

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ  
ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΗΛΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

ΜΠΑΚΟ ΑΝΝΑ

ΠΑΠΠΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Δεκέμβριος 2023

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ  
ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΗΛΟΥ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Δημητρέλλου Δήμητρα

---

Το όνομα του επιβλέποντος εδώ

Σακαντάνη Ελένη

---

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

Σαμαράς Ιωάννης

---

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει με όλες μου τις δυνάμεις να τα προσδιορίσω σαφώς μέσα από την καλή χρήση αναφορών ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και την αποφυγή λογοκλοπής».

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το γιαούρτι είναι ένα προϊόν αρκετά δημοφιλές με ποικίλες ευεργετικές ιδιότητες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Αντίστοιχα, η πούλπα μήλου αποτελεί πηγή φυτικών ινών με αντιοξειδωτική δράση. Επομένως, η παραγωγή γιαουρτιού με πούλπα μήλου μπορεί να οδηγήσει σε ένα προϊόν προστιθέμενης αξίας με πολλά οφέλη για τον άνθρωπο. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της παραγωγής γιαουρτιών με πούλπα μήλου (ποικιλία Smith) στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους στους 4°C για 28 ημέρες. Πιο συγκεκριμένα, παρασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας φρέσκο αγελαδινό γάλα με 3,7% λιπαρά και προστέθηκε οξυγαλακτική καλλιέργεια γιαουρτιού CH-1 (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*), τέσσερα διαφορετικά γιαούρτια, το C (γιαούρτι ελέγχου), το YA5 (γιαούρτι με 5% πούλπα μήλου), το YA10 (γιαούρτι με 10% πούλπα μήλου) και το YA15 (γιαούρτι με 15% πούλπα μήλου). Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μελετήθηκαν τα παρακάτω φυσικοχημικά χαρακτηριστικά: το pH, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, η ικανότητα συγκράτησης νερού, η συναίρεση και η υγρασία ανά 7 ημέρες. Ειδικότερα, κατά την αποθήκευση των γιαουρτιών παρατηρήθηκε πτώση στο pH σε όλα τα γιαούρτια ενώ η τιτλοδοτούμενη οξύτητα αυξήθηκε. Στην περίπτωση της ικανότητας συγκράτησης νερού, η προσθήκη πούλπας μήλου είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερες τιμές σε σχέση με το γιαούρτι χωρίς την πούλπα μήλου, με το YA15 να παρουσιάζει την υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού. Επιπρόσθετα, η προσθήκη πούλπας μήλου στο γιαούρτι οδήγησε σε χαμηλότερες τιμές συναίρεσης και πιο συγκεκριμένα στο γιαούρτι YA15 κατά την 7<sup>η</sup> ημέρα αποθήκευσης. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις τιμές της υγρασίας κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στα γιαούρτια με πούλπα μήλου.

**Λέξεις κλειδιά:** γιαούρτι, πούλπα μήλου, φυσικοχημικές αναλύσεις

## ABSTRACT

Yoghurt is a fairly popular product with a variety of beneficial properties for the human body. Similarly, apple pulp is a source of fibre with antioxidant activity. Therefore, the production of yoghurt with apple pulp can lead to a value-added product with many benefits for humans. In the present study, the effect of apple pulp (Smith variety) on the physicochemical characteristics of yoghurt during storage at 4°C for 28 days was investigated. Specifically, four different yogurts, C (control yogurt), YA5 (yogurt with 5% apple pulp), YA10 (yogurt with 10% apple pulp) and YA15 (yogurt with 15% apple pulp), were prepared using fresh cow's milk with 3.7% fat and added starter culture of CH-1 (*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*). In addition, the following physicochemical characteristics were studied during storage: pH, titratable acidity, water holding capacity, syneresis and moisture content at 7-day intervals. In particular, during storage of the yoghurts, a decrease in pH was observed in all yoghurts while titratable acidity increased. In the case of water holding capacity, the addition of apple pulp resulted in higher values compared to the yoghurt without apple pulp, with YA15 showing the highest value. Moreover, the addition of apple pulp to the yoghurt resulted in lower values of syneresis and more specifically in YA15 yoghurt on day 7 of storage. Finally, no differences in moisture values were observed during storage in the yoghurts with apple pulp.

**Key words:** yoghurt, apple pulp, physicochemical characteristics

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### Περιεχόμενα

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι .....                                      | 1  |
| ΓΙΑΟΥΡΤΙ .....                                        | 1  |
| 1.1. Ιστορική Αναδρομή.....                           | 1  |
| 1.2. Το Γάλα.....                                     | 2  |
| 1.2.1. Σκόνη Αποβουτυρωμένου Γάλακτος .....           | 5  |
| 1.3. Το Γιαούρτι.....                                 | 6  |
| 1.3.1. Ελληνική Νομοθεσία.....                        | 7  |
| 1.4. Τύποι Γιαουρτιού .....                           | 7  |
| 1.4.1. Παραδοσιακό Γιαούρτι.....                      | 8  |
| 1.4.2. Συνεκτικό Γιαούρτι (Set type) .....            | 9  |
| 1.4.3. Αναμιγμένο Γιαούρτι (Stirred Yoghurt).....     | 11 |
| 1.4.4. Στραγγισμένο Γιαούρτι.....                     | 12 |
| 1.4.5. Άλλες Κατηγορίες Γιαουρτιού.....               | 12 |
| 1.4.5.1. Επιδόρπιο Γιαουρτιού.....                    | 12 |
| 1.4.5.2. Προβιοτικό Γιαούρτι .....                    | 12 |
| 1.4.5.3. Παγωμένο Γιαούρτι.....                       | 13 |
| 1.4.5.4. Ελληνικό Γιαούρτι (Greek style yogurt) ..... | 13 |
| 1.5. Μέθοδος παρασκευής γιαουρτιού .....              | 13 |
| 1.5.1. Τυποποίηση Γάλακτος.....                       | 13 |
| 1.5.2. Ομογενοποίηση .....                            | 14 |
| 1.5.4. Διαδικασία ζύμωσης.....                        | 15 |
| 1.5.5. Ψύξη .....                                     | 16 |
| 1.5.6. Συσκευασία .....                               | 16 |
| 1.5.7. Συντήρηση .....                                | 17 |
| 1.6. Θρεπτική αξία γιαουρτιού.....                    | 17 |
| 1.7. Οφέλη στην υγεία.....                            | 18 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ .....                                     | 20 |
| ΠΟΥΛΠΑ ΜΗΛΟΥ .....                                    | 20 |
| 2.1. Μήλο.....                                        | 20 |

|                               |                                                                                        |    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.                          | Ποικιλίες Μήλου .....                                                                  | 21 |
| 2.2.1.                        | Ποικιλία Smith.....                                                                    | 22 |
| 2.3.                          | Βοτανικά χαρακτηριστικά .....                                                          | 22 |
| 2.4.                          | Παραγωγή Μήλων.....                                                                    | 23 |
| 2.5.                          | Θρεπτική Αξία Μήλου.....                                                               | 23 |
| 2.6.                          | Μήλο και οφέλη στην υγεία.....                                                         | 24 |
| 2.6.1.                        | Καρκίνος.....                                                                          | 24 |
| 2.6.2.                        | Καρδιαγγειακή νόσος .....                                                              | 25 |
| 2.6.3.                        | Άσθμα και Πνευμονική λειτουργία .....                                                  | 25 |
| 2.6.4.                        | Διαβήτης και Απώλεια Βάρους.....                                                       | 26 |
| 2.7.                          | Πούλπα Μήλου .....                                                                     | 26 |
| 2.8.                          | Σύσταση Πούλπας Μήλου .....                                                            | 27 |
| 2.9.                          | Μέθοδος Παρασκευής Πούλπας Μήλου .....                                                 | 27 |
| 2.9.1.                        | Παραλαβή .....                                                                         | 28 |
| 2.9.2.                        | Καθαρισμός - Απολύμανση .....                                                          | 29 |
| 2.9.3.                        | Βαθμός ωρίμανσης Καρπών .....                                                          | 29 |
| 2.9.4.                        | Κατάψυξη Πούλπας Φρούτων .....                                                         | 29 |
| 2.9.5.                        | Επεξεργασία Πούλπας.....                                                               | 30 |
| 2.9.6.                        | Ομογενοποίηση .....                                                                    | 30 |
| 2.10.                         | Εφαρμογές Πούλπας Μήλου.....                                                           | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ III.....             |                                                                                        | 32 |
| ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....  |                                                                                        | 32 |
| 3.1.                          | Ανάλυση pH.....                                                                        | 32 |
| 3.2.                          | Ανάλυση Οξύτητας.....                                                                  | 32 |
| 3.3.                          | Ικανότητα Συγκράτησης Νερού – Συναίρεση.....                                           | 33 |
| 3.4.                          | Στερεό υπόλειμμα.....                                                                  | 34 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV.....              |                                                                                        | 35 |
| ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....       |                                                                                        | 35 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ V.....               |                                                                                        | 41 |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ ..... |                                                                                        | 41 |
| 5.1.                          | Γενικά .....                                                                           | 41 |
| 5.2.                          | Η επίδραση της προσθήκης διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην οξίνιση του γάλακτος. .... | 41 |

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στο pH των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. ....                      | 43 |
| 5.4. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. ....                | 43 |
| 5.5. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. | 44 |
| 5.6. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στη συναίρεση των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.....                | 45 |
| 5.7. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην υγρασία των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. ....                | 47 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....                                                                                                                                 | 50 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....                                                                                                                                 | 51 |

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

### ΓΙΑΟΥΡΤΙ

#### 1.1. Ιστορική αναδρομή

Οι ρίζες του γιαουρτιού εντοπίστηκαν πριν από χιλιάδες χρόνια στην Ασία, στην Ευρώπη και στη Μέση Ανατολή (Barohn, 2022). Η εμφάνισή του, έγινε πριν από 7.000 έτη όταν εξημερώθηκαν τα μηρυκαστικά ζώα όπως οι αγελάδες, τα πρόβατα και τα άλογα (Aznar et al., 2013). Τονίζεται ότι, το γιαούρτι προέκυψε τυχαία ύστερα από έκθεση του γάλακτος σε βακτήρια και υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα την οξίνισή του. Σε διάφορα αγγεία απεικονίζονται δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν στη συντήρηση του γάλακτος και στην αποφυγή ανάπτυξης επικίνδυνων βακτηρίων (Barohn, 2022). Ο Αβραάμ συνέδεσε την κατανάλωση γιαουρτιού με την παράταση της ζωής του και την αύξηση της αναπαραγωγής στο Βιβλίο του Ιώβ της Βίβλου (Batmanglij, 2012).

Η αρχαία ελληνική διατροφή περιείχε ένα γαλακτοκομικό προϊόν, το οποίο ήταν ένα είδος γιαουρτιού και ονομαζόταν οξύγαλα (Adamson and Segan, 2008; Alcock, 2006; Dalby, 1996; Hoffman, 2004). Το οξύγαλα συνοδευόταν με μέλι την εποχή του Γαληνού (129 μ.Χ.) (Adamson and Segan, 2008; Hoffman, 2004). Ο όρος γιαούρτι έχει τις ρίζες του στην τουρκική λέξη "yoğurtmak", που ταυτίζεται με τις έννοιες πύκνωση, πήξη ή οξίνιση. Επιπλέον, οι Τούρκοι ήταν αυτοί που ξεκίνησαν να ερευνούν την ευεργετική χρήση του γιαουρτιού για διάφορες παθήσεις και συμπτώματα όπως η διάρροια, οι κράμπες καθώς και η καταπράυνση από τις ενοχλήσεις του ηλιοκαμένου δέρματος. Το 1542 ο Φρανσουάζ Α' το εισήγαγε, πρώτος, στη Δυτική Ευρώπη (McGee et al., 2004).

Οι επιστήμονες τον 20<sup>ο</sup> αιώνα ανέφεραν τις ωφέλιμες ιδιότητες του γιαουρτιού στην υγεία (McGee et al., 2004). Για πρώτη φορά, το 1905, στη Γενεύη ένας Βούλγαρος φοιτητής Ιατρικής, ο Stamen Grigorov ανακάλυψε ένα ραβδόμορφο γαλακτικό βακτήριο που ονομάστηκε *Bacillus bulgaricus* (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). Εμπνευσμένος από την ανακάλυψη του Grigorov, ο Ρώσος νομπελίστας Élie Metchnikoff, υπέθεσε στο Ινστιτούτο Pasteur στο Παρίσι, ότι οι γαλακτοβάκิลλοι στο γιαούρτι σχετίζονταν με τη παράταση της ζωής στον αγροτικό πληθυσμό της Βουλγαρίας (Brown and Valiere, 2004).

Σύμφωνα με το βιβλίο του Élie Metchnikoff “The Prolongation of Life – Optimistic Studies (1908)”, εντάχθηκε στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, στις Ηνωμένες Πολιτείες, το γιαούρτι με τη μορφή δισκίων, σε περίπτωση δυσανεξίας (Alexander, 1907-1909). Οι γιατροί παγκοσμίως, εμπνεύστηκαν από τις ιδέες του Metchnikoff. Ένας από αυτούς, ο John Harvey Kellogg, ο διάσημος για τα δημητριακά πρωινού, συνέστησε το γιαούρτι ως αναζωογονητικό αλλά και ως κλύσμα στο σανατόριο του Battle Creek του Michigan. Το οξύγαλα, παρουσιάστηκε ως πανάκεια της Ιατρικής (Hendy et al., 2022).

Η παραγωγή γιαουρτιού αυξήθηκε σε μεγάλη βιομηχανική κλίμακα από τον Ισαάκ Καράσσο. Ξεκινώντας, το 1919, ο Καράσσο ίδρυσε μία μικρή εταιρεία γιαουρτιού, η γνωστή Danone με έδρα την Βαρκελώνη της Ισπανίας (Večerková, 2002). Το όνομα της ήταν εμπνευσμένο από το όνομα του γιου του, “Daniel”, ο οποίος ανέλαβε την εταιρεία το 1929 και την εδραίωσε στη Γαλλία. Η Danone επεκτάθηκε το 1942, στη Νέα Υόρκη, όπου το όνομα αμερικανοποιήθηκε από “Day-no-nee” σε Dannon, με την πρωτοτυπία προσθήκης μαρμελάδας στο φυσικό γιαούρτι. Το 1919, τα γιαούρτια “Danone” εισήχθησαν στα φαρμακεία (<https://www.danone.com>). Στην Πράγα το 1933, στο τυροκομείο Radlica Mlekarna παράχθηκε το πρώτο γιαούρτι με προσθήκη μαρμελάδας (Večerková, 2002).

Μια αμερικάνικη επωνυμία γιαουρτιού, η Colombo Yogurt, εισήγαγε πρώτη το γιαούρτι στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1929. Ιδρύθηκε από δύο Αρμένιους, τους Rose και Sarkis Colombosian που χρησιμοποιούσαν αρμένικες τεχνικές παρασκευής γιαουρτιού (Colombo Yogurt: A Massachusetts Success Story, 2004).

Το γιαούρτι ξεκίνησε να πωλείται ως αυτόνομο τρόφιμο μετά το 1970 (Hendy et al., 2022). Στη σημερινή εποχή, εξαιτίας των απαιτήσεων του καταναλωτικού κοινού καθώς και των πλεονεκτημάτων για την υγεία που διαθέτει το γιαούρτι, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής και την εξέλιξη της επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων, με την παραγωγική διαδικασία ωστόσο να παραμένει ίδια.

## **1.2. Το γάλα**

Ως γάλα ορίζεται το υγρό που προέρχεται από τους μαστικούς αδένες. Σχεδόν όλα τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για την ισορροπημένη διατροφή ενός υγιούς ατόμου περιλαμβάνονται σε αυτό. Η ανθρωπότητα καταναλώνει κατσικίσιο,

πρόβειο και αγελαδινό γάλα από την πρωτοεμφάνιση τους είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (Belitz et al., 2009). Το αγελαδινό γάλα συνδέεται πλέον με τον παγκόσμιο ορισμό της λέξης "γάλα", καθώς αντιστοιχεί στο 90% της παγκόσμιας παραγωγής (Εθνική Επιτροπή Γάλακτος, 1983; Belitz et al., 2009). Στο εμπόριο, το γάλα διαφορετικών ζώων προσδιορίζεται, ως πρόβειο γάλα ή κατσικίσιο γάλα (Belitz et al., 2009).

Ως γάλα ορίζεται, σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (Κ.Τ.Π., 1998), «το προϊόν που έχει απαλλαχθεί από το πρωτόγαλα και προέρχεται από την ολοσχερή και αδιάκοπη άμελξη γαλακτοφόρου ζώου, το οποίο είναι υγιές, διαβιώνει και διατρέφεται κάτω από υγιεινούς όρους και δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης».

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1999) το γάλα ορίζεται ως «η φυσιολογική έκκριση του μαστού των γαλακτοπαραγωγών ζώων που λαμβάνεται από ένα ή περισσότερα αρμέγματα χωρίς καμία προσθήκη ή εξαγωγή σε αυτό, και προορίζεται για κατανάλωση ως υγρό προϊόν ή για περαιτέρω επεξεργασία».

Σύμφωνα με τον Κώδικα Γάλακτος των Η.Π.Α. (USDEW, 1953): «γάλα είναι το έκκριμα του μαστού το οποίο είναι απαλλαγμένο από πρωτόγαλα, λαμβάνεται με άμελξη μιας ή περισσότερων υγιών αγελάδων και το οποίο περιέχει τουλάχιστον 3,15% λίπος και 8,25% στερεά συστατικά άνευ λίπους» (Μάντης, 2000).

Με τον όρο «γάλα, απλά, χωρίς να συνοδεύεται από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο: είναι νωπό, πλήρες, προέρχεται από αγελάδα, δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση και δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω» (Κ.Τ.Π., 2009).

Ως θερμικά επεξεργασμένα γάλατα ορίζονται τα γάλατα που είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και έχουν παρασκευαστεί αποκλειστικά από νωπό γάλα. Στα θερμικά επεξεργασμένα γάλατα κατανάλωσης κατατάσσονται το παστεριωμένο και το μακράς διαρκείας. Στην χώρα μας, προτιμάται το παστεριωμένο γάλα από τους καταναλωτές. Τα τελευταία χρόνια, μεγάλος αριθμός καταναλωτών λόγω διάφορων αλλαγών στη διατροφή καθώς και στον τρόπο ζωής καταναλώνουν τα ημιαποβουτυρωμένα και αποβουτυρωμένα είδη γάλακτος. Στον **Πίνακα 1** παρουσιάζονται τα διάφορα είδη θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος που είναι κατάλληλα για την αγορά και τη σύνθεση τους.

**Πίνακας 1. Σύνθεση του γάλακτος που προορίζεται για κατανάλωση.**

| Είδος                  | Λίπος (%)   | Ελάχ. ΣΥΑΛ (%) |
|------------------------|-------------|----------------|
| Πλήρες                 | 3,5 (ελάχ.) | 8,5            |
| Ημιαποβουτυρωμένο      | 1,5-1,8     | 8,5            |
| Μερικώς αποβουτυρωμένο | 1,8-3,5     | 8,5            |
| Αποβουτυρωμένο         | 0,5 (μέγ.)  | 8,5            |

*Πηγή: Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009*

Η σύνθεση του γάλακτος διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του γάλακτος. Το γάλα, γενικότερα, αποτελείται κυρίως από νερό, λίπος, πρωτεΐνες, λακτόζη, διάφορα άλατα κ.ά. (Ανυφαντάκης και Καλατζόπουλος, 1993). Διάφορα γάλατα όπως της αγελάδας, του προβάτου, της κατσίκας και του βούβαλου χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή γιαουρτιού (Πάπυρος Λαρούς, χ.χ.). Στον **Πίνακα 2** φαίνεται η μέση σύσταση των ποικίλων ειδών γάλακτος.

**Πίνακας 2. Μέση σύσταση του γάλακτος ποικίλων θηλαστικών (g/100g)**

| Είδος γάλακτος | Νερό  | Λίπος | Πρωτεΐνες | Λακτόζη | Τέφρα | ΣΥΑΛ   | Ολικά στερεά |
|----------------|-------|-------|-----------|---------|-------|--------|--------------|
| Γίδινο         | 87,00 | 4,25  | 3,52      | 4,27    | 0,86  | 8,75   | 13,00        |
| Αγελαδινό      | 87,2  | 3,70  | 3,50      | 4,90    | 0,70  | 9,10   | 12,80        |
| Πρόβειο        | 80,71 | 7,90  | 5,23      | 4,81    | 0,9   | 11,939 | 19,29        |
| Ανθρώπινο      | 87,43 | 3,75  | 1,63      | 6,98    | 0,21  | 8,82   | 12,57        |

*Πηγή: Μάντης, (2000)*

Επιπλέον, το γάλα εμφανίζει υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο και φώσφορο (Patton, 2017). Ο τύπος του γάλακτος που επιλέγεται για την παραγωγή γιαουρτιού σχετίζεται άμεσα τόσο με τις φυσικές ιδιότητές του όσο και με την αποδοχή εμφάνισης από τους καταναλωτές. Το ενδιαφέρον για τα προϊόντα μη βοείου γάλακτος έχει αυξηθεί πρόσφατα ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης επικράτησης των αλλεργιών στο βόειο γάλα (Flom and Sicherer, 2019).

Στη σημερινή εποχή, έχουν παρασκευαστεί γιαούρτια από φυτικά γάλατα με την χρήση υποκατάστατων που απευθύνονται σε ανθρώπους με δυσανεξία στη λακτόζη, με αλλεργία σε ζωικής παραγωγής γάλατα καθώς και σε χορτοφάγους.

#### 1.2.1. Σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος

Ως σκόνη γάλακτος ή δισκία γάλακτος ή ξηρό γάλα ορίζονται τα προϊόντα συμπίκνωσης του νοπού γάλακτος έως ότου ξηραθούν και η υγρασία τους δεν υπερβαίνει το 5% του βάρους τους. Στο πλήρες γάλα, το λίπος της σκόνης γάλακτος πρέπει να είναι 26%, στο ημιαποβουτυρωμένο γάλα 14-17% και έως 1,5% στο αποβουτυρωμένο γάλα (Νεστόρη, 2013).

Στη σημερινή εποχή, η παραγωγή γάλακτος σε σκόνη γίνεται σε μεγάλη βιομηχανική κλίμακα με στόχο προϊόντα με καλύτερη συνεκτικότητα και υφή (Κεχαγιάς, 2011; Pearce, n.d.). Είναι μία εύκολη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει το στάδιο απομάκρυνσης του νερού από το γάλα που αποσκοπεί στη διατήρηση όλων των επιθυμητών φυσικών του χαρακτηριστικών, όπως είναι η γεύση, το χρώμα, η διαλυτότητα αλλά και η διατροφική του αξία με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Το πλήρες γάλα αποτελείται από 87% νερό ενώ το αποβουτυρωμένο αποτελείται από 91% νερό. Λόγω της εφαρμογής βρασμού σε χαμηλή θερμοκρασία και μειωμένη πίεση το νερό εξατμίζεται στην παραγωγή σκόνης γάλακτος. Ακολουθεί ψεκασμός με θερμό αέρα για την απομάκρυνση της υγρασίας που οδηγεί το συμπυκνωμένο γάλα σε σκόνη. Ενδεικτικά, 100 λίτρα πλήρους γάλακτος μπορούν να μετατραπούν σε περίπου 13 kg σκόνης πλήρους γάλακτος (WMP) ή 9 kg σκόνης αποβουτυρωμένου γάλακτος (SMP) (Pearce, n.d.). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η σύσταση του αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σκόνη.

**Πίνακας 3. Σύσταση του αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σκόνη**

| Αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη                                                          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Μέγιστη περιεκτικότητα σε λιπαρά γάλακτος                                             | 1.5% m/m |
| Μέγιστη περιεκτικότητα σε νερό                                                        | 5% m/m   |
| Ελάχιστη περιεκτικότητα πρωτεΐνης γάλακτος σε στερεά μη λιπαρά γαλακτοκομικά προϊόντα | 34% m/m  |

### 1.3. Το γιαούρτι

Λόγω της γεύσης και των ευεργετικών ιδιοτήτων του για την υγεία, το γιαούρτι είναι ένα από τα πιο συχνά καταναλισκόμενα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση στον κόσμο (McGee et al., 2004). Γενικά, η σύσταση του γιαουρτιού συνδέεται με την προέλευση της πρώτης ύλης, δηλαδή του γάλακτος που επιλέγεται κάθε φορά (Tamime and Robinson, 1999).

Σύμφωνα με τον Code of Federal Regulations (USA, 2023), ως γιαούρτι ορίζεται «το τρόφιμο που παράγεται με την καλλιέργεια ενός ή περισσότερων από τα βασικά γαλακτοκομικά συστατικά που καθορίζονται στην παράγραφο β) και οποιουδήποτε από τα προαιρετικά γαλακτοκομικά συστατικά που καθορίζονται στην παράγραφο γ) με μια χαρακτηριστική βακτηριακή καλλιέργεια που περιέχει τα βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Τα συστατικά που καθορίζονται στις παραγράφους β) και γ) μπορούν να ομογενοποιηθούν και πρέπει να παστεριωθούν ή να υπερπαστεριωθούν πριν από την προσθήκη της χαρακτηριστικής βακτηριακής καλλιέργειας. Ένα ή περισσότερα από τα άλλα προαιρετικά συστατικά που καθορίζονται στην παράγραφο (δ) μπορούν επίσης να προστεθούν. Το γιαούρτι, πριν από την προσθήκη πολλών αρωματικών συστατικών, περιέχει τουλάχιστον 3,25% λίπος γάλακτος και τουλάχιστον 8,25% στερεά γάλακτος χωρίς λίπος και έχει είτε τιτλοδοτούμενη οξύτητα τουλάχιστον 0,7%, εκφρασμένη σε γαλακτικό οξύ, είτε pH 4,6 ή χαμηλότερο. Για να παραταθεί η διάρκεια ζωής του τροφίμου, το γιαούρτι μπορεί να υποστεί επεξεργασία μετά την καλλιέργεια για να αδρανοποιηθούν οι βιώσιμοι μικροοργανισμοί».

(β) Βασικά γαλακτοκομικά συστατικά. Η κρέμα γάλακτος, το γάλα, το μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα, το αποβουτυρωμένο γάλα ή οι ανασυσταθείσες εκδοχές αυτών των συστατικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή σε συνδυασμό.

(γ) Προαιρετικά γαλακτοκομικά συστατικά. Άλλα ασφαλή και κατάλληλα συστατικά προερχόμενα από το γάλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξηθεί η περιεκτικότητα του τροφίμου σε στερεά γάλακτος χωρίς λίπος πάνω από το ελάχιστο το οποίο είναι 8,25% όπως απαιτείται στην παράγραφο (α), υπό την προϋπόθεση ότι η

αναλογία πρωτεϊνών προς τα ολικά μη λιπαρά στερεά του τροφίμου και η αναλογία απόδοσης όλων των πρωτεϊνών που υπάρχουν δεν πρέπει να μειωθούν ως αποτέλεσμα της προσθήκης τέτοιων συστατικών.

(δ) Άλλα προαιρετικά συστατικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα ασφαλή και κατάλληλα συστατικά: 1) Καλλιέργειες, επιπλέον της χαρακτηριστικής βακτηριακής καλλιέργειας που καθορίζεται στην παράγραφο (α), 2) Γλυκαντικές ουσίες, 3) Αρωματικά συστατικά, 4) Πρόσθετα χρώματος, 5) Σταθεροποιητές, 6) Γαλακτωματοποιητές, 7) Συντηρητικά, 8) Προσθήκη βιταμινών (προαιρετικά).

#### 1.3.1. Ελληνική νομοθεσία

Ως γιαούρτι ορίζεται κατά την ελληνική νομοθεσία [Κ.Τ.Π., \(2016\)](#), «το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παρασκευάζεται από τη ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με τη χρήση υποχρεωτικά των καλλιεργειών – εκκινητών *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, με αποτέλεσμα το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον  $10^7$  cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του».

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius ([FAO/WHO, 2003](#)) το γιαούρτι χαρακτηρίζεται ως «πηγμένο γαλακτοκομικό προϊόν που παρασκευάζεται με γαλακτική ζύμωση του γάλακτος με τη δράση του *Lactobacillus bulgaricus* και του *Streptococcus thermophilus*. Αυτοί οι μικροοργανισμοί εκκίνησης πρέπει να είναι βιώσιμοι, ενεργοί και άφθονοι στο προϊόν μέχρι την ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητας».

#### 1.4. Τύποι γιαουρτιού

Η διάκριση των ειδών γιαουρτιού πραγματοποιείται ανάλογα:

- α) με την περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά για την παραγωγή γιαουρτιού (γιαούρτι από πλήρες γάλα, χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, μη λιπαρό)
- β) την πηγή του γάλακτος (αγελάδας, προβάτου και κατσίκας)
- γ) με τον τρόπο που επεξεργάζεται σε παραδοσιακό, παραδοσιακό στραγγισμένο, φυσικό, αναμιγμένο, επιδόρπιο γιαούρτι παστεριωμένο και επιδόρπιο γιαούρτι στραγγισμένο νέου τύπου

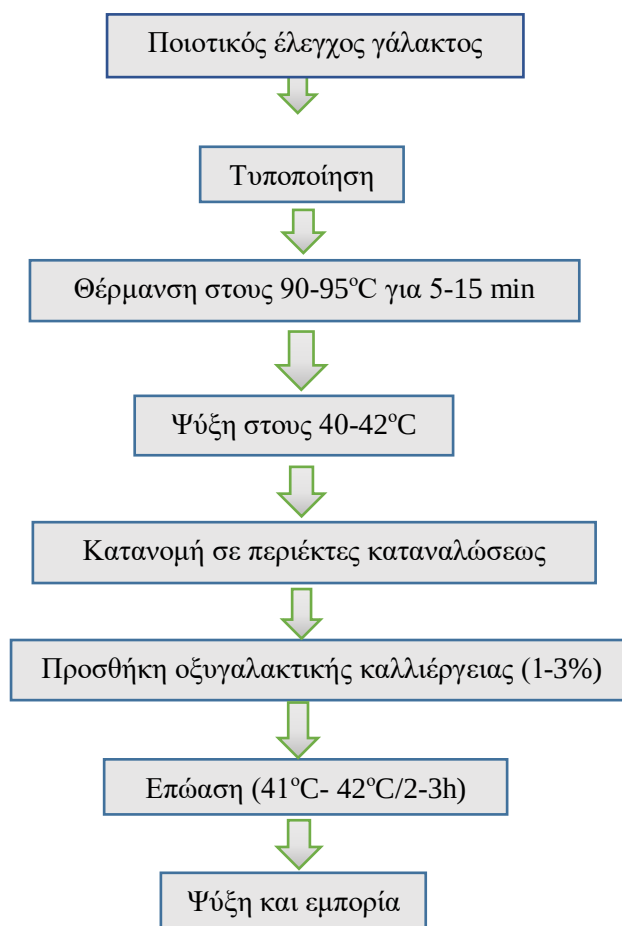
δ) με την επεξεργασία του γάλακτος όπως σε γιαούρτι αποβουτυρωμένο, αφυδατωμένο, γιαούρτι γρανίτα ή παγωτό, γιαούρτι διαίτης, ημιαποβουτυρωμένο, κατεψυγμένο με φρούτα και σε γιαούρτι χωρίς επιδερμίδα.

Είναι γνωστό ότι εμφανίζεται στο εμπόριο μεγάλη ποικιλία γιαουρτιών. Ωστόσο, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κυριότεροι τύποι γιαουρτιού (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

#### 1.4.1. Παραδοσιακό γιαούρτι

Σύμφωνα με τον Κ.Τ.Π., (2016), το «Παραδοσιακό» είναι το γιαούρτι που πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές: Παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του και προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα.

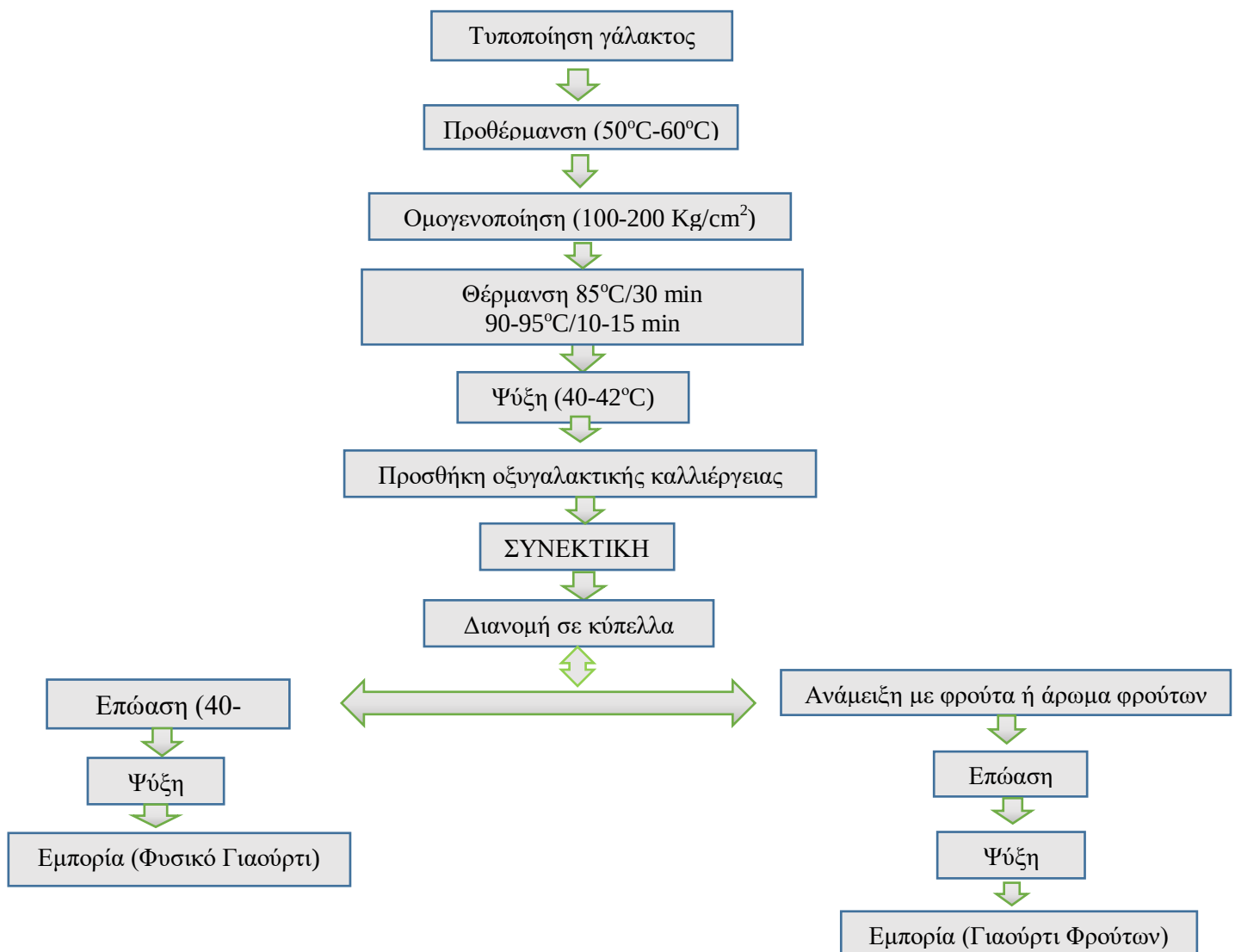
Η θέρμανση του γάλακτος μειώνει τον κίνδυνο επιμολύνσεων του παραδοσιακού γιαουρτιού, ωστόσο τα σκεύη, το ανθρώπινο δυναμικό αλλά και το περιβάλλον αποτελούν πιθανές εστίες (Μάντης, 2000).



**Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής παραγωγής παραδοσιακού γιαουρτιού.**

1.4.2. Συνεκτικό γιαούρτι (Set type)

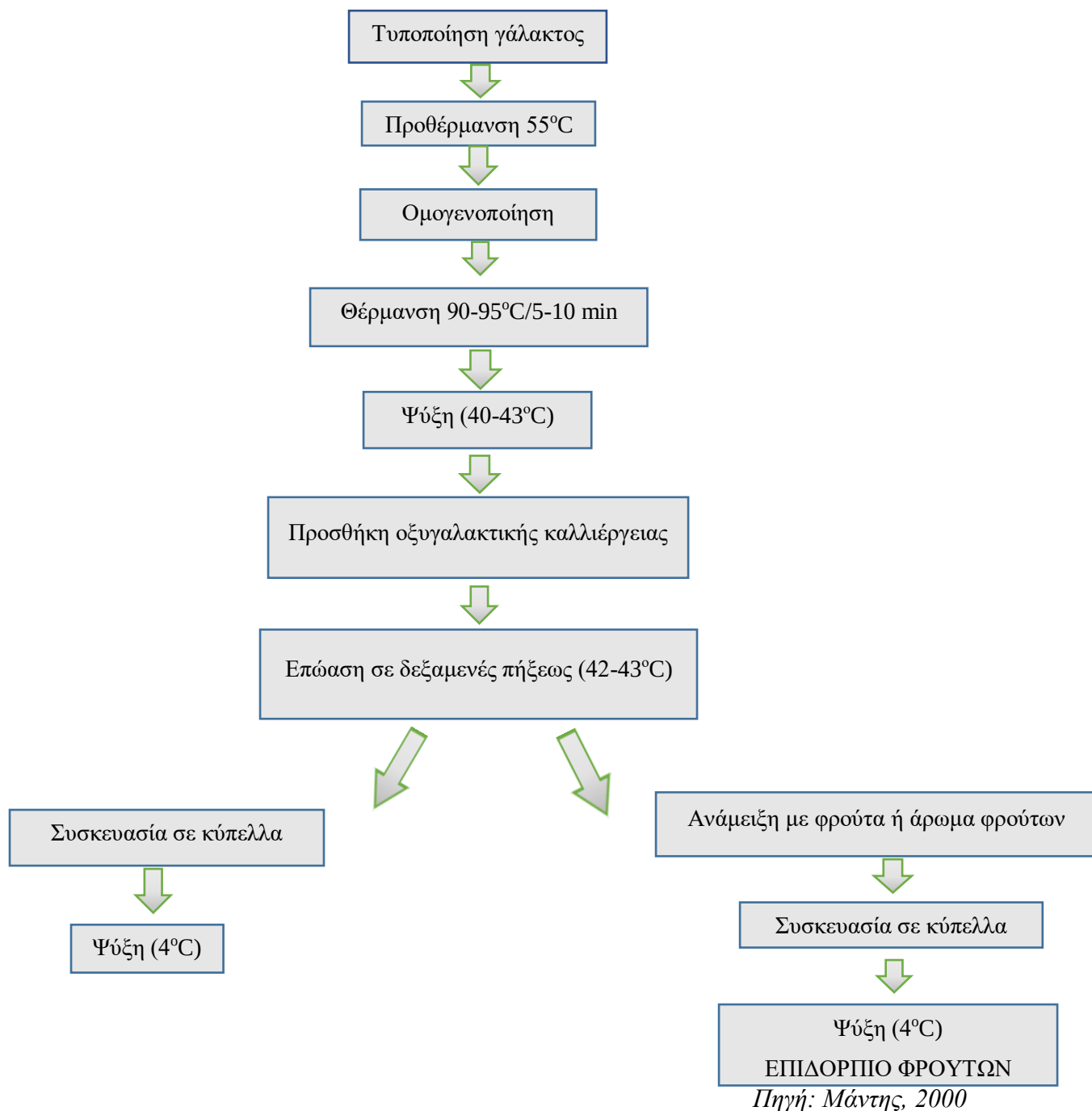
Το συνεκτικό γιαούρτι εμφανίζεται περισσότερο στην Ελλάδα και παρασκευάζεται τόσο ως φυσικό γιαούρτι όσο και ως γιαούρτι με φρούτα. Αρχικά, πραγματοποιείται ομογενοποίηση του γάλακτος χωρίς σχηματισμό υμενίου. Ακολουθεί η διαδικασία της συσκευασίας σε ερμητικώς κλειστά κύπελλα και η επώαση λαμβάνει χώρα στους περιέκτες ενώ δεν πραγματοποιείται διατάραξη του πηγματος μετά την πήξη (Μάντης, 2000).



**Διάγραμμα 2 Διάγραμμα ροής παραγωγής γιαουρτιού συμπαγούς ή στερεάς δομής (set yoghurt).**

### 1.4.3. Αναμιγμένο γιαούρτι (Stirred Yoghurt)

Η κύρια διαφορά του αναμιγμένου γιαουρτιού με το συνεκτικό εντοπίζεται στο σημείο που πραγματοποιείται επώαση του γάλακτος σε δεξαμενές και ακολουθεί η θραύση, η ψύξη, η ανάμειξη με ή χωρίς προσθήκη φρούτων και η συσκευασία του πηγματος σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες (Ψαρρέα, 2014).



**Διάγραμμα 3** Διάγραμμα ροής παραγωγής αναμιγμένου γιαουρτιού (stirred yoghurt).

#### 1.4.4. Στραγγισμένο γιαούρτι

Σύμφωνα με τον [Κ.Τ.Π., \(2016\)](#), «Στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το γιαούρτι μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6% πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8% για το πρόβειο γάλα. Σε περίπτωση μιγμάτων διαφόρων ειδών γάλακτος η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υπολογίζεται με βάση την αναλογία των ειδών γάλακτος».

Η παραδοσιακή μέθοδος στράγγισης εφαρμόζεται σε υφασμάτινους σάκους για την πήξη του γάλακτος. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται νεότερες μέθοδοι όπως είναι η φυγοκέντρωση και η συμπύκνωση του γάλακτος με υπερδιήθηση ([Μάντης, 2000](#)).

#### 1.4.5. Άλλες κατηγορίες γιαουρτιού

##### 1.4.5.1. Επιδόρπιο γιαουρτιού

Ως επιδόρπιο (Dessert) χαρακτηρίζεται, σύμφωνα με το [Κ.Τ.Π., \(2016\)](#), «το προϊόν έτοιμο προς βρώση, που παρασκευάζεται: 1) από μια ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων, 2) προϊόντα γάλακτος ή και συστατικά γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος, λακτόζη) ή και μαγιά γιαουρτιού και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος αναγόμενο σε νωπό γάλα. Μπορεί να γίνει σε αυτό προσθήκη χυμών φρούτων, τεμαχίων φρούτων, κακάο, σοκολάτας και άλλων συστατικών, ενώ επιτρεπτή είναι επίσης και η προσθήκη χρωστικών, και γλυκαντικών υλών».

##### 1.4.5.2. Προβιοτικό γιαούρτι

Χαρακτηρίζεται γιαούρτι με προβιοτικά εκείνο που έχει παρατηρηθεί ότι συμβάλλει στην καλύτερη λειτουργία του εντέρου καθώς περιέχει οξυγαλακτικά βακτήρια. Τα κυριότερα προβιοτικά βακτήρια είναι τα εξής: Είδη του γένους *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, κ.ά.), είδη του γένους *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. ramnosus*) και είδη *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. Diacetylactis*) ([Fernandes, 2009](#)).

#### 1.4.5.3. Παγωμένο γιαούρτι

Το παγωμένο γιαούρτι, είναι επιδόρπιο που παρασκευάζεται από ζυμούμενο γάλα με τη χρήση των μικροοργανισμών *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* και *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*. Σύμφωνα με τον [FAO/ WHO, \(2018\)](#), το προϊόν μπορεί να περιλαμβάνει γλυκαντικά, αρώματα, χρωστικές, σταθεροποιητές και γαλακτωματοποιητές. Το παγωμένο γιαούρτι προτείνεται ως μια πιο υγιεινή εναλλακτική λύση έναντι του παραδοσιακού παγωτού, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης των καταναλωτών σχετικά με τη σημασία της ισορροπημένης διατροφής και τη διατήρηση της καλής σωματικής υγείας ([Skryplonek et al., 2019](#)).

#### 1.4.5.4. Ελληνικό γιαούρτι (Greek style yogurt)

Το greek yogurt συνδέεται με τον ορισμό του στραγγιστού γιαουρτιού ([Davidson, 2014](#)). Είναι γνωστό σε όλο τον κόσμο. Περιέχει σχεδόν διπλάσια ποσότητα σε πρωτεΐνες σε σύγκριση με τα υπόλοιπα γιαούρτια του εμπορίου. Αυτό το γιαούρτι περιέχει υψηλότερα στερεά συγκριτικά με κανονικό γιαούρτι και γευστικά δεν είναι τόσο όξινο. Υπάρχει δυνατότητα παρασκευής του με αποβουτυρωμένο γάλα και αποτελεί ένα «υγιεινό» τρόφιμο ([Kilara and Chandan, 2013](#)).

### 1.5. Μέθοδος παρασκευής γιαουρτιού

#### 1.5.1. Τυποποίηση γάλακτος

Για την κατάλληλη ρύθμιση της περιεκτικότητας λιπαρών γίνεται συνήθως ανάμιξη του γάλακτος με αποβουτυρωμένο γάλα και κρέμα γάλακτος. Στις σκόνες γάλακτος γίνεται χρήση μιας μονάδας διασποράς σκόνης έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η ανάμιξη με το γάλα. Στο γιαούρτι αντιστοιχεί γάλα περίπου 9% και για συγκεκριμένα είδη συμπυκνωμένου γιαουρτιού αντιστοιχεί σε μεγαλύτερο από 20%. Μεγάλη ποικιλία γιαουρτιών που βρίσκονται στο εμπόριο περιέχουν 14-15% περιεκτικότητα σε στερεά γάλακτος ([Tamime and Robinson, 1999](#)). Σύμφωνα με πρότυπα και κανονισμούς διάφορων χωρών, η ελάχιστη περιεκτικότητα σε στερεά

γάλακτος που δεν περιέχουν λίπος πρέπει να είναι 8,2-8,6% (Tamime and Robinson, 1999).

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius (2008), για το γιαούρτι τονίζεται ότι η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες γάλακτος είναι 2,7% (με εξαίρεση το συμπυκνωμένο γιαούρτι όπου η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες είναι 5,6%, μετά τη συμπύκνωση) και η μέγιστη περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι 15%.

Με διεργασίες συμπύκνωσης όπως η εξάτμιση υπό κενό και η επεξεργασία με μεμβράνες (αντίστροφη όσμωση και υπερδιήθηση) παρουσιάζει αυξητική τάση η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ολικά στερεά. Συχνά γίνεται προσθήκη σταθεροποιητών, όπως η πηκτίνη ή ζελατίνη στη βάση του γάλακτος με σκοπό να εμπλουτιστούν ή να συντηρηθούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού όσον αφορά την υφή, την γεύση, την εμφάνιση, το ιξώδες/συγκράτηση και την αποφυγή διαχωρισμού του ορού (Tamime and Robinson, 1999). Η προσθήκη σταθεροποιητών μπορεί να βελτιώσει την συνοχή έτσι ώστε να είναι πιο ομοιόμορφη καθώς και να ελαττώσει τις μεταβολές από παρτίδα σε παρτίδα. Παρόλα αυτά, η προσθήκη σταθεροποιητών, περιλαμβάνοντας την υπερ-σταθεροποίηση και την υπο-σταθεροποίηση, μπορεί να σχετίζονται με μειονεκτήματα στην υφή. Με την υπερ-σταθεροποίηση παράγεται ένα συσσωμάτωμα γιαουρτιού με μορφή ζελέ, ενώ με την υπο-σταθεροποίηση ένα “ρευστό” συσσωμάτωμα ή δημιουργείται διαχωρισμός του ορού (Vedamuthu, 1991). Σύμφωνα με κανονισμούς σε συγκεκριμένες χώρες όπως στην Ολλανδία και στη Γαλλία, απαγορεύεται η προσθήκη σταθεροποιητών στο φυσικό γιαούρτι (Tamime and Deeth, 1980). Συνήθως κατά την προετοιμασία των φρούτων γίνεται προσθήκη σταθεροποιητών, όπως πηκτίνη, για την παραγωγή γιαουρτιού με φρούτα, με σκοπό να ενισχυθεί η υφή του γιαουρτιού.

#### 1.5.2. Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση είναι μια σημαντική μέθοδος για την επεξεργασία γιαουρτιών με λιπαρά. Η πίεση που ασκείται κατά την ομογενοποίηση κυμαίνεται από 10-20 MPa για το πρώτο στάδιο και 5 MPa για το δεύτερο και η θερμοκρασία κυμαίνεται σε τιμές από 55 έως και 65°C. Η μέθοδος αυτή στοχεύει στην διάσπαση των σφαιριδίων λίπους του γάλακτος σε μικρότερα και στην αύξηση της επιφάνειας των ομογενοποιημένων σφαιριδίων λίπους. Ένα πλεονέκτημα της ομογενοποίησης είναι ότι προλαμβάνει τον διαχωρισμό του ορού, βελτιώνει το χρώμα και τη συνοχή των

γιαουρτιών (Vedamuthu, 1991). Ένα νέο επιφανειακό στρώμα σφαιριδίων λίπους δημιουργείται όταν πραγματοποιείται ομογενοποίηση του γάλακτος, το οποίο συνεπάγεται με την αύξηση του αριθμού των συστατικών στο γιαούρτι που παράγεται από ομογενοποιημένο γάλα (Walstra, 1998). Εξαιτίας της παρουσίας πρωτεΐνης στην επιφάνεια του λίπους τα ομογενοποιημένα σφαιρίδια λίπους δρουν σαν σωματίδια πρωτεϊνών. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την παραγωγή γιαουρτιού, κατά την οποία έγινε υψηλή ομογενοποίηση σε υψηλή πίεση (200-300 MPa), είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της σταθερότητας του γιαουρτιού καθώς και αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού (Serra et al, 2008, 2009). Η χρήση υψηλής πίεσης οδηγεί σε μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού και διάσπαση των μικκυλίων της καζεΐνης.

#### 1.5.3. Θερμική επεξεργασία

Ένας σημαντικός παράγοντας επεξεργασίας για την παραγωγή γιαουρτιού είναι η θέρμανση του γάλακτος, επειδή επιδρά στις φυσικές ιδιότητες και στη μικροδομή του γιαουρτιού (Lucey et al., 1998a, b, c). Η θέρμανση του γάλακτος πραγματοποιείται πριν γίνει η προσθήκη της καλλιέργειας. Στη βιομηχανία του γιαουρτιού η θέρμανση γίνεται στους 85°C για 30 min ή στους 90-95°C για 5 min (Tamime and Robinson, 1999). Επιπλέον, συχνά γίνεται χρήση υψηλών θερμοκρασιών λίγων δευτερολέπτων όπως 100-130°C για 4-16 sec ή θερμοκρασιών υπερθέρμανσης (UHT) δηλαδή 140°C για 4-16 sec (Sodini et al., 2004). Με τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος θανατώνονται διάφοροι μικροοργανισμοί, οι οποίοι δεν επηρεάζουν με την σειρά τους την καλλιέργεια εκκίνησης. Ωστόσο, οι καλλιέργειες εκκίνησης του γιαουρτιού είναι επιρρεπείς στο οξυγόνο, όμως μέσω της θερμικής επεξεργασίας απομακρύνεται το διαλυμένο οξυγόνο και παρέχεται η δυνατότητα στους εκκινητές να αναπτυχθούν.

#### 1.5.4. Διαδικασία ζύμωσης

Έπειτα από τη θερμική επεξεργασία, το γάλα ψύχεται σε θερμοκρασία επώασης, η οποία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της καλλιέργειας εκκινητή. Η κατάλληλη θερμοκρασία των θερμοφίλων γαλακτικών βακτηρίων (*Streptococcus* subsp. *thermophilus* και του *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) είναι 40-

45°C. Η ζύμωση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του pH στο γάλα λόγω της μετατροπής της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ. Το pH ελαττώνεται από 6,7 σε 4,6 καθώς και σε χαμηλότερες τιμές όταν πραγματοποιείται η οξίνιση του γάλακτος. Σε τιμές pH 5,3 - 5,4 παρατηρείται εμφάνιση της ζελατίνης για γάλατα που έχουν υποστεί υψηλή θερμική επεξεργασία.

#### 1.5.5. Ψύξη

Πριν την προσθήκη φρούτων ή αρωματικών συστατικών, τα γιαούρτια φτάνοντας σε pH περίπου 4,6 ψύχονται στους 20°C. Συνήθως, τα προϊόντα γιαουρτιού ψύχονται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 10°C, όπως 5°C στο ψυγείο, έτσι ώστε να μην υπάρξει περαιτέρω μείωση του pH (Tamime and Robinson, 1999).

#### 1.5.6. Συσκευασία

Ο χρόνος ζωής ενός τροφίμου επηρεάζεται σημαντικά από το είδος της συσκευασίας που χρησιμοποιείται. Προκειμένου να διατηρηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων, καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης, είναι σημαντικό να χρησιμοποιείται το κατάλληλο υλικό συσκευασίας (Rasul et al., 2022).

Σύμφωνα με τον K.T.Π., (2016) η συσκευασία του γιαουρτιού η οποία είναι εγκεκριμένη έχει τα εξής χαρακτηριστικά όπως: α) πλαστικά, γυάλινα, ξύλινα ή πήλινα δοχεία ή επιτρεπόμενοι πλαστικοί σάκοι, λευκό ύφασμα ή χαρτί με εσωτερική πλαστική επένδυση. β) Υπάρχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της συσκευασίας μετά από σχολαστικό καθαρισμό αν αυτή δεν αποτελείται από πλαστικό ή χαρτί. γ) Η διατήρηση του μακριά από εξωτερικούς παράγοντες είναι αναγκαία. δ) Σχετικά με το αποβουτυρωμένο γιαούρτι ενδείκνυται η χρήση καλυμμένων με ερυθρό ή ερυθρωπό επικάλυμμα χαρτιού ή πλαστικού.

Συγκεκριμένα, στη συσκευασία είναι απαραίτητη η αναγραφή των εξής: α) το είδος του γιαουρτιού, β) το ποσοστό λίπους, γ) το ποσοστό ζάχαρης, αν υπάρχει, δ) το ποσοστό του νερού, ε) τον τόπο παρασκευής, ζ) την ημερομηνία παραγωγής, η) τον κωδικό παρτίδας.

#### 1.5.7. Συντήρηση

Το γιαούρτι παρουσιάζει γενικά σύντομη διάρκεια ζωής 3 εβδομάδων σε αποθήκευση ψυχρής ατμόσφαιρας και 2-3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου λόγω της έλλειψης σταθερότητας του (Lacroix and Lachance, 1990). Αξίζει να σημειωθεί ότι, όσο πιο κοντά στους 0°C πραγματοποιείται η συντήρηση τόσο παρατείνεται ο χρόνος συντήρησης (Ψαρρέα, 2014). Επιπλέον, η αντιμικροβιακή δράση του στελέχους θα πρέπει να είναι ενεργή κατά τη διάρκεια της παρασκευής, της αποθήκευσης και της συντήρησης. Είναι γενικά γνωστό ότι οι μεταβλητές, όπως η θερμοκρασία, το pH, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά, μπορούν να έχουν ευνοϊκή ή αρνητική επίδραση στη αντιμικροβιακή δραστηριότητα των βακτηρίων στα τρόφιμα (Gálvez et al., 2007; Pfeiler and Klaenhammer, 2007; Rouse et al., 2008; Schilling and Villarreal, 2010). Ωστόσο, τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι ιδιαίτερα επιρρεπή σε προσβολές από μύκητες, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν αλλοίωση των τροφίμων (αλλοίωση της γεύσης, αλλοίωση της εμφάνισης), σημαντικές οικονομικές απώλειες και άλλα προβλήματα (Nelson, 1993).

#### 1.6. Θρεπτική αξία γιαουρτιού

Λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας που περιέχει το γιαούρτι καθώς και τα υπόλοιπα γαλακτοκομικά προϊόντα, αυτά είναι ενσωματωμένα στη διατροφή του ανθρώπου χιλιάδες χρόνια τώρα (Reddy et al., 1976). Πιο συγκεκριμένα, το γιαούρτι θεωρείται ένα τρόφιμο το οποίο αποτελεί πηγή πλούσια σε ασβέστιο, φώσφορο, κάλιο, βιταμίνη A, B2 και B12. Επιπλέον, αποτελείται από μία πληθώρα βιολογικών πρωτεϊνών, σημαντικών λιπαρών οξέων και σημαντικό ποσοστό προβιοτικών (Hadjibei et al., 2022).

Αξίζει να τονιστεί ότι η σύσταση του γάλακτος ποικίλει ανάλογα με το είδος και τη φυλή του ζώου, τον τρόπο εκτροφής του, το άρμεγμα, την ηλικία του, τη γαλακτική περίοδο, τις μαστίτιδες, με αποτέλεσμα να επιδρά στη σύσταση του γιαουρτιού (Ζυγογιάννης, 2014). Συνεπώς, το γιαούρτι φέρει κοινά χαρακτηριστικά συγκριτικά με την πρώτη του ύλη, το γάλα, ωστόσο, διαφέρει από αυτό κατά την παρασκευή του λόγω της δράσης της θερμότητας και της οξυγαλακτικής καλλιέργειας.

Για την παρασκευή του γιαουρτιού μεγάλο ποσοστό βιταμινών χάνεται στο στάδιο της επεξεργασίας του γάλακτος (Reddy et al., 1976). Επίσης, υπάρχει απώλεια

ενός μεγάλου ποσοστού λακτόζης μέχρι και 30% κατά τη διαδικασία της ζύμωσης, με αποτέλεσμα να μπορεί να καταναλωθεί από ανθρώπους με δυσανεξία διότι είναι πιο ανεκτό (Özsoylu, 1994). Ανάλογα με τον τύπο του γιαουρτιού και τις συνθήκες της ζύμωσης μεταβάλλεται η ποσότητα των πρωτεϊνών, οι οποίες συγκριτικά με του γάλακτος είναι πιο πολλές. Επιπρόσθετα, αρκετές μελέτες έχουν ισχυριστεί πως οι πρωτεΐνες του γιαουρτιού πέπτονται πιο εύκολα συγκριτικά με του γάλακτος και αυτό οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητα των ελεύθερων αμινοξέων όπως είναι η προλίνη και η γλυκίνη, που περιέχει το γιαούρτι (Kim and Oh, 2013).

**Πίνακας 4: Τιμές διατροφικών συστατικών πλήρους γιαουρτιού, χαμηλών λιπαρών με ή χωρίς φρούτα (ανά 100g)**

| Συστατικά        | Γιαούρτι |                 |                           |
|------------------|----------|-----------------|---------------------------|
|                  | Πλήρες   | Χαμηλών Λιπαρών | Χαμηλών Λιπαρών με Φρούτα |
| Νερό (g)         | 81,9     | 84,9            | 77                        |
| Ενέργεια (Kcal)  | 79       | 56              | 90                        |
| Πρωτεΐνη (g)     | 5,7      | 5,1             | 4,1                       |
| Λιπαρά (g)       | 3        | 0,8             | 0,7                       |
| Υδατάνθρακες (g) | 7,8      | 7,5             | 17,9                      |
| Ασβέστιο (mg)    | 200      | 190             | 150                       |
| Φώσφορος (mg)    | 170      | 160             | 120                       |
| Νάτριο (mg)      | 80       | 83              | 64                        |
| Κάλιο (mg)       | 280      | 250             | 210                       |
| Ψευδάργυρος (mg) | 0,7      | 0,6             | 0,5                       |

*Πηγή: Tamime and Robinson, 1999*

Για τη λήψη των παραπάνω απαραίτητων θρεπτικών συστατικών προτείνεται η κατανάλωση ποσότητας 3 μερίδων προϊόντων ζυμωμένου γάλακτος την ημέρα (Fulgoni et al., 2011).

## 1.7. Οφέλη στην υγεία

Στην υγεία του ανθρώπου τα προβιοτικά που περιέχονται στο γιαούρτι προσφέρουν μία ποικιλία από ωφέλιμες επιδράσεις όπως είναι η βελτίωση του

ανοσοποιητικού συστήματος, η ανάρρωση από διάρροια και οι λοιμώξεις του εντέρου όπως η νόσος Crohn και η ελκώδης κολίτιδα, η καταπράυνση των συμπτωμάτων της ασθένειας του ευερέθιστου εντέρου και η αντικαρκινική του δράση (Campieri and Gionchetti, 1999; Galdeano and Perdigon, 2006; Guandalini, 2011; Kumar et al., 2010; Moayyedi et al., 2008; Perdigon et al., 1995; Rafter, 2003; Sheil et al., 2007; Szajewska and Mrukowicz, 2001).

Στους ενήλικες, το γιαούρτι είναι σημαντική πηγή ασβεστίου και πρωτεϊνών, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει την υγεία των οστών και των μυών και να μειώσει το κίνδυνο εμφάνισης καταγμάτων (El-Abbadi et al., 2014; Rizzoli, 2014). Επιπλέον, μελέτες in vitro έχουν δείξει ότι η κατανάλωση γιαουρτιού μπορεί να αποτρέψει την φθορά του σμάλτου των δοντιών και μπορεί ακόμη και να συντελέσει στον επανασχηματισμό του (Ferrazzano et al., 2008).

Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση γιαουρτιού και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων μειώνει τον κίνδυνο αύξησης βάρους, παχυσαρκίας και καρδιαγγειακών νοσημάτων (Astrup, 2014). Τα χαμηλά επίπεδα αντίστασης στην ινσουλίνη και η εμφάνιση διαβήτη σχετίζονται με την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων (Mozaffarian et al., 2010).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

### ΠΟΥΛΠΑ ΜΗΛΟΥ

#### 2.1. Μήλο

Σύμφωνα με τον [FAO/WHO \(2023\)](#), το μήλο είναι ο καρπός της μηλιάς (*Malus domestica*) με σχήμα σφαιρικό και καθίσταται βρώσιμος. Το μήλο είναι το πιο ευρέως καλλιεργούμενο είδος του γένους *Malus* και αναπτύσσεται σε όλο τον κόσμο. Ο πρόγονος του δέντρου, το *Malus sieversii*, εντοπίζεται ακόμη και σήμερα στην Κεντρική Ασία, που πρωτοεμφανίστηκε. Τα μήλα καλλιεργούνται εδώ και πολλά χρόνια τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ασία. Ακόμη, οι Ευρωπαίοι άποικοι τα εισήγαγαν στη Βόρεια Αμερική. Σε διάφορες κουλτούρες, τα μήλα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στη θρησκεία όσο και στη μυθολογία.

Ο πολλαπλασιασμός των μήλων με σπόρους έχει ως αποτέλεσμα να διαφέρουν σημαντικά από τις ποικιλίες των προγόνων τους και ο τελικός καρπός τις περισσότερες φορές δεν διαθέτει τις επιθυμητές ιδιότητες. Οι ποικιλίες των μήλων συνήθως πολλαπλασιάζονται με κλωνικό εμβολιασμό σε υποκείμενα. Χωρίς υποκείμενα, οι μηλιές μεγαλώνουν και παράγουν καρπούς πολύ αργότερα μετά τη φύτευση. Τα υποκείμενα χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του μεγέθους και του ρυθμού ανάπτυξης του τελικού δέντρου, καθιστώντας τη συγκομιδή απλούστερη (<https://en.wikipedia.org/wiki/Apple>).

Τα διαφορετικά είδη μήλων απαριθμούνται περισσότερα από 7.500. Διαφορετικοί τύποι εκτρέφονται για ποικίλες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα το μαγείρεμα, η κατανάλωση ωμών μήλων και η παρασκευή μηλίτη. Τα δέντρα και τα φρούτα είναι γνωστό ότι είναι ευαίσθητα σε προβλήματα βακτηρίων, μυκήτων και εντόμων, τα οποία αντιμετωπίζονται με τη χρήση διαφόρων βιολογικών και μη τεχνικών. Το γονιδίωμα των φρούτων αλληλουχήθηκε το 2010 με στόχο την πρόληψη ασθενειών και την επιλεκτική αναπαραγωγή για τη βιομηχανία μήλων (<https://en.wikipedia.org/wiki/Apple>).

## 2.2. Ποικιλίες μήλου

Σχεδόν 2.000 διαφορετικές ποικιλίες μήλων υπάρχουν παγκοσμίως. Τα παρακάτω είναι τα πιο δημοφιλή είδη στην αγορά (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AE%CE%BB%CE%BF>):

- Η ποικιλία Gala, ιδίως οι κλώνοι Gala Schniga, Anaglo και Brookfield Gala είναι από τις πιο πρώιμες και αναπτύσσονται κυρίως σε πεδινά εδάφη.
- Οι ποικιλίες Fujī, Granny Smith και Mutsu είναι όψιμες και παρατηρούνται ακόμη και σε ορεινές περιοχές.
- Το Belfort είναι μια μικρόκαρπη, σκληρόσαρκτη κόκκινη ποικιλία μήλου με παρατεταμένη διάρκεια ζωής όταν διατηρείται εκτός ψυγείου, η οποία αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα τη δεκαετία του 1950.
- Στις ημιορεινές καθώς και ορεινές περιοχές, οι κλώνοι Red Chief, Red Kan, Red Cap, Superchief, και Scarlet Spur είναι μέλη της ομάδας Red Delicious.
- Οι κλώνοι Golden B, Golden Reinders και Golden Smoothie και ανήκουν στην ομάδα Golden Delicious.
- Οι τριπλοειδείς παραλλαγές Red Jonaprince, Jonagored και Jonagold.
- Οι περισσότερες ορεινές καθώς και οι ημιορεινές περιοχές της χώρας φιλοξενούν την ελληνική παραλλαγή Firiki. Το φιρίκι, ή αλλιώς το ήμερο και άγριο μήλο (το οποίο δεν τρώγεται), πρωτοεμφανίστηκε στο Πήλιο πριν από 150-200 χρόνια. Ήταν ένα ιδιαίτερο μήλο με μικρό μέγεθος και ξινή γεύση. Το φιρίκι διέθετε μια σειρά από πλεονεκτήματα έναντι των άλλων τύπων, όπως καλή αντοχή μετά τη συγκομιδή και ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Ωστόσο, λόγω των υψηλών απαιτήσεων του, η καλλιέργειά του μειώθηκε σημαντικά με την εισαγωγή νέων ποικιλιών.

Οι ποικιλίες μήλων της ομάδας Red Delicious, όπως Gala, Golden Delicious (μπανανόμηλα), Granny Smith, Fugi, Red Chief, Pink Lady, κυριαρχούν στην Ελλάδα (Περιοδικό Φρουτονέα, 2005). Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό σύστημα Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) ή Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ), καλλιεργούνται σε συγκεκριμένα μέρη της Ελλάδας μήλα. Πρόκειται για τα "Μήλα

Καστοριάς", τα "Μήλα Ντελίσιους Πιλαφά Τριπόλεως" και τα "Μήλα Ζαγοράς Πηλίου" ([Εφημερίδα το Βήμα, 2014](#)).

### 2.2.1. Ποικιλία smith

Η ποικιλία του μήλου Granny Smith, αναφέρεται κυρίως ως πράσινο μήλο ή ξινόμηλο και αναπτύχθηκε στην Αυστραλία το 1868 ([Smith, 1788-1870](#)). Η συγκεκριμένη ποικιλία ονοματοδοτήθηκε από την Maria Ann Smith, αναπτύσσοντας την από ένα ακούσιο σπορόφυτο. Το δέντρο θεωρείται ότι είναι διασταύρωση μεταξύ του εξημερωμένου μήλου *Malus domestica* και του ευρωπαϊκού άγριου μήλου *Malus sylvestris*.

Ο καρπός εμφανίζει έντονο πράσινο, σταθερό φλοιό και τραγανή, ζουμερή σάρκα. Η γεύση του είναι όξινη. Μπορεί να γλυκάνει με αποτέλεσμα να αποτελεί μήλο μαγειρικής που χρησιμοποιείται σε πίτες επειδή διατηρεί το σχήμα του όταν ψήνεται (<http://dish.allrecipes.com/apples/>). Όταν είναι υπερώριμο, το μήλο από εντελώς πράσινο γίνεται κίτρινο ([Dixon and Hewett, 1998](#)). Σύμφωνα με την έκθεση της Αμερικανικής Ένωσης Μήλων για το 2019, το Granny Smith ήταν το τρίτο πιο δημοφιλές μήλο στη χώρα ([Grondine, 2018](#)).

## 2.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η μηλιά είναι ένα τεράστιο, πλαγιόκλαδο ή όρθιο, φυλλοβόλο δέντρο με μεγάλη διάρκεια ζωής. Αποτελείται από τα εξής: ([https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AE%CE%BB%CE%BF#cite\\_note-5](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AE%CE%BB%CE%BF#cite_note-5))

- Ρίζα: Το σύστημα της μηλιάς το οποίο ονομάζεται ριζικό συμπεριλαμβάνει ποικίλες ρίζες οι οποίες είναι πλευρικές και εμφανίζεται σε έκταση διπλάσια από την προβαλλόμενη κόμη του δέντρου.
- Φύλλα: Η κάτω επιφάνεια των απλών, εναλλασσόμενων, ωοειδών, οδοντωτών, κοντόφαρδων φύλλων εμφανίζεται χνουδωτή. Η ποικιλία, οι συνθήκες καλλιέργειας, ο χρόνος εμφάνισης και η ευρωστία του δέντρου επηρεάζουν το μέγεθος και το πάχος των φύλλων.
- Οφθαλμοί: Οι καρποφόροι οφθαλμοί είναι αναμιγμένοι και ο καθένας περιέχει πέντε έως έξι άνθη. Από τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο, οι οφθαλμοί αρχίζουν να

διαχωρίζονται σε βλαστούς και μικτούς οφθαλμούς, και η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται την επόμενη άνοιξη.

- Άνθη: Κάθε μικτός οφθαλμός σε μια ταξιανθία στεφάνης παράγει περίπου πέντε άνθη.
- Καρπός: Θεωρείται ψευδής ο καρπός της μηλιάς. Οι ιστοί από την πάχυνση του κάλυκα, της στεφάνης και της βάσης του κάλυκα αποτελούν το βρώσιμο τμήμα. Ο καρπός μπορεί να έχει σχήμα από στρογγυλό έως επιμήκες και οι σπόροι έχουν σκούρο χρώμα. Η σάρκα του καρπού μπορεί να είναι τραγανή ή αλευρώδης, χυμώδης, γλυκιά, ή όξινη.

## **2.4. Παραγωγή μήλων**

Η μηλιά είναι το οπωροφόρο δέντρο που φυτεύεται συχνότερα παγκοσμίως. Σήμερα, το 50% των φυλλοβόλων οπωροφόρων δέντρων αντιπροσωπεύονται από την μηλιά. Ανάλογα με τις συνθήκες, η παγκόσμια ετήσια παραγωγή αλλάζει από χρόνο σε χρόνο (Χελιώτης, 2012).

Μέχρι το 1940, η παραγωγή μήλων στη χώρα μας είχε ουσιαστικά σταματήσει. Το μήλο ήταν άγνωστο στην πλειονότητα των ανθρώπων και καταναλωνόταν μόνο σε περιορισμένες ποσότητες στις μεγάλες αγορές. Πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο (1920-1940), η καλλιέργεια της μηλιάς είχε αργά αλλά σταθερά εξαπλωθεί από τους γεωγραφικούς σταθμούς των Σερρών, της Καστοριάς και της Θεσσαλονίκης στη Βόρεια Ελλάδα. Με κέντρο τη Νάουσα, εξαπλώθηκε γρήγορα, από το 1941, σχεδόν σε όλο το Ανατολικό Βέρμιο (Χελιώτης, 2012).

Επί του παρόντος, η μηλιά είναι η δεύτερη μεγαλύτερη καλλιέργεια στον κόσμο και καλλιεργείται σε περίπου 150000 στρέμματα, με ετήσια απόδοση 350000 τόνους. Η περιοχή του Βερμίου έχει την υψηλότερη καλλιέργεια μηλιάς. Επιπλέον, καλλιεργείται στους νομούς Αρκαδίας, Ημαθίας, Καστοριάς, Λάρισας, Μαγνησίας και Πέλλας (Χελιώτης, 2012).

## **2.5. Θρεπτική αξία μήλου**

Τα μήλα έχουν υψηλές ποσότητες πολυφαινολών και άλλων φυτοχημικών ουσιών και είναι πηγή θρεπτικών συστατικών. Σε ένα μήλο μεσαίου μεγέθους περιέχονται 8,4mg βιταμίνης C. Επιπρόσθετα, περιέχει αρκετές βιταμίνες, όπως κάλιο,

πυριδοξίνη (βιταμίνη B6), βιταμίνη A, βιταμίνη K και ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2). Είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες όσον αφορά τα μακροθρεπτικά συστατικά. Δεν περιέχει λίπος αλλά πρωτεΐνη. Η υψηλή περιεκτικότητά του σε φυτικές ίνες είναι μία από τις ιδιότητές του. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί ότι η φλούδα του είναι μια καλή πηγή ινών και περιέχει ίχνη από νάτριο και λίπη (<https://www.mednutrition.gr/portal/ygeia/kardiaggeiaka/7285-ena-milo-tin-imera-ti-xolisteroli-kanei-pera>). Ο Πίνακας 5 αναφέρει τη θρεπτική αξία ενός φρέσκου μήλου μέτριου μεγέθους με φλούδα.

**Πίνακας 5: Θρεπτική αξία φρέσκου μήλου**

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Θερμίδες 81           | Βιταμίνη C 8 mg  |
| Υδατάνθρακες 21 γρ    | Βιταμίνη A 73 IU |
| Διαιτητικές ίνες 4 γρ | Σίδηρο 0,25 mg   |
| Ασβέστιο 10 mg        | Νάτριο 0,00 mg   |
| Φωσφόρο 10 mg         | Κάλιο 159 mg     |

*Πηγή: University of Illinois Extension, 2015*

Οι παραπάνω τιμές εξαρτώνται από το είδος και το στάδιο ωρίμανσης του μήλου ([University of Illinois Extension, 2015](#)).

## 2.6. Μήλο και οφέλη στην υγεία

### 2.6.1. Καρκίνος

Η κατανάλωση μήλων έχει συσχετιστεί σε πολυάριθμες μελέτες με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου, ιδίως καρκίνου του πνεύμονα. Συγκεκριμένα, στις μελέτες «Nurses' Health Study» και «Health Professionals' Follow-up Study», η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών συσχετίστηκε με 21% μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα στις γυναίκες, αλλά όχι στους άνδρες ([Feskanich et al., 2000](#)).

Σύμφωνα με μια άλλη έρευνα, οι άνθρωποι που έτρωγαν περισσότερα μήλα είχαν 40 έως 50% μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα. Αυτό εμφανίστηκε και στα δύο φύλα ([Hollman and Arts, 2000](#)). Η αυξημένη κατανάλωση φλαβονοειδών συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του

πνεύμονα και η συσχέτιση αυτή ήταν ιδιαίτερα ισχυρή σε νεότερα άτομα και μη καπνιστές. Το μόνο συγκεκριμένο τρόφιμο που βρέθηκε να έχει θετική συσχέτιση με τον μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα ήταν τα μήλα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα φλαβονοειδή των μήλων πιθανόν να ευθύνονται για τη χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα, επειδή ήταν η κύρια πηγή φλαβονοειδών (Arts et al., 2001).

#### 2.6.2. Καρδιαγγειακή νόσος

Η κατανάλωση μήλων έχει συσχετιστεί με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων. Συγκεκριμένα, ο κίνδυνος καρδιαγγειακής νόσου μειώθηκε κατά 13-22% στις γυναίκες που κατανάλωναν μήλα (Knekt et al., 1996). Επιπρόσθετα, συνδέθηκε με μείωση της στεφανιαίας θνησιμότητας, ιδίως στις γυναίκες. Σε μια διαφορετική μελέτη, ανακαλύφθηκε ότι οι άνθρωποι που κατανάλωναν μεγαλύτερες ποσότητες μήλα είχαν μικρότερη πιθανότητα να υποστούν θρομβωτικό εγκεφαλικό επεισόδιο σε σχέση με τους ανθρώπους που κατανάλωναν μικρότερες ποσότητες. (Knekt et al., 2000). Η κατανάλωση φλαβονοειδών συσχετίστηκε σημαντικά με χαμηλότερη θνησιμότητα από καρδιακές παθήσεις σε ηλικιωμένους άνδρες (Hertog et al., 1993).

#### 2.6.3. Άσθμα και πνευμονική λειτουργία

Η κατανάλωση μήλων έχει συνδεθεί με το άσθμα και την υγεία των πνευμόνων. Σύμφωνα με μια έρευνα, η κατανάλωση αχλαδιών και μήλων μαζί μειώνει τη βρογχική υπερευαισθησία και την πιθανότητα εμφάνισης άσθματος. Η κατανάλωση φρούτων, ωστόσο, δεν συνδέθηκε με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης άσθματος και της βρογχικής υπερευαισθησίας ούτε με την επιδείνωσή τους. (Woods et al., 2003). Για παράδειγμα, τα αντιοξειδωτικά όπως οι βιταμίνες E και C, η ρετινόλη και το β-καροτένιο που περιέχονται στα φρούτα δεν συνδέονται με την επιδείνωση του άσθματος (Shaheen et al., 2001). Μια διαφορετική έρευνα διαπίστωσε ότι η κατανάλωση δύο μήλων την εβδομάδα μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης άσθματος (Knekt et al., 2002). Η πρόσληψη φλαβονοειδών όπως η κερκετίνη, η εσπεριτίνη και η ναρινγενίνη συνδέθηκε επίσης με μειωμένη πιθανότητα εμφάνισης άσθματος.

Τα μήλα έχουν θετικές επιδράσεις στην υγεία των πνευμόνων, αλλά δεν σχετίζονται με τη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, σύμφωνα με μια έρευνα (Tabak et al., 2001). Ακόμη, αποδείχθηκε πως η κατανάλωση μήλων παρουσιάζει θετικές επιδράσεις στην λειτουργία των πνευμόνων ακόμη και αν όταν υπάρχουν συγγυτικοί παράγοντες, όπως το κάπνισμα, ο υψηλός δείκτης μάζας σώματος και η άσκηση. Όσοι κατανάλωναν πέντε ή περισσότερα μήλα την εβδομάδα είχαν σημαντικά καλύτερη πνευμονική λειτουργία σε σχέση με αυτούς που δεν κατανάλωναν (Butland et al., 2000).

#### 2.6.4. Διαβήτης και απώλεια βάρους

Εκτός από τη δυνητική μείωση του κινδύνου καρδιακών παθήσεων, καρκίνου και άσθματος, η κατανάλωση μήλων μπορεί να συμβάλλει στη μείωση εμφάνισης του διαβήτη. Σύμφωνα με μια φινλανδική μελέτη, η κατανάλωση περισσότερων μήλων και κερκετίνης, βασικού συστατικού της φλούδας μήλου, συσχετίστηκε με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου II (Knekt et al., 2002).

Επιπρόσθετα, η κατανάλωση μήλων έχει συνδεθεί με την απώλεια βάρους σε μεσήλικες υπέρβαρες Βραζιλιάνες. Τα μπισκότα βρώμης, τα μήλα ή τα αχλάδια ήταν οι τρεις ομάδες συμπληρωμάτων που μελετήθηκαν σε μη καπνίστριες γυναίκες. Μετά από 12 εβδομάδες, οι γυναίκες που έλαβαν τα συμπληρώματα φρούτων έχασαν βάρος πιο αισθητά και είχαν χαμηλότερα επίπεδα σακχάρου στο αίμα από τις γυναίκες που έτρωγαν μπισκότα βρώμης (De Oliveira et al., 2003).

#### 2.7. Πούλπα μήλου

Σύμφωνα με την κανονιστική Οδηγία αριθ. 01/2000 του MAPA (Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Supply), «ο πολτός φρούτων είναι ένα μη συμπυκνωμένο, μη ζυμωμένο και μη αραιωμένο προϊόν από το βρώσιμο μέρος του καρπού, που λαμβάνεται από σαρκώδεις, υγιείς και ώριμους καρπούς μέσω τεχνολογικής διαδικασίας ικανής να διατηρήσει τα ελάχιστα ολικά στερεά, και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φρούτου. Δεν πρέπει να περιέχει ρύπους, βρωμιές, παράσιτα, θραύσματα, κομμάτια εντόμων, μη βρώσιμα μέρη του καρπού και του φυτού» (Association of Official Analytical Chemists, 2011).

Σύμφωνα με τον [FAO/WHO, \(1995\)](#) «η πούλπα φρούτων δεν προορίζεται συνήθως για άμεση κατανάλωση και αποτελείται από ελαφρώς αχνισμένα και στραγγισμένα φρέσκα φρούτα».

## **2.8. Σύσταση πούλπας μήλου**

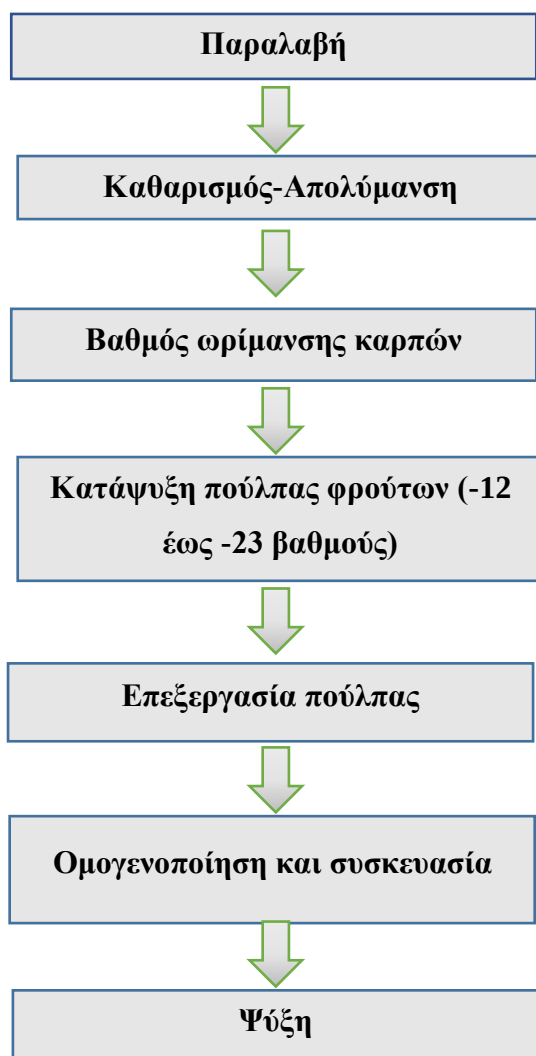
Τα σάκχαρα (17,35%), η πηκτίνη (16,95%), οι ακατέργαστες φυτικές ίνες (16,16%) και τα φυτοχημικά είναι άφθονα στην πούλπα μήλου ([Gupta et al., 2014](#)). Η περιεκτικότητα της πούλπας μήλου σε φυτοχημικά έχει συνδεθεί με πολλά πλεονεκτήματα για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της χοληστερόλης και της αποτροπής της οξείδωσης των λιπιδίων. Επιπρόσθετα, οι φυτικές ίνες της πούλπας μήλου έχουν χαρακτηριστεί ως υγιεινή πηγή φυτικών ινών, επειδή είναι γνωστό ότι περιλαμβάνουν βιοδραστικές ουσίες όπως φλαβονοειδή, πολυφαινόλες και καροτενοειδή. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η πούλπα μήλου περιέχει πολυφαινόλες με αντιοξειδωτική δράση, καθιστώντας την δυνητικά προσιτή και προσεγγίσιμη πηγή φυτικών αντιοξειδωτικών ([Don Bosco et al., 2017](#)).

## **2.9. Μέθοδος παρασκευής πούλπας μήλου**

Λόγω της ζήτησης των καταναλωτών για υγιεινές διατροφικές επιλογές, η κατανάλωση πούλπας και χυμών φρούτων αυξάνεται ραγδαία. Η βιομηχανία τροφίμων είναι πλέον σε θέση να επεξεργάζεται με επιτυχία τα φρούτα και να αποθηκεύει τον πολτό σε κατάλληλη συσκευασία λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας τροφίμων. Η κατανάλωση μη γνωστών φρούτων που έχουν ήδη τραβήξει την προσοχή της παγκόσμιας αγοράς καθίσταται επίσης δυνατή με την εμπορία κατεψυγμένης πούλπας φρούτων ([Matta et al., 2005](#))

Η παραλαβή, η ζύγιση, η διαλογή, το πλύσιμο, η απολύμανση, η πολτοποίηση, η συσκευασία και η κατάψυξη είναι τα τυπικά στάδια της γραμμής παραγωγής πολτού φρούτων. Συνήθως, τα ανώριμα φρούτα ψύχονται μετά το πλύσιμο και την απολύμανση, ενώ τα ώριμα φρούτα καταψύχονται όταν δεν υπάρχουν αρκετά φρούτα για πολτό. Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί στο σύνολό της για την παραγωγή πολτού φρούτων υψηλής ποιότητας παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής του Σχήματος 1. Τα πιο κρίσιμα στάδια πρέπει να ολοκληρώνονται αποτελεσματικά, όπως η διαλογή

των καρπών πριν ή μετά τη συλλογή, το πλύσιμο και η απολύμανση, η ψύξη και η κατάψυξη (Silva et al., 2015).



*Πηγή: Silva et al., 2017*

**Διάγραμμα 4: Διάγραμμα παραγωγής πούλπας μήλου.**

#### 2.9.1. Παραλαβή

Η ζύγιση και η προεπιλογή των φρούτων στο στάδιο της παραλαβής συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος, αποτρέποντας την είσοδο ακατάλληλων φρούτων στη γραμμή επεξεργασίας. Η αποτελεσματική προεπιλογή των φρούτων είναι σημαντική ώστε να απομακρύνονται τυχόν

κατεστραμμένα, βρώμικα ή εντελώς σάπια φρούτα που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο το τελικό προϊόν (Silva et al., 2017).

#### 2.9.2. Καθαρισμός - Απολύμανση

Είναι προτιμότερο να αποθηκεύονται μικρές ποσότητες ώριμων καρπών για επεξεργασία μετά τη διαδικασία απολύμανσης. Για να αποφευχθούν οι επιθέσεις τρωκτικών, η ανάπτυξη μούχλας και εντόμων, οι καθαρισμένοι καρποί μπορούν να τοποθετηθούν σε πλαστικά κουτιά και να διατηρηθούν σε ψυγεία ή σε αεριζόμενους, ελαφρώς υγρούς χώρους.

Παρόλο που και οι δύο είναι απαραίτητες για τη μείωση του μικροβιακού φορτίου από τα φρούτα, ο καθαρισμός και η απολύμανση είναι δύο ξεχωριστές διαδικασίες. Για την απομάκρυνση των μολυσματικών παραγόντων και μέρους του μικροβιακού φορτίου που μεταφέρεται από τις φυτείες, τα φρούτα συχνά καθαρίζονται με πλύσιμο σε νερό, ενώ για την απολύμανση χρησιμοποιούνται συνήθως προϊόντα με βάση το χλώριο (Silva et al., 2017).

#### 2.9.3. Βαθμός ωρίμανσης καρπών

Οι καρποί πρέπει να διαιρούνται ανάλογα με το πόσο ώριμοι είναι. Τα άγουρα φρούτα είναι απαραίτητο να αποθηκεύονται σε συνθήκες με τη σωστή θερμοκρασία και σχετική υγρασία για να επιβραδύνεται η διαδικασία ωρίμανσης και να αυξάνεται η διάρκεια ζωής τους. Ως αποτέλεσμα, η πούλπα των φρούτων διατηρεί τις φυσικές και οργανοληπτικές της ιδιότητες (Silva et al., 2017).

#### 2.9.4. Κατάψυξη πούλπας φρούτων

Τα φρούτα πρέπει να καταψύχονται το συντομότερο δυνατό για να διατηρήσουν τις ιδιότητες των φρέσκων φρούτων. Το τυπικό εύρος θερμοκρασιών κατάψυξης κυμαίνεται μεταξύ -12 και -23 °C. Από χημική και τεχνική άποψη, η θερμοκρασία των -18 °C είναι η βέλτιστη και η θερμοκρασία αυτή πρέπει να διατηρείται καθόλη τη διάρκεια της κατάψυξης. Δεν πρέπει να μεσολαβούν

περισσότερες από 8 και 24 ώρες, αντίστοιχα, μεταξύ των χρόνων ψύξης για την επίτευξη των -5 και -18 °C ([http://www.npcequipamentos.com.br/info\\_polpa\\_congelada.asp](http://www.npcequipamentos.com.br/info_polpa_congelada.asp)).

#### 2.9.5. Επεξεργασία πούλπας

Ο διαχωρισμός των φλοιών, των σπόρων και των ινών από την πούλπα επιτυγχάνεται με πολτοποιητές-δυλιστήρια, τα οποία διαθέτουν κόσκινα με διάφορα μεγέθη ανοίγματος. Η πολτοποίηση των φρούτων πρέπει να γίνεται γρήγορα και συνεχώς, δεδομένου ότι οι διαδικασίες ψύξης και κατάψυξης έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα της πούλπας των φρούτων (όλες οι πρώτες ύλες πρέπει να διαχωρίζονται για συνεχή επεξεργασία και η βιομηχανία συσκευασίας πρέπει να είναι έτοιμη να παραλάβει την πούλπα). Με μεγάλη πιθανότητα μικροβιολογικής αλλοίωσης και οξείδωσης των φρούτων (απώλεια θρεπτικών συστατικών και χρώματος), το ξεφλούδισμα στο χέρι είναι ένα ακόμη χρονοβόρο βήμα στην παρασκευή πούλπας φρούτων (Silva et al., 2017).

#### 2.9.6. Ομογενοποίηση

Οι πολτοποιητές - φινιριστές πρέπει να συνδέονται με τη δεξαμενή ομογενοποίησης και τη μηχανή συσκευασίας κατά το στάδιο της ομογενοποίησης, ώστε να ελαχιστοποιείται η έκθεση του πολτού φρούτων στο φως, τον αέρα και το περιβάλλον επεξεργασίας. Για την ενίσχυση της αποδοχής των πελατών ή την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής τους, προστίθενται συνήθως συντηρητικά τροφίμων στις πούλπες φρούτων. Οι ιδιότητες των νωπών φρούτων έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην τελική ποιότητα της πούλπας. (<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/pif.html>).

### 2.10. Εφαρμογές πούλπας μήλου

Σύμφωνα με τον [FAO/WHO, \(1995\)](#), η πούλπα των φρούτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για την

παρασκευή μαρμελάδας φρούτων ή ζελέ, σάλτσα φρούτων, μπάρες, σε διάφορους χυμούς καθώς και νέκταρ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ III

### ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

#### 3.1. Ανάλυση pH

Προκειμένου να παρασκευάζεται γιαούρτι σταθερής ποιότητας, τα επίπεδα pH πρέπει να παρακολουθούνται. Η καλλιέργεια εκκινητή που χρησιμοποιείται για τον εμβολιασμό των περισσότερων γιαουρτιών αποτελείται από *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* και *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Η λακτόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επώασης, μόλις η καλλιέργεια προστεθεί στο γάλα. Συμβαίνει μια μείωση του pH καθώς δημιουργείται γαλακτικό οξύ. Οι περισσότεροι παραγωγοί έχουν ένα προκαθορισμένο σημείο όπου η ζύμωση διακόπτεται με ταχεία ψύξη, συνήθως μεταξύ pH 4,0 και 4,6. Η ποσότητα γαλακτικού οξέος που υπάρχει σε αυτό το επίπεδο pH είναι η βέλτιστη για το γιαούρτι, καθώς του προσδίδει τη χαρακτηριστική οξύτητα, βοηθά στην πήξη και δρα ως συντηρητικό έναντι ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (Masulli, 2016).

#### 3.2. Ανάλυση οξύτητας

Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα ενός δείγματος τροφίμου προσδιορίζεται με την εξουδετέρωση του οξέος σε μια καθορισμένη ποσότητα (βάρος ή όγκος) του δείγματος χρησιμοποιώντας μια πρότυπη βάση. Το pH-στόχος ή η μετατόπιση του χρώματος μιας χρωστικής ευαίσθητης στο pH, συνήθως φαινολοφθαλεΐνης, χρησιμεύουν ως τελικά σημεία της τιτλοδότησης. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, εκφρασμένη ως προς το επικρατούν οργανικό οξύ, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον όγκο του χρησιμοποιούμενου τιτλοδότη, την κανονικότητα της βάσης και τον όγκο (ή το βάρος) του δείγματος.

Το γαλακτικό οξύ είναι το σημαντικότερο οξύ στα γαλακτοκομικά τρόφιμα για το οποίο η τιτλοδοτούμενη οξύτητα χρησιμοποιείται συνήθως για την παρακολούθηση την πρόοδο της ζύμωσης του γαλακτικού οξέος στα τυριά και την παραγωγή γιαουρτιού (Sadler and Murphy, 2010).

### 3.3. Ικανότητα συγκράτησης νερού – Συναίρεση

Ένα από τα κύρια ελαττώματα είναι η αποβολή του ορού στην επιφάνεια του γιαουρτιού. Μια γέλη με υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού θα επιτρέψει στο πρωτεϊνικό πλέγμα να συγκρατήσει αποτελεσματικότερα τα μόρια νερού, μειώνοντας την αποβολή ορού (Dannenberg and Kessler, 1988).

Ο διαχωρισμός του ορού, δηλαδή η εμφάνιση ορού στην επιφάνεια του πηγματος, προκαλεί συρρίκνωση του πηγματος, η οποία ονομάζεται συναίρεση. Έτσι, χωρίς να προκαλείται από εξωτερικές δυνάμεις, η συναίρεση μειώνει τον όγκο του πηγματος. Το μοριακό πλέγμα φαίνεται να αλλάζει κατά την εμφάνιση αυτού του φαινομένου. Τα τμήματα της καζεΐνης ή τα συμπλέγματα μικκυλίων δημιουργούν ελκτικές δυνάμεις (ενδομοριακούς και διαμοριακούς δεσμούς), οι οποίες είναι υπεύθυνες. Το πήγμα συστέλλεται και ως αποτέλεσμα αποβάλλει ορό από την επιφάνειά του (Dannenberg and Kessler, 1988).

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και οι μεταβολές του pH είναι παράγοντες που προκαλούν διαχωρισμό του ορού (Dannenberg and Kessler, 1988). Η συναίρεση μπορεί επίσης να προκληθεί από τον ακατάλληλο χειρισμό του προϊόντος κατά τη μεταφορά και τη συντήρηση, τη χαμηλή περιεκτικότητα σε στερεά και την επώαση του γάλακτος σε υψηλές θερμοκρασίες για τη δημιουργία γιαουρτιού (Harwalkar and Kalab, 1983; Lucey, 2004). Επιπλέον, η πτώση του pH κάτω από το ισοηλεκτρικό σημείο έχει ως αποτέλεσμα την πήξη των πρωτεϊνών, τη μείωση της ικανότητας συγκράτησης νερού και την αύξηση του βαθμού πήξης (Harwalkar and Kalab, 1986).

Πριν από τον εμβολιασμό, το γάλα πρέπει να θερμαίνεται στους 85 έως 90 °C, γεγονός που βοηθά στην παραγωγή σταθερού πηγματος και εμποδίζει την ανάπτυξη ορού (Harwalkar and Kalab, 1986). Σύμφωνα με τα επιχειρήματα ορισμένων ερευνητών, η συναίρεση μπορεί επίσης να μειωθεί με τους ακόλουθους τρόπους (Harwalkar and Kalab, 1986; Amatayakul et al., 2006):

- Σε 15-16% αύξηση των στερεών (Sodini and Béal, 2003; Soukoulis et al., 2007)
- Προσθήκη σταθεροποιητών (Modler et al., 1983)
- Αξιοποίηση βακτηρίων που παράγουν εξωπολυσακχαρίτες στην καλλιέργεια εκκίνησης (Sodini and Béal, 2003).

Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι εάν πήγμα διατηρηθεί σε μέτρια θερμοκρασία μέχρι να ολοκληρωθεί η ζύμωση, ο παραγόμενος ορός μπορεί να απορροφηθεί εκ νέου (Lucey, 2001).

### 3.4. Στερεό υπόλειμμα

Σε μελέτες, η συνολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά για το γιαούρτι φρούτων έχει αναφερθεί στα 15,0-22,8% (Dublin – Green and Ibe, 2005) και έχει επίσης αναφερθεί ως 18,4-21,41% (Igbabul et al., 2014). Το επίπεδο συγκέντρωσης ολικών στερεών 24% και άνω θα παρεμπόδιζε σοβαρά την ανάπτυξη του *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Dublin - Green and Ibe, 2005). Από την άλλη πλευρά, το χαμηλό ποσοστό ολικών στερεών στο γιαούρτι θα μπορούσε να οδηγήσει σε δυσλειτουργία της καλλιέργειας εκκίνησης (Igbabul et al., 2014). Το γιαούρτι που περιέχει λιγότερο από 20% ολικά στερεά αξιολογήθηκε ως λεπτό και άγευστο (Aswal et al., 2012).

Τα περισσότερα δείγματα γιαουρτιού διαφέρουν σημαντικά ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία. Ο Ahmad, (1994) δήλωσε ότι η μέγιστη περιεκτικότητα υγρασίας του γιαουρτιού θα πρέπει να είναι 84%, όσο περισσότερο νερό υπάρχει σε γιαούρτι το καθιστά λιγότερο συνεκτικό επηρεάζοντας έτσι την υφή του και την αίσθηση του στόματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### **Όργανα – Συσκευές**

- Υδατόλουτρα
- Θερμόμετρο
- Blender
- Γκαζάκι
- Αναλυτικός ζυγός
- Vortex
- HANNA instruments HI 9025 microcomputer pH meter
- Φυγόκεντρος Hettich Universal 32R
- Θερμοθάλαμος

#### **Υλικά**

- Ποτήρια ζέσεως των 2000 mL, 600 mL, 50mL, 25 mL
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 100mL, 10mL
- Κωνικές φιάλες των 250mL
- Σιφόνια των 10 mL, Πουάρ
- Αποστειρωμένα βαζάκια
- Σωληνάκια falcon
- Φίλτρα Whatman N°1
- Χωνιά
- Κουτάλια, Σπάτουλα, Μαχαίρι
- Κάψες
- Αλουμινόχαρτο
- Λεκάνη
- Προχοΐδα, Σταντ

#### **Αντιδραστήρια**

- Διάλυμα NaOH 0,1N
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης (pH=8,3)

Η πειραματική διαδικασία για την παρασκευή γιαουρτιού με πούλπα μήλου καθώς και οι φυσικοχημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στα Εργαστήρια Οινολογίας και Φυτοπροστασίας στο τμήμα του Ιονίου Πανεπιστημίου.

## **Μεθοδολογία**

### **4.1. Παρασκευή πούλπας μήλου**

Πραγματοποιήθηκε πλύση μήλων ποικιλίας Smith με ζεστό νερό θερμοκρασίας 45°C, ξεφλούδισμα, αφαίρεση των σπόρων καθώς και η κοπή τους σε μικρά κομμάτια. Η πούλπα αναμειχθηκε με την χρήση ενός blender. Η αναμειγμένη πούλπα παστεριώθηκε στους 79°C για 69s (Umme et al., 1997).

### **4.2. Παρασκευή γιαουρτιού με πούλπα μήλου**

Παρασκευάστηκαν 4 δείγματα γιαουρτιού. Το πρώτο δείγμα ονομάστηκε C (control) και δεν περιείχε πούλπα μήλου. Το δεύτερο δείγμα ονομάστηκε YA5 (yogurt with 5% apple pulp), δηλαδή γιαούρτι με 5% πούλπα μήλου. Το τρίτο δείγμα ονομάστηκε YA10 (yogurt with 10% apple pulp), δηλαδή γιαούρτι με 10% πούλπα και το τέταρτο δείγμα ονομάστηκε YA15 (yogurt with 15% apple pulp), δηλαδή γιαούρτι με 15% πούλπα. Η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν με βάση τους Senadeera et al., (2018) με κάποιες τροποποιήσεις και περιγράφεται ακολούθως.

Ποσότητα 1L αγελαδινού φρέσκου γάλακτος (3,7% λιπαρά) τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένο ποτήρι ζέσεως των 2000mL και τα ποτήρια καλύφθηκαν με αλουμινόχαρτο. Ζυγίστηκαν 30g σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος σε ποτήρι ζέσεως των 600mL, προστέθηκαν στο γάλα και πραγματοποιήθηκε ανάμιξη με blender. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν τα δείγματα σε υδατόλουτρο με θερμοκρασία 80°C για 30min. Μετά το πέρας των 30min απομακρύνθηκαν από το υδατόλουτρο και ψύχθηκαν έως ότου η θερμοκρασία να προσεγγίσει τους 42°C. Η θερμοκρασία ελεγχόταν τακτικά με θερμόμετρο. Ζυγίστηκαν 0,108g καλλιέργειας CH-1 (*Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*) και διαλύθηκαν σε 10mL γάλα. Στη συνέχεια σε κάθε αποστειρωμένο βαζάκι τοποθετήθηκαν 150g γάλα και αντίστοιχη ποσότητα πούλπας μήλου, ακολούθησε ανάμιξη και τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο υδατόλουτρο στους

42°C ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία τους. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε κατάλληλη ποσότητα καλλιέργειας CH1, πραγματοποιήθηκε ανάδευση και αφέθηκαν στο υδατόλουτρο. Μέτρηση pH πραγματοποιήθηκε σε τακτά χρονικά διαστήματα μέχρι να φτάσει την επιθυμητή τιμή η οποία ήταν 4,6 - 4,65. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν στους 4°C. Η ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε κάθε γιαούρτι μετά από 1, 7, 14, 21 και 28 μέρες αποθήκευσης.



**Εικόνα 1.** Γιαούρτια C και YA5 στο υδατόλουτρο στους 42°C (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### **4.3. Μέτρηση pH**

Ρυθμίζουμε το pH-meter με το buffer με pH=4 και pH=7 αντίστοιχα. Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο εμβαπτίζεται στα δείγματα και καταγράφεται η ένδειξη. Μεταξύ των δειγμάτων πραγματοποιείται ξέπλυμα καθώς και στο τέλος της διαδικασίας ξανά για τυχόν υπολείμματα και αποθηκεύεται (Dimitrellou et al., 2020).



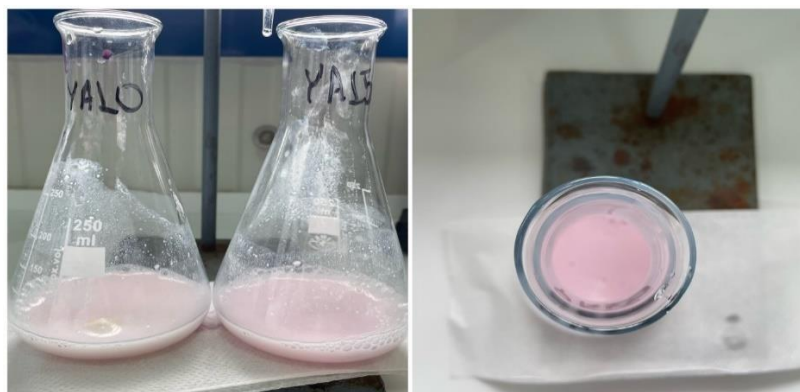
**Εικόνα 2.** Μέτρηση pH του γιαουρτιού με pH-μετρο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 4.4. Μέτρηση συνολικής τιτλοδοτούμενης οξύτητας (Total titratable acidity – TTA)

Ζυγίζονται 10g δείγματος σε κωνική φιάλη των 250 mL. Προστίθεται 10 mL απεσταγμένου νερού και 2-3 σταγόνες δείκτης φαινολοφθαλεΐνης και γίνεται τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0.1N μέχρι να παρατηρηθεί αλλαγή χρώματος ανοιχτού ροζ σε όλο τον όγκο του δείγματος (Dimitrellou et al., 2020).

Η οξύτητα εκφράστηκε σε % γαλακτικό οξύ και υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:  $\text{mL NaOH} = \text{mL NaOH}_{\text{τελ}} - \text{mL NaOH}_{\text{αρχ}}$

$$\text{Γαλακτικό οξύ(\%)} = \frac{\text{mL NaOH} * 0.009 * 100}{\text{g δείγματος}}$$



**Εικόνα 3.** Μέτρηση οξύτητας γιαουρτιών με πούλπα μήλου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 4.5. Μέτρηση ικανότητας συγκράτησης νερού (Water holding capacity - WHC)

Δείγμα 10 g γιαουρτιού τοποθετήθηκαν σε σωληνάκια falcon αντίστοιχα και φυγοκεντρήθηκαν για 10 min στις 5000xg και στους 20°C. Ο ορός γάλακτος που αποβλήθηκε απομακρύνθηκε και ζυγίστηκε (Sidira et al., 2017).

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) εκφράστηκε ως:

$$WHC(\%) = \left( \frac{1 - W1}{W2} \right) * 100$$

Όπου: W1: βάρος του ορού μετά τη φυγοκέντρηση και W2: βάρος δείγματος



Εικόνα 4. Φυγοκέντρηση δειγμάτων γιαουρτιού για τη μέτρηση της ικανότητας συγκράτησης νερού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 4.6. Μέτρηση συναίρεσης (Susceptibility to syneresis – STS)

Η συναίρεση προσδιορίστηκε με τη χρήση 50 mL αδιατάρακτου γιαουρτιού που απλώθηκε ομοιόμορφα σε διηθητικό χαρτί Whatman No.1 σε χωνί στους 4°C. Μετά από 5 h αποστράγγισης, ο όγκος του ορού που συλλέχθηκε σε ογκομετρική φιάλη, μετρήθηκε (Sidira et al., 2017).

Η συναίρεση εκφράστηκε με τον παρακάτω τύπο:

$$STS(\%) = \frac{V1}{V2} * 100$$

Όπου: V1= ο όγκος του ορού μετά τη συναίρεση και V2= ο όγκος του δείγματος



**Εικόνα 5. Μέτρηση συναίρεσης των δειγμάτων γιαουρτιού ύστερα από 5 h (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).**

#### **4.7. Μέτρηση στερεού υπολείμματος (Dry matter - DM)**

Ζυγίστηκαν 10 g γιαουρτιού σε προζυγισμένη κάψα σε αναλυτικό ζυγό. Τοποθετήθηκαν σε θερμοθάλαμο στους 105°C για 4 h (ISO13580:2005). Λαμβάνονταν ενδείξεις κάθε 1h. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας μετρήθηκε το ποσοστό της υγρασίας που υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Υγρασία (g)} = (\text{κάψα} + \text{δείγμα})_{\text{αρχ.}} - (\text{κάψα} + \text{δείγμα})_{\text{τελ. 4h}}$$

$$\text{Υγρασία (\%)} = \left( \frac{\text{Υγρασία (gr)}}{\text{Δείγμα (gr)}} \right) * 100$$



**Εικόνα 7: Δείγμα γιαουρτιού κάθε 1h στους 105°C (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

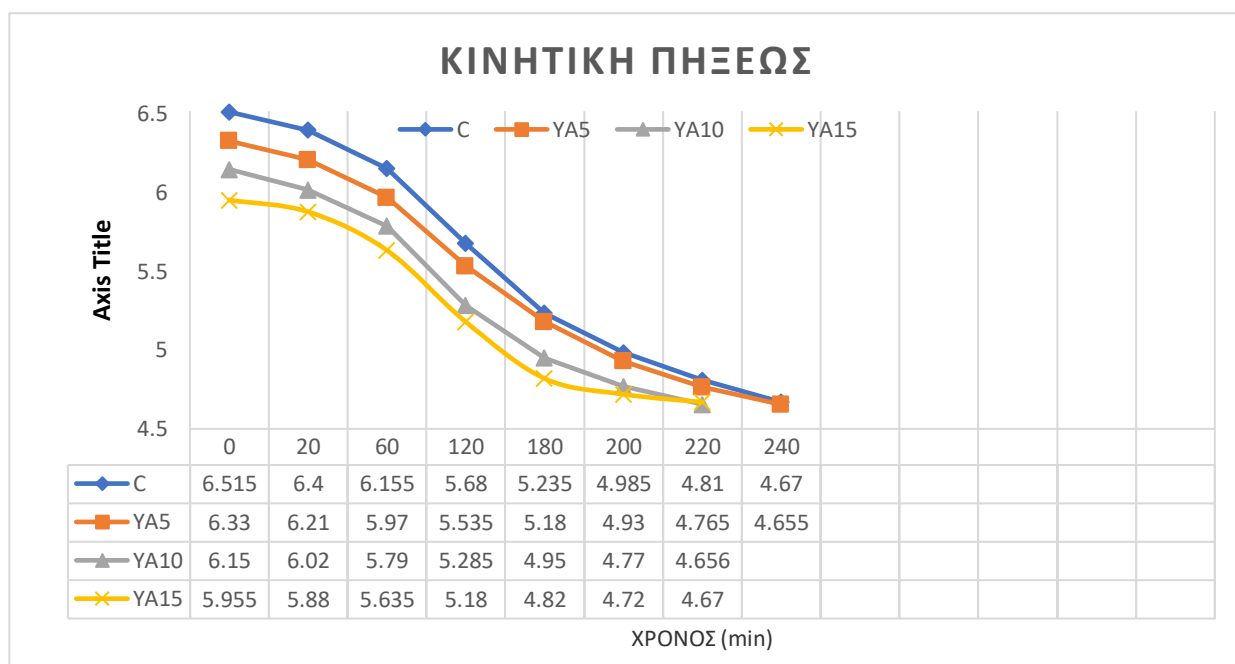
### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 5.1. Γενικά

Η παραγωγή γιαουρτιού με πούλπα μήλου σε διαφορετικά ποσοστά όπως 0% πούλπα (Control), 5% πούλπα (YA5), 10% πούλπα (YA10) και 15% πούλπα (YA15 παρουσιάστηκε στη συγκεκριμένη εργασία. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκε καλλιέργεια *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* όπως προαναφέρθηκε. Σε διαδικασία ζύμωσης υπόκειται το γάλα με την χρήση της καλλιέργειας στους 42°C, μέχρι pH 4,5 - 4,6. Επιπρόσθετα, μετά τη διαδικασία παραγωγής, πραγματοποιείται διατήρηση στο ψυγείο για 28 ημέρες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε δύο φορές. Στο χρονικό διάστημα συντήρησης, πραγματοποιήθηκαν οι φυσικοχημικές αναλύσεις του κάθε γιαουρτιού και πιο συγκεκριμένα το pH, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, η συναίρεση, η ικανότητα συγκράτησης νερού και το στερεό υπόλειμμα.

#### 5.2. Η επίδραση της προσθήκης διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην οξίνιση του γάλακτος.

Η ζύμωση ξεκίνησε μετά την προσθήκη της πούλπας και της καλλιέργειας μέσα στο γάλα. Στη συνέχεια, μελετήθηκε η κινητική πήξης και ταυτόχρονα πτώσης του pH, έως ότου το pH φτάσει στο επιθυμητό σημείο 4,5 - 4,6. Εμφανίζονται τα αποτελέσματα του στο παρακάτω διάγραμμα 4.



**Διάγραμμα 4: Κινητική πήξεως στα διαφορετικά δείγματα γιαουρτιού**

Με βάση τα αποτελέσματα του παραπάνω διαγράμματος αξίζει να σημειωθεί ότι η διαδικασία της πήξεως των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού πραγματοποιήθηκε περίπου σε διάρκεια τεσσάρων ωρών και πραγματοποιήθηκε μέτρηση του pH ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Στο περιβάλλον του γάλακτος, τα δύο είδη μικροοργανισμών *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* συνεργάζονται με στόχο να μειώσουν το pH του γάλακτος μεταβολίζοντας τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ. Η ενεργότητα του *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* μειώνεται καθώς το pH του γιαουρτιού πλησιάζει το 5,0 και το *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* αναλαμβάνει σταδιακά τον έλεγχο ολόκληρης της διαδικασίας ζύμωσης μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό pH (Sfakianakis and Tzia, 2014). Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι όλα τα δείγματα γιαουρτιού με πούλπα μήλου είχαν χαμηλότερα επίπεδα pH από αυτά του ελέγχου. Προκύπτει, λοιπόν, ότι η προσθήκη πούλπας μήλου μείωσε σημαντικά τα επίπεδα pH του γιαουρτιού και αυτό οφείλεται στο χαμηλό pH του φρούτου. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν από τους Tanwar et al. (2014) σε γκουάβα, Souza et al. (2018) σε μάνγκο και Gouda et al. (2020) σε μάνγκο, γκουάβα και λωτό. Ακόμη, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στη διάρκεια ζύμωσης του δείγματος YA15 συγκρινόμενο με το γιαούρτι C. Δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί ότι ο μεγαλύτερος χρόνος πήξης εμφανίζεται στο γιαούρτι ελέγχου.

### 5.3. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στο pH των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Στον παρακάτω πίνακα 6 εμφανίζονται οι τιμές των μετρήσεων του pH των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους. Με την πάροδο του χρόνου, το pH τους παρουσίαζε συνεχώς μείωση. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από συγγραφείς όπως [Erdogan and Zekai 2003](#) σε πούλπα χουρμά κ.ά., [Celik et al., 2006](#) σε κεράσι, [Bakirci and Kavaz, 2008](#) σε μπανάνα και [Tarakci, 2010](#) σε ακτινίδιο.

**Πίνακας 6: Τιμές pH των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.**

| Μέρα αποθήκευσης | C            | YA5         | YA10        | YA15        |
|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                | 4.32 ± 0.003 | 4.32 ± 0.00 | 4.24 ± 0.01 | 4.25 ± 0.06 |
| 7                | 4.22 ± 0.20  | 4.25 ± 0.10 | 4.21 ± 0.01 | 4.26 ± 0.03 |
| 14               | 4.15 ± 0.06  | 4.15 ± 0.10 | 4.16 ± 0.20 | 4.11 ± 0.10 |
| 21               | 4.07 ± 0.05  | 4.04 ± 0.10 | 3.92 ± 0.10 | 3.99 ± 0.01 |
| 28               | 4.02 ± 0.00  | 4.11 ± 0.00 | 3.95 ± 0.00 | 4.12 ± 0.00 |

### 5.4. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

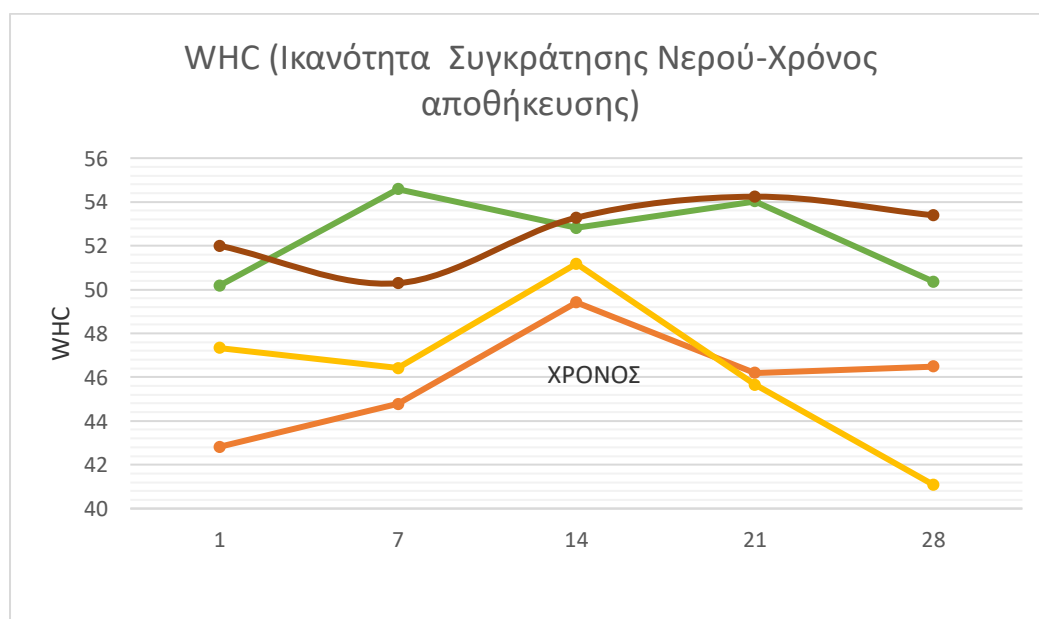
Τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό της τιτλοδοτούμενης οξύτητας των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού με πούλπα παρουσιάζονται στον πίνακα 7. Η μεγαλύτερη αύξηση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας εμφανίζεται στα δείγματα YA10 και YA5. Αξίζει να τονιστεί εδώ ότι το δείγμα YA5 την 21η μέρα εμφανίστηκε η τιμή της οξύτητας απρόσμενα μικρότερη στο 1,15 συγκριτικά με αυτήν της 28ης μέρας. Μπορεί να σημειωθεί, ακόμη, ότι παρατηρείται απότομη πτώση στο δείγμα YA15 στο διάστημα μεταξύ 14ης έως 21ης ημέρας με την τιμή την 14η μέρα να είναι 1.19. Σημειώνεται, επίσης, ότι κατά την 1η μέρα αποθήκευσης παρατηρείται η χαμηλότερη τιμή τιτλοδοτούμενης οξύτητας, και αντίστοιχα η μεγαλύτερη εμφανίζεται την 21η.

**Πίνακας 7: Τιμές τιτλοδοτούμενης οξύτητας των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.**

| Μέρα αποθήκευσης | C           | YA5         | YA10        | YA15        |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                | 0.98 ± 0.13 | 0.90 ± 0.20 | 0.95 ± 0.20 | 0.96 ± 0.09 |
| 7                | 1.05 ± 0.20 | 1.10 ± 0.10 | 1.12 ± 0.20 | 1.10 ± 0.10 |
| 14               | 1.10 ± 0.01 | 1.19 ± 0.06 | 1.19 ± 0.04 | 1.19 ± 0.02 |
| 21               | 1.12 ± 0.01 | 1.15 ± 0.10 | 1.21 ± 0.04 | 1.10 ± 0.01 |
| 28               | 1.19 ± 0.00 | 1.19 ± 0.00 | 1.21 ± 0.00 | 1.07 ± 0.00 |

Αυτό σημαίνει ότι τόσο στο γιαούρτι ελέγχου όσο και στο γιαούρτι φρούτων το υψηλότερο pH σχετίζεται με την πρώτη ημέρα παραγωγής σε συνδυασμό με την οξύτητα αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από συγγραφείς όπως [Mahmood et al. \(2008\)](#) σε μπανάνα, [Tarakçi \(2010\)](#) σε ακτινίδιο, [Amal et al. \(2016\)](#) σε πούλπα φραγκοσυκιάς και παπάγιας.

**5.5. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.**



**Διάγραμμα 5: Η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στην ικανότητα συγκράτησης νερού των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού.**

**Πίνακας 8: Τιμές ικανότητας συγκράτησης νερού των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.**

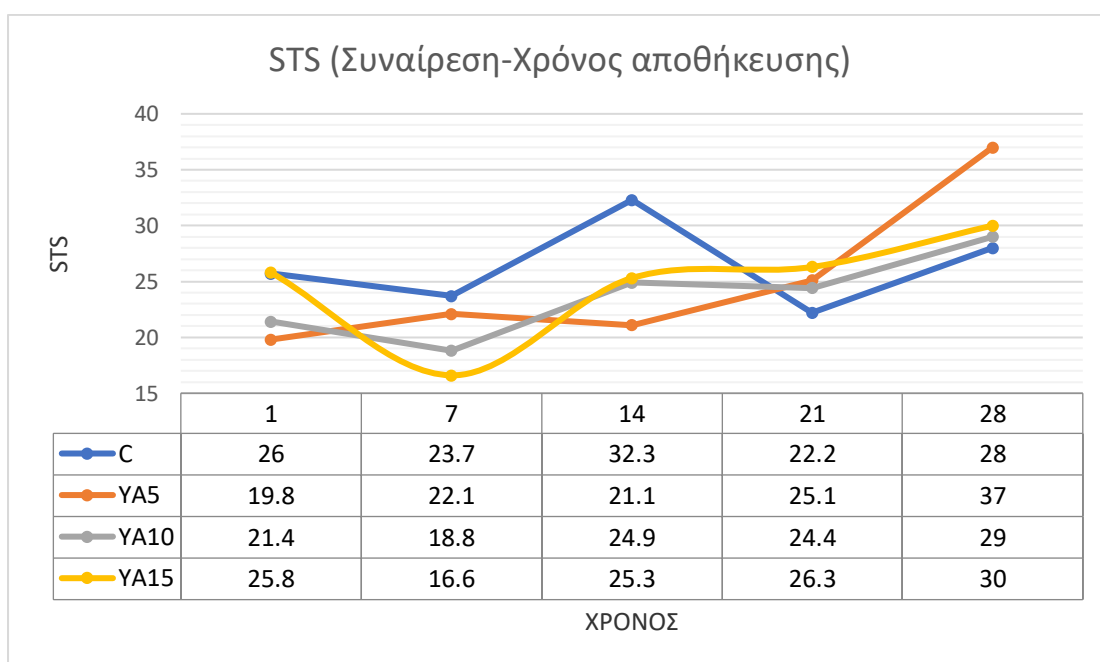
| Μέρα αποθήκευσης | C            | YA5          | YA10         | YA15         |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                | 43.00 ± 0.80 | 47.33 ± 4.60 | 50.18 ± 2.30 | 52.00 ± 3.90 |
| 7                | 44.77 ± 0.80 | 46.41 ± 1.20 | 54.58 ± 4.80 | 50.29 ± 0.70 |
| 14               | 49.41 ± 2.70 | 51.18 ± 0.10 | 52.82 ± 7.90 | 53.28 ± 1.10 |
| 21               | 46.19 ± 3.90 | 45.65 ± 1.70 | 54.03 ± 4.40 | 54.24 ± 3.40 |
| 28               | 46.49 ± 0.00 | 41.09 ± 0.00 | 50.36 ± 0.00 | 53.39 ± 0.00 |

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα 5, είναι απαραίτητο να αναφερθούν οι σημαντικές διαφορές που εμφανίζονται σχετικά με την ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) του γιαουρτιού ελέγχου (C) και αυτών που περιέχουν πούλπα (YA5, YA10, YA15). Το γιαούρτι με το μεγαλύτερο ποσοστό πούλπας, δηλαδή 15%, ήταν αυτό που είχε την υψηλότερη WHC. Την πρώτη μέρα, το γιαούρτι με 15% πούλπα διέθετε WHC 52%, που ήταν 9% υψηλότερο από εκείνο γιαουρτιού C (43%). Ο μέσος όρος του WHC του γιαουρτιού με προσθήκη πούλπας την πρώτη μέρα (49,83%), την 7η μέρα (50,42%) και την 14η μέρα (52,25%) σημειώθηκε να βρίσκεται σε υψηλότερα ποσοστά συγκριτικά με αυτόν του γιαουρτιού ελέγχου σε 43%, 44,77% και 49,41% αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε, ακόμη, ότι στο γιαούρτι ελέγχου και σε αυτό με ποσοστό 15% εμφανίζεται αύξηση της WHC από την 1<sup>η</sup> μέχρι την 7<sup>η</sup> και από την 7<sup>η</sup> μέχρι την 21<sup>η</sup> αντίστοιχα, ενώ στο YA5 μείωση μετά την 14<sup>η</sup> μέρα και στο YA10 δεν παρατηρείται μεταβολή κ'αθόλη την διάρκεια. Η προσθήκη πούλπας, λοιπόν, είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση υψηλότερων τιμών συγκριτικά με γιαούρτι ελέγχου. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με άλλους συγγραφείς όπως [Amal et al. \(2016\)](#) σε πούλπα φραγκοσυκιάς και παπάγιας.

#### **5.6. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στη συναίρεση των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.**

Αξίζει να σημειωθεί, ότι ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια ποιότητας του γιαουρτιού αποτελεί η συναίρεση. Η αυξημένη απώλεια υγρού στο γιαούρτι υποδηλώνει κακής ποιότητας γιαούρτι ([Amal et al., 2016](#)). Στο παρακάτω διάγραμμα

6, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συναίρεσης των τεσσάρων διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού και εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των δειγμάτων. Κατά την πρώτη μέρα αποθήκευσης, τα δείγματα γιαουρτιού με προσθήκη πούλπας εμφάνιζαν χαμηλότερα επίπεδα συναίρεσης σε σύγκριση με το γιαούρτι ελέγχου. Μέχρι την 14η μέρα, η τιμή της συναίρεσης των δειγμάτων που περιείχαν πούλπα ήταν εμφανώς χαμηλότερη συγκριτικά με το γιαούρτι ελέγχου και στη συνέχεια παρουσίασαν αύξηση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην τάση του στερεού του φρούτου να απορροφά νερό, γεγονός που προκαλεί μείωση της συναίρεσης (Mahmood et al., 2008). Η υψηλότερη τιμή βρέθηκε στο δείγμα YA5 μετά από 28 μέρες αποθήκευσης και η χαμηλότερη τιμή βρέθηκε στο δείγμα YA15 μετά από 7 μέρες αποθήκευσης. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και από τους παρακάτω συγγραφείς Bakirci and Kavaz, 2008 σε μπανάνα, και Roy et al., 2015 σε μπανάνα, παπάγια και καρπούζι.



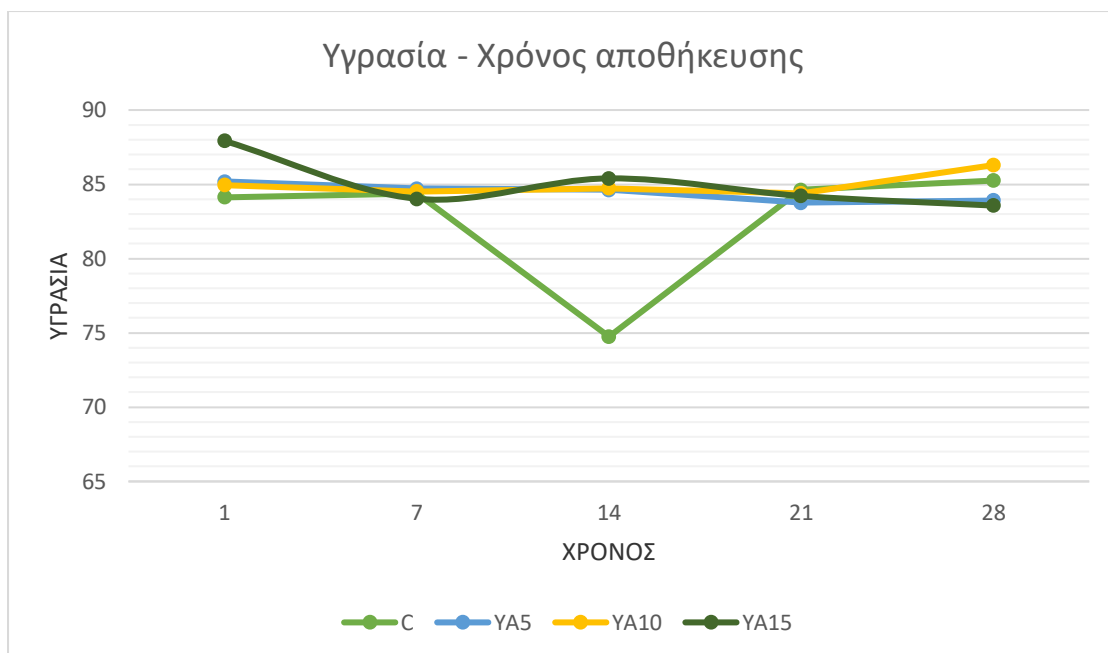
**Διάγραμμα 6: Η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη συναίρεση των διαφορετικών γιαουρτιών.**

**Πίνακας 9: Τιμές συναίρεσης των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιών κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.**

| Μέρα<br>αποθήκευσης | C             | YA5          | YA10          | YA15          |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>1</b>            | 26.00 ± 8.30  | 19.80 ± 4.80 | 21.40 ± 5.90  | 25.80 ± 8.20  |
| <b>7</b>            | 23.70 ± 8.90  | 22.10 ± 6.90 | 18.80 ± 13.00 | 16.60 ± 7.60  |
| <b>14</b>           | 32.30 ± 3.80  | 21.10 ± 2.70 | 24.90 ± 5.80  | 25.30 ± 19.40 |
| <b>21</b>           | 22.20 ± 11.00 | 25.10 ± 8.30 | 24.40 ± 5.10  | 26.30 ± 18.00 |
| <b>28</b>           | 28.00 ± 0.00  | 37.00 ± 0.00 | 29.00 ± 0.00  | 30.00 ± 0.00  |

#### **5.7. Η επίδραση της προσθήκης των διαφορετικών ποσοστών πούλπας στην υγρασία των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.**

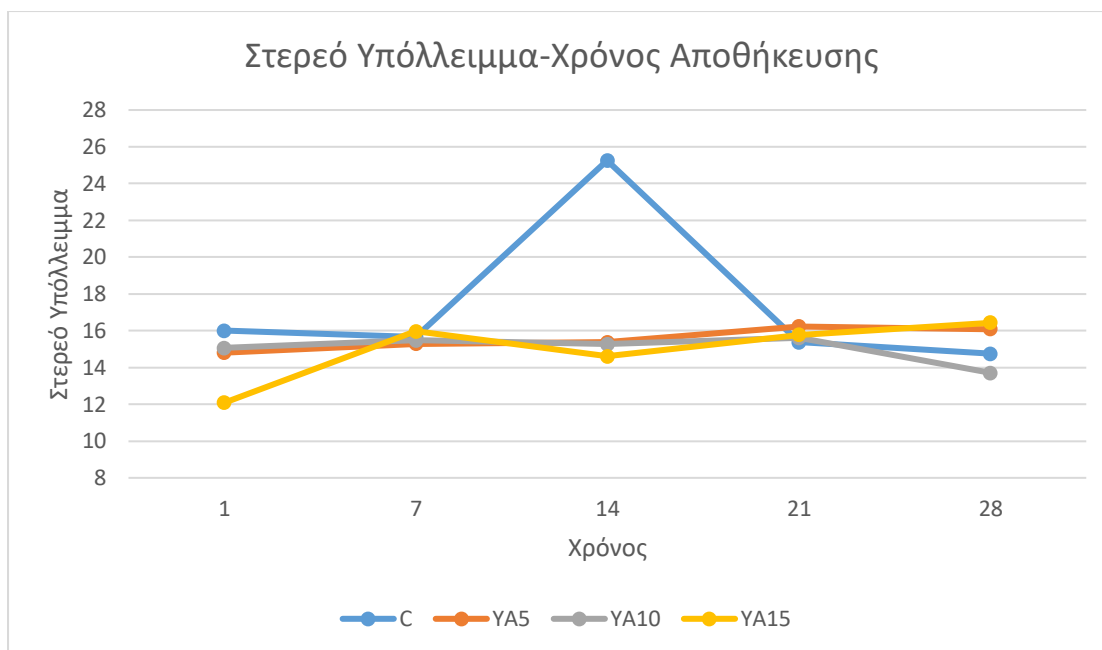
Τα γιαούρτια με πούλπα παρουσίασαν διαφορετική περιεκτικότητα σε υγρασία από το γιαούρτι ελέγχου όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα 7 κυρίως ως την 14<sup>η</sup> μέρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας σημειώθηκε την 1<sup>η</sup> μέρα στο γιαούρτι YA15 (87,91%) και το χαμηλότερο στο YA15 την 28<sup>η</sup> μέρα (83,57%) συγκριτικά με το γιαούρτι ελέγχου με χαμηλότερη τιμή την 14<sup>η</sup> μέρα (74,74%) και υψηλότερη την 28<sup>η</sup> μέρα (85,24%). Μεταξύ των τριών ειδών γιαουρτιού με προσθήκη πούλπας δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Η προσθήκη πούλπας στα διαφορετικά είδη γιαουρτιών, προκύπτει λοιπόν ότι, αυξάνει την περιεκτικότητα τους σε υγρασία όπως αναφέρθηκε και από άλλους συγγραφείς όπως [Roy et al., 2015](#) σε μπανάνα, παπάγια και καρπούζι, και [Tarakçi, and Küçüköner 2003](#) σε διαφορετικές γεύσεις φρούτων.



**Διάγραμμα 7:** Η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στο ποσοστό υγρασίας των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού.

**Πίνακας 10:** Τιμές υγρασίας των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.

| Μέρα αποθήκευσης | C             | YA5          | YA10         | YA15         |
|------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                | 84.00 ± 0.10  | 85.19 ± 0.40 | 84.94 ± 1.00 | 87.92 ± 3.60 |
| 7                | 84.36 ± 0.50  | 84.71 ± 0.40 | 84.52 ± 0.40 | 84.03 ± 0.90 |
| 14               | 74.75 ± 13.20 | 84.63 ± 0.65 | 84.73 ± 1.60 | 85.40 ± 1.30 |
| 21               | 84.62 ± 0.40  | 83.77 ± 1.70 | 84.39 ± 1.10 | 84.22 ± 0.30 |
| 28               | 85.25 ± 0.00  | 83.91 ± 0.00 | 86.29 ± 0.00 | 83.57 ± 0.00 |



**Διάγραμμα 8:** Η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στο ποσοστό στερεού υπολείμματος των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού.

**Πίνακας 11:** Τιμές στερεού υπολείμματος των διαφορετικών δειγμάτων γιαουρτιού κατά τη διάρκεια αποθήκευσης.

| Μέρα αποθήκευσης | C            | YA5          | YA10         | YA15         |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                | 16.00 ± 0.14 | 14.80 ± 0.40 | 15.06 ± 0.97 | 12.08 ± 3.62 |
| 7                | 15.64 ± 0.46 | 15.28 ± 0.41 | 15.47 ± 0.36 | 15.96 ± 0.85 |
| 14               | 25.25 ± 0.91 | 15.36 ± 0.65 | 16.27 ± 1.22 | 14.59 ± 1.26 |
| 21               | 15.37 ± 0.45 | 16.22 ± 1.71 | 15.61 ± 1.09 | 15.77 ± 0.31 |
| 28               | 14.75 ± 0.00 | 16.09 ± 0.00 | 13.71 ± 0.00 | 16.42 ± 0.00 |

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη συγκεκριμένη ερευνητική εργασία παρουσιάζεται αναλυτικά η επίδραση της προσθήκης διαφορετικών ποσοστών πούλπας μήλου σε γιαούρτι. Αξίζει, ακόμη να τονιστεί ότι εμφανίζονται διαφορές μετά το πέρας των φυσικοχημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν. Σχετικά με τις τιμές pH που παρουσιάστηκαν σε όλα τα δείγματα γιαουρτιού κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, η κατώτερη στο γιαούρτι ελέγχου την 4,02 την 28<sup>η</sup> μέρα ενώ με προσθήκη πούλπας την κατώτερη εμφανίζει το YA10 συγκεκριμένα 3,92 την 21<sup>η</sup> μέρα. Το pH και η οξύτητα είναι έννοιες αλληλένδετες και προκύπτουν ως αποτελέσματα της οξίνισης των γιαουρτιών. Με τον ίδιο τρόπο λοιπόν, το γιαούρτι ελέγχου εμφανίζει υψηλή οξύτητα την 28<sup>η</sup> μέρα, ενώ το γιαούρτι YA10 παρουσιάζει αυξημένη οξύτητα την 21<sup>η</sup> μέρα. Η ικανότητα συγκράτησης νερού και η συναίρεση, στα διάφορα είδη γιαουρτιού που παράχθηκαν, επηρεάστηκαν σε σημαντικό βαθμό με την προσθήκη πούλπας μήλου. Ακόμη, σχετικά με τα αποτελέσματα της συναίρεσης του γιαουρτιού, το δείγμα YA5 εμφάνιζε υψηλότερη τιμή συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Η ικανότητα συγκράτησης νερού παρουσιάζει αύξηση κατά την πρώτη μέρα, και μείωση όμως, της συναίρεσης με την προσθήκη ανάλογου ποσοστού πούλπας. Αυτό, πιθανόν, οφείλεται στην ύπαρξη του συγκριμένου φρούτου. Δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί ότι, το δείγμα γιαουρτιού YA15 μετά το πέρας 28 ημερών εμφάνιζε υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού συγκριτικά με το γιαούρτι ελέγχου και των υπόλοιπων δειγμάτων. Σχετικά με την υγρασία, δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στα διαφορετικά είδη γιαουρτιού. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία εμφανίζεται στο YA15, και φαίνεται να συμβάλλει σε αυτήν η προσθήκη πούλπας μήλου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

- Ανυφαντάκης Ε. & Καλαντζόπουλος Γ. (1993): *Γαλακτοκομίας*, Α' και Β' Τόμοι Εκδόσεις Σταμούλης.
- Ζυγογιάννης, Δ. (2014). Προβατορόφια. Σύγχρονη Παιδεία.
- Εγκυκλοπαίδεια: Πάπυρος Λαρούς Μπριτάννικα. (Τόμος 17, σελίδα 253).
- Εθνική Επιτροπή Γάλακτος. (1983). *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*.
- Καμιναρίδης Σ., Μοάτσου Γ. (2009). *Βασικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα*. Γαλακτοκομία Εκδόσεις Έμβρυο.
- Κεχαγιάς Χ. (2011): *Γάλα, -επιστήμη, Τεχνολογία και έλεγχοι για τη Διασφάλιση της ποιότητας*. Εκδόσεις Όμιλος Ίων.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και αντικειμένων κοινής χρήσης (1998). Μέρος Α: Τρόφιμα και Ποτά, Κεφάλαιο ΙΧ. Ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών. Γενικό Χημείο του Κράτους.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Γενικό Χημείο του Κράτους, Άρθρο 80, 2009. *Είδη Γάλακτος*.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2016). Άρθρο 82 & Άρθρο 85. Ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών. Γενικό Χημείο του Κράτους.
- Μάντης Α. (2000). *Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλακτος και των Προϊόντων του*, Γ έκδοση. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη.
- Χελιώτης Γ. (2012). Διπλωματική εργασία: *Τα Φυτοχημικά του Μήλου ως Συμπληρώματα Διατροφής*. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας.
- Ψαρρέα Ο. (2014). Διπλωματική Εργασία: *Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην παρασκευή γιαούρτης*. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου.

## Ξένη

- Adamson, M. W., & Segan, F. (Eds.). (2008). *Entertaining from Ancient Rome to the Super Bowl [2 volumes]: An Encyclopedia [2 volumes]*. Bloomsbury Publishing USA.
- Alexander, A. S., Agricultural Experiment Station of the University of Wisconsin. (1907-1909). *Annual Report (Vol. 25-26)*. (pp. 29, 197, 205-206).
- Ahmad, J. (1994). *Quality characteristics of plain yoghurt made from standardized Buffalo milk*. M.Sc thesis, University of Agric. Faisalabad.
- Alcock, J. P. (2006). *Food in the Ancient World (Food through History)*. Greenwood Publishing Group.
- Amal, A., Eman, A., & Nahla, S. Z. (2016). Fruit flavored yogurt: Chemical, functional and rheological properties. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 2(5), 57-66.
- Amatayakul T., Sherkat F., & Shah N. (2006). Syneresis in set yogurt as affected by ESP starter cultures and levels of solids. *International Journal of Dairy Technology*, 59 (3), 216-221.
- Arts, I. C., Hollman, P. C., Bueno de Mesquita, H. B., Feskens, E. J., & Kromhout, D. (2001). Dietary catechins and epithelial cancer incidence: the Zutphen elderly study. *International Journal of Cancer*, 92(2), 298-302.
- Association of Official Analytical Chemists. (2011). *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists*, 18th ed., Method 964.23 A (a), p. 29. Gaithersburg.
- Astrup, A. (2014). Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1235S-1242S.
- Aswal, P., Shukla, A., & Priyadarshi, S. (2012). Yoghurt: Preparation, characteristics and recent advancements. *Cibtech Journal of Bio-Protocols*, 1, 32-44.
- Aznar, L. A. M., Ral, P. C., Anta, R. M. O., Martín, J. J. D., Baladia, E., Basulto, J., ... & Salas-Salvado, J. (2013). Scientific evidence about the role of yogurt and other fermented milks in the healthy diet for the Spanish population. *Nutricion hospitalaria*, 28(6), 2039-2089.

- Bakirci, I., & Kavaz, A. (2008). An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 61(3), 270-276.
- Batmanglij, N. (2012). *A taste of Persia: an introduction to Persian cooking*. Mage Publishers.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Milk and dairy products*. *Food Chemistry*, 498-545.
- Brown, A. C., & Valiere, A. (2004). Probiotics and medical nutrition therapy. *Nutrition in clinical care: an official publication of Tufts University*, 7(2), 56.
- Butland, B. K., Fehily, A. M., & Elwood, P. C. (2000). Diet, lung function, and lung function decline in a cohort of 2512 middle aged men. *Thorax*, 55(2), 102-108.
- Campieri, M., & Gionchetti, P. (1999). Probiotics in inflammatory bowel disease: new insight to pathogenesis or a possible therapeutic alternative? *Gastroenterology*, 116(5), 1246-1249.
- Celik, S., Bakirci, I., & Şat, I. G. (2006). Physicochemical and organoleptic properties of yogurt with cornelian cherry paste. *International Journal of Food Properties*, 9(3), 401-408.
- Code of Federal Regulations, USA Title 21 4/03/2023. Retrieved from: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=131.200&SearchTerm=yogurt>
- Colombo Yogurt: A Massachusetts Success Story. (2004, June 1). Massachusetts Historical Society. Archived from the original on 2013, July 10. Retrieved 2021, July 1.
- Dalby, A. (1996). *Siren Feasts: A History of Food and Gastronomy in Greece*, London. Flavours of Byzantium, Totnes.
- Dannenberg F. and Kessler H. G. (1988). Effect of denaturation of  $\beta$ -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yogurt. 1. Syneresis. *Milchwissenschaft*, 43 (10), 632-634.
- Davidson, A. (2014). *The Oxford companion to food*. OUP Oxford. <https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=bIIeBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=davinson+2014+the+oxford+companion+of+food&ots=3soCgoz>

Qpk&sig=pYTpMCPFf7xxchKacne\_vBfbbUM&redir\_esc=y#v=onepage&q=davinson%202014%20the%20oxford%20companion%20of%20food&f=false

- De Oliveira, M. C., Sichieri, R., & Moura, A. S. (2003). Weight loss associated with a daily intake of three apples or three pears among overweight women. *Nutrition*, 19(3), 253-256.
- Dimitrellou, D., Solomakou, N., Kokkinomagoulos, E., & Kandyli, P. (2020). Yogurts supplemented with juices from grapes and berries. *Foods*, 9(9), 1158.
- Dixon, J., & Hewett, E. W. (1998). Temperature affects postharvest colour changes of apple. Palmerston, New Zealand: Massey University.
- Don Bosco, S.J., Mir, S.A., Mir, M.M., Santhalakshmy, S., & Shah, M.A. (2017). Effect of apple on quality characteristics of brown rice-based cracker. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, pp. 25-32.
- Dublin-Green, M., & Ibe, S.N. (2005). Quality evaluation of yogurts produced commercially in Langos, Nigeria. *African Journal of Applied Zoology & Environmental Biology*, 7, 78-82.
- El-Abbadi, N. H., Dao, M. C., & Meydani, S. N. (2014). Yogurt: role in healthy and active aging. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5), 1263S-1270S.
- Erdogan, K., & Zekai, T. (2003). Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage. *Tar m Bilimleri Dergisi. J. Agric. Sci*, 13(2), 97-101.
- FAO/WHO. (1999). General standard for the use of dairy terms 206. Codex Alimentarius Commission.
- FAO/WHO. (1999). Standard for milk powders and cream powder 207. Codex Alimentarius Commission.
- FAO/WHO (2003). Standard for fermented milks 243. Codex Alimentarius Commission.
- Fernandes, R. (Ed.). (2009). Microbiology handbook: dairy products. Royal Society of Chemistry.
- Ferrazzano, G. F., Cantile, T., Quarto, M., Ingenito, A., Chianese, L., & Addeo, F. (2008). Protective effect of yogurt extract on dental enamel demineralization in vitro. *Australian Dental Journal*, 53(4), 314-319.

- Feskanich, D., Ziegler, R. G., Michaud, D. S., Giovannucci, E. L., Speizer, F. E., Willett, W. C., & Colditz, G. A. (2000). Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of the National Cancer Institute*, 92(22), 1812-1823.
- Flom, J. D., & Sicherer, S. H. (2019). Epidemiology of cow's milk allergy. *Nutrients*, 11(5), 1051.
- Fulgoni III, V. L., Keast, D. R., Auestad, N., & Quann, E. E. (2011). Nutrients from dairy foods are difficult to replace in diets of Americans: food pattern modeling and an analyses of the National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2006. *Nutrition Research*, 31(10), 759-765.
- Galdeano, C. M., & Perdigon, G. (2006). The probiotic bacterium *Lactobacillus casei* induces activation of the gut mucosal immune system through innate immunity. *Clinical and Vaccine Immunology*, 13(2), 219-226.
- Gálvez, A., Abriouel, H., López, R. L., & Omar, N. B. (2007). Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 120(1-2), 51-70.
- Gouda, A., Hamed, M., & Osman, K. B. M. (2020). Functional properties of yoghurt fortified with fruits pulp. *Ismailia Journal of Dairy Science & Technology*, 7(1), 1-9.
- Guandalini, S. (2011). Probiotics for prevention and treatment of diarrhea. *Journal of clinical gastroenterology*, 45, S149-S153.
- Gupta, A., Kaushal, P., & Sharma, P.C. (2014). Optimization of method for extraction of pectin from apple pomace. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, pp. 184-189.
- Hadjibei, E., Botsaris, G., & Chrysostomou, S. (2022). Beneficial effects of yoghurts and probiotic fermented milks and their functional food potential. *Foods*, 11(17), 2691.
- Harwallkar V.R. and Kalab M. (1983). Susceptibility of yogurt to syneresis. Comparison of centrifugation and drainage methods. *Milchwissenschaft*, 39, 517-522.
- Harwallkar V.R. and Kalab M. (1986). Relationship between microstructure and susceptibility to syneresis in yogurt made from reconstituted nonfat dry milk. *Food Microstructure*, 5, 287-294.

- Hertog, M. G., Feskens, E. J., Kromhout, D., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet*, 342(8878), 1007-1011.
- Hoffman, S. (2004). *The Olive and the Caper: Adventures in Greek Cooking*. Workman Publishing Company.
- Hollman, P. C. H., & Arts, I. C. W. (2000). Flavonols, flavones and flavanols—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1081-1093.
- Igbabul, B., Shember, J., & Amove, J. (2014). Physicochemical, microbiological, and sensory evaluation of yoghurt sold in Marurdi metropolis. *African Journal of Food Science and Technology*, 5, 129-135.
- Kilara, A., & Chandan, R. C. (2013). Greek-style yogurt and related products. *Manufacturing yogurt and fermented milks*, 297-318.
- Kim, S. H., & Oh, S. (2013). Fermented milk and yogurt. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*, 338-356.
- Knekt, P., Jarvinen, R., Reunanen, A., & Maatela, J. (1996). Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ*, 312(7029), 478-481.
- Knekt, P., Isotupa, S., Rissanen, H., Heliövaara, M., Järvinen, R., Häkkinen, S., ... & Reunanen, A. (2000). Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(5), 415-417.
- Knekt, P., Kumpulainen, J., Järvinen, R., Rissanen, H., Heliövaara, M., Reunanen, A., ... & Aromaa, A. (2002). Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(3), 560-568.
- Kumar, M., Kumar, A., Nagpal, R., Mohania, D., Behare, P., Verma, V., ... & Yadav, H. (2010). Cancer-preventing attributes of probiotics: an update. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(5), 473-496.
- Lacroix, C., & Lachance, O. (1990). Effect of various humectants and *a<sub>w</sub>* on proteolysis, yeast and mold growth and shelf-life during cold storage of yogurt. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 23(2-3), 101-108.
- Lucey, J. A., Munro, P. A., & Singh, H. (1998a). Whey separation in acid skim milk gels made with glucono- $\delta$ -lactone: Effects of heat treatment and gelation temperature. *Journal of Texture Studies*, 29(4), 413-426.

- Lucey, J. A., Teo, C. T., Munro, P. A., & Singh, H. (1998b). Microstructure, permeability and appearance of acid gels made from heated skim milk. *Food Hydrocolloids*, 12(2), 159-165.
- Lucey, J. A., Tamehana, M., Singh, H., & Munro, P. A. (1998c). Effect of interactions between denatured whey proteins and casein micelles on the formation and rheological properties of acid skim milk gels. *Journal of Dairy Research*, 65(4), 555-567.
- Lucey J.A. (2001). The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids*, 15, 603-608.
- Lucey J.A. (2004). Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 77-84
- Mahmood, A., Abbas, N., & Gilani, A. H. (2008). Quality of stirred buffalo milk yogurt blended with apple and banana fruits. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 45(2), 275-279.
- Matta, V.M., Freire Junior, M., Cabral, L.M.C., & Furtado, A.A.L. (2005). *Polpa de fruta congelada*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Masulli, D. (2016). Measuring pH of Yogurt. *Food Quality & Safety*, July 15.
- McGee, H., Dorfman, P., Greene, J., & McGee, A. (2004). Fresh fermented milks and creams. *Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. New York: Scribner, 44-51.
- Moayyedi, P., Ford, A., Brandt, L., Foxx-Orenstein, A., Cremonini, F., Talley, N., & Quigley, E. (2008). The Efficacy of Probiotics in the Therapy of Irritable Bowel Syndrome (IBS): a Systematic Review: 1230. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 103, S481.
- Modler, H. W., Larmond, M. E., Lin, C. S., Fr. ohlich, D., & Emmons, D. B. (1983). Physical and sensory properties of yogurt stabilized with milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 66, 422-429.
- Mozaffarian, D., Cao, H., King, I. B., Lemaitre, R. N., Song, X., Siscovick, D. S., & Hotamisligil, G. S. (2010). Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in US adults: a cohort study. *Annals of internal medicine*, 153(12), 790-799.
- Nelson, C. E. (1993). Strategies of mold control in dairy feeds. *Journal of dairy science*, 76(3), 898-902.

- Özsoylu, Ş. (1994). Yogurt could be used for lactose intolerance. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 148(11), 1231-1231.
- Patton, S. (2017). *Milk: Its remarkable contribution to human health and well-being*. Routledge.
- Perdigon, G., Alvarez, S., Rachid, M., Agüero, G., & Gobbato, N. (1995). Immune system stimulation by probiotics. *Journal of dairy science*, 78(7), 1597-1606.
- Pfeiler, E. A., & Klaenhammer, T. R. (2007). The genomics of lactic acid bacteria. *Trends in microbiology*, 15(12), 546-553.
- Rafter, J. (2003). Probiotics and colon cancer. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 17(5), 849-859.
- Rasul, S. F., Noori, R. J., Ali, K. M., Khdhir, R. B., Ahmed, S. R., & Qadir, A. M. (2022). Roles of different packaging materials on the quality and shelf life of yogurt. *Food Science and Technology*, 42, e70821.
- Reddy, K. P., Shahani, K. M., & Kulkarni, S. M. (1976). B-complex vitamins in cultured and acidified yogurt. *Journal of Dairy Science*, 59(2), 191-195.
- Rizzoli, R. (2014). Dairy products, yogurts, and bone health. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5), 1256S-1262S.
- Rouse, S., Harnett, D., Vaughan, A., & Sinderen, D. V. (2008). Lactic acid bacteria with potential to eliminate fungal spoilage in foods. *Journal of Applied Microbiology*, 104(3), 915-923.
- Roy, D. K. D., Saha, T., Akter, M., Hosain, M., Khatun, H., & Roy, M. C. (2015). Quality evaluation of yogurt supplemented with fruit pulp (banana, papaya, and water melon). *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(6), 695-699.
- Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010). pH and titratable acidity. *Food analysis*, 4, 219-238.
- Schillinger, U., & Villarreal, J. V. (2010). Inhibition of *Penicillium nordicum* in MRS medium by lactic acid bacteria isolated from foods. *Food Control*, 21(2), 107-111.

- Senadeera, S. S., Prasanna, P. H. P., Jayawardana, N. W. I. A., Gunasekara, D. C. S., Senadeera, P., & Chandrasekara, A. (2018). Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yoghurt incorporated with various *Annona* species pulp. *Heliyon*, 4(11).
- Serra, M., Trujillo, A. J., Jaramillo, P. D., Guamis, B., & Ferragut, V. (2008). Ultra-high pressure homogenization-induced changes in skim milk: Impact on acid coagulation properties. *Journal of Dairy Research*, 75(1), 69-75.
- Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., & Ferragut, V. (2009). Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. *Food Hydrocolloids*, 23(1), 82-91.
- Shaheen, S. O., Sterne, J. A., Thompson, R. L., Songhurst, C. E., Margetts, B. M., & Burney, P. G. (2001). Dietary antioxidants and asthma in adults: population-based case-control study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164(10), 1823-1828.
- Sheil, B., Shanahan, F., & O'Mahony, L. (2007). Probiotic effects on inflammatory bowel disease. *The Journal of Nutrition*, 137(3), 819S-824S.
- Sidira, M.; Santarmaki, V.; Kiourtzidis, M.; Argyri, A.A.; Papadopoulou, O.S.; Chorianopoulos, N.; Tassou, C.; Kaloutsas, S.; Galanis, A.; Kourkoutas, Y. Evaluation of immobilized *Lactobacillus plantarum* 2035 on whey protein as adjunct probiotic culture in yoghurt production. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017, 75, 137–146.
- Silva, C.E.F., Moura, E.M.O., Souza, J.E.A., & Abud, A.K.S. (2015). Quality control of tropical fruit pulp in Brazil. *Chemical Engineering Transactions*, 44, 193-198.
- Silva, C. E. D. F., & Abud, A. K. D. S. (2017). Tropical fruit pulps: processing, product standardization and main control parameters for quality assurance. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60.
- Skryplonek, K., Henriques, M., Gomes, D., Viegas, J., Fonseca, C., Pereira, C., ... & Mituniewicz-Małek, A. (2019). Characteristics of lactose-free frozen yogurt with  $\kappa$ -carrageenan and corn starch as stabilizers. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7838-7848.
- Smith, M. A. (1799–1870). *Australian Dictionary of Biography*. National Centre of Biography, Australian National University. Retrieved 23 January 2012.

- Sodini I & Béal C (2003). Fabrication des yaourts et lait fermentés. *Technique de l'ingénieur* 213–223.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., & Corrieu, G. (2004). The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2), 113-137.
- Soukoulis C, Panagiotidis P, Koureli R & Tzia C 2007 Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science* 90 2641–2654
- Souza, J. M. A., Leonel, S., Modesto, J. H., Ferraz, R. A., & Gonçalves, B. H. L. (2018). Fruit physicochemical and antioxidant analysis of mango cultivars under subtropical conditions of Brazil. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20(2), 321-331.
- Szajewska, H., & Mrukowicz, J. Z. (2001). Probiotics in the treatment and prevention of acute infectious diarrhea in infants and children: a systematic review of published randomized, double-blind, placebo-controlled trials. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 33, S17-S25.
- Sfakianakis, P., & Tzia, C. (2014). Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: A review. *Foods*, 3(1), 176-193.
- Tabak, C., ARTS, I. C., Smit, H. A., Heederik, D., & Kromhout, D. (2001). Chronic obstructive pulmonary disease and intake of catechins, flavonols, and flavones: the MORGEN Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164(1), 61-64.
- Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12), 939-977.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt Science and Technology*, 2nd (ed) CRC Press. Boca Raton FL New York.
- Tanwar, B., Andallu, B., & Chandel, S. (2014). Influence of processing on physicochemical and nutritional composition of *Psidium Guajava* L. (Guava) products. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 5(2), 47-54.

- Tarakçı, Z., & Küçüköner, E. (2003). Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2), 10-14.
- Tarakçı, Z. (2010). Influence of kiwi marmalade on the rheology characteristics, color values and sensorial acceptability of fruit yogurt. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2).
- Umme, A., Asbi, B., Salmah, Y., Junainah, A., Jamilah, B., 1997. Characteristics of soursop natural puree and determination of optimum conditions for pasteurization. *Food Chemistry*, 58 (1e2), 119e124.
- UN Food and Agriculture Organization, Statistics Division. (2023). Apple production in 2021; from pick lists: Crops/World Regions/Production Quantity. Retrieved 23 April 2023.
- Vedomuthu, E. R. (1991). The yogurt story-past, present and future. V. Dairy, food and environmental sanitation (USA).
- Walstra, P. I. A. N. O. (1998). Relation between structure and texture of cultured milk products. In *Texture of fermented milk products and dairy desserts-IDF Symposium*, Vicenza (Italy), 5-6 May 1997. IDF.
- Woods, R. K., Walters, E. H., Raven, J. M., Wolfe, R., Ireland, P. D., Thien, F. C., & Abramson, M. J. (2003). Food and nutrient intakes and asthma risk in young adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 414-421.

#### **Διαδίκτυο**

- Barohn, J. (2022, July 18). Food for Thought: A Short History of Yogurt. Retrieved from <https://bcdairy.ca/food-for-thought-a-short-history-of-yogurt/>
- Codex Alimentarius. (2008). Codex standard for fermented milks. Retrieved from [www.codexalimentarius.net/download/standards/400/CXS\\_243e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/400/CXS_243e.pdf) Accessed on April 19, 2010.
- Danone. (n.d.). Retrieved from <https://www.danone.com>
- Grondine, T. (2018). [""After 50+ years, Red Delicious falls to #2 as most grown U.S. apple, Gala takes #1 spot""](#). U.S. Apple Association. Archived from the original on 30 August 2018. Retrieved 25 November 2021.

- Hendy, J., Rest, M., & Warinner, C. (2022, January 12). The Modern History of Yoghurt. History of Yoghurt, Part 3. Retrieved from <https://fermentology.pubpub.org/pub/d33ftmz0/release/1>
- Pearce, K. N. (n.d.). Food Science Section, New Zealand Dairy Research Institute. Retrieved from <https://web.archive.org/web/20180127124047/http://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf>
- Večerková, H. (2002, July 23). První ovocný jogurt se narodil u Vltavy [The first fruit yogurt was born at the Vltava] (in Czech). MF DNES. Retrieved from [https://www.idnes.cz/ekonomika/test-a-spotrebitel/prvni-ovocny-jogurt-se-narodil-u-vltavy.A020723\\_103620\\_test\\_jan](https://www.idnes.cz/ekonomika/test-a-spotrebitel/prvni-ovocny-jogurt-se-narodil-u-vltavy.A020723_103620_test_jan)
- Νεστόρη, Β. (2013). Είδη γάλακτος που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Retrieved from <http://www.diaitologia.gr/gala/>
- «Οι νέες ποικιλίες μήλων στην Ελλάδα. Περιοδικό "Φρουτονέα", 2005». Αρχειοθετήθηκε [από το πρωτότυπο](#) στις 1 Νοεμβρίου 2016. Ανακτήθηκε στις 24 Νοεμβρίου 2015.
- Άρθρο «101 προϊόντα κατοχύρωσαν την ελληνική ταυτότητα», Κατάλογος των ΠΟΠ – ΠΓΕ προϊόντων. Εφημερίδα «Το Βήμα», 10-1-2014. Ανακτήθηκε από <http://www.tvima.gr/files/1/2014/01/10/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%BF%CF%82%20%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CF%89%CE%BD.pdf>
- <http://dish.allrecipes.com/apples/>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AE%CE%BB%CE%BF#cite\\_note-5](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AE%CE%BB%CE%BF#cite_note-5)
- <https://www.mednutrition.gr/portal/ygeia/kardiaggeiaka/7285-ena-milo-tin-imerati-xolisteroli-kanei-pera>
- «Apple Nutrition. University of Illinois Extension. 2015». Αρχειοθετήθηκε [από το πρωτότυπο](#) στις 15 Νοεμβρίου 2015. Ανακτήθηκε στις 24 Νοεμβρίου 2015.
- NPC. Produção de polpa de fruta congelada Internet. 2015 cited 2016 March 25. Available from: [http://www.npcequipamentos.com.br/info\\_polpa\\_congelada.asp](http://www.npcequipamentos.com.br/info_polpa_congelada.asp)
- EMBRAPA. Produção integrada de frutas Internet. 2014 cited 2015 March 15. Available from: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/pif.html>

- [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS\\_192e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf)