητα 0,5% w/w και 1% w/w δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους με $p > 0,05$ αλλά διαφέρουν με τα δείγματα 0% w/w και 2% w/w. Συνεπώς όπως και την 1^η ημέρα αποθήκευσης, έτσι και την 7^η ημέρα αποθήκευσης εντοπίζεται το δείγμα με 0% w/w οινολάσπη να έχει την μικρότερη τιμή οξύτητας ενώ, το δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπη να έχει την μεγαλύτερη τιμή.

4.2.3. Μέτρηση της οξύτητας την 14^η ημέρα αποθήκευσης

Η τελευταία μέτρηση της οξύτητας πραγματοποιήθηκε την 14^η ημέρα αποθήκευσης και αφορούσε τα δείγματα γιαουρτιού με περιεκτικότητα σε οινολάσπη 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w οινολάσπη.



Διάγραμμα 6: Μέτρηση της οξύτητας, την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w περιεκτικότητα οινολάσπης.

Ελέγχοντας το παραπάνω διάγραμμα εντοπίζουμε το ίδιο μοτίβο μεταβολών που παρατηρήθηκε και την 1^η αλλά και την 7^η ημέρα αποθήκευσης. Πιο αναλυτικά η προσθήκη οινολάσπης οδήγησε σε μεταβολές στις τιμές της οξύτητας που σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση η περιεκτικότητα 0% w/w σε οινολάσπη διέφερε στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες περιεκτικότητες, 0,5% w/w 1% w/w και 2% w/w. Το ίδιο εντοπίζεται και στο δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w σε οινολάσπη το οποίο διέφερε στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες περιεκτικότητες που μελετήθηκαν. Τέλος τα δείγματα με περιεκτικότητες 0,5% w/w και 1% w/w οινολάσπη δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διέφεραν όμως με τις περιεκτικότητες 0% w/w και 2% w/w οινολάσπης.

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως την 1^η, την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης οι τιμές της οξύτητας μεταβάλλονται. Πιο αναλυτικά τα δείγματα με περιεκτικότητες 0,5% w/w και 1% w/w δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά διαφέρουν με τις περιεκτικότητες 0% w/w και 2% w/w. Τα δείγματα με περιεκτικότητες 0% w/w και 2% w/w διαφέρουν τόσο μεταξύ τους όσο και με τα υπόλοιπα δείγματα που μελετήθηκαν. Η μεγαλύτερη τιμή οξύτητας εντοπίζεται στο δείγμα γιαουρτιού περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπης και την 1^η και την 7^η αλλά και την 14^η ημέρα αποθήκευσης.

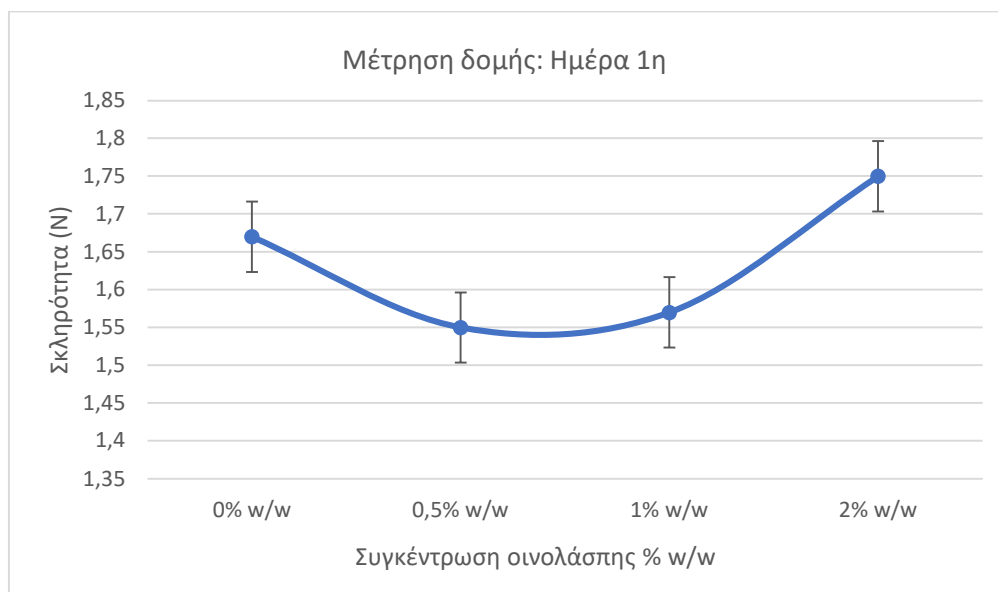
Η οξύτητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τη διάρκεια ζωής αλλά και την αποδοχή των γιαουρτιών από τους καταναλωτές. Τα περισσότερα προϊόντα φρούτων χαρακτηρίζονται από υψηλή οξύτητα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η ανάπτυξη των καλλιεργειών εκκίνησης και προβιοτικών (Do Espírito et al., 2011). Αντίθετα, τα σταφύλια και τα παράγωγα σταφυλιού περιέχουν συστατικά που μπορεί να ευνοήσουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών εκκίνησης αλλά και των προβιοτικών βακτηρίων όπως οργανικά οξέα, υδατάνθρακες, φαινολικές ενώσεις και ίνες. Τα οργανικά οξέα και οι υδατάνθρακες, χρησιμοποιούνται συνήθως ως πηγή ενέργειας από τα βακτήρια, ενώ οι φαινολικές ενώσεις και οι ίνες παρέχουν πρεβιοτική δράση (Barat & Ozcan, 2018). Ως εκ τούτου, τα σταφύλια, τα παράγωγά τους και τα συστατικά φρούτων είναι ικανά να προάγουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών εκκίνησης και των προβιοτικών βακτηρίων.

Οι Ardabilchi Marand et al., το 2020 στην ερευνά τους πάνω στον εμπλουτισμό γιαουρτιού με σκόνη λιναρόσπορου, αναφέρουν πως η δραστηριότητα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος κατά την αποθήκευση σε χαμηλή θερμοκρασία και η παραγωγή γαλακτικού οξέος προκάλεσαν σημαντική μείωση του pH και αύξηση της οξύτητας για όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Παρόμοιες παρατηρήσεις εντοπίζονται και από τους Vernical et. al, το 2018, όπου μελέτησαν τις τεχνολειτουργικές ιδιότητες γιαουρτιού εμπλουτισμένου με γαλακτώματα καρυδιού και λιναρόσπορου σε κόμμι γκουάρ.

4.3. Μετρήσεις Δομής

4.3.1. Μέτρηση της δομής την 1^η ημέρα αποθήκευσης

Στο παρακάτω διάγραμμα μελετήθηκε πως μεταβάλλεται η δομή την 1^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων με την προσθήκη των τεσσάρων διαφορετικών περιεκτικοτήτων οινολάσπης 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w.

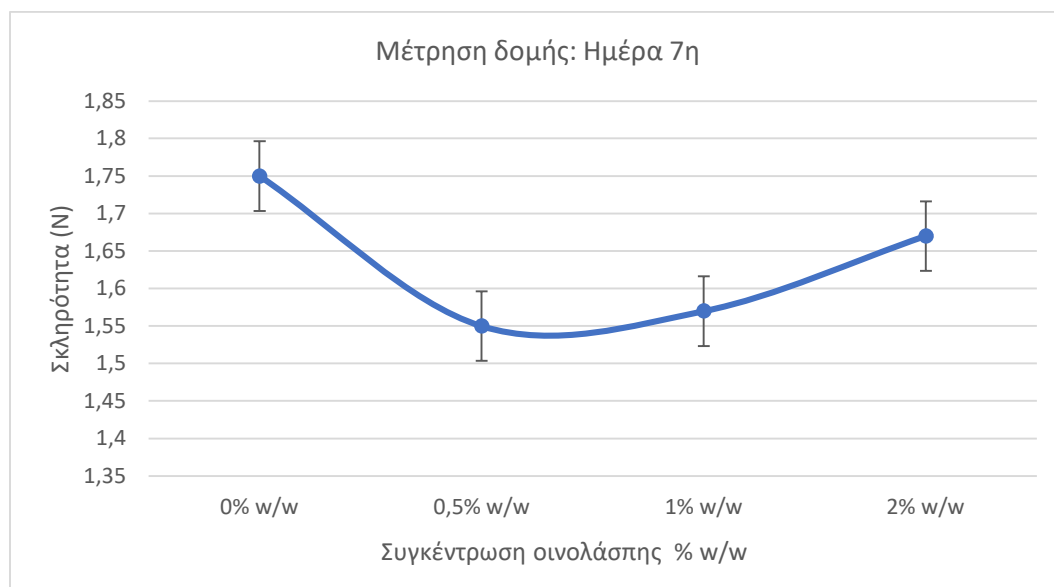


Διάγραμμα 7: Μέτρηση της σκληρότητας της δομής σε γιαούρτια με 0%, 0.5%, 1%, 2%, w/w συγκέντρωση οινολάσπης.

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε, η περιεκτικότητα 0% w/w οινολάσπη διαφέρει στατιστικά σημαντικά με $p < 0,05$ σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες περιεκτικότητες 0,5 % w/w, 1% w/w και 2% w/w. Η περιεκτικότητα 0,5% w/w διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις περιεκτικότητες 0% w/w και 2% w/w οινολάσπη με $p < 0,05$ ενώ με την περιεκτικότητα 1 % w/w δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με $p > 0,05$. Η περιεκτικότητα 1% w/w διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις περιεκτικότητες 0% w/w και 2% w/w, ενώ με την περιεκτικότητα 0,5% w/w δεν διαφέρει. Τέλος το δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπη διαφέρει στατιστικά σημαντικά με $p < 0,05$ και με τις άλλες τρεις διαφορετικές περιεκτικότητες οινολάσπης 0% w/w, 0,5% w/w και 1% w/w οινολάσπη. Η μικρότερη τιμή σκληρότητας εντοπίστηκε στο δείγμα με 0,5% w/w και 1% w/w οινολάσπη ενώ η μεγαλύτερη τιμή σκληρότητας εντοπίστηκε όταν προστέθηκε 2% w/w οινολάσπης στο γιαούρτι.

4.3.2. Μέτρηση της δομής την 7^η ημέρα αποθήκευσης

Έπειτα από 7 ημέρες μελετήθηκε και πώς μεταβάλλεται η τιμή της σκληρότητας με την προσθήκη των τεσσάρων διαφορετικών περιεκτικοτήτων οινολάσπης 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w.

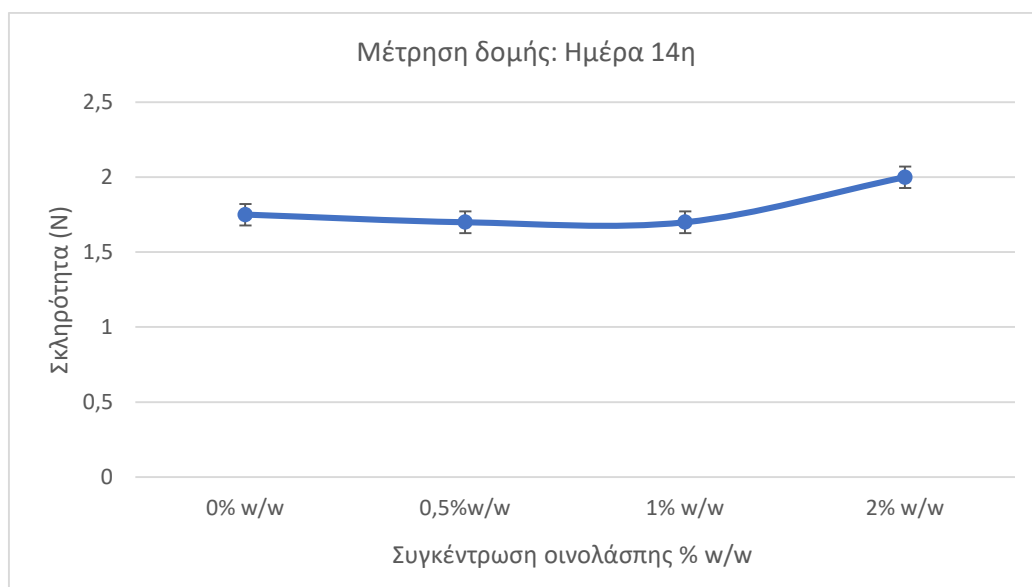


Διάγραμμα 8: Μέτρηση της σκληρότητας της δομής σε γιαούρτια με 0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w συγκέντρωση οινολάσπης.

Όπως μπορούμε να εντοπίσουμε και στο παραπάνω διάγραμμα, το δείγμα γιαουρτιού με συγκέντρωση 0% w/w οινολάσπη διαφέρει σημαντικά με τις συγκεντρώσεις 0,5% w/w και 1% w/w και 2% w/w. Το δείγμα με συγκέντρωση 0,5% w/w διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις συγκεντρώσεις 0% w/w και 2 % w/w με $p < 0,05$ ενώ δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το δείγμα με περιεκτικότητα οινολάσπης 1% w/w με $p > 0,05$. Το δείγμα γιαουρτιού με περιεκτικότητα 1% w/w οινολάσπης δεν διαφέρει με το δείγμα 0,5% w/w οινολάσπη αλλά διαφέρει με τα δείγματα 0% w/w και 2% w/w. Τέλος το δείγμα με περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπη διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις που μελετήθηκαν με $p < 0,05$. Η μικρότερη τιμή της σκληρότητας εντοπίστηκε στα γιαούρτια με περιεκτικότητες 0,5% w/w και 1% w/w, ενώ η μεγαλύτερη τιμή σκληρότητας εντοπίζεται στο δείγμα γιαουρτιού με 0% w/w οινολάσπη.

4.3.3. Μέτρηση της δομής την 14^η ημέρα αποθήκευσης

Τέλος μελετήθηκε και η μεταβολή των τιμών της σκληρότητας την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων γιαουρτιού με περιεκτικότητα σε οινολάσπη 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w.



Διάγραμμα 9: Μέτρηση της σκληρότητας της δομής σε γιαούρτια με 0%, 0.5%, 1%, 2%,w/w συγκέντρωση οινολάσπης.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση ελέγχοντας και το παραπάνω διάγραμμα, διαπιστώθηκε πως τα δείγματα 0% w/w, 0,5% w/w και 1% w/w δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το δείγμα γιαουρτιού, το οποίο είχε περιεκτικότητα οινολάσπης 2% w/w. Εντοπίζεται μια ελαφριά αύξηση της σκληρότητας στην περιεκτικότητα 2% w/w οινολάσπη σε σχέση με τις υπόλοιπες περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w οινολάσπης.

Ο εμπλουτισμός των γαλακτοκομικών προϊόντων με σταφύλια αλλά και με τα παράγωγά τους εισάγει έναν μεγάλο αριθμό φαινολικών ενώσεων, οι οποίες έχουν την ικανότητα να συνδέονται με πρωτεΐνες και υδατάνθρακες (Han et al., 2011a , b).

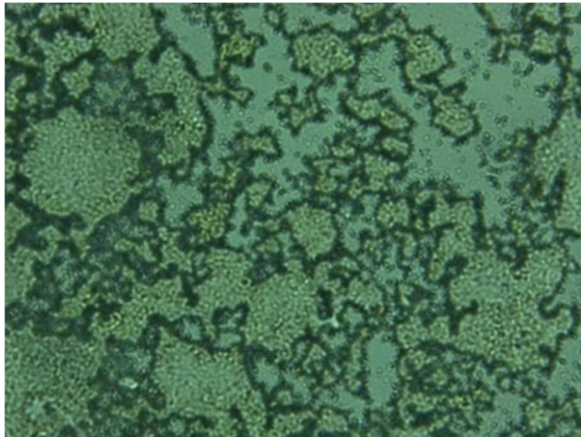
Οι αλληλεπιδράσεις των φαινολικών ενώσεων με τις πρωτεΐνες πιθανών να επηρέασαν τη δομή του δικτύου πρωτεϊνών του γάλακτος. Συμπεραίνουμε λοιπόν, σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, πως με την προσθήκη της οινολάσπης παρατηρείται μεταβολή της δομής. Συγκεκριμένα την ημέρα 1 και την ημέρα 7 με την προσθήκη 0,5% w/w και 1% w/w οινολάσπης, οι τιμές μειώνονται σε σχέση με το control (0% w/w) και με την τιμή 2% w/w. Το ίδιο διαπίστωσαν και οι Hwang et al., το 2009, όταν πρόσθεσαν οινολάσπη στο παγωτό. Αναφέρουν συγκεκριμένα πως η σκληρότητα του παγωτού μειώθηκε όταν αύξησαν τις συγκεντρώσεις της οινολάσπης. Ακόμη οι Osorio-Arias et al., το 2020, όταν πρόσθεσαν σκόνη αλεσμένου καφέ στο γιαούρτι, ισχυρίστηκαν πως η προσθήκη της σκόνης του καφέ, μείωσε την σκληρότητα των γιαουρτιών. Η σκληρότητα στο γιαούρτι επηρεάζεται από τον σχηματισμό πρωτεϊνικών συμπλεγμάτων μεταξύ των μετουσιωμένων πρωτεϊνών του ορού γάλακτος που συνδέονται με την επιφάνεια του μικκυλίου καζεΐνης (Jørgensen et al., 2015, Mahomud et al., 2017). Στην δική μας περίπτωση φαίνεται πως η προσθήκη οινολάσπης διέκοψε το πρωτεϊνικό δίκτυο πρωτεϊνών ορού γάλακτος, επηρεάζοντας τη σκληρότητα του γιαουρτιού. Η παρουσία της οινολάσπης στο γιαούρτι διαταράσσει τον σχηματισμό πρωτεϊνικών συμπλεγμάτων, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο την σκληρότητα και τη σταθερότητα.

Αντίθετα με την προσθήκη 2% w/w οινολάσπης την 1^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων, παρατηρείται αύξηση των τιμών της δομής σε σχέση με τις περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w και 1% w/w με οινολάσπη. Έχει εντοπιστεί πως η υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες των παραγώγων σταφυλίου, ειδικά εκείνων που περιέχουν αλεύρι από φλούδα σταφυλίου, είναι πιθανό να ευθύνεται για τις τροποποιήσεις που εντοπίζονται στην δομή. Πιο συγκεκριμένα, οι διαλυτές ίνες μπορούν να λειτουργήσουν ως σταθεροποιητές, αποτρέποντας την κινητικότητα του νερού λόγω του σχηματισμού ενός τρισδιάστατου δικτύου με νερό. Όλες αυτές οι αλλαγές καταλήγουν σε υψηλές τιμές σκληρότητας και συνοχής (Cruz et al., 2013). Αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στην περίπτωση των παραγώγων αποξηραμένων σταφυλιών και επηρεάζει ιδιαίτερα τα γαλακτοκομικά προϊόντα και κυρίως τα γιαούρτια.

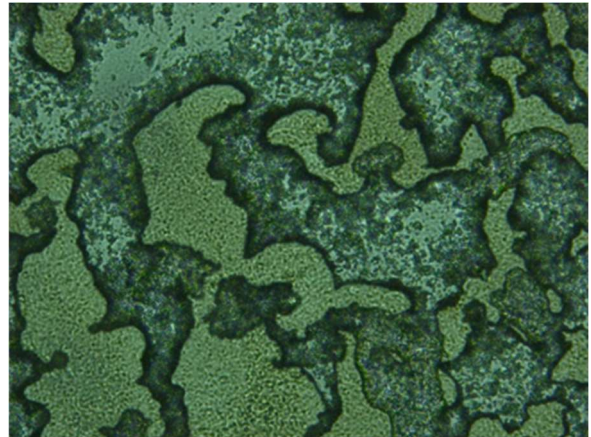
4.4. Μικροδομή

4.4.1. Μέτρηση της μικροδομής την 1^η ημέρα αποθήκευσης

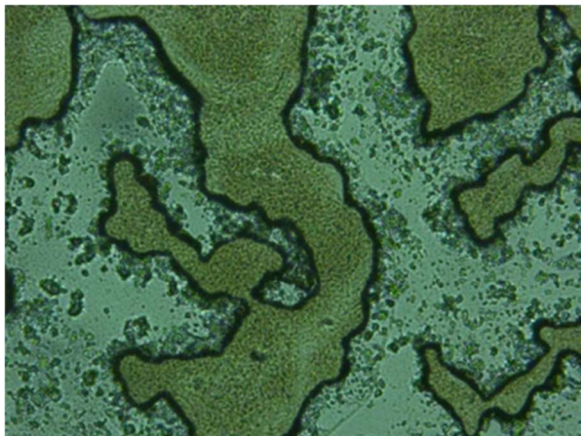
Η μικροδομή του γιαουρτιού μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε διάφορες φυσικές ιδιότητες όπως για παράδειγμα στο ιξώδες, την σκληρότητα και τις ρεολογικές ιδιότητες του γιαουρτιού (Skriver et al., 1999 and Lucey, 2002).



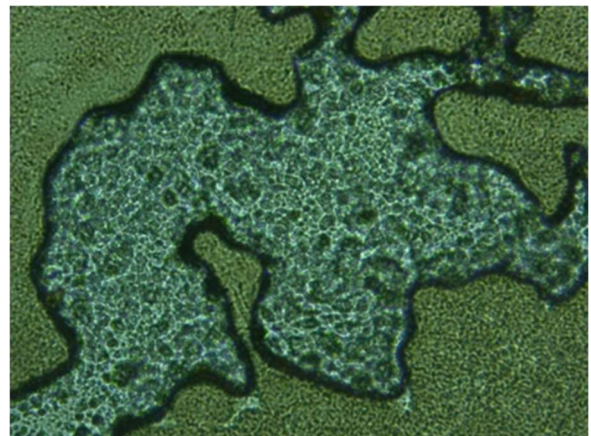
Εικόνα 3: Γιαούρτι με 0 % w/w οινολάσπη



Εικόνα 4: Γιαούρτι με 0,5% w/w οινολάσπη

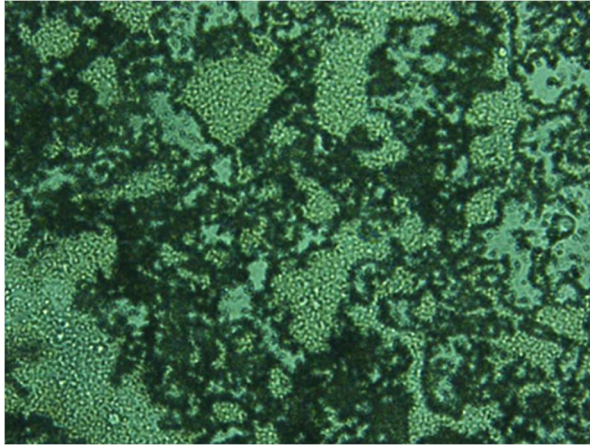


Εικόνα 5: Γιαούρτι με 1 % w/w οινολάσπη

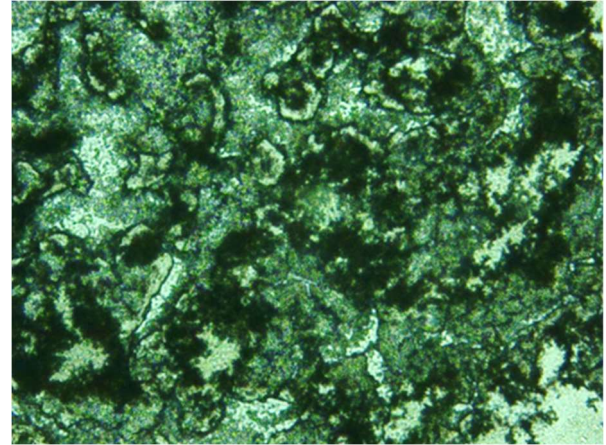


Εικόνα 6: Γιαούρτι με 2% w/w οινολάσπη

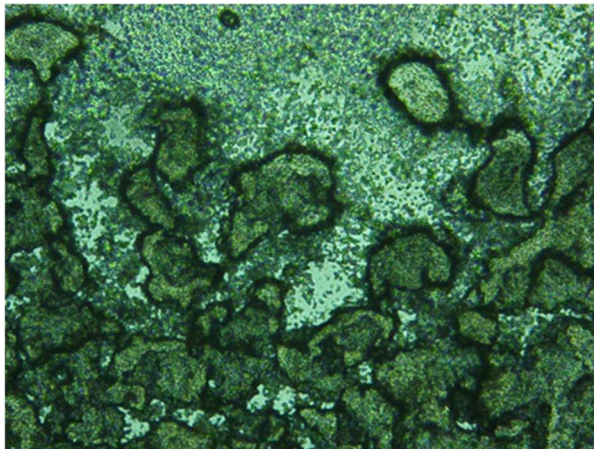
4.4.2. Μέτρηση της μικροδομής την 7^η ημέρα αποθήκευσης



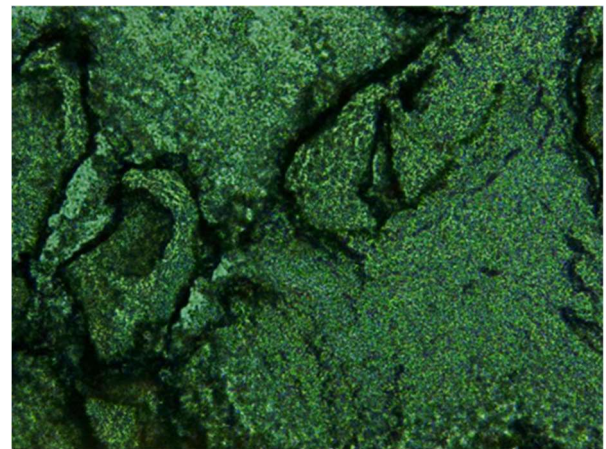
Εικόνα 7: Γιαούρτι με 0 % w/w οινολάσπη



Εικόνα 8. Γιαούρτι με 0,5% w/w οινολάσπη

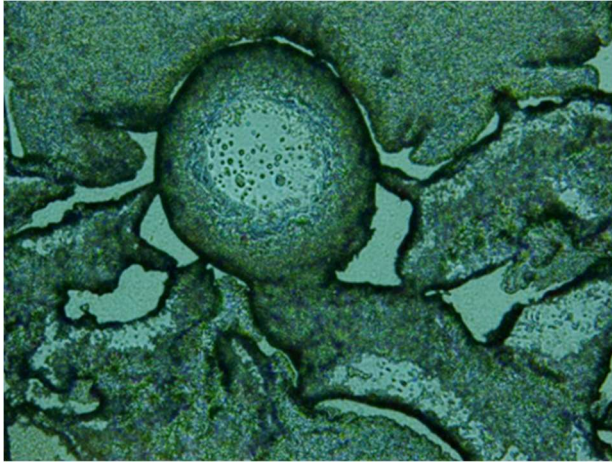


Εικόνα 9: Γιαούρτι με 1 % w/w οινολάσπη

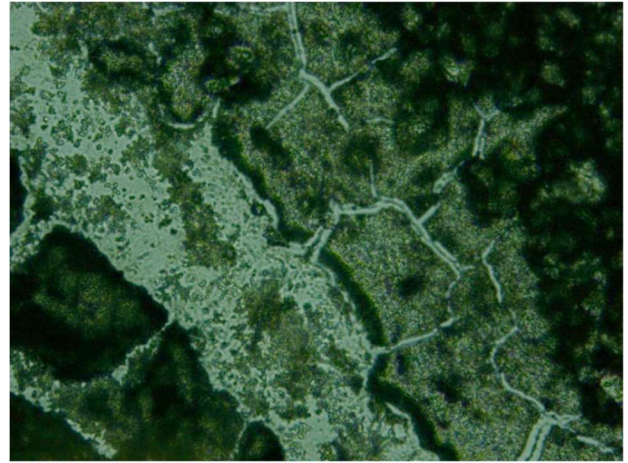


Εικόνα 10. Γιαούρτι με 2% w/w οινολάσπη

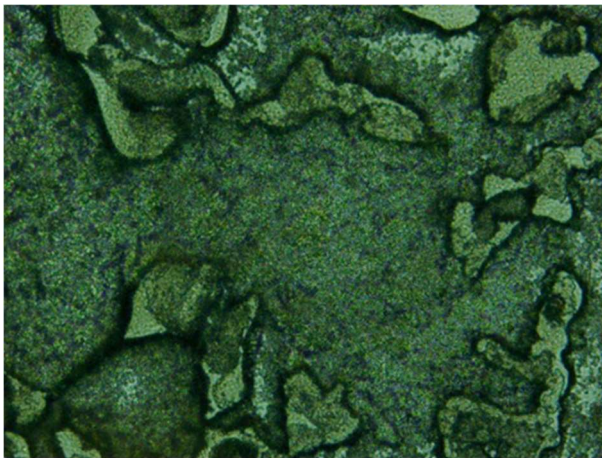
4.4.3. Μέτρηση της μικροδομής την 14^η ημέρα αποθήκευσης



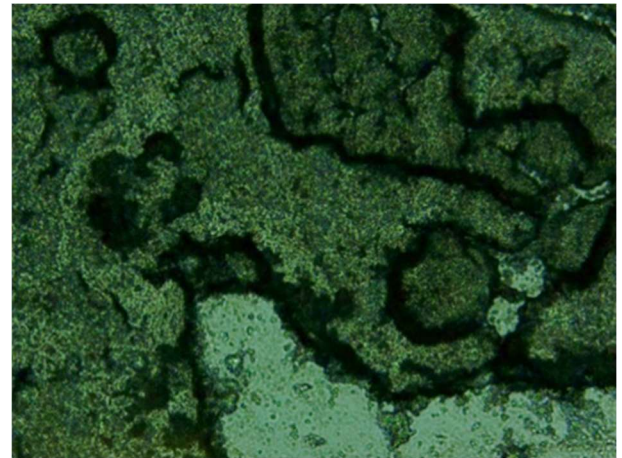
Εικόνα 11: Γιαούρτι με 0 % w/w οινολάσπη



Εικόνα 12. Γιαούρτι με 0,5% w/w οινολάσπη



Εικόνα 13: Γιαούρτι με 1 w/w οινολάσπη



Εικόνα 14. Γιαούρτι με 2 w/w οινολάσπη

Η τεχνική της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης χρησιμοποιήθηκε για να εντοπίσει τις μικροδομικές αλλαγές στο εμπλουτισμένο γιαούρτι με οινολάσπη, οι οποίες παρατηρούνται σε συγκεντρώσεις (0%, 0,5%, 1%, 2%, w/w) και προκύπτουν κατά την αποθήκευση των παραπάνω δειγμάτων. Έτσι λοιπόν πραγματοποιήθηκε μέτρηση την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από τις παραπάνω εικόνες, το δείγμα με περιεκτικότητα 0%w/w οινολάσπη, εμφάνισε ένα κοκκώδες δίκτυο από συσσωματώματα μικκυλίων καζεΐνης, τα οποία συνδέονται σε συστάδες, σχηματίζοντας έτσι ένα τρισδιάστατο δίκτυο ακανόνιστων κενών χώρων (Penna, Subbarao, & Barbosa-Cánovas, 2007). Το γιαούρτι αποτελείται από μια τρισδιάστατη δομή δικτύου ινών, στην οποία σχηματίζονται πολλά κανονικά κενά. Ένα τέτοιο δίκτυο παρέχει σκληρότητα και σταθερότητα στο γιαούρτι (Jaya, 2009). Η παρατήρηση των δειγμάτων με την τεχνική της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας έδειξε μια αξιοσημείωτη και σημαντική τροποποίηση στη δομή του γιαουρτιού.

Σε σύγκριση με το control (0% w/w οινολάσπη), παρατηρούμε πως στα υπόλοιπα δείγματα σχηματίζεται μια δομή, νέων, οργανωμένων δικτύων. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από τις παραπάνω εικόνες, βρέθηκε η δομή του δικτύου του δείγματος 0% w/w με οινολάσπη να έχει μικρότερα κενά και να είναι πιο ομοιόμορφα κατανεμημένη σε σχέση με τις άλλες τρεις περιεκτικότητες 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w οινολάσπης. Από την άλλη πλευρά, η μικροδομή των γιαουρτιών με προσθήκη οινολάσπης αποκάλυψε πως καθώς η περιεκτικότητα σε οινολάσπη αυξάνεται, οι κενοί χώροι μέσα στο πρωτεϊνικό δίκτυο καταλαμβάνονται. Αυτή η παρατήρηση είναι περισσότερο εμφανής όταν στο γιαούρτι προστέθηκε 2% w/w οινολάσπη. Η μικροδομή αυτών των γιαουρτιών στα οποία προστέθηκε οινολάσπη υποδηλώνει ότι διαταράσσεται το πρωτεϊνικό δίκτυο.

Την 7^η αλλά και την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων μπορούμε να διαπιστώσουμε μέσω της τεχνικής της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, πως καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητα σε οινολάσπη, η μείωση του κενού χώρου μέσα στο πρωτεϊνικό δίκτυο είναι ακόμη πιο έντονη, ειδικότερα την 14^η ημέρα. Οι οινολάσπες αποτελούν μια εξαιρετικά πλούσια πηγή υδατοδιαλυτών πολυφαινόλων οι οποίες είναι πιθανό να ευθύνονται για τις τροποποιήσεις της μικροδομής. Οι πολυφαινόλες, γενικά, έχουν την ικανότητα να αλληλοεπιδρούν με τις καζεΐνες (O'Connell & Fox, 2001) και μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της χωρητικότητας και αναδιάταξης του δικτύου (Da Silva et al., 2015). Συγκεκριμένα οι πολυφαινόλες μπορούν να συνδεθούν με τις πρωτεΐνες του γάλακτος μέσω υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων που στη συνέχεια μειώνουν τις υδρόφοβες περιοχές εντός της επιφάνειας της πρωτεΐνης (Yüksel et al., 2010). Είναι λογικό να συμπεράνουμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ πολυφαινόλων και πρωτεϊνών γάλακτος αποδίδει ένα δίκτυο που επηρεάζει τη σκληρότητα, τη σταθερότητα και τη ρεολογική συμπεριφορά των σκευασμένων γιαουρτιών.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας οδηγούμαστε στα παρακάτω εξής συμπεράσματα:

Στην μελέτη της μεταβολής του pH κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, κατά την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα διαπιστώθηκε πως η προσθήκη οινολάσπη οδηγεί σε σημαντικά χαμηλότερες τιμές pH το οποίο οφείλεται στο γεγονός πως στα σταφύλια υπάρχουν διάφορες όξινες ενώσεις, όπως είναι το τρυγικό οξύ και το μηλικό οξύ.

Διαπιστώθηκε ακόμη ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο και στις τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w, 1% w/w και 2% w/w για την 1^η την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης των δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήσαμε πτώση του pH από την πρώτη ημέρα έως την ημέρα 7 αποθήκευσης των δειγμάτων, που ενδεχομένως να οφείλεται στην βακτηριακή μεταβολική δραστηριότητας καθώς καταναλώθηκε η υπολειπόμενη λακτόζη και υπήρξε παραγωγή γαλακτικού οξέος, Αντίθετα από την 7^η από την ημέρα έως την ημέρα 14^η αποθήκευσης των γιαουρτιών με οινολάσπη παρατηρήθηκε η αύξηση των τιμών του pH σε σχέση μόνο με την 7^η ημέρα αποθήκευσης. Η αύξηση αυτή του pH μπορεί να συσχετιστεί με το ότι κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μειώνεται η μεταβολική δραστηριότητα των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος με αποτέλεσμα να αυξάνεται η % συγκέντρωση γαλακτικού οξέος.

Σχετικά με τις μετρήσεις της οξύτητας διαπιστώθηκε πως 1^η, την 7^η και την 14^η ημέρα αποθήκευσης οι τιμές της οξύτητας μεταβάλλονται, με την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας εντοπίζεται στο δείγμα γιαουρτιού περιεκτικότητα 2% w/w.

Οι διαφορές της δομής που εντοπίζονται κατά την επίδραση οινολάσπη στη ζύμωση του γιαουρτιού, οφείλονται στο ότι η προσθήκη οινολάσπη διέκοψε το πρωτεϊνικό δίκτυο πρωτεϊνών ορού γάλακτος, επηρεάζοντας τη σκληρότητα του γιαουρτιού. Πιο συγκεκριμένα η προσθήκη 2% w/w οινολάσπη την ημέρα 1^η, την ημέρα 14^η οδηγεί σε αύξηση των τιμών της δομής σε σχέση με τις περιεκτικότητες 0% w/w, 0,5% w/w και 1% w/w με οινολάσπη.

Στην μελέτη της μικροδομής διαπιστώθηκε πως σε σύγκριση με το control (0% w/w οινολάσπη), παρατηρείται όπως και στα υπόλοιπα δείγματα ότι σχηματίζεται μια νέα οργανωμένη δομή. Καθώς η περιεκτικότητα σε οινολάσπη αυξάνεται, οι κενοί χώροι μέσα στο πρωτεϊνικό δίκτυο καταλαμβάνονται. Αυτή η παρατήρηση είναι περισσότερο εμφανής όταν στο γιαούρτι προστέθηκε 2% w/w οινολάσπη.

Τέλος η προσθήκη 2% w/w οινολάσπη στο γιαούρτι είναι η ιδανικότερη συγκέντρωση από αυτές που μελετήθηκαν, καθώς εμφανίζει ισχυρότερη και πιο συνεκτική δομή κατά την αποθήκευση αλλά μεγαλύτερη οξύτητα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmad B., Yadav V., Yadav A., Rahman M., Yuan W.Z., Li Z., Wang X. (2020). Integrated biorefinery approach to valorize winery waste: A review from waste to energy perspectives. *Science of the Total Environment*, 719, p. 137315.
- Ardabilchi Marand, M., Amjadi, S., Ardabilchi Marand, M., Roufegarinejad, L., & Jafari, S. M. (2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *Powder Technology*, 359, 76–84.
- Bakry A.M., Chen Y.Q., Liang L. (2019). Developing a mint yogurt enriched with omega-3 oil: Physicochemical, microbiological, rheological, and sensorial characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43 (12), pp. 1-15.
- Balthazar C.F., Conte Júnior, J. Moraes, Costa M.P., Raices R.S.L, Franco R.M., *et al.* (2016). Physicochemical evaluation of sheep milk yogurts containing different levels of inulin. *Journal of Dairy Science*, 99, pp. 4160-4168.
- Barat A., Ozcan T. (2018). Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices. *International Journal of Dairy Technology*, 71, pp. 120-129.
- Bimbo F., Bonanno A., Nocella G., Viscecchia R., Nardone G., De Devitiis B., *et al.* (2017). Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: A systematic review *Appetite*, 113, pp. 141-154.
- Bonamente E., Scrucca F., Asdrubali F., Cotana F., Presciutti A. (2015). The water footprint of the wine industry: Implementation of an assessment methodology and application to a case study. *Sustainability*, 7 (9), pp. 12190.
- Bulca S., Umut F. Koç, A., (2022). The influence of microbial transglutaminase on camel milk yogurt. *LWT*, 113339.
- Bustamante M.A., Moral R., Paredes C., Pérez-Espinosa A., Moreno- Caselles J., Pérez-Murcia M.D. (2008). Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery. *industry Waste Management*, 28 (2), pp. 372-380.
- Bustos G., Moldes A.B., Cruz J.M., Domínguez J.M. (2004). Evaluation of vinification lees as a general medium for *Lactobacillus* strains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (16), pp. 5233-5239.

- Chandan R.C., Gandhi A, Shah N.P. (2017). Yogurt: Historical background, health benefits, and global trade. N. Shah (Ed.), *Yogurt in health and disease prevention*, Academic Press, pp. 3-29.
- Charpentier C., Feuillat M. (2008). Élevage des vins rouges sur lies. Incidence de l'addition d'une β -glucanase sur la composition en polysaccharides et leurs interactions avec les polyphénols. *Revue Des Oenologues et Des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques*, 35 (129), pp. 31-35.
- Cruz A.G.D., Cavalcanti R.N., Guerreiro L.M.R., Sant'Ana A.D.S., Nogueira, L.C., Oliveira C.A.F., *et al.* (2013). Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. *Journal of Food Engineering*, 114 (3) (pp. 323-330).
- Da Silva D.F., Matumoto-Pintro P.T., Bazinet L., Couillard C., Britten M. (2015). Effect of commercial grape extracts on the cheese-making properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 98 (3), pp. 1552-1562.
- De Iseppi, Lomolino G., Marangon M., Curioni A. (2020). Current and future strategies for wine yeast lees valorization. *Food Research International*, 137, Article 109352.
- Delgado De La Torre M.P., Priego-Capote F., Luque De Castro M.D. (2015). Characterization and comparison of wine lees by liquid chromatography-mass spectrometry in high-resolution mode. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63 (4), pp. 1116-1125.
- Devesa-Rey R., Vecino X. Varela-Alende J.L., Barral M.T., Cruz J.M., Moldes A.B. (2011). Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. *Waste Management*, 31 (11), pp. 2327-2335.
- Do Espírito Santo A.P., Perego P., Converti A., Oliveira M.N. (2011). Influence of food matrices on probiotic viability—A review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (7), pp. 377-385.
- Donovan S.M, Hutkins R. (2018). Introduction to the fifth global summit on the health effects of yogurt. *Nutrition Reviews*, 76 (Supplement 1), pp. 1-3.
- Dugan C.E., Fernandez M.L. (2017). Dairy, yogurt, and cardiovascular health N. Shah (Ed.), *Yogurt in health and disease prevention*, Academic Press, pp. 475-489.

- FAO/WHO, 1977β. Code of principles concerning milk and milk products. Standard for flavoured yoghurt and heat-treated after fermentation. (standard No A-11a, Step 7)
- Fisberg M., Machado R. (2015). History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews*, Volume 73, Issue suppl_1, Pages 4–7.
- Giacobbo. A., Dias B., Onorevoli B., Bernardes A., M.N. de Pinho., Caramão E.B, Jacques R.A. (2019). Wine lees from the 1st and 2nd rackings: Valuable by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (3), pp. 1559-1566.
- Gómez M.E., Igartuburu J.M., Pando E., Rodríguez Luis F., Mourente G. (2004). Lipid composition of lees from Sherry wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (15), pp. 4791-4794.
- Gu Y., Li X., Xiao R., Dudu O.E., Yang L., Ma Y. (2020). Impact of *Lactobacillus paracasei* IMC502 in coculture with traditional starters on volatile and non-volatile metabolite profiles in yogurt. *Process Biochemistry*, 99, pp. 61-69.
- Han J., Britten M., St-Gelais D., Champagne C.P., Fustier P., Salmieri S., et al. (2011). Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. *Food Chemistry*, 124 (4), pp. 1589-1594.
- Hummelen R., Hemsworth J. (2017). Yogurt in Health and Disease Prevention. Chapter 30 - Yogurt, and Pre- and Probiotics to Reduce the Progression of HIV. Academic press, p.525-532.
- Hwang J.Y., Shyu Y.S., Hsu C.K. (2009). Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (1), pp. 312-318.
- Iriondo-DeHond M., Blázquez-Duff J.M., Del Castillo M.D., Miguel E. (2020). Nutritional quality, sensory analysis and shelf life stability of yogurts containing inulin-type fructans and winery byproducts for sustainable health Foods, 9 (9), p. 1199.
- Jaya S. (2009). Microstructure analysis of dried yogurt: Effect of different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 12 (3), pp. 469-481.
- Jeong C.H., Ryu H., Zhang T., Lee C.H., Seo H.G., Han S.G. (2018). Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. *Food Science and Biotechnology*, 27, pp. 1419-1427.

- Jørgensen C.E., Abrahamsen R.K., Rukke E.-O, Johansen A.-G., Schüller R.B., Skeie S.B. (2015). Improving the structure and rheology of high protein, low fat yoghurt with undenatured whey proteins. *International Dairy Journal*, 47, pp. 6-18.
- Kanakdande D., Bhosale R., Singhal R.S. (2007). Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrin and modified starch. *Carbohydr. Polym.*, 67, pp. 536-541.
- Karnopp A.R., Oliveira K.G., De Andrade E.F., Postingher B.M., Granato D. (2017). Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives. *Food Chemistry*, 233, pp. 401-411.
- Kopanos G., Puigianer L., Georgiadis M. (2010) Optimal Production Scheduling and Lot-Sizing in Dairy Plants: The Yogurt Production Line. *Eng. Chem. Res.* 49, 2.
- Kopsahelis N., Dimou C., Papadaki A., Xenopoulos E., Kyraleou M., Kallithraka S., Koutinas A.A. (2018). Refining of wine lees and cheese whey for the production of microbial oil, polyphenol-rich extracts and value-added co-products. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 93 (1), pp. 257-268.
- Kulshrestha, D. C., Marth E. A. (1974). Inhibition of bacteria by some volatile and nonvolatile compounds associated with milk. *J. Milk and Food Technol.*, 37, 606.
- Lai G., Pes M., Addis M., Pirisi A. (2020). A cluster project approach to develop new functional dairy products from sheep and goat milk. *Dairy*, 1 (2), pp. 154-168.
- Lee, W. J., Lucey, J.A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9).
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. (1998).
- Lourens-Hattingh A, Viljoen BC (2001) Yogurt as probiotic carrier food. *Int Dairy J* 11: 1-17.
- Lucey J.A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.*, 85, pp. 281-294.

- Machado M. Sousa S., Morais P., Miranda A., Luís M. Rodriguez A., Gomes A., Pintado M. (2022). Novel avocado oil-functionalized yogurt with anti-obesity potential: Technological and nutraceutical perspectives. *Food Bioscience*. Vol 50, 101983.
- Mahomud M.S., Katsuno N., Nishizu T. (2017). Formation of soluble protein complexes and yoghurt properties influenced by the addition of whey protein concentrate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, pp. 173-180.
- Marchiani R., Bertolino M., Belviso S., Giordano M., Ghirardello D., Torri, L., *et al.* (2016). Yogurt enrichment with grape pomace: Effect of grape cultivar on physicochemical, microbiological and sensory properties. *Journal of Food Quality*, 39 (2), pp. 77-89.
- Marshall, V. M. E., & Tamime, A. Y. (1997). Physiology and biochemistry of fermented milks. In B. A. Law (Ed.), *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk* (pp. 153–192).
- Molina-Alcaide E. (2008). By-products from viticulture and the wine industry: Potential as sources of nutrients for ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (2), pp. 597-604.
- Nguyen, L., & Hwang, E.-S. (2016). Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(4), 330–337
- O'Connell J.E., Fox P.F. (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: A review *International Dairy Journal*, 11 (3) (2001), pp. 103-120.
- Osorio-Arias J., Pérez-Martínez A. Vega-Castro O., Martínez-Monteagudo S. (2020). Rheological, texture, structural, and functional properties of Greek-style yogurt fortified with cheese whey-spent coffee ground powder. *LWT*, vol 129, 109523.
- Paradelo R., Moldes A.B., Barral M.T. (2010). Utilization of a factorial design to study the composting of hydrolyzed grape marc and vinification lees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (5), pp. 3085-3092.
- Penna A.L.B., Subbarao G., Barbosa-Cánovas G.V. (2007). High hydrostatic pressure processing on microstructure of probiotic low-fat yogurt. *Food Research International*, 40 (4), pp. 510-519.

- Pérez-Bibbins B., Torrado-Agrasar A., Salgado J.M., de S. Oliveira R.P., Domínguez J.M. (2015). Potential of lees from wine, beer and cider manufacturing as a source of economic nutrients: An overview Waste Management, 40, pp. 72-81.
- Pimenta F.S., Luaces-Regueira M., Ton A.M., Campagnaro B.P., Mostafai R. , Nachvakc S.M., Mohammadi R., Rocha R.S., Silva M.C., Esmerino E.A., *et al.* (2019). Effects of vitamin D-fortified yogurt in comparison to oral vitamin D supplement on hyperlipidemia in pre-diabetic patients: A randomized clinical trial. Journal of Functional Foods, 52, pp. 116-120
- Pimentel T., Antunes.E., Zacarchenco P.B., Cortez M.A.S, Bogsan C.S., Oliveira M.N. , *et al.* (2017). Brazilian yogurt-like products. N. Shah (Ed.), Yogurt in health and disease prevention, Academic Press, pp. 331-351.
- Qiu, L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., & Chang, L. (2021). 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, 43, 101249.
- Regulation (EC) No 479/2008. (2008). Council Regulation (EC) No 479/2008 of 29 April 2008 on the common organisation of the market in wine. Journal of the European Union, 148 (1).
- Rizzoli R., Biver E. (2017). Yogurt consumption and impact on bone health N. Shah (Ed.), Yogurt in health and disease prevention, Academic Press, pp. 507-524
- Robert P., Gorena, T., Romero N., Sepulveda E., Chavez J., Saenz C. (2010). Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (Punica granatum) by spray drying. Int. J. Food Sci. Technol., 45.
- Santos K.M.O., de Oliveira I.C., Lopes M.A.C., Cruz A.P.G., Buriti F.C.A., Cabral L.M. (2017). Addition of grape pomace extract to probiotic fermented goat milk: The effect on phenolic content, probiotic viability and sensory acceptability. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97 (4), pp. 1108-1115.

- Skriver A., Holstborg J., Qvist K.B. (1999). Relation between sensory texture analysis and rheological properties of stirred yogurt. *J. Dairy Res.*, 66 (1999), pp. 609-618.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology*. Elsevier.
- Toimil, T.M. Pereira, *et al.* (2018). Mechanisms of action of kefir in chronic cardiovascular and metabolic diseases. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 48 (5), pp. 1901-1914
- Turkmen N., Akal C., Özer B., (2019). Probiotic dairy-based beverages: A review. *Journal of Functional Foods*, 53, pp. 62-75.
- Varnam, A. H., Sutherland J. 1994. *Milk and Milk Products*, Chapman and Hall, London.
- Vénica C.I., Wolf I.V., Suárez V. B., Bergamini C.V., Perotti M.C., Rolle L., Gerbi V., Zeppa G.(2018).Effect of the carbohydrates composition on physicochemical parameters and metabolic activity of starter culture in yogurts *LWT (Lebensm.-Wiss. & Technol.)*, 94, pp. 163-171.
- Wang F., Wang H., Cho J.H. (2022). Consumer preference for yogurt packaging design using conjoint analysis *Sustainability*, 14 (6), p. 3463.
- White CH, Kilara A, Hui YH (2008). *Manufacturing yogurt and fermented milks*. Ed. Chandan RC, John Wiley & Sons.
- Yang M., Li N., Tong L., Fan B., Wang L., Wang F., Liu L. (2021). Comparison of physicochemical properties and volatile flavor compounds of pea protein and mung bean protein-based yogurt. *LWT*, 152, Article 112390.
- Yao K.Y., Zhang T.Z., Wang H.F., Liu J.X. (2018). Upgrading of by-product from beverage industry through solid-state fermentation with *Candida utilis* and *Bacillus subtilis*. *Letters in Applied Microbiology*, 67 (6), pp. 557-563.
- Yuksel Z., Avci E., Erdem Y.K (2010). Characterization of binding interactions between green tea flavanoids and milk proteins. *Food Chemistry*, 121 (2), pp. 450-456.