

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΔΥΣΑΝΕΞΙΑΣ ΣΤΗ ΛΑΚΤΟΖΗ ΑΠΟ ΤΗΝ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ  
ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΗΜΗΤΡΑ ΠΕΓΚΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΩΤΗΡΗΣ ΒΑΜΒΑΚΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

## Περιεχόμενα

Κατάλογος εικόνων και πινάκων .....	2
Περίληψη .....	3
Abstract .....	4
Ευχαριστίες .....	5
Εισαγωγή .....	6
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Η δυσανεξία στην λακτόζη .....	8
1.1 Γενικά στοιχεία της δυσανεξίας στην λακτόζη .....	8
1.2 Προβλήματα ατόμων με δυσανεξία στην λακτόζη .....	10
1.3 Τεχνικές διάγνωσης της δυσανεξίας της λακτόζης .....	12
1.3.1 Τεστ αναπνοής υδρογόνου .....	13
1.3.2 Τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη .....	16
1.3.3 Τεστ οξύτητας των κοπράνων .....	18
1.4 Διατροφικές συστάσεις για τα άτομα που πάσχουν από δυσανεξία της λακτόζης .....	19
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Λακτόζη .....	21
2.1 Γενικά στοιχεία για την λακτόζη .....	21
2.2 Τρόποι προσδιορισμού της λακτόζης .....	23
2.2.1 Προσδιορισμός της λακτόζης με οξειδωαναγωγική ή ισομετρική μέθοδο ...	25
2.2.2 Προσδιορισμός της λακτόζης με υπέρυθρη φασματοσκοπία .....	26
2.2.3 Προσδιορισμός της λακτόζης με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης ..	26
2.2.4 Ενζυμικός προσδιορισμός της λακτόζης .....	27
2.2.5 Φωτομετρικός προσδιορισμός της λακτόζης .....	28
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα .....	29
3.1 Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα .....	29
3.2 Ζυμώσεις της λακτόζης .....	37
3.2.1 Αλκοολική ζύμωση .....	37
3.2.2 Γαλακτική ζύμωση .....	39
3.2.3 Οξική ζύμωση .....	42
3.3 Γαλακτικό οξύ .....	43
3.3.1 Παρασκευή γαλακτικού οξέος .....	44
3.3.2 Παρασκευή γαλακτικού οξέος με μικροοργανισμούς .....	46
3.3.3 Χρήσεις γαλακτικού οξέος .....	47
3.4 Παράγοντες επηρεασμού ζυμούμενων προϊόντων .....	48
Συμπεράσματα .....	55
Βιβλιογραφία .....	61

## Κατάλογος εικόνων και πινάκων

### Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 .....	16
Εικόνα 2 .....	21
Εικόνα 3 .....	39
Εικόνα 4 .....	41
Εικόνα 5 .....	41
Εικόνα 6 .....	43

### Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 .....	20
Πίνακας 2 .....	23

## Περίληψη

Το πρόβλημα της δυσανεξίας στην ουσία της λακτόζης, είναι ένα ζήτημα το οποίο ταλαιπωρεί καθημερινά μεγάλη μερίδα του παγκόσμιου πληθυσμού χωρίς πολλές φορές οι ίδιοι να έχουν την ικανότητα να το αντιληφθούν. Η δυσανεξία στην λακτόζη, έχει ως βάση της, την δυσκολία που αντιμετωπίζουν κάποια άτομα να πέσουν τη λακτόζη ύστερα από την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται μία ενδεδειγμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στο ζήτημα της εμφάνισης της δυσανεξίας της λακτόζης η οποία οφείλεται στην κατανάλωση των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων αλλά και στην προστασία του καταναλωτή.

## **Abstract**

The problem of lactose intolerance is an issue that afflicts a large portion of the world's population every day without the ability to perceive it. Lactose intolerance is based on the difficulty some people experience in breaking down lactose after eating dairy products. In this dissertation, a bibliographic review is carried out on the issue of the occurrence of lactose intolerance, which is due to the consumption of fermented dairy products and to the protection of the consumer.

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους βοήθησαν τόσο στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής, όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τον καθηγητή για την βοήθεια και την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και για την άψογη συνεργασία και καθοδήγηση του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής.

Επίσης θα ήθελα, να ευχαριστήσω, ακόμη, τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, καθώς και όλους τους διδάσκοντες του τμήματος για τις γνώσεις που μου παρείχαν σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο εκπαιδευτικό αυτό ίδρυμα.

Τέλος, επειδή με την εργασία αυτή ολοκληρώνονται και οι σπουδές μου ως προπτυχιακή φοιτήτρια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική βοήθεια που μου παρείχαν.

## Εισαγωγή

Το προϊόν του γάλακτος, αποτελεί την έντονη έκκριση του μαστού των διάφορων θηλαστικών ζώων και στοχεύει, εκ φύσεως, στο να είναι η τροφή των μικρών απογόνων τους στα αρχικά στάδια της ζωής τους.

Πιο πολλά από τέσσερις χιλιάδες (4000) είδη θηλαστικών δημιουργούν γάλα με χημική σύσταση προσαρμοσμένη στις διατροφικές ανάγκες του νεογνού τους.

Σε γενικές γραμμές, το προϊόν του γάλακτος αλλά και τα προϊόντα τα οποία έχουν ως βάση αυτό το συστατικό, αποτελούν την τροφή μέγιστης διατροφικής και όχι μόνο σημασίας για όλα τα άτομα διότι περιέχουν συστατικά τα οποία προσδίδουν στον οργανισμό επιπλέον ποσότητα ενέργειας, δομικά συστατικά καταλυτικού χαρακτήρα και πολλά στοιχεία βιταμινών (Καλατζόπουλος, 1994).

Βέβαια, το γάλα και τα εκάστοτε γαλακτοκομικά προϊόντα, δεν επιφέρουν μόνο θετικές επιδράσεις αλλά και αρνητικές. Οι αρνητικές αυτές επιδράσεις των συγκεκριμένων προϊόντων αφορούν τα άτομα τα οποία παρουσιάζουν την λεγόμενη δυσανεξία στην λακτόζη.

Το πρόβλημα αυτό, απασχολεί μεγάλη μερίδα του παγκόσμιου πληθυσμού για αυτό το λόγο οι αντίστοιχοι επιστημονικοί κύκλοι έχουν πραγματοποιήσει πολλές μελέτες για αυτό το θέμα.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση του θέματος της εμφάνισης της δυσανεξίας στην λακτόζη από την κατανάλωση ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων και την προστασία του καταναλωτή αυτών. Η έρευνα πραγματοποιείται μέσω της βιβλιογραφικής επισκόπησης από πλήθος βιβλίων και άρθρων που παρέχουν πληροφορίες για το συγκεκριμένο θέμα.

Το παρόν έγγραφο διαχωρίζεται σε τρία (3) επιμέρους αλλά πολύ σημαντικά κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το θέμα της δυσανεξίας στην λακτόζη. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία της δυσανεξίας στην λακτόζη, τα προβλήματα που δημιουργεί η νόσος αυτή στους πάσχοντες, οι τεχνικές διάγνωσης της δυσανεξίας

καθώς και οι διατροφικές συνήθειες τις οποίες πρέπει να ακολουθήσουν τα άτομα τα οποία αντιμετωπίζουν την ευαισθησία αυτή.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην ουσία της λακτόζης. Δηλαδή, καταγράφονται γενικά στοιχεία για την ουσία της λακτόζης όπως επίσης και όλοι οι τρόποι προσδιορισμού αυτής εντός των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Τέλος, το τρίτο κεφάλαιο, επικεντρώνεται στα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος. Συγκεκριμένα, παρατίθενται τα στοιχεία για τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, τις ζυμώσεις που πραγματοποιεί η λακτόζη, την Παρασκευή γαλακτικού οξέος με την συμβολή ή όχι μικροοργανισμών, τις χρήσεις του γαλακτικού οξέος καθώς και γίνεται σαφής αναφορά στους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα.



# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Η δυσανεξία στην λακτόζη

## 1.1 Γενικά στοιχεία της δυσανεξίας στην λακτόζη

Το πρόβλημα της δυσανεξία στην λακτόζη είναι γνωστό στους επιστημονικούς κύκλους και ως υπολακτασία. Η δυσανεξία στη λακτόζη αποτελεί μία πολύ σημαντική μάστιγα η οποία εντοπίζεται τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικα άτομα, κυρίως, σε χώρες τις μεσογείου και έχει την ικανότητα να επηρεάσει την κατάσταση απορρόφηση του στοιχείου του ασβεστίου από το μητρικό και το αγελαδινό γάλα, με δυσμενής συνέπειες στην υγεία των ατόμων. Η δυσανεξία στη λακτόζη, ουσιαστικά, είναι μία έντονη αδυναμία - δυσλειτουργία του εκάστοτε οργανισμού του ατόμου, έτσι ώστε αυτός να καταφέρει να διασπάσει, την συνολική λακτόζη που είναι ο βασικός παράγοντας υδατανθρακικής φύσεως ο οποίος περιέχεται εντός του γάλακτος. Ύστερα, από την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, ο οργανισμός πραγματοποιεί την εκκίνηση της δραστηριότητας η οποία διασπά την χορηγούμενη λακτόζη στα επιμέρους στοιχεία της γλυκόζη καθώς και της γαλακτόζη, με την συμβολή του ενζύμου που καλείται ως λακτάση (Παπανικολάου, 2002).

Το ενήλικο άτομο μπορεί να αντιληφθεί την ευαισθησία την οποία κατέχει στην λακτόζη (δυσανεξία στη λακτόζη) εάν ύστερα από την κατανάλωση προϊόντων γάλακτος (όπως γάλα, γιαούρτι κτλ), έχει κρούσματα εμέτου, διάρροιες, ναυτίες, τυμπανισμό και φουσκώματα. Το συγκεκριμένο πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός, της μη ικανοποιητικής πέψης του συστατικού της λακτόζης, στην περιοχή του λεπτού εντέρου, πράγμα το οποίο οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην απουσία ή σε πολύ συχνές περιπτώσεις, στα μειωμένα επίπεδα της συγκέντρωσης του ενζύμου λακτάση, το οποίο όπως είπαμε και προηγουμένως, περιέχεται στα γαλακτοκομικά προϊόντα (Βάσσοις, 2004).

Το συγκεκριμένο είδος δυσανεξίας (Lactose intolerance = δυσανεξία στην λακτόζη) εμφανίζεται, κατά κόρον, ειδικά στη σύγχρονη εποχή που διανύουμε. Ενώ έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το ποσοστό του 70% από τον παγκόσμιο πληθυσμό, ταλαιπωρείται από κάποιου είδους δυσανεξία στη λακτόζη, πράγμα το οποίο έρχεται σε άμεση σχέση με την κατανάλωση προϊόντων γάλακτος. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερο

αριθμό γαλακτοκομικών προϊόντων, καταναλώνει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα έχει το άτομο αυτό, να παρουσιάσει δυσανεξία στην λακτόζη. Έρευνες έχουν δείξει ότι μόλις μία μικρή ποσότητα 200 – 250 γραμμαρίων γάλακτος, αρκούν έτσι ώστε να ενεργοποιήσουν την ήδη υπάρχουσα δυσανεξία στην λακτόζη μέσω της εκδήλωσης διαφόρων συμπτωμάτων (Γαίτης, 2010).

Το πρόβλημα της δυσανεξίας στη λακτόζη, έχει παρατηρηθεί με έντονη συχνότητα στις περιοχές της Άπω Ανατολής με ποσοστό 90% και ειδικότερα στον αφροαμερικανικό πληθυσμό με συχνότητα εμφάνισης το οποίο αγγίζει το 80%. Από την άλλη πλευρά, σε κράτη εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η συχνότητα εμφάνισης του προβλήματος ποικίλλει και έτσι δεν μπορεί να διατυπωθεί μία ολοκληρωμένη διαπίστωση για το αν είναι χαμηλό ή υψηλό αυτό το ποσοστό. Όμως, ένας πολύ γενικός κανόνας, ορίζει το ποσοστό αυτό εμφάνισης της δυσανεξίας στην λακτόζη να είναι χαμηλότερο του 8% στα βόρεια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και υψηλότερο του 15% στην νότια Ευρώπη. Στην Ελλάδα, το ποσοστό εμφάνισης της εκδήλωσης του προβλήματος αυτού, είναι ανάλογο με την αύξηση της ηλικίας του ατόμου και οριοθετείται μεταξύ 8% - 75%. Άξιο σημείωσης, είναι το γεγονός ότι η μεγαλύτερη παραγόμενη ποσότητα λακτάσης, παρατηρείται στην πολύ μικρή βρεφική ηλικία του ατόμου, μεταξύ 1 μηνών και 2 χρονών και εν συνεχεία τα επίπεδα αυτά της λακτάσης, μειώνονται κατακόρυφα (Κυρανάς, 2016).

Τέλος, στα νήπια (παιδιά σε βρεφική ηλικία) τα εκάστοτε συμπτώματα της συγκεκριμένης πάθησης πραγματοποιούν την εμφάνιση τους, ύστερα από την εισχώρηση των διατροφικών στοιχείων που είναι πλούσια σε γλουτένη όπως για παράδειγμα είναι η φαρίν λακτέ, η μπισκοτόκρεμα κ.α. Τα πρώτα σημάδια τα οποία οδηγούν στην παροχή ιατρικής φροντίδας, είναι τα προβλήματα γαστρεντερικής φύσεως όπως είναι οι διάρροιες, οι συχνές ογκώδεις και ιδιαίτερα δύσοσμες κενώσεις, το φούσκωμα αλλά και ο τυμπανισμός της κοιλιακής χώρας, η μειωμένη σωματική ανάπτυξη και τα χαμηλά επίπεδα σωματικού βάρους. Ενώ, στα παιδιά υψηλότερης ηλικίας, εκτός από τα παραπάνω συμπτώματα εμφανίζονται και ναυτίες, εμετοί, ανορεξία, αναιμία, δερματίτιδα και στοματικές άφθες (Πολυχρονιάδου – Αληχανίδου, 1994).

## 1.2 Προβλήματα ατόμων με δυσανεξία στην λακτόζη

Η διάγνωση της δυσανεξίας στην ουσία της λακτόζης δεν είναι μία εύκολη διαδικασία διότι αυτή δεν εκδηλώνει με όμοιο τρόπο τα συμπτώματά της, σε όλα τα άτομα. Συγκεκριμένα, εντοπίζονται ποικίλα συμπτώματα.

Η εκδήλωση της δυσανεξίας στην λακτόζη μπορεί να εκδηλωθεί αμέσως μετά την κατανάλωση κάποιου γαλακτοκομικού προϊόντος, ή μετά από χρονική διάρκεια 30 λεπτών από την κατανάλωση κάποιου γαλακτοκομικού προϊόντος ή μετά από δύο (2) έως έξι (6) ώρες από την κατανάλωση κάποιου προϊόντος πλούσιο σε λακτόζη (Κυρανάς, 2016).

Μπορούμε να πούμε, λοιπόν, ότι εάν τα αντίστοιχα συμπτώματα εκδηλωθούν, κατευθείαν, ύστερα από τη λήψη ποσότητας λακτόζης η διάγνωση αυτής αποτελεί μία αρκετά εύκολη διαδικασία. Έτσι, αν τα συμπτώματα τα οποία εκδηλώνονται δηλώσουν την παρουσία τους, έως και τα πρώτα τριάντα (30) λεπτά από την κατανάλωση της ουσίας της λακτόζης, που εμφανίζονται μέσα στα πρώτα τριάντα λεπτά από τη λήψη λακτόζης, είναι το αίσθημα της ναυτίας και ένα έντονο φούσκωμα στην περιοχή του στομαχιού, ενώ στην εξαιρετικά σπάνια περίπτωση όπου τα συμπτώματα εμφανισθούν μετά από δύο (2) έως έξι (6) ώρες, είναι ο οξύς πόνος στην περιοχή της κοιλιακής χώρας, το φούσκωμα, το γουργούρισμα των εντέρων, η έκλυση αερίων καθώς και η διάρροια του πεπτικού συστήματος (Κυρανάς, 2010).

Στα άτομα τα οποία βρίσκονται στην εφηβική φάση της ηλικίας τους, υπάρχει η έντονη πιθανότητα στα παραπάνω συμπτώματα να προστεθεί και ο εμετός. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονισθεί το γεγονός ότι, η αίσθηση την οποία αποκομίζουν τα άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη, όπως και η έκταση αυτής, η αντοχή και τα συμπτώματα που εκδηλώνονται, διαφέρουν από άτομο σε άτομο και εξαρτώνται καθαρά από τον τρόπο αντιμετώπισης που θα ακολουθήσει το πάσχον, αυτό, άτομο αλλά και από το βαθμό της ταχύτητας που θα αντιληφθεί την ευαισθησία αυτή (Κυρανάς, 2010).

Σύμφωνα με τον Whitney (2010), μπορεί να πραγματοποιηθεί η διάγνωση της ευαισθησίας της δυσανεξίας στη λακτόζη, με τη βοήθεια τριών (3) μεθόδων. Οι μέθοδοι αυτοί, οι οποίοι θα αναλυθούν και στην συνέχεια της εργασίας αυτής, είναι το τεστ αναπνοής μέσω μέτρησης υδρογόνου στον αέρα που εκπνέεται ύστερα από την κατάποση μικρής ποσότητας λακτόζης, το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη και το τεστ το οποίο πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου της οξύτητας των κοπράνων του ατόμου (Whitney, 2010).

Στο τεστ το οποίο πραγματοποιείται μέσω της μέτρησης του υδρογόνου στον αέρα που εκπνέεται ύστερα από την κατάποση μικρής ποσότητας λακτόζης, η γλυκόζη η οποία εισέρχεται εντός του αίματος του ατόμου, δεν παρουσιάζει κανονικά αυξητικά επίπεδα ενώ ταυτόχρονα η ποσότητα του υδρογόνου στην αναπνοή η οποία εκπνέεται, είναι αυξημένη στην περίπτωση που η λακτόζη δεν υδρολύεται κανονικά (Γαίτης, 2010).

Σε γενικές γραμμές, η αντιμετώπιση η οποία εκτελείται για τη δυσανεξία στην ουσία της λακτόζης επιτάσσει πολλές αλλαγές στις καθημερινές διατροφικές συνήθειες του πάσχοντος ατόμου. Συγκεκριμένα, η θεραπεία της πρωτοπαθούς δυσανεξίας στη λακτόζη περιέχει τον περιορισμό της ποσότητας της λακτόζης μέσω της δίαιτας, την αντικατάστασή της από έτερες αντίστοιχες θρεπτικές ουσίες, την χορήγηση απαραίτητης ποσότητας ασβεστίου καθώς και την κατάποση υποκατάστατων στοιχείων στο ένζυμο της λακτάσης που περιέχεται στα άτομα αυτά (Κυρανάς, 2016).

Τόσο στα βρέφη όσο και στα παιδιά, τα οποία πάσχουν από αυτού του είδους την ευαισθησία, η διακοπή της λακτόζης αποτελεί διαδικασία υψηλής σημασίας, σε αντίθεση με τα ενήλικα άτομα διότι αποτελεί 40 % με 50% του καθημερινού διατροφολογίου τους. Τα άτομα τα οποία παρουσιάζουν ανεπάρκεια στο ένζυμο της λακτάσης έχουν την δυνατότητα να αρχίσουν ένα είδος δίαιτας η οποία να περιλαμβάνει προϊόντα ελεύθερα σε λακτόζη από την ώρα που το πρόβλημα διαγνωστεί με σκοπό να επέλθει σε φυσιολογικά επίπεδα η ένταση των συμπτωμάτων και εν συνεχεία να προχωρήσουν σε εισαγωγή εκ νέου της λακτόζης εντός της διατροφής τους έως να πραγματοποιηθεί ο εντοπισμός της κατάλληλης ποσότητας η οποία δεν θα τους προκαλεί τα προβλήματα αυτά (Κυρανάς, 2016).

Στη πρώτη φάση με σκοπό την μείωση της εκδήλωσης των συμπτωμάτων της δυσανεξίας της λακτόζης, απαραίτητα θα πρέπει να μην καταναλώνεται το γάλα όπως και όλα τα υπόλοιπα προϊόντα τα οποία έχουν ως πρώτη ύλη τους αυτό (Hogenaue & Hammer, 2010). Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν ποικίλες τροφές όπως και προϊόντα τα οποία έχουν την δυνατότητα να μην περιέχουν στην σύστασή τους τη λακτόζη, χωρίς όπως αυτά, να εντάσσονται στην κατηγορία των γαλακτοκομικών προϊόντων (Κυρανάς, 2016).

Κατά συνέπεια, είναι ορθό τα άτομα τα οποία διαθέτουν ευαισθησία στην δυσανεξία της λακτόζης, να μελετούν διεξοδικά, την εκάστοτε σύσταση των τροφών και των προϊόντων πριν την κατανάλωσή τους, έτσι ώστε να αποφεύγουν τυχόν προβλήματα και συμπτώματα ανεπιθύμητης φύσεως.

### **1.3 Τεχνικές διάγνωσης της δυσανεξίας στην λακτόζη**

Σε οποιαδήποτε πάθηση, παγκοσμίως, έτσι και στην ασθένεια η οποία σχετίζεται με την δυσανεξία στην λακτόζη εκτός, από την αντιμετώπιση της νόσου αποτελεί πολύ σημαντική διαδικασία και η διάγνωση της ασθένειας αυτής.

Ουσιαστικά, από το στάδιο της διάγνωσης της ασθένειας και μετά, πραγματοποιείται η εκκίνηση της βασικής αντιμετώπισης της με σκοπό ο εκάστοτε ασθενής να ανακουφιστεί από τα συμπτώματα που του προκαλούν ενοχλητικά αισθήματα αλλά και να ανακαλύψει την πηγή προέλευσης αυτών των δυσμενών συνεπειών στην υγεία του και στην καθημερινότητά του.

Έτσι, λοιπόν, οι πιο γνωστές εξετάσεις μέσω των οποίων διαγιγνώσκεται η δυσανεξία στην λακτόζη μέσα από την μέτρηση της απορρόφησης της λακτόζης εντός του οργανισμού είναι οι εξής (De Vrese et al., 2015):

- ✓ Το τεστ αναπνοής του υδρογόνου.
- ✓ Το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη.

- ✓ Το τεστ οξύτητας των κοπράνων.

Αυτές οι εξετάσεις θα παρουσιαστούν αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

### **1.3.1 Τεστ αναπνοής υδρογόνου**

Το πρόβλημα της δυσανεξίας στην ουσία της λακτόζης αποτελεί την πιο γνωστή γαστρεντερικής φύσεως διαταραχή, η οποία ταλαιπωρεί μεγάλη μερίδα του παγκόσμιου πληθυσμού. Η κλινική αυτή εικόνα του πάσχοντος ατόμου, έχει τις ρίζες της, στην ανεπάρκεια που παρουσιάζεται όσον αναφορά το ενζύμου της λακτάσης το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του εντέρου του ανθρώπινου οργανισμού, και οφείλεται είτε σε μειωμένης χρονικής διάρκειας αλλοίωσης του λεπτού εντέρου είτε σε γενετική αλλοίωση αυτού. Πρέπει να τονισθεί το γεγονός ότι, με την απουσία φυσιολογικών επιπέδων του ενζύμου της λακτάσης, το αντίστοιχο πεπτικό σύστημα δεν έχει την δυνατότητα ούτε να απορροφήσει αλλά ούτε και να καταβολήσει την λακτόζη, η οποία όπως έχει ξανά τονισθεί σε αυτό το έγγραφο, αποτελεί την βασική ουσία των γαλακτοκομικών προϊόντων. Έτσι, λοιπόν, όταν λαμβάνει χώρα το συγκεκριμένο φαινόμενο εντός του οργανισμού ( δηλαδή, η μη απορρόφηση της λακτόζης), ζυμώνεται με τη βοήθεια των βακτηρίων τα οποία εντοπίζονται στην περιοχή του παχέος εντέρου με συνέπεια την δημιουργία αερίων υδρογόνου και μεθανίου (Genova Diagnosis, 2018).

Σε γενικές γραμμές, η συγκεκριμένη εξέταση, θεωρείται απλή διαδικασία ελέγχου, μέσω της οποίας εντοπίζεται η δυσανεξία στη λακτόζη η οποία αποτελεί μια βασική κλινική κατάσταση που επιδρά και ταλαιπωρεί, μία μεγάλη μερίδα ανθρώπων. Με την ορθή και άμεση διάγνωση του προβλήματος, υπάρχει η δυνατότητα να αντιμετωπισθεί διαμέσου μίας συγκεκριμένης αγωγής η οποία χορηγείται και έχει ως βάση της, τη διαδικασία δυσαπορρόφησης στο στοιχείο της λακτόζης, με αποτέλεσμα να υποχωρήσουν τα βαριά συμπτώματα που συνοδεύουν την ασθένεια αυτή (Genova Diagnostics, 2018).

Το συγκεκριμένο τεστ καταμετρά την ποσότητα του υδρογόνου η οποία εντοπίζεται στην αναπνοή. Υπό κανονικές συνθήκες, υπάρχουν εντός της αναπνοής εξαιρετικά μικρή ποσότητα υδρογόνου. Το στοιχείο της λακτόζης το οποίο δεν έχει συμμετάσχει σε κάποιου είδους πέψης στην περιοχή του κόλον, ζυμώνεται από τα κατάλληλα βακτήρια και κατά συνέπεια παράγονται ποικίλα αέρια στα οποία εμπεριέχεται και το στοιχείο του υδρογόνου. Εν συνεχεία, το υδρογόνο απορροφάται από τα έντερα και διοχετεύεται μέσω του κυκλοφορικού συστήματος στην περιοχή των πνευμόνων όπου τροποποιείται μέσω της αναπνοής (Proctoclinic, 2011).

Κατά την διάρκεια της εξέτασης, ο ασθενής πρέπει απαραίτητα να καταναλώσει ένα ειδικό ρόφημα λακτόζης με σκοπό η αναπνοή του, να υποδιαιρεθεί σε αντίστοιχα διαλύματα. Αν στα αποτελέσματα της εξέτασης, φανεί ότι υπάρχουν υψηλά ποσοστά υδρογόνου εντός της αναπνοής, ο ασθενής χαρακτηρίζεται με ανεπάρκεια στην πέψη του στοιχείου της λακτόζης (De vrese et al., 2015).

Το τσιγάρο, η κατανάλωση διάφορων φαρμάκων όπως και ορισμένες τροφές, έχουν την ικανότητα να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εξέτασης. Επίσης, η εξέταση αυτή, μπορεί να λάβει χώρα μόνο σε άτομα τα οποία έχουν συμπληρώσει το 18<sup>ο</sup> έτος της ηλικίας τους και μετά (Proctoclinic, 2011).

Η σημασία της συγκεκριμένης ασθένειας είναι πολύ μεγάλη διότι όταν η δυσανεξία στη λακτόζη διαγιγνώσκεται με ορθό τρόπο, το πάσχον άτομο έχει την δυνατότητα αρκετά εύκολα, να αλλάξει την διατροφή του ακολουθώντας ένα τελείως διαφορετικό διατροφικό πρόγραμμα. Βέβαια, συχνά πραγματοποιείται λανθασμένη διάγνωση πράγμα το οποίο οφείλεται στην υπερκάλυψη των βασικών συμπτωμάτων της ασθένειας. Σημαντικό είναι ότι το 70% των ατόμων τα οποία πάσχουν από το πρόβλημα της δυσανεξίας της λακτόζης, δεν μπορούν να συνδέσουν τα συμπτώματα αυτά με την ασθένεια. (Genova Diagnostics, 2018).

Τα βασικά πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει η εξέταση του ελέγχου της δυσανεξίας της λακτόζης μέσω του τεστ της αναπνοής του υδρογόνου είναι τα ακόλουθα (Genova Diagnostics, 2018):

- ✓ Αποτελεί μία εξαιρετικά ευαίσθητη και συγκεκριμένη εξέταση με σκοπό τον εντοπισμό της δυσανεξίας στην λακτόζη.

- ✓ Είναι απλή διαδικασία η οποία παράλληλα δεν επεμβαίνει καταλυτικά στην ένταση της ασθένειας.
- ✓ Έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθεί σε ασθενείς όλων των ηλικιών αρκεί αυτοί να έχουν συμπληρώσει το 18<sup>ο</sup> έτος της ηλικίας τους.
- ✓ Εντοπίζει τις οποιεσδήποτε μεταβολές που πραγματοποιούνται στα φυσιολογικά επίπεδα του υδρογόνου και του μεθανίου τα οποία έχουν ως πηγή τους την διαδικασία της βακτηριακής ζύμωσης της ουσίας της λακτόζης η οποία δεν έχει πραγματοποιήσει την δραστηριότητας της πέψης.

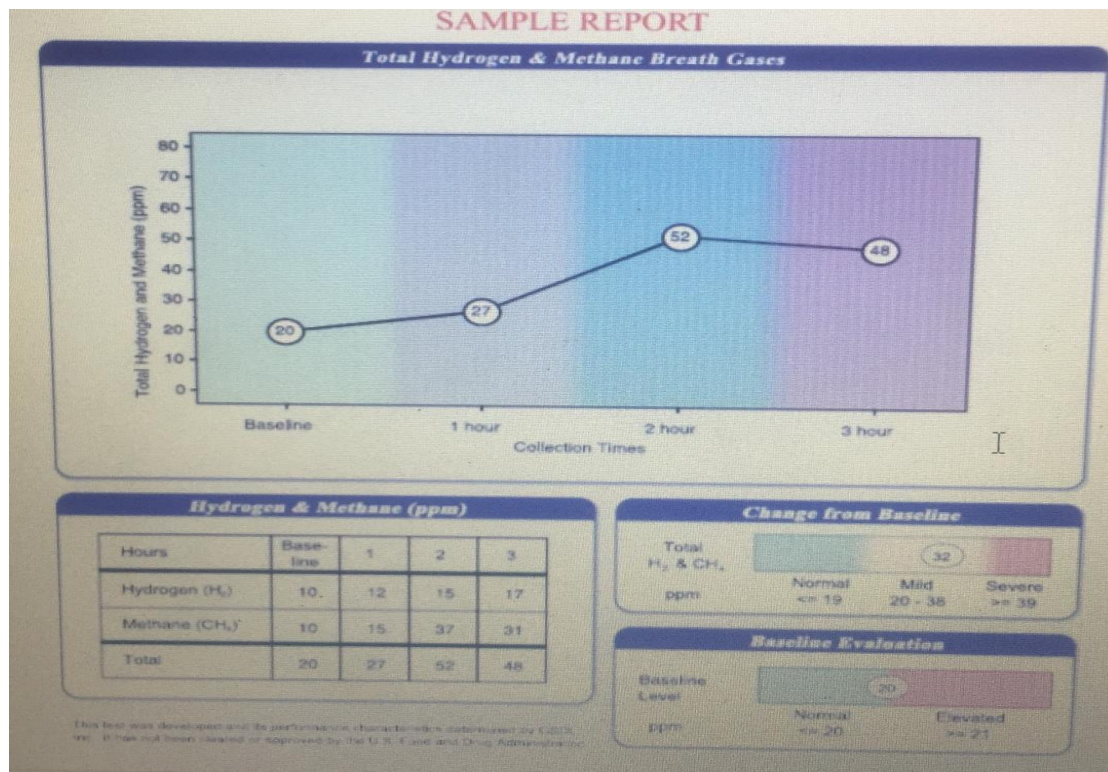
Ο εξεταζόμενος πριν από την πραγματοποίηση του τεστ αναπνοής υδρογόνου θα πρέπει να έχει ακολουθήσει τις παρακάτω συστάσεις έτσι ώστε η εξέταση να οδηγηθεί σε ορθά αποτελέσματα (Genova Diagnostics, 2018):

- ✓ Να μην έχει καταναλώσει οποιαδήποτε τροφή 12 ώρες πριν από την έναρξη της εξέτασης.
- ✓ Για διάρκεια 2 ημερών πριν από την εξέταση να μην έχει καταναλώσει προϊόντα τα οποία χαρακτηρίζονται από αυξημένη ποσότητα ινών.
- ✓ Το απόγευμα πριν από την εξέταση το γεύμα που θα καταναλώσει ο εξεταζόμενος θα πρέπει να είναι πολύ ελαφρύ.

Τέλος, η εξέταση μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε άτομα τα οποία πάσχουν από τις παρακάτω νόσους (Genova Diagnostics, 2011):

- Το Σύνδρομο Ευερέθιστου εντέρου (IBS)
- Χρόνια Χρήση Αλκοόλ
- Λοιμώδη Διάρροια
- Κακή Διατροφή
- Εντερικά Παράσιτα
- Θεραπεία με Ακτινοβολία
- Φλεγμονώδη Νόσο του Εντέρου (IBD)
- Χρήση Φαρμάκων (και αντιβιοτικών)





Εικόνα 1: Μορφή αποτελεσμάτων του τεστ αναπνοής υδρογόνου

### 1.3.2 Τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη

Το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη αποτελεί μία ακόμη μέθοδος – εξέταση μέσω της οποίας μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανίχνευση ή όχι της ευαισθησίας του ατόμου στο συστατικό της λακτόζης μέσα από την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, αφού πρώτα φυσικά, έχει παρατηρηθεί η εκδήλωση των αντίστοιχων συμπτωμάτων από το άτομο το οποίο τελικά θα εξετασθεί.

Το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη ή αλλιώς γνωστό και ως δοκιμή ανοχής στην λακτόζη, ουσιαστικά είναι μία αιματολογική εξέταση μέσω της οποίας προσδιορίζονται τα αντίστοιχα επίπεδα της γλυκόζης η οποία περιέχεται εντός του αίματος του ανθρώπου ύστερα από την κατανάλωση αρκετής ποσότητας υγρής ουσίας η οποία είναι πλούσια σε λακτόζη (πχ. Γάλα).

Έτσι, λοιπόν, το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη – δοκιμή ανοχής στην λακτόζη, πραγματοποιεί την εκκίνησή του αφού ο ασθενής έχει διατελέσει νηστεία. Στη συνέχεια, το άτομο καταναλώνει, για τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εξέτασης,

ποσότητα υγρού γαλακτοκομικού προϊόντος. Μετά την χρονική διάρκεια δύο (2) ωρών, από το αρμόδιο αιματολογικό εργαστήριο, απομονώνονται δείγματα αίματος έτσι ώστε να λάβει χώρα η καταμέτρηση των επιπέδων της γλυκόζης τα οποία εμπεριέχονται εντός του αίματος και εκφράζουν το επίπεδο χώνευσης του πεπτικού συστήματος στο στοιχείο της λακτόζης (Μαρούτης, 2012).

Πρέπει να αναφερθεί ότι κάτω από κανονικές για τον ανθρώπινο οργανισμό συνθήκες, όταν η λακτόζη τελικά φθάσει στο πεπτικό σύστημα, το αντίστοιχο ένζυμο της λακτάσης είναι υπεύθυνο για τον διαχωρισμό της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Εν συνεχεία, μετά από την εκτέλεση αυτής της δραστηριότητας, το όργανο του ήπαρ, μετασχηματίζει την παραγόμενη γαλακτόζη σε γλυκόζη, η οποία εντάσσεται στο κυκλοφορικό σύστημα, επιδρώντας αυξητικά στα επίπεδα της γλυκόζης εντός του αίματος. Στην περίπτωση, βέβαια, που η ουσία της λακτόζης δεν μπορεί να διασπαστεί με τον ορθό τρόπο, τα επίπεδα της γλυκόζης παραμένουν αμετάβλητα. Με αυτήν την μέθοδο, ουσιαστικά, εκτελείται η διάγνωση της δυσανεξίας στην λακτόζη (Proctoclinic, 2011).

Το τεστ της δυσανεξίας στην λακτόζη – δοκιμή ανοχής στην λακτόζη, σε καμία περίπτωση, δεν πρέπει να εκτελείται σε δύο (2) κατηγορίες ατόμων (De Vrese et al., 2015):

- ✓ Σε διαβητικά άτομα όποιας ηλικίας και αν είναι αυτά.
- ✓ Σε άτομα τα οποία δεν έχουν συμπληρώσει ακόμα το δέκατο όγδοο (18<sup>ο</sup>) έτος της ηλικίας τους διότι διατρέχουν σε υψηλό βαθμό τον κίνδυνο της αφυδάτωσης πράγμα το οποίο οφείλεται στον παράγοντα της ηλικίας τους.

### **1.3.3 Τεστ οξύτητας των κοπράνων**

Ακόμα μία εξέταση μέσω της οποίας μπορεί να πραγματοποιηθεί η διάγνωση της δυσανεξίας στην λακτόζη είναι το τεστ οξύτητας των κοπράνων.

Η μέθοδος αυτή είναι δειγματοληπτικού χαρακτήρα και δεν εφαρμόζεται συχνά σε ασθενής με την συγκεκριμένη εκδήλωση συμπτωμάτων τα οποία περιγράφηκαν νωρίτερα.

Το τεστ οξύτητας των κοπράνων, έχει την δυνατότητα να καταμετρά, σε αντίστοιχο δείγμα κοπράνων ασθενούς, την οξύτητα αυτών. Η εξέταση αυτή, εκτελείται τις περισσότερες φορές σε παιδιά και βρέφη διότι δεν ενδείκνυται καμία άλλη τεχνική για αυτά, λόγω του νεαρού της ηλικίας τους (Proctoclinic, 2011).

Το στοιχείο της λακτόζης το οποίο δεν συμμετάσχει σε καμία απολύτως δραστηριότητα πέψης και φυσικά ζυμώνεται από τα υπεύθυνα για την διαδικασία βακτήρια τα οποία εντοπίζονται στο κόλον, δημιουργούν το λακτικό οξύ καθώς και πολλά ακόμη λιπαρά οξέα, τα οποία με την σειρά τους έχουν την ικανότητα να τοποθετούνται στα εκάστοτε δείγματα κοπράνων (Proctoclinic, 2011).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας, εκτός των άλλων εντοπίζεται και η γλυκόζη ως απόρροια της ουσίας της λακτόζης η οποία δεν έχει μπορέσει να απορροφήσει στο κόλον (Proctoclinic, 2011).

#### **1.4 Διατροφικές συστάσεις για τα άτομα που πάσχουν από δυσανεξία της λακτόζης**

Η ορθή καταπολέμηση και αντιμετώπιση του προβλήματος της δυσανεξίας στην ουσία της λακτόζης η οποία παρουσιάζεται σε άτομα, προϋποθέτει δραστικές αλλαγές των συνηθειών της διατροφής του πάσχοντος ατόμου μετά το στάδιο της διάγνωσης της από τον αρμόδιο ιατρό (Laaksomen et al., 2009).

Ως απαραίτητο στοιχείο δεν θεωρείται η ενσωμάτωση προϊόντων τα οποία χαρακτηρίζονται από την απουσία της λακτόζης (προϊόντα ελεύθερα σε λακτόζη) στη διατροφή του πάσχοντος διότι ως επί το πλείστον φθάνει η χαμηλή κατανάλωση εκείνων των τροφίμων που είναι εμπλουτισμένα σε λακτόζη έτσι ώστε να επιτευχθεί η καταπραϊντική δραστηριότητα των συμπτωμάτων του ζητήματος αυτού. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μεγαλύτερη μερίδα του πάσχοντος πληθυσμού, έχει την δυνατότητα να καταναλώσει ποσότητα μεταξύ 6 – 12 γραμμαρίων λακτόζης, χωρίς η ποσότητα αυτή να επιφέρει την εκδήλωση των συμπτωμάτων, ειδικά στην περίπτωση όπου αυτή η μικρή ποσότητα εισχωρεί στον οργανισμό συνοδευόμενη από κάποια κύρια – βασικά γεύματα ή είναι προϊόντα γάλατος τα οποία έχουν δημιουργηθεί μετά από πολλαπλές ζυμώσεις, με αποτέλεσμα το στοιχείο αυτό της λακτόζης να έχει

μετασχηματισθεί σε γαλακτικό οξύ το οποίο είναι ένα στοιχείο εύπεπτο για το πεπτικό ανθρώπινο σύστημα (Hontalto et al., 2006).

Εξαιτίας του γεγονότος ότι η λακτόζη αποτελεί τον βασικό υδατάνθρακα ο οποίος περιέχεται στα προϊόντα γαλακτοκομικής φύσεως, είναι σημαντικό να δοθεί η απαιτούμενη έμφαση στα διατροφικά αυτά στοιχεία. Με σκοπό την ελάττωση ή την αποφυγή της εκδήλωσης των συμπτωμάτων της δυσανεξίας στην λακτόζη, χορηγούνται για κατάποση γαλακτοκομικά προϊόντα τα οποία, όμως, περιέχουν μικρό αριθμό λιπαρών στοιχείων και η κατανάλωση προϊόντων τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα λακτόζης ή πολλές φορές και από την πλήρη απουσία της λακτόζης. Ένα ακόμα πολύ σημαντικό στοιχείο, έτσι ώστε να προφυλαχθούν οι πάσχοντες του συγκεκριμένου είδους δυσανεξίας είναι η επικόλληση των λακτάσης όπως επίσης και η κατανάλωση των προϊόντων τυριού και γιαουρτιού τα οποία δεν περιλαμβάνουν το στοιχείο της λακτόζης στην σύστασή τους (Vesa et al., 2000).

Γενικά, τα άτομα τα οποία αποβάλλουν ολοκληρωτικά από το καθημερινό τους διατροφολόγιο, τα προϊόντα που προέρχονται από το γάλα, θα πρέπει απαραίτητα να εισχωρήσουν εντός του οργανισμού τους, συμπληρώματα ασβεστίου διότι τα γαλακτοκομικά αυτά προϊόντα αποτελούν την βασική πηγή πρόσληψης του στοιχείου του ασβεστίου το οποίο είναι υπεύθυνο για την υγιή σκελετική ανάπτυξη του κάθε ατόμου (Riggs et al., 2009).

Πολύ έντονη προσοχή, θα πρέπει να δίνεται στις αντίστοιχες ετικέτες των τροφίμων διότι η λακτόζη περιέχεται σε ποικίλα τρόφιμα ως πρόσθετο συστατικό (Riggs et al., 2009).

Παρακάτω ακολουθεί ένας ενδεικτικός πίνακας για την περιεκτικότητα σε λακτόζη κάποιων γαλακτοκομικών προϊόντων.

<b>Γαλακτοκομικά προϊόντα</b>	<b>Περιεκτικότητα λακτόζης</b>
Ελβετικό τυρί (28 gr)	1 gr
Γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά (240 ml)	5 gr

Τυρί Cottage ( 120 ml)	2 – 3 gr
Παγωτό (120 ml)	6 gr
Γάλα με χαμηλά λιπαρά (240 ml)	11 gr

Πίνακας 1: Περιεκτικότητα λακτόζης σε ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα

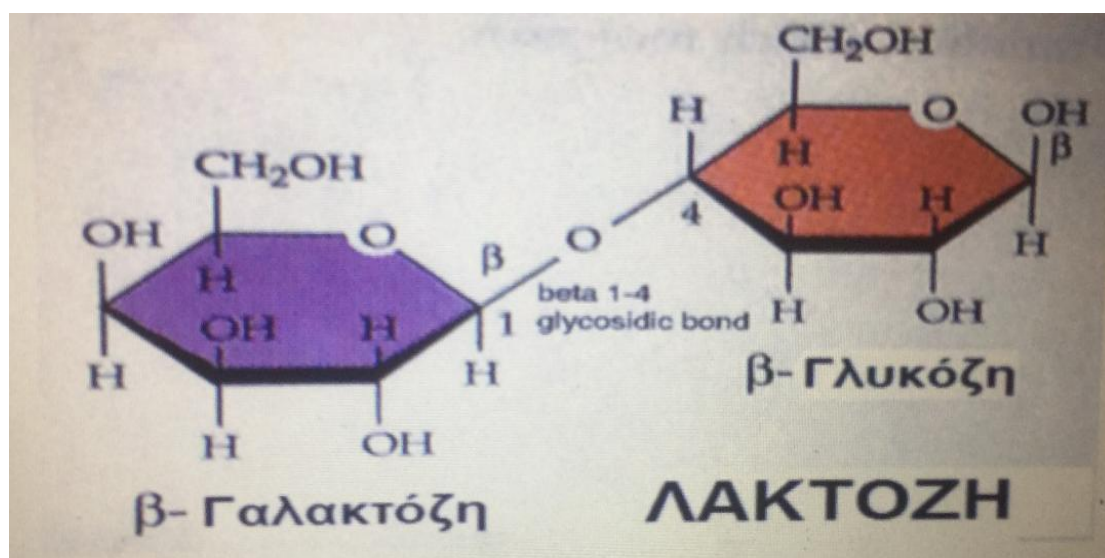
## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Λακτόζη

### 2.1 Γενικά στοιχεία για την λακτόζη

Η λακτόζη αποτελεί το βασικότερο υδατάνθρακα ο οποίος περιέχεται εντός του γάλακτος και ταυτόχρονα είναι συστατικό όλων των προϊόντων που έχουν ως βάση τους το γάλα (γαλακτοκομικά προϊόντα). Το μεγαλύτερο ποσοστό το οποίο μπορεί να πάρει η λακτόζη που περιέχεται στο γάλα (4,5-5% w/v), μετατοπίζεται στο τυρόγαλα ύστερα από την αποστασιοποίηση του τυροπήγματος, διοχετεύοντας με αυτόν τον τρόπο στο τυρόγαλα, αυξημένα επίπεδα οργανικού φορτίου (Δημητρέλλου, 2009).

Η λακτόζη, όπως είπαμε και νωρίτερα, είναι δισακχαρίτης ο οποίος απαρτίζεται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο γαλακτόζης τα οποία είναι συνδεδεμένα με δεσμό β-1-4-Ο- γλυκοσιδικού χαρακτήρα (Μάντης, 2000).

Στη λακτόζη εντοπίζονται δύο (2) ανωμερή στοιχεία, τα α και τα β. Όσον αναφορά, τον σχηματισμό της α - μορφής, η υδροξυλική ομάδα στον C1 της γλυκόζης είναι εις στην υδροξυλική ομάδα του C2 και έχει την κατεύθυνσή της προς τα κάτω (Δημητρέλλου, 2009).



Εικόνα 2: Συντακτικός τύπος της λακτόζης

Εν συνεχεία, η λακτόζη πραγματοποιεί δραστηριότητα υδρόλυσης με τη συμβολή του βασικού ενζύμου β - γαλακτοσιδάση σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Από την άλλη πλευρά, με την παρουσία αλκαλικού διαλύματος, έχει την δυνατότητα να ισομερειωθεί σε λακτουλόζη, με την καταλυτική υδρογόνωση της λακτόζης να δημιουργεί τη λακτιτόλη η οποία είναι μια πολυαλκοόλη όπου εφαρμόζεται ως ουσία γλυκαντικού χαρακτήρα (Μάντης, 2000).

Η λακτόζη δεν έχει την δυνατότητα, να αξιοποιηθεί κατευθείαν από τον ίδιο τον οργανισμό. Έτσι, το έντερο διοχετεύει το ένζυμο της λακτάσης, το οποίο στη συνέχεια διαχωρίζει το μόριο της λακτόζης, στα σάκχαρα της γαλακτόζης και της γλυκόζης, τα οποία έχουν την ικανότητα να απορροφηθούν από τον ίδιο τον οργανισμό (Μάντης, 2000).

Το ένζυμο της λακτάσης παρασκευάζεται εκτός των άλλων τρόπων και σε υψηλή ηλικία, έχοντας ως προϋπόθεση την κατανάλωση προϊόντων γάλατος επιτρέποντας να πραγματοποιηθεί η δραστηριότητα διάσπασης της λακτόζης. Σημαντικό είναι να τονισθεί το γεγονός ότι σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να απουσιάζει το γονίδιο της λακτάσης, πράγμα το οποίο οφείλεται σε δύο (2) λόγους:

- ✓ Οι κληρονομικοί παράγοντες.
- ✓ Το μεγάλο χρονικό διάστημα μη κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων

Η απουσία του μορίου της λακτάσης, αποτελεί πραγματικότητα στο 30% του Ευρωπαϊκού πληθυσμού και στο 70% του πληθυσμού της Ασίας, της Αφρικής αλλά και της Ωκεανίας (Moatsou & Anifantakis, 2003).

Το συχνό αποτέλεσμα αυτού είναι το πρόβλημα της δυσανεξίας στην λακτόζη, που αντιμετωπίζουν τα άτομα και αφορά το γεγονός ότι ο ανθρώπινος οργανισμός, δεν έχει την δυνατότητα να πραγματοποιήσει την διαδικασία της πέψης στο γάλα και κατ' επέκταση να απορροφήσει την ποσότητα της λακτόζης. (Μαντής, 2000).

## 2.2 Τρόποι προσδιορισμού της λακτόζης

Η λακτόζη αποτελεί, ουσιαστικά, το μοναδικό υδατάνθρακα ο οποίος εμπεριέχεται εντός του γάλακτος. Είναι δισακχαρίτης, ο οποίος δημιουργείται μέσα από την ένωση που πραγματοποιεί ένα μόνο μόριο της D - γλυκόζης και ένα μόριο της D - γαλακτόζης. Το κανονικό γάλα περιλαμβάνει τις περισσότερες φορές, 4,4 % - 5,2% και 4,8% λακτόζη, η οποία αντικατοπτρίζει το 50 % - 52% των στερεών συστατικών που συνθέτουν το άπαχο γάλα (Ανυφαντάκης , 1986).

Η έννοια της περιεκτικότητας σε λακτόζη, αφορά το ποσοστό της μόνυδρης λακτόζης το οποίο καθρεφτίζεται σε μονάδα βάρους. Η περιεκτικότητα σε λακτόζη, αποτελεί το βασικό συστατικό του χωρίς λίπους ξηρού υπολείμματος (Ανυφαντάκης, 1986) Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας των ζώων σε αντίστοιχα ποσοστά λακτόζης.

Είδη ζώων	Λακτόζη
Ελέφαντας	7,4
Χιμπατζής	7,0
Άνθρωπος	6,5
Άλογο	6,2
Πρόβατο	4,6
Ζέβρα	5,3
Καμήλα	5,1
Γουρούνι	5,0
Γάτα	4,9
Αγελάδα	4,8
Καγκουρό	4,7
Κατσίκα	4,2



Σκύλος	3,3
Πολική αρκούδα	3,0
Γκρι φώκια	2,6
Κάστορας	2,2
Λαγός	2,0
Δελφίνι	0,9

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα σε λακτόζη διάφορων ζώων

Γενικά ο εντοπισμός της ουσίας της λακτόζης, εντός του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων, καθίσταται ως στοιχείο υψηλής σημασίας για του παρακάτω λόγους (Ανυφαντάκης, 1986):

- ✓ Είναι βασικός και ουσιαστικός παράγοντας, στην διαδικασία ελέγχου των εκάστοτε ζυμώσεων σε ποικίλα προϊόντα γάλακτος.
- ✓ Διοχετεύει μεγάλη θρεπτική αξία στα προϊόντα γάλατος και στο ίδιο το γάλα ως πρωτογενές προϊόν.
- ✓ Επηρεάζει τα επίπεδα διαλυτότητα αλλά και γεύσης των προϊόντων γάλακτος.
- ✓ Διαδραματίζει ουσιαστικό λειτουργικό ρόλο όσον αναφορά το χρώμα του γαλακτοκομικού προϊόντος.
- ✓ Είναι βασική πηγή άντλησης ενέργειας καθώς και γαλακτόζης όπου τα στοιχεία αυτά, ενδυναμώνουν τους νευρικούς ιστούς του ατόμου.

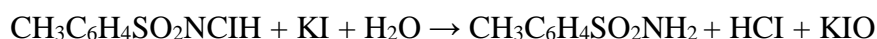
Στη συνέχεια της πτυχιακής εργασίας, θα περιγραφούν οι βασικοί τρόποι προσδιορισμού της λακτόζης.

### 2.2.1 Προσδιορισμός της λακτόζης με οξειδοαναγωγή ή ισομετρική μέθοδο

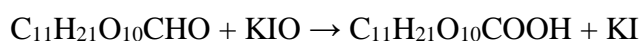
Η μέθοδος προσδιορισμού της λακτόζης με οξειδοαναγωγή εκτελείται αποκλειστικά σε γάλα. Συγκεκριμένα, ύστερα από την δραστηριότητα της αποπρωτεϊνοποίησης (δηλαδή την απομάκρυνση των πρωτεϊνικών στοιχείων τα οποία περιλαμβάνονται στο γάλα) τα επίπεδα περιεκτικότητας του σε λακτόζη υπολογίζεται με έμμεσο τρόπο μέσω του ογκομετρικού προσδιορισμού του στοιχείου του ιωδίου με τη συμβολή του διαλύματος του θειοθειικού νατρίου, μετά από το πέρας της αντίδρασης που εκτελείται μεταξύ της λακτόζης και της χλωραμίνης T- ιωδιούχου καλίου (Μαντής, 2000).

Οι αντιδράσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα στην συνολική διαδικασία του προσδιορισμού της λακτόζης με την συγκεκριμένη μέθοδο, αναφέρονται παρακάτω (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009):

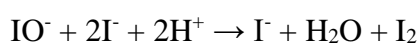
- ✓ Η αντίδραση της οξείδωσης του KI σε KIO (υποϊωδιούχο κάλιο) από τη συμμετοχή της χλωραμίνης - T:



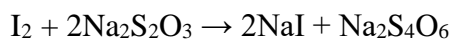
- ✓ Η αντίδραση της οξείδωσης της λακτόζης σε λακτοβιονικό οξύ:



- ✓ Η αντίδραση της οξείδωσης του υποϊωδίου σε ιώδιο:



- ✓ Το I<sub>2</sub> τιτλοδοτείται με την παρουσία διαλύματος του θειοθειικού νατρίου (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):



### **2.2.2. Προσδιορισμός της λακτόζης με υπέρυθρη φασματοσκοπία**

Η μέθοδος προσδιορισμού της λακτόζης με υπέρυθρη φασματογραφία είναι μία ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο για το συγκεκριμένο θέμα από τον επιστημονικό κλάδο της τεχνολογίας των τροφίμων.

Κατά την διαδικασία αυτή, η λακτόζη απορροφά υψηλά επίπεδα ενέργειας σε μήκος κύματος 9,55  $\mu\text{m}$  της υπέρυθρης ακτινοβολίας στο δεσμό C-OH (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009).

### **2.2.3 Προσδιορισμός της λακτόζης με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης**

Η μέθοδος προσδιορισμού της λακτόζης με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης εκτελείται, μόνο, σε νωπό γάλα μετά από την θερμική του επεξεργασία όπως επίσης εφαρμόζεται και σε προϊόντα γάλακτος τα οποία είναι σε μορφή σκόνης (Moatsou & Anifantakis, 2003).

Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται η ανίχνευση καθώς και ο προσδιορισμός της λακτόζης εντός του γάλακτος, με τη βοήθεια της υγρής χρωματογραφίας, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα απόδοσης (HPLC). Σε συγκεκριμένο βάρος γάλακτος, όπως επίσης και σε πρότυπα διαλύματα λακτόζης προστίθεται ως εσωτερικό πρότυπο η  $D^+$  μελεξιτόλης. Εν συνεχεία, εισχωρείτε με την μορφή προσθήκης, το αντιδραστήριο Biggs - Szijarto για την κατακρήμνιση του λίπους και των επιμέρους πρωτεϊνών που βρίσκονται στο γάλα (Moatsou & Anifantakis, 2003).

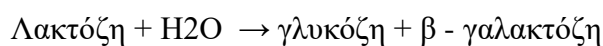
Το δείγμα με αυτόν τον τρόπο, φιλτράρεται, αρχικά, με τη βοήθεια ενός χάρτινου φίλτρου και στη συνέχεια με την συμβολή νάιλον φίλτρου σύριγγας πορώδους μεγέθους 0,45 $\mu\text{m}$ . Η λακτόζη και το εσωτερικό πρότυπο μετουσιώνονται σε δύο (2) ξεχωριστές οντότητες, σε στήλη ιονταλλαγής και προσδιορίζονται με διαφορικό

διαθλασίμετρο ή άλλο κατάλληλο ανιχνευτή. Ως κινητή φάση χρησιμοποιείται πολύ καθαρό νερό κατάλληλο για HPLC (Moatsou & Anifantakis, 2003).

#### 2.2.4 Ενζυμικός προσδιορισμός της λακτόζης

Ο ενζυμικός προσδιορισμός της λακτόζης αποτελεί μία μέθοδος προσδιορισμού αυτής, η οποία χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ευαίσθητη διαδικασία η οποία ως βασικό χαρακτηριστικό της διαθέτει την ακρίβεια, ακόμα και σε δείγμα το οποίο είναι μικρού μεγέθους ( Μαντής, 2000).

Συγκεκριμένα, όσον αναφορά την διαδικασία της, το στοιχείο της λακτόζης το οποίο εμπεριέχεται στο εσωτερικό του διηθήματος, ύστερα από την απομάκρυνση των πρωτεϊνών αλλά και του λίπους που περιέχει το γάλα με την μέθοδο της διήθησης αυτό, υδρολύεται σε παρουσία γλυκόζης μέσω του σημαντικού ενζύμου βγαλακτοζιδάση ( $\beta$ -Gal) ως ακολούθως (Μάντης, 2000):



Εν συνεχεία, η γαλακτόζη, οξειδώνεται με την συμβολή της γαλακτοζο - αφυδρογονάσης (GalDH) προς το γαλακτονικό οξύ με αυτόν τον τρόπο (Μάντης, 2000):



Τέλος, το NADH το οποίο δημιουργείται, οριοθετείται με ακρίβεια, με την φωτομετρική μέθοδο και επιφέρει αύξηση της απορρόφηση στα 340 ή σε πολλές περιπτώσεις στα 365 nm, η οποία είναι ανάλογη με την ποσότητα της παραγόμενης  $\beta$ -γαλακτόζης (Μάντης, 2000).

### **2.2.5 Φωτομετρικός προσδιορισμός της λακτόζη**

Η μέθοδος προσδιορισμού της λακτόζης με φωτομετρικό τρόπο αποτελεί μία ακόμα σημαντική μέθοδο η οποία χρησιμοποιείται, κατά κόρον, στην τεχνολογία των τροφίμων.

Συγκεκριμένα, η λακτόζη αντιδρά σε κατάσταση βρασμού με την φαινόλη σε έντονα όξινη διάλυση με παρουσία θειικού οξέος και δημιουργεί ως αποτέλεσμα χρώματος πορτοκαλί σύμπλοκο, το οποίο οριοθετεί με φωτομετρικό τρόπο στα 490 nm. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι ο ποσοτικός προσδιορισμός της λακτόζης πραγματοποιείται, με τη συμβολή της ειδικής πρότυπης καμπύλης η οποία διαγράφεται έχοντας ως βάση της, τις ποικίλες έντασης συγκεντρώσεις των διαλυμάτων της λακτόζης (Καμινारीδη & Μοάτσου, 2009).

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα**

### **3.1 Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα**

Σύμφωνα με τους Kurmann et al. (1992), για τα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος, έχουν εφευρεθεί τετρακόσια (400) τελείως διαφορετικά ονόματα που τα προσδιορίζουν. Βέβαια, στην ουσία, όλα αυτά τα ονόματα, αναφέρονται στα ίδια ακριβώς προϊόντα τα οποία έχουν την δυνατότητα να διακριθούν σε επιμέρους κατηγορίες έχοντας ως βάση τους και κριτήριο διαχωρισμού τους, τον τύπο του χρησιμοποιούμενου γάλακτος που περιέχουν ως πρώτη ύλη τους, τα βασικά μεταβολικά προϊόντα τα οποία προκύπτουν καθώς και τα μικρόβια τα οποία περιέχουν στην χλωρίδας τους (Robinson, 1999).

Η οξίνιση του γάλακτος μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης, είναι η παλαιότερη μέθοδος μέσω της οποίας επιτυγχανότανε η διατήρηση και η φύλαξη του γάλακτος καθώς και των προϊόντων αυτού. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, γενικά, παρέχουν στην ανθρώπινη οντότητα, σημαντικές πολύ θετικές επιδράσεις (Ζερφυρίδης, 1996).

Σε αρχικό στάδιο, τα προϊόντα αυτά καλούνταν ως όξινα προϊόντα γάλακτος, βέβαια με την πάροδο των χρόνων, μετονομάστηκαν σε ζυμούμενα προϊόντα και ο όρος αυτός έχει επικρατήσει έως σήμερα. Ο συγκεκριμένος όρος είναι πιο στοχευμένος διότι η οξύτητα αυτών των προϊόντων αποτελεί την συνέπεια των μικροβιακών ζυμώσεων (Ζερφυρίδης, 1996).

Ο μεγαλύτερος αριθμός των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων αποτελεί την απόρροια του μετασχηματισμού της ουσίας της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ το οποίο είναι εκείνο το στοιχείο που ευθύνεται για τη γεύση του παραγόμενου προϊόντος (Desmazeaud, 1990).

Η επιμέρους διάκριση των ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος αποτελεί συνέπεια της διαδικασίας μεταβολισμού των μικροοργανισμών που περιέχονται εντός της ζύμωσης

αλλά και των ποικίλων αρωματικών στοιχείων τα οποία δημιουργούνται (Marshall et al., 1997).

Κατά τους Marshall & Tamime (1997), τα βασικά προϊόντα τα οποία προκύπτουν μέσα από την διαδικασία μεταβολισμού του αζώτου και της λακτόζης στα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι τα εξής:

- ✓ Το διακετύλιο.
- ✓ Οι οξικές ενώσεις.
- ✓ Οι γαλακτικές ενώσεις.
- ✓ Η ακεταλδεύδη.
- ✓ Τα λιπαρά οξέα.
- ✓ Το CO<sub>2</sub>.
- ✓ Τα πεπτίδια.
- ✓ Η αιθανόλη.

Τα πιο γνωστά ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Το ξινόγαλα.
- ✓ Το κουμίζ.
- ✓ Το γιαούρτι.
- ✓ Η κρέμα γάλακτος.
- ✓ Βούτυρο.

## Ξινόγαλα

Το ξινόγαλα αποτελεί ένα προϊόν όμοιας σύνθεσης και παχύρρευστης υφής του γάλακτος το οποίο διαθέτει, έντονη αρωματική γεύση, υπόξινου χαρακτήρα (Ζερφυρίδης, 2001).

Δημιουργείται μέσω του μερικώς ή πλήρως αποβουτυρωμένου γάλακτος το οποίο παίρνει θερμοκρασία μεταξύ 90 και 95 °C για διάρκεια δεκαπέντε (15) λεπτών. Ως εκκινήτικο μέσο χρησιμοποιείται, σε κάποιες περιπτώσεις το οξύγαλα και σε κάποιες έτερες περιπτώσεις η καλλιέργεια η οποία απαρτίζεται από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* και *Leuconostoc citronovum*. Από την διαδικασία αυτή, δημιουργείται ένα ζελατινώδες πήγμα το οποίο εν συνεχεία, ανακατεύεται πολύ καλά, συσκευάζεται και διατηρείται σε κατάσταση ψύξης (Ζερφυρίδης, 1996).

Το ξινόγαλα είναι ένα προϊόν, υψηλής θρεπτικής αξίας διότι εντάσσει στη σύστασή του ποικίλες πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, με μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα ακόμα και από τα ασπράδια των αυγών. Επιπλέον, περιλαμβάνει το στοιχείο της λακτόζης, πολλές βιταμίνες, διάφορα μέταλλα και πολύ μειωμένα ποσοστά λίπους. Το ξινόγαλα παρέχει πολύ σημαντική στήριξη στο στομάχι και συμβάλει στην απορρόφηση του στοιχείου του ασβεστίου από το έντερο (Καραουλάκης, 2005).

Εκτός των άλλων, παρέχει αντιμικροβιακή δράση η οποία απευθύνεται σε υψηλό αριθμό βακτηρίων, με επικέντρωση στα οποία οδηγούν σε εντερικές λοιμώξεις. Ακόμα, βελτιώνει τα επίπεδα κινητικότητας του εντέρου και συμβάλει στην αναδημιουργία της φυσικής μικροχλωρίδας του. Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι ότι μπορεί να καταναλωθεί από άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη (Ζερφυρίδης, 1996).



## Κουμίσ

Το κουμίσ παρασκευάζεται έχοντας ως βασικό του συστατικό γάλα το οποίο προέρχεται από φοράδα ή καμήλα. Στην σημερινή εποχή, όμως, παρασκευάζεται από γάλα αγελάδας (Ζερφυρίδης, 1996).

Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι συμμετέχουν στην διαδικασία ζύμωσης είναι ο *Lactobacillus bulgaricus*, ο *Lactobacillus casei*, ο *Lactobacillus lactis* και η ζύμη *Torula koumiss*. Τα βασικά τελικά προϊόντα, τα οποία προέρχονται από τη μικτή ζύμωση είτε αυτή είναι γαλακτική είτε αλκοολικής, είναι το γαλακτικό οξύ σε ποσοστό περίπου 1%, η αιθανόλη σε ποσοστό το οποίο κυμαίνεται από 2 έως 2,5% και το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) (Ζερφυρίδης, 1996).

Το κουμίσ είναι ένα προϊόν υψηλής θρεπτικής αξίας και προτείνεται σε εντερικές παθήσεις, ενώ παράλληλα έχει εφαρμοσθεί για την αντιμετώπιση της φυματίωσης στα παλιότερα βέβαια χρόνια (Ζερφυρίδης, 1996).

## Γιαούρτι

Ως γιαούρτι καλείται το προϊόν εκείνο το οποίο περιέχει, τεράστια ποσότητα γάλακτος η οποία προκύπτει ύστερα από την γαλακτική ζύμωση με την συμβολή του *Lactobacillus bulgaricus* και του *Streptococcus thermophilus*, με την παρουσία ή την απουσία των πρόσθετων στοιχείων (Καλατζόπουλος, 1999).

Οι διάφοροι μικροοργανισμοί οι οποίοι εμπεριέχονται στο τελικό παραχθέν προϊόν ως απαραίτητο στοιχείο πρέπει να είναι ζωντανοί και σε μεγάλη ποσότητα. Για το σύνολο των προϊόντων, διατυπώνονται και διάφορες χημικές προδιαγραφές. Έτσι, το γιαούρτι ως ορθό προϊόν, πρέπει να περιλαμβάνει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ), σε ποσοστό υψηλότερη κατά 10% το λιγότερο, από τα όρια τα οποία οριοθετούνται για το χρησιμοποιούμενο γάλα. Αυτό λαμβάνει χώρα διότι η ποσότητα του γάλακτος κατά την φάση της θέρμανσης του, πριν την έναρξη του εμβολιασμού

διαμέσου της δραστηριότητας της καλλιέργειας όπως και της επώασης, στην οποία πραγματοποιείται μερική συμπύκνωση (Ζερφυρίδης, 1996).

Επίσης, το γιαούρτι ως προϊόν, το οποίο καταναλώνεται κατά κόρον στην αγορά της χώρας μας, πρέπει να διέπεται από τις ακόλουθες προϋποθέσεις (Καραουλάνης, 2005):

- Να είναι σε συμπαγής μορφή.
- Να μην έχει συμμετάσχει σε έτερη ζύμωση με εξαίρεση την ειδική ζύμωση.
- Να χαρακτηρίζεται από συνήθεις οργανοληπτικές ιδιότητες,
- Να μην έχουν εισχωρήσει στην σύστασή του χρωστικές ουσίες, ζάχαρη, συντηρητικά και κατεψυγμένα στοιχεία.

Η παρασκευή του γιαουρτιού συνοδεύεται από τον ορθό τρόπο ανάπτυξης του *St. thermophilus* και του *L. bulgaricus* εντός του γάλακτος, έως να οικειοποιηθεί συγκεκριμένης οξύτητας, για να επέλθει η κατάσταση της ψύξης αλλά και της διατήρησης του μέχρι αυτό να καταναλωθεί από το άτομο. Το γιαούρτι αποτελεί ένα βιοτεχνολογικό προϊόν και κατ' επέκταση η έρευνα των μικροοργανισμών της καλλιέργειας, οι ιδιότητες των στελεχών της και η εφαρμογή νέων τεχνολογιών, επιμηκύνει τους ορίζοντες με σκοπό την ανάπτυξη καινοτόμων παρόμοιων προϊόντων με τη συμβολή διαφορετικών ιδιοτήτων (Ζερφυρίδης, 1996).

Το προϊόν του γιαουρτιού, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί λαμβάνοντας υπόψιν, τρία (3) βασικά κριτήρια (Μάντης κ' συν, 2015):

- Το είδος του χρησιμοποιούμενου γάλακτος.
- Την περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα.
- Σύμφωνα με τον τρόπο επεξεργασίας του.

Το γιαούρτι σύμφωνα με τον χρησιμοποιούμενο γάλα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009):

- ✓ Αγελαδινό γιαούρτι.
- ✓ Γίδινο γιαούρτι.
- ✓ Πρόβειο γιαούρτι.

Σύμφωνα με την περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα, το γιαούρτι διακρίνεται σε (Μάντης κ' συν, 2015):

- ✓ Πλήρες γιαούρτι (6-10%).
- ✓ Ημιαποβουτυρωμένο γιαούρτι (1,5-5%).
- ✓ Άπαχο γιαούρτι (0%).

Σύμφωνα με τον τρόπο επεξεργασίας που λαμβάνει χώρα στην Παρασκευή του γιαουρτιού, διακρίνεται σε (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009):

- ✓ Το παραδοσιακό γιαούρτι: Η τεχνολογία αυτού του είδους του γιαουρτιού είναι: α) η διήθηση του γάλακτος με τσαντίλες β) η διαδικασία βρασμού του γάλακτος γ) η φυσική ψύξη του γάλακτος δ) η πήξη με την συμβολή της μικρής ποσότητας παλιότερου γιαουρτιού ε) η επώαση, στ) η φυσική ψύξη του πήγματος και ζ) η εισαγωγή του πήγματος στο ψυγείο. (Μάντης, 2000).
- ✓ Το γιαούρτι βιομηχανικού τύπου: Σε αυτόν τον τύπο γιαουρτιού περιεκτικότητα σε λίπος είναι στα ίδια ποσοστά με το κλασικό (Μάντης, 2000).
- ✓ Το στραγγισμένο γιαούρτι: αυτός ο τύπος γιαουρτιού γίνεται με στράγγισμα του συνηθισμένου γιαουρτιού ή με μερική αφυδάτωση του γάλακτος πριν από την πήξη. Το ποσοστό λίπους του είναι αυξημένο (>5% για το αγελαδινό και πάνω από 8% για το πρόβειο).

Με βάση την συσκευασία, το γιαούρτι διακρίνεται σε (Μάντης κ' συν., 2015):

- ✓ Παστεριωμένο γιαούρτι ή μακράς διάρκειας: Χαρακτηρίζεται από μειωμένο pH και δεν συστήνεται για αυξημένες θερμοκρασίες παστερίωσης εξαιτίας του διαχωρισμού του εκάστοτε ορού. Έτσι οι σωστές συνθήκες παστερίωση όσον αναφορά την θερμοκρασία είναι μεταξύ 65 και 70 °C για χρονική διάρκεια η οποία κυμαίνεται από 30 έως 40 sec για να σταματήσει η μικροβιακή βελτίωση και να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα της επιπλέον διάσπασης των συστατικών στοιχείων του γάλακτος. Παράλληλα, αδρανοποιούνται και οι μύκητες. Μετά το πέρας της παστερίωσης, που εκτελείται στο γιαούρτι, σταθεροποιούνται οι μικροοργανισμοί (10 cfu/g) σε αδρανή κατάσταση ενώ η λακτάση διατηρεί το ποσοστό του 30% της δραστηριότητάς της.
- ✓ Το γιαούρτι με φρούτα: η εισχώρηση φρούτων και έτερων στοιχείων που προσδίδουν γεύση στο προϊόν έτσι ώστε αυτό να βελτιωθεί εξαιτίας της απουσίας πτητικών ουσιών κατά την διάρκεια της παστερίωσης.

- ✓ Το αποξηραμένο γιαούρτι: Αποτελεί ένα σπάνιο είδος γιαουρτιού διότι συνοδεύεται από μεγάλο οικονομικό κόστος και χαμηλά επίπεδα ποιότητας. Το συγκεκριμένο γιαούρτι δεν έχει πολύ καλή γεύση και υφή και κυρίως χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη διάφορων σκευασμάτων.
- ✓ Το παγωτό γιαουρτιού: Στην συγκεκριμένη κατηγορία υπάρχει το γιαούρτι χαμηλής κατάψυξης το οποίο διατηρείται στους  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  και το σκληρό γιαούρτι παγωτό το οποίο διατηρείται στους  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Πρέπει βέβαια να τονισθεί ότι σε αυτήν την περίπτωση εμπεριέχονται στην σύστασή του αρκετά αυξημένα επίπεδα ζάχαρης, πράγμα το οποίο οφείλεται στην οξύτητα του προϊόντος.

Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε θρεπτικά συστατικά έρχεται σε ευθεία σχέση με την εκάστοτε σύσταση του γάλατος ως πρωτογενές προϊόν. Βέβαια υπάρχουν και άλλοι παράγοντες οι οποίοι μπορούν και αυτοί με την σειρά τους να επηρεάσουν καταλυτικά την ποιότητά του. Αυτοί οι παράγοντες είναι (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009):

- Η θερμοκρασία.
- Η διάρκεια της προβολής του με τη θερμότητα.
- Οι εκάστοτε συνθήκες αποθήκευσης του.

Το γιαούρτι παρέχει πλήθος θετικών ιδιοτήτων στα άτομα που το καταναλώνουν. Οι ιδιότητες αυτές είναι οι παρακάτω (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009):

- ✓ Είναι ανεξάντλητη πηγή βιταμινών όπως η βιταμίνη Β, η ριβοφλαβίνη, η νιασίνη, η Βε και η Βη.
- ✓ Τα άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη, μπορούν να το καταναλώσουν διότι έχει μειωμένο επίπεδο συγκέντρωσης της λακτόζης κατά τη φάση της ζύμωσης.
- ✓ Περιλαμβάνει υψηλά επίπεδα βιολογικής αξίας, μέσω των πρωτεϊνών τους. Διότι έχει προηγηθεί η δραστηριότητα της υδρόλυσης.
- ✓ Περιλαμβάνει τεράστια επίπεδα συγκέντρωσης του συζευγμένου λινολενικού οξέος σε αντίθεση με τα υπόλοιπα γάλατα, πράγμα το οποίο του προσθέτει αντικαρκινικές ιδιότητες και βελτιώνει το ανοσοποιητικό σύστημα.
- ✓ Περιέχει μεγάλες ποσότητες ασβεστίου και φωσφόρου. Το χαμηλό επίπεδο του pH του προϊόντος, μειώνει την ανασταλτική δράση των φυτικών ινών και

βελτιώνει τη βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου, ενώ από την άλλη πλευρά, παρέχει τον ιονισμό του ασβεστίου.

- ✓ Παρέχει θετικές επιδράσεις στο γαστρεντερικό σύστημα.

### Κρέμα γάλακτος

Το προϊόν της κρέμας γάλακτος ή αλλιώς γνωστό και ως αφρόγαλα αποτελεί το ημίρρευστο λιπαρό προϊόν το οποίο εντοπίζεται στην επιφάνεια του γάλακτος, εφόσον αυτό, εκλείψει από την φάση της ανάπαυση για μεγάλο χρονικό διάστημα ή εάν υποστεί την διαδικασία της φυγοκέντρωσης. Η σύσταση της κρέμας γάλακτος αποτελεί συνάρτηση της λιποπεριεκτικότητάς της. Έτσι αναλογικά, όσο μεγαλώνει η λιποπεριεκτικότητά της, τόσο μικραίνουν τα υπόλοιπα συστατικά της, όπως είναι η λακτόζη, οι πρωτεΐνες και τα άλατα. Η περιεκτικότητα της κρέμας γάλακτος σε λίπη, παίρνει τιμές μεταξύ 10 και 40% ενώ η οξύτητα η οποία επιτρέπεται ορισθετείται σε ποσότητα η οποία θα πρέπει να είναι μικρότερη από 9 °SH ή 20 °D (Domic), υπολογισμένη σε ουσία χωρίς λίπος (Ζερφυρίδης, 1996).

Η κρέμα γάλακτος διοχετεύεται στο εμπόριο με τις εξής μορφές (Καμινναρίδης & Μοάτσου, 2009):

- ✓ Η παστεριωμένη κρέμα γάλακτος, η οποία διατηρείται για μόλις δέκα (10) ημέρες εντός του ψυγείου.
- ✓ Η αποστειρωμένη κρέμα γάλακτος, η οποία διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως κάποιοι μήνες.
- ✓ Η κατεψυγμένη κρέμα γάλακτος, η οποία αφορά συνήθως, ζαχαροπλαστικά ή τις βιομηχανίες τροφίμων και παγωτών.

Η κρέμα γάλακτος συνήθως, δεν εντείνει το πρόβλημα των ατόμων που πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη μετά την κατανάλωση της. (Ζερφυρίδης, 1996).

## 3.2 Ζυμώσεις της λακτόζης

Ως διαδικασία ζύμωσης καλείται η δραστηριότητα εκείνη η οποία εκτελεί διάσπαση των οργανικών ενώσεων από μικροοργανισμούς με την βοήθεια είτε αερόβιων είτε αναερόβιων συνθηκών (Audic et al., 2003).

Τα παρεχόμενα αποτελέσματα από την διαδικασία διάσπασης των οργανικών ενώσεων, δίνουν ορισμένα τελικά προϊόντα μέσα στα οποία εμπεριέχονται οι ακόλουθοι τύποι (Audic et al., 2003) :

- ✓ Οι μικροβιακοί μεταβολίτες: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι χημικές ουσίες, οι αλκοόλες και ορισμένα καύσιμα.
- ✓ Τα μικροβιακά κύτταρα: Περιλαμβάνονται τα διάφορα βακτήρια και οι ζύμες.
- ✓ Τα μικροβιακά ένζυμα: Κάποια εκ των οποίων είναι η πυτιά και τα βακτηριακά ένζυμα θρόμβωσης του γάλακτος.
- ✓ Τα ανασυνδυαζόμενα προϊόντα.

Στην συνέχεια της παρούσας εργασίας αναλύονται οι βασικότερες ζυμώσεις της λακτόζης οι οποίες είναι:

- ✓ Η αλκοολική ζύμωση
- ✓ Η γαλακτική ζύμωση
- ✓ Η οξική ζύμωση

### 3.2.1 Αλκοολική ζύμωση

Ως αλκοολική ζύμωση καλείται η διαδικασία της ενζυματικής μετατροπής την οποία υφίσταται η γλυκόζη καθώς και η φρουκτόζη, σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Η συγκεκριμένη διαδικασία εκτελείται διαμέσου της γλυκολυτικής οδού εντός της οποίας έχει εντοπισθεί η παραγωγή του πυροσταφυλικού οξέος. Εν συνεχεία, το πυροσταφυλικό οξύ αποκαρβοξυλιώνεται παράγοντας ακεταλδεΐδη και διοξείδιο

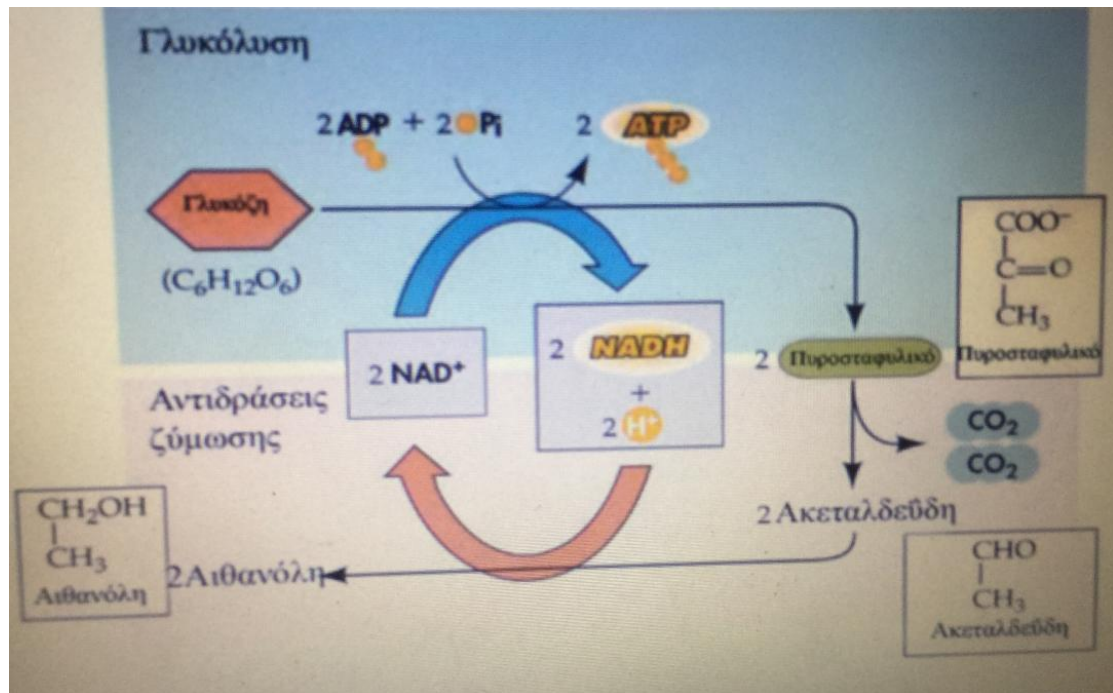
του άνθρακα. Η παραγόμενη ακεταλδεΐδη ανάγεται σε αιθανόλη. (Tadege et al., 1999).

Το αρχικό στάδιο, της συγκεκριμένης διαδικασίας, αποτελεί η αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού, η οποία καταλύεται από την αποκαρβοξυλάση του πυροσταφυλικού που είναι εξαιρετικά χρήσιμη στην μορφή του συνένζυμου στην πυροφωσφορική θειαμίνη. Αυτό το συνένζυμο δημιουργείται έχοντας ως βασικό του συστατικό την βιταμίνη της θειαμίνης και ταυτόχρονα είναι υπεύθυνο για έτερες αντιδράσεις οι οποίες σταματώντας από διάφορα ένζυμα (Tadege et al., 1999).

Το επόμενο στάδιο της διαδικασίας αποτελεί η δραστηριότητα της αναγωγής της ακεταλδεΐδης σε μορφή αιθανόλης από το NADH, σε μια αντίδραση η οποία καταλύεται από την αλκοολική αφυδρογονάση. Αυτή η δραστηριότητα έχει ως απόρροια της, την ανάπτυξη του παράγοντα NAD<sup>+</sup>. Με αυτόν τον τρόπο, το σημαντικό ενεργό κέντρο της αλκοολικής αφυδρογονάσης περιλαμβάνει, έναν ιόν ψευδαργύρου, το οποίο είναι ταυτισμένο με τα άτομα θείου δύο (2) καταλοίπων κυστεΐνης και ενός, μόνο, άτομο αζώτου μιας ιστιδίνης. Το ιόν ψευδαργύρου μέσα σε αυτήν την διαδικασία πραγματοποιεί πόλωση της καρβονυλικής ομάδα του υποστρώματος έτσι ώστε να λειτουργήσει θετικά προς την μεταφορά ενός υδριδίου από το NADH. Το άμεσο αποτέλεσμα της όλης δραστηριότητας είναι η παρακάτω εξίσωση:



Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω σχήμα το οποίο αναπαριστά την αλκοολική ζύμωση και μέσα από το οποίο εξάγεται το συμπέρασμα ότι η αλκοολική ζύμωση αποτελεί την επεκτατική διεύρυνση της γλυκόλυσης (Tadege et al., 1999).



Εικόνα 3 : Αλκοολική ζύμωση

### 3.2.2 Γαλακτική ζύμωση

Μία ακόμη πολύ γνωστή ζύμωση είναι η γαλακτική ζύμωση. Αυτού του είδους η ζύμωση της λακτόζης αποτελεί μία αναερόβια έντονη δραστηριότητα εντός της οποίας το γαλακτικό οξύ, δημιουργείται από το πυροσταφυλικό οξύ ως φυσικό αποτέλεσμα της πορείας γλυκολυτικής φύσεως που πραγματοποιεί. Πρέπει σε αυτό το σημείο να τονισθεί ότι κατά την διάρκεια της ζύμωσης των εξοζών από τα αντίστοιχα γαλακτικά βακτήρια, διαγράφονται δυο (2) βασικά μεταβολικά μονοπάτια (Αγγελής, 2007).

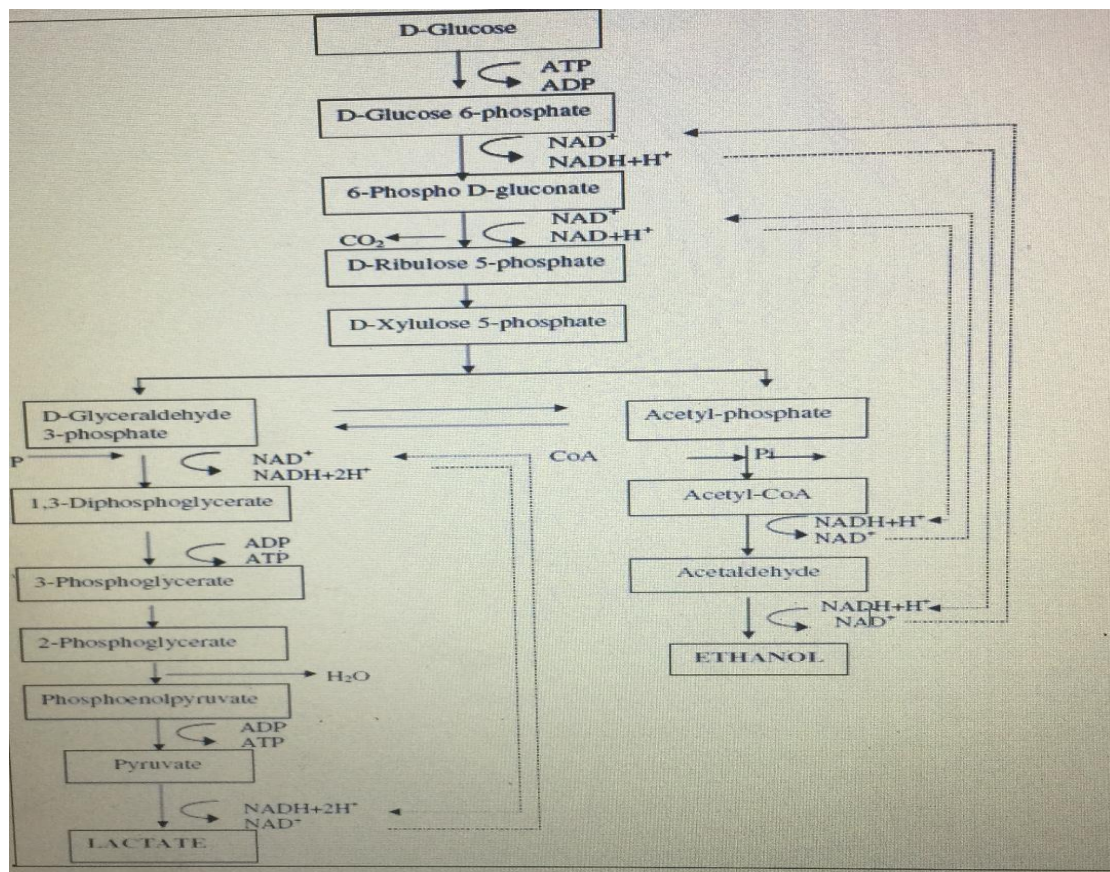
Τα γαλακτικά βακτήρια αποτελούν μια συντονισμένη ομάδα η οποία απαρτίζεται από βακτήρια που ανήκουν στην κατηγορία Gram+, τα οποία εκτελούν τη δραστηριότητα της ζύμωσης των υδατανθράκων προς γαλακτικό οξύ με δύο (2) μεθόδους (Κατζεκίδου – Ρούκα, 2000):

- ✓ Με ετεροζυμωτικό τρόπο
- ✓ Με ομοζυμωτικό τρόπο.

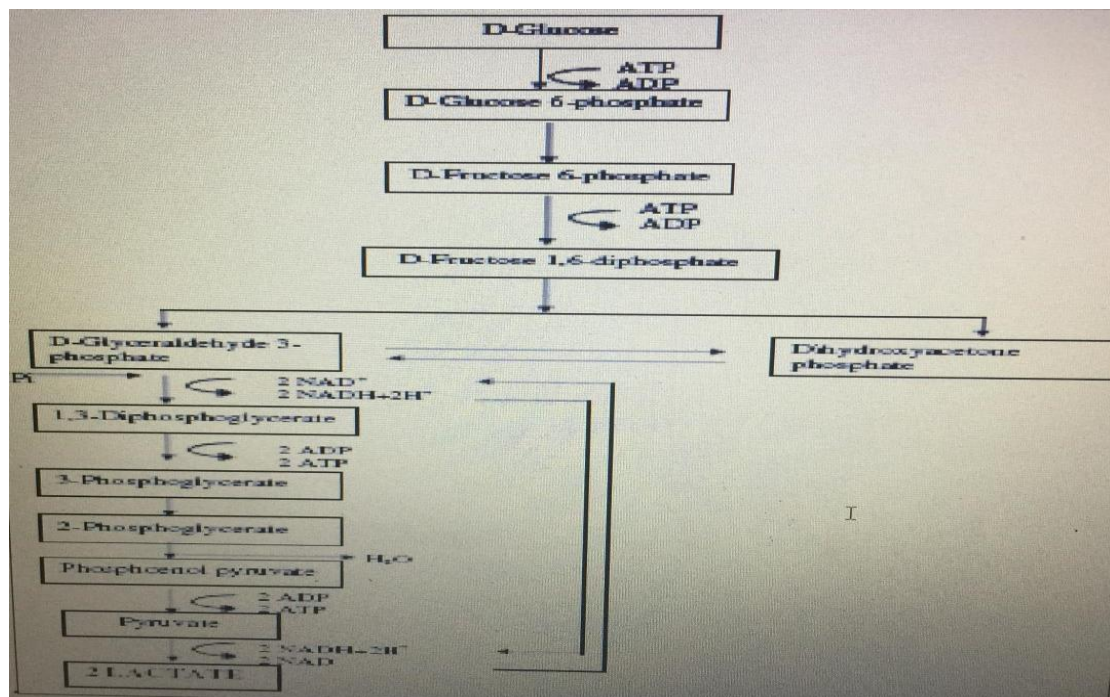


Όσον αναφορά την ετεροζυμωτική γαλακτική ζύμωση, τα γαλακτικά βακτήρια μετασχηματίζουν σχεδόν το ήμισυ της ποσότητάς του σακχάρου που περιέχουν, σε μορφή γαλακτικού οξέως και την έτερη μισή τους ποσότητα σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), αιθανόλη καθώς και οξικό οξύ. Τα συγκεκριμένα βακτήρια έχουν ως βασικό τους χαρακτηριστικό που τα ακολουθεί πάντα, την απώλεια του ενζύμου αλδολάση, βέβαια το κενό αυτό αναπληρώνουν, χρησιμοποιώντας τη μεταβολική οδό της φωσφοροκετολάσης η οποία διοχετεύει ακέτυλοφωσφορικό οξύ και 3-φωσφορογλυκεριναλδεΐδη. Το ακέτυλο-φωσφορικό οξύ, υπό συγκεκριμένες συνθήκες που συνήθως είναι οι αναερόβιες, μετασχηματίζεται σε αιθανόλη, (Αγγελής, 2007). Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί το γεγονός ότι στην κατηγορία των ετεροζυμωτικών γαλακτικών βακτηρίων, συμπεριλαμβάνονται οι γενιές των *Lactobacillus*, *Leuconostoc* και *Carnobacterium* (Κοτζεκίδου - Ρούκα, 2000).

Τέλος, όσον αναφορά την ομοζυμωτική γαλακτική ζύμωση, τα αντίστοιχα βακτήρια μετασχηματίζουν τα σάκχαρα, στο σύνολό τους, σε χρηστικό γαλακτικό οξύ. Η απόρροια της διαδικασίας αυτής, είναι η ολική μετατροπή ενός μορίου σακχάρου σε δυο μόρια αντιστοιχού γαλακτικού οξέος. Στην συγκεκριμένη διαδικασία, εφαρμόζεται το σύστημα PTS - γλυκόζης, σύμφωνα με το οποίο, το φωσφοενολοπυροσταφυλικό οξύ αποτελεί το δότη που αντιστοιχεί στην φωσφορική ομάδα. Με τη διαδικασία αυτή, το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε γαλακτικό και ο μεταβολισμός αναφέρεται ως ομογαλακτική ζύμωση. Τέλος, στην κατηγορία των ομοζυμωτικών γαλακτικών βακτηρίων, περιλαμβάνονται τα *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus* και *Pediococcus*. (Κοτζεκίδου - Ρούκα, 2000).



Εικόνα 4: Ετεροζυμωτική γαλακτική ζύμωση



Εικόνα 5: Ομοζυμωτική γαλακτική ζύμωση

### 3.2.3 Οξική ζύμωση

Η οξική ζύμωση αποτελεί μία διαδικασία αερόβιου χαρακτήρα και φύσεως. Έτσι, τα οξικά βακτήρια περιλαμβάνονται απαραίτητα, στα αερόβια στελέχη της γενιάς των *Acetobacter* αλλά και των *Gluconobacter*, τα οποία με την σειρά τους, οξειδώνουν τα διάφορα σάκχαρα, τις πολυαλκοόλες και την αιθανόλη προς την κατάσταση οξικού οξέως και άλλα υποπροϊόντα αυτού. Τα παραγόμενα ηλεκτρόνια τα οποία οφείλονται στις οξειδωτικές αντιδράσεις μετασχηματίζονται άμεσα μέσω της αναπνευστικής αλυσίδας (Αγγελής, 2007).

Ειδικότερα, στα είδη του γένους *Acetobacter*, ο κύκλος TCA είναι ιδιαίτερα δραστήριος, σε αντίθεση με τα είδη του γένους *Gluconobacter* στα οποία δεν κατέχει λειτουργική θέση.

Τα είδη *Acetobacter* και *Gluconobacter*, είναι σε θέση να οξειδώνουν συνεχώς, την αιθανόλη σε κατάσταση οξικού οξέως μέσα από δύο (2) μεμβρανικές αφυδρογονάσες, οι οποίες είναι της αλκοολικής αφυδρογονάσης και της αφυδρογονάσης της ακεταλδεϋδης. (Αγγελής, 2007)

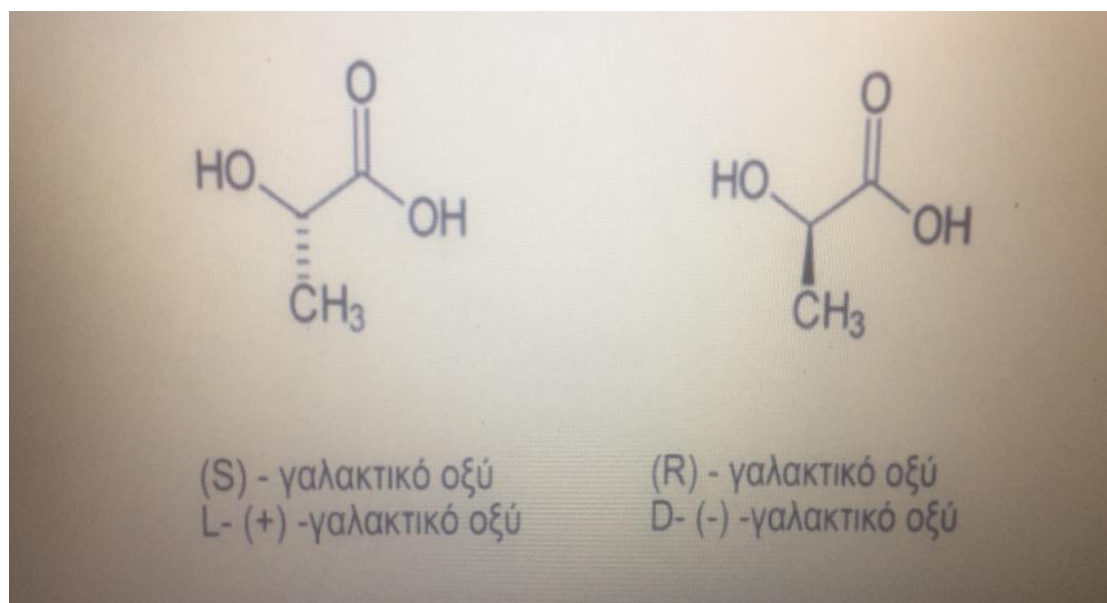


Σε γενικές γραμμές, η βιομηχανική δημιουργία του οξικού οξέος με σκοπό την χρήση του στη βιομηχανία τροφίμων, εκτελείται σε δύο (2) στάδια. Την παραγωγή της αιθανόλης υπό την διαδικασία της ζύμωσης των εκάστοτε σακχάρων από τη ζύμη *Saccharomyces cerevisiae* και την μετατροπή της αιθανόλης υπό συγκεκριμένες συνθήκες στην κατάσταση οξικού οξέος με τη βοήθεια του βακτηρίου *A. Aceti* (Αγγελής, 2007).

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το οξικό οξύ αποτελεί το βασικό προϊόν μεταβολισμού των σακχάρων από το βακτήριο *B. subtilis*. Κατά τον πρωτογενή μεταβολισμό το πυροσταφυλικό μετασχηματίζεται σε οξικό, ενώ κατά το δευτεροταγή μεταβολισμό το οξικό δημιουργείται από βουτανοδιόλη (Αγγελής, 2007).

### 3.3 Γαλακτικό οξύ

Το γαλακτικό οξύ είναι μία πολύ σημαντική ουσία η οποία όμως δεν προκαλεί δυσμενής επιπτώσεις στα άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη. Το γαλακτικό οξύ αποτελεί ένα υψηλής σημασίας καρβοξυλικό οξύ το οποίο αναμειγνύεται με το στοιχείο του νερού καθώς και της αιθανόλης. Χαρακτηρίζεται ως χειρόμορφο μόριο ενώ εντοπίζεται σε δύο (2) επιμέρους οπτικά ισομερείς μορφές, οι οποίες καλούνται ως μορφή D και μορφή L. Οι δύο (2) τύποι που προαναφέρθηκαν, παρουσιάζουν περίπου ίδια χαρακτηριστικά όσον αναφορά τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, με την μόνη διαφορά να εντοπίζεται στο γεγονός ότι η D μορφή δεν έχει την δυνατότητα του μεταβολισμού της εντός του ανθρώπινου οργανισμού, πράγμα το οποίο δεν συμβαίνει με την μορφή L (Ali, 2000).



Εικόνα 6: Ισομερείς μορφές γαλακτικού οξέος

Το έτος, 1808 εξακριβώθηκε το γεγονός ότι το γαλακτικό οξύ, δημιουργείται στους μύες κατά το στάδιο σύσπασης αυτών και τα στοιχεία της δομής του , αναλύθηκαν με ακρίβεια το έτος 1873. Εν συνεχεία το έτος, 1870 το γαλακτικό οξύ απομονώθηκε με την μέθοδο της απόσταξης από το ξινόγαλο και το προϊόν το οποίο εξάχθηκε από αυτήν την διαδικασία ονομάστηκε γαλακτικό. Το έτος 1856, ανακαλύφθηκαν οι

λακτοβάκιλλους και η σημασία που αυτοί κατέχουν στην διαδικασία παραγωγής του γαλακτικού οξέος

### 3.3.1 Παρασκευή γαλακτικού οξέος

Το γαλακτικό οξύ έχει την δυνατότητα να παρασκευαστεί με δύο (2) τρόπους (Datta et al., 1995):

- Μέσω της χημικής σύνθεσης.
- Μέσω των βιοτεχνολογικών ζυμώσεων.

Όσον αναφορά, τη χημική σύνθεση του γαλακτικού οξέος, βασικό στοιχείο της είναι η διαδικασία της υδρόλυσης της λακτονιτρίλης από την παρουσία ισχυρών οξέων τα οποία ουσιαστικά αποτελούν τον κύριο παράγοντα ενός μίγματος που απαρτίζεται από δυο (2) ισομερή στοιχεία του D και του L αντίστοιχα (Holten et al., 1971).

Από την άλλη πλευρά, στο γαλακτικό οξύ το οποίο παρασκευάζεται μέσω των βιοτεχνολογικών παραγόμενων με τη συμβολή της ζύμωσης, παρουσιάζεται η μορφή του L - γαλακτικού οξέος ως επικρατέστερη, η οποία δεν είναι βλαπτική για τον οργανισμό του ατόμου (Holten et al., 1971).

Σχεδόν στην συνολική του ποσότητα, το γαλακτικό οξύ παρασκευάζεται βιομηχανικά, με τη ζύμωση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, εφαρμόζονται ομοζυμωτικοί μικροοργανισμοί και μεγάλος αριθμός υποστρωμάτων. Κατά τη φάση της βιοτεχνολογικής παραγωγής του γαλακτικού οξέως, λαμβάνουν χώρα διάφορα υποστρώματα μειωμένου κόστους, συνήθως με την μορφή αποβλήτων τα οποία προέρχονται από άλλες παραγωγικές μονάδες και απαραίτητο στοιχείο της διαδικασίας θεωρείται η πολύ χαμηλή θερμοκρασία της παραγωγής αλλά και η κατανάλωση περιορισμένης ενέργειας στη φάση της ζύμωσης των οξυγαλακτικών βακτηρίων (Datta et al., 1995).

Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία παρασκευής του γαλακτικού οξέος παρουσιάζει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα.

Το πρώτο μειονέκτημα της συγκεκριμένης δραστηριότητας, αποτελεί η αυξημένη χρήση ποικίλων υποστρωμάτων τα οποία συνοδεύονται από μεγάλο κόστος, εξαιτίας της εκτεταμένης χρήσης των σακχάρων ως πρωτογενή πηγή του άνθρακα. Αυτό είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα το οποίο έχει τη δυνατότητα να ομαλοποιηθεί με την αντικατάσταση αυτών των υψηλών σε κόστος υποστρωμάτων με έτερα φθηνότερα υλικά ως πρώτες ύλες. (Okano et al., 2010).

Το δεύτερο μειονέκτημα της διαδικασίας παρασκευής του γαλακτικού οξέος είναι το κόστος που απαιτεί η διαδικασία αυτή. Σε αυτό συμβάλει, καταλυτικά η αποστείρωση η οποία είναι μείζον δραστηριότητα στη ζύμωση για παραγωγή γαλακτικού οξέως. Έτσι, οι μικροοργανισμοί οι οποίοι πληρούν θερμοκρασίες ζύμωσης μεταξύ 30 °C με 42 °C, εφαρμόζονται τις περισσότερες περιπτώσεις για τις βιομηχανικές εφαρμογές και έτσι είναι ιδιαίτερα σπάνιο, να εκλείψει η μόλυνση στην περίπτωση που στο μέσο δεν έχει επέλθει η αποστείρωση. Επιπλέον, ο διαχωρισμός και οι ποικίλες διεργασίες καθαρισμού μετά το πέρας της ζύμωσης, έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν ουσιαστικά, το κόστος της διαδικασίας παραγωγής του γαλακτικού οξέος. (Chao et al., 2011).

Τέλος, η βιοτεχνολογική παρασκευή του γαλακτικού οξέος, εμφανίζει πλεονεκτήματα τα οποία αφορούν την χημική του σύνθεση, όπως επίσης, σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζονται και υποστρώματα ιδιαίτερα μειωμένου και σε πολλές περιπτώσεις μηδενικού κόστους. Εκτός των άλλων, χρειάζεται μειωμένο αριθμό πρώτων υλών σε αντιδιαστολή με τη χημική σύνθεση, παρασκευάζει καθαρό γαλακτικό οξύ L μορφής και τέλος, έχει την δυνατότητα να παράσχει υψηλά επίπεδα απόδοσης με ταυτόχρονη μηδενική σχεδόν ρύπανση (Chao et al., 2011).

### 3.3.2 Παρασκευή γαλακτικού οξέος με μικροοργανισμούς

Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να συμμετάσχουν στην διαδικασία παρασκευής του γαλακτικού οξέος, πρέπει ως απαραίτητη προϋπόθεση να έχουν την ικανότητα να συνδυάζουν μια συγκεκριμένη αλληλουχία χαρακτηριστικών και γνωρισμάτων έτσι ώστε να θεωρούνται βιομηχανικά ελκυστικοί (Auras et al., 2010). Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν ως εξής (Auras et al., 2010) :

- ✓ Τα μεγάλα ποσοστά παραγωγικότητας έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση της διάρκειας της διαδικασίας της ζύμωσης.
- ✓ Η υψηλή τάση της μετατροπής με σκοπό να μειωθεί το αρχικό κόστος του υδρογονάνθρακα.
- ✓ Η δυνατότητα να εφαρμοστούν οικονομικά θρεπτικά συστατικά έτσι ώστε να επιτευχθεί η μείωση του κόστους συντήρησης.
- ✓ Η μειωμένη ποσότητα παραγωγής παραπροϊόντων που έχει ως στόχο της, την βελτίωση του επιπέδου καθαρότητας.
- ✓ Η μέγιστη συγκέντρωση στο τελικό παραχθέν προϊόν έτσι ώστε να επέλθει η μείωση του κόστους που οφείλεται σε διεργασίες εξάτμισης.
- ✓ Οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στην διαδικασία, θα πρέπει να έχουν ως προϋπόθεση τους τον υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας στις εκάστοτε μολύνσεις.

Σε αυτό το σημείο της παρούσας εργασίας, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παρασκευάζουν γαλακτικό οξύ διακρίνονται σε δυο (2) επιμέρους ομάδες (Ghaly & Kamal, 2004):

- ✓ Τα βακτήρια όπου τα πιο γνωστά στο ευρύ κοινό είναι το *Lactobacillus* και το *Streptococcus*.
- ✓ Οι μύκητες οι οποίοι διαθέτουν την ικανότητα της εμφάνισης της χαμηλής απόδοσης γαλακτικού οξέως και την δυνατότητα σχηματισμού πολλών υποπροϊόντων.

Η παραγόμενη ποσότητα του γαλακτικού οξέος η οποία δημιουργείται κατά τη φάση της ζύμωσης είναι ανάλογη προς την ποσότητα της λακτόζης η οποία είναι διαθέσιμη. Παρόλα αυτά, τα επίπεδα υψηλότερων συγκεντρώσεων των υποστρωμάτων, συχνά επιμηκύνουν την διαδικασία της μικροβιακής αύξησης και το ρυθμό παραγωγής του

προϊόντος εξαιτίας της αύξησης της οσμωτικής πίεσης στο υγρό που υπάρχει στην ζύμωση. Γι' αυτήν, ακριβώς, την αιτία, θα πρέπει ως αναπόσπαστο κομμάτι, να οριοθετείται το μέγιστο επίπεδο αρχικής συγκέντρωσης της λακτόζης, το οποίο δε θα γίνει εμπόδιο στη μικροβιακή αύξηση κατά τη φάση που πραγματοποιείται η ζύμωση. Η βιομηχανική ζύμωση την οποία υφίσταται το γαλακτικού οξέος, είναι σε θέση να μειώσει σημαντικά, τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών, τα οποία κρίνονται ως απαραίτητα από τους μικροοργανισμούς της κυτταρικής αύξησης και της συντήρησης της δραστηριότητας αυτής (Ghaly et al., 2004). Κάθε μικροοργανισμός ο οποίος συμμετέχει στην παρασκευή γαλακτικού οξέος, έχει τόσο μειονεκτήματα όσο και πλεονεκτήματα αλλά το *Lactobacillus* και ο *Rhizopus* αποτελούν τα γνωστά και χρηστικά.

Τέλος, κάποια από τα βακτήρια τα οποία έχουν την δυνατότητα συμμετοχής στην διαδικασία αυτή είναι τα ακόλουθα (Auras et al., 2010):

- Ο *Lactococcus lactis*.
- Ο *Lactobacillus helveticus*.
- Ο *Lactobacillus casei*.
- Ο *Lactobacillus amylophilus*.

### 3.3.3 Χρήσεις γαλακτικού οξέος

Μία από τις χημικές ενώσεις ύψιστης σημασίας οι οποίες έχουν ευρεία χρήση στη βιομηχανία ως επιπρόσθετη ουσία για την παραγωγή τροφίμων αποτελεί το γαλακτικό οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται εκτός των άλλων και ως βιομηχανική χημική ουσία έτσι ώστε να δημιουργηθεί το στοιχείο του οξειδίου του προπυλενίου, βιοδιασπώμενα πολυγαλακτικά όξινα πολυμερή, γλυκόλη προπυλενίου ή ακρυλικές ίνες, φέρνοντας στην αγορά του γαλακτικού οξέος αρχικής σπουδαιότητας (Lunt, 1998).

Με την συμβολή συγκεκριμένης επεξεργασία υπάρχει η δυνατότητα να εφαρμοστούν και με τον ρόλο του πράσινου διαλύτη (Μαρούλης κ' συν, 2012). Το γαλακτικό οξύ,



εκτός των άλλων, εφαρμόζεται ως συντηρητικό, απέναντι στις εκάστοτε ζύμες και στους μύκητες που ταλαιπωρούν τα τρόφιμα, ως οξινιστικός παράγοντας, στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας και της φαρμακευτικής βιομηχανίας, καθώς και ως οξινιστικό συστατικό σε σάλτσες κ.α κ. ά. (Salman et al., 2006) (Ana et al., 2004) (Parmjit et al., 2007).

### **3.4 Παράγοντες επηρεασμού ζυμούμενων προϊόντων**

Πολλοί είναι οι παράγοντες εκείνοι οι οποίοι επηρεάζουν σε έντονο βαθμό την τελική ποιότητα των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο, σε όλη τη διάρκεια της παραγωγής τους θα πρέπει να ελέγχονται εκτεταμένα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το σοβαρό ζήτημα της ποιότητας των τελικών προϊόντων (Κεχαγιάς & Κουλούρη, 2015).

Σύμφωνα με τους Κεχαγιά και Τσακάλη (2017) οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι οι παρακάτω:

- Η επιλογή του γάλακτος.
- Τα πρόσθετα.
- Η εξαέρωση.
- Η ομογενοποίηση.
- Οι σταθεροποιητές.
- Η επιλογή καλλιέργειας κατά την οποία πραγματοποιείται εκκίνηση.
- Ο σχεδιασμό της εγκατάστασης.

Στη συνέχεια του παρόντος έγγραφου, θα αναλυθούν εκτενώς οι παράγοντες αυτού του επηρεασμού.

### Τα πρόσθετα

Τα διάφορα προσθετικά μέσα, όπως για παράδειγμα οι σταθεροποιητές, έχουν την ικανότητα να διοχετευτούν εντός του γάλακτος ή στο πήγμα. Εκτός από αυτά όμως τα βασικά προσθετικά στοιχεία του γάλακτος, υπάρχουν και άλλα τα οποία εφαρμόζονται όπως είναι οι ποικίλες βιταμίνες, το στοιχείο του ασβέστιου, η ινουλίνη, το αλάτι καθώς και άλλα ειδικού χαρακτήρα λιπαρά οξέα (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

### Η επιλογή του γάλακτος

Ένας ακόμα πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η επιλογή του χρησιμοποιούμενου γάλακτος. Το ζυμούμενο γάλα έχει την δυνατότητα να δημιουργηθεί από το γάλα που προέρχεται από τα πολλά θηλαστικά που υπάρχουν στην φύση. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αναφερθεί ότι ο η συνολική ποιότητα του γάλακτος πάντα επηρεάζει και την συνολική παραγόμενη ποσότητα του γιαουρτιού. Το προϊόν του γιαουρτιού το οποίο έχει αραιωθεί με προθήκη νερού, ως αποτέλεσμα του φέρει μειωμένα ποσοστά περιεκτικότητας σε λιπαρά στοιχεία και ταυτόχρονα συνοδεύεται από χαμηλή περιεκτικότητα σε ξηρή ύλη. Αυτά έχουν ως άμεση απόρροια τους, το προϊόν του γάλακτος να έχει τυποποιηθεί με επιθυμητό λίπος και SNF στο τελικό προϊόν. Έτσι, η αίσθηση της γεύσης του είναι μία λεπτή υφή, αλλά ταυτόχρονα έχει την ικανότητα να εξισορροπείται με την βοήθεια της εισχώρησης κάποιων σταθεροποιητικών στοιχείων έτσι ώστε το προϊόν να έχει καλύτερη γεύση αλλά και να μην επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη. Τα επίπεδα, όσον αναφορά, την πρωτεΐνη γάλακτος στην διαδικασία της ζύμωσης, καταλαμβάνουν, ρόλο ύψιστης σημασίας, διότι συμβάλουν στη δημιουργία του πήγματος, το οποίο με την σειρά του αναπτύσσει αλλαγές στη σταθερότητα και το ιξώδες στοιχείο του προϊόντος. Τέλος, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα που συγκεντρώνει ένα προϊόν, σε πρωτεΐνη στο γάλα, τόσο μεγαλύτερη ένταση κατέχει η σταθερότητα του παραγόμενου προϊόντος. (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

## Η ομογενοποίηση

Ως ομογενοποίηση καλείται η διαδικασία υπό την οποία πραγματοποιείται η επεξεργασία και ο κατατεμαχισμός των λιποσφαιρίων στοιχείων του γάλακτος, με απώτερο στόχο τον περιορισμό της αυξημένης τάσης τους στο να αθροίζονται μαζικά και διοχετεύονται στην επιφάνεια του γάλακτος (Κεχαγιάς & Κουλούρη, 2015).

Η συγκεκριμένη διαδικασία αποτελεί έναν επιπλέον πολύ σημαντικό παράγοντα έτσι ώστε να παραχθεί πολύ αυξημένο επίπεδο ποιότητας στα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

Οι κυριότεροι σκοποί για τους οποίους εκτελείται η διαδικασία της ομογενοποίησης του γάλακτος είναι οι εξής (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017):

- Η μείωση του αριθμού των σφαιριδίων λίπους προάγοντας την διαδικασία βέλτιστης ενσωμάτωσης αυτών, στο πήγμα και την αποφυγή της ανόδου τους στην επιφάνεια κατά τη φάση της επώασης του.
- Τη βελτίωση της αίσθησης της γεύσης.
- Τη βελτίωση της γνωστής σε όλους ικανότητας συγκράτησης του νερού από τις πρωτεΐνες του προϊόντος καθώς και τη μείωση της συναίρεσης.
- Η αύξηση των επιπέδων σταθερότητας του ζυμούμενου γαλακτοκομικού προϊόντος μέσω της δευτερογενούς δραστηριότητας ομογενοποίησης η οποία εφαρμόζεται μετά το πέρας της φάσης ζύμωσης.

Σε γενικές γραμμές, τόσο η πίεση όσο και η θερμοκρασία της διαδικασίας ομογενοποίησης, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Η συνήθης πίεση της διαδικασίας αυτής για τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα οριοθετείται στα 20 MPa και θερμοκρασία η οποία κυμαίνεται μεταξύ 60 με 70°C. Από την άλλη πλευρά, ο ομογενοποιητής έχει την δυνατότητα να είναι άρτια εξοπλισμένος εντός μίας συσκευής ομογενοποίησης η οποία συνδέεται έχοντας ως κριτήριο την σειρά. Η διαδικασία της ομογενοποίησης του εκάστοτε σταδίου στα προϊόντα γάλακτος αποτελεί δραστηριότητα αυξημένης ποιότητας στα προϊόντα τα οποία διαθέτουν μειωμένη σύσταση σε λιπαρά (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

Ο ομογενοποιητής χρησιμοποιείται, κατά κόρον, για τους παρακάτω σημαντικούς λόγους (Κεχαγιάς & Κουλούρη, 2015):

- ✓ Η μείωση των επιπέδων κόστους σε ενέργεια, εξαιτίας της μειωμένης πίεσης η οποία χρειάζεται σε αντίθεση με την ενιαία μορφή της ομογενοποίησης έτσι ώστε να επέλθει το ορθό αποτέλεσμα.
- ✓ Τα υψηλότερα ποσοστά ευελιξία, επειδή ο πλακοειδής εναλλάκτης ο οποίος ρυθμίζει τα επίπεδα θερμότητας, είναι σε θέση να χρησιμοποιεί και έτερα προϊόντα.
- ✓ Η αύξηση των επιπέδων των λειτουργικών συνθηκών του ομογενοποιητή.

Όπως είναι γνωστό, σε θερμικά επεξεργασμένα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος αποτελεί σημαντικό στοιχείο, ο σταθεροποιητής, έτσι ώστε να εξαλειφθεί η πιθανότητα, αμμώδης υφή αλλά και ο διαχωρισμός των στοιχείων. Ουσιαστικά, οι σταθεροποιητές, παρέχουν διαφορετικές συνέπειες στη όλη δραστηριότητα. Κάποιοι από αυτούς, προστίθενται στο γάλα πριν από την έναρξη της θερμικής επεξεργασίας και από το στάδιο της ζύμωσης. Άλλοι σταθεροποιητές έχουν την ιδιότητα να σταματούν την διαδικασία ομογενοποίηση κατά την διάρκεια που αυτή λαμβάνει υψηλές τιμές θερμοκρασίας (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

### Η εξαέρωση

Η εξαέρωση αποτελεί ένα πολύ χρηστικό παράγοντα επηρεασμού για τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα. Το νωπό γάλα περιλαμβάνει μία συγκεκριμένη οριοθετούμενη ποσότητα από διάφορα αέρα σύμφωνα με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται το άρμεγμα και ο εκάστοτε χειρισμός του γαλακτοκομικού προϊόντος ανάμεσα στη φάρμα την οποία παράγεται και του εργοστασίου επεξεργασίας αυτού. Έτσι, το γάλα ως στοιχείο, περιλαμβάνει ποσότητα αερίων που φθάνουν στο ύψος του 6% του ολικού φυσικού αερίου αλλά δεν είναι αποτελεί

σπάνιο φαινόμενο το γάλα να περιλαμβάνει έως το ποσοστό του 10% του αέρα από την περίοδο παραλαβής του γάλακτος (Κεχαγιάς & Κουλούρη, 2015).

Η περιεκτικότητα αέριων στοιχείων εντός του γάλακτος έχει την ικανότητα να εξαλειφθεί με την διαδικασία της απαέρωσης. Τα θετικά στοιχεία της συγκεκριμένης διαδικασία είναι τα ακόλουθα (Nilsson et al., 2007):

- Η βελτίωση της σημαντικής αποτελεσματικότητας του διαχωριστή που λαμβάνει μέρος στην διαδικασία.
- Η βελτίωση των θετικών στοιχείων της διαδικασίας της ομογενοποίησης.
- Η μείωση με μεγάλο βαθμό στην ρύπανση.
- Η βελτίωση στην διαδικασία τυποποίησης του λίπους που παράγεται.
- Η μείωση του χρόνου διάρκειας της ζύμωσης
- Η ενίσχυση της σταθερότητας του προϊόντος.
- Η αφαίρεση των εκάστοτε πτητικών ενώσεων.

#### Η επιλογή της καλλιέργειας κατά την οποία πραγματοποιείται εκκίνηση

Τα εκάστοτε εμπορικά μίγματα καλλιιεργειών εκκίνησης εφαρμόζονται κατά κόρον, στον κλάδο της βιομηχανίας για τα προϊόντα τα οποία έχουν συμμετάσχει στην διαδικασία ζύμωσης. Βέβαια, ο μέσος του αριθμητικού πλήθους των εκάστοτε σωματιδίων των τεμαχίων του πήγματος σε ένα ξινισμένο γάλα , έχει την ικανότητα να μεταβάλει τα επίπεδα σταθερότητας της πρωτεΐνης και επίσης, να επέλθει η συναίρεση του προϊόντος στα φυσιολογικά της επίπεδα. Μια χαμηλού ρυθμού, όσον αναφορά την ταχύτητα, καλλιέργεια εκκίνησης σε μειωμένη χαμηλή θερμοκρασία, θα φέρει ως άμεση συνέπεια της, την δημιουργία μικρού μεγέθους σωματιδίων. Το γεγονός αυτό, έχει ως αντίκτυπο την ανάπτυξη πολύ σταθερού προϊόντος (Nilsson et al., 2007).

### Οι σταθεροποιητές

Ένα ζυμούμενο γάλα έχει την ικανότητα, να δημιουργηθεί με την απουσία της προσθήκης σταθεροποιητών. Βέβαια, κάποιου είδους διαδικασία καθίζησης των στερεών του γάλακτος, θα λάβει χώρα, στην περίπτωση που η διάρκεια ζωής του προϊόντος είναι μεγαλύτερη από μία (1) εβδομάδα ζωής. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι συσσωματωμένες πρωτεΐνες εξαιτίας της οξίνισης τους αποτελούν βαριές ουσίες οι οποίες διακατέχουν την κλίση προς να καθιζάνουν να οδηγήσουν στην συναίρεση. Έτσι, είναι κατανοητό ότι όσο μικρότερα επίπεδα των SNF υπάρχουν στο γάλα, τόσο μεγαλύτερος, είναι ο σημαντικός κίνδυνος της συναίρεσης. Η συναίρεση, δηλαδή η διαδικασία διαχωρισμού του ορού, έχει την δυνατότητα να πραγματοποιηθεί με την συμβολή της προσθήκης των σταθεροποιητών (Nilsson et al., 2007).

Σε γενικές γραμμές, ποικίλει και διαφορετικοί σταθεροποιητές υπάρχουν στην αγορά. Κάποια παραδείγματα είναι η πηκτίνη, η καρβοξυμεθυλ-κυτταρίνη νατρίου, ζελατίνη κ.α. (Κεχαγιάς & Κουλούρη, 2015).

Σύμφωνα με τον Γαίτη (2010), η διαδικασία καθίζησης της πρωτεΐνης έχει την δυνατότητα να αντιμετωπισθεί πριν από την εμφάνισή της με τις ακόλουθες τεχνικές:

- ✓ Να εφαρμόζεται σε ποτά γιαουρτιού τα οποία χαρακτηρίζονται από μικρό χρονικό διάστημα ζωής στο ράφι, τα οποία περιλαμβάνουν ζωντανούς μικροοργανισμούς αλλά και μια αύξηση στα επίπεδα του ιξώδους έτσι ώστε να επέλθει η κατάσταση της ορθής χρήσης του εξωπολυσακχαρίτη (EPS)
- ✓ Η πρόληψη των σωματιδίων από την δραστηριότητα της συσσωμάτωσης. Αυτό πετυχαίνεται με την συμβολή των σταθεροποιητών οι οποίοι διακατέχονται από αλληλεπιδράσεις με τις καζεΐνες

Η πηκτίνη αποτελεί έναν από τους σταθεροποιητές οι οποίοι εφαρμόζονται, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στη σταθεροποίηση οξινισμένου γάλακτος. Η ουσία αυτή (πηκτίνη), συμβάλει στην μετατροπή του pH μεταξύ των τιμών 3.7 έως 4.3, και θα πρέπει να προστεθεί στο προϊόν ζύμωσης πριν από την τελική θερμική επεξεργασία (Nilsson et al., 2007).

Ο ρόλος τον οποίο διαδραματίζει η πηκτίνη στα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι οι ακόλουθες (Endress & Mattes, 2001) :

- ✓ Η αύξηση του ιξώδους και της θολότητας του παραγόμενου προϊόντος.
- ✓ Η σταθεροποίηση της πρωτεΐνης
- ✓ Η εφαρμογή σε προϊόντα τα οποία είναι πλούσια σε φυτικές ίνες.

Ο κύριος σκοπός τους είναι να παρέχει προστασία στις πρωτεΐνες κατά τη φάση της ταχείας θέρμανσης και παράλληλα να αποφεύγεται η δραστηριότητα της καθίζησης και η δημιουργία μιας αμμώδους αίσθησης στην γεύση και την υφή του. (Nilsson et al., 2007).

#### Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης

Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος συμβάλει στην επίτευξη της ποιότητας των ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος, αποτελεί είναι ο σχεδιασμός του εκάστοτε εξοπλισμού επεξεργασίας. Οι σύγχρονες παραγωγικές μονάδες προϊόντων γάλακτος, έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι σε θέση να παρέχουν το αίσθημα της ικανοποίησης στις διάφορες απαιτήσεις μίας μεγάλης παραγόμενης ποσότητας, τη αδιάκοπη λειτουργία των εγκαταστάσεων και τελικά την υψηλή ποιότητα. (Nilsson et al., 2007).

## Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν μέσα από την παρούσα πτυχιακή εργασία, στα πλαίσια της βιβλιογραφικής επισκόπησης η οποία πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της, ποικίλουν και παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω. Τα συμπεράσματα, λοιπόν, έχουν ως εξής:

- ✓ Η δυσανεξία στη λακτόζη είναι μία έντονη δυσλειτουργία του εκάστοτε οργανισμού του ατόμου, έτσι ώστε αυτός να καταφέρει να διασπάσει, την συνολική λακτόζη που είναι ο βασικός παράγοντας υδατανθρακικής φύσεως ο οποίος περιέχεται εντός του γάλακτος.
- ✓ Σε φυσιολογική κατάσταση, ύστερα, από την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, ο οργανισμός πραγματοποιεί την εκκίνηση της δραστηριότητας η οποία διασπά την χορηγούμενη λακτόζη στα επιμέρους στοιχεία της γλυκόζη καθώς και της γαλακτόζη, με την συμβολή του ενζύμου που καλείται ως λακτάση.
- ✓ Η διάγνωση της δυσανεξίας στην ουσία της λακτόζης δεν είναι μία εύκολη διαδικασία διότι αυτή δεν εκδηλώνει με όμοιο τρόπο τα συμπτώματά της, σε όλα τα άτομα.
- ✓ Η εκδήλωση της δυσανεξίας στην λακτόζη μπορεί να εκδηλωθεί αμέσως μετά την κατανάλωση κάποιου γαλακτοκομικού προϊόντος, ή μετά από χρονική διάρκεια 30 λεπτών από την κατανάλωση κάποιου γαλακτοκομικού προϊόντος ή μετά από δύο (2) έως έξι (6) ώρες από την κατανάλωση κάποιου προϊόντος πλούσιο σε λακτόζη.
- ✓ Τα συμπτώματα της δυσανεξίας στην λακτόζη είναι ο οξύς πόνος στην περιοχή της κοιλιακής χώρας, το φούσκωμα, το γουργούρισμα των εντέρων, ο εμετός, η έκλυση αερίων καθώς και η διάρροια του πεπτικού συστήματος.
- ✓ Οι πιο γνωστές εξετάσεις μέσω των οποίων διαγιγνώσκεται η δυσανεξία στην λακτόζη μέσα από την μέτρηση της απορρόφησης της λακτόζης εντός του οργανισμού είναι το τεστ αναπνοής του υδρογόνου, το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη και το τεστ οξύτητας των κοπράνων.
- ✓ Το τεστ αναπνοής υδρογόνου, καταμετρά την ποσότητα του υδρογόνου η οποία εντοπίζεται στην αναπνοή.



- ✓ Υπό κανονικές συνθήκες, υπάρχουν εντός της αναπνοής εξαιρετικά μικρή ποσότητα υδρογόνου. Το στοιχείο της λακτόζης το οποίο δεν έχει συμμετάσχει σε κάποιου είδους πέψης στην περιοχή του κόλον, ζυμώνεται από τα κατάλληλα βακτήρια και κατά συνέπεια παράγονται ποικίλα αέρια στα οποία εμπεριέχεται και το στοιχείο του υδρογόνου. Εν συνεχεία, το υδρογόνο απορροφάται από τα έντερα και διοχετεύεται μέσω του κυκλοφορικού συστήματος στην περιοχή των πνευμόνων όπου τροποποιείται μέσω της αναπνοής.
- ✓ Το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη ή αλλιώς γνωστό και ως δοκιμή ανοχής στην λακτόζη, ουσιαστικά είναι μία αιματολογική εξέταση μέσω της οποίας καταμετρώνται με αναλυτικά στοιχεία, τα αντίστοιχα επίπεδα της γλυκόζης η οποία περιέχεται εντός του αίματος του ανθρώπου ύστερα από την κατανάλωση αρκετής ποσότητας υγρής ουσίας η οποία είναι πλούσια σε λακτόζη.
- ✓ Το τεστ οξύτητας των κοπράνων, έχει την δυνατότητα να καταμετρά, σε αντίστοιχο δείγμα κοπράνων ασθενούς, την οξύτητα αυτών. Η εξέταση αυτή, εκτελείται τις περισσότερες φορές σε παιδιά και βρέφη διότι δεν ενδείκνυται καμία άλλη τεχνική γι αυτά, λόγω του νεαρού της ηλικίας τους.
- ✓ Ως απαραίτητο στοιχείο δεν θεωρείται η ενσωμάτωση προϊόντων στην διατροφή τα οποία χαρακτηρίζονται από την απουσία της λακτόζης (προϊόντα ελεύθερα σε λακτόζη) στη διατροφή του πάσχοντος διότι ως επί το πλείστον φθάνει η χαμηλή κατανάλωση εκείνων των τροφίμων που είναι εμπλουτισμένα σε λακτόζη έτσι ώστε να επιτευχθεί η καταπραϊντική δραστηριότητα των συμπτωμάτων του ζητήματος αυτού.
- ✓ Η μεγαλύτερη μερίδα του πάσχοντος πληθυσμού, έχει την δυνατότητα να καταναλώσει ποσότητα μεταξύ 6 – 12 γραμμαρίων λακτόζης, χωρίς η ποσότητα αυτή να επιφέρει την εκδήλωση των συμπτωμάτων, ειδικά στην περίπτωση όπου αυτή η μικρή ποσότητα εισχωρεί στον οργανισμό συνοδευόμενη από κάποια βασικά γεύματα ή είναι προϊόντα γάλατος τα οποία έχουν δημιουργηθεί μετά από πολλαπλές ζυμώσεις, με αποτέλεσμα το στοιχείο αυτό της λακτόζης να έχει μετασχηματισθεί σε γαλακτικό οξύ το οποίο είναι ένα στοιχείο εύπεπτο για το πεπτικό ανθρώπινο σύστημα.

- ✓ Η λακτόζη αποτελεί το βασικότερο υδατάνθρακα ο οποίος περιέχεται εντός του γάλακτος και ταυτόχρονα είναι συστατικό όλων των προϊόντων που έχουν ως βάση τους το γάλα.
- ✓ Η λακτόζη, είναι δισακχαρίτης ο οποίος απαρτίζεται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο γαλακτόζης τα οποία είναι συνδεδεμένα με δεσμό β-1-4-Ο-γλυκοσιδικού χαρακτήρα.
- ✓ Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να απουσιάζει το γονίδιο της λακτάσης, πράγμα το οποίο οφείλεται είτε σε κληρονομικούς παράγοντες είτε στο μεγάλο χρονικό διάστημα μη κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων.
- ✓ Οι τρόποι προσδιορισμού της λακτόζης είναι ο προσδιορισμός της λακτόζης με οξειδωαναγωγική ή ισομετρική μέθοδο, ο προσδιορισμός της λακτόζης με υπέρυθρη φασματογραφία, ο προσδιορισμός της λακτόζης με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης, ο ενζυμικός προσδιορισμός της λακτόζης και ο φωτομετρικός προσδιορισμός της λακτόζης.
- ✓ Ο εντοπισμός της ουσίας της λακτόζης, εντός του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων, καθίσταται ως στοιχείο υψηλής σημασίας διότι είναι βασικός και ουσιαστικός παράγοντας, στην διαδικασία ελέγχου των εκάστοτε ζυμώσεων σε ποικίλα προϊόντα γάλακτος, διοχετεύει μεγάλη θρεπτική αξία στα προϊόντα γάλακτος και στο ίδιο το γάλα ως πρωτογενές προϊόν, επηρεάζει τα επίπεδα διαλυτότητα αλλά και γεύσης των προϊόντων γάλακτος, διαδραματίζει ουσιαστικό λειτουργικό ρόλο όσον αναφορά το χρώμα του γαλακτοκομικού προϊόντος και είναι βασική πηγή άντλησης ενέργειας καθώς και γαλακτόζης όπου τα στοιχεία αυτά, ενδυναμώνουν τους νευρικούς ιστούς του ατόμου.
- ✓ Ο προσδιορισμός της λακτόζης με οξειδωαναγωγική μέθοδο πραγματοποιείται ύστερα από την δραστηριότητα της αποπρωτεϊνοποίηση (δηλαδή την απομάκρυνση των πρωτεϊνικών στοιχείων τα οποία περιλαμβάνονται στο γάλα) τα επίπεδα περιεκτικότητας του σε λακτόζη υπολογίζεται με έμμεσο τρόπο μέσω του ογκομετρικού προσδιορισμού του στοιχείου του ιωδίου με τη συμβολή του διαλύματος του θειοθειικού νατρίου, μετά από το πέρας της αντίδρασης που εκτελείται μεταξύ της λακτόζης και της χλωραμίνης Τ-ιωδιούχου καλίου.

- ✓ Στη μέθοδο προσδιορισμού της λακτόζης με υπέρυθρη φασματογραφία, η λακτόζη απορροφά υψηλά επίπεδα ενέργειας σε μήκος κύματος 9,55  $\mu\text{m}$  της υπέρυθρης ακτινοβολίας στο δεσμό C-OH.
- ✓ Η μέθοδος προσδιορισμού της λακτόζης με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης εκτελείται, μόνο, σε νωπό γάλα μετά από την θερμική του επεξεργασία όπως επίσης εφαρμόζεται και σε προϊόντα γάλακτος τα οποία είναι σε μορφή σκόνης.
- ✓ Ο ενζυμικός προσδιορισμός της λακτόζης αφορά το στοιχείο αυτής, το οποίο εμπεριέχεται στο εσωτερικό του διηθήματος, ύστερα από την απομάκρυνση των πρωτεϊνών αλλά και του λίπους που περιέχει το γάλα με την μέθοδο της διήθησης αυτό, υδρολύεται σε παρουσία γλυκόζης μέσω του σημαντικού ενζύμου βγαλακτοζιδάση ( $\beta$ -Gal).
- ✓ Κατά την διάρκεια του φωτομετρικού προσδιορισμού της λακτόζης, η λακτόζη αντιδρά σε κατάσταση βρασμού με την φαινόλη σε έντονα όξινη διάλυση με παρουσία θεικού οξέος και δημιουργεί ως αποτέλεσμα χρώματος πορτοκαλί σύμπλοκο, το οποίο οριοθετεί με φωτομετρικό τρόπο στα 490 nm.
- ✓ Η οξίνιση του γάλακτος μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης, είναι η παλαιότερη μέθοδος μέσω της οποίας επιτυγχανότανε η διατήρηση και η φύλαξη του γάλακτος καθώς και των προϊόντων αυτού.
- ✓ Τα βασικά προϊόντα τα οποία προκύπτουν μέσα από την διαδικασία μεταβολισμού του αζώτου και της λακτόζης στα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι το διακετύλιο, οι οξικές ενώσεις, οι γαλακτικές ενώσεις, η ακεταλδεύδη, τα λιπαρά οξέα, το  $\text{CO}_2$ , τα πεπτίδια και η αιθανόλη.
- ✓ Τα πιο γνωστά ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι το ξινόγαλα, το κουμίζ, το γιαούρτι, η κρέμα γάλακτος και το βούτυρο.
- ✓ Ως διαδικασία ζύμωσης καλείται η δραστηριότητα εκείνη η οποία εκτελεί διάσπαση των οργανικών ενώσεων από μικροοργανισμούς με την βοήθεια είτε αερόβιων είτε αναερόβιων συνθηκών.
- ✓ Οι βασικότερες ζυμώσεις της λακτόζης οι οποίες είναι η αλκοολική ζύμωση, η γαλακτική ζύμωση και η οξική ζύμωση.
- ✓ Ως αλκοολική ζύμωση καλείται η διαδικασία της ενζυματικής μετατροπής την οποία υφίσταται η γλυκόζη καθώς και η φρουκτόζη, σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Η συγκεκριμένη διαδικασία εκτελείται διαμέσου της

γλυκολυτικής οδού εντός της οποίας έχει εντοπισθεί η παραγωγή του πυροσταφυλικού οξέως.

- ✓ Η γαλακτική ζύμωση αποτελεί μία αναερόβια έντονη δραστηριότητα εντός της οποίας το γαλακτικό οξύ, δημιουργείται από το πυροσταφυλικό οξύ ως φυσικό αποτέλεσμα της πορείας γλυκολυτικής φύσεως που πραγματοποιεί.
- ✓ Τα γαλακτικά βακτήρια αποτελούν μια συντονισμένη ομάδα η οποία απαρτίζεται από βακτήρια που ανήκουν στην κατηγορία Gram+, τα οποία εκτελούν την δραστηριότητα της ζύμωσης των υδατανθράκων προς γαλακτικό οξύ με δύο (2) μεθόδους, τον ετεροζυμωτικό τρόπο και τον ομοζυμωτικό τρόπο.
- ✓ Στην διαδικασία της οξικής ζύμωσης, τα οξικά βακτήρια περιλαμβάνονται απαραίτητα, στα αερόβια στελέχη της γενιάς των *Acetobacter* αλλά και των *Gluconobacter*, τα οποία με την σειρά τους, οξειδώνουν τα διάφορα σάκχαρα, τις πολυαλκοόλες και την αιθανόλη προς την κατάσταση οξικού οξέως και άλλα υποπροϊόντα αυτού. Τα παραγόμενα ηλεκτρόνια τα οποία οφείλονται στις οξειδωτικές αντιδράσεις μετασχηματίζονται άμεσα μέσω της αναπνευστικής αλυσίδας.
- ✓ Το γαλακτικό οξύ είναι μία πολύ σημαντική ουσία η οποία όμως δεν προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στα άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη.
- ✓ Το γαλακτικό οξύ αποτελεί ένα υψηλής σημασίας καρβοξυλικό οξύ το οποίο αναμειγνύεται με το στοιχείο του νερού καθώς και της αιθανόλης.
- ✓ Το γαλακτικό οξύ έχει την δυνατότητα να παρασκευαστεί με δύο (2) τρόπους, μέσω της χημικής σύνθεσης και μέσω των βιοτεχνολογικών ζυμώσεων.
- ✓ Τα χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να έχουν οι μικροοργανισμοί έτσι ώστε να συμμετάσχουν στην διαδικασία παρασκευής γαλακτικού οξέος είναι τα μεγάλα ποσοστά παραγωγικότητας έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση της διάρκειας της διαδικασίας της ζύμωσης, η υψηλή τάση της μετατροπής με σκοπό να μειωθεί το αρχικό κόστος του υδρογονάνθρακα, η δυνατότητα να εφαρμοστούν οικονομικά θρεπτικά συστατικά έτσι ώστε να επιτευχθεί η μείωση του κόστους συντήρησης, η μειωμένη ποσότητα παραγωγής παραπροϊόντων που έχει ως στόχο της, την βελτίωση του επιπέδου καθαρότητας, η μέγιστη συγκέντρωση στο τελικό παραχθέν προϊόν έτσι ώστε να επέλθει η μείωση του κόστους που οφείλεται σε διεργασίες εξάτμισης και

το γεγονός ότι οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στην διαδικασία, θα πρέπει να έχουν ως προϋπόθεση τους τον υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας στις εκάστοτε μολύνσεις.

- ✓ Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παρασκευάζουν γαλακτικό οξύ διακρίνονται σε δυο (2) επιμέρους ομάδες, τα βακτήρια όπου τα πιο γνωστά στο ευρύ κοινό είναι το *Lactobacillus* και το *Streptococcus* και οι μύκητες οι οποίοι διαθέτουν την ικανότητα της εμφάνισης της χαμηλής απόδοσης γαλακτικού οξέως και την δυνατότητα σχηματισμού πολλών υποπροϊόντων.
- ✓ Τα βακτήρια τα οποία έχουν την δυνατότητα συμμετοχής στην διαδικασία παρασκευής γαλακτικού οξέος είναι αυτή είναι ο *Lactococcus lactis*, ο *Lactobacillus helveticus*, ο *Lactobacillus casei* και ο *Lactobacillus amylophilus*.
- ✓ Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι η επιλογή του γάλακτος, τα πρόσθετα, η εξαέρωση, η ομογενοποίηση, οι σταθεροποιητές, η επιλογή καλλιέργειας κατά την οποία πραγματοποιείται εκκίνηση και ο σχεδιασμό της εγκατάστασης.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

1. Αγγελής Γ. (2007)., *Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία.*, Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.
2. Ανυφαντάκης Ε. (1986)., *Χημεία και ανάλυση του γάλακτος.*, Εκδόσεις: Σταμούλης., Αθήνα.
3. Βάσσος, Δ.Β. (2004)., *Τρόφιμα και υγεία του καταναλωτή: Τροφογενείς διαταραχές.*, Εκδόσεις: Παπασωτηρίου., Αθήνα.
4. Γαϊτής, Φ. (2010)., *Μικροβιολογικά κριτήρια για τα τρόφιμα.*, Εκδόσεις: Έμβρυο., Αθήνα.
5. Δημητρέλλου Δ. (2009)., *Χρήση ελεύθερων και ακινητοποιημένων βιοκαταλυτών σε υγρή και ξηρή μορφή ως προβιοτικές καλλιέργειες στην παραγωγή παραδοσιακών ελληνικών τυριών.*, Διδακτορική διατριβή., Κεφ (7)., σελ. 56-59.
6. Ζερφυρίδης Γ. (1996)., *Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος.*, Εκδόσεις: Δεδούση., Θεσσαλονίκη.
7. Ζερφυρίδης Γ. (2001)., *Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος – Τυροκομία.*, Εκδόσεις: Γιαχούδη., Θεσσαλονίκη
8. Καλατζόπουλος Γ., (1999)., *Μαθήματα Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων.*, Εκδόσεις: Σταμούλης., Αθήνα
9. Καλαντζόπουλος Γ. (1994)., *Η σημασία της ποιότητας του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων : Πρακτικά επιμορφωτικού σεμιναρίου στην γαλακτοκομία της Εθνικής Επιτροπής Γάλακτος.*, Εκδόσεις: Σταμούλη., Αθήνα.
10. Καμινारीδης Σ. και Μοάτσου Γ. (2009)., *Γαλακτοκομία.*, Εκδόσεις: Έμβρυο., Αθήνα
11. Καμινारीδης Σ., Μοάτσου Γ. (2009)., *Γαλακτοκομία.*, Εκδόσεις: Έμβρυο
12. Καραουλάνης Γ. (2005)., *Εργαστηριακές Αναλύσεις και Ποιοτικός Έλεγχος στις Βιομηχανίες Τροφίμων.*, Εκδόσεις: Σταμούλη., Αθήνα.
13. Κεχαγιάς, Χ., Κουλούρης, Σ. (2015)., *Στοιχεία τεχνολογίας & έλεγχοι ποιότητας γάλακτος & γαλακτοκομικών προϊόντων.*

14. Κεχαγιάς Χ., Τσάκαλη Ε. (2017)., *Επιστήμη και τεχνολογία γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων.*, Εκδόσεις: NewTech Pub., Αθήνα.
15. Κοτζεκίδου-Ρούκα Π. (2000)., *Μικροβιολογία τροφίμων.*, Θεσσαλονίκη.
16. Κυρανάς, Ε. (2016)., *Τρόφιμα. Σύσταση, προέλευση, αλλοιώσεις, επεξεργασία, ποιότητα και συσκευασία.*, Εκδόσεις: Τζιόλα., Θεσσαλονίκη.
17. Μαντής Α. (2000)., *Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του.*, Εκδόσεις: Κυριακίδη.
18. Μαντής Α., Παπαγεωργίου Δ., Φλετούρης Δ., Αγγελίδης Α. (2015)., *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του.*, Εκδόσεις: Αφοί Κυριακίδη.
19. Μαρούλης Α., Χατζηαντωνίου Κ., Τζελέπης Γ. (2012)., *Εναλλακτικοί διαλύτες. Διαλύτες από βιομάζα.* Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο., Θεσσαλονίκης.
20. Μαρούτης Κ. (2012)., *Όλη η αλήθεια για το γάλα.*, Εκδόσεις: Etra., Αθήνα.
21. Παπανικολάου, Γ.Κ. (2002)., *Σύγχρονη διατροφή και διαιτολογία.*, Εκδόσεις: Θυμάρι., Αθήνα.
22. Πολυχρονιάδου - Αληχανίδου, Α. (1994)., *Ανάλυση Τροφίμων.*, Εκδόσεις: Γαργατάνης., Αθήνα.

### **Ξένη**

23. Ali Oguz. (2000)., *L (+) Lactic Acid Production From Whey by Lactobacillus Casei NRRL B-441.*, Izmir Institute of Technology., Turkey., (1)., pp. 1-3.
24. Ana c. Adam, Rubio-Teixeira M., Polaina J. (2004)., *Lactose: The Milk Sugar from a Biotechnological Perspective.*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition., 44., pp. 553-557.
25. Audic J., Chaufer B., Daufin G. (2003)., *Non-food applications of milk components and dairy coproducts.*, Rublisher: A review., vol. (83)., pp. 417-438.
26. Auras R., Lim L., Selke S., Tsuji H. (2010)., *Poly (lactic acid), Synthesis, Structures, Properties, Processing and Applications.*
27. Chao G., Cuiqing M., Ping X. (2011)., *Biotechnological routes based on lactic acid production from biomas.*, Biotechnology Advances., 29., pp. 930-939.

28. Datta R., Tsai S., Bonsignore P., Moon S., Frank JR. (1995)., *Technological and economic potential of poly (lactic acid) and lactic acid derivatives.*, FEMS Microbiol Rev.16., pp. 221–31.
29. De Vrese Michael., Christiane Laue., Birte Offic., Edlyn Soeth., Fraute Depenning., Agelica Thob., Jurgen Schrezenmeir (2015)., *A combination of acid lactase from Aspergillus oryzae and yogurt bacteria improves lactose digestion in lactos maldigesters synergistically: A randomized, controlled, double – blind cross over.*, Clinical Nutrition., Vol (34)., pp. 394 – 399.
30. Desmazeaud M.J (1990)., *Role des cultures de microorganismes dans la flaveur et la texture des produits laitiers fermentes.*, Proceedings., International Dairy Congress. ,Vol (2)., pp. 1155 – 1177.
31. Endress, H.-U., Mattes, F. (2001)., *Pectin and pectin containing dietary fibres and their application in beverages and juices.*, European Food and Drink Review., pp. 21– 25.
32. Genova Diagnostics (2018)., *Εξέταση δυσανεξίας στην λακτόζη με δείγμα αναπνοής.*, Διαθέσιμο στο: [http://www.bhsdiagnostics.com/el/publications/lactose\\_test.pdf](http://www.bhsdiagnostics.com/el/publications/lactose_test.pdf) ., (Πρόσβαση 03/05/2018).
33. Ghaly A.E., Kamal M.A. (2004)., *Submerged Yeast Fermentation of Acid Cheese Whey for Protein Production and Pollution Potential Reduction.*, Water Research. 38. Pp. 631-644.
34. Hogenauer C., Hammer H.F. (2010)., *Maldigestion and malabsorption.*, Sleisenger and Fordtran’s Gastrointestinal and Liver Disease., 9<sup>th</sup> edition., Vol (2)., pp. 1735 – 1767., Philadelphia.
35. Holten C., Mueller A., Rehbinder D. (1971)., *Lactic acid properties and chemistry of lactic acid and derivatives.*, Publisher: Verlag Chemie., Germany.
36. Kurmann J.A., Rasic J.L., Kroger M. (1992)., *In Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products.*, Van Nostrand Reinhold., New York.
37. Laaksonmen MM., Mikkila V., Rasanen L., Rontu R., Lehtimaki TJ., Viikari JS., Raitakari OT. (2009)., *Cardiovascular Risk in Young Finns Study Group. Genetic lactase non – persistence, consumption of milk products and intakes of milk nutrients in Finns from childhood to young adulthood.*, Br. Journal Nutrition., 102 (1)., pp. 8-17.



38. Lunt J. (1998)., *Large-scale Production, Properties And Commercial Applications Of Polylactic Acid Polymers.*, Polym. Degrad. Stabil., 59., pp. 145–152.
39. Marshall V.M.E., Tamime A.Y (1997)., *Physiology and biochemistry of fermented milk.*, Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk., Blackie Academic and Professional., Vol (4)., pp. 153 – 192.
40. Moatsou G. and Anifantakis E. (2003)., *Review article: Recent developments in the antibodies – based analytical methods for the differentiation of milk from different species.*, International Journal of Dairy Technology., 56., 133-138.
41. Montalto M., Curigliano V., Santoro L., Vastola M., Cammarota G., Manna R., Gasbarrini G. (2006)., *Jan Management and treatment of lactose malabsorption.*, World Journal Gastroenterol., 12(2)., pp. 187 – 191.
42. Nilsson, L. E., Lyck, S., Tamime, AY. (2007)., *Production of Drinking Products. Fermented Milks.*, σελ.97-120., Διαθέσιμο στο: <http://doi.org/10.1002/9780470995501.ch5>
43. Okano K, Tanaka T, Ogino C, Fukuda H, Kondo A. (2010)., *Biotechnological production of enantiomeric pure lactic acid from renewable resources: recent achievements, perspectives, and limits.*, Appl Microbiol Biotechnol., 85., pp. 413–23.
44. Parmjit S. Panesar, John F. Kennedy, Dina N. Gandhi, Katarzyna Bunko. (2007)., *Bioutilisation of whey for lactic acid production.*, Food Chemistry 105., pp. 1-14, 38.
45. Proctoclinic (2011)., *Πως διαγιγνώσκεται η δυσανεξία στην λακτόζη.*, Διαθέσιμο στο: <http://www.proctoclinic.gr/diagnwsi-kai-antimetwpisi> ., (Πρόσβαση 03/05/2018).
46. Riggs Lloyd K., Beaty Anyabel., Johnson Arnold H. (2009)., *Influence of Nonfat Dry Milk Solids on the Nutritive Value of Bread.*, Journal of Dairy Science., 29 (12)., pp. 821 – 829.
47. Robinson R.K (1999)., *Fermented Milks: Yoghurt.*, Publisher: Encyclopedia of Dairy Science., United Kingdom.
48. Salman Zafar, Mohammad Owais. (2006)., *Ethanol production from crude whey by Kluyveromyces marxianus.*, Biochemical Engineering Journal., Vol (27)., pp. 295-298.

49. Tadege M., Dupuis I., Kuhlemeier C. (1999)., *Ethanol fermentation: New Functions for an old pathway.*, Trends in Plant Science, Reviews. Elsevier Science., 4(8)., pp. 320-325.
50. Vesa TH., Marteau P., Korpela R. (2000)., *Lactose intolerance.*, Journal Am Nutrition., Vol (19)., pp. 165-175.
51. Whitney E. Rolfes SR (2011)., *Digestion and absorption of carbohydrates section of the carbohydrates sections of the carbohydrates: Sugar, starches and fibers.*, In Understanding Nutrition., 12<sup>th</sup> edition., pp. 105 – 107., Belmont.