

## ΠΤΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# «ΦΥΣΙΚΑ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΑ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΕ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ»



Όνοματεπώνυμο φοιτητή : ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΤΖΙΜΠΡΑΚΟΥ

Υπεύθυνος καθηγητής : ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΔΟΥΝΑΒΗΣ

FG31542

## *Φλώρινα, 2024*

### **Δήλωση περί μη λογοκλοπής**

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο ..... που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα ..... του 20..... Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία και στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά

Όνομα (κεφαλαία)

ΑΜ

Υπογραφή:

.....

.....

.....

Ημερομηνία:

.....

## Περιεχόμενα

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΛΩΡΙΝΑΣ.....	1
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ .....	1
ΤΜΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ .....	1
ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ .....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	7
ABSTRACT .....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Το γάλα και τα γαλακτοκομικά .....	11
1.1 Ορισμός – τι είναι.....	11
1.2 Ιστορικά στοιχεία .....	13
1.3 Είδη γάλακτος .....	16
1.4 Κατηγορίες και είδη γαλακτοκομικών .....	19
1.5 Σημασία κατανάλωσης για την διατροφή και υγεία.....	21
1.6 Υφιστάμενη κατάσταση παραγωγής και κατανάλωσης .....	24
Κεφάλαιο 2ο : Φυτικά υποκατάστατα γάλακτος.....	29
2.1 Ανάγκη για φυσικά υποκατάστατα γάλακτος .....	29
2.1.1 Δυσανεξία στη λακτόζη .....	29
2.1.2 Αλλεργία στις πρωτεΐνες γάλακτος.....	31
2.1.3 Το κίνημα του βιγκανισμού.....	32
2.2 Φυτικές πρώτες ύλες .....	33
2.2.1 Σόγια (Glycine max) .....	33
2.2.2 Ρεβίθι (Cicer arietinum) .....	34
2.2.3 Αρακάς (Pisum sativum).....	35
2.2.4 Λούπινο (Lupinus) .....	35
2.2.5 Καρύδα (Cocos nucifera) .....	35
2.2.6 Αμύγδαλο (Prunus dulcis).....	35
2.2.7 Φουντούκι (Corylus avellana).....	37

2.2.8 Κάσιους ( <i>Anacardium occidentale</i> ).....	38
2.2.9 Βραζιλιάτικο φιστίκι ( <i>Bertholletia excelsa</i> ).....	38
2.2.10 Σπόροι κάνναβης ( <i>Cannabis sativa</i> ).....	39
2.2.12 Κινόα ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	39
2.2.13 Ρύζι ( <i>Oryza sativa</i> ).....	40
2.2.14 Βρώμη ( <i>Avena sativa</i> ).....	42
2.2.15 Σουσάμι ( <i>Sesamum indicum</i> ).....	44
2.2.16 Ηλιόσπορος ( <i>Helianthus annuus</i> ).....	45
2.3 Οφέλη για την υγεία.....	46
2.4 Η αγορά των φυτικών γαλακτοκομικών.....	48
Κεφάλαιο 3ο : Καινοτομίες.....	50
3.1 Παραγωγική διαδικασία.....	50
3.2 Μη θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	60
3.2.1 Υπέρηχοι υψηλής έντασης.....	60
3.2.2 Επεξεργασία υπό υψηλή πίεση.....	62
3.2.3 Εφαρμογή παλμικού ηλεκτρικού πεδίου.....	63
3.2.4 Χρήση υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα.....	65
3.2.5 Εφαρμογή υπεριώδους (Ultra Violent, UV) ακτινοβολίας.....	66
3.3 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	68
3.3.1 Θέρμανση με μικροκύματα.....	68
3.3.2 Ωμική θέρμανση.....	69
3.4 Μικροβιακή και ενζυμική αδρανοποίηση.....	70
3.5 Σύγκριση και προοπτικές.....	71
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

- Εικόνα 1 Η παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στην ΕΕ για το 2022 Πηγή : [https://www.clal.it/en/?section=produzioni\\_popolazione](https://www.clal.it/en/?section=produzioni_popolazione) ..... 27
- Εικόνα 2 Η κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος στην ΕΕ για το 2022 Πηγή : [https://www.clal.it/en/?section=produzioni\\_popolazione](https://www.clal.it/en/?section=produzioni_popolazione) ..... 27
- Εικόνα 3 Η αγορά των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος και οι προβλέψεις της Soy milk = γάλα σόγιας, Oat milk = γάλα βρώμης, Coconut milk = γάλα καρύδας, Almond milk = γάλα αμυγδάλου Rice milk = Γάλα ρυζιού Others = άλλο Πηγή : <https://media.licdn.com/> ..... 48

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1 Η σύσταση του αγελαδινού γάλακτος Πηγή : <a href="https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick02/co/ZBO_Brick02_2.html">https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick02/co/ZBO_Brick02_2.html</a> .....	16
Πίνακας 2 Η περιεκτικότητα του αίγειου γάλακτος στα βασικά συστατικά Πηγή : Guo et al., (2003) .....	17
Πίνακας 3 Σύσταση πρόβειο υ γάλακτος Πηγή : Mahapatra et al., (2016).....	18
Πίνακας 4 Η παγκόσμια κατάταξη στην παραγωγή αγελαδινού γάλακτος Πηγή : <a href="https://ruminants.ceva.pro/dairy-industry">https://ruminants.ceva.pro/dairy-industry</a> .....	25
Πίνακας 5 Η χημική σύσταση του καφέ και λευκού ρυζιού Πηγή : USDA (2019).....	40
Πίνακας 6 Παραγωγική διαδικασία και συνθήκες στα υποκατάστατα γάλακτος Πηγή : Aydar et al., (2020).....	51

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Τα φυτικά υποκατάστατα στα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν αποτελέσει μία νέα καινοτομία που εντοπίζεται τα τελευταία χρόνια και η κατανάλωσή τους έχει εξαπλωθεί ευρέως σε όλο τον κόσμο. Η κατανάλωσή τους πραγματοποιείται είτε για λόγους υγείας είτε για λόγους διατροφής και ακολουθήσης ενός πιο υγιεινού τρόπου ζωής.

Η εξέλιξη στον τομέα της παραγωγής υποκατάστατων γαλακτοκομικών προϊόντων έχει οδηγήσει στην παραγωγή προϊόντων με διάφορα χαρακτηριστικά για να καλύψει όλες τις ανάγκες των καταναλωτών. Τόσο οι νέες μέθοδοι όσο και οι διάφορες πρώτες ύλες δίνουν την δυνατότητα παραγωγής υποκατάστατων γαλακτοκομικών προϊόντων με διάφορα χαρακτηριστικά.

Στην παρούσα έρευνα θα μελετηθούν τα φυσικά υποκατάστατα του γάλακτος, οι εφαρμογές καθώς και η πραγματοποίηση καινοτομιών σε γαλακτοκομικά προϊόντα. Συγκεκριμένα θα μελετηθούν τα διάφορα φυσικά υποκατάστατα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή γάλακτος, οι διάφορες εφαρμογές τους και τέλος οι καινοτομίες που αφορούν την παρασκευή τέτοιου είδους γαλακτοκομικών προϊόντων.

**Λέξεις κλειδιά :** φυσικά υποκατάστατα, γαλακτοκομικά, καινοτομίες, εφαρμογές, παραγωγική διαδικασία

## **ABSTRACT**

Plant-based substitutes in dairy products have been a new innovation identified in recent years and their consumption has spread widely around the world. They are consumed either for health reasons or for the sake of nutrition and a healthier lifestyle.

The development in the field of dairy substitute production has led to the production of products with various characteristics to meet all the needs of consumers. Both new methods and different raw materials make it possible to produce dairy substitutes with different characteristics.

In this research, natural milk substitutes, applications as well as realization of innovations in dairy products will be studied. Specifically, the various natural substitutes which can be used for the preparation of milk, their various applications and finally the innovations related to the preparation of such dairy products will be studied.

**Keywords:** natural substitutes, dairy products, innovations, applications, production process



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τους αρχαίους χρόνους τα γαλακτοκομικά έχουν αποτελέσει βασικά συστατικά της ανθρώπινης διατροφής. Αποτελούν πηγή θρεπτικών συστατικών, καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος των καθημερινών ενεργειακών αναγκών. Όμως σε αρκετές περιπτώσεις έχουν συνδεθεί με αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία και το περιβάλλον και δεν μπορούν να καταναλωθούν από μία μεγάλη μερίδα των καταναλωτών για πολλούς λόγους που σχετίζονται κυρίως με αλλεργίες και αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Τα τελευταία χρόνια ο τομέας των τροφίμων έχει υποστεί μία τεράστια μεταβολή γεγονός που οφείλεται στην στροφή των καταναλωτών προς εναλλακτικά τρόφιμα καθώς και τρόφιμα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Καθώς τα παραδοσιακά γαλακτοκομικά προϊόντα τείνουν να αντικατασταθούν, έχουν αναδυθεί διάφορα νέα προϊόντα υποκατάστατα γαλακτοκομικών. Αυτή η αντικατάσταση έχει αποτελέσει απόρροια της ανάγκης για προάσπιση της υγείας και η ανάγκη για περιβαλλοντικής βιωσιμότητα των προϊόντων.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας καθώς και τις μεταβολές των αναγκών των καταναλωτών η βιομηχανία τροφίμων πρέπει να ακολουθήσει και να βρει λύσεις στο να παρέχει τρόφιμα υγιεινά και ασφαλή που να καλύπτουν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες των καταναλωτών. Βέβαια το επίκεντρο παραμένει το κατά πόσον τα τρόφιμα είναι θρεπτικά και να παρέχουν βιταμίνες και θρεπτικά συστατικά.

Η παρούσα έρευνα έχει σαν στόχο να εμβαθύνει στα φυτικά υποκατάστατα του γάλακτος, εξετάζοντας τις διάφορες πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τις εφαρμογές καθώς και τις καινοτομίες στα γαλακτοκομικά προϊόντα που μπορούν να πραγματοποιηθούν.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα μελετηθούν το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα γενικά. Συγκεκριμένα, θα αναφερθεί ο ορισμός του γάλακτος καθώς και η ιστορία παραγωγής, επεξεργασίας και κατανάλωσής του. Επιπλέον θα αναφερθούν τα διάφορα είδη γαλακτοκομικών που είναι διαθέσιμα, η σημασία τους για την ανθρώπινη διατροφή και την ανθρώπινη υγεία και τέλος η υφιστάμενη κατάσταση αναφορικά με την παραγωγή καθώς και την κατανάλωσή τους σε παγκόσμιο κι εγχώριο επίπεδο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά σχετικά με τα διάφορα φυτικά υποκατάστατα του γάλακτος. Συγκεκριμένα, θα αναφερθεί η ανάγκη για παρουσία διαφόρων φυσικών υποκατάστατων γάλακτος και οι διάφορες φυτικές πρώτες ύλες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, θα συγκριθούν με τα συμβατικά γαλακτοκομικά, θα αναφερθούν τα οφέλη τους για την υγεία και τέλος η υφιστάμενη κατάσταση αναφορικά με την αφορά των φυτικών γαλακτοκομικών.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθούν οι διάφορες καινοτομίες που εντοπίζονται. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούν οι καινοτομίες στην παραγωγική διαδικασία, οι μη θερμικές μέθοδοι επεξεργασία που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια και τα οφέλη τους καθώς και οι διάφορες θερμικές μέθοδοι επεξεργασία που εντοπίζονται και οι καινοτομίες σε αυτές. Τέλος θα αναφερθεί η εφαρμογή της μικροβιακής κι ενζυμικής αδρανοποίηση, οι διάφορες τεχνολογικές πτυχές στην παραγωγή υποκατάστατων γάλακτος φυτικής προέλευσης καθώς και η σύγκριση μεταξύ των μεθόδων και οι προοπτικές τους στο μέλλον και σε βάθος χρόνου.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Το γάλα και τα γαλακτοκομικά

---

### 1.1 Ορισμός – τι είναι

Το γάλα αποτελεί το λευκό ή υποκίτρινο θρεπτικό υγρό που εκκρίνεται από τους μαστούς των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου, και αποτελεί την κύρια τροφή των νεογέννητων. Πιο συγκεκριμένα, το γάλα αναφέρεται στο βιολογικό υγρό που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών για τη διατροφή των ανοσολογικά ανώριμων νεογνών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου εντατικής ανάπτυξης και εξέλιξης (Γκαλιτσοπούλου, 2006).

Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει τις εκκρίσεις του μαστού από διάφορα είδη θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένων των αγελάδων, των κατσικιών, των προβάτων και ακόμη και των ανθρώπων. Το γάλα αποτελεί πλήρη πηγή διατροφής για τα νεογέννητα, παρέχοντας βασικά μακροθρεπτικά συστατικά, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη, καθώς και βιταμίνες, μέταλλα και βιοδραστικές ενώσεις που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και την εξέλιξη (Γκαλιτσοπούλου, 2006).

Σύμφωνα με τον ελληνικό νόμο για τα τρόφιμα και τα ποτά (1998), το γάλα ορίζεται ως : "Το γάλα είναι ένα μη γαλακτοκομικό προϊόν που λαμβάνεται από την πλήρη και συνεχή έκφραση του γάλακτος υγιών θηλαζόντων ζώων που ζουν και τρέφονται υπό υγιείς συνθήκες".

Σύμφωνα με τον FAO/WHO (1973) : "Γάλα είναι η φυσιολογική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται μετά από μία ή δύο αρμέξεις χωρίς προσθήκες ή αφαιρέσεις και προορίζεται για κατανάλωση ή περαιτέρω επεξεργασία σε υγρή μορφή".

Το γάλα αποτελεί εξαιρετική τροφή για τα νεογέννητα θηλαστικά, διότι αποτελεί μία πηγή ποικίλων μικρο-θρεπτικών συστατικών, βιταμινών και βιοδραστικών συστατικών. Το γάλα που εκκρίνεται στην αρχή της γαλουχίας ονομάζεται πρωτόγαλα και η σύνθεσή του διαφέρει από το συνηθισμένο γάλα, επειδή περιέχει αντισώματα που ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και μειώνουν τον κίνδυνο διαφόρων ασθενειών (Godden et al., 2008).

Το γάλα σαν ουσία δεν είναι ομοιογενής και αποτελεί μείγμα διαφόρων οργανικών ουσιών, τα κύρια συστατικά των οποίων είναι το νερό, τα λίπη, οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα ένζυμα, τα άλατα και οι βιταμίνες. Ορισμένα συστατικά, όπως το

λίπος, μπορούν να διαχωριστούν μηχανικά από το υπόλοιπο γάλα. Η σύνθεση του γάλακτος ποικίλλει από ζώο σε ζώο, αλλά μπορεί να ποικίλλει και μέσα στο ίδιο το ζώο, ανάλογα με την τροφή που καταναλώνεται ή την ώρα συλλογής.

Διατροφικά, η σύνθεση του γάλακτος ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων ειδών θηλαστικών, ανάλογα με παράγοντες όπως η προσαρμογή στο είδος, η διατροφή και η γενετική σύσταση. Ωστόσο, όλα τα γάλατα θηλαστικών περιέχουν κύρια συστατικά, όπως λακτόζη (σάκχαρο γάλακτος), πρωτεΐνες καζεΐνης και ορού γάλακτος, λιπίδια (λίπη), βιταμίνες (π.χ. βιταμίνες A, D και B) και μέταλλα (π.χ. ασβέστιο, φώσφορος) (Butler et al., 2011).

Το γάλα, από την άλλη πλευρά, εμπίπτει στην ευρύτερη κατηγορία των γαλακτοκομικών προϊόντων. Σε αυτά περιλαμβάνεται ένα ευρύ φάσμα προϊόντων όπως το τυρί, το γιαούρτι, το βούτυρο, η κρέμα γάλακτος και το παγωτό, όπου το γάλα υφίσταται ποικίλες μεθόδους επεξεργασίας και μετατρέπεται σε διαφορετικές υφές, γεύσεις και σχήματα. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στις μαγειρικές παραδόσεις σε όλο τον κόσμο, καθώς χρησιμοποιούνται ως συστατικά, καρυκεύματα και μεμονωμένα πιάτα σε πολλούς πολιτισμούς και κουζίνες (Butler et al., 2011).

Από νομοθετικής σκοπιάς, οι ορισμοί και τα πρότυπα για το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη δικαιοδοσία και τους νομοθετικούς φορείς. Σε πολλές χώρες, τα γαλακτοκομικά προϊόντα υπόκεινται σε αυστηρά μέτρα ποιοτικού ελέγχου και απαιτήσεις επισήμανσης για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της διαφάνειας των καταναλωτών. Τα πρότυπα αυτά συχνά καθορίζουν παραμέτρους όπως η περιεκτικότητα σε λιπαρά του γάλακτος, ο αριθμός των βακτηρίων και τα επιτρεπόμενα πρόσθετα, τα οποία επηρεάζουν την ταξινόμηση και την επισήμανση των γαλακτοκομικών προϊόντων που διατίθενται στην αγορά (Visioli & Strata, 2014).

Τα περισσότερα γαλακτοκομικά προϊόντα προέρχονται από αγελαδινό γάλα, ενώ μικρότερες ποσότητες προέρχονται από πρόβειο και κατσικίσιο γάλα. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε υγρασία είναι 80-90%, γεγονός που το καθιστά ευάλωτο σε δυσμενή μικροβιακή ανάπτυξη και επακόλουθη αλλοίωση του προϊόντος. Για την πρόληψη αυτών των προβλημάτων και την παράταση της διάρκειας ζωής, το γάλα υφίσταται επεξεργασία για τη δημιουργία μιας ποικιλίας προϊόντων, όπως

παγωτό, τυρί, σκόνη γάλακτος, γιαούρτι, βούτυρο, λακτόζη και αποξηραμένο γάλα (που ονομάζεται επίσης βούτυρο). Η μέθοδος διαχωρισμού, η φυγοκέντρωση, δίνει την δυνατότητα διαχωρισμού του γάλακτος σε δύο μέρη: την κρέμα γάλακτος και το αποβουτυρωμένο γάλα. Η μέθοδος αυτή συγκεντρώνει το λίπος στη φάση της κρέμας του γάλακτος, αφήνοντας πολύ λιγότερο λίπος στη φάση του αποβουτυρωμένου ή ημι-αποβουτυρωμένου γάλακτος (Visioli & Strata, 2014).

Το γάλα μπορεί να επεξεργαστεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων με διάφορα χαρακτηριστικά. Η διαφορά μεταξύ του γάλακτος και των γαλακτοκομικών έγκειται στην παραγωγική διαδικασία κι επεξεργασία. Το γάλα είναι το ακατέργαστο, μη επεξεργασμένο υγρό που λαμβάνεται απευθείας από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών και περιλαμβάνει τα επεξεργασμένα παράγωγα και υποπροϊόντα που λαμβάνονται από το γάλα με μεθόδους όπως η παστερίωση, η ομογενοποίηση, η ζύμωση και η ωρίμανση (Visioli & Strata, 2014).

## **1.2 Ιστορικά στοιχεία**

Η ιστορία του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων καλύπτει χιλιάδες χρόνια και περιλαμβάνει μια ποικιλία πολιτιστικών πρακτικών, τεχνολογικών καινοτομιών και κοινωνικοοικονομικών δυναμικών που διαμόρφωσαν τις ανθρώπινες δίαιτες και κοινωνίες σε όλο τον κόσμο. Από την εξημέρωση των ζώων έως τη βιομηχανοποίηση της παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων, η ιστορία του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων ξεδιπλώνεται ως απόδειξη της ανθρώπινης εφευρετικότητας, ανθεκτικότητας και προσαρμοστικότητας σε διάφορες περιοχές κι εποχές (Beja-Pereira et al., 2006).

Η προέλευση της κατανάλωσης γάλακτος χρονολογείται από την αυγή του ανθρώπινου πολιτισμού. Τα στοιχεία για την παραγωγή γάλακτος χρονολογούνται από τη νεολιθική περίοδο, πριν από περίπου 10.000 χρόνια. Καθώς οι πρώτοι άνθρωποι εξελίχθηκαν από έναν νομαδικό τρόπο ζωής κυνηγών - τροφοσυλλεκτών σε μια καθιστική γεωργική κοινωνία, η εξημέρωση ζώων όπως οι αγελάδες, οι κατσίκες, τα πρόβατα και οι καμήλες παρείχε μια αξιόπιστη πηγή πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά γάλακτος, μια πηγή τροφής πλήρης και αρκετά εύχρηστη για την επιβίωση. Από την Νοτιοδυτική Ασία τα γαλακτοπαραγωγα θηλαστικά εξαπλώθηκαν στην Ευρώπη το 7.000-5.500 π.Χ. (Beja-Pereira et al., 2006).

Αυστηρά μιλώντας, όλα τα θηλαστικά παράγουν γάλα και πάνω από 2.000 είδη παράγουν γάλα. Ωστόσο, οι άνθρωποι έχουν εξημερώσει ορισμένα ζώα για να καλύψουν τις διατροφικές τους ανάγκες. Η επιλογή του ανθρώπου να εξημερώσει γαλακτοπαραγωγά ζώα καθορίστηκε από διάφορους παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα των ζώων, η ευκολία άμελης τους και οι οργανοληπτικές ιδιότητες του γάλακτος. Τα ζώα ταξινομήθηκαν ανάλογα με τις ικανότητες παραγωγής γάλακτος και συλλογής γάλακτος, ανάλογα με το μέγεθος και τη θέση των μαστών και των θηλών, την ικανότητά τους να αποθηκεύουν γάλα στις θηλές και την ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

Από τα διάφορα γαλακτοπαραγωγά θηλαστικά, οι αίγες και πρόβατα αποτέλεσαν τα πρώτα εκτρεφόμενα γαλακτοπαραγωγά είδη ενώ στη συνέχεια εκτράφηκαν τα βοοειδή και άλλα γαλακτοπαραγωγά είδη, με τις αγελάδες να αποτελούν το κύριο εκτρεφόμενο γαλακτοπαραγωγό είδος έως και σήμερα.

Στους αρχαίους πολιτισμούς, το γάλα είχε συμβολική και πρακτική σημασία και έπαιξε σημαντικό ρόλο στις θρησκευτικές τελετουργίες, στη μυθολογία και στην καθημερινή διατροφή. Στη Μεσοποταμία, την Αίγυπτο και την Κοιλιάδα του Ινδού, το γάλα λατρευόταν ως ιερή ουσία που συνδεόταν με τη γονιμότητα, την αγνότητα και τη θεία τροφή (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

Κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης, η επιστήμη και η τεχνολογία των γαλακτοκομικών προϊόντων προόδευσαν, καθώς αναπτύχθηκαν οι εμπορικοί δρόμοι και οι γεωργικές γνώσεις ανταλλάχθηκαν σε όλη την Ευρώπη. Η εφεύρεση της τυπογραφίας συνέβαλε στην ευρεία διάδοση πραγματειών και εγχειριδίων για την κτηνοτροφία, την κτηνιατρική και τη γαλακτοκομία και έθεσε τα θεμέλια για τις σύγχρονες γεωργικές πρακτικές.

Η Βιομηχανική Επανάσταση του 18ου και 19ου αιώνα εγκαινίασε μια εποχή μετασχηματισμού που χαρακτηρίστηκε από τη μηχανοποίηση, την αστικοποίηση και τις επιστημονικές καινοτομίες στην παραγωγή και την επεξεργασία γαλακτοκομικών προϊόντων. Η εφεύρεση της ατμομηχανής, της ψύξης και της παστερίωσης έφερε επανάσταση στη γαλακτοβιομηχανία, επιτρέποντας τη μαζική παραγωγή, διανομή και αποθήκευση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων σε πρωτοφανή κλίμακα. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η αστικοποίηση και η αύξηση του πληθυσμού τόνωσαν τη ζήτηση για γαλακτοκομικά προϊόντα, οδηγώντας στη δημιουργία μεγάλων

γαλακτοκομικών εκμεταλλεύσεων και μονάδων επεξεργασίας στις βιομηχανικές πόλεις. Η παστερίωση, μια διαδικασία που αναπτύχθηκε από τον Λουί Παστέρ τη δεκαετία του 1860, παρέτεινε τη διάρκεια ζωής του γάλακτος και μείωσε τον κίνδυνο μικροβιακής μόλυνσης, καθιστώντας το γάλα ασφαλές για τους κατοίκους των πόλεων (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

Η ίδρυση γαλακτοκομικών συνεταιρισμών και εμπορικών ενώσεων στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα επέτρεψε στους αγρότες να συγκεντρώσουν πόρους, να διαπραγματευτούν τιμές και να εισέλθουν σε νέες αγορές. Η ανάπτυξη των ψυκτικών μεταφορών και της εφοδιαστικής ψυκτικής αλυσίδας διευκόλυνε το παγκόσμιο εμπόριο γαλακτοκομικών προϊόντων, επιτρέποντας την εξαγωγή γάλακτος, τυριού και βουτύρου σε αγορές σε όλο τον κόσμο. Η γαλακτοκομία έχει γίνει όλο και περισσότερο βιομηχανοποιημένη και εξειδικευμένη, με επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας να κυριαρχούν στο τοπίο και να χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες για τη διαχείριση των ζώων, την παραγωγή και την επεξεργασία του γάλακτος (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

Παρά την ιστορική και πολιτιστική της σημασία, η γαλακτοβιομηχανία αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις και αντιπαραθέσεις τον 21ο αιώνα, από υγειονομικές και περιβαλλοντικές ανησυχίες έως την καλή διαβίωση των ζώων και ηθικές εκτιμήσεις. Η αύξηση της δυσανεξίας στη λακτόζη και των αλλεργιών στο γάλα έχει οδηγήσει τους καταναλωτές στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών γάλακτος, όπως η σόγια, το αμύγδαλο, η βρώμη και η καρύδα, που προσφέρουν vegan επιλογές χωρίς λακτόζη. Επιπλέον, καθώς αυξάνονται οι ανησυχίες για την κλιματική αλλαγή και τη βιώσιμη γεωργία, εξετάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των γαλακτοκομικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, της χρήσης νερού και της υποβάθμισης της γης. Οι προσπάθειες για την προώθηση πρακτικών βιολογικής γεωργίας, τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τη βελτίωση των προτύπων καλής μεταχείρισης των ζώων έχουν αναδειχθεί σε προτεραιότητες για τους παραγωγούς γαλακτοκομικών προϊόντων, τους φορείς χάραξης πολιτικής και τους καταναλωτές (Wijesinha-Bettoni & Burlingame, 2013).

### 1.3 Είδη γάλακτος

Από την αρχαιότητα έως και σήμερα εντοπίζεται μία πληθώρα ειδών γάλακτος εκ των οποίων το πρόβειο γάλα ήταν το πρώτο που καταναλώθηκε όμως το αγελαδινό γάλα είναι το κύριο είδος γάλακτος που καταναλώνεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή γαλακτοκομικών.

#### ➤ Αγελαδινό γάλα

Οι αγελάδες, συγκεκριμένα οι *Bos Taurus*, είναι το κύριο γαλακτοπαραγωγό είδος στη βιομηχανία γαλακτοκομικών. Σχεδόν το 90% του παραγόμενου γάλακτος προέρχεται από αγελάδες, οι οποίες παράγουν γαλακτοκομικά προϊόντα όπως βούτυρο, γιαούρτι και κεφίρ (Lindmark Mansson, 2008).

**Πίνακας 1 Η σύσταση του αγελαδινού γάλακτος Πηγή : [https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks\\_modules/brick02/co/ZBO\\_Brick02\\_2.html](https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick02/co/ZBO_Brick02_2.html)**

	Διακυμάνσεις	Συνήθεις τιμές
	(%)	(%)
Νερό	85.5 – 89.5	87.0
Συνολικά στερεά	10.5 – 14.5	13.0
Λιπαρά	2.5 – 6.0	4.0
Πρωτεΐνες	2.9 – 5.0	3.4
Λακτόζη	3.6 – 5.5	4.8
Μέταλλα	0.6 – 0.9	0.8

Το αγελαδινό γάλα είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή μιας ποικιλίας γαλακτοκομικών προϊόντων και χρησιμοποιείται στην ανάμειξη με άλλα είδη γάλακτος για την ενίσχυση τους. Το λίπος αποτελεί το 3-4% της συνολικής περιεκτικότητας σε στερεά συστατικά, ενώ η πρωτεΐνη και η λακτόζη αποτελούν το 3,5% και το 5% αντίστοιχα. Ωστόσο, η ακαθάριστη χημική σύνθεση του αγελαδινού γάλακτος ποικίλλει ανάλογα με τη φυλή, με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος στα βοοειδή *Bos indicus*. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος από βοοειδή *Bos indicus* μπορεί να φθάσει έως και το 5,5% (Lindmark Mansson, 2008).



### ➤ Γάλα αίγας

Το κατσικίσιο γάλα είναι μια δημοφιλής πηγή ζωικής πρωτεΐνης, ασβεστίου και φωσφόρου σε περιοχές όπως η Μέση Ανατολή, η Νότια Ασία και οι τροπικές χώρες. Χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του αγελαδινού γάλακτος και συνιστάται από τους γιατρούς για αλλεργικές αντιδράσεις. Στην Ελλάδα, το κατσικίσιο γάλα εκτιμάται ιδιαίτερα για τη χρήση του στην παραγωγή φέτας, γιαουρτιού και βουτύρου (Guo et al., 2004).

**Πίνακας 2 Η περιεκτικότητα του αιγείου γάλακτος στα βασικά συστατικά**  
Πηγή : Guo et al., (2003)

	<b>g/100ml</b>
Συνολικά στερεά	12.90
Λιπαρά	4.10
Πρωτεΐνες	3.50
Λακτόζη	4.50
Τέφρα	0.80

Η περιεκτικότητα του κατσικίσιου γάλακτος σε πρωτεΐνες είναι 3,0-3,8%, η οποία είναι υψηλότερη από το αγελαδινό γάλα. Ωστόσο, η χαμηλή περιεκτικότητά του σε καζεΐνη και η υψηλή περιεκτικότητα σε μη πρωτεϊνικό άζωτο έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση σε τυρί και κακή υφή γιαουρτιού. Η περιεκτικότητα σε λακτόζη είναι ελαφρώς χαμηλότερη από το γάλα σε 4,5%. Παράγοντες όπως η φυλή, το μεμονωμένο ζώο, η διατροφή, η απόδοση, ο χρόνος, το στάδιο της γαλακτοπαραγωγής, το περιβάλλον και η διαχείριση επηρεάζουν τη συνολική σύνθεση του γάλακτος. Η περιεκτικότητα σε λίπος είναι το πιο μεταβλητό συστατικό, που κυμαίνεται από 2 έως 8%. Τα λιπίδια στο κατσικίσιο γάλα αποτελούνται κυρίως από τριακυλογλυκερόλες, φωσφολιπίδια, χοληστερόλη και β-καροτένιο, τα οποία δίνουν στο κατσικίσιο γάλα το μοναδικό του χρώμα (Guo et al., 2004).

### ➤ Πρόβειο γάλα

Το πρόβατο, ένα από τα κυριότερα εκτρεφόμενα γαλακτοπαραγωγά ζώα, αποτελεί σημαντική πηγή γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων σε χώρες όπως η Ελλάδα, η Σομαλία, το Μπαγκλαντές, το Ιράκ και το Ιράν. Αντιπροσωπεύουν το 36,5% της

παγκόσμιας παραγωγής γάλακτος από μικρά μηρυκαστικά και είναι δημοφιλή σε ζυμωμένα προϊόντα όπως το τυρί και το γιαούρτι. Σε αυτές τις χώρες, τα αιγοπρόβατα παρέχουν περισσότερο από το μισό ή το ένα τρίτο του συνολικού γάλακτος, καλύπτοντας τις ανάγκες των ανθρώπων σε πρωτεΐνες και ασβέστιο. Το πρόβειο γάλα περιέχει 18,3% ολικά στερεά, 5,2% πρωτεΐνες, 6,0% λίπος, 4,9% λακτόζη και 0,94% τέφρα. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, μέταλλα και λιπίδια και αποτελεί την πλουσιότερη πηγή πρωτεΐνης ορού γάλακτος (1,02 g/100 g) και την υψηλότερη συγκέντρωση καζεΐνης (4,18 g/100 g). Η β-λακτοσφαιρίνη είναι η κύρια πρωτεΐνη ορού γάλακτος στο πρόβειο γάλα και η περιεκτικότητά του σε α-γαλακταλβουμίνη είναι υψηλότερη από εκείνη του βοείου γάλακτος (Mahapatra et al., 2019).

**Πίνακας 3 Σύσταση πρόβειο υ γάλακτος Πηγή : Mahapatra et al., (2016)**

	<b>g/100ml</b>
Συνολικά στερεά	18.50
Λιπαρά	(5.30–9.30) 6.99
Πρωτεΐνες	4.50–6.60
Λακτόζη	3.90–4.90

### ➤ Βουβαλίσιο γάλα

Το βουβάλι, γνωστό και ως βίσωνας, είναι ένα μεγάλο μηρυκαστικό θηλαστικό της οικογένειας των βοοειδών. Ανά έτος παράγονται 102 δις λίτρα και είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου.

Σε σύγκριση με άλλους τύπους γάλακτος, το βουβαλίσιο γάλα έχει περισσότερες πρωτεΐνες, λίπος και μέταλλα από το αγελαδινό γάλα και παρουσιάζει έλλειψη μόνο σε ορισμένους συγκεκριμένους τύπους γαγγλιοσιδίων. Στο γάλα βουβαλιού. Το γάλα βουβαλιού περιέχει 7,6% λίπος, 3,2% καζεΐνη, 4,3% πρωτεΐνη, 4,8% λακτόζη, 0,8% τέφρα και 17,96% ολικά στερεά. Περιέχει λιγότερο νερό από το γάλα και περισσότερα στερεά, λίπος και πρωτεΐνες. Η υψηλή περιεκτικότητά του βουβαλίσιου γάλακτος σε λιπαρά το καθιστά κατάλληλο για επεξεργασία προϊόντων και χρησιμοποιείται κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες για την παραγωγή γκίε, γκίε, μαλακού τυριού, σκληρού τυριού, γάλακτος, γιαουρτιού, βουτύρου και μοτσαρέλας ΠΟΠ. Είναι δημοφιλές στην Ιταλία (Stocco et al., 2016).

## 1.4 Κατηγορίες και είδη γαλακτοκομικών

Γενικότερα εντοπίζονται διάφορες κατηγορίες και είδη γάλακτος και γαλακτοκομικών ανάλογα με την προέλευση του γάλακτος καθώς και την παραγωγική διαδικασία και μεθόδους επεξεργασίας τους.

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα διακρίνονται από εξαιρετικής ποικιλομορφία, σημαντικές διαφορές στην σύνθεση και σύστασή τους. Αρχικά τα γαλακτοκομικά αποτέλεσαν το ζυμούμενο προϊόν του γάλακτος ενώ στη συνέχεια με τους διάφορους πειραματισμούς και την εφαρμογή διαφορετικών παραγωγικών μεθόδων και μικροοργανισμών δημιουργήθηκαν διάφορες κατηγορίες και είδη γαλακτοκομικών προϊόντων (Bourrie et al., 2016).

Τα διαφορετικά είδη γαλακτοκομικών είναι τα εξής :

### ➤ **Βούτυρο**

Το βούτυρο αποτελεί ένα γαλακτοκομικό προϊόν που παρασκευάζεται με την ανάδευση της κρέμας γάλακτος ή του ζυμωμένου γάλακτος για να διαχωριστεί το λίπος του γάλακτος από το βουτυρόγαλα. Το βούτυρο που εξάγεται πλένεται, ζυμώνεται και αλατίζεται (στην περίπτωση του αλατισμένου βουτύρου) για να ληφθεί το τελικό προϊόν. Το βούτυρο έχει μοναδική, κρεμώδη υφή και νόστιμη γεύση, γεγονός που το καθιστά πολύτιμο συστατικό στη μαγειρική, την αρτοποιία και τις μαγειρικές εφαρμογές (Gaucheron, 2011).

### ➤ **Γάλα**

Το γάλα είναι μια σημαντική κατηγορία γαλακτοκομικών προϊόντων και περιλαμβάνει ποικιλίες όπως το αποβουτυρωμένο γάλα, το γάλα χωρίς λιπαρά, το γάλα με χαμηλά λιπαρά και το γάλα χωρίς λακτόζη. Το γάλα από διάφορα θηλαστικά χρησιμοποιείται ως ρόφημα και ευέλικτο συστατικό στη μαγειρική, την αρτοποιία και την παραγωγή ποτών. Το πλήρες γάλα περιέχει διάφορα επίπεδα λίπους (συνήθως περίπου 3 έως 4% ), ενώ από το αποβουτυρωμένο γάλα έχει αφαιρεθεί η περιεκτικότητα σε λίπος. Το γάλα με χαμηλά λιπαρά και το γάλα χωρίς λιπαρά προσφέρει λιγότερα λιπαρά για τους καταναλωτές που έχουν συνείδηση της υγείας τους, ενώ το γάλα χωρίς λακτόζη προσφέρει μια εναλλακτική λύση για όσους έχουν δυσανεξία στη λακτόζη (Bourrie et al., 2016).

### ➤ **Γιαούρτι**

Το γιαούρτι είναι ένα ζυμωμένο γαλακτοκομικό προϊόν που λαμβάνεται συνήθως με βακτηριακή ζύμωση του γάλακτος χρησιμοποιώντας καλλιέργειες όπως ο *Lactobacillus bulgaricus* και ο *Streptococcus thermophilus*. Αυτή η διαδικασία ζύμωσης προσδίδει στο γιαούρτι τη μοναδικά νόστιμη γεύση και την κρεμώδη υφή του, ενώ παράλληλα αυξάνει την περιεκτικότητα σε προβιοτικά που βοηθούν την πέψη. Το γιαούρτι είναι διαθέσιμο σε πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένου του απλού γιαουρτιού, του αρωματισμένου ελληνικού γιαουρτιού (γιαούρτι στραγγισμένο για να αφαιρεθεί η περίσσεια ορού γάλακτος) και του γιαουρτιού χωρίς γαλακτοκομικά από γάλα σόγιας, αμυγδάλου, καρύδας ή βρώμης. Το γιαούρτι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομο σνακ, πρωινό ή ως συστατικό σε άλλα είδη τροφίμων (Hasegawa & Bolling, 2023).

### ➤ **Κρέμα ή κρέμα γάλακτος**

Η κρέμα αποτελεί το γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται κατά την επεξεργασία του γάλακτος και συγκεκριμένα κατά την φυγοκέντρωση του γάλακτος όπου ανέρχεται στην επιφάνεια. Οι ποικιλίες κρέμας ταξινομούνται ανάλογα με την περιεκτικότητα σε λιπαρά: βαριά κρέμα γάλακτος (περιεκτικότητα σε λιπαρά 36-40%), βαριά κρέμα γάλακτος (περιεκτικότητα σε λιπαρά 30-36%), ελαφριά κρέμα γάλακτος (περιεκτικότητα σε λιπαρά 18-30%) και μισή και μισή (περιεκτικότητα σε λιπαρά 10-30%) (Cui et al., 2023).

Η κρέμα γάλακτος είναι βασικό συστατικό σε συνταγές ζαχαροπλαστικής, αρτοσκευάσματα και επιδόρπια, προσθέτοντας πλούτο, υφή και γεύση σε πιάτα από σάλτσες και σούπες μέχρι κέικ και κρέμες.

### ➤ **Τυρί**

Το τυρί είναι μια από τις πιο ποικίλες και αγαπημένες κατηγορίες γαλακτοκομικών προϊόντων, με ποικιλία υφών, γεύσεων και τεχνικών παλαίωσης. Το τυρί, το οποίο παράγεται με την πήξη της πρωτεΐνης του γάλακτος (καζεΐνη) και την απομάκρυνση του ορού γάλακτος, έχει μοναδική γεύση και υφή μέσω πολύπλοκων διαδικασιών ζύμωσης, συμπίεσης και παλαίωσης. Από μαλακά, κρεμώδη τυριά όπως το Brie και το Camembert μέχρι σκληρά, παλαιωμένα τυριά όπως το Cheddar και η παρμεζάνα, το τυρί προσφέρει ατελείωτες γαστρονομικές δυνατότητες για να ανακαλύψετε και να

απολαύσετε. Επιπλέον, τα τυριά μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με την πηγή γάλακτος (αγελαδινό, κατσικίσιο, πρόβειο), την υφή (μαλακό, ημίμαυρο, σκληρό) και τη μέθοδο ωρίμανσης (νέο, παλιό, μπλε) (Abedini et al., 2023).

### ➤ **Ζυμούμενο γάλα**

Το ζυμωμένο γάλα είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται με τη ζύμωση του γάλακτος με καλλιέργειες ωφέλιμων βακτηρίων, συνήθως στελέχη *Lactobacillus* και *Streptococcus*. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, αυτά τα βακτήρια μετατρέπουν το σάκχαρο του γάλακτος, τη λακτόζη, σε γαλακτικό οξύ, δίνοντας στο ζυμωμένο γάλα την πικρή γεύση και την κρεμώδη υφή του. Η διαδικασία αυτή βελτιώνει την πεπτικότητα της λακτόζης και παρατείνει τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Κοινά παραδείγματα ζυμωμένων γαλάτων είναι το γιαούρτι, το κεφίρ και το ζυμωμένο βουτυρόγαλα. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση εκτιμώνται για την περιεκτικότητά τους σε προβιοτικά, τα οποία βελτιώνουν την υγεία του εντέρου και την πέψη, καθιστώντας τα μια δημοφιλή επιλογή για γαστρονομική απόλαυση και διατροφική υγεία (Abi Khalil et al., 2023).

## **1.5 Σημασία κατανάλωσης για την διατροφή και υγεία**

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν εδώ και πολύ καιρό βασικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής σε όλους τους πολιτισμούς και τις περιοχές, παρέχοντας βασικά θρεπτικά συστατικά που συμβάλλουν στη συνολική υγεία και ευεξία. Από την παιδική ηλικία έως την ενηλικίωση, τα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών και στην υποστήριξη της βέλτιστης ανάπτυξης, εξέλιξης και σωματικής λειτουργίας.

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το γάλα, το τυρί, το γιαούρτι και το βούτυρο, είναι πλούσιες πηγές πολλών σημαντικών θρεπτικών συστατικών, όπως ασβέστιο, πρωτεΐνες, βιταμίνες και μέταλλα. Το ασβέστιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ενίσχυση και τη διατήρηση των οστών και των δοντιών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά την παιδική και εφηβική ηλικία, όταν η ανάπτυξη του οστικού ιστού βρίσκεται στο αποκορύφωμά της. Η λήψη αρκετού ασβεστίου μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της οστεοπόρωσης, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε εύθραυστα οστά αργότερα στη ζωή (Abdul-Aziz et al., 2021).

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν επίσης εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας, οι οποίες είναι απαραίτητες για την αποκατάσταση των μυών, την ανάπτυξη και τη συνολική διατήρηση των ιστών. Οι πρωτεΐνες παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην ανοσολογική λειτουργία του οργανισμού, στη σύνθεση ορμονών και στη δραστηριότητα των ενζύμων. Η συμπερίληψη γαλακτοκομικών προϊόντων στη διατροφή σας μπορεί να σας βοηθήσει να διασφαλίσετε ότι λαμβάνετε επαρκείς ποσότητες των απαραίτητων αμινοξέων που χρειάζεστε για βέλτιστη υγεία και απόδοση (Abdul-Aziz et al., 2021).

Εκτός από το ασβέστιο και την πρωτεΐνη, τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν και άλλα σημαντικά θρεπτικά συστατικά, όπως βιταμίνη D, κάλιο, φώσφορο και αρκετές βιταμίνες του συμπλέγματος B. Η βιταμίνη D είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του ασβεστίου και παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των οστών. Το κάλιο συμβάλλει στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και της ισορροπίας των υγρών, ενώ ο φώσφορος εμπλέκεται στο σχηματισμό των οστών και στο μεταβολισμό της ενέργειας. Οι βιταμίνες B που βρίσκονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως η ριβοφλαβίνη, η βιταμίνη B12 και το παντοθενικό οξύ, είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενέργειας, τη λειτουργία του νευρικού συστήματος και το σχηματισμό ερυθρών αιμοσφαιρίων (Abdul-Aziz et al., 2021).

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων είναι ότι συνδέεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη τύπου 2 και του μεταβολικού συνδρόμου. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, ιδίως οι ποικιλίες με χαμηλά λιπαρά και χωρίς λιπαρά, μπορεί να έχουν προστατευτική επίδραση κατά των καρδιακών παθήσεων βελτιώνοντας το προφίλ των λιπιδίων, μειώνοντας τη φλεγμονή και προάγοντας υγιή επίπεδα αρτηριακής πίεσης. Επιπλέον, η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων έχει συνδεθεί με τη βελτίωση του ελέγχου του βάρους και της σύστασης του σώματος. Τα πλούσια σε πρωτεΐνες γαλακτοκομικά προϊόντα αυξάνουν τον κορεσμό και μειώνουν τη συνολική πρόσληψη θερμίδων, καθιστώντας τα σημαντικό συστατικό των διαιτών απώλειας βάρους και διατήρησης βάρους. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα άτομα που καταναλώνουν τακτικά γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) και λιγότερο λίπος στην κοιλιά από τα άτομα που καταναλώνουν ελάχιστα ή καθόλου γαλακτοκομικά προϊόντα (Lock, 2011).

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα προσφέρουν μοναδικά οφέλη για την υγεία σε ορισμένα στάδια της ζωής. Για τα νεογνά, το μητρικό γάλα ή η φόρμουλα παρέχει τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για την ανάπτυξη και την εξέλιξη, όπως ασβέστιο, πρωτεΐνες και βιταμίνες. Καθώς το μωρό σας μεταβαίνει στις στερεές τροφές, τα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το γιαούρτι και το τυρί μπορούν να αποτελέσουν θρεπτικές επιλογές για την κάλυψη των αυξανόμενων ενεργειακών και διατροφικών αναγκών του (Abdul-Aziz et al., 2021).

Η επαρκής πρόσληψη ασβεστίου κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και του θηλασμού είναι ακόμη πιο σημαντική για τη στήριξη της ανάπτυξης των οστών του εμβρύου και της υγείας των οστών της μητέρας. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν επαρκή πηγή ασβεστίου, πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών συστατικών που απαιτούνται κατά τη διάρκεια αυτής της σημαντικής περιόδου. Η συμπερίληψη του γάλακτος στη διατροφή της μητέρας μπορεί να βοηθήσει στην κάλυψη των υψηλών διατροφικών απαιτήσεων και να υποστηρίξει τη βέλτιστη έκβαση της εγκυμοσύνης (Lock, 2011).

Με το πέρασ των ετών, η διατήρηση της υγείας των οστών γίνεται όλο και πιο σημαντική για την πρόληψη των καταγμάτων και της οστεοπόρωσης. Η προσθήκη γαλακτοκομικών προϊόντων στη διατροφή μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας και στη μείωση του κινδύνου καταγμάτων που σχετίζονται με την οστεοπόρωση στους ηλικιωμένους. Ο συνδυασμός ασβεστίου, πρωτεΐνης και βιταμίνης D στα γαλακτοκομικά προϊόντα βοηθά στην υποστήριξη της οστικής αναγέννησης και στη μείωση της οστικής απώλειας λόγω γήρανσης (Abdul-Aziz et al., 2021).

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα προσφέρουν πολλά οφέλη για την υγεία, αλλά είναι σημαντικό να λαμβάνετε υπόψη τις ατομικές διατροφικές προτιμήσεις, τις δυσανεξίες και τις αλλεργίες για να κάνετε τη σωστή επιλογή. Ορισμένοι άνθρωποι μπορεί να έχουν δυσανεξία στη λακτόζη ή αλλεργία στις πρωτεΐνες του γάλακτος και χρειάζονται εναλλακτικές πηγές ασβεστίου και άλλων θρεπτικών συστατικών. Ευτυχώς, υπάρχουν πολλές επιλογές χωρίς γαλακτοκομικά που μπορούν να καλύψουν τις διατροφικές ανάγκες των ατόμων με περιορισμούς στα γαλακτοκομικά, όπως τα εμπλουτισμένα γάλατα φυτικής προέλευσης, το τόφου, τα φυλλώδη λαχανικά και τα εμπλουτισμένα δημητριακά.

Έτσι, τα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της συνολικής υγείας και ευεξίας καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Η κατανάλωση γάλακτος από την παιδική ηλικία έως την ενηλικίωση παρέχει σημαντικά θρεπτικά συστατικά που υποστηρίζουν την υγεία των οστών, τη λειτουργία των μυών, την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και την πρόληψη ασθενειών. Συμπεριλαμβάνοντας τα γαλακτοκομικά προϊόντα σε μια ισορροπημένη διατροφή, οι άνθρωποι μπορούν να απολαμβάνουν μια ποικιλία θρεπτικών συστατικών και ωφελειών για την υγεία που συμβάλλουν σε μια υγιή και δραστήρια ζωή.

## **1.6 Υφιστάμενη κατάσταση παραγωγής και κατανάλωσης**

Η παραγωγή και η κατανάλωση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων αποτελεί σημαντική συνιστώσα της παγκόσμιας γεωργικής οικονομίας. Η γαλακτοκομική βιομηχανία περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων, όπως γάλα, τυρί, γιαούρτι, βούτυρο και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα οποία καταναλώνονται παγκοσμίως για τη διατροφική τους αξία και την ικανότητα ευρείας χρήσης τους.

Η παγκόσμια βιομηχανία γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων είναι σημαντική, επειδή τα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης επηρεάζονται από παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, τα επίπεδα εισοδήματος, οι διατροφικές προτιμήσεις και οι τεχνολογικές εξελίξεις. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος αυξήθηκε σταθερά με την πάροδο των ετών για να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση. Η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται το 2022 λόγω της επέκτασης των γαλακτοκομικών εκμεταλλεύσεων, της υιοθέτησης σύγχρονων γεωργικών πρακτικών και των βελτιώσεων στη γενετική και τη διατροφή των ζώων. Περιφέρειες όπως η Ασία, η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική συμβάλλουν σημαντικά στην παγκόσμια παραγωγή γάλακτος, ενώ χώρες όπως η Ινδία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Κίνα και η Ευρωπαϊκή Ένωση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Ωστόσο, η παγκόσμια αγορά γαλακτοκομικών προϊόντων υπόκειται σε αστάθεια και διακυμάνσεις των τιμών λόγω παραγόντων όπως οι καιρικές συνθήκες, το κόστος των εισροών, οι εμπορικές πολιτικές και η ζήτηση των καταναλωτών. Τα τελευταία χρόνια, η γαλακτοβιομηχανία έχει γίνει μάρτυρας μεταβαλλόμενων καταναλωτικών προτύπων, αυξημένου ενδιαφέροντος για εναλλακτικές λύσεις γαλακτοκομικών προϊόντων



φυτικής προέλευσης και ανησυχιών σχετικά με τη βιωσιμότητα και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος το 2023 αναμένεται να ανέλθει σε 944 εκατομμύρια τόνους, σημειώνοντας αύξηση 0,9% σε σχέση με το 2022. Ωστόσο, πρόκειται για το δεύτερο συνεχές έτος επιβράδυνσης της ανάπτυξης, καθώς η παραγωγή γάλακτος αναμένεται να μειωθεί σημαντικά στη Νότια Αμερική, την Αφρική, την Ευρώπη και την Ωκεανία. Διακόπτει την παραγωγή γάλακτος στη Νότια Αμερική, την Αφρική, την Ευρώπη και την Ωκεανία (<https://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>).

Το 2023 παρουσιάστηκε αύξηση στην ζήτηση εισαγωγών από την Κεντρική Αμερική, τη Βόρεια Αφρική, τη Μέση Ανατολή και τη Νοτιοανατολική Ασία. Αυτό θα αντισταθμιστεί από τη μείωση των εισαγωγών από την Κίνα, την Ευρωπαϊκή Ένωση και τη Μαλαισία. Οι αυξανόμενες εγχώριες αποστολές και τα μεγάλα αποθέματα, ιδίως γάλακτος σε σκόνη, ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της αναμενόμενης μείωσης των εισαγωγών στην Κίνα. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, οι δύσκολες οικονομικές συνθήκες, η υποτίμηση του νομίσματος και η περιορισμένη διαθεσιμότητα συναλλάγματος μπορούν να περιορίσουν τις αγορές εισαγωγών. Η μείωση αυτή αναμένεται να αντισταθμιστεί εν μέρει από τις αυξημένες εισαγωγές από διάφορες χώρες, ιδίως από την Αλγερία, το Μεξικό, την Αυστραλία και την Ινδονησία, λόγω της αυξημένης ζήτησης για επεξεργασία τροφίμων που ξεπερνά την εγχώρια προσφορά.

**Πίνακας 4 Η παγκόσμια κατάταξη στην παραγωγή αγελαδινού γάλακτος Πηγή :**  
<https://ruminants.ceva.pro/dairy-industry>

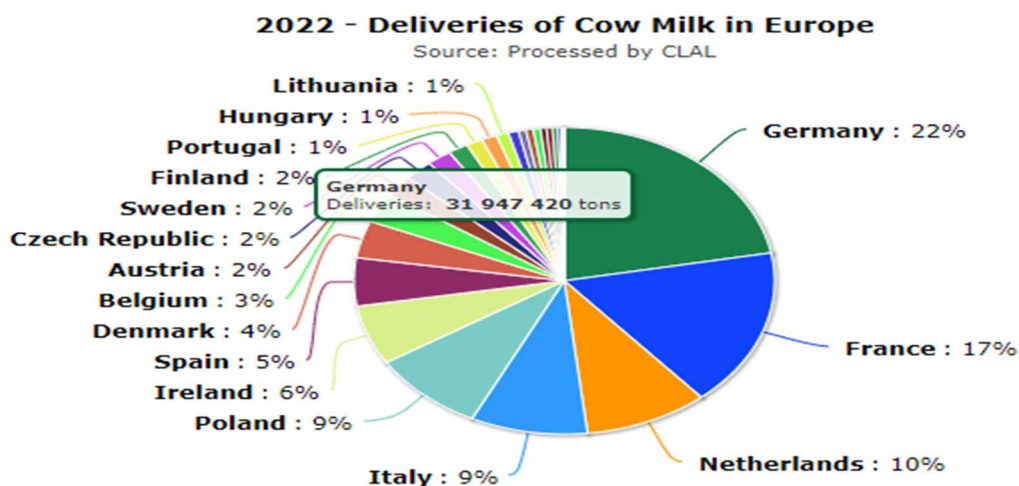
<b>Θέση</b>	<b>Χώρα</b>	<b>Παραγόμενη ποσότητα γάλακτος (εκατομμύρια τόνοι)</b>	<b>Αριθμός γαλακτοπαραγωγών αγελάδων (εκατομμύρια τόνοι)</b>
1	India	108.3	57.6
2	USA	102.6	9.4
3	China	36.8	6.2

4	Brazil	32.5	15.9
5	Germany	32.5	3.8
6	Russia	32.1	6.5
7	France	24.8	3.3
8	Pakistan	22.2	15.2
9	New Zealand	21.9	4.8
10	Turkey	21.4	6.5

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς και καταναλωτές γαλακτοκομικών προϊόντων παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένων του γάλακτος, του τυριού, του γιαουρτιού, του βουτύρου και της κρέμας γάλακτος. Η παραγωγή γάλακτος αποτελεί σημαντικό τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), υποστηρίζοντας τους αγροτικούς πληθυσμούς και τις πολιτιστικές παραδόσεις των κρατών μελών.

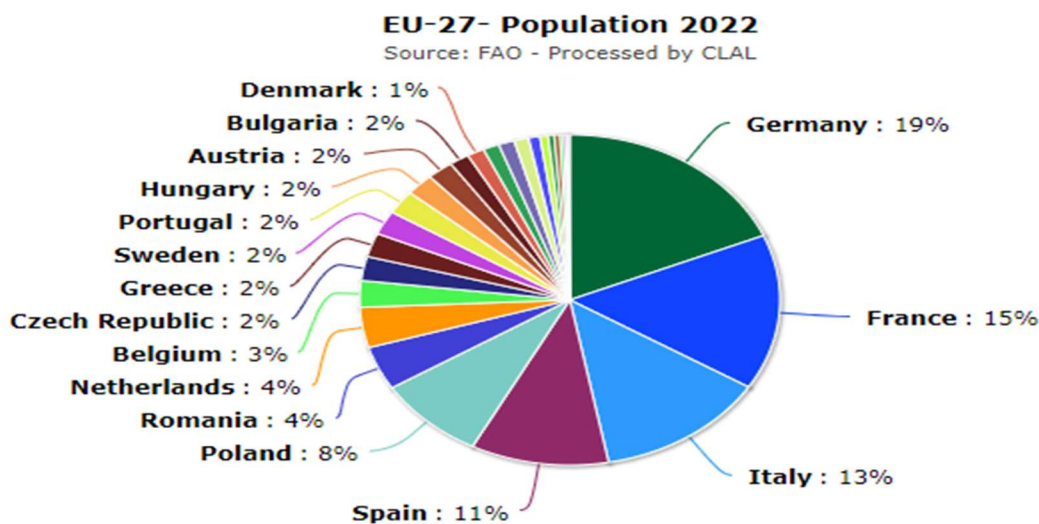
Η παραγωγή γάλακτος στην ΕΕ αναμένεται να παραμείνει σταθερή το 2022, χάρη στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΓΠ) και τις προόδους στην τεχνολογία γαλακτοκομικών προϊόντων. Η ΕΕ εφαρμόζει μια σειρά μέτρων για τη στήριξη των γαλακτοπαραγωγών, τη διασφάλιση της σταθερότητας της αγοράς και την προώθηση της βιωσιμότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Τα καταναλωτικά πρότυπα εντός της ΕΕ διαφέρουν από χώρα σε χώρα και επηρεάζονται από τις πολιτιστικές προτιμήσεις, τις διατροφικές συνήθειες και τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Ορισμένες χώρες της ΕΕ έχουν υψηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση γάλακτος, ενώ άλλες έχουν χαμηλή κατανάλωση ή προτίμηση σε ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ο γαλακτοκομικός κλάδος της ΕΕ αντιμετωπίζει επίσης προκλήσεις, όπως η αστάθεια της αγοράς, οι μεταβαλλόμενες προτιμήσεις των καταναλωτών και οι κανονιστικές μεταρρυθμίσεις. Οι προσπάθειες για την προώθηση της βιωσιμότητας, της καλής μεταχείρισης των ζώων και της καινοτομίας επικεντρώνονται στο μέλλον, την

αποτελεσματικότητα, την ανταγωνιστικότητα και την περιβαλλοντική διαχείριση του γαλακτοκομικού τομέα της ΕΕ.



**Εικόνα 1 Η παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στην ΕΕ για το 2022 Πηγή :**  
[https://www.clal.it/en/?section=produzioni\\_popolazione](https://www.clal.it/en/?section=produzioni_popolazione)

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 1 η κύρια ευρωπαϊκή χώρα που παράγει γάλα είναι η Γερμανία και ακολουθείται από την Γαλλία. Η Ελλάδα καταλαμβάνει ένα ελάχιστο ποσοστό επί του συνόλου.



**Εικόνα 2 Η κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος στην ΕΕ για το 2022 Πηγή :**  
[https://www.clal.it/en/?section=produzioni\\_popolazione](https://www.clal.it/en/?section=produzioni_popolazione)

Στην εικόνα 2 βλέπουμε την κατανάλωση του γάλακτος μεταξύ των χωρών της ΕΕ. Και πάλι το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης καταλαμβάνει η Γερμανία με ποσοστό 19% επί του συνόλου του γάλακτος που παράγεται και ακολουθείται από την Γαλλία με ποσοστό 15%.

Η Ελλάδα έχει πλούσια παράδοση στην παραγωγή και κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μεσογειακή διατροφή και τη γαστρονομική κουλτούρα. Το ελληνικό γιαούρτι, η φέτα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι δημοφιλή στο εσωτερικό και διεθνώς και συμβάλλουν στον αγροτικό τομέα και την οικονομία της Ελλάδας ([https://www.clal.it/en/?section=produzioni\\_popolazione](https://www.clal.it/en/?section=produzioni_popolazione)).

Η γαλακτοκομική παραγωγή στην Ελλάδα αναμένεται να φθάσει τα 2,3 δισ. ευρώ το 2026, αυξημένη κατά 0,2% ετησίως από τα 2,3 δισ. ευρώ το 2021. . Το 2021, κατατάσσεται στη 14η θέση μετά τη Σουηδία, με 2,3 δισ. ευρώ. Η Γερμανία, η Ιταλία και οι Κάτω Χώρες ακολουθούν στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη θέση αντίστοιχα. Οι πωλήσεις γαλακτοκομικών προϊόντων στην Ελλάδα αναμένεται να φθάσουν στα επίπεδα του 2021, στα 2,5 δισ. ευρώ, μέχρι το 2026 με ετήσιο ρυθμό 0%. Από το 2013, η ελληνική αγορά έχει αυξηθεί κατά 2,4% ετησίως. Το 2021, κατατάσσεται στη 14η θέση μετά τη Νορβηγία, με 2,5 δισ. ευρώ. Η Γερμανία, η Ιταλία και η Ολλανδία ακολουθούν στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη θέση αντίστοιχα. Η κατανάλωση γαλακτοκομικών στην Ελλάδα αναμένεται να αυξηθεί κατά 0,3% ετησίως από 1,61 δισ. κιλά το 2020 σε 1,58 δισ. κιλά το 2026. Στη συνέχεια, η ζήτηση μειώθηκε κατά 0,3% σε ετήσια βάση . Η Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιταλία κατέλαβαν τη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη θέση αντίστοιχα.

Όμως ο τομέας γαλακτοπαραγωγής στην Ελλάδα απασχολεί περισσότερους από 350.000 εργαζόμενους, κινδυνεύει πλέον με πλήρη κατάρρευση. Το κόστος ζωοτροφών και ενέργειας έχει διπλασιαστεί από το 2019 και αντιπροσωπεύει πλέον το 85% του κόστους παραγωγής, με το κόστος παραγωγής κατσικίσιου κρέατος και πρόβειου γάλακτος χωρίς το κόστος εργασίας να ανέρχεται πλέον σε περίπου 1,64 ευρώ. Αυτό αναγκάζει πολλούς κτηνοτρόφους να σφάζουν ή να πωλούν τα ζώα τους ή να τα ταΐζουν πολύ λίγο. Ως αποτέλεσμα, η ελληνική παραγωγή αιγοπρόβειου γάλακτος μειώθηκε κατά 1,5% το πρώτο εξάμηνο του 2022 και αναμένεται να μειωθεί περαιτέρω κατά 5% έως το 2023. Οι ελληνικές εξαγωγές προϊόντων ΠΟΠ, όπως η

φέτα, κινδυνεύουν να μειωθούν και η αγροτική έξοδος αυξάνεται. Αναμένεται να επιταχυνθεί. Παράλληλα, οι μεγάλες γαλακτοβιομηχανίες εκμεταλλεύονται την κατάσταση όπου οι παραγωγοί δυσκολεύονται να διατηρήσουν τις τιμές αγοράς στα επίπεδα του κόστους, παρά την αντίστροφη αύξηση των τιμών στα σούπερ μάρκετ.

Η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων είναι σχετικά υψηλή στην Ελλάδα, αντανakλώντας τη σημασία του γάλακτος στην παραδοσιακή ελληνική κουζίνα και τις διατροφικές συνήθειες. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα καταναλώνονται ως αυτόνομα τρόφιμα που προστίθενται σε συνταγές ή ως συνοδευτικό πιάτο σε γεύματα και σνακ. Παρά τις προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής αβεβαιότητας και των μεταβαλλόμενων καταναλωτικών προτιμήσεων, η γαλακτοβιομηχανία της Ελλάδας συνεχίζει να προσαρμόζεται και να καινοτομεί, αξιοποιώντας την πλούσια πολιτιστική κληρονομιά και τη γαστρονομική της εμπειρία. Οι προσπάθειες για την προώθηση των ελληνικών γαλακτοκομικών προϊόντων στο εσωτερικό και στο εξωτερικό συμβάλλουν στη σταθερότητα και την ανάπτυξη του τομέα (<https://www.reportlinker.com/clp/country/15542/726372>).

## **Κεφάλαιο 2ο : Φυτικά υποκατάστατα γάλακτος**

---

### **2.1 Ανάγκη για φυσικά υποκατάστατα γάλακτος**

#### **2.1.1 Δυσανεξία στη λακτόζη**

Η τροφική δυσανεξία ορίζεται ως μια μη ψυχολογική πρόσθετη ή άλλη μη ανοσολογική αντίδραση σε ένα τρόφιμο. Μεταξύ των τροφικών δυσανεξιών, η δυσανεξία στην λακτόζη επηρεάζει περίπου το 75% του παγκόσμιου πληθυσμού. Αποτελεί μία ασθένεια του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου στην οποία ο οργανισμός έχει χαμηλή δραστηριότητα ή καθόλου παραγωγή του ενζύμου λακτάση β-D-γαλακτοσιδάση, το οποίο παρεμποδίζει την πέψη και την απορρόφηση της λακτόζης από τα τρόφιμα (Ugidos-Rodriguez et al., 2018).

Η δυσανεξία στην λακτόζη διακρίνεται από συμπτώματα όπως μετεωρισμός, κοιλιακό άλγος, φούσκωμα, μετεωρισμός, ναυτία, άσθμα, έμετος, δυσκοιλιότητα, υδαρής διάρροια με όξινα κόπρανα, αφυδάτωση, μεταβολική οξέωση και, ανάλογα με

την ένταση και την επιμονή της, μπορεί να οδηγήσει σε υποσιτισμό (Ugidos-Rodriguez et al., 2018).

Η δυσλειτουργία του εντέρου εμφανίζεται όταν η λακτόζη δεν απορροφάται ή δεν αξιοποιείται στο λεπτό έντερο, γεγονός που αυξάνει την τοπική οσμωτική πίεση, τραβώντας νερό και ηλεκτρολύτες στον βλεννογόνο. Αυτή η συσσώρευση προκαλεί εντερική διάταση, επιταχύνοντας τη διέλευση και αυξάνοντας τη δυσαπορρόφηση. Η λακτόζη στη συνέχεια συσσωρεύεται στο παχύ έντερο και υφίσταται ζύμωση από εντερικούς μικροοργανισμούς, παράγοντας οργανικά οξέα μικρής αλυσίδας, όπως οξικό οξύ, λιπαρά οξέα και προπιονικό οξύ, και αέρια, όπως μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Αυτό το αέριο προκαλεί μετεωρισμό, φούσκωμα και κοιλιακό πόνο. Ο σχηματισμός οργανικών οξέων συνοδεύεται από οξίνιση των κοπράνων, με αποτέλεσμα να γίνονται υγρά, προκαλώντας κοιλιακή διάταση και συμφόρηση (Fassio et al., 2018).

Συνήθως η θεραπεία της δυσανεξίας στη λακτόζη είναι μία διατροφή χωρίς λακτόζη, αλλά αυτό συνιστάται μόνο σε περιπτώσεις συγγενούς δυσανεξίας στη λακτόζη και θα πρέπει να αποφεύγεται αν είναι δυνατόν. Αυτό συμβαίνει επειδή μπορεί να οδηγήσει σε διατροφικές απώλειες ασβεστίου, βιταμινών και φωσφόρου και απαιτεί προσεκτική εξέταση, δοσολογία, μπορεί να οδηγήσει στη διάγνωση. Αυτό θα πρέπει να γίνεται για να αποφεύγονται οι περιττές δίαιτες αποκλεισμού του γάλακτος. Ωστόσο τα άτομα με δυσανεξία σε λακτόζη θα πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν λακτόζη και να τα αντικαθιστούν με εναλλακτικές λύσεις χωρίς λακτόζη ή χωρίς γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το φυτικό γάλα (da Silva et al., 2019).

Οι κάψουλες λακτάσης ή οι υγρές μορφές διατίθενται σήμερα στην αγορά για τη μείωση των επιπτώσεων της δυσανεξίας σε λακτόζη. Παρόλο που αυτά τα παρασκευάσματα είναι πιο ακριβά από το υδρολυμένο γάλα, είναι αποτελεσματικά, έχουν καλή γεύση, είναι εύκολα στη χρήση, έχουν λίγες παρενέργειες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα προϊόντα εκτός από το γάλα. Η εξωγενής λακτάση προστίθεται στα τρόφιμα ή στα τρόφιμα που περιέχουν λακτόζη, η οποία μειώνει τα συμπτώματα δυσανεξίας με τη μερική υδρόλυση της διαιτητικής λακτόζης (Mattar & Mazo, 2010).

Το 95% των Ασιατών, το 70% των Αφρικανών, το 53% των ισπανόφωνων και μόνο το 10% των λευκών διακρίνονται από δυσανεξία σε λακτόζη. Ο επιπολασμός αυτής

της παθολογίας είναι 5% στη βορειοανατολική Ευρώπη, 4% στη Δανία, 5% στη Μεγάλη Βρετανία, 1-7% στη Σουηδία, 15% στα άτομα βορειοευρωπαϊκής καταγωγής, 80% στους μαύρους και τους Λατινοαμερικανούς (Mattar & Mazo, 2010).

### **2.1.2 Αλλεργία στις πρωτεΐνες γάλακτος**

Η τροφική αλλεργία είναι μια ανώμαλη αντίδραση σε ένα τρόφιμο ή μέρος των συστατικών του μέσω κατάποσης, εισπνοής ή άλλων μορφών επαφής. Προκαλείται από ανοσολογικές διεργασίες, οι οποίες μπορεί να διαμεσολαβούνται ή όχι από την ανοσοσφαιρίνη IgE, και εκδηλώνεται κλινικά ως ομάδα συμπτωμάτων.

Μια ανώμαλη ανοσολογική απόκριση στην πρωτεΐνη που βρίσκεται στο αγελαδινό γάλα μπορεί να προκύψει από την αλληλεπίδραση ενός ή περισσότερων ανοσολογικών συστημάτων με τις πρωτεΐνες του γάλακτος, οδηγώντας σε ταχείες αντιδράσεις με τη μεσολάβηση IgE. Περισσότερες από 20 πρωτεΐνες που βρίσκονται στο αγελαδινό γάλα έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις- η καζεΐνη και η πρωτεΐνη ορού γάλακτος είναι οι κύριοι υπεύθυνοι (El-Agamy, 2007).

Σε γενικές γραμμές, τα άτομα που είναι αλλεργικά στο ζωικό γάλα αντιδρούν σχεδόν σε κάθε είδος ζωικού γάλακτος. Αυτό συμβαίνει επειδή το γάλα από άλλα είδη θηλαστικών περιέχει κάποιες από αυτές τις πρωτεΐνες. Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι συχνά αποφασίζουν να αντικαταστήσουν το ζωικό γάλα. Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις, όπως τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος (Vojdani et al., 2018).

Τα συμπτώματα της αλλεργίας στο γάλα μπορούν να εμφανιστούν αμέσως ή να εμφανιστούν ώρες ή ημέρες μετά την κατανάλωση γάλακτος. Εντοπίζεται συχνότερα στο γαστρεντερικό σύστημα, εμφανιζόμενο στο 50-75% των περιπτώσεων. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει κοιλιακό άλγος, εμετό και διάρροια. Αναπνευστικά συμπτώματα όπως καταρροή, φτέρνισμα, βήχας και συριγμός διαπιστώθηκαν στο 50% των περιπτώσεων. Μεταξύ 10 και 30 % των ατόμων με αλλεργίες αναπτύσσουν δερματικά συμπτώματα όπως κνησμός, πρήξιμο, εξανθήματα ή κνίδωση. Το αναφυλακτικό σοκ είναι ένα από τα πιο σοβαρά συμπτώματα της αλλεργίας και μπορεί να αποβεί μοιραίο, καθώς εμφανίζεται στο 12% των περιπτώσεων, αλλά μπορεί να είναι το πιο σοβαρό σε σύγκριση με τα άλλα συμπτώματα. Η μόνη θεραπεία της αλλεργίας είναι η αποφυγή του αγελαδινού γάλακτος (El-Agamy, 2007).

### 2.1.3 Το κίνημα του βιγκανισμού

Το θεμελιώδες δόγμα της χορτοφαγίας είναι η αποχή από όλες τις μορφές κόκκινου κρέατος, πουλερικών και ψαριών- ωστόσο, μπορεί κανείς να καταναλώνει ή να μην καταναλώνει ζωικά παράγωγα, αυγά και γάλα. Αυτό το είδος διατροφής έχει γίνει δημοφιλές για διάφορους λόγους: για την υγεία, καθώς βελτιώνει την ποιότητα ζωής και προλαμβάνει τις ασθένειες, για την ηθική, καθώς αντιμετωπίζει ζητήματα δικαιωμάτων των ζώων, και για το περιβάλλον, καθώς η κατανάλωση κρέατος έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της αποψίλωσης των δασών, της ρύπανσης, της υπερβολικής χρήσης νερού και των εκπομπών CO<sub>2</sub> και μεθανίου (Ruby, 2012).

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι χορτοφαγίας, και αυτό που έχουν όλοι κοινό είναι η αποφυγή ζωικών προϊόντων και η κατανάλωση λαχανικών και φυτικών τροφών. Οι διάφορες κατηγορίες τροφίμων είναι οι εξής :

- Vegeterian : δεν καταναλώνει ούτε ένα είδος κρέατος, αλλά λαμβάνει αυγά, γάλα και παράγωγα
- Lacto Vegetarian : Δεν καταναλώνει κρέας ή αυγά, αλλά συνεχίζει να παίρνει γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα
- Ονο -Βεταριανοί : Δεν καταναλώνουν ένα είδος κρέατος ή γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, αλλά συνεχίζουν να παίρνουν αυγά
- Χορτοφάγος : Δεν χρησιμοποιεί προϊόντα που προέρχονται από ζώα ή που τα ζώα έχουν χρησιμοποιήσει προϊόντα που χρησιμοποιούνται με τρόφιμα, ρούχα, καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα στη διαδικασία παραγωγής

Οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά χορτοφάγων είναι οι εξής : Ινδία (38%), Ισραήλ (13%), Ταϊβάν (12%), Ιταλία (10%), Αυστρία (9%), Γερμανία (9%), Μεγάλη Βρετανία (9%), Βραζιλία (8%), Ιρλανδία (6%), Αυστραλία (5%). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο αριθμός των ατόμων που αυτό-προσδιορίζονται ως χορτοφάγοι αυξήθηκε από 1% σε 6% μεταξύ 2014 και 2017, ενώ μια канаδική έρευνα διαπίστωσε ότι το 2,3% του πληθυσμού αυτό-προσδιορίζεται ως χορτοφάγος (Charlebois et of .p., 2018). Η μετάβαση σε μια χορτοφαγική διατροφή είναι συνήθως μια σταδιακή μετάβαση από μια ημι-χορτοφαγική ή γαλακτο-χορτοφαγική διατροφή σε μια χορτοφαγική διατροφή.



## 2.2 Φυτικές πρώτες ύλες

### 2.2.1 Σόγια (Glycine max)

Η σόγια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες σε παγκόσμιο επίπεδο. Χρησιμοποιείται στον τομέα της διατροφής, ενέργειας και παραγωγής ζωοτροφών ενώ αναδύονται και χρήσεις της καλλιέργειας σε άλλους τομείς της βιομηχανίας.

Η σόγια είναι πλούσια σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια. Περιέχει σημαντικές ποσότητες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως το λινολεϊκό οξύ (18:2) και το λινολενικό οξύ (18:3), δεν περιέχει χοληστερόλη και περιέχει σημαντικές ποσότητες βιταμινών και ανόργανων συστατικών. Η πρωτεΐνη σόγιας περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, τα περισσότερα από τα οποία υπάρχουν σε ποσότητες που απαιτούνται από τον άνθρωπο (Bisla et al., 2012).

Τα προϊόντα της σόγιας είναι πλούσια σε φυτοχημικά συστατικά. Τα σημαντικότερα από αυτά τα φυτοχημικά είναι οι σοφλαβόνες, οι σαπωνίνες, το φυτικό οξύ, οι αναστολείς της θρυψίνης, οι φυτοστερόλες, τα φαινολικά οξέα και οι λεκτίνες. Αυτές οι ενώσεις έχουν την ικανότητα να μειώνουν την χοληστερόλη και τον κίνδυνο εμφάνισης ορισμένων τύπων καρκίνου, οστεοπόρωσης και άλλων χρόνιων μη μολυσματικών εκφυλιστικών ασθενειών (Sethi et al., 2016).

Το πρόβλημα με την κατανάλωση σόγιας είναι ότι περιέχει 15 διαφορετικές πρωτεΐνες που μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες και το 14% των ατόμων με αλλεργία στο γάλα έχουν αντίδραση στη σόγια, οπότε οι αλλεργίες είναι σε αρκετές περιπτώσεις αναπόφευκτες.

Η γεύση των ωμών φασολιών προέρχεται από τη δράση της λιποξυγενάσης στα λιπαρά οξέα κατά την άλεση των φασολιών, η οποία κατά την αποσύνθεση παράγει υπεροξειδίο του υδρογόνου, μια πτητική και μη πτητική ένωση που προκαλεί δυσάρεστη γεύση. Για την απομάκρυνση αυτής της δυσάρεστης γεύσης χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως η επεξεργασία σε κενό υψηλής θερμοκρασίας, η οποία απομακρύνει τις περισσότερες πτητικές ενώσεις. η θερμή άλεση και το μπλανσάρισμα σε βραστό νερό για την αδρανοποίηση της λιποξυγενάσης. η εξάλειψη της δυσάρεστης γεύσης με απόσμηση. η προσθήκη τεχνητών ή φυσικών αρωμάτων για την κάλυψη των δυσάρεστων γεύσεων (Sethi et al., 2016).

Η χρήση θερμικής επεξεργασίας για τη διάσπαση, τη μετουσίωση και τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών σόγιας επηρεάζει τη διαλυτότητα των πρωτεϊνών. Η επεξεργασία με την χρήση ηλεκτρονικού παλμικού πεδίου οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με άλλες μεθόδους. Επιπλέον οδηγεί στην παραγωγή γάλακτος με υψηλότερο ιξώδες γεγονός που αντικατοπτρίζει τις διαμοριακές αλληλεπιδράσεις που οφείλονται σε ελκτικές δυνάμεις μεταξύ γειτονικών μετουσιωμένων μορίων μέσω του σχηματισμού ενός ασθενούς μεταβατικού δικτύου. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις οδηγούν σε αύξηση του πραγματικού όγκου, ο οποίος γίνεται πιο άφθονος καθώς αυξάνεται η συσσωμάτωση των πρωτεϊνών και συμβάλλει στην αύξηση του φαινομενικού ιξώδους των χημικών συστημάτων (Sethi et al., 2016).

### **2.2.2 Ρεβίθι (*Cicer arietinum*)**

Το ρεβίθι αποτελεί πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων, ανόργανων συστατικών, βιταμινών και φυτικών ινών και αποτελείται από περίπου 80% πρωτεΐνες και υδατάνθρακες σε ξηρή βάση. Σε σύγκριση με άλλα όσπρια, έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε αντιθρεπτικά συστατικά, καλή πεπτικότητα και υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο (Kishor et al., 2017).

Τα ρεβίθια περιέχουν διαλυτές και αδιάλυτες φυτικές ίνες που συμβάλλουν στη μείωση των επιπέδων ολικής και LDL χοληστερόλης. Σε αυτές περιλαμβάνονται μονοσακχαρίτες (ριβόζη, γλυκόζη, γαλακτόζη και φρουκτόζη), δισακχαρίτες (σακχαρόζη, μαλτόζη), ολιγοσακχαρίτες (σταχυόζη, τσεκεριτόλη, ραφινόζη και βερμπακόζη) και πολυσακχαρίτες (άμυλο). Τα όσπρια περιέχουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολιγοσακχαριτών, οι οποίοι δεν μπορούν να απορροφηθούν ή να υδρολυθούν από το ανθρώπινο πεπτικό σύστημα, αλλά ζυμώνονται από τα εντερικά βακτήρια (Jukanti et al., 2012).

Η βιοδιαθεσιμότητα των πρωτεϊνών στο ρεβίθι είναι υψηλή σε σύγκριση με άλλα όσπρια, αλλά το ρεβίθι είναι γενικά περιορισμένο σε αμινοξέα πλούσια σε θείο, μεθειονίνη και κυστεΐνη. Τα λιπίδια αυτών των οσπρίων είναι πλούσια σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως λινολεϊκό οξύ (18:2) και ελαϊκό οξύ (18:1) (Jukanti et al., 2012).

Επιπλέον, τα ρεβίθια αποτελούν καλή πηγή βιταμινών, όπως η ριβοφλαβίνη, η θειαμίνη, η νιασίνη, το φολικό οξύ και η βιταμίνη Α. Όσον αφορά τα ανόργανα άλατα, είναι πηγή φωσφόρου, μαγνησίου, σιδήρου, καλίου, χαλκού, μαγγανίου, ψευδαργύρου και ασβεστίου. Αν και τα μυρμήγκια έχουν θρεπτική αξία, αυτή μπορεί να μειωθεί ή να εξαλειφθεί με διάφορες μεθόδους παρασκευής (Kishor et al., 2017). Οι τρεις κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θρεπτική ποιότητα των προϊόντων ρεβιθιού είναι ο χρόνος επεξεργασίας, η θερμοκρασία και η υγρασία. Έχει αναφερθεί ότι η επεξεργασία των ρεβιθιών σε θερμοκρασίες άνω των 120°C για περισσότερο από 10 λεπτά προκαλεί σημαντική διάσπαση των πρωτεϊνών (Kishor et al., 2017).

Το υποκατάστατο γάλακτος από ρεβίθια είναι αποτελεσματικό στον έλεγχο της επίμονης διάρροιας, είναι εύγευστο και θεωρείται ευεργετικό για τη διατροφική αποκατάσταση, συμβάλλοντας στη βελτίωση της διατροφικής κατάστασης των καταναλωτών. Τα ρεβίθια χρησιμοποιούνται ως πηγή υδατανθράκων και πρωτεϊνών, καθιστώντας τα προϊόντα από ρεβίθια διαθέσιμα στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου απαιτούνται θρεπτικά τρόφιμα (Kishor et al., 2017).

### **2.2.3 Αρακάς (*Pisum sativum*)**

### **2.2.4 Λούπινο (*Lupinus*)**

### **2.2.5 Καρύδα (*Cocos nucifera*)**

### **2.2.6 Αμύγδαλο (*Prunus dulcis*)**

Το αμύγδαλο αποτελεί επίσης μία πολύ σημαντική πρώτη ύλη για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων εκ των οποίων το γάλα αμυγδάλου είναι το σημαντικότερο.

Τα κύρια συστατικά των αμυγδάλων είναι πρωτεΐνες, λιπίδια, διαλυτά σάκχαρα, μέταλλα και φυτικές ίνες. Τα αμύγδαλα αποτελούνται κυρίως από λιπίδια (35-52%), ακολουθούμενα από πρωτεΐνες (22-25%). Τα λιπίδια είναι κυρίως ακόρεστα λιπαρά οξέα και οι πρωτεΐνες είναι κυρίως απαραίτητα αμινοξέα (Maria, Victoria, 2018). Είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, σελήνιο, κάλιο, ψευδάργυρο, φώσφορο και χαλκό και έχει πρεβιοτικές ιδιότητες λόγω της παρουσίας αραβινόζης (Roncero et al., 2016).

Η κατανάλωση των αμυγδάλων και των προϊόντων τους είναι ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία, ιδίως όσον αφορά το λιπιδαιμικό προφίλ του αίματος και τον κίνδυνο

καρδιαγγειακών παθήσεων. Τα αμύγδαλα είναι ευεργετικά για την εντερική διέλευση, προλαμβάνουν την αναιμία και τον καρκίνο και προστατεύουν από τις ελεύθερες ρίζες, αλλά είναι δυνητικά αλλεργιογόνα σε άτομα που είναι ευαίσθητα σε ορισμένες πρωτεϊνικές ενώσεις. Λόγω του πλούτου σε θρεπτικά συστατικά, τα αμύγδαλα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή φυτικών υποκατάστατων γάλακτος και είναι γνωστά ως υποκατάστατα γάλακτος στην ευρωπαϊκή αγορά (Maria, Victoria, 2018). Αυτό το υποκατάστατο γάλακτος περιέχει ευεργετικές βιοδραστικές ουσίες, όπως αντιοξειδωτικά (φλαβονοειδή, βιταμίνη E και πολυαμίνες), φυτικές ίνες και φυτοστερόλες (Ferragut et al., 2015).

Τα αμύγδαλα αποτελούν εξαιρετική πηγή βιταμίνης E και άλλων αντιοξειδωτικών ουσιών, αλλά τα ροφήματα αμυγδάλου αποτελούνται κυρίως από νερό και επομένως είναι πολύ λιγότερο συμπυκνωμένη πηγή των ευεργετικών θρεπτικών συστατικών που βρίσκονται σε ολόκληρα αμύγδαλα (Cornucopia Institute, 2019).

Η πρωτεΐνη αμυγδάλου είναι απαραίτητη για τη λήψη υδατοδιαλυτών εκχυλισμάτων αμυγδάλου λόγω της γαλακτωματοποιητικής της ικανότητας, αλλά δεν επαρκεί για την παραγωγή φυσικών σταθερών ροφημάτων αμυγδάλου, καθώς απαιτείται η προσθήκη γαλακτωματοποιητών. Η περιεκτικότητα των καρπών αμυγδάλου σε πρωτεΐνη δεν επαρκεί για την παραγωγή ενός φυσικά σταθερού ροφήματος αμυγδάλου και ότι πρέπει να προστεθεί λεκιθίνη, ένας γαλακτωματοποιητής. Τα ροφήματα από γάλα αμυγδάλου περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα ευαίσθητα στην οξειδωτική και υδρολυτική οξύτητα, με αποτέλεσμα να παράγουν off-flavors και ανεπιθύμητες πτητικές ουσίες (Wang et al., 2008).

Καθώς περιέχει διάφορες κολλοειδείς ουσίες, όπως πρωτεΐνες/ολεοσίνες, λιπίδια/λιπίδια, πολυσακχαρίτες, ταννίνες, φυτικά άλατα και διάφορα σύμπλοκά τους, η κολλοειδής διασπορά είναι θερμοδυναμικά ασταθής λόγω της συνένωσης Ostwald και της έψησης και επέρχεται διαχωρισμός φάσεων (Perez-Gonzalez et al., 2015).

Η καλύτερη μέθοδος παραγωγής γάλακτος αμυγδάλου περιλαμβάνει την εκχύλιση με την χρήση υπερήχων καθώς αυξάνει την σταθερότητα του παραγόμενου ροφήματος αμυγδάλου και μειώνει το μέγεθος των σωματιδίων. Τα εμπορικά ροφήματα φυτικής προέλευσης υποβάλλονται σε επεξεργασία μέσω παραδοσιακών θερμικών επεξεργασιών, οι οποίες, στην περίπτωση των υποκατάστατων γάλακτος αμυγδάλου,

μπορεί να οδηγήσουν στην οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων, με αποτέλεσμα μια δυσάρεστη ξινή γεύση (Perez-Gonzalez et al., 2015).

### **2.2.7 Φουντούκι (*Corylus avellana*)**

Τα φουντούκια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία και διατροφή λόγω της περιεκτικότητάς τους σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες, ίνες, φαινολικές ενώσεις, μέταλλα, τοκοφερόλες, φυτοστερόλες και σκουαλένιο (Ermish et al., 2018).

Σύμφωνα με τη σύνθεσή του και τις συστάσεις του FAO, τα φουντούκια έχουν ευνοϊκό προφίλ λιπαρών οξέων και οφέλη για την υγεία. Τα λιπίδια είναι κυρίως τριακυλογλυκερόλες, αλλά περιέχουν πολύ λιγότερες φυτοστερόλες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, φωσφολιπίδια και σφιγγολιπίδια.

Τα φουντούκια περιέχουν τρυπτοφάνη ως το περιοριστικό αμινοξύ. Μπορεί να απουσιάζουν ή να υπάρχουν σε χαμηλά επίπεδα, με τα μη απαραίτητα αμινοξέα να αντιπροσωπεύουν περίπου το 70% των ελεύθερων αμινοξέων. Δεδομένου του διατροφικού τους περιεχομένου και των οφελών τους για την υγεία, οι ξηροί καρποί μπορούν να καταναλωθούν νωποί ή να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά για την παρασκευή άλλων προϊόντων, όπως τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος και οι ζυμώσεις (Ermish et al., 2018).

Η χρήση φυσικών φουντουκιών στην παραγωγή υποκατάστατων γάλακτος τους προσδίδει ένα ιδιαίτερο άρωμα και γεύση. Οι καβουρδισμένοι ξηροί καρποί μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε άλλες γεύσεις (Öztürk et al., 2019).

Η διαδικασία ομογενοποίησης μειώνει την τιμή των καθιζανόντων στερεών (SPS) του υποκατάστατου γάλακτος φουντουκιού και όσο υψηλότερη είναι η τιμή SPS, τόσο χαμηλότερη είναι η σταθερότητα του τελικού προϊόντος. Το υδατοδιαλυτό εκχύλισμα φουντουκιού που ομογενοποιήθηκε στα 150 MPa παρουσίασε υψηλότερες τιμές SPS από το εκχύλισμα που υποβλήθηκε σε επεξεργασία στα 100 MPa. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τη μείωση της διαλυτότητας των πρωτεϊνών μεταξύ 100 και 150 MPa. Τα επεξεργασμένα με υψηλή πίεση ροφήματα γάλακτος φουντουκιού διατήρησαν περισσότερες φυσικοχημικές ιδιότητες και περιεκτικότητα σε αμινοξέα από ότι η θερμική επεξεργασία.

Μία άλλη μέθοδος παραγωγής γάλακτος φουντουκιού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η ταυτόχρονη εφαρμογή θερμότητας και ήχου (TS) , η οποία συνδυάζει θερμότητα και σπηλαιώση (Anaya-Esparza et al., 2017). Η συγκεκριμένη μέθοδος επεξεργασίας των φουντουκιών για παραγωγή φυτικού γάλακτος μπορεί να βελτιώσει τις δομικές ιδιότητες, όπως ο δείκτης καθίζησης και η συνένωση, των ροφημάτων αμυγδάλου κατά τη διάρκεια της διάρκειας ζωής τους σε σύγκριση με τις συμβατικές διεργασίες θέρμανσης (Atalar et al., 2019).

### **2.2.8 Κάσιους (*Anacardium occidentale*)**

Τα καρύδια κάσιους είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, λιπίδια, υδατάνθρακες, φυτικές ίνες, μέταλλα και βιταμίνες. Τα περισσότερα λιπίδια είναι μονο- και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, με κυρίαρχα το ελαϊκό οξύ (18:1) και το λινολεϊκό οξύ (18:2), και συνιστώνται για τον έλεγχο της χοληστερόλης (Amorim et al., 2018).

Λόγω της υπεροχής των ακόρεστων λιπαρών οξέων, τα κάσιους είναι ευαίσθητα στην οξειδωτική των λιπιδίων. Όταν τα αμύγδαλα θρυμματίζονται, έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια σε επαφή με τον οξειδωτικό παράγοντα, το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, γεγονός που επιταχύνει τη διαδικασία και κάνει αισθητή τη διαφορά στην αναλογία ακεραιότητας (Amorim et al., 2018).

Το pH του υποκατάστατου γάλακτος κάσιους είναι 6,50 και η προσθήκη ζάχαρης και βανίλιας μειώνει το pH στο εύρος 5,6 έως 5,9, υποδεικνύοντας ότι το pH κάσιους είναι όξινο, γεγονός που αποτελεί ένδειξη δυσανεξίας (Amorim et al., 2018). Συνήθως παράγεται με υδατική εκχύλιση της πρώτης ύλης που παρουσιάζει φυσικοχημική και μικροβιολογική σταθερότητα και παρουσιάζει καλή αισθητηριακή αντίληψη κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου (~28°C) για τουλάχιστον 160 ημέρες. Το 70% των λιπιδίων στα κάσιους είναι μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λίπη, τα οποία θεωρούνται καλά λίπη και συμβάλλουν στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης LDL ενώ η HDL αυξάνεται (Amorim et al., 2018).

### **2.2.9 Βραζιλιάνικο φιστίκι (*Bertholletia excelsa*)**

Τα βραζιλιάνικα φιστίκια αποτελούν μία κατηγορία ξηρών καρπών οι οποίοι καταναλώνονται ευρέως στην αποξηραμένη τους μορφή ενώ σε μικρότερο βαθμό χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υποκατάστατων γάλακτος.

Η γεύση των ξηρών καρπών Βραζιλίας εκτιμάται ιδιαίτερα και περιλαμβάνει ένα εξαιρετικό προφίλ φυσιολογικά ενεργών αμινοξέων, ωφέλιμων λιπαρών οξέων, αλκυλοφαινόλες, φυτοστερόλες, σελήνιο και τοκοφερόλες. Υψηλής βιολογικής αξίας λιπίδια και πρωτεΐνες, σημαντικά επίπεδα μετάλλων όπως σελήνιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο και φώσφορο, καθώς και υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες, ιδιαίτερα Β1 και Β3, είναι όλα παρόντα στα βραζιλιάνικα φιστίκια. Επιπλέον, το 70% των λιπιδίων είναι υψηλής ποιότητας (Mattison et al., 2018).

Αποτελούν μια εξαιρετική πηγή μετάλλων, ιδιαίτερα σεληνίου, το οποίο έχει την υψηλότερη συγκέντρωση από όλους τους βρώσιμους ξηρούς καρπούς και ξεπερνά τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη των 55 μg ανά ημέρα και  $57,75 \pm 5,96$  μg ανά γραμμάριο ξηρών καρπών. Είναι πλούσια σε βιταμίνη Α, Β1, Β2, C και Ε και περιέχουν επίσης σελήνιο, φώσφορο, ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, ψευδάργυρο, μαγγάνιο και χαλκό. Είναι εξαιρετική πηγή φυτικής πρωτεΐνης με υψηλή βιολογική αξία και καλό προφίλ απαραίτητων αμινοξέων. Είναι ιδιαίτερα πλούσια σε θειούχα αμινοξέα όπως η κυστεΐνη και η μεθειονίνη, τα οποία γενικά λείπουν στις περισσότερες φυτικές πρωτεΐνες και η λυσίνη είναι το περιοριστικό αμινοξύ τους. Τα αμινοξέα ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, κυστεΐνη, τρυπτοφάνη, βαλίνη και θρεονίνη εντοπίζονται επίσης (Silva et al., 2010a).

Η παραγωγική διαδικασία επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου υποκατάστατου γάλακτος. Η θερμοκρασία και ο αριθμός των εκχυλισμάτων επηρεάζουν την περιεκτικότητα και την παραγωγή του γάλακτος με ξηρούς καρπούς Βραζιλίας, με δύο εκχυλίσεις στους 75 °C να σχετίζονται με υψηλότερη απόδοση εκχύλισης. Μετά την παστερίωση και ψύξη, το υποκατάστατο γάλακτος από βραζιλιάνικα φιστίκια παραμένει σταθερό για περίπου 30 ημέρες με μελέτες να δείχνουν πως είναι αρκετά σταθερό κι εξασφαλίζεται ένα σταθερό τελικό προϊόν (Felberg et al., 2009).

#### **2.2.10 Σπόροι κάνναβης (*Cannabis sativa*)**

#### **2.2.12 Κινόα (*Chenopodium quinoa*)**

Η κινόα αποτελεί ένα τρόφιμο με σημαντική θρεπτική αξία και χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς της διατροφής.

Λόγω της ισορροπημένης σύνθεσης των απαραίτητων αμινοξέων και των υψηλών συγκεντρώσεων μεθειονίνης, κυστεΐνης και λυσίνης - αμινοξέα που είναι σπάνια στα περισσότερα δημητριακά - η κινόα είναι ένα τρόφιμο με σημαντική θρεπτική αξία και πρωτεΐνη υψηλής ποιότητας. Οι πρωτεΐνες κινόα έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν δομές γέλης κατά την οξίνιση. Η υψηλή περιεκτικότητα της κινόα σε πρωτεΐνες προέρχεται από την υψηλή της περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα και την πέψη του περίπου 80%. Η έλλειψη πρωτεϊνών που περιέχουν γλουτένη στην κινόα την καθιστά ένα επιπλέον βασικό συστατικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή πιάτων χωρίς γλουτένη (Panzolini et al., 2017).

Ως το πιο διαδεδομένο συστατικό του φυτού, οι υδατάνθρακες αποτελούνται από 32-69% άμυλο, Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπίδια από άλλα δημητριακά, γύρω στο 5%, Το 85% από αυτά είναι ακόρεστα λιπαρά οξέα, το πιο κοινό από τα οποία είναι το λινολεϊκό (18:2) οξύ, το οποίο ακολουθεί το ελαϊκό (18:1) οξύ. Η κινόα και το σογιέλαιο έχουν συγκρίσιμα προφίλ λιπαρών οξέων (Nowak et al., 2016).

Δεδομένου ότι περιλαμβάνει πολύ άμυλο, είναι διατροφικά απαραίτητο να το απελευθερώσετε χρησιμοποιώντας ένα ένζυμο πριν φτιάξετε το ρόφημα. Οι αμυλάσες χρησιμοποιούνται σε αυτή τη διαδικασία και βοηθούν στο να γίνει το ρόφημα γλυκό και ρευστό. Περισσότερα μέταλλα από τα περισσότερα άλλα δημητριακά μπορούν να βρεθούν στην κινόα, συμπεριλαμβανομένων των υψηλών επιπέδων καλίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού, ασβεστίου και μαγγανίου. Όσον αφορά τις βιταμίνες, η κινόα είναι μια καλή πηγή βιταμίνης E και εξακολουθεί να έχει υψηλά επίπεδα φολικού οξέος, καροτίνης, βιταμίνης C και του συμπλέγματος B (Nowak et al., 2016).

### 2.2.13 Ρύζι (*Oryza sativa*)

Το ρύζι είναι ένα πολύ θρεπτικό τρόφιμο, πλούσιο σε άμυλο, πρωτεΐνες, μέταλλα και βιταμίνες, αλλά με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, γεγονός που το καθιστά εξαιρετική πηγή ενέργειας.

**Πίνακας 5 Η χημική σύσταση του καφέ και λευκού ρυζιού Πηγή : USDA (2019)**

Nutrient	Μονάδα	Καφέ ρύζι	Λευκό ρύζι
Ενέργεια	kcal	367	365
Πρωτεΐνες	g	7.54	7.13
Λιπίδια συνολικά	g	3.2	0.66



Τέφρα	g	1.21	0.64
Υδατάνθρακες	g	76.25	79.95
Φυτικές ίνες σύνολο	g	3.6	1.3
Ασβέστιο	mg	9	28
Σίδηρος	mg	1.29	0.8
Μαγνήσιο	mg	116	25
Φώσφορος	mg	311	115
Κάλιο	mg	250	115
Νάτριο	mg	5	5
Ψευδάργυρος	mg	2.13	1.09
Χαλκός	mg	0.302	0.22
Μαγγάνιο	mg	2.853	1.088
Σελήνιο	μg	17.1	15.1
Θειαμίνη	mg	0.541	0.07
Ριβοφλαμίνη	mg	0.095	0.049
Νιασίνη	mg	6.494	1.6
Παντοθενικό οξύ	mg	1.065	1.014
Βιταμίνη B-6	mg	0.477	0.164

Η άλεση προκαλεί σημαντική απώλεια ιχνοστοιχείων, επειδή οι βιοδραστικές ουσίες του ρυζιού συγκεντρώνονται στο πίτουρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της γ-ορυζανόλης, μιας σημαντικής βιοδραστικής ουσίας στο έλαιο από πίτουρο ρυζιού που έχει ιδιότητες μείωσης της χοληστερόλης. Το λευκό ρύζι περιέχει περίπου 94% λιγότερη γ-ορυζανόλη από το καστανό ρύζι (Tuncel & Yilmaz, 2011).

Το ρύζι περιέχει περίπου 7% πρωτεΐνη και είναι υψηλότερο σε απαραίτητα αμινοξέα από άλλα δημητριακά, αλλά περιέχει λυσίνη ως το περιοριστικό αμινοξύ. Η πρωτεΐνη του ρυζιού δεν περιέχει γλουτένη, είναι ιδιαίτερα εύπεπτη και έχει υπο-αλλεργικές ιδιότητες. Ωστόσο, έχει φτωχές λειτουργικές ιδιότητες λόγω της χαμηλής διαλυτότητάς της σε ουδέτερο pH. Το ρύζι είναι μία από τις πρώτες στερεές τροφές που εισάγονται στη διατροφή του μωρού λόγω των υπο-αλλεργικών ιδιοτήτων του, καθιστώντας τα προϊόντα ρυζιού κατάλληλη εναλλακτική λύση για παιδιά με αλλεργία στο αγελαδινό γάλα. Το παλμιτικό οξύ (16:0), το ελαϊκό οξύ (18:1) και το λινολεϊκό οξύ (18:2) αποτελούν περίπου το 95% των συνολικών λιπαρών οξέων στα λιπίδια. Το ρύζι είναι πλούσιο σε φώσφορο, κάλιο και μαγνήσιο και περιέχει επίσης σημαντικές ποσότητες βιταμινών του συμπλέγματος B και α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E) (Walter et al., 2008).

Σε ορισμένες ανατολικές χώρες πωλείται ένα ρόφημα ρυζιού, γνωστό ως γάλα ρυζιού, το οποίο έχει ήπια, ελαφρώς γλυκιά γεύση. Το διαλυτό εκχύλισμα ρυζιού είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες αλλά χαμηλό σε πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες και μέταλλα (Vanga and Raghavan, 2018).

Για να μιμηθούν το γάλα, τα υποκατάστατα γάλακτος ρυζιού συχνά αρωματίζονται με ενισχυτικά γεύσης, όπως σιρόπι καλαμποκιού και βανίλια. Ωστόσο, παρά τα γνωστά οφέλη και τις δυνατότητες των υδατοδιαλυτών εκχυλισμάτων ρυζιού, εξακολουθεί να λείπει ο πλήρης χαρακτηρισμός της περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες. Τα υποκατάστατα γάλακτος ρυζιού έχουν κακή σταθερότητα γαλακτώματος λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε άμυλο και ένας τρόπος επίλυσης αυτού του προβλήματος είναι η ενζυματική υδρόλυση του αμύλου με  $\alpha$ - και  $\beta$ -αμυλάση ή γλυκοσιδάση (Manfredi et al., 2017).

Τα υποκατάστατα γάλακτος ρυζιού παρασκευάζονται γενικά με τη χρήση γάλακτος ρυζιού με διάλυση ολόκληρων κόκκων, λευκού ή καστανού ρυζιού σε υδατικό μέσο που περιέχει το ένζυμο  $\alpha$ -αμυλάση, ακολουθούμενο από ένα στάδιο σακχαροποίησης με τη χρήση των ενζύμων γλυκοσιδάση ή/και  $\beta$ -αμυλάση. Ένα παρόμοιο ρόφημα μπορεί επίσης να ληφθεί με απλή εμβάπτιση ρυζάλευρου σε ζεστό νερό χωρίς την προσθήκη ενζύμων. Ο συνολικός χρόνος αντίδρασης των ενζύμων κατά τα στάδια υγροποίησης και σακχαροποίησης περιορίζεται για να αποφευχθεί η ανάπτυξη ανεπιθύμητων γεύσεων, με αποτέλεσμα ένα μη αλλεργιογόνο, υδατοδιαλυτό εκχύλισμα ρυζιού με εκπληκτικά γαλακτώδη υφή και λειτουργικότητα (Rosa et al., 2019).

#### **2.2.14 Βρώμη (*Avena sativa*)**

Η βρώμη είναι ένα δημητριακό με εξαιρετική διατροφική αξία, επειδή είναι πλούσια σε αμινοξέα, λιπαρά οξέα, βιταμίνες, μέταλλα και φυτικές ίνες και περιέχει αντιοξειδωτικά όπως τοκοφερόλη, καφεϊκό οξύ, φερουλικό οξύ και αβεναστερόλη (Schmiele et al., 2011).

Η βρώμη παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον επειδή αποτελεί καλή πηγή διαιτητικών ινών. Το κύριο συστατικό της είναι η  $\beta$ -D-γλυκάνη, γνωστή ως  $\beta$ -γλυκάνη. Στη βρώμη, αποτελείται από μονάδες (1, 3)(1, 4)- $\beta$ -D-γλυκόζης σε μικτούς δεσμούς. Αυτοί οι δεσμοί (1  $\rightarrow$  3) καθιστούν το μόριο εύκαμπτο και συμβάλλουν στο υψηλό ιξώδες, τη δέσμευση νερού και τη διαλυτότητά του. Η  $\beta$ -γλυκάνη έχει διατροφικές ιδιότητες,

ωφελεί το πεπτικό σύστημα, συμβάλλει στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου, μειώνει το σάκχαρο στο αίμα, μειώνει σημαντικά την ολική χοληστερόλη του ορού, τα ολικά λιπίδια και τα τριγλυκερίδια και αυξάνει το κλάσμα της HDL χοληστερόλης (Sethi et al., 2016).

Η βρώμη είναι καλή πηγή λιπιδίων, με πολύ υψηλότερα επίπεδα από άλλα δημητριακά, με κύριο συστατικό τα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα, τα λιπίδια μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα επεξεργασίας, όπως κακή γεύση ή υπερβολικό μαύρισμα των τηγανητών προϊόντων. Η βρώμη περιέχει επίσης σημαντικές ποσότητες λιπάσης, η οποία μπορεί να προκαλέσει τάγγισμα και μικρή διάρκεια ζωής στα επεξεργασμένα προϊόντα βρώμης, αλλά μπορεί εύκολα να ψυχθεί σε υψηλές θερμοκρασίες (Rasane et al., 2015).

Διάφορα προϊόντα έχουν δημιουργηθεί και βασίζονται στην χρήση βρώμης (Dinkci et al., 2015). Ένα από αυτά είναι ένα υδατοδιαλυτό εκχύλισμα βρώμης που αντικαθιστά το γάλα. Ένας περιορισμός είναι ότι η βρώμη έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, οπότε πρέπει να εμπλουτιστεί με υποκατάστατα γάλακτος.

Η κατανάλωση γάλακτος βρώμης έχει συσχετιστεί με διάφορα οφέλη στην υγεία. Η καθημερινή κατανάλωση ενός ροφήματος που μοιάζει με γάλα βρώμης για 5 εβδομάδες μείωσε τη χοληστερόλη του ορού και τη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL) σε φυσιολογικούς άνδρες με υπερχοληστερολαιμία (Sethi et al., 2016). Το μειονέκτημα είναι ότι η περιεκτικότητα σε άμυλο είναι περίπου 60% και όταν το μείγμα νερού και βρώμης θερμαίνεται, το άμυλο σε αυτό αρχίζει να ζελατινοποιείται, σχηματίζοντας ένα πολύ παχύρρευστο πήκτωμα, καθιστώντας το λιγότερο καταναλωτικό. Η προυδρόλυση μπορεί να εφαρμοστεί στο άμυλο για να διατηρηθεί η ρευστότητα και να αποφευχθεί η ζελατινοποίηση (Sethi et al., 2016).

Η διαδικασία παραγωγής υποκατάστατων γάλακτος βρώμης βελτιστοποιήθηκε με την ενζυμική υδρόλυση. Έχει παρατηρηθεί ότι η παραγωγή υδατοδιαλυτού εκχυλίσματος βρώμης αυξάνεται ανάλογα με τη αύξηση της συγκέντρωσης ενζύμων λόγω της διαδικασίας αραίωσης του αμύλου. Η μετατροπή του αμύλου σε δεξτρίνη μειώνει το ιξώδες του ροφήματος βρώμης, καθιστώντας ευκολότερο το στάδιο του φιλτραρίσματος. Η μείωση του φαινομενικού ιξώδους του υποκατάστατου γάλακτος βρώμης είναι ευθέως ανάλογη με την αύξηση της θερμοκρασίας (Deswal et al., 2014).

### 2.2.15 Σουσάμι (*Sesamum indicum*)

Το σουσάμι (και συγκεκριμένα οι σπόροι σουσαμιού) είναι πλούσιοι σε αντιοξειδωτική δράση και εξαιρετική πηγή πρωτεΐνης, μετάλλων και ελαίων, αποτελείται από περίπου 47% πρωτεΐνες και 37% λιπίδια. Το έλαιο που υπάρχει έχει καλή θρεπτική ποιότητα και περιέχει τα κύρια λιπαρά οξέα παλμιτικό (16:0), στεατικό (18:0), ελαϊκό (18:1) και λινολεϊκό (18:2). Όσον αφορά τις πρωτεΐνες, η λυσίνη είναι το περιοριστικό αμινοξύ στο σουσάμι και είναι άφθονο σε αμινοξέα που περιέχουν θείο (Hassan et al., 2012).

Το σουσάμι έχει καλή ποσότητα ασβεστίου, σιδήρου, φωσφόρου, χαλκού, μαγνησίου, μαγγανίου και ψευδαργύρου. Ωστόσο, η πλειονότητα αυτών των στοιχείων συγκεντρώνεται στο φλοιό, επομένως τα επίπεδα αυτών των θρεπτικών συστατικών πέφτουν γρήγορα μετά την αφαίρεσή του. Με τον ίδιο τρόπο, οι βιταμίνες - οι οποίες βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στον φλοιό του σουσαμιού - εξακολουθούν να περιέχουν έναν αρκετά μεγάλο αριθμό βιταμινών του συμπλέγματος Β (Fitrotin et al., 2015).

Η σουσαμίνη και η σησαμολίνη, δύο ξεχωριστά συστατικά του σουσαμιού, εξευγενίζονται για να παράγουν δύο αντιοξειδωτικά: τη σησαμόλη και τη σησαμινόλη. Αυτές οι ουσίες μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης στους ανθρώπους. Προεπεξεργασίες όπως το ψήσιμο και το ζεμάτισμα συμβάλλουν στη δημιουργία του υποκατάστατου γάλακτος σουσαμιού. Το πρώτο προσδίδει μια γεύση καβουρδισμένου, ενώ το δεύτερο μειώνει την δυσάρεστη γεύση που προκαλούν τα ένζυμα (Fitrotin et al., 2015).

Λόγω της μετουσίωσης της πρωτεΐνης που προκαλείται από το ψήσιμο και τη λεύκανση των σπόρων, η σταθερότητα του ροφήματος σουσαμιού μειώνεται και τα υδρόφοβα υπολείμματα των σφαιρικών πρωτεϊνών γίνονται ορατά (Ahmadian-Kouchaksaraei et al., 2014). Ωστόσο, όταν οι σπόροι βυθίζονται σε νερό που περιέχει  $\text{NaHCO}_3$ , η σταθερότητα του υποκατάστατου γάλακτος σουσαμιού αυξάνεται. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη διαλυτότητα της πρωτεΐνης στο νερό, η οποία προκύπτει από υψηλότερο pH και προάγει τον σχηματισμό υδρόφιλων συμπλεγμάτων πρωτεΐνης-λιπιδίου (Sethi et al., 2016).

Με το ψήσιμο και το εμποτισμό των σπόρων σε αλκάλια εκ των προτέρων, η πικράδα στο γάλα σουσαμιού μπορεί να μειωθεί, αυξάνοντας τη συνολική αποδοχή της

εναλλακτικής λύσης. Επειδή το ρόφημα σουσάμι έχει μικρότερη τάση να προκαλεί μετεωρισμό, είναι λιγότερο αλλεργικό από τη σόγια, δεν έχει γεύση φασολιών και έχει υψηλή αισθητηριακή αποδοχή, μπορεί να ξεπεράσει τα μειονεκτήματα των ροφημάτων σόγιας (Sethi et al., 2016).

#### **2.2.16 Ηλιόσπορος (*Helianthus annuus*)**

Οι ηλιόσποροι αποτελούν μία πολύ καλή πρώτη ύλη για την παραγωγή υποκατάστατων γάλακτος. Η περιεκτικότητα σε λιπίδια των ηλιόσπορων είναι υψηλή και η πλειονότητα των ινών προέρχεται από το κέλυφος του σπόρου με βάση την κυτταρίνη. Το φυτικό οξύ, ένα αντιθρεπτικό συστατικό που βρίσκεται στον ηλιόσπορο, μειώνει τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων μικροστοιχείων σχηματίζοντας αδιάλυτα σύμπλοκα με μέταλλα όπως ψευδάργυρο και ασβέστιο (Blum et al., 2016).

Οι τανίνες, που δίνουν στον σπόρο τη στυπτικότητα του, είναι ένα άλλο αντιθρεπτικό συστατικό. Η πρωτεόλυση μπορεί να ενισχύσει τα αδύναμα χαρακτηριστικά σχηματισμού γέλης της πρωτεΐνης ηλιάνθου. Με το ψήσιμο και το εμπότισμό των σπόρων σε αλκάλια εκ των προτέρων, η πικράδα και η κιμωλία στο γάλα σουσαμιού μπορεί να μειωθεί, αυξάνοντας τη συνολική αποδοχή της εναλλακτικής λύσης (Blum et al., 2016).

Επειδή το ρόφημα σουσαμιού έχει μικρότερη τάση να προκαλεί μετεωρισμό, είναι λιγότερο αλλεργιογόνο από τη σόγια, δεν έχει γεύση φασολιών και έχει υψηλή αισθητηριακή αποδοχή, μπορεί να ξεπεράσει τα μειονεκτήματα των ροφημάτων σόγιας. Το ρόφημα ήταν χαμηλό σε λιπαρά και θερμίδες και έλλειψη τανινών, ένα αντιθρεπτικό συστατικό. Επειδή δεν περιέχει υδατάνθρακες, αυτό το υδατοδιαλυτό εκχύλισμα είναι μια εξαιρετική επιλογή για δίαιτες που περιορίζουν αυτό το θρεπτικό συστατικό. Επειδή είναι η μοναδική θερμιδική αξία που λαμβάνεται από την περιεκτικότητα σε λιπαρά που υπάρχει, σημειώνεται επίσης ότι έχει χαμηλή θερμιδική αξία (Blum et al., 2016).

Το χλωρογενικό οξύ αφαιρείται από τον σπόρο με εμβάπτιση σε νερό. Ωστόσο, οι υψηλές θερμοκρασίες και η μακρά εμβάπτιση θα πρέπει να αποφεύγονται, καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη ανάκτηση πρωτεϊνών και θερμική πήξη των πρωτεϊνών. Προκειμένου να αποφευχθεί η πήξη και η πήξη του υδατοδιαλυτού εκχυλίσματος των ηλιόσπορων και η ακατάλληλη κατανάλωση, πρέπει να προστεθούν πολυσακχαρίτες ή/και συντηρητικά (Blum et al., 2016).

## 2.3 Οφέλη για την υγεία

Τα φυτικά γάλατα γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή, με τα οφέλη τους για την υγεία να είναι ένας από τους συγκεκριμένους λόγους. Αυτά τα φυτικά ποτά απευθύνονται σε άτομα που θέλουν να βελτιώσουν τη διατροφή και τη γενική τους ευεξία, καθώς παρέχουν μια σειρά από οφέλη για την υγεία.

Αρχικά τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος δεν περιέχουν λακτόζη κι έτσι μπορούν να καταναλωθούν από άτομα τα οποία έχουν δυσανεξία στην λακτόζη και δεν μπορούν να καταναλώσουν ζωικά γαλακτοκομικά. Το γεγονός ότι τα φυτικά γάλατα είναι εγγενώς απαλλαγμένα από λακτόζη είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα για την υγεία τους. Ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων υποφέρει από δυσανεξία στη λακτόζη, η οποία μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα. Για όσους έχουν δυσανεξία στη λακτόζη ή έχουν αλλεργίες στα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα φυτικά γάλατα προσφέρουν ένα καλό υποκατάστατο που τους επιτρέπει να απολαμβάνουν ακόμα ροφήματα που μοιάζουν με το γάλα χωρίς τις αρνητικές επιπτώσεις (Ruslan et al., 2018).

Επιπλέον, τα υποκατάστατα γάλακτος είναι χαμηλά σε χοληστερόλη και κορεσμένα λιπαρά. Συγκεκριμένα, η πλειονότητα των φυτικών γάλακτων έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε χοληστερόλη και κορεσμένα λιπαρά, γεγονός που τα καθιστά υγιεινές επιλογές για την καρδιά για όποιον προσπαθεί να περιορίσει αυτά τα κακά συστατικά. Η υπερβολική κατανάλωση χοληστερόλης και κορεσμένων λιπαρών έχει συσχετιστεί με υψηλότερο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου, καρδιακών παθήσεων και άλλων χρόνιων ασθενειών. Η επιλογή γάλακτος φυτικής προέλευσης αντί για γαλακτοκομικά θα βοηθήσει στη μείωση της κατανάλωσης χοληστερόλης και κορεσμένων λιπαρών, τα οποία θα βελτιώσουν την υγεία της καρδιάς και θα μειώσουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών προβλημάτων (Aydar et al., 2020).

Ακόμα, τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Για να μιμηθεί το διατροφικό προφίλ του γαλακτοκομικού γάλακτος, τα φυτικά γάλατα συχνά συμπληρώνονται με ζωτικά θρεπτικά συστατικά όπως ασβέστιο, βιταμίνη D, βιταμίνη B12 και βιταμίνη A. Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για υγιή οστά και μύες, ενώ η βιταμίνη D ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και διευκολύνει τον οργανισμό να απορροφήσει το ασβέστιο. Η σύνθεση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και η λειτουργία των νεύρων εξαρτώνται από τη βιταμίνη B12, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για όσους ακολουθούν μια βίγκαν ή χορτοφαγική δίαιτα και μπορεί να έχουν έλλειψη σε

αυτήν. Τα φυτικά γάλατα που έχουν ενισχυθεί παρέχουν έναν εύκολο και πρακτικό τρόπο λήψης αυτών των ζωτικών θρεπτικών συστατικών, βοηθώντας τους ανθρώπους να καλύψουν τις καθημερινές τους ανάγκες για καλή υγεία (Aydar et al., 2020).

Η χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες επίσης προσφέρει οφέλη για την υγεία. Αρκετά γάλατα φυτικής προέλευσης έχουν πολύ λιγότερες θερμίδες από τα συμβατικά γάλατα και γαλακτοκομικά, γεγονός που τα καθιστά καλές επιλογές για όποιον προσπαθεί να ελέγξει το βάρος του ή να μειώσει τις θερμίδες. Για παράδειγμα, το γάλα αμυγδάλου είναι μια δημοφιλής επιλογή για άτομα που ακολουθούν δίαιτες περιορισμένων θερμίδων, καθώς έχει πολύ λιγότερες θερμίδες από το αγελαδινό γάλα. Οι στόχοι διαχείρισης βάρους μπορούν να υποστηριχθούν επιλέγοντας υποκατάστατα με χαμηλότερες θερμίδες, όπως γάλα βρώμης, γάλα σόγιας ή γάλα αμυγδάλου, χωρίς να διακυβεύεται η γεύση ή η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά.

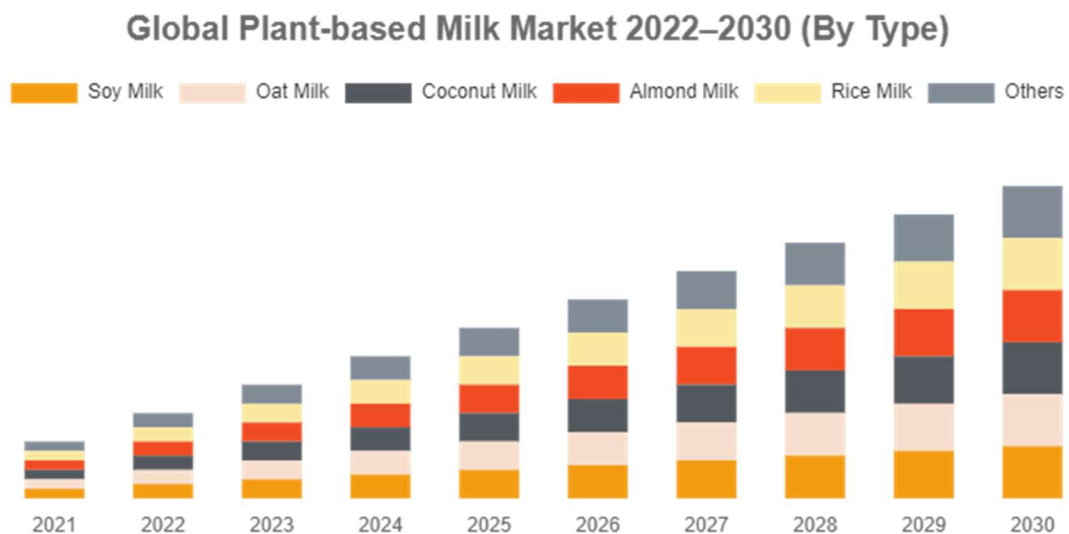
Η υψηλή περιεκτικότητα των πρώτων υλών σε αντιοξειδωτικά συστατικά επίσης καθιστά τα γάλατα φυτικής προέλευσης πλούσια σε αντιοξειδωτικά συστατικά. Τα αντιοξειδωτικά είναι απαραίτητα για τη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου, του διαβήτη και της νόσου του Αλτσχάιμερ, καθώς και για την ενίσχυση της απόδοσης του ανοσοποιητικού συστήματος και τη μείωση της φλεγμονής. Μια ισορροπημένη διατροφή γεμάτη φρούτα, λαχανικά και δημητριακά ολικής αλέσεως, μαζί με τη χρήση γάλακτος φυτικής προέλευσης, μπορεί να αυξήσει την πρόσληψη αντιοξειδωτικών και να βελτιώσει τη γενική υγεία και ευεξία (Ruslan et al., 2018).

Η σύστασή των γαλακτοκομικών φυτικής προέλευσης σε ωφέλιμα λιπαρά είναι επίσης σημαντική. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τους τα καθιστούν πλούσια σε καλά λιπαρά, όπως μονό- και πολυακόρεστα λιπαρά, τα οποία έχουν συνδεθεί με μια σειρά από πλεονεκτήματα για την υγεία. Αυτή η κατηγορία λιπαρών δίνει στο σώμα ενέργεια, προάγει την σύνθεση των ορμονών, την γνωστική λειτουργία και την ακεραιότητα των κυτταρικών μεμβρανών. Η συμπερίληψη γάλακτος φυτικής προέλευσης σε μια ισορροπημένη διατροφή μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της συνολικής μεταβολικής υγείας και της υγιούς πρόσληψης λίπους (Gorji et al., 2018).

## 2.4 Η αγορά των φυτικών γαλακτοκομικών

Παρά τα πλεονεκτήματα του γάλακτος για την υγεία, οι άνθρωποι αναζητούν περισσότερο υποκατάστατα γαλακτοκομικών. Κατά συνέπεια, οι παγκόσμιες πωλήσεις αυτών των υποκατάστατων παρουσίασαν αύξηση κατά 10,4% μεταξύ 2018 και 2023, σε συνολικά 26 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Αυτά τα στοιχεία φαίνεται να αντιστοιχούν στις πρόσφατες αλλαγές στα παγκόσμια πρότυπα αγορών που προκλήθηκαν από την άνοδο της χορτοφαγίας. Αυτό το κοινωνικό κίνημα είναι υπέρ της μη κατανάλωσης αγαθών που προέρχονται από ζώα (Silva et al., 2020a).

Από τις διάφορες κατηγορίες φυτικών υποκατάστατων γάλακτος, εκείνα που βασίζονται στην σόγια, αμύγδαλο και καρύδα είναι τα πιο διαδεδομένα ωστόσο νέες κατηγορίες εμφανίζονται από πρώτες ύλες όπως το φουντούκι και κινόα. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα 3 το μεγαλύτερο μερίδιο καταλαμβάνει το γάλα ρυζιού ενώ έχουν αρχίσει να καταλαμβάνουν την αγορά και άλλα είδη γάλακτος.



**Εικόνα 3 Η αγορά των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος και οι προβλέψεις της**  
Soy milk = γάλα σόγιας, Oat milk = γάλα βρώμης, Coconut milk = γάλα καρύδας,  
Almond milk = γάλα αμυγδάλου Rice milk = Γάλα ρυζιού Others = άλλο Πηγή :  
<https://media.licdn.com/>

Επιπλέον, έχει βρεθεί πως το 90% των ανθρώπων που αγοράζουν γαλακτοκομικά φυτικής προέλευσης αγοράζουν επίσης αγελαδινό γάλα και ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφασή τους είναι η προτίμηση γεύσης (Silva et al., 2020a).



Τα άτομα που πίνουν υποκατάστατα γάλακτος φυτικής προέλευσης αντί για αγελαδινό γάλα είναι πιο πιθανό να έχουν διατροφική ανεπάρκεια επειδή τα φυτικά υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα δεν είναι συγκρίσιμα ή ισοδύναμα με το αγελαδινό γάλα διατροφικά. Ως εκ τούτου, ο εμπλουτισμός με απαραίτητες βιταμίνες, πρωτεΐνες και μέταλλα πραγματοποιείται συχνά προκειμένου να χρησιμοποιηθεί φυτικό ποτό ως υποκατάστατο του αγελαδινού γάλακτος. Σε σύγκριση με το αγελαδινό γάλα, αρκετές ενισχυμένες φυτικές ποικιλίες ποτών στην αγορά έχουν συγκρίσιμα ή υψηλότερα (Sethi et al., 2016).

## Κεφάλαιο 3ο : Καινοτομίες

---

### 3.1 Παραγωγική διαδικασία

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παραγωγής υποκατάστατων γάλακτος. Οι πρώτες ύλες χωρίς κέλυφος μπορούν να ληφθούν για την καρύδα, το φιστίκι, τη σόγια, το καρύδι και τα κάσιους. Το μούλιασμα της πρώτης ύλης σε ζεστό νερό είναι ένας τρόπος αφαίρεσης του φλοιού εάν το προϊόν είναι χωρίς κέλυφος. Το φρέσκο υλικό που συλλέγεται μετά το κέλυφος πρέπει να στεγνώσει (Kohli et al., 2017).

Σε περίπτωση που η πρώτη ύλη παρέχεται αποξηραμένη, θα πρέπει να ακολουθούνται διαδικασίες ψήσιματος ή ξηρής λείανσης αντί για ξήρανση. Έτσι, το "αποξηραμένο" αναφέρεται σε μια πρώτη ύλη που δεν είναι φρέσκια και δεν χρειάζεται να αποξηρανθεί, όπως τα φιστίκια και τα αμύγδαλα που διατίθενται στην αγορά. Εάν η πρώτη ύλη αγοράζεται φρέσκια και χωρίς κέλυφος, απαιτείται ξήρανση. εάν αγοράζεται με κέλυφος, είναι απαραίτητη η αφαίρεση του κελύφους πριν από την επεξεργασία. Τέλος, η ξηρή λείανση είναι η διαδικασία λείανσης χωρίς τη χρήση νερού (Kohli et al., 2017).

#### ➤ Ψήσιμο

Η δημιουργία υποκατάστατων γάλακτος από δημητριακά, φουντούκια, σουσάμι, φιστίκια και αμύγδαλο πραγματοποιείται με την διαδικασία του καβουρδίσματος της πρώτης ύλης σαν πρώτο βήμα.

Η διαλυτότητα της απομόνωσης πρωτεΐνης και ο δείκτης σταθερότητας του γαλακτώματος αυξάνονται αμφότερα με το ψήσιμο. Η θερμική επεξεργασία είναι το πρώτο βήμα στη διαδικασία για τη μείωση της περιεκτικότητας σε βενζαλδεΐδη και πυραζίνη ενός υποκατάστατου γάλακτος αμυγδάλου σε λιγότερο από 0,5 ppm και ουδέτερη γεύση (Chavan et al., 2018).

Η διαδικασία ψήσιματος εξαλείφει την πικρία και τη γεύση της κιμωλίας και μειώνει την οξύτητα, την περιεκτικότητα σε στερεά, τις πρωτεΐνες, τα λιπαρά και τη σταθερότητα, σύμφωνα με τα ευρήματα μιας μελέτης για τη δημιουργία υποκατάστατου γάλακτος σουσαμιού. Επιπλέον άλλες πρώτες ύλες που μπορούν να

υποστούν αυτή τη διαδικασία είναι τα φουντούκια καθώς και δημητριακά όπως κεχρί, φασόλια (Chavan et al., 2018).

### Πίνακας 6 Παραγωγική διαδικασία και συνθήκες στα υποκατάστατα γάλακτος

Πηγή : Aydar et al., (2020)

Πρώτη ύλη	Συνθήκες καβουρδίσματος
Φιστίκια	225 °C, 25 λεπτά
Αμύγδαλα	95–100 °C, 30 λεπτά
Σησάμι	145 °C, 20 λεπτά
Φουντούκι	140 °C, 15 λεπτά
Δημητριακά (κριθάρι, κεχρί και κινόα)	130 °C, 5 λεπτά
	<b>Συνθήκες εμβάπτισης στο νερό</b>
Σόγια	500g/L , 12h
Ρύζι	1:2 μέρη νερού, 1h
Δημητριακά (κριθάρι, κεχρί και κινόα)	1:2 μέρη νερού, 8h στα 30 °C
Αμύγδαλο	6h, 4°C
	<b>Συνθήκες λεύκανσης</b>
Σόγια	1.25% NaHCO <sub>3</sub> , 30 λεπτά
Αμύγδαλο	Νερό στους 90°C , 3 λεπτά
Καρύδα	Νερό στους 80°C , 10 λεπτά
Σησάμι	Νερό στους 100°C , 30 λεπτά Ατμός, 95°C 15-30 λεπτά
Ρύζι	80°C για 15 λεπτά Νερό στους 103°C , 3 ώρες
Κινόα	1:7 (κινόα : νερό), 112°C για 30 λεπτά
	<b>Συνθήκες υγρής άλεσης</b>
Σησάμι	5 νερό : 1 σουσάμι, 20 λεπτά
Φιστίκι	1:9 νερό, 18.000 rpm, 2 λεπτά, 4 κύκλοι

Φουντούκι	10.000 rpm, 10 λεπτά
Σόγια	Οι σπόροι σόγιας αλέθονται για 10 λεπτά χρησιμοποιώντας 250 mL βραστό νερό για 10 g Η αναλογία 3:1 (νερό προς φασόλια κατά βάρος) για να αφαιρέσετε τις μπάμιες
Αμύγδαλο	1:9 νερό, 18.000 rpm, 2 λεπτά
Κάσιους	1:3 (w/v) αναλογία
	<b>Συνθήκες ομογενοποίησης</b>
Φιστίκι	150 και 300 mPs
Κάναβη	Ομογενοποιητής δύο σταδίων, 30 ή 60 MPa
Σουσάμι	55 °C, 6 MPa
Καρύδα	Ομογενοποίηση δύο σταδίων στα 1.500/500 psi
Αμύγδαλο	350 MPa (UHP), 85 °C Ομογενοποιητής βαλβίδας δύο βημάτων, 180 MPa και 40 MPa 172 MPa
Φουντούκι	62, 103, 172 MPa, 85 και 121 °C 400–1600 bar 33 MPa Ομογενοποιητής υπερήχων στα 100 W και 20 kHz για 10 λεπτά Δύο φορές με χρήση ομογενοποιητή υψηλής πίεσης δύο σταδίων σε πίεση 100 MPa.

### ➤ Ξηρή άλεση

Η ξηρή άλεση αποτελεί μία εναλλακτικής της υγρής άλεσης που χρησιμοποιείται ευρέως, ιδιαίτερα στην περίπτωση παραγωγής υποκατάστατου γάλακτος αμυγδάλου. Όμως δεν προτιμάται για την δημιουργία υποκατάστατων γάλακτος φυτικής προέλευσης (Makinen et al., 2016).

### ➤ Αποφλοιώση

Κατά την παρασκευή γάλακτος φυτικής προέλευσης, η αποφλοιώση της πρώτης ύλης είναι μια ουσιαστική φάση που αφορά κυρίως τους ξηρούς καρπούς, τους σπόρους ή τους σπόρους που χρησιμοποιούνται ως βασικό συστατικό. Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την αποκόλληση του εξωτερικού καλύμματος ή του φλοιού με σκοπό να ληφθεί το βρώσιμο μέρος της πρώτης ύλης που σχετίζεται με την γεύση και τα θρεπτικά συστατικά που θα εκχυλιστούν στο παραγόμενο υποκατάστατο γάλακτος.

Αρχικά, η διαδικασία περιλαμβάνει την επιλογή της πρώτης ύλης υψηλής ποιότητας που είναι καθαροί και χωρίς ξένες ύλες και ρύπους. Για να εκτιμηθεί το κατά πόσον η πρώτη ύλη πληροί τις προϋποθέσεις, εξετάζεται. Μόλις εγκριθεί, υπόκειται στο στάδιο της αποφλοιώσης και ετοιμάζονται για περαιτέρω επεξεργασία. Ανάλογα με το είδος της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται, εμπλέκονται διάφορα στάδια αποφλοιώσης. Το ζεμάτισμα είναι μια συνηθισμένη μέθοδος για την αποφλοιώση των ξηρών καρπών, όπως τα κάσιους, τα φουντούκια και τα αμύγδαλα, στην οποία οι ξηροί καρποί βυθίζονται γρήγορα σε βραστό νερό για να απελευθερωθεί η εξωτερική στοιβάδα. Αφότου ολοκληρωθεί η διαδικασία, η πρώτη ύλη ψύχεται. Αφότου απελευθερωθούν, οι φλοιοί απλώς μηχανικά με τρίψιμο ή με την χρήση ειδικού εξοπλισμού.

Το ξεφλούδισμα με τη χρήση οξέος ή βάσης εφαρμόζεται σε σουσάμι, καρύδι και βραζιλιάνα φιστίκια. Εκτός από το οξύ και τη βάση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και νερό, αλλά, στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος διεργασίας αυξάνεται. Για παράδειγμα, η αποφλοιώση των καρυδιών και αμυγδάλων με εμβάπτιση σε νερό πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας, για μια περίοδο 18-20 ωρών, αντίστοιχα. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται 2% κιτρικό οξύ στους 90 °C, τα καρύδια μπορούν να ξεφλουδιστούν σε δύο έως τρία λεπτά (Maghsoudlou et al., 2015). Η αποφλοιώση επιπλέον προσφέρει το πλεονέκτημα της εξάλειψης του ζητήματος της πικρίας στο τελικό προϊόν αφαιρώντας τις βλαβερές ουσίες που μπορούν να εκχυλιστούν από τον φλοιό.

### ➤ **Εμβάπτιση σε νερό**

Ένα βασικό βήμα για την παρασκευή γάλακτος φυτικής προέλευσης, ειδικά χρησιμοποιώντας ξηρούς καρπούς σαν πρώτη ύλη, είναι η εμβάπτιση σε νερό. Σκοπός της εμβάπτισης είναι το μαλάκωμα των πρώτων υλών πριν την περαιτέρω επεξεργασία και πραγματοποιείται μέσω της καταβύθισης σε νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα, συνήθως αρκετές ώρες. Επιπλέον με την εμβάπτιση ενυδατώνονται διάφορα συστατικά, βελτιώνεται η υφή και διευκολύνεται η μετέπειτα ανάμειξη.

Πιο συγκεκριμένα, η εμβάπτιση οδηγεί την ενυδάτωση διαφόρων ουσιών. Οι αναστολείς ενζύμων, οι τανίνες και οι πολύπλοκες χημικές ουσίες όπως το φυτικό οξύ που περιλαμβάνονται στις πρώτες ύλες πρέπει να διασπώνται μέσω αυτής της διαδικασίας ενυδάτωσης. Ένα αντιθρεπτικό συστατικό που συνδέεται με τα μέταλλα και μειώνει τη βιο-διαθεσιμότητά τους είναι το φυτικό οξύ. Το φυτικό οξύ διασπάται με το μούλιασμα των πρώτων υλών, καθιστώντας τα μέταλλα πιο διαλυτά και ευκολότερα απορροφήσιμα κατά την πέψη. Ακόμα με την εμβάπτιση, ορισμένες πρώτες ύλες ενεργοποιούνται μεταβολικά με τα διάφορα ένζυμα που εντοπίζονται να ενεργοποιούνται επίσης βελτιώνοντας το διατροφικό τους προφίλ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις βιταμινών, μετάλλων και άλλων υγιεινών ουσιών, ενισχύοντας τη θρεπτική αξία του φυτικού γάλακτος που παράγεται.

Το είδος του αρχικού υλικού και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα καθορίζουν πόσο χρόνο θα εμβαπτιστεί η πρώτη ύλη στο νερό. Οι πιο σκληρές πρώτες ύλες όπως τα φουντούκια και αμύγδαλα θα μπορούσαν να χρειαστούν περισσότερο χρόνο από τις πιο μαλακές πρώτες ύλες όπως το σουσάμι ή η σόγια. Μετά το μούλιασμα, οι πρώτες ύλες αποστραγγίζονται και ξεπλένονται για να απαλλαγούν από τυχόν εναπομείναντες ρύπους και αντιθρεπτικά συστατικά που απελευθερώθηκαν κατά την εμβάπτιση.

### ➤ **Λεύκανση**

Η λεύκανση αποτελεί το επόμενο στάδιο στην παραγωγική διαδικασία των υποκατάστατων γάλακτος αλλά δεν πραγματοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις. Πρώτες ύλες όπως η σόγια, αμύγδαλο, καρύδα, σουσάμι, φιστίκια, ρύζι και κινόα μπορούν να υποστούν λεύκανση ενώ στις υπόλοιπες πρώτες ύλες δεν είναι απαραίτητο.

Η λεύκανση προσφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της αδρανοποίησης των ενζύμων και της μείωσης της μικροβιακής επιβάρυνσης. Επιπλέον, απενεργοποιεί τη λιποξυγενάση, η οποία δίνει στα εναλλακτικά του γάλακτος σόγιας τη γεύση τους.

### ➤ Υγρή άλεση

Η υγρή άλεση αποτελεί την διαδικασία προσθήκης νερού στην πρώτη ύλη και στην συνέχεια άλεσή της. Στη διαδικασία παραγωγής γάλακτος φυτικής προέλευσης, ειδικά από δημητριακά όπως το ρύζι, η βρώμη ή η σόγια, το βήμα υγρής άλεσης είναι ζωτικής σημασίας. Σε αυτό το βήμα, τα εμποτισμένα ακατέργαστα συστατικά αλέθονται ή αλέθονται σε μια λεπτή πάστα ή πολτό που θα αποτελέσει το σημείο εκκίνησης για τη διαδικασία εκχύλισης γάλακτος (Zaaboul et al., 2019).

Πριν την έναρξη της υγρής άλεσης οι πρώτες ύλες εμβαπτίζονται σε νερό. Με αυτό τον τρόπο διαλύονται πολύπλοκες ουσίες όπως το φυτικό οξύ και οι αναστολείς ενζύμων, το μούλιασμα των κόκκων βελτιώνει τη θρεπτική τους αξία και την ευκολία της πέψης (Zaaboul et al., 2019).

Μετά την εμβάπτιση, η πρώτη ύλη αποστραγγίζεται για να απαλλαγεί από τυχόν εναπομείναντες ρύπους και αντιθρεπτικά συστατικά. Μετά από αυτό, τοποθετούνται σε μια μηχανή άλεσης όπου και αλέθεται σε ένα λείο, ομοιόμορφο και μικρόκοκκο μίγμα. Οι κόκκοι διασπώνται σε μικροσκοπικά σωματίδια κατά τη διαδικασία άλεσης, γεγονός που αυξάνει την επιφάνεια και διευκολύνει την εξαγωγή γεύσεων και θρεπτικών συστατικών. Μετά από αυτό, τυχόν υπολείμματα ιζημάτων ή ρύπων στραγγίζονται από το εξαγόμενο γάλα χρησιμοποιώντας ένα λεπτό πλέγμα, αφήνοντας πίσω ένα κρεμώδες, απαλό υγρό που μπορεί να καταναλωθεί άμεσα ή να επεξεργαστεί περαιτέρω (Zaaboul et al., 2019).

Το επιδιωκόμενο πάχος και η υφή του τελικού προϊόντος καθορίζουν τη συνοχή του πολτού ή της πάστας που δημιουργείται κατά την υγρή άλεση. Ενώ ορισμένες συνταγές απαιτούν πιο χοντρό άλεσμα για ένα πιο παχύρρευστο, πιο χωριάτικο γάλα, άλλες μπορεί να προτιμούν ένα λεπτότερο άλεσμα για ένα πιο απαλό γάλα με πιο ομοιόμορφη υφή (Zaaboul et al., 2019).

Σε αυτό το στάδιο οι παραγωγοί μπορούν να εγγυηθούν ότι το τελικό γάλα πληροί τις προτιμήσεις των καταναλωτών ως προς τη γεύση και την υφή, ενώ παράλληλα πληρούν τα ποιοτικά κριτήρια τους παρακολουθώντας στενά τη διαδικασία άλεσης.

## ➤ Φιλτράρισμα

Το φιλτράρισμα είναι το επόμενο στάδιο και περιλαμβάνει τον διαχωρισμό των στερεών από το υγρό κλάσμα. Προκειμένου να παραχθεί ένα ομοιόμορφο και εύγευστο τελικό προϊόν το συγκεκριμένο στάδιο είναι απαραίτητο καθώς καθαρίζεται το υγρό που εκχυλίζεται κι εξαλείφονται τα ανεπιθύμητα σωματίδια και ρύποι (Ahmnadian-Kouchaksarei et al., 2014).

Για το φιλτράρισμα χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά, όπως ύφασμα μουσελίνας (25 μm) και διηθητικό χαρτί με ποικίλες διαμέτρους (κόσκινο 180 μm, κόσκινο 150 mesh, διηθητικό χαρτί, φίλτρο μεγέθους πόρων τεσσάρων μm και 100 μm φίλτρο). Μέσω των υλικών το μείγμα φιλτράρεται ώστε να αφαιρεθούν τυχόν υπολείμματα σωματιδίων από το γάλα αφού αναμειχθεί σε ένα ομοιογενές υγρό (Ahmnadian-Kouchaksarei et al., 2014).

Οι φυγόκεντρικοί διαχωριστές ή οι μηχανικές πρέσες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία για να διαχωρίσουν αποτελεσματικότερα το γάλα από τα στερεά. Ενώ οι μηχανικές πρέσες χρησιμοποιούν πίεση για την εξαγωγή του γάλακτος από τα στερεά, οι φυγόκεντροι διαχωριστές χρησιμοποιούν φυγόκεντρη δύναμη για να διαχωρίσουν τα πυκνότερα σωματίδια από το υγρό. Αυτές οι τεχνικές παρέχουν ένα διαυγές, καθαρό φυτικό γάλα εξαλείφοντας αποτελεσματικά τα ιζήματα και τους ρύπους.

Η χρήση συστημάτων μεμβράνης ή εξαιρετικά λεπτών φίλτρων, τα οποία μπορούν να εξαγάγουν ακόμη και τις πιο μικροσκοπικές ακαθαρσίες και σωματίδια από το γάλα, είναι μια άλλη μέθοδος φιλτραρίσματος. Αυτά τα εξελιγμένα συστήματα φιλτραρίσματος παγιδεύουν μεγαλύτερα σωματίδια και ρύπους, ενώ επιτρέπουν μόνο τη ροή του υγρού τμήματος του γάλακτος. Αυτό το κάνουν χρησιμοποιώντας πορώδεις μεμβράνες για να διαχωρίσουν επιλεκτικά τα συστατικά με βάση το μέγεθος. Για να διασφαλιστεί ο υψηλότερος βαθμός καθαρότητας και ποιότητας, οι εμπορικές εγκαταστάσεις παραγωγής γάλακτος χρησιμοποιούν συχνά συστήματα μικροδιήθησης και υπερδιήθησης (Ahmnadian-Kouchaksarei et al., 2014).

## ➤ Προσθήκη συστατικών κι εμπλουτισμός

Παρόλο που έπειτα από το φιλτράρισμα το παραγόμενο υποκατάστατο γάλακτος είναι έτοιμο, σε αρκετές περιπτώσεις προστίθενται διάφορα συστατικά για την



βελτίωση των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικά και των τεχνολογικών τους ιδιοτήτων.

Γλυκαντικά, όπως ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο, σιρόπι σφενδάμου, νέκταρ αγαύης ή πάστα χουρμάς, προστίθενται συχνά σε αυτό το στάδιο. Για να γίνει ένα ρόφημα πιο ελκυστικό και για να εξισορροπηθούν οι εγγενείς γεύσεις των βασικών συστατικών, προστίθενται γλυκαντικά. Ανάλογα με τις προτιμήσεις του καταναλωτή-στόχου -είτε επιλέγει μια πιο παρακμιακή γεύση είτε μια λεπτή γλυκύτητα- και τον επιθυμητό βαθμό γλυκύτητας, μπορούν να προστεθούν διαφορετικές ποσότητες γλυκαντικού.

Συγκεκριμένα, για την ενίσχυση της γεύσης προστίθενται συνήθως γλυκαντικά όπως το σιρόπι γλυκόζης και θαλασσινό αλάτι σε συνδυασμό με άλλα συστατικά όπως η βανίλια και το κακάο. Η βανιλίνη και το κακάο είναι τα συχνότερα πρόσθετα για την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ενώ τα σάκχαρα προστίθενται σε ποσότητα 2% συνήθως για να καταστούν πιο εύπεπτα τα υποκατάστατα. Άλλα συστατικά μπορούν να είναι το μοσχοκάρυδο, κανέλα και το κάρδαμο. Οι αρωματικές ύλες συμβάλλουν στην αισθητηριακή εμπειρία του φυτικού γάλακτος εμβαθύνοντας και σύνθετα τον γευστικό του χαρακτήρα. Μέσω της σχολαστικής επιλογής και ανάμειξης διαφόρων αρωμάτων, οι κατασκευαστές μπορούν να παράγουν διακριτικά και οπτικά ελκυστικά υποκατάστατα γάλακτος που ικανοποιούν ένα ευρύ φάσμα προτιμήσεων των πελατών (Manzoor et al., 2017).

Οι σταθεροποιητές και τα πηκτικά μέσα χρησιμοποιούνται επίσης σε πολύ μεγάλο βαθμό για βελτίωση της υφής, καθιστώντας τα υποκατάστατα πιο ευχάριστα στην κατανάλωση. Το κόμμι γκουάρ, το κόμμι ξανθάνης, η καραγενάνη και το άγαρ είναι κοινά πηκτικά που βοηθούν στη διατήρηση του γάλακτος γαλακτωματοποιημένο και στην αποφυγή του διαχωρισμού. Επιπλέον, οι σταθεροποιητές συμβάλλουν στην παράταση της διάρκειας ζωής και της γενικής σταθερότητας του προϊόντος, διασφαλίζοντας τη διατήρηση της ποιότητάς του με την πάροδο του χρόνου

Επιπλέον, είναι καθιερωμένη πρακτική ο εμπλουτισμός του γάλακτος φυτικής προέλευσης με βιταμίνες, μέταλλα και άλλες ουσίες για τη βελτίωση του θρεπτικού περιεχομένου του και την κάλυψη ορισμένων διατροφικών απαιτήσεων. Για να γίνει το γάλα φυτικής προέλευσης ένα πιο πλήρες υποκατάστατο γαλακτοκομικών, μπορούν να προστεθούν μέταλλα όπως ασβέστιο, βιταμίνη D, βιταμίνη B12 και ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Το Fortification είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για άτομα που ακολουθούν μια vegan

ή δίαιτα χωρίς γαλακτοκομικά, καθώς εγγυάται ότι οι πελάτες λαμβάνουν τα ζωτικά θρεπτικά συστατικά που γενικά περιέχονται στο γάλα ζωικής προέλευσης (Sethi et al., 2016).

### ➤ **Θερμική επεξεργασία-αποστείρωση**

Η αποστείρωση είναι ένα ουσιαστικό βήμα στην παραγωγή γάλακτος φυτικής προέλευσης που εγγυάται την ασφάλεια και τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Ορισμένα γάλατα φυτικής προέλευσης μπορούν να καταναλωθούν χωρίς θερμικής επεξεργασία όμως σε αρκετές περιπτώσεις αποστειρώνονται για να αποφευχθεί η ανάπτυξη επικίνδυνων μικροοργανισμών, να αυξηθεί η διάρκεια ζωής τους και η ποιότητά τους.

Η θερμική επεξεργασία χρησιμοποιείται συνήθως για αποστείρωση προκειμένου να σκοτωθούν τυχόν βακτήρια ή άλλους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς. Αυτό καθιστά το προϊόν πιο ασφαλές για κατανάλωση, μειώνοντας τον κίνδυνο τροφιμογενούς ασθένειας και αλλοίωσης, ειδικά στο φυτικό γάλα που συσκευάζεται και παρασκευάζεται σε μεγάλες ποσότητες (Manzoor et al., 2017).

Η παστερίωση, η οποία περιλαμβάνει θέρμανση του γάλακτος σε μια καθορισμένη θερμοκρασία για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια γρήγορη ψύξη για να σταματήσει η ανάπτυξη βακτηρίων, είναι μια δημοφιλής τεχνική αποστείρωσης. Η παστερίωση υπερ-υψηλής θερμοκρασίας (UHT) και υψηλής θερμοκρασίας βραχυχρόνιου χρόνου (HTST) είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές παστερίωσης στη φυτική παραγωγή γάλακτος (Manzoor et al., 2017).

Κατά τη διάρκεια της παστερίωσης HTST, το γάλα θερμαίνεται για περίπου 15 έως 20 δευτερόλεπτα σε θερμοκρασία 72°C έως 75°C και στη συνέχεια ψύχεται γρήγορα. Αυτή η διαδικασία μειώνει επιτυχώς το μικροβιακό φορτίο, ενώ διατηρεί τη γεύση και τη διατροφική ακεραιότητα του γάλακτος. Εκτός από τα παραπάνω σχήματα θερμικής επεξεργασίας, τα υποκατάστατα γάλακτος μπορούν να αποστειρωθούν με θέρμανση στους 121°C για 20 λεπτά (Manzoor et al., 2017).

Επιπλέον, μια εναλλακτική λύση για την απαλλαγή από τα βακτήρια και την αύξηση της διάρκειας ζωής είναι η μικροδιήθηση, μια τεχνική μη θερμικής αποστείρωσης. Ωστόσο, δεν έχει διεξαχθεί έρευνα ιδιαίτερα για υποκατάστατα γάλακτος φυτικής προέλευσης.

### ➤ Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση χρησιμοποιείται για την βελτίωση της φυσικής σταθερότητας του παραγόμενου προϊόντος οδηγώντας σε πιο ομοιογενές και αποδεκτό οργανοληπτικά προϊόν. Η ομογενοποίηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή ομαλής και κρεμώδους συνοχής στη φυτική παραγωγή γάλακτος, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται συστατικά όπως ξηροί καρποί, σπόροι ή σπόροι που περιέχουν φυσικά έλαια και λίπη. Ελλείψει ομογενοποίησης, αυτά τα λίπη μπορεί να διαχωριστούν και να συσσωρευτούν ως στρώμα ιζήματος ή κρέμας πάνω από το γάλα, δίνοντάς του μια ασυνεπή υφή και εμφάνιση.

Η διαδικασία της ομογενοποίησης επηρεάζει τον δείκτη σταθερότητας, την διαύγεια και τον λευκό χρωματισμό του υποκατάστατου γάλακτος. Ωστόσο, το ιξώδες και η σταθερότητα της πρωτεΐνης δεν επηρεάζονται από την ομογενοποίηση ενώ το μέγεθος των σωματιδίων μειώνεται στην περίπτωση που εφαρμοστεί εξαιρετικά υψηλή πίεση (Bernat et al., 2015).

Η πίεση στο γάλα διασπά τα σφαιρίδια λίπους, καθιστώντας τα μικρότερα και κατανέμοντας το λίπος πιο ομοιόμορφα σε όλο το υγρό. Εξαιτίας αυτού, αποφεύγεται ο διαχωρισμός της κρέμας και εξασφαλίζεται ομοιόμορφη υφή στο τελικό προϊόν καθώς τα σωματίδια λίπους παραμένουν αιωρούμενα αντί να ανεβαίνουν στην επιφάνεια (Bernat et al., 2015). Παρόλο που η επανάληψη της διαδικασίας ξανά ή περισσότερες μπορεί να βελτιώσει την απόδοση, η πίεση ομογενοποίησης προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του προϊόντος 5-10°C , γεγονός που δεν είναι επιθυμητό (Gul et al., 2018).

### ➤ Ασηπτική συσκευασία και αποθήκευση

Η ασηπτική συσκευασία και η αποθήκευση στο ψυγείο είναι απαραίτητα για παρατεταμένη διάρκεια ζωής και εξαιρετική σταθερότητα. Η θερμοκρασία αποθήκευσης πρέπει να είναι +4 °C.

## 3.2 Μη θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας

### 3.2.1 Υπέρηχοι υψηλής έντασης

Οι υπέρηχοι υψηλής έντασης αποτελούν ηχητικά κύματα με υχνότητα μεταξύ 20 kHz και 100 MHz. Αυτές οι συχνότητες χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα και ποτά μπορούν να ταξινομηθούν ως χαμηλής συχνότητας (16 - 100 kHz) ή υψηλής συχνότητας (100 kHz - 1 MHz) (Jeske et al., 2018).

Οι υπέρηχοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά την επεξεργασία των πρώτων υλών για την παραγωγή φυτικών υποκατάστατων γάλακτος. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται υπέρηχοι υψηλής έντασης για την αδρανοποίηση ενδογενών ενζύμων, παθογόνων βακτηρίων και αλλοιώσεων μικροβίων, ενώ ελαχιστοποιείται η απώλεια θρεπτικών ουσιών (Jeske et al., 2018).

Η εφαρμογή των υπερήχων μπορεί να βελτιώσει τις ρεολογικές ιδιότητες ενώ ο συνδυασμός τους με πίεση ή θερμότητα έχει δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα μέχρι στιγμής στην ενίσχυση της επίδρασης των υπερήχων στη μικροβιολογική σταθεροποίηση (Jeske et al., 2018).

Η έννοια της ακουστικής σπηλαιώσης, ενός φυσικού φαινομένου όπου η ηχητική ενέργεια (υπέρηχος) διαδίδεται σε ένα υγρό μέσο από συμπίεσεις και διαθλάσεις, είναι η βάση για την αποτελεσματικότητα αυτής της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας. Έτσι, κατά τη εφαρμογή υπερήχων εντοπίζονται μικρές φυσαλίδες με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο. Αυτές οι φυσαλίδες στη συνέχεια εκρήγνυνται, αυξάνοντας την διατμητική τάση στο εσωτερικό του συστήματος. Οι αυξήσεις της θερμικής ενέργειας, η δυναμική ανάδευση και οι αναταράξεις στο μέσο ενθαρρύνονται από τη διατμητική τάση των συστημάτων. Αυτά τα αποτελέσματα επομένως υποστηρίζουν τη μείωση του μεγέθους της κolloειδούς πηκτίνης και τις επακόλουθες τροποποιήσεις στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του προϊόντος (Li et al., 2021).

Οι υπέρηχοι υψηλής έντασης όχι μόνο επηρεάζουν τα ρεολογικά χαρακτηριστικά αλλά και αυξάνουν τη συγκράτηση βιοδραστικών ουσιών περισσότερο από ότι η παραδοσιακή θερμική επεξεργασία. Επειδή η θερμοκρασία και η πίεση σε μια μικροπεριοχή αυξάνονται καθώς εκκολάπτονται μικροφυσαλίδες, οι τεχνικές υπερήχων διατηρούν καλύτερα τις βιοδραστικές χημικές ουσίες. Ως αποτέλεσμα, η θερμοκρασία του συστήματος αυξάνεται λιγότερο γρήγορα. Επιπλέον, το προϊόν

μπορεί να παστεριωθεί χάρη σε αυτές τις διαδικασίες. Έτσι, το μικροβιακό φορτίο των εμπορευμάτων μειώνεται και οι ελάχιστες αλλαγές στις οργανοληπτικές ιδιότητες ενθαρρύνονται από τις μεθόδους με τη βοήθεια υπερήχων (Chen et al., 2020).

Επιπλέον, η εφαρμογή υπερήχων ενθαρρύνει την ρήξη των κυτταρικών μεμβρανών των βακτηρίων, εκθέτοντας το γενετικό τους υλικό και διευκολύνοντας την αποτελεσματική αδρανοποίησή τους. Οι αξιολογήσεις της αποτελεσματικότητας της ισχύος των υπερήχων (26-104 W), της διάρκειας επεξεργασίας (2-8 λεπτά) και των παλμών (2-6 δευτερόλεπτα) στην αδρανοποίηση βακτηρίων από δείγματα αμυγδάλων έδειξαν πως η εφαρμογή 104 W και παλμό 6 s είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη μείωση του αριθμού του *Escherichia coli* O157:H7, από 5,12 σε 3,81 log CFU/mL, εντός 8 λεπτών από τη διαδικασία. Από την άλλη πλευρά, η *Listeria monocytogenes* αδρανοποιήθηκε σε 1 log CFU/mL από την επεξεργασία με υπερήχους στα 104 W, 6 s παλμού που πραγματοποιήθηκε για 2 λεπτά (Iorio et al., 2019).

Επιπλέον, οι ελεύθερες ρίζες που απελευθερώνονται στο μέσο ως αποτέλεσμα της ηχόλυσης των μορίων του νερού είναι κυρίως υπεύθυνες για τη μειωμένη ενζυμική δραστηριότητα του προϊόντος. Η ακουστική σπηλαίωση παρέχει αυτή την ηχόλυση. Λόγω της ακραίας αστάθειας και αντιδραστικότητάς τους, οι ελεύθερες ρίζες αντιδρούν με τις ενζυμικές πρωτεΐνες είτε δίνοντας είτε λαμβάνοντας ηλεκτρόνια. Τα ένζυμα υφίστανται έτσι απώλεια του φυσικού τους σχήματος λόγω της αστάθειας των πρωτεϊνικών τους συνδέσεων. Η αδρανοποίηση των ενζύμων προκύπτει από τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ενζύμου (Bhattacharjee et al., 2019). Σε αντίθετη περίπτωση, οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να μειώσουν το φαινολικό περιεχόμενο των προϊόντων, να επιταχύνουν την οξείδωση των λιπιδίων και να διασπάσουν το ασκορβικό οξύ (Chen et al., 2020).

Ακόμα, η ενεργειακή απόδοση των υπερήχων είναι καλύτερη από εκείνη των παραδοσιακών θερμικών επεξεργασιών. Οι εφαρμογές με υπερήχους χρειάζονται γρήγορο χρόνο επεξεργασίας, ο οποίος συνδέεται με τη βελτιωμένη ενεργειακή τους απόδοση. Ταυτόχρονα, η ογκομετρική θέρμανση προωθείται από τους υπερήχους, οι οποίοι είναι ένας απλός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται και δεν βλάπτει τις θερμοδιαλυτές χημικές ουσίες που περιέχονται στο προϊόν (Chen et al., 2020).

### 3.2.2 Επεξεργασία υπό υψηλή πίεση

Μια νέα μη θερμική μέθοδος που ονομάζεται επεξεργασία υψηλής πίεσης χρησιμοποιεί πιέσεις μεταξύ 100 και 1000 MPa. Η διαδικασία αυτή έχει ένα μειονέκτημα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές θερμικές επεξεργασίες. Η επεξεργασία υπό υψηλή πίεση γίνεται σε παρτίδες. Οι συμβατικές εφαρμογές, από την άλλη πλευρά χρησιμοποιούνται συνεχώς. Κατά συνέπεια, ένας μεγαλύτερος όγκος προϊόντος επεξεργάζεται ταχύτερα με τη χρήση τυπικών θερμικών μεθόδων.

Όμως, υπάρχουν ορισμένα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι θεραπείες υψηλής πίεσης σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους παστερίωσης. Το πρωταρχικό όφελος συνδέεται με τις ελάχιστες επιδράσεις αυτής της νέας τεχνολογίας στη διατροφική αξία και τις οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος. Οι ομοιοπολικές συνδέσεις, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των βιταμινών, των αντιοξειδωτικών και των πτητικών συστατικών των προϊόντων δεν ενθαρρύνονται να διασπαστούν από τις επεξεργασίες υψηλής πίεσης. Επιπλέον, η επεξεργασία αυτή μειώνει το παθογόνο και αλλιώτικο μικροβιακό φορτίο, αδρανοποιεί τα ενδογενή ένζυμα, μειώνει το φαινόμενο ιζώδες και αυξάνει το ιζώδες των προϊόντων (Szczerpanska et al., 2020).

Τα τρόφιμα υποβάλλονται σε υψηλή πίεση με ογκομετρικό, άμεσο και ομοιόμορφο τρόπο χρησιμοποιώντας ισοστατική μετάδοση. Ως αποτέλεσμα, η τεχνική αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευκολότερα με μικρότερες ποσότητες προϊόντος. Καθώς η αύξηση της πίεσης κατά 100 MPa έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος κατά 3 έως 6°C, η συμπίεση του συστήματος ενθαρρύνει τις αδιαβατικές διεργασίες. Εκτός από την καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών των μικροοργανισμών και τη μείωση της δραστηριότητάς τους, οι συνθήκες αυτές ευνοούν τη θερμική μετουσίωση των πρωτεϊνών και των ενζύμων. Επιπλέον, τα βακτήρια υφίστανται μορφολογικές αλλαγές ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας υπό υψηλή πίεση (Yildiz et al., 2019).

Η αύξηση της πίεσης διευκολύνει την κρυστάλλωση των φωσφολιπιδίων που βρίσκονται στην κυτταρική μεμβράνη των βακτηρίων. Ως εκ τούτου, η αυξημένη ανταλλαγή ιοντικών δομών καθίσταται δυνατή λόγω της μεγαλύτερης διαπερατότητας της μεμβράνης, η οποία είτε εμποδίζει την κυτταρική δραστηριότητα είτε ενθαρρύνει τη λύση των μικροοργανισμών. Με αυτόν τον τρόπο η επεξεργασία υπό υψηλή πίεση αδρανοποιεί ως επί το πλείστον τα βακτήρια.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας υψηλών πιέσεων όχι μόνο σταθεροποιούν τα τρόφιμα αλλά και ενθαρρύνουν διακριτές φυσικές επιδράσεις στα σωματίδια του επεξεργασμένου υγρού. Αυτή η επεξεργασία οδηγεί στις διαδικασίες διάτμησης, στροβιλισμού, κατάρρευσης και σπηλαιώσης, οι οποίες βοηθούν στη μείωση του μεγέθους των σωματιδίων. Το προϊόν θα έχει αυξημένη κινητική σταθερότητα ως αποτέλεσμα αυτής της μείωσης του μεγέθους των σωματιδίων.

Παρ' όλα αυτά, πειραματικά δεδομένα σε φυτικό υποκατάστατο γάλακτος από σόγια δεν θα μπορούσε να διασφαλιστεί μόνο με την εφαρμογή της μεθόδου υψηλών πιέσεων. Ως αποτέλεσμα, το προϊόν θα πρέπει να υποβληθεί σε πρόσθετη θερμική επεξεργασία για αύξηση της ομοιογένειάς του. Η διαδικασία της θερμικής μετουσίωσης προκαλεί τη θερμότητα για να ενθαρρύνει τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών του προϊόντος. Έτσι, αξιολόγησαν πώς η θερμοκρασία (85 και 121 °C), ο χρόνος επεξεργασίας (15 και 30 λεπτά) και η πίεση (2, 103 και 172 MPa) επηρέασαν τη σταθερότητα του ροφήματος φυτικής προέλευσης. Ως αποτέλεσμα, το ρόφημα από σόγια που υποβλήθηκε σε επεξεργασία για 30 λεπτά στα 172 MPa και στους 85°C παρουσίασε μεγαλύτερη αντίσταση στον διαχωρισμό φάσεων (Bernat et al., 2015).

Μία ακόμα θετική επίδραση της συγκεκριμένης μεθόδου είναι πως μπορεί να αδρανοποιήσει και διάφορα ένζυμα όπως οι υπεροξειδάσες, με το 80% του συνόλου των ενζύμων να αδρανοποιούνται σε πιέσεις 200 MPa. Η αυξημένη πίεση του συστήματος συσχετίζεται άμεσα με την ενζυμική αναστολή που προάγουν οι δραστηριότητες υψηλής πίεσης. Με αυτό τον τρόπο προστατεύονται τα λιπαρά που περιέχονται στα φυτικά γαλακτοκομικά από οξείδωση και παρατείνεται η διάρκεια ζωής τους (Aydar et al., 2020).

Η οξείδωση των λιπιδίων επίσης προστατεύεται και από την μετουσίωση των πρωτεϊνών (λόγω αποδυνάμωσης των πρωτεϊνικών δεσμών και διάσπασής τους) που συσσωρεύονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν το λιπιδικό κλάσμα του προϊόντος (Aydar et al., 2020).

### **3.2.3 Εφαρμογή παλμικού ηλεκτρικού πεδίου**

Μια καινοτόμος τεχνική που διερευνάται όλο και περισσότερο για τη φυτική επεξεργασία γάλακτος είναι η τεχνολογία παλμικού ηλεκτρικού πεδίου (Palmic Electric Field, PEF). Το PEF χρησιμοποιεί σύντομους, υψηλής τάσης ηλεκτρικούς παλμούς για να απενεργοποιήσει μικροοργανισμούς, να αδρανοποιήσει τα ένζυμα και

να διαπερατήσει τις κυτταρικές μεμβράνες εφαρμόζοντας αυτούς τους ηλεκτρικούς παλμούς σε φυτικούς ιστούς ή υγρά προϊόντα.

Στην βιομηχανία φυτικών υποκατάστατων γάλακτος η μέθοδος χρησιμοποιείται για την μικροβιολογική και ενζυμική αδρανοποίηση υγρών προϊόντων. Για αποφυγή της αλλοίωσης της σύνθεσης των τροφίμων η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί χαμηλές θερμοκρασίες, μεταξύ 30 και 40 °C. Στα προϊόντα τροφίμων, το ρεύμα αυτό ενθαρρύνει συνεχή παλμικά ηλεκτρικά πεδία μεταξύ 5 και 55 kV \* cm<sup>-1</sup>. Μέσω της δημιουργίας διαμεμβρανικού δυναμικού, η χρήση αυτής της μη θερμικής διαδικασίας ενθαρρύνει τη μείωση του φορτίου μικροοργανισμών του προϊόντος. (El Kantar et al., 2018).

Μέσω της δημιουργίας διαμεμβρανικού δυναμικού, η χρήση αυτής της μη θερμικής διαδικασίας ενθαρρύνει τη μείωση του φορτίου μικροοργανισμών του προϊόντος. Οι κυτταρικές δομές των μικροοργανισμών αναπτύσσουν τρύπες ως αποτέλεσμα αυτού του δυναμικού σε κρίσιμες τιμές. Η ηλεκτροδιάτρηση είναι ο όρος για αυτή τη διαδικασία που προκαλεί τις κυτταρικές μεμβράνες να γίνονται διαπερατές. Διασπά τη διπλοστοιβάδα των λιπιδίων και αλλοιώνει τις πρωτεΐνες των μικροοργανισμών. Ως αποτέλεσμα, τα εξοκυτταρικά στοιχεία εκτίθενται στα μικρόβια, αυξάνοντας την πιθανότητα λύσης τους (Novickij et al., 2020).

Ο εναλλακτικός τρόπος που η συγκεκριμένη μέθοδος οδηγεί σε απενεργοποίηση είναι η μετουσίωση των πρωτεϊνών των ενζύμων που προκαλεί που οδηγεί σε μορφολογίες αλλοιώσεις οι οποίες τα αδρανοποιούν.

Τα πειραματικά δεδομένα στο γάλα σόγιας δείχνουν πως η εφαρμογή διπολικών παλμών (2-5μs), συχνότητα παλμού 100-600 Hz και θερμοκρασία 25°C οδηγεί στην μείωση της δραστηριότητας λιποξυγενάσης έως και 88%, με τα αποτελέσματα να είναι καλύτερα από ότι στην περίπτωση εφαρμογής παραδοσιακής επεξεργασίας (Li et al., 2008).

Επειδή η επεξεργασία με παλμικά ηλεκτρικά πεδία είναι μια μη θερμική μέθοδος, όχι μόνο μειώνει την ενζυμική και μικροβιολογική δραστηριότητα του προϊόντος, αλλά διατηρεί και τη θρεπτική αξία του τροφίμου.

Και πάλι σε υποκατάστατα γάλακτος σόγιας η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου με χαρακτηριστικά 200 Hz, 4 μs διπολικοί παλμοί, στους 90°C για 60 s



οδήγησε σε καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα συγκριτικά με την μέθοδο της παστερίωσης όμως (90°C για 60 s) καθώς η πρώτη μέθοδος δεν οδηγεί στην αποικοδόμηση του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) και διατηρεί την αντιοξειδωτική ικανότητα του προϊόντος. Ταυτόχρονα προάγεται η μικροβιακή σταθερότητα και στις δύο περιπτώσεις (Morales-de La Pena et al., 2010).

### **3.2.4 Χρήση υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα**

Η εκχύλιση με υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα (SC-CO<sub>2</sub>) είναι μια νέα τεχνική που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην παραγωγή γάλακτος φυτικής προέλευσης για την εξαγωγή γεύσεων, ελαίων και βιοδραστικών συστατικών από πρώτες ύλες, όπως δημητριακά, ξηρούς καρπούς και σπόρους. Χρησιμοποιώντας διοξείδιο του άνθρακα σε υπερκρίσιμη κατάσταση -όπου διαθέτει χαρακτηριστικά τόσο ενός αερίου όσο και ενός υγρού- η εκχύλιση SC-CO<sub>2</sub> επιτρέπει τον επιλεκτικό διαχωρισμό των επιθυμητών χημικών ουσιών από μία φυτική πρώτη ύλη.

Η υπερκρίσιμη φάση του CO<sub>2</sub> παρουσιάζει ενδιάμεσα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, παρόμοια με την πυκνότητα του υγρού και το ιξώδες του αερίου. Αυτό το ρευστό έχει επίσης υψηλό συντελεστή διάχυσης και είναι μη τοξικό, αδρανές, μη εύφλεκτο, μη διαβρωτικό και απομακρύνεται εύκολα. Ως αποτέλεσμα, έχει υψηλή δυνατότητα διείσδυσης στα φυτικά κύτταρα. Σε κάθε άλλη περίπτωση, τα πολικά μόρια έχουν μικρή δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα (Silva et al., 2020b).

Μεταξύ των υπερκρίσιμων ρευστών, το CO<sub>2</sub> έχει την καλύτερη σχέση κόστους-οφέλους, καθώς είναι μη τοξικό και φθινό. Επιπλέον, αυτός ο διαλύτης έχει δώσει μεγάλες αποδόσεις εκχύλισης. Λαμβάνοντας υπόψη τις κρίσιμες παραμέτρους άλλων ρευστών που χρησιμοποιούνται στην υπερκρίσιμη κατάσταση, οι παράμετροι του CO<sub>2</sub> (7,38 MPa και 31°C) είναι ήπιες. Αυτές οι ήπιες συνθήκες ενθαρρύνουν τη μικρότερη αλλοίωση των θρεπτικών ιδιοτήτων των μητρών τροφίμων και μειώνουν την ενεργειακή δαπάνη της διαδικασίας. Η υπερκρίσιμη τεχνολογία είναι δύσκολο να υιοθετηθεί σε βιομηχανική κλίμακα, παρά το χαμηλό κόστος και την αποτελεσματικότητα του CO<sub>2</sub>. Η πρόκληση αυτή σχετίζεται κυρίως με την ακριβή και απαιτητική φύση της εγκατάστασης του εξοπλισμού (Silva et al., 2019).

Μειώνοντας τον αριθμό των ενδογενών ενζύμων και των επιβλαβών μικροοργανισμών στο προϊόν, αυτή η τεχνική αιχμής συμβάλλει στη συντήρησή του

τροφίμου. Η εξωτερική υγρή φάση των μικροβιακών κυττάρων διαλύεται με διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο επίσης μειώνει το pH του μέσου και αυξάνει τη διαπερατότητα των μεμβρανών. Προκειμένου να προωθηθεί η βακτηριοκτόνος επίδραση στο προϊόν, το υπερκρίσιμο υγρό διεισδύει στο μικρόβιο, μεταβάλλει την κυτταρική του μεμβράνη και μειώνει το ενδοκυτταρικό του pH (Silva et al., 2019).

Τα υπερκρίσιμα ρευστά μειώνουν επίσης την ενζυμική δραστηριότητα ενός συστήματος. Αυτά προκαλούν πτώση του υδρογονικού δυναμικού των προϊόντων, γεγονός που ενθαρρύνει τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ενζύμου. Ως αποτέλεσμα, η διαδικασία μειώνει αποτελεσματικά την ενζυμική δραστηριότητα και ενθαρρύνει τον διαχωρισμό φάσεων του προϊόντος με την οξίνιση του συστήματος. Έτσι, η διαδικασία αυτή μπορεί να ενθαρρύνει την καταβύθιση μικκυλίων καζεΐνης. Τα γαλακτώματα τροφίμων μπορεί να γίνουν ασταθή ως αποτέλεσμα αυτού. Η πρόκληση αυτή σχετίζεται κυρίως με την ακριβή και δύσκολη φύση της εγκατάστασης του εξοπλισμού (Silva et al., 2019).

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες για υποκατάστατα γάλακτος φυτικής προέλευσης που παρασκευάζονται με τη χρήση τεχνολογίας CO<sub>2</sub> υψηλής πίεσης. Ωστόσο, το υπερκρίσιμο CO<sub>2</sub> έχει ήδη χρησιμοποιηθεί στην επεξεργασία μητρών τροφίμων με ρεολογικά χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των φυτικών ποτών (Silva et al., 2019).

Το διοξείδιο του άνθρακα συμπιέζεται στην υπερκρίσιμη κατάστασή του, η οποία είναι συνήθως πάνω από 73,8 ατμόσφαιρες (atm) και 31,1°C (87,98°F), κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκχύλισης SC-CO<sub>2</sub>. Το διοξείδιο του άνθρακα έχει τα χαρακτηριστικά ενός πυκνού ρευστού με βελτιωμένες ιδιότητες διαλύτη σε αυτή την πίεση και θερμοκρασία, γεγονός που του επιτρέπει να διαπερνά το φυτικό υλικό και να διαλύει τις χημικές ουσίες-στόχους (Silva et al., 2019).

### **3.2.5 Εφαρμογή υπεριώδους (Ultra Violent, UV) ακτινοβολίας**

Μια νέα προσέγγιση για την επεξεργασία των φυτικών πρώτων υλών για παραγωγή υποκατάστατων γάλακτος είναι η χρήση UV ακτινοβολίας, δηλαδή ακτινοβολίας 250-260nm. Ο κύριος λόγος χρήσης του έχει να κάνει με την αποστείρωση του παραγόμενου προϊόντος.

Επειδή η υπεριώδης ακτινοβολία καταστρέφει το DNA και σταματά τον πολλαπλασιασμό μικροοργανισμών, όπως τα βακτήρια, οι ιοί και οι μύκητες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην εξάλειψή τους.

Στα υποκατάστατα φυτικού γάλακτος, η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την αδρανοποίηση των μικροοργανισμών. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει την θετική επίδραση της UV ακτινοβολίας στο φυτικό γάλα σόγιας. Συγκεκριμένα, το ρόφημα εκτέθηκε σε ακτινοβολία μήκους κύματος 253,7 nm για περιόδους επεξεργασίας που κυμαίνονταν από 0 έως 48 λεπτά, σε θερμοκρασίες 4, 8, 12, 18, 25 και 30 °C. Οι δόσεις ακτινοβολίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0 έως 10 J/cm<sup>2</sup>. Μεταξύ 4 και 18°C, η *Salmonella Enteritidis* υπέστη θερμοεξαρτώμενη αδρανοποίηση. Η επεξεργασία στους 18°C είχε ως αποτέλεσμα τη μέγιστη μικροβιολογική αδρανοποίηση ( $5,40 \pm 0,17 \log$  CFU/mL). Οι επεξεργασίες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 18 και 30°C διευκόλυναν τη μη θερμικά εξαρτώμενη θανάτωση των μικροβίων. Επιπλέον, οι εφαρμογές σε αυτές τις θερμοκρασίες χρησιμοποίησαν χαμηλότερες δόσεις ακτινοβολίας για να ενθαρρύνουν το ίδιο είδος μικροβιακής αδρανοποίησης με τις θεραπείες στους 18°C (Possas et al., 2018).

Επιπλέον, η UV ακτινοβολία επηρεάζει τα ένζυμα εκτός από την ενθάρρυνση της αδρανοποίησης των μικροοργανισμών. Η UV ακτινοβολία προκαλεί φωτοχημικές αλλαγές στις πρωτεΐνες που οδηγούν σε ενζυμική αδρανοποίηση. Η δραστηριότητα της υπεροξειδάσης έχει βρεθεί πως είναι κατά 85% χαμηλότερη μεταξύ του υποκατάστατου γάλακτος που εφαρμόστηκε ακτινοβολία και σε εκείνα που δεν εφαρμόστηκε (Atilgan et al., 2021).

Αναφορικά με την αισθητηριακή επίδραση φαίνεται πως η UV ακτινοβολία επιδρά ελάχιστα στα αισθητηριακά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Δεδομένου ότι η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί χαμηλές θερμοκρασίες και ακτινοβολία, τα θερμοευαίσθητα συστατικά του τροφίμου δεν ενθαρρύνονται να υποβαθμιστούν θερμικά. Παρ' όλα αυτά, η μέθοδος λειτουργεί καλύτερα με υγρά μέσα (Atilgan et al., 2021).

Βέβαια η υπεριώδης ακτινοβολία δεν έχει την ικανότητα να διεισδύσει εντός των τροφίμων με αποτέλεσμα να επιδρά μόνο στους μικροοργανισμούς που έρχονται άμεσα σε επαφή μαζί της. Για τον λόγο αυτό απαιτείται τα μέσα να είναι όσο δυνατών πιο διαυγή, κάτι το οποίο δεν είναι πάντα επιθυμητό (Atilgan et al., 2021).

### 3.3 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας

#### 3.3.1 Θέρμανση με μικροκύματα

Η θέρμανση με μικροκύματα είναι μια ασυνήθιστη αλλά εξαιρετικά αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση του μικροβιακού φορτίου και την παράταση της διάρκειας ζωής διαφόρων τροφίμων όπως τα φυτικά υποκατάστατα γαλακτοκομικών.

Η βάση της έννοιας των μικροκυμάτων είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που δρα ογκομετρικά στο δίπολο των μορίων νερού του προϊόντος σε συχνότητα 103 έως 104 MHz. Λόγω των αλληλεπιδράσεων έλξης και απώθησης μεταξύ των διπόλων των μορίων του νερού, τα οποία απελευθερώνουν θερμότητα, η ακτινοβολία αυτή ενθαρρύνει την αύξηση της ενδομοριακής τριβής του συστήματος. Η ιοντική αγωγιμότητα συμβάλλει επίσης στην αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος, επειδή διευκολύνει τη μετακίνηση ιόντων σε περιοχές με αντίθετα φορτία μέσω της δράσης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Κατά συνέπεια, ενισχύονται οι διαμοριακές συγκρούσεις και διασπάται ο δεσμός υδρογόνου του νερού (Hassan et al., 2021).

Άλλες επιπτώσεις της εφαρμογής των μικροκυμάτων είναι η αδρανοποίηση των μικροοργανισμών. Μικρά μόρια μπορούν να εισέλθουν στα βακτήρια λόγω της αυξημένης διαπερατότητας της μεμβράνης που προκαλείται από το φαινόμενο του ηλεκτρικού πεδίου. Τα κύτταρα διευρύνονται ως αποτέλεσμα, ενθαρρύνοντας τη λύση. Δεδομένου ότι τα μικροκύματα αλλάζουν τις πρωτεϊνικές δομές των ενζύμων, προκαλούν επίσης την αδρανοποίηση του ηλεκτρικού πεδίου που παράγουν.

Οι Vagadia et al., (2018) διεξήγαγαν μια μελέτη για να συγκρίνουν τις επιδράσεις των μικροκυμάτων και της παραδοσιακής επεξεργασίας στην πεπτικότητα των πρωτεϊνών και την αναστολή της θρυψίνης ενός ροφήματος από σόγια (*Glycine max*). Αξιολόγησαν θερμοκρασίες επεξεργασίας 70, 85 και 100 °C για ένα ρόφημα από σόγια. Ενώ στις επεξεργασίες με μικροκύματα χρησιμοποιήθηκαν 2,45 GHz για 2, 5 και 8 λεπτά, οι συμβατικές επεξεργασίες πραγματοποιήθηκαν για 10, 20 και 30 λεπτά. Σε σύγκριση με την επεξεργασία με μικροκύματα (7%), η παραδοσιακή επεξεργασία απέδωσε καλύτερη πέψη των πρωτεϊνών του ροφήματος (11%). Παρ' όλα αυτά, σε σύγκριση με τη νέο-αναπτυχθείσα θεραπεία (1%), η παραδοσιακή επεξεργασία ανέστειλε επίσης την θρυψίνη περισσότερο (3%) από ό,τι αυτή (Vagadia et al., 2018).

Έτσι, χρησιμοποιώντας σύντομους χρόνους επεξεργασίας, οι εφαρμογές μικροκυμάτων επιτρέπουν την ομοιόμορφη και ογκομετρική θέρμανση των τροφίμων όπως τα ροφήματα φυτικής προέλευσης. Επιπλέον, τα λιπίδια, οι βιταμίνες, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες του προϊόντος δεν μπορούν να διασπαστούν από τη συχνότητα των μικροκυμάτων. Έτσι, οι οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος διατηρούνται με αυτή τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

### **3.3.2 Ωμική θέρμανση**

Η ωμική θέρμανση είναι μια τεχνική αιχμής για τη θέρμανση γάλακτος φυτικής προέλευσης μέσω της διοχέτευσης ηλεκτρικού ρεύματος μέσω αυτού. Η ωμική θέρμανση εφαρμόζει ένα ηλεκτρικό πεδίο στο φυτικό γάλα για να το θερμάνει άμεσα, σε αντίθεση με τις τυπικές τεχνικές θέρμανσης που βασίζονται στην αγωγιμότητα, τη μεταφορά ή την ακτινοβολία για να το κάνουν. Η ωμική θέρμανση έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στα φυτικά υποκατάστατα γαλακτοκομικών.

Η διαδικασία της ωμικής θέρμανσης περιλαμβάνει την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος 50-60 Hz στις πρώτες ύλες, η οποία απελευθερώνει θερμική ενέργεια ως αποτέλεσμα της ηλεκτρικής της αντίστασης. Μέσω του αντιστατικού μέσου, η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στο σύστημα μεταφέρεται, ενθαρρύνοντας την αναδιάταξη των ιόντων και αυξάνοντας τον βαθμό ανάδευσης των μορίων. Έτσι, η κίνηση αυτών των μορίων ενθαρρύνει την απελευθέρωση θερμότητας.

Με την ομοιόμορφη θέρμανση του μέσου, αυξάνεται η συνολική θερμοκρασία χωρίς να προκαλείται μηχανική βλάβη στο προϊόν, γεγονός που μειώνει το παθογόνο και αποικοδομητικό μικροβιακό φορτίο που προκαλείται από τη ρήξη των κυτταρικών μεμβρανών. Επιπλέον, η ενζυμική αδρανοποίηση που επιτυγχάνεται με αυτή τη θερμική επεξεργασία είναι αποτελεσματική.

Η ωμική θέρμανση λειτουργεί στα ενεργά κέντρα των ενζύμων, μετουσιώνοντάς τα με την αφαίρεση των μεταλλικών προσθετικών ομάδων από τα μεταλλοένζυμα. Η αποτελεσματικότητα της ωμικής θέρμανσης για την ενζυμική αναστολή της ουρεάσης διερευνήθηκε από τους Li et al. (2015). Σε σταθερή θερμοκρασία 90 °C, οι ερευνητές αξιολόγησαν τις επιδράσεις της συχνότητας επεξεργασίας (50, 500, 5000 και 10 kHz), της τάσης (160, 180, 200 και 220 V) και της διάρκειας επεξεργασίας (0, 1, 3, 5, 10 και 15 λεπτά) στην αδρανοποίηση των ενζύμων. Η ίδια αδρανοποίηση ουρεάσης διευκολύνθηκε από τις επεξεργασίες ωμικής θέρμανσης όπως και από την

παραδοσιακή θερμική επεξεργασία. Επιπλέον, η αύξηση της συχνότητας βελτίωσε την απενεργοποίηση των ενζύμων (Li et al., 2015).

Εκτός από την αποτελεσματικότητά της στην ενζυμική και μικροβιολογική σταθεροποίηση, η μέθοδος αυτή προσφέρει και άλλα πλεονεκτήματα σε σχέση με την παραδοσιακή θερμική επεξεργασία. Η συσκευή της είναι απλή στη χρήση, απαιτεί ελάχιστη συντήρηση και επιταχύνει τη θέρμανση τόσο της υγρής όσο και της στερεάς φάσης. Ωστόσο, η θέση αυτής της τεχνολογίας σε χρήση σε βιομηχανική κλίμακα έχει σημαντικό κόστος και απαιτεί μεγάλη αρχική επένδυση. Επιπλέον, οι διαδικασίες μπορεί να προκαλέσουν υπερθέρμανση του προϊόντος, γεγονός που θα ενθάρρυνε τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών και θα οδηγούσε σε μεταβολές στη θρεπτική αξία και την αισθητηριακή ελκυστικότητα των ποτών φυτικής προέλευσης (Bocker et al., 2022).

### **3.4 Μικροβιακή και ενζυμική αδρανοποίηση**

Η μικροβιολογική και ενζυμική δραστηριότητα των τροφίμων είναι ένα από τα πρωταρχικά ζητήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξή τους. Η αυξημένη ενζυματική και μικροβιολογική δραστηριότητα μειώνει τη διάρκεια ζωής του προϊόντος μεταβάλλοντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του.

Εκτός από την επίδραση στην υποβάθμισή της ποιότητας και των τεχνολογικών τους χαρακτηριστικά, οι μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να προκαλούν ασθένειες στους ξενιστές τους. Ως εκ τούτου, η ασφάλεια των τροφίμων διακυβεύεται από την παρουσία βακτηρίων. Έτσι, ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία επεξεργασίας τροφίμων είναι η παστερίωση των προϊόντων, η οποία συχνά επιτυγχάνεται με θερμική επεξεργασία.

Η παστερίωση των προϊόντων, μειώνει το μικροβιακό και ενζυμικό φορτίο σε επίπεδα που είναι ασφαλή για την κατανάλωση από τον άνθρωπο. Έτσι, ένα από τα πρωταρχικά ζητήματα με τη μηχανική τροφίμων αυτή τη στιγμή είναι η ασφάλεια των τροφίμων.

Σε αυτά τα πλαίσια η αναζήτηση μεθόδων που θα οδηγήσουν σε μικροβιολογική και ενζυμική αδρανοποίηση μελετάται εκτενώς. Μεταξύ των διαφόρων μεθόδων, οι τεχνολογίες που ξεχωρίζουν περιλαμβάνουν τους υπερήχους, την υψηλή πίεση, το παλμικό ηλεκτρικό πεδίο, την ωμική θέρμανση, το υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα, την υπεριώδη ακτινοβολία και τα μικροκύματα. Αυτές οι μέθοδοι παστεριώνουν τα

τρόφιμα μέσω διαφορετικών διαδικασιών. Ακόμα κι έτσι, πρόκειται για μη θερμικές επεξεργασίες, που σημαίνει ότι η θερμότητα δεν ήταν ο μόνος παράγοντας που χρησιμοποιήθηκε για τη μείωση του μικροβιακού και ενζυμικού φορτίου. Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για τις διαδικασίες αδρανοποίησης των αναπτυσσόμενων τεχνολογιών και για το πόσο καλά μπορούν να μειώσουν το ενζυμικό και μικροβιακό φορτίο. Ως αποτέλεσμα, η αγορά τροφίμων επιθυμεί περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη βιωσιμότητα κάθε τεχνικής για τη μείωση του ενζυμικού και μικροβιολογικού φορτίου των τροφίμων (Van Impe et al., 2018).

Οι μη θερμικές προσεγγίσεις που ενθαρρύνουν την καταπόνηση για την αδρανοποίηση των βακτηρίων δεν έχουν αποδειχθεί τόσο επιτυχείς όσο άλλες νέες διαδικασίες παστερίωσης. Από την άλλη πλευρά, ένα μέτριο μικροβιακό φορτίο έχει καταστεί ανενεργό. Όμως σε κάθε περίπτωση, τα περισσότερα βακτήρια είναι σε θέση να προσαρμόζονται σε στρεσογόνες περιβαλλοντικές συνθήκες. Εξαιτίας του συγκεκριμένου φαινομένου, οι νέες τεχνολογίες δεν έχουν καταφέρει να σταθεροποιήσουν τα προϊόντα για αρκετό χρονικό διάστημα ώστε να διασφαλίσουν την ασφάλειά τους (Soni et al., 2020).

Παρόλο που από όλες τις μεθόδους η εφαρμογή υψηλών πιέσεων είναι πολλά υποσχόμενη, οι περισσότερες τεχνολογίες σχεδόν ποτέ δεν μπορούν να αδρανοποιήσουν τα βακτηριακά σπόρια, ιδιαίτερα των βακτηρίων του γένους *Enterobacteria*, κι έτσι πραγματοποιούνται περαιτέρω έρευνες (Soni et al., 2020).

### **3.5 Σύγκριση και προοπτικές**

Παρόλο που οι νέες τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές και ανοίγουν νέους ορίζοντες φαίνεται πως απαιτείται περαιτέρω μελέτη και πειραματισμός σε βιομηχανικό επίπεδο ώστε να ληφθούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις βέλτιστες περιόδους χρήσης τους και τις βέλτιστες συνθήκες.

Ένα από τα προβλήματα με τις νέες τεχνολογίες είναι ότι οι μη θερμικές μέθοδοι παστερίωσης έχουν περιορισμένη ικανότητα να καθιστούν ανενεργά τα σπόρια των κυττάρων. Έτσι, χρησιμοποιούν μέτριες θερμοκρασίες, οι οποίες δεν επαρκούν για να καταστήσουν τα σπόρια ανενεργά. Τα ισχυρά εξωτερικά τοιχώματα των σπορίων και των γυρεόκοκκων των φυτών περιλαμβάνουν επίσης ένα προστατευτικό λιπίδιο με μεγάλη θερμική σταθερότητα, καθώς αυτές οι μη βλαστημένες δομές έχουν κυτταρικό

τοίχωμα από σποροπολενίνη. Ως αποτέλεσμα, διάφορες διεργασίες συνδυάζουν διάφορους στρεσογόνους παράγοντες, όπως η πίεση και η θερμότητα, για να αυξήσουν τη μικροβιολογική ασφάλεια του προϊόντος (dos Santos Rocha et al., 2022).

Η χαμηλή αποτελεσματικότητα αδρανοποίησης των σπορίων ενθαρρύνεται επίσης από την επεξεργασία με παλμικό ηλεκτρικό πεδίο. Ωστόσο, με τη συμπερίληψη ουσιών όπως τα οργανικά οξέα και η νισίνη στο σύστημα, η αποτελεσματικότητα αυτή μπορεί να αυξηθεί. Επιπλέον, η βλάστηση των δομών των σπορίων μπορεί να υποβοηθηθεί από αλλαγές στο pH, αύξηση της θερμικής ενέργειας και της δραστηριότητας του νερού. Συνεπώς, το ανθεκτικό κυτταρικό τοίχωμα των σπορίων διαρρηγνύεται, καθιστώντας τα ευάλωτα στην αδρανοποίηση από το παλμικό ηλεκτρικό πεδίο (Bocker & Silva, 2022).

Σε αντίθετη περίπτωση, η τεχνολογία της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι αναποτελεσματική στην προώθηση της μικροβιολογικής σταθερότητας των αντικειμένων. Η αρχή λειτουργίας αυτής της τεχνολογίας βασίζεται στην άμεση έκθεση των βακτηρίων σε ακτινοβολία. Παρ' όλα αυτά, η υπεριώδης ακτινοβολία έχει χαμηλή διεισδυτικότητα, γεγονός που εμποδίζει την αδρανοποίηση των μικροβίων. Παρόλα αυτά, η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να αυξηθεί με την ενθάρρυνση της αναταραχής. Αυτή η αναταραχή μειώνει την απαίτηση για ισχυρές δόσεις ακτινοβολίας, ενώ προάγει τη σταθερότητα των μικροοργανισμών (Bocker & Silva, 2022).

Οι μη θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας φαίνεται πως οδηγούν σε καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τις θερμικές μεθόδους επεξεργασίας καθώς αποφεύγεται η υποβολή του συστήματος σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι μέθοδοι αυτές μειώνουν επίσης το ιξώδες του προϊόντος, το μέγεθος των σωματιδίων και το ενζυμικό και μικροβιολογικό φορτίο. Επειδή οι μη θερμικές μέθοδοι παστερίωσης μπορούν να διατηρήσουν θερμοευαίσθητα συστατικά, παρέχουν προϊόντα με υψηλή προστιθέμενη αξία (Bocker & Silva, 2022).

Στις καινοτόμες θερμικές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται υψηλότερες θερμοκρασίες επεξεργασίας από ότι στις μη θερμικές. Ως αποτέλεσμα, επιτρέπουν τη διατήρηση λιγότερο θερμοευαίσθητων χημικών ουσιών. Αλλά σε σύγκριση με μη θερμικές μεθόδους όπως η υψηλή πίεση και το υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα, ο



εξοπλισμός μικροκυμάτων και ωμικής θέρμανσης είναι λιγότερο δαπανηρός και απλούστερος στη χρήση (dos Santos Rocha et al., 2022).

Επιπλέον, οι νέες θερμικές επεξεργασίες διακρίνονται από τις παραδοσιακές τεχνικές παστερίωσης, ιδίως όσον αφορά την ικανότητά τους να διασπείρουν τη θερμότητα σε όλα τα συστήματα. Οι καινοτόμες θερμικές επεξεργασίες μειώνουν τις επιπτώσεις της θερμικής αλλοίωσης στις θερμοδιαλυτές χημικές ουσίες των τροφίμων εφαρμόζοντας ενέργεια ομοιόμορφα ανάλογα τον όγκο του.

Σε αντίθετη περίπτωση, είναι απαραίτητο να αξιολογηθεί η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών σε εκτεταμένες βιομηχανικές διεργασίες υπό το πρίσμα των προκλήσεων που συνδέονται με την ανάπτυξη τέτοιων μηχανημάτων και την αρχική δαπάνη κεφαλαίων. Παρά τις προκλήσεις αυτές, οι νέες τεχνολογίες συνδέονται με μεγάλη ενεργειακή απόδοση, επειδή επιτρέπουν γρήγορες και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης λειτουργίες. Κάθε νέα τεχνολογία έχει τα δικά της χαρακτηριστικά όσον αφορά την ανάλυση κόστους-οφέλους των διαφόρων συσκευών και τεχνικών παστερίωσης. Η τεχνολογία υπεριώδους ακτινοβολίας είναι μία από τις νέες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία πιο εύκολα. Ο εξοπλισμός υπεριώδους ακτινοβολίας είναι φθηνός, χρειάζεται μικρή αρχική επένδυση και είναι απλό να ενσωματωθεί στις βιομηχανικές διαδικασίες. Ωστόσο, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανική κλίμακα, οι υπερκρίσιμες τεχνολογίες και οι τεχνολογίες υψηλής πίεσης απαιτούν περαιτέρω τροποποιήσεις (dos Santos Rocha et al., 2022).

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η αγορά των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος αυξάνεται λόγω της αυξανόμενης ανάγκης των πελατών για λειτουργικά προϊόντα με υψηλότερη προστιθέμενη διατροφική αξία. Επιπλέον, το σενάριο εμπορίας αγροδιατροφικών προϊόντων σημειώνει αύξηση της κατανάλωσης ροφημάτων φυτικής προέλευσης σε βάρος του γάλακτος. Για να ικανοποιηθεί αυτή η αυξανόμενη ζήτηση, αναπτύσσονται όλο και περισσότερο μέθοδοι για την παράταση της διάρκειας ζωής και της φυσικοχημικής σταθερότητας του προϊόντος και αναζητούνται νέες πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Οι αναδυόμενες μέθοδο προάγουν τη διατήρηση των θερμοευαίσθητων συστατικών των προϊόντων, ενώ παράλληλα παρατείνουν τη διάρκεια ζωής και διασφαλίζουν την ασφάλεια του προϊόντος. Έτσι, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές τεχνικές αυτές οι τεχνολογίες αιχμής παρέχουν ανώτερη θρεπτική ισορροπία και ταυτόχρονη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στα τρόφιμα.

Για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν την απενεργοποίηση των μικροβίων και των ενζύμων του προϊόντος από αυτές τις νέες τεχνολογίες, απαιτείται πρόσθετη έρευνα. Είναι σημαντικό για τους ερευνητές να εξετάσουν τον αντίκτυπο αυτών των τεχνολογιών στις θρεπτικές και οργανοληπτικές ιδιότητες των τροφίμων. Προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα έργα και να διευκολυνθεί η χρήση αυτών των τεχνολογιών σε βιομηχανική κλίμακα, είναι επίσης απαραίτητο να διερευνηθούν οι συνθήκες επεξεργασίας για κάθε πρώτη ύλη.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdul-Aziz, M. M., Algomati, A. A. S., Alhasi, T. S., El-Amari, M. S., Tarhuni, A. F., Sheikhi, A. R., & Elmabsout, A. A. (2021). Nutritional and health benefit knowledge of milk and dairy products consumption among medical students at Benghazi university. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *12*(1), 162-174.

Abedini, A., Salimi, M., Mazaheri, Y., Sadighara, P., Sani, M. A., Assadpour, E., & Jafari, S. M. (2023). Assessment of cheese frauds, and relevant detection methods: A systematic review. *Food Chemistry: X*, 100825.

Abi Khalil, R., Yvon, S., Couderc, C., Jard, G., El Rammouz, R., Abi Nakhoul, P., ... & Tormo, H. (2023). Traditional fermented milks of Eastern Mediterranean countries: a cultural heritage to preserve. *International Dairy Journal*, 105768.

Ahmadian-Kouchaksaraei, Z., Varidi, M., Varidi, M. J., & Pourazarang, H. (2014). Influence of processing conditions on the physicochemical and sensory properties of sesame milk: A novel nutritional beverage. *LWT-Food science and Technology*, *57*(1), 299-305.

Anaya-Esparza, L. M., Velázquez-Estrada, R. M., Roig, A. X., García-Galindo, H. S., Sayago-Ayerdi, S. G., & Montalvo-González, E. (2017). Thermosonication: An alternative processing for fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science & Technology*, *61*, 26-37.

Amorim, M., Pereira, J. O., Silva, L. B., Ormenese, R. C. S. C., Pacheco, M. T. B., & Pintado, M. (2018). Use of whey peptide fraction in coated cashew nut as functional ingredient and salt replacer. *LWT*, *92*, 204-211.

Atalar, I., Gul, O., Saricaoglu, F. T., Besir, A., Gul, L. B., & Yazici, F. (2019). Influence of thermosonication (TS) process on the quality parameters of high pressure homogenized hazelnut milk from hazelnut oil by-products. *Journal of food science and technology*, *56*, 1405-1415.

Atilgan, M. R., Yildiz, S., Kaya, Z., & Unluturk, S. (2021). Kinetic and process modeling of UV-C irradiation of foods.

Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, *70*, 103975.

Beja-Pereira, A., Caramelli, D., Lalueza-Fox, C., Vernesi, C., Ferrand, N., Casoli, A., ... & Bertorelle, G. (2006). The origin of European cattle: evidence from modern and ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(21), 8113-8118.

Bernat, N., Chafer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2015). Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT-Food Science and Technology*, *62*(1), 488-496.

Bhattacharjee, C., Saxena, V. K., & Dutta, S. (2019). Novel thermal and non-thermal processing of watermelon juice. *Trends in Food Science & Technology*, *93*, 234-243.

Bisla, G., Archana, P. V., & Sharma, S. (2012). Development of ice creams from Soybean milk & Watermelon seeds milk and Evaluation of their acceptability and Nourishing potential. *Adv Appl Sci Res*, *3*(1), 371-6.

BLUM, J. E. S., RAMONI, E. O., & BALBI, M. E. (2016). Extract of Preparing Soluble (Milk) From Sunflower Seeds Germinated (*Helianthus Annus L.*, Asteraceae) and Evaluation of Their Nutritional Composition. *Visão Acadêmica*, *17*(1).

Bocker, R., & Silva, E. K. (2022). Innovative technologies for manufacturing plant-based non-dairy alternative milk and their impact on nutritional, sensory and safety aspects. *Future Foods*, *5*, 100098.

Bourrie, B. C., Willing, B. P., & Cotter, P. D. (2016). The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in microbiology*, *7*, 647.

Butler, G., Nielsen, J. H., Larsen, M. K., Rehberger, B., Stergiadis, S., Canever, A., & Leifert, C. (2011). The effects of dairy management and processing on quality characteristics of milk and dairy products. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, *58*(3-4), 97-102.

Charlebois, S., Somogyi, S., & Music, J. (2018). *Plant-based dieting and meat attachment: Protein wars and the changing Canadian consumer (Preliminary Results)*. Dalhousie University.

Chavan, M., Gat, Y., Harmalkar, M., & Waghmare, R. (2018). Development of non-dairy fermented probiotic drink based on germinated and ungerminated cereals and legume. *LWT*, *91*, 339-344.

Chen, F., Zhang, M., & Yang, C. H. (2020). Application of ultrasound technology in processing of ready-to-eat fresh food: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, *63*, 104953.

Cornucopia Institute. (2019). "Pouring" over plant-based beverages: A consumer's guide to identifying the best non-milk alternatives. June 2019.

Cui, Y., Lu, W., Xue, J., Ge, L., Yin, X., Jian, S., ... & Shen, Q. (2023). Machine learning-guided REIMS pattern recognition of non-dairy cream, milk fat cream and whipping cream for fraudulence identification. *Food Chemistry*, *429*, 136986.

da Rosa, F. C., Nunes, M. A. G., Duarte, F. A., de Moraes Flores, É. M., Hanzel, F. B., Vaz, A. S., ... & Dressler, V. L. (2019). Arsenic speciation analysis in rice milk using LC-ICP-MS. *Food Chemistry: X*, *2*, 100028.

da Silva, P. H., Oliveira, V. C., & Perin, L. M. (2019). Cow's milk protein allergy and lactose intolerance. In *Raw milk* (pp. 295-309). Academic Press.

Deswal, A., Deora, N. S., & Mishra, H. N. (2014). Optimization of enzymatic production process of oat milk using response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*, *7*, 610-618.

Dinkçi, N., Kesenkaş, H., Korel, F., & Kınık, Ö. (2015). An innovative approach: cow/oat milk based kefir. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, *65*(3), 177-186.

dos Santos Rocha, C., Magnani, M., Ramos, G. L. D. P. A., Bezerril, F. F., Freitas, M. Q., Cruz, A. G., & Pimentel, T. C. (2022). Emerging technologies in food processing: Impacts on sensory characteristics and consumer perception. *Current Opinion in Food Science*, *47*, 100892.

El-Agamy, E. I. (2007). The challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 64-72.

El Kantar, S., Boussetta, N., Lebovka, N., Foucart, F., Rajha, H. N., Maroun, R. G., ... & Vorobiev, E. (2018). Pulsed electric field treatment of citrus fruits: Improvement of juice and polyphenols extraction. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 46, 153-161.

Ermiş, E., Güneş, R., İnci, Z. E. N. T., Çağlar, M. Y., & YILMAZ, M. T. (2018). Characterization of hazelnut milk fermented by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Gıda*, 43(4), 677-686.

Fassio, F., Facioni, M. S., & Guagnini, F. (2018). Lactose maldigestion, malabsorption, and intolerance: a comprehensive review with a focus on current management and future perspectives. *Nutrients*, 10(11), 1599.

Felberg, I., Antoniassi, R., Deliza, R., Freitas, S. C. D., & Modesta, R. C. D. (2009). Soy and Brazil nut beverage: processing, composition, sensory, and color evaluation. *Food Science and Technology*, 29, 609-617.

Ferragut, V., Valencia-Flores, D. C., Pérez-González, M., Gallardo, J., & Hernández-Herrero, M. (2015). Quality characteristics and shelf-life of ultra-high pressure homogenized (UHPH) almond beverage. *Foods*, 4(2), 159-172.

Fitrotin, U., Utami, T., Hastuti, P., & Santoso, U. (2015). Antioxidant properties of fermented sesame milk using *Lactobacillus plantarum* Dad 13. *International Research Journal of Biological Sciences*, 4(6), 56-61.

Godden, S., Feirtag, J., Fetrow, J., & Wells, S. (2008). Feeding Pasteurized Non-saleable Milk did not Increase the Risk for *Mycobacterium Avium* subsp. *paratuberculosis* Infection in Adult Dairy Cows.

Gorji, N., Moeini, R., & Memariani, Z. (2018). Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*, 129, 115-127.

Gul, O., Atalar, I., Saricaoglu, F. T., & Yazici, F. (2018). Effect of multi-pass high pressure homogenization on physicochemical properties of hazelnut milk from hazelnut

cake: An investigation by response surface methodology. *Journal of food Processing and Preservation*, 42(5), e13615.

Guo, M., Park, Y. W., Dixon, P. H., Gilmore, J. A., & Kindstedt, P. S. (2004). Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Research*, 52(1-2), 103-107.

Hasegawa, Y., & Bolling, B. W. (2023). Yogurt consumption for improving immune health. *Current Opinion in Food Science*, 101017.

Hassan, A. A., Aly, M. M., & El-Hadidie, S. T. (2012). Production of cereal-based probiotic beverages. *World Applied Sciences Journal*, 19(10), 1367-1380.

Hassan, A. B., Pawelzik, E., & von Hoersten, D. (2021). Effect of microwave heating on the physiochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (*Zea mays* L.) grain. *LWT*, 138, 110703.

Iorio, M. C., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Campaniello, D., Sinigaglia, M., & Altieri, C. (2019). A case study on the use of ultrasound for the inhibition of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in almond milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 477-483.

Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11-S26.

Kishor, K., David, J., Tiwari, S., Singh, A., & Rai, B. S. (2017). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum*) milk. *International Journal of Chemical Studies*, 5(4), 1941-1944.

Kohli, D., Kumar, S., Upadhyay, S., & Mishra, R. (2017). Preservation and processing of soymilk: A review. *International Journal of food science and Nutrition*, 2(6), 66-70.

Li, Y. Q., Chen, Q., Liu, X. H., & Chen, Z. X. (2008). Inactivation of soybean lipoxygenase in soymilk by pulsed electric fields. *Food chemistry*, 109(2), 408-414.

Li, F. D., Chen, C., Ren, J., Wang, R., & Wu, P. (2015). Effect of ohmic heating of soymilk on urease inactivation and kinetic analysis in holding time. *Journal of food science*, 80(2), E307-E315.

Li, W., Gamlath, C. J., Pathak, R., Martin, G. J., & Ashokkumar, M. (2021). Ultrasound—the physical and chemical effects integral to food processing.

Lindmark Månsson, H. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & nutrition research*, 52(1), 1821.

Lock, A. (2011). More studies highlight health benefits of consuming milk and dairy products. *Michigan Dairy Review*, 16(4).

Maghsoudlou, Y., Alami, M., Mashkour, M., & Shahraki, M. H. (2016). Optimization of ultrasound-assisted stabilization and formulation of almond milk. *Journal of food processing and preservation*, 40(5), 828-839.

Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3), 339-349.

Manfredi, M., Brandi, J., Conte, E., Pidutti, P., Gosetti, F., Robotti, E., ... & Cecconi, D. (2017). IEF peptide fractionation method combined to shotgun proteomics enhances the exploration of rice milk proteome. *Analytical biochemistry*, 537, 72-77.

Manzoor, M. F., Manzoor, A., Siddique, R., & Ahmad, N. (2017). Nutritional and sensory properties of cashew seed (*Anacardium occidentale*) milk. *Mod. Concepts Dev. Agron*, 1, 1-4.

Mattison, C. P., Cavalcante, J. M., Gallão, M. I., & de Brito, E. S. (2018). Effects of industrial cashew nut processing on anacardic acid content and allergen recognition by IgE. *Food chemistry*, 240, 370-376.

Mattar, R., & Mazo, D. F. D. C. (2010). Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 56, 230-236.

Mohapatra, A., Shinde, A. K., & Singh, R. (2019). Sheep milk: A pertinent functional food. *Small Ruminant Research*, 181, 6-11.



Morales-de La Peña, M., Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, M. A., & Martín-Belloso, O. (2010). Impact of high intensity pulsed electric field on antioxidant properties and quality parameters of a fruit juice–soymilk beverage in chilled storage. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(6), 872-881.

Novickij, V., Stanevičienė, R., Staigvila, G., Gruškienė, R., Sereikaitė, J., Girkontaitė, I., ... & Servienė, E. (2020). Effects of pulsed electric fields and mild thermal treatment on antimicrobial efficacy of nisin-loaded pectin nanoparticles for food preservation. *LWT*, *120*, 108915.

Nowak, V., Du, J., & Charrondière, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food chemistry*, *193*, 47-54.

Panzolini, C. R. L. D., Lima, J. P., Nascimento, P. G. B. D., & Ghesti, G. F. (2017). Estudo prospectivo sobre produtos à base de quinoa para a indústria alimentícia. *Cadernos de Prospecção*, *10*(4), 765-765.

Pérez-González, M., Gallardo-Chacón, J. J., Valencia-Flores, D., & Ferragut, V. (2015). Optimization of a headspace SPME GC–MS methodology for the analysis of processed almond beverages. *Food analytical methods*, *8*, 612-623.

Possas, A., Valero, A., García-Gimeno, R. M., Pérez-Rodríguez, F., & de Souza, P. M. (2018). Influence of temperature on the inactivation kinetics of *Salmonella* Enteritidis by the application of UV-C technology in soymilk. *Food Control*, *94*, 132-139.

Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., & Unnikrishnan, V. S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods—a review. *Journal of food science and technology*, *52*, 662-675.

Roncero, J. M., Álvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Gómez, R., Rabadán, A., & Pardo, J. E. (2016). Virgin almond oil: Extraction methods and composition. *Grasas y aceites*, *67*(3), e143-e143.

Ruby, M. B. (2012). Vegetarianism. A blossoming field of study. *Appetite*, *58*(1), 141-150.

Ruslan, K., Happyniar, S., & Fidrianny, I. (2018). Antioxidant potential of two varieties of *Sesamum indicum* L. collected from Indonesia. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 13(3), 211-218.

Schmiele, M., DA SILVA, L. H., DA COSTA, P. F. P., Rodrigues, R. D. S., & Chang, Y. K. (2011). Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(1).

Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*, 53, 3408-3423.

Silva, R. F. D., Ascheri, J. L. R., & Souza, J. M. L. D. (2010). Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 445-450.

Silva, E. K., Guimaraes, J. T., Costa, A. L. R., Cruz, A. G., & Meireles, M. A. A. (2019). Non-thermal processing of inulin-enriched soursop whey beverage using supercritical carbon dioxide technology. *The Journal of Supercritical Fluids*, 154, 104635.

Silva, A. R., Silva, M. M., & Ribeiro, B. D. (2020a). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 108972.

Silva, E. K., Meireles, M. A. A., & Saldaña, M. D. (2020b). Supercritical carbon dioxide technology: A promising technique for the non-thermal processing of freshly fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 381-390.

Soni, A., Oey, I., Silcock, P., Ross, I. K., & Bremer, P. J. (2020). Effect of pulsed electric field with moderate heat (80 C) on inactivation, thermal resistance and differential gene expression in *B. cereus* spores. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), e14503.

Stocco, G., Cipolat-Gotet, C., Bonfatti, V., Schiavon, S., Bittante, G., & Cecchinato, A. (2016). Variations in major mineral contents of Mediterranean buffalo milk and application of Fourier-transform infrared spectroscopy for their prediction. *Journal of dairy science*, 99(11), 8680-8686.

Szczepańska, J., Barba, F. J., Skąpska, S., & Marszałek, K. (2020). High pressure processing of carrot juice: Effect of static and multi-pulsed pressure on the polyphenolic profile, oxidoreductases activity and colour. *Food Chemistry*, 307, 125549.

Tuncel, N. B., & Yılmaz, N. (2011). Gamma-oryzanol content, phenolic acid profiles and antioxidant activity of rice milling fractions. *European Food Research and Technology*, 233, 577-585.

Vagadia, B. H., Vanga, S. K., Singh, A., Garipey, Y., & Raghavan, V. (2018). Comparison of conventional and microwave treatment on soymilk for inactivation of trypsin inhibitors and in vitro protein digestibility. *Foods*, 7(1), 6.

Visioli, F., & Strata, A. (2014). Milk, dairy products, and their functional effects in humans: a narrative review of recent evidence. *Advances in nutrition*, 5(2), 131-143.

Ugidos-Rodríguez, S., Matallana-González, M. C., & Sánchez-Mata, M. C. (2018). Lactose malabsorption and intolerance: a review. *Food & function*, 9(8), 4056-4068.

United States Department of Agriculture, USDA. (2019). USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://ndb.nal.usda.gov> Accessed 17 January 2019.

Van Impe, J., Smet, C., Tiwari, B., Greiner, R., Ojha, S., Stulić, V., ... & Režek Jambrak, A. (2018). State of the art of nonthermal and thermal processing for inactivation of micro-organisms. *Journal of applied microbiology*, 125(1), 16-35.

Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk?. *Journal of food science and technology*, 55(1), 10-20.

Walter, M., Marchezan, E., & Avila, L. A. D. (2008). Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, 38, 1184-1192.

Wang, R., Zhou, X., & Chen, Z. (2008). High pressure inactivation of lipoxygenase in soy milk and crude soybean extract. *Food Chemistry*, 106(2), 603-611.

Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2013). Milk and dairy product composition. *Milk and dairy products in human nutrition*, 41-102.

Yildiz, S., Pokhrel, P. R., Unluturk, S., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2019). Identification of equivalent processing conditions for pasteurization of strawberry juice by high pressure, ultrasound, and pulsed electric fields processing. *Innovative food science & emerging technologies*, 57, 102195.

Zaaboul, F., Raza, H., Cao, C., & Yuanfa, L. (2019). The impact of roasting, high pressure homogenization and sterilization on peanut milk and its oil bodies. *Food chemistry*, 280, 270-277.

Γκαλιτσοπούλου, Α. Μ. (2006). *Μελετη της συγκεντρωσης πολυαμινων σε πρωτογαλα και γαλα προβατου και αιγας* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

<https://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>

<https://ruminants.ceva.pro/dairy-industry>

<https://www.reportlinker.com/clp/country/15542/726372>