

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

**«ΠΑΛΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΩΣ ΜΙΑ ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΗΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΚΟΦΙΤΣΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

A.M: 201028



ΚΑΛΑΜΑΤΑ
2012

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**«ΠΑΛΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΩΣ ΜΙΑ ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ
ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΚΟΦΙΤΣΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΣΙΛΗΣ ΡΑΪΚΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου μελέτης συνέβαλλαν κάποιοι άνθρωποι που χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους δεν θα μπορούσα να την ολοκληρώσω. Πρώτον από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπον της πτυχιακής μου τον κ. Βασίλη Ράϊκο γιατί μου πρότεινε το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας μου, με καθοδήγησε και με συμβούλευσε σωστά καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, αφού ήταν δίπλα μου όταν τον χρειάστηκα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το οικογενειακό μου περιβάλλον που με βοήθησαν οικονομικά και ηθικά ώστε να γίνει η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας των Ηνωμένων Εθνών ο όρος γάλα αφορά αποκλειστικά την κανονική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται από ένα ή περισσότερα αρμέγματα χωρίς καμία προσθήκη ή αφαίρεση. Το γάλα είναι μια πολύ υγιεινή τροφή αλλά πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις. Να προέρχεται από ζώα υγιή και να μην φέρει καμία ξένη ουσία όπως για παράδειγμα αντιβιοτικά, εντομοκτόνα, συντηρητικά καθώς και σφάλματα προερχόμενα από μικροβιολογικές ασθένειες. Επίσης να έχει καλή γεύση, οσμή, χρώμα, ιξώδες, οξύτητα και τα λοιπά. Το γάλα περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό συστατικών από τα οποία μερικά υπάρχουν σε σημαντικές ποσότητες και χαρακτηρίζονται σαν κύρια συστατικά (νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ανόργανα άλατα) ενώ άλλα, περισσότερα σε αριθμό, βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες και ονομάζονται δευτερεύοντα (λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές βιταμίνες, ένζυμα, ίχνη μετάλλων, βακτήρια, μη πρωτεϊνικές ουσίες και άλλα). Μερικά από τα συστατικά της τελευταίας κατηγορίας, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν σε μικρές ποσότητες, έχουν μεγάλη βιολογική αξία. Αν και το γάλα, σύμφωνα με τον ορισμό του, δεν θα πρέπει να περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς, πολλές φορές τα εργοστάσια παραλαμβάνουν γάλα με παρόμοιους μικροοργανισμούς. Το μεγαλύτερο μέρος των μικροοργανισμών που συναντάμε στο γάλα, είναι βακτήρια ενώ σπάνια βρίσκουμε ζύμες και ιούς. Το γάλα από θρεπτική αξία είναι μια πλήρης και άριστη τροφή γιατί περιέχει τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά σε καλή αναλογία και σε μορφή αφομοιώσιμη. Μερικά από αυτά είναι πρωτεΐνες, λίπος, ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, ψευδάργυρο, νάτριο, κάλιο, βιταμίνες C, B₁, B₂, B₁₂, A.

Το γάλα για να διατηρήσει όλα τα πιο πάνω χαρακτηριστικά και να έχει μακρά διάρκεια ζωής στο ράφι πρέπει να περάσει από μια μέθοδο θερμικής πεξεργασίας με παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία. Αυτή η μέθοδο ακόμα είναι σε πειραματικά στάδια και στο μέλλον μπορεί να εξελιχθεί η εφαρμογή της στο γάλα ωστόσο μπορεί να θεωρηθεί ως μια πιθανή εναλλακτική λύση της παραδοσιακής θερμικής παστερίωσης για το γάλα με τα πλεονεκτήματα στην αισθητική και θρεπτική αξία, παρέχοντας κατά συνέπεια φρέσκα προϊόντα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ (ΑΓΓΛΙΚΗ)

According to F.A.O. (Food and Agriculture Organization) and World Health Organization of the United Nations, the term 'milk' concerns exclusively normal breast excretion taken from one or more milking without any additives or takings off. Milk is one of the healthiest nutrients but it should meet certain requirements. It should come from healthy animals and should not contain any irrelevant substances like antibiotics, insecticides, preservatives and effects caused by microbiologic diseases. Furthermore, it should have good taste, smell, color, gluey, acidity etc. This beverage contains a large number of ingredients some of which exist in large quantities and are classified as main ingredients (water, fats, proteins, carbohydrates, inorganic salts). On the other hand the so called secondary ingredients exist in larger quantities (water dissolved and fat dissolved vitamins, enzymes, metals, hormones, bacteria, non-protein substances and others.) Even though some of these secondary ingredients exist in small quantities, they have a great biological value. Milk should not contain pathogenic micro-organisms. However, industries often accept milk containing similar micro-organisms. The major parts of micro-organisms that are found in milk are bacteria while seldom we find viruses. On its nutritional value, milk is the complete and optimum food since it contains most of the nutritional ingredients in a good percentage. Some of them are proteins, fats, calcium, phosphor, magnesium, zinc, natrium, potassium, vitamins C, B1, B2, B12, A.

The milk in order for it to maintain all above characteristics and to have long duration of life in the shelf, it should passe from a method thermic with palpitating electric fields. This method is still in experimental stages and in the future can develop for application in the milk. However it can be considered as a likely alternative solution of traditional thermic pasteurization for the milk with the advantages in the aesthetic and nutritious value, providing accordingly fresh products.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το γάλα.....	10
1.1 Γενικά.....	10
1.2 Η Παραγωγή γάλακτος.....	11
1.2.1 Οι συνθήκες παραγωγής στην ποιότητας γάλακτος.....	11
1.3 Η σπουδαιότητα του γάλατος.....	15
1.4 Σύνθεση και δομή του γάλακτος.....	17
1.5 Φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος.....	28
1.6 Η θρεπτική αξία του γάλατος.....	40
1.7 Τύποι γάλατος.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Γενική μικροβιολογία του γάλακτος.....	43
2.1 Μικροοργανισμοί.....	44
2.2 Ζύμες – Μύκητες.....	50
2.3 Ιοί ή βακτηριοφάγοι.....	52
2.4 Ρικετσίες.....	52
2.5 Το γάλα ως θρεπτικό μέσο ανάπτυξης των μικροοργανισμών.....	52
2.6 Διακυμάνσεις του γάλακτος ως θρεπτικό μέσο.....	53
2.7 Αντιβιοτικά και βακτηριοστατικά συστήματα στο γάλα.....	53
2.8 Αλλοιώσεις του γάλακτος από τους μικροοργανισμούς.....	54
2.9 Προβλήματα υγιεινής του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων.....	55
2.10 Οι κυριότεροι παθογόνοι για τον άνθρωπο μικροοργανισμοί που συναντάμε στο γάλα.....	56
2.11 Επιβλαβείς για τον άνθρωπο ενώσεις που βρίσκονται μέσα στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Παστερίωση του γάλακτος.....	61
3.1 Οξυγαλακτικές καλλιέργειες.....	63
3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου προϊόντος.....	64
3.3 Ανάλυση κινδύνου στα κρίσιμα σημεία ελέγχου διακίνησης των προϊόντων.....	64
3.4 Άλλοι έλεγχοι.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Επεξεργασία με παλμικά ηλεκτρικά πεδία.....	67
4.1. Γενική εισαγωγή.....	67
4.2 Μια συνοπτική ιστορία της παλλόμενης τεχνολογίας ηλεκτρικών πεδίων.....	68

4.3 Το παλλόμενο σύστημα ηλεκτρικών πεδίων.....	70
4.3.1 Βασικές αρχές.....	70
4.4 Θάλαμοι επεξεργασίας και εξοπλισμός.....	73
4.5 Στατικοί θάλαμοι.....	74
4.6 Συνεχείς θάλαμοι.....	76
4.7 Μηχανισμοί αδρανοποίησης.....	78
4.8 Μικροβιακή αδρανοποίηση.....	81
4.9 Αδρανοποίηση των ενζύμων.....	85
4.10 Παλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο (PEF) και η εφαρμογή του στη βιομηχανία τροφίμων.....	85
4.11 Μηχανισμός της μικροβιακής αδρανοποίησης από PEF.....	87
4.12 Διαμεμβρανικό δυναμικό.....	88
4.13 Ηλεκτρομηχανική συμπίεση.....	88
4.14 Ωσμωτική δυσαναλογία.....	89
4.15 Αδρανοποίηση των μικροοργανισμών με PEF στο γάλα.....	89
4.16 Επίδραση της PEF στην ποιότητα του γάλακτος.....	93
4.17 Εφαρμογές της τεχνολογία PEF στην συντήρηση του γάλακτος.....	96
4.18 Περιορισμοί της PEF τεχνολογίας.....	98
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

<i>Πίνακας 1.</i> Πηγές μόλυνσης του γάλακτος.....	13
<i>Πίνακας 2.</i> Εκτίμηση του βαθμού μόλυνσεως.....	13
<i>Πίνακας 3.</i> Σύνθεση γάλακτος διαφόρων ζώων επί τις %.....	18
<i>Πίνακας 4.</i> Περιεχόμενη καροτίνη στο γάλα κατά μέσο όρο.....	30
<i>Πίνακας 5.</i> Ειδική θερμότητα σε διάφορες θερμοκρασίες.....	36
<i>Πίνακας 6</i> Περιεκτικότητα σε Ca διαφόρων ειδών γάλακτος Γάλα Ca(mg/100gr).....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<i>Πίνακας 7.</i> Παθογόνοι μικροοργανισμοί στο γάλα.....	43
<i>Πίνακας 8.</i> Θερμοάντοχα βακτήρια του γάλακτος.....	44

<i>Πίνακας 9.</i> Ζύμες και μύκητες που συναντάμε στο γάλα.....	51
<i>Πίνακας 10.</i> Αλλοιώσεις του γάλακτος από τους μικροοργανισμούς.....	54
<i>Πίνακας 11.</i> Παθογόνοι μικροοργανισμοί και συνέπειες για τον άνθρωπο.....	57
<i>Πίνακας 12.</i> Ασθένειες που μεταδίδονται με το αποστειρωμένο γάλα.....	58
<i>Πίνακας 13.</i> Ασθένειες που μεταδίδονται με παστεριωμένο γάλα.....	60
<i>Πίνακας 14.</i> Ασθένειες που μεταδίδονται με σκόνη γάλακτος.....	60
<i>Πίνακας 15.</i> Ασθένειες που μεταδίδονται με σοκολατούχο γάλα.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

<i>Πίνακας 16.</i> Κινητικές σταθερές του μοντέλου του Hulsheger για διάφορους μικροοργανισμούς σε ρυθμιστικό $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ με pH 7,0.....	83
<i>Πίνακας 17.</i> Αδρανοποίηση του επιλεγμένου μικροοργανισμού στο γάλα από PEF.....	91

ΣΧΗΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

<i>Σχήμα 1.</i> Ηλεκτρικό κύκλωμα για την παραγωγή των κυματομορφών εκθετική.....	71
<i>Σχήμα 2.</i> Γεννήτρια τετραγωνικού παλμού με δίκτυο τριών πυκνωτών και ίχνος δυναμικού κατά μήκος του θαλάμου επεξεργασίας.....	71
<i>Σχήμα 3.</i> Το ίχνος δυναμικού (V) ενός στιγμιαίου φορτίου αντιστρεπτού παλμού, όπου a είναι η περίοδος του παλμού (s), b το εύρος του παλμού (μs), c ο χρόνος ανύψωσης του είναι η κορυφή (ύψος) του δυναμικού (kV) και f το υπερδυναμικό (kV) με βάση τους Ho και άλλοι 1995.....	72
<i>Σχήμα 4.</i> Σχηματική παράσταση PEF εξοπλισμού.....	72
<i>Σχήμα 5.</i> Διάταξη των πλέον χρησιμοποιούμενων PEF επεξεργασίας.....	74
<i>Σχήμα 6.</i> Στατικός θάλαμος με ηλεκτρόδια άνθρακα.....	74
<i>Σχήμα 7.</i> Διατομή στατικού θαλάμου επεξεργασίας PEF.....	75
<i>Σχήμα 8.</i> Διατομή στατικού θαλάμου επεξεργασίας PEF.....	75
<i>Σχήμα 9.</i> Στατικός θάλαμος με γυάλινο πηνίο γύρο από την άνοδο.....	75
<i>Σχήμα 10.</i> Συνεχής θάλαμος με ιόντα-αγώγιμη μεμβράνη.....	76
<i>Σχήμα 11.</i> Συνεχής θάλαμος με δοχεία ηλεκτροδίων.....	76
<i>Σχήμα 12.</i> Συνεχής θάλαμος με πλαίσια.....	77
<i>Σχήμα 13.</i> Συνεχής θάλαμος ενισχυμένου ηλεκτρικού πεδίου.....	77
<i>Σχήμα 14.</i> Διατομή ομοαξονικού θαλάμου επεξεργασίας.....	78
<i>Σχήμα 15.</i> Συσσώρευση φορτίου στην κυτταρική μεμβράνη και στα όρια του ηλεκτρολύτη. Α) εφαρμογή εξωτερικού πεδίου και β) επίπεδη, μονοδιάστατη άποψη του	

μικροβίου.....	78
Σχήμα 16. Σχηματική αναπαράσταση της αντιστρεπτής και μη αντιστρεπτής διασπάσεως. Α) κυτταρική μεμβράνη με δυναμικό $V'm$, β) συμπίεση μεμβράνης γ) σχηματισμός πόρου με αντιστρεπτή διάσπαση δ) μεγάλη επιφάνεια της μεμβράνης υπόκειται σε μη αντιστρεπτή διάσπαση με μεγάλους πόρους.....	80
Σχήμα 17. Αύξηση της διαπερατότητας (electroporation) της κυτταρικής μεμβράνης.....	80
Σχήμα 18. Αδρανοποίηση της <i>Escherichia coli</i> με PEF. Α) Επίδραση της ισχύος του πεδίου σε διαφορετικές πυκνότητες ενέργειας. Β) Επίδραση της διαφορετικής πυκνότητας ενέργειας με διαφορετική ισχύ πεδίου.....	81
Σχήμα 19. Εξάρτηση του κλάσματος της μικροβιακής επιβίωσης από (Α) το ηλεκτρικό πεδίο και (Β) από το χρόνο επεξεργασίας. Οι καμπύλες a αντιστοιχούν σε ανθεκτικούς μικροοργανισμούς και οι καμπύλες b σε ευαίσθητους μικροοργανισμούς (S κλάσμα επιβιώνοντων, E ηλεκτρικό πεδίο, b κινητική σταθερά, t χρόνος, δείκτης 0 αρχικός c κρίσιμος, t χρόνος, e ηλεκτρικό πεδίο.....	82

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάπτυξη του θέματος «Παλμικό ηλεκτρικό πεδίο ως μια νέα μέθοδος στην επεξεργασία του γάλακτος» που εντάσσεται στα πλαίσια της πτυχιακής μελέτης του προγράμματος σπουδών του τμήματος Τεχνολογία Γεωργικών Προϊόντων στο ΤΕΙ Καλαμάτας.

Η πτυχιακή αυτή μελέτη ασχολείται με την περιγραφή και παρουσίαση του παραπάνω θέματος, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο όπως αυτός κρίθηκε από τον ίδιο τον φοιτητή. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός αυτής της εργασίας είναι να περιγράψει τα ηλεκτρονικά μηχανήματα που έχουν γίνει πλέον αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή του ανθρώπου. Όλο και περισσότερη χρήση τους γίνεται σε όλους τους τομείς όσο περνούν τα χρόνια. Όπως ήταν φυσικό θα εισέβαλλαν και στη βιομηχανία των τροφίμων. Βέβαια δεν έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα αν όλες αυτές οι ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι έχουν κάποιες αρνητικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα επόμενα χρόνια θα είναι πολύ σημαντικά και αποκαλυπτικά.

Η πτυχιακή προσπαθεί να αναλύσει τα παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία στην επεξεργασία του γάλακτος. Η εργασία αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στο γάλα για την σπουδαιότητα του, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, την σύνθεση και δομή και για την παραγωγή και τις συνθήκες που πρέπει να επικρατούν ώστε να είναι ποιοτικά σωστό.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στην γενική μικροβιολογία του γάλακτος.
- Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στην παστερίωση του γάλακτος.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνουμε βαρύτητα στην νέα μέθοδο επεξεργασίας με παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία PEF

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΓΑΛΛΑ

1.1 Γενικά

Η βιομηχανία γάλακτος είναι ένας παραδοσιακός κλάδος της Ελληνικής βιομηχανίας τροφίμων και έχει παρουσιάσει μια αξιόλογη ανάπτυξη μέσα στην τελευταία δεκαετία, επηρεαζόμενη κυρίως από τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, την αύξηση του διαθέσιμου εισοδήματος, την καλύτερη οργάνωση του δικτύου διανομής και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Ο κλάδος χωρίζεται στατιστικά σε 3 επιμέρους κλάδους «Παρασκευή διατηρούμενου γάλακτος», «Βουτύρου και γιαουρτιού», «Παρασκευή παγωτού».

Η ζήτηση των γαλακτοκομικών προϊόντων παρουσίασε μια αξιόλογη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, επηρεαζόμενη από διάφορους παράγοντες όπως η συσκευασία και η ποιότητα των προϊόντων, η καλύτερη οργάνωση του δικτύου διανομής, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και η αύξηση του διαθέσιμου εισοδήματος. Το αρτιότερο ψυκτικό κύκλωμα σε όλο το φάσμα παραγωγής και εμπορίας, η διαφήμιση, οι αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες και τα υποκατάστατα. Η σημαντικότερη εξέλιξη στους παράγοντες ήταν η εφαρμογή της χάρτινης συσκευασίας στην παραγωγή γάλακτος, γεγονός που επέτρεψε την καλύτερη και μεγαλύτερη διατηρησιμότητα του γάλακτος και την διανομή του σε ευρύτερες περιφέρειες από τις περιοχές παραγωγής.

Το μεγαλύτερο τμήμα της παραγωγής γάλακτος στην Ελλάδα αποτελείται από πρόβειο και αίγειο γάλα. Όμως οι ανάγκες της βιομηχανίας-μεταποίησης στηρίζονται κυρίως σε αγελαδινό γάλα, με αποτέλεσμα αυτή να εξαρτάται από τις εισαγωγές.

Εκτός από την ελλειμματικότητα της πρώτης ύλης, που δεν αναμένεται να βελτιωθεί σύντομα, ένα άλλο βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η πρώτη ύλη είναι οι συνθήκες στις οποίες διατηρείται το γάλα, μέχρι να φτάσει στις μονάδες επεξεργασίας και οι οποίες εκτιμάται ότι δεν είναι ικανοποιητικές, σε σχέση με άλλες χώρες τουλάχιστον.

Η Ελληνική γαλακτοβιομηχανία βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο ανάπτυξης, έχει ισχυροποιήσει τη θέση της στη βιομηχανία τροφίμων και στο σύνολο της βιομηχανίας γενικότερα. Οι εξελίξεις που αναμένονται στο χώρο της γαλακτοβιομηχανίας επισημαίνονται σε ανακατατάξεις αναφορικά με εξαγωγές και συγχωνεύσεις από μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες, γεγονός που θα εντείνει τον ανταγωνισμό και τον ολιγοπωλιακό έλεγχο.

1.2 Η παραγωγή γάλακτος

1.2.1 Οι συνθήκες παραγωγής στην ποιότητας γάλακτος

Οι γαλακτοβιομηχανίες επειδή δεν μπορούν να επιλέξουν την πρώτη ύλη και την ποιότητα είναι υποχρεωμένες να την παραλάβουν οποιασδήποτε κι αν είναι.

Για το εργοστάσιο η ποιότητα έχει μεγάλη σημασία επειδή το ενδιαφέρει είναι να εξασφαλίσει την υγεία του καταναλωτή, να διασφαλίσει την ποιότητα των προϊόντων της και από άποψη συντήρησης για να μπορεί να το διατηρήσει όσο το δυνατόν περισσότερο ώστε να διαπιστώσει την ποιότητα του και να καθορήσει την χρήση του.

Έτσι το εργοστάσιο συνδέεται αυτόματα με τον παραγωγό που του δίνει την πρώτη ύλη και τον βοηθά στην παραγωγή γάλακτος που πρέπει να πληροί τις πιο πάνω προϋποθέσεις.

Επειδή τα περισσότερα εργοστάσια είναι συνεταιριστικά θα πρέπει να φροντίζουν ώστε οι παραγωγοί να έχουν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις: καθαρές κτηνοτροφίες, αμελκτικές μηχανές, απορρυπαντικά κ.α. όπως συμβαίνει στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης. Παράλληλα το κράτος με τις αρμόδιες υπηρεσίες εφαρμόζει ένα προληπτικό πρόγραμμα ελέγχου των ζώων και της γαλακτοπαραγωγής ώστε να εξασφαλίζεται μεγαλύτερη παραγωγικότητα.

Πέρα από αυτά λειτουργεί ένα πρόγραμμα ποιότητας του γάλακτος με το οποίο επιδοτούνται οι παραγωγοί που καταβάλουν προσπάθειες ώστε να διασφαλίσουν:

1. Την υγεία των ζώων
2. Οι συνθήκες υγιεινής διαβίωσης τους
3. Η σωστή διατροφή τους
4. Η άμελξη και συγκέντρωση του γάλακτος με υγιεινές συνθήκες

Η καλή ποιότητα παράγεται στον στάβλο και εκεί γίνεται προσπάθεια να περιοριστεί η μόλυνση όχι όμως να βελτιωθεί η ποιότητα. Το γάλα πρέπει να έχει την ικανότητα να συντηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Υπάρχει διεθνής ορολογία με τον όρο « Keeping quality» που σημαίνει τον χρόνο σε ώρες που μπορεί να διατηρηθεί ένα δείγμα γάλακτος στους 15.5 °C, χωρίς να ώσπου να εμφανίσει συμπτώματα αλλοίωσης, όπως κόψιμο στο βρασμό ή ανάπτυξη ανεπιθύμητων οσμών. Αυτός ο χρόνος έχει μεγάλη τεχνολογική σημασία διότι είναι ο χρόνος μέσα στον οποίο πρέπει να αξιοποιηθεί το γάλα.

Οι κυριότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι η μικροβιακή χλωρίδα, η ισορροπία των αλάτων, η θερμοκρασία, ο βαθμός αναδύσεως και τέλος η ανάπτυξη των αντιδράσεων που δημιουργούν ανεπιθύμητες οσμές και γεύσεις.

Η ικανότητα συντήρησης συνδέεται άμεσα με την ποιότητα του γάλακτος και χρησιμοποιείται ως δοκιμή εκτιμήσεως της ποιότητας του.

Ο παραγωγός έχει μεγαλύτερη ευθύνη και πρέπει:

1. Να παρακολουθεί την υγεία των ζώων.
2. Να φροντίζει για την καλή συντήρηση και καθαριότητα των στάβλων ασπρίζοντας και απολυμαίνοντας κάθε χρόνο.
3. Να δίνει καλής ποιότητας τροφές ώστε να μην μολύνεται το γάλα.
4. Να καθαρίζει και να απολυμαίνει τα χρησιμοποιούμενα σκεύη κατά την άμελξη.

Η άμελξη μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στον στάβλο, είτε σε ειδικό χώρο που λέγεται αμελκτήριο. Κριτήριο είναι το μέγεθος του στάβλου και οι δυνατότητες που παρέχονται στον παραγωγό για τη δημιουργία του.

Πριν γίνει η άμελξη πρέπει να γίνει μια προετοιμασία του μαστού για να αποφύγουμε τυχόν μολύνσεις. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε δυο κουβάδες με χλιαρό νερό και απολυμαντικό. Τον ένα κουβά χρησιμοποιούμε για να πλύνουμε τον μαστό και τον άλλον να απολυμάνουμε τον μαστό, για να τον στεγνώσουμε στη συνέχεια με ειδικά πανιά που χρησιμοποιούμε. Η εργασία αυτή όταν γίνεται σωστά είναι πάρα πολύ ουσιαστική και συντελεί στην αποφυγή μολύνσεων. Δυστυχώς πολλοί την αποφεύγουν. Αμέσως μετά θα πρέπει να παίρνουμε τις πρώτες σταγόνες και να τις απομακρύνουμε γιατί περιέχουν μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών.

Για πολλούς αιώνες η άμελξη γινόταν με τα χέρια και αποτελούσε μια κουραστική εργασία για τον κτηνοτρόφο. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο βουστάσιο η μόλυνση ποικίλει και ο αριθμός των μικροοργανισμών μπορεί να κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικές χιλιάδες.

Τα τελευταία τριάντα χρόνια επεκτάθηκαν οι αμελκτικές μηχανές σε πολλές χώρες και σχεδόν αποκλειστικά το σύνολο των αγελάδων αμέλγονται με μηχανές όπως σημαντικό μέρος των αιγοπροβάτων. Οι απλές αμελκτικές μηχανές έχουν εξελιχθεί σε συγκροτήματα αμέλξεως με τεράστιες δυνατότητες και σημαντικές προφυλάξεις από τις μολύνσεις.

Το πέρασμα από την άμελξη με τα χέρια στην άμελξη με την μηχανή σε πολλές χώρες είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της μόλυνσης του γάλακτος. Αυτό συμβαίνει γιατί χρησιμοποιούνται περισσότερα σκεύη. Αν δεν εφαρμόζεται σωστός καθαρισμός τότε η μηχανική άμελξη θεωρείται αποτυχημένη. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που σε πολλές περιοχές στην χώρα μας η μηχανική άμελξη απέτυχε. Λοιπόν πρέπει να κατανοήσουμε ότι η αμελκτική μηχανή είναι δυνατόν να δώσει πολύ καλής ποιότητας

γάλα εφόσον εφαρμοστεί σωστά το πρόγραμμα καθαρισμού. Μερικά ενδεικτικά στοιχεία σε αυτό το θέμα μας δίνουν οι παρακάτω πίνακες που είναι αποτελέσματα μελετών που έγιναν στην Γαλλία.

Πίνακας 1. Πηγές μόλυνσης του γάλακτος (1)

<i>ΑΜΕΛΞΗ</i>	<i>% ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ</i>		
	<i>ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 10.000 μικρ/κ.εκ.</i>	<i>ΑΠΟ 10.000 ΕΩΣ 100.000/κ.εκ. %</i>	<i>ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 100.000 μικρ/κ.εκ %</i>
<i>ΜΕ ΤΑ ΧΕΡΙΑ</i>	42	57	1
<i>ΜΗΧΑΝΙΚΗ:</i>			
<i>ΜΕ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΔΟΧΕΙΑ</i>	70	27	3
<i>ΜΕ ΔΟΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ</i>	64	36	0
<i>ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΜΕΛΞΕΩΣ</i>	5	95	0
<i>»</i>	15	80	5
<i>»</i>	25	64	11

Πίνακας 2. Εκτίμηση του βαθμού μόλυνσεως (1)

<i>ΠΗΓΕΣ ΜΟΛΥΝΣΕΩΣ</i>	<i>ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ</i>
<i>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ</i>	1 έως 5
<i>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ</i>	20 έως 200
<i>ΣΤΑΥΛΟΣ</i>	1 έως 10
<i>ΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΜΕΛΞΕΩΣ</i>	50 έως 500

Ένα πρόγραμμα καθαρισμού αμελκτικών μηχανών πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Ξέπλυμα με κρύο νερό
2. Πλύση με ζεστό νερό και απορρυπαντικό που μπορεί να περιέχει το απολυμαντικό.
3. Ξέπλυμα με απολυμαντικό σε ζεστό ή κρύο νερό
4. Ξέπλυμα με ζεστό νερό που θα βοηθήσει και στο στέγνωμα

Μετά την άμελξη ακολουθεί η διήθηση που με σύγχρονα συστήματα αρχίζει να μην είναι απαραίτητη. Με αυτήν δεν μπορούμε να περιορίσουμε την μόλυνση που έχει υποστεί το γάλα αλλά να την αυξήσουμε αφού μέσα υπάρχουν ακαθαρσίες που κατά

κάποιο τρόπο ξεπλένονται και εμπλουτίζουν το γάλα με μικρόβια. Επομένως για να μην είναι η διήθηση μια άχρηστη διαδικασία πρέπει να χρησιμοποιούμε καθαρά και αποστειρωμένα φίλτρα.

Στην χώρα μας συνήθως το γάλα μετά την άμελη τοποθετείτε σε δοχεία που μεταφέρονται σε ένα σημείο όπου παραλαμβάνονται από τα εργοστάσια ή τα μεταφέρουν οι ίδιοι οι παραγωγοί. Το πρόβλημα συλλογής η επιστροφής των δοχείων περιορίζεται διότι εγκαθιστούν στους στάβλους δεξαμενές συγκεντρώσεως και ψύξεως. Το γάλα συγκεντρώνεται σε σταθμούς ή σε κέντρα συγκεντρώσεως.

Η ποιότητα και ο βαθμός καθαρότητας των δοχείων καθώς και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα του γάλακτος. Στην χώρα μας ο χρόνος παραμονής του γάλακτος κυμαίνεται από 2 έως 6 ώρες και επομένως επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα. Σε αυτό το χρόνο ο αριθμός των μικροβίων μπορεί να φτάσει από μερικές εκατοντάδες σε εκατομμύρια. Ο καθαρισμός και η απολύμανση είναι έργο του εργοστασίου ή του σταθμού συγκέντρωσης του γάλακτος.

Με το σύστημα παραλαβής του γάλακτος από τα εργοστάσια με γαλακτοδοχεία στον χώρο παραλαβής είναι επικίνδυνος λόγω μικροβίων και ειδικότερα τους χειμερινούς μήνες.

Τα δοχεία επειδή είναι γεμάτα λάσπη πρέπει να πλυθούν για αυτό από μικροβιολογικής πλευράς οι πλυντικές μηχανές είναι πολύ επικίνδυνες για το εργοστάσιο. Λόγω της κατάστασης των δοχείων θα πρέπει να καθαρίζονται σωστά και στην συνέχεια να επιστρέφουν στο στάβλο.

Για να θεωρηθεί ικανοποιητική η λειτουργία και τα δοχεία να είναι καθαρά και αποστειρωμένα θα πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

1. Ξέπλυμα με κρύο νερό
2. Πλύσιμο με ζεστό νερό και απορρυπαντικό.
3. Ξέπλυμα με ζεστό νερό
4. Έγχυση με ατμό
5. Στέγνωμα με θερμό αέρα

Έτσι βγαίνοντας από την μηχανή τα δοχεία θα πρέπει να είναι καθαρά, αποστειρωμένα και στεγνά.

1.3 Η σπουδαιότητα του γάλατος

Το γάλα, η πολύτιμη αυτή τροφή της φύσης, εφοδιάζει τον οργανισμό των ανθρώπων και των ζώων με απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, περισσότερο μάλιστα από οποιαδήποτε άλλη τροφή. Για τον λόγο αυτό το γάλα θεωρείται η πιο πλούσια τροφή της φύσης.

Αν εξαιρέσουμε έναν μικρό αριθμό ατόμων τα οποία εκδηλώνουν αλλεργικά συμπτώματα η ευαισθησία στην κατανάλωση του γάλακτος, ιδιαίτερα του αγελαδινού, το γάλα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του καθημερινού διαιτολογίου μας, ιδιαίτερα των παιδιών και των ηλικιωμένων. Αποτελεί την πηγή εφοδιασμού του ανθρώπου με πολλά ουσιώδη συστατικά όπως είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος, βιταμίνη D, η βιταμίνη B₂ κ.α. Εφοδιάζει επίσης τον οργανισμό μας με πολύτιμες πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας και με πολλά βασικά αμινοξέα. Συμβάλλει, αλλά σε μικρότερο βαθμό στην κάλυψη ημερησίων αναγκών του ανθρώπου σε βιταμίνες A και B₁.

Επειδή όμως κατά τη διαδικασία της παραγωγής, της μεταφοράς και της συντήρησης του γάλακτος εισβάλλουν σε αυτό διάφοροι μικροοργανισμοί, πολλοί από τους οποίους ενδέχεται να είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο, το νωπό γάλα, προτού δοθεί στην κατανάλωση, πρέπει να υποστεί θερμική επεξεργασία για να καταστεί ακίνδυνο στους καταναλωτές.

Δύο είναι οι βασικές θερμικές επεξεργασίες στις οποίες υποβάλλεται το γάλα: η παστερίωση και η αποστείρωση.

Με την παστερίωση καταστρέφεται το σύνολο των παθογόνων και η συντριπτική πλειονότητα των λοιπών μη παθογόνων, μικροοργανισμών. Οι λίγοι που επιζούν μετά την παστερίωση είναι ακίνδυνοι για τον άνθρωπο και δεν αναπτύσσονται στη θερμοκρασία του ψυγείου, όπου συντηρείται το παστεριωμένο γάλα.

Αντίθετα με την αποστείρωση καταστρέφεται το σύνολο των παθογόνων και μη μικροοργανισμών καθώς επίσης και το σύνολο των σπορίων τους. Αποτέλεσμα της ολοκληρωτικής καταστροφής των μικροοργανισμών είναι το αποστειρωμένο γάλα να διατηρείται, εκτός ψυγείου, έως και έξι μήνες, χωρίς να υπάρχει οπωσδήποτε κίνδυνος από την κατανάλωσή του.

Οι θερμικές επεξεργασίες όμως επιφέρουν αλλοιώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων και μείωση της θρεπτικής αξίας τους, ανάλογα βεβαίως και με τον βαθμό της έντασης τους.

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η παστερίωση του γάλακτος αποτελεί μέτριου βαθμού θερμική επεξεργασία χωρίς να μειώνει τη θρεπτική αξία του ή να υποβαθμίζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του.

Αντίθετα, η αποστείρωση του γάλακτος σε υπερύψηλες θερμοκρασίες (135-150 °C) όπως συμβαίνει με την Παρασκευή του γάλακτος μακράς διάρκειας (long life γάλα ή UHT γάλα), επιφέρει σημαντική υποβάθμιση της θρεπτικής αξίας του και σημαντική απώλεια των πιο ευαίσθητων θρεπτικών συστατικών του, όπως το φολικό οξύ, το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), η βιταμίνη B₁₂, η θειαμίνη και τα άλλα συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Εξάλλου η μεγάλη διάρκεια ζωής του αποστερωμένου γάλακτος οδηγεί σε περαιτέρω υποβάθμιση της θρεπτικής αξίας του γιατί συστατικά του όπως οι βιταμίνες B₆ και A και σε μικρότερο βαθμό η βιταμίνη B₁₂ καταστρέφονται κατά τη μακρόχρονη διατήρησή του. Η αποστείρωση επιφέρει επίσης αλλαγές στο τυπικό, ευχάριστο άρωμα του γάλακτος προσδίδοντας σε αυτό χαρακτηριστικά «ψημένης» μυρωδιάς.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το εβαπορέ γάλα, λόγω της δραστικής θερμικής επεξεργασίας στην οποία υποβάλλεται κατά την παρασκευή του, έχει μικρότερη θρεπτική αξία από το γάλα διάρκειας (UHT γάλα) και ακόμη μικρότερη από το παστεριωμένο γάλα. Και ετούτο διότι κατά την παρασκευή του καταστρέφεται και λυσίνη ένα πολύτιμο για τον άνθρωπο αμινοξύ.

Λόγω της μεγαλύτερης θρεπτικής αξίας του το παστεριωμένο γάλα έχει την πρώτη προτίμηση των Ευρωπαίων καταναλωτών, το δε εβαπορέ την τελευταία ή δεν προτιμάται καθόλου.

Σε αντίθεση με τους Ευρωπαίους οι Έλληνες έχουν τη μικρότερη κατανάλωση υγρού γάλακτος και τη μεγαλύτερη κατανάλωση συμπυκνωμένου γάλακτος κυρίως εβαπορέ. Το 1994 η μέση κατά κεφαλήν κατανάλωση υγρού γάλακτος στην Ελλάδα ανήλθε σε 60 κιλά, του δε συμπυκνωμένου γάλακτος σε 13,5 κιλά.

Όσον αφορά τα μερίδια κατανάλωσης που κατείχαν στην ελληνική αγορά τα τρία είδη υγρού γάλακτος το 1994 ήταν: παστεριωμένο γάλα 57,2%, εβαπορέ γάλα 38,6% και γάλα μακράς διάρκειας 4,2%

Παρά την παρατηρούμενη, τα τελευταία χρόνια, βραδεία υποχώρηση του εβαπορέ γάλακτος στην ελληνική αγορά προς όφελος του παστεριωμένου, τα επίπεδα της κατανάλωσης του παραμένουν ακόμη υψηλά, τα υψηλότερα όλων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το στρεβλό αυτό μοντέλο κατανάλωσης του γάλακτος στην Ελλάδα έχει την εξήγησή του. Παλαιότερα το παστεριωμένο γάλα έλειπε από τις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, εκτός από την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη όπου έκανε την πρώτη του εμφάνιση. Έλειπαν όμως και τα οικιακά ψυγεία. Έτσι οι καταναλωτές ήταν αναγκασμένοι να στέφονται στα συμπυκνωμένα γάλατα, κυρίως στο εβαπορέ, τα οποία δε χρειαζόνταν ψυγείο για τη συντήρησή τους.

Σήμερα, παρότι η ποιότητα του ελληνικού γάλακτος, ιδιαίτερα του αγελαδινού, βελτιώθηκε θεαματικά χωρίς να υπολείπεται του γάλακτος των προηγμένων χωρών και παρότι το παστεριωμένο ελληνικό γάλα βρίσκεται σχεδόν παντού, τα δε ψυγεία υπάρχουν σε όλα τα νοικοκυριά, οι έλληνες καταναλωτές εμμένουν, ακόμη σε μεγάλο ποσοστό, στο εβαπορέ γάλα παρά την υποβαθμισμένη θρεπτική αξία του.

Χρειάζεται λοιπόν συστηματική ενημέρωση του έλληνα καταναλωτή για να στραφεί προς το φρέσκο παστεριωμένο γάλα, το πιο καλό γάλα από όλα όσα κυκλοφορούν στην αγορά. Η στροφή αυτή θα είναι για το καλό του καταναλωτή αλλά και για το συμφέρον του έλληνα κτηνοτρόφου.

1.4 Σύνθεση και δομή του γάλακτος

Το γάλα είναι η διατροφή που η φύση προόρισε για τη διατροφή και τη γρήγορη ανάπτυξη του νεογέννητου στα θηλαστικά και παρά τις σημαντικές διαφορές που παρουσιάζει στην εκατοστιαία αναλογία των διαφόρων συστατικών του, τα κύρια από τα συστατικά αυτά είναι τα ίδια για όλα τα είδη γάλακτος και υπάρχουν σε σημαντικές ποσότητες. Αποτελούνται από λίπη, πρωτεΐνες, σάκχαρο (λακτόζη) και ανόργανα άλατα. Τα συστατικά αυτά είναι διαλυμένα και εναιωρημένα στο νερό. Επίσης υπάρχουν και άλλα συστατικά περισσότερα σε αριθμό αλλά σε πολύ μικρές ποσότητες και ονομάζονται δευτερεύοντα (16).

Πίνακας 3. Σύνθεση γάλακτος διαφόρων ζώων επί τις % (6)

<i>Είδος ζώου</i>	<i>Λίπος</i>	<i>Πρωτεΐνες</i>	<i>Καζεΐνη</i>	<i>Λακτόζη</i>	<i>Τέφρα</i>	<i>Στερεό υπόλ.</i>
Αγελάδα	3,7	3,4	2,75	4,9	0,7	12,7
Πρόβατο	7,0	5,5	4,80	4,8	0,9	18,2
Κατσίκι	4,2	3,6	2,40	4,3	0,8	12,9
Βουβάλι	7,8	4,4	3,40	4,9	0,8	17,9
Όνος	2,5	2,0	0,70	6,1	0,4	10,9
Άνθρωπος	3,7	1,6	0,55	6,9	0,2	12,4

Ενδεικτικά αναφέρουμε τη μέση χημική σύσταση του γάλακτος: Νερό 87,5%, Λίπος 3,75%, Καζεΐνη 2,8%, Πρωτεΐνες του ορού (αλβουμίνη και γλοβουλίνη) 0,6%, Ξηρό υπόλειμμα 12,5%, Γαλακτοσάκχαρο 4,7%, Λακτόζη 4,9%, Ανόργανα άλατα 0,75% (19).

Έτσι τα κύρια συστατικά είναι:

1. Νερό

Η περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε νερό κυμαίνεται από 85% έως 88%, είναι το συστατικό που απαντά στη μεγαλύτερη αναλογία σε όλα τα γάλατα, και είναι το μέσο διαλύσεως ή διασποράς των άλλων. Επίσης το νερό χρησιμεύει στην μεταφορά των διάφορων ουσιών και των προϊόντων μεταβολισμού εντός του οργανισμού του ζώου και μεταφέρει έξω από το σώμα του ζώου εκείνα τα οποία δεν χρησιμοποιήθηκαν. Ένα μικρό ποσοστό από το νερό του γάλακτος είναι δεσμευμένο από τη λακτόζη και τις πρωτεΐνες (3).

2. Λίπος

Η περιεκτικότητα του αγελαδινού γάλακτος σε λίπος κυμαίνεται σε ευρέα όρια (από 2,5% έως 6%). Το λίπος του γάλακτος α) αποτελεί πηγή ενέργειας αφού προσφέρει 9 θερμίδες (kcal) ανά γραμμάριο, β) είναι φορέας των λιποδιαλυτών βιταμινών Α, D, Ε και Κ, γ) περιέχει αξιόλογη ποσότητα λιπαρών ουσιών, δ) επηρεάζει την υφή και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων πιο συγκεκριμένα συμβάλλει στην διαμόρφωση του αρώματος. Επίσης το λίπος του γάλακτος είναι το πιο εύγεστο που υπάρχει στη φύση.

Σε σύγκριση με τα άλλα λίπη το λίπος του γάλακτος έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε χαμηλού μοριακού βάρους λιπαρά οξέα, φωσφατίδια (το αίμα και η χολή περιέχουν φωσφατίδια) και βιταμίνες. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα πέπτονται και ενδείκνυται για παθήσεις του ήπατος και της χολής. Επίσης έχουν βακτηριοστατικές ιδιότητες κυρίως

κατά των βακτηρίων της σήψευς. Η παρουσία φωσφατιδίων στο γάλα έχει μεγάλη σημασία λόγω της μεγάλης θρεπτικής αξίας και της καταλυτικής δράσης που έχει (5).

Το κλάσμα των στερολών (0,3 - 0,4% του λίπους) αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από τη χοληστερόλη, εστεροποιημένη ή μη.

Σημαντικό θεωρείται το κλάσμα των φωσφολιπιδίων και σφιγγολιπιδίων τα οποία υπεισέρχονται σε ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού (5).

Κατά τη διατήρηση του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων παρατηρούνται συχνά αλλοιώσεις του λίπους τους που οφείλεται είτε σε ένζυμα (λιπάσες) υδρολυτική τάγγιση είτε σε οξειδωση του λίπους τους οξειδωτική τάγγιση. Το αποτέλεσμα της λιπασικής δραστηριότητας είναι η ανάπτυξη ταγγής γεύσεως στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα και η ένταση της είναι δυνατό να φτάσει σε τέτοιο βαθμό που να τα καταστήσει ακατάλληλα για κατανάλωση (3).

Τέλος το 1 - 2% αποτελούν καροτινοειδή, λιποδιαλυτές βιταμίνες και ίχνη λιπαρών οξέων (5).

3. Πρωτεΐνες

Η περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 3,3g/100ml έως 3,9 g/100 ml με μέσο όρο περίπου 3,5 g/100 ml.

Χαρακτηριστικό των πρωτεϊνών του γάλακτος είναι ότι περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα σε ικανοποιητικές για τον άνθρωπο αναλογίες γι' αυτόν και έχουν μεγάλη βιολογική αξία. Στο γάλα υπάρχουν πρωτεΐνες οι οποίες ανήκουν κατά 95% σε λευκωματώδης ουσίες και κατά 5% σε μη λευκωματώδης ουσίες. Οι λευκωματώδης ουσίες είναι η καζεΐνη η οποία αποτελεί το 78,5% των πρωτεϊνών, η αλβουμίνη η οποία αποτελεί το 9,2%, η γλοβουλίνη η οποία αποτελεί το 3,3% και οι πρωτεόζες και πεπτόνες που αποτελούν το 4%. Υπάρχουν και σε μικρές ποσότητες πρωτεΐνες οι οποίες είναι ή προϊόντα αποικοδομήσεως υψηλού μοριακού βάρους λευκωμάτων ή άσχετες από τα λευκώματα πρωτεΐνες. Τέλος το γάλα περιέχει άζωτο, φωσφατίδια (λεκιθίνη, κεφαλίνη) και λακτοφλαβίνη ή βιταμίνη Β. Οι κυριότερες πρωτεΐνες του γάλακτος αγελάδας είναι: (23)

α) Καζεΐνη: Είναι το χαρακτηριστικό λεύκωμα του γάλακτος υπό κολλοειδή μορφή και η περιεκτικότητα του γάλακτος σε καζεΐνη ανέρχεται σε 2,2 έως 3,15%. Με βάση τη διάταξη των αμινοξέων στο μόριο τους διακρίνονται σε α_{s1} -, α_{s2} -, β και κ -καζεΐνες (33).

Η πεπτικότητα αυτής είναι πολύ υψηλή καθώς και η βιολογική της αξία γιατί περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για την κανονική διατροφή και ανάπτυξη (23).

- α , καζεΐνη: Αποτελεί το 40-45% της όλης καζεΐνης και είναι πλέον η πλουσιότερη σε

φώσφορο. Περιέχει 1% φώσφορο και καθόλου σάκχαρα και κυσίνη. Επίσης περιέχει αργινίνη, τρυπτοφάνη, λευκίνη και τυροσίνη. Υπάρχουν τα κλάσματα a_{s1} a_{s2} .

1) a_{s1} - καζεΐνη: Αποτελεί το 1, 2 - 1, 5% των συστατικών του γάλακτος.

2) a_{s2} - καζεΐνη: Αποτελεί το 0, 3 - 0, 4% των συστατικών του γάλακτος (3).

- κ- καζεΐνη: Αποτελεί ποσοστό 0,3 - 0,4% περίπου των συστατικών του γάλακτος. Περιέχει 0,2% φώσφορο, 2,8% νευραμινικό οξύ, γαλακτόζη 1,3%, σιαλικό οξύ 2,3% και γλυκοζαμίνη. Το μόριο της περιέχει σχεδόν πάντοτε υδατάνθρακες, άρα είναι γλυκοπρωτεΐνη. Τέλος διαδραματίζει ρόλο προστατευτικού κολλοειδούς παρουσία του ασβεστίου για τις άλλες καζεΐνες (3).

Το πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε καζεΐνη κ (26).

- β- καζεΐνη: Αποτελεί το 0,9 - 1,1% των συστατικών του γάλακτος. Δεν περιέχει σάκχαρα και κυσίνη ενώ περιέχει φώσφορο σε ποσοστό 0,6%.
- Σύμπλοκα καζεϊνών - μικκύλια: Οι καζεΐνες που αναφέρθηκαν απαντούν στο γάλα σε μορφή συμπλοκών μορίων των a_{s1} , a_{s2} , β- και κ- καζεϊνών, τα οποία καλούνται μικκύλια και βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά στην υδάτινη φάση. Τα μικκύλια αποτελούνται κατά 93% από καζεΐνες και κατά το υπόλοιπο από ανόργανη ύλη. Κύριο συστατικό της ανόργανης ύλης αποτελούν ο φώσφορος και το ασβέστιο τα οποία απαντούν, κυρίως με τη μορφή κολλοειδούς φωσφοασβεστίου (CCP) και συμβάλλουν στο σχηματισμό και τη διατήρηση του σχήματος των μικκυλίων. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν και τα κιτρικά άλατα, τα οποία ρυθμίζουν την ισορροπία της καταστάσεως διασποράς των μικκυλίων (3).

β) Πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος: Οι πρωτεΐνες αυτές είναι διαλυτές στο νερό και μετά την πήξη του γάλακτος τις βρίσκουμε στον ορό. Ανάλογα με τη διαλυτότητα τους τις χωρίζουμε σε τρία είδη: Πρωτεόζες και Πεπτόνες, Αλβουμίνη (θεωρείται ότι συμβάλλει στην ανάπτυξη των παιδιών εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας της σε λυσίνη 8,1% και θρυπτοφάνη 2,9%, έχει μεγαλύτερη βιολογική αξία από την καζεΐνη εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε θειούχα αμινοξέα), Γλοβουλίνη (η λακτογλοβουλίνη διαδραματίζει προστατευτικό ρόλο στον οργανισμό του βρέφους έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών από τα αντισώματα που περιέχει) (23).

Οι κυριότερες πρωτεΐνες που απομένουν στον ορό του γάλακτος, μετά από την καθίζηση των καζεϊνών είναι η οροαλβουμίνη, η γαλακταλβουμίνη, η β- γαλακτοσφαιρίνη και οι ανοσοσφαιρίνες (3).

- Βόειος οροαλβουμίνη: Έχει τις ίδιες φυσικές και ανοσογενετικές ιδιότητες με την

αλβουμίνη του ορού του αίματος της αγελάδας. Αποτελεί το 0,01 - 0,04% των συστατικών του γάλακτος και το 5% του συνολικού κλάσματος λακταλβουμίνης.

- α - γαλακταλβουμίνη (α - La): Αποτελεί το 0,06 - 0,17% των συστατικών του γάλακτος και το 20% του κλάσματος λακταλβουμίνης. Συντίθεται μέσα στο μαστό και είναι απαραίτητη στη σύνθεση της λακτόζης.
- β - γαλακτοσφαιρίνη (β - Lg): Αποτελεί την κύρια οροπρωτεΐνη (0,2 - 0,4% των συστατικών του γάλακτος) (3).

4. Υδατάνθρακες

α) Λακτόζη: Είναι το κύριο σάκχαρο του γάλακτος, των θηλαστικών με εξαίρεση το γάλα ορισμένων θαλάσσιων θηλαστικών όπως του θαλάσσιου ελέφαντα, γι' αυτό και ονομάζεται και γαλακτοσάκχαρο. Δεν απαντά εκτός από το γάλα αλλού στη φύση, σε αξιόλογα ποσά. Συνθέτεται στο μαστό, με δαπάνη της γλυκόζης του αίματος. Η περιεκτικότητα της στο γάλα της αγελάδας κυμαίνεται από 2,7% έως 5,2% με μέση τιμή το 4,7%. Από όλα τα είδη γάλακτος το πλουσιότερο σε λακτόζη είναι της γυναίκας. Η γλυκόζη βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην φαρμακευτική βιομηχανία και ως συστατικό παιδικών τροφών και σε μορφή δισκίων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται σημαντική ποσότητα από αυτό. Επίσης χρησιμοποιείται στη βιομηχανία της πενικιλίνης. Βρίσκει μεγάλη χρήση για την παρασκευή τεχνητής αλκοόλης, κιτρικού οξέος κ.λπ., καθώς και για ορισμένα αλκοολούχα ποτά από τον ορό του γάλακτος με ζύμωση αυτού. Από διαιτητικής άποψης η λακτόζη χρησιμεύει στον οργανισμό σαν πηγή ενέργειας. Η παρουσία της λακτόζης στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχει σημασία γιατί: α) Είναι ο κυρίαρχος παράγοντας στον έλεγχο των ζυμώσεων σε διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα, β) Προσδίδει θρεπτική αξία στο γάλα και τα προϊόντα του, γ) Η γεύση πολλών αποθηκευμένων γαλακτοκομικών προϊόντων επηρεάζεται από αυτή. Από άποψη φυσικής καταστάσεως η γλυκόζη απαντά στη φύση και τα διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα με τις εξής μορφές:

- Κρυσταλλική ένυδρη α - λακτόζη
- Κρυσταλλική άνυδρη β - λακτόζη
- Άμορφη μη κρυσταλλική (ή άνυδρη υαλώδης) (3).

β) Άλλοι υδατάνθρακες: Εκτός από τη λακτόζη υπάρχουν σε μικρά ποσά αρκετοί μονοσακχαρίτες, ουδέτεροι ή όξινοι ολιγοσακχαρίτες καθώς και σάκχαρα δεσμευμένα με πρωτεΐνες ή πεπτίδια.

Από τους μονοσακχαρίτες ανευρίσκονται η γλυκόζη, γαλακτόζη σε ποσά 10 – 20 mg/100 ml (29).

Γλυκοπεπτίδια έχουν απομονωθεί από το πρωτόγαλα της αγελάδας και της γυναίκας και βρέθηκαν να περιέχουν γαλακτόζη, γλυκοζαμίνη, γαλακτοζαμίνη (30).

5. Τέφρα

Είναι μια αναλυτική τιμή που δείχνει την ποσότητα των συστατικών του γάλακτος που δεν καίγονται κατά την θέρμανση του στους 500 έως 550 °C. Κυμαίνεται λίγο στην περίπτωση του κανονικού γάλακτος και κατά μέσο όρο ανέρχεται σε 0,7%. Τιμές σημαντικά μεγαλύτερες υποδηλώνουν κακή λειτουργία του μαστού. Η σύσταση της τέφρας μας δείχνει μια ιδέα για τα ανόργανα συστατικά που υπάρχουν στο γάλα όχι όμως και για τη μορφή τους (5).

6. Άλατα

Το γάλα περιέχει αρκετά μεταλλικά στοιχεία, είτε σε ιοντική μορφή, είτε δεσμευμένα σε άλλα συστατικά είτε τέλος με μορφή οργανικών ή ανόργανων αλάτων. Τα άλατα του γάλακτος έχουν ιδιαίτερη σημασία γιατί: α) Μερικά από τα συστατικά τους, ιδιαίτερη το ασβέστιο και ο φώσφορος έχουν σπουδαία σημασία για τη διατροφή του ανθρώπου δεδομένου ότι οι συνηθισμένες τροφές είναι φτωχές σε αυτά, ενώ οι ανάγκες του οργανισμού είναι μεγάλες. Το γάλα θεωρείται θαυμάσια πηγή αυτών ιδιαίτερα για τα αναπτυσσόμενα άτομα στα οποία υποβοηθείται επίσης η κανονική διάπλαση του σκελετού, β) Ο χρόνος πήξης του γάλακτος με πυτιά επηρεάζεται σημαντικά από την ύπαρξη ασβεστίου, γ) Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε χλώριο χρησιμοποιείται ως κριτήριο για τη διαπίστωση προσβολών από μαστίτιδα. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε χλώριο που φυσιολογικά είναι 0,12% αυξάνει σε περίπτωση προσβολής των ζώων από μαστίτιδα, ενώ η γεύση του γάλακτος γίνεται υφάλμυρη (3).

Από τα κατιόντα τα κυριότερα είναι τα Ca (συμβάλλει στην διατροφή του ανθρώπου. Τα ιόντα του ασβεστίου και του μαγνησίου σχηματίζουν μαζί με τη λακτόζη ενώσεις οι οποίες δεν δίστανται και γι' αυτό το λόγο η λακτόζη συμβάλλει στην συγκράτηση από τον οργανισμό φωσφορικού ασβεστίου και μαγνησίου), το Na, το K και το Mg, ενώ από τα ανιόντα το Cl (η αυξημένη περιεκτικότητα του γάλακτος σε χλωριούχα άλατα είναι ενδεικτική μαστίτιδας), ο P και τα κιτρικά. Η επί τοις εκατό % περιεκτικότητα του γάλακτος στα κυριότερα συστατικά ανόργανων ενώσεων είναι: Κάλιο (K) 0,147%, Χλώριο (Cl) 0,13%, Ασβέστιο (Ca) 0,119%, Φώσφορο (P) 0,0843%, Νάτριο (Na) 0,072%, Μαγνήσιο (Mg) 0,0138% (6).

Εκτός από τα κύρια συστατικά περιέχει και σε μικρότερες ποσότητες φωσφατίδια, στερίνες (χοληστερίνη σε ποσοστό στο γάλα 0,07% και εργοστερίνη) ορισμένες από αυτές αποτελούν προβαθμίδα βιταμινών (προβιταμίνες), επίσης δεν καταστρέφονται κατά την θέρμανση του γάλακτος αλλά με την επίδραση οξυγόνου και κατά την ακτινοβολία του γάλακτος με υπεριώδες φως μετασχηματίζεται η χοληστερίνη σε βιταμίνη D₃ και η εργοστερίνη σε βιταμίνη D₂, μικρότερου μοριακού βάρους αζωτούχες ενώσεις, κιτρικό οξύ. Τα κιτρικά αυτά άλατα ασκούν δράση στα λευκώματα. Το κιτρικό οξύ είναι απαραίτητο συστατικό και στο σχηματισμό του αρώματος του βουτύρου, αέρια (στο γάλα βρίσκουμε διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο και άνθρακα σε περιεκτικότητα κατ' όγκο 10%), ένζυμα, βιταμίνες, οξόνες, αντισώματα καθώς και διάφορα σώματα όπως μικροοργανισμούς διαφόρων ειδών, λευκοκύτταρα, τεμάχια ιστών κυττάρων. Τέλος εισέρχονται τυχαία και σώματα όπως διάφορα φάρμακα και προϊόντα αποικοδομήσεως αυτών, χρωστικές και οσμηρές ουσίες και ξένες οσμηρές ουσίες που προέρχονται κυρίως από το στάβλο και τα διάφορα χρησιμοποιούμενα αντισηπτικά (6).

Τα δευτερεύοντα συστατικά είναι αναλυτικότερα:

7. Ιχνοστοιχεία

Το γάλα περιέχει πολλά στοιχεία, τα οποία είναι γνωστά ως ιχνοστοιχεία. Τα ιχνοστοιχεία έχουν μεγάλη σημασία από άποψη διατροφής και φυσιολογίας. Αυτά χρησιμοποιούνται σε ελάχιστα ποσά από τον οργανισμό. Δεν έχουν καμία συμμετοχή στις ιδιότητες του γάλακτος μέσα στο οποίο βρίσκονται, αλλά είτε αποτελούν χρήσιμη προσθήκη είτε είναι μια ρύπανση συνήθως δηλητηριώδη. Η απουσία αυτών από τη τροφή προκαλεί διάφορες ασθένειες. Η παρουσία τους στο γάλα είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας τους στην τροφή του ζώου. Πάντως σε σχέση με τα ιχνοστοιχεία το γάλα θεωρείται πλούσια πηγή. Τα ιχνοστοιχεία ανευρίσκονται στο γάλα με μορφή οργανικών ενώσεων, συνδεδεμένα κυρίως με τις πρωτεΐνες, αν και ορισμένα από αυτά (χαλκός ο οποίος βρίσκεται στο γάλα σε ποσοστό 0,15 mg/kg, σίδηρος ο οποίος βρίσκεται σε ποσοστό 0,00147% και ψευδάργυρος σε ποσοστό 2,0 - 4, 90 mg/kg) ανευρίσκονται και στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων. Περίσσεια σιδήρου στο γάλα είναι ανεπιθύμητη διότι προσδίδει γευστικά σφάλματα και σκοτεινό χρώμα στα τυριά ενώ το ίδιο ισχύει και στο χαλκό. Τέλος ο σίδηρος λόγω της ανταγωνιστικότητας του με το ασβέστιο, κυρίως στα εμπλουτισμένα γάλατα, δεν είναι ωφέλιμο για τη υγεία του ανθρώπου. Έτσι ο ανθρώπινος οργανισμός δεν αποθηκεύει ούτε το ασβέστιο ούτε και το σίδηρο. Το κοβάλτιο αποτελεί συστατικό της βιταμίνης B₁₂ (20).

8. Βιταμίνες

Βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις οι οποίες εισάγονται σε μικρές ποσότητες στο ζωικό οργανισμό και διατηρούν ή διευκολύνουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και εγγυώνται για την κανονική λειτουργία των οργάνων του. Είναι δραστικές και η παρουσία τους χρησιμεύει για την μεταφορά ενέργειας και τον σχηματισμό οικοδομικών λίθων των κυττάρων (3).

Το γάλα περιέχει όλες σχεδόν τις βιταμίνες, άλλες σε ικανοποιητική ποσότητα και άλλες σε ίχνη (16).

Από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες η Α (είναι αναγκαία για την κανονική λειτουργία του νευρικού συστήματος και των αδένων, ενώ η έλλειψη της οδηγεί σε διακοπή της αναπτύξεως, καθιστά τα οστά εύθραυστα και κυρίως επιφέρει ξήρανση του κερατοειδούς χιτώνας προκαλώντας έτσι την ασθένεια ξηροφθαλμία), η D (ρυθμίζει την απόθεση ασβεστίου και φωσφορικού οξέως, ενώ έλλειψη της προκαλεί την ασθένεια ραχίτιδα και είναι η μοναδική βιταμίνη η οποία προκαλεί τοξικά φαινόμενα από την χορήγηση μεγάλης ποσότητας δηλαδή υπερβιταμίνωση) ως μίγμα D₂ (προέρχεται από τις τροφές) και D₃ (προέρχεται από ακτινοβολία της προβιταμίνης D στο δέρμα του ζώου). Η βιταμίνη Ε (είναι η βιταμίνη της αναπαραγωγής, ενώ η απουσία αυτής προκαλεί στειρότητα, είναι αναγκαία για την κανονική λειτουργία του νευρικού συστήματος και προστατεύει ή υποβοηθάει τη δράση της βιταμίνης Α απαντά κυρίως ως α- τοκοφερόλη και ένα μικρό ποσοστό της όλης δραστηριότητας οφείλεται στη γ-τοκοφερόλη. Η βιταμίνη Κ (Λέγεται αλλιώς και αντιαιμορραγική ή ηπκτική βιταμίνη. Δρουν καταλυτικώς για το σχηματισμό της προθρομβίνης στο ήπαρ, η μετατροπή της προθρομβίνης σε θρομβίνη διευθύνει την πήξη του αίματος, δηλαδή η έλλειψη σε βιταμίνη Κ οδηγεί σε αιμορραγία. Έχει αποδειχθεί ότι στα νεογνά η βιταμίνη Κ σχηματίζεται από τη μικροχλωρίδα του εντέρου και έτσι δεν είναι αναγκαία η πρόσληψη αυτής με την τροφή) ανευρίσκεται μόνο σε ίχνη (6).

Από τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες εκείνες του συμπλέγματος Β, οι οποίες είναι η θειαμίνη. Είναι κυρίως αντινευρική και αντινευραλγική. Είναι απαραίτητη για τον μεταβολισμό των υδατανθράκων. Κατά την πέψη οι υδατάνθρακες σχηματίζουν μεταξύ άλλων και πυροσταφυλικό οξύ, του οποίου η συσσώρευση στον οργανισμό είναι επιζήμια για το νευρικό σύστημα. Η βιταμίνη υποβοηθάει στην εναλλαγή του πυροσταφυλικού οξέος και έτσι οι ανάγκες του οργανισμού σε βιταμίνη Κ είναι ανάλογη προς τους εισαγόμενους υδατάνθρακες. Ενώ έλλειψη αυτής προκαλεί ανορεξία, κόπωση, διάφορα οιδήματα, γαστρεντερικές διαταραχές και ανωμαλίες στο νευρικό σύστημα), η

ριβοφλαβίνη. Είναι μία από τις πλέον απαραίτητες βιταμίνες. Διευκολύνουν την οξειδωτική λειτουργία των κυττάρων. Επίσης λαμβάνει μέρος και στις ζυμώσεις του γάλακτος. Ενώ η έλλειψη αυτής προκαλεί ανωμαλίες στην ανάπτυξη του οργανισμού, στην όραση, και στον μεταβολισμό των υδατανθράκων και λευκωμάτων, η Β₆ (είναι αναγκαία για την λειτουργία του νευρικού συστήματος ενώ η έλλειψη της προκαλεί νευρική αϋπνία, αδυναμία και αστάθεια), η βιοτίνη (έχει χαρακτηριστεί ως παράγων του δέρματος, της οποίας η έλλειψη δημιουργεί ασθένειες σ' αυτό) και το παντοθενικό οξύ (η έλλειψη του προκαλεί αίσθηση καψίματος στα πόδια και εξάντληση), ανευρίσκονται σταθερά στο γάλα των μηρυκαστικών. Εκτός από τις παραπάνω βιταμίνες υπάρχουν ακόμη και η βιταμίνη C (Έχει αντισκορβουτική δράση. Δηλαδή απουσία ή έλλειψη της βιταμίνης C από τον οργανισμό επιφέρει στον άνθρωπο την ασθένεια σκορβούτο), η νιασίνη, το φυλλικό οξύ και η κοβαλαμίνη (η Β₁₂ αποτελεί δραστικό προστατευτικό μέσο κατά της αναιμίας). Η απουσία της ομάδας των βιταμινών Β από τον οργανισμό προκαλεί στον άνθρωπο νευρικές και δερματικές παθήσεις, ενώ ταυτόχρονα έχουμε και διακοπή της αναπτύξεως του σώματος (6).

Τέλος, έχει διαπιστωθεί ότι το γάλα περιέχει ορισμένους παράγοντες που κατατάσσονται ήδη στις βιταμίνες. Μερικοί από αυτούς έχουν αποδειχθεί απαραίτητοι για την ομαλή ανάπτυξη του οργανισμού. Οι παράγοντες αυτοί είναι: α) Ο παράγοντας *Bifidus*, β) Καρνιτίνη (βιταμίνη Β_T), γ) Χολίνη, δ) Λιποϊκό οξύ, ε) Οροτικό οξύ (βιταμίνη Β₁₃)

Στο γάλα υπάρχουν και καροτινοειδή, τα οποία είναι προβιταμίνη Α. Στην παρουσία αυτών οφείλεται και η χαρακτηριστική χροιά του βουτύρου και των τυριών (1). Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες δεν είναι δυνατή η κανονική λειτουργία του οργανισμού χωρίς τις βιταμίνες. Με την έλλειψη των βιταμινών συμβαίνουν ανωμαλίες στο μεταβολισμό του οργανισμού, η ανάπτυξη ελαττώνεται ή και σταματά τελείως και παρουσιάζονται διάφορες ασθένειες. Οι βιταμίνες λοιπόν ρυθμίζουν την συνθετική λειτουργία των κυττάρων, δεν συντίθενται στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά εισάγονται με την τροφή. Η παρουσία των βιταμινών στο γάλα αυξάνει την αξία του ως πλήρους τροφή για τον άνθρωπο (6).

9. Ένζυμα

Τα ένζυμα που βρίσκονται φυσιολογικά στο γάλα παράγονται από τα κύτταρα του μαστού και δεν έχει αποδειχθεί εάν παίζουν κάποιο ιδιαίτερο ρόλο ή πρέπει να θεωρούνται

ότι εισάγονται τυχαίως κατά τη διαδικασία της εκκρίσεως του γάλακτος. Από άποψη υγιεινής και τεχνολογίας του γάλακτος αυτά που έχουν ενδιαφέρον είναι τα εξής:

α) Αλκαλική φωσφατάση: Εντοπίζεται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων (η όξινη φωσφατάση βρίσκεται στον ορό του γάλακτος κυρίως στο αποβουτυρωμένο γάλα). Σε διαταραχές στην έκκριση του γάλακτος αυξάνεται η αλκαλική φωσφατάση και μειώνεται η όξινη. Ενώ αυτή είναι χαμηλή αυξάνεται κατά τη διάρκεια της γαλουχίας.

β) Λιπάσες: Υπάρχουν κατά 90% στα μικκύλια καζεΐνης. Διασπούν τα τριγλυκερίδια του λίπους του γάλακτος και επηρεάζουν τη συντήρηση του γάλακτος και των προϊόντων του διότι τους προσδίδουν γεύση και οσμή ταγγού. Αυτές παρουσιάζουν σημασία και στην διατήρηση του βουτύρου. Ενώ όταν υπάρχουν στο γάλα λιπάσες αυξάνουν την γαλουχία και το γάλα στο τέλος της γαλακτικής περιόδου αποκτά ταγγή γεύση. Αδρανοποιούνται μερικώς κατά την παστερίωση και πλήρως κατά την αποστείρωση του γάλακτος.

γ) Καταλάση: Το ένζυμο είναι συνδεδεμένο στα λιποσφαίρια του γάλακτος. Κατά την παρασκευή του βουτύρου μεταφέρεται στο βουτυρόγαλα. Δρα ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες διότι έχει ανθεκτικότητα. Στο γάλα βρίσκονται δύο διαφορετικής προελεύσεως καταλάσες, το κατά φύση ένζυμο (προέρχεται από τον ορό του αίματος) και η βακτηριακή προελεύσεως. Η βακτηριακή καταλάση χρησιμεύει για τον έλεγχο της υγιεινής κατάστασης του γάλακτος και ειδικότερα του παστεριωμένου γάλακτος διότι κατά την παστερίωση καταστρέφεται η κατά φύση υπάρχουσα στο γάλα. Η δοκιμή της καταλάσης έχει πληροφοριακό μόνο χαρακτήρα για τον έλεγχο της υγιεινής κατάστασης του γάλακτος π.χ. ασθένεια μαστών, παρουσία βακτηριδίων κ.λπ.

δ) Ξανθίνη οξειδάση: Δεν αδρανοποιείται στη θερμοκρασία παστερίωσης, αλλά σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 80 °C γι' αυτό και χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί εάν το γάλα έχει υποστεί βρασμό.

ε) Πρωτεάσες: Παρ' ότι ανευρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση στο γάλα παίζουν κάποιο ρόλο στη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τη συντήρηση του παστεριωμένου γάλακτος ή των γαλακτοκομικών προϊόντων. Απαντούν σε αλκαλική και όξινη μορφή και φέρονται συνδεδεμένες με τις καζεΐνες. Στο γάλα όμως υπάρχουν και μικροβιακής προελεύσεως πρωτεάσες.

στ) Υπεροξειδάση: Συνθέτεται στο μαστό και είναι ποσοτικά το πρώτο ένζυμο του γάλακτος. Η καταστροφή της υπεροξειδάση χρησιμοποιείται προς έλεγχο της παστερίωσης του γάλακτος. Η υπεροξειδάση του γάλακτος σε συνδυασμό με τα θειοκυανικά άλατα και το υπεροξείδιο του υδρογόνου ασκεί σοβαρή αντιμικροβιακή δράση.

ζ) Λυσοζύμη: Βρίσκεται σε μικρή αναλογία και διαφέρει ριζικά από την λυσοζύμη του γάλακτος τη γυναίκας και εκείνης των δακρύων (6).

Εκτός από τα παραπάνω ένζυμα έχει διαπιστωθεί η σταθερή παρουσία και των ενζύμων α και β αμυλάση (Τα ένζυμα αυτά είναι ευπαθή στη δράση της θερμοκρασίας και στην ιδιότητα αυτή βασίζεται ο έλεγχος της κανονικής παστερίωσης. Έτσι στον ορό του γάλακτος προστίθεται άμυλο και ιώδιο. Αν παραχθεί κίτρινη χροιά σημαίνει ότι υπήρχε αμυλάση η οποία διέσπασε το άμυλο, αν παραχθεί κυανή χροιά δεν έδρασε αμυλάση για τη διάσπαση αμύλου.), αλδολάση, καρβονική ανυδράση, β-γαλακτοσιδάση και όξινη φωσφατάση (3).

10. Άλλα συστατικά α) Ορμόνες: Πρόκειται για τις φυσικές ορμόνες του ίδιου γαλακτοπαραγωγού ζώου, οι οποίες απαντούν και στο γάλα σε πολύ μικρές ποσότητες και κυμαίνονται ανάλογα με το στάδιο της γαλακτοπαραγωγής. Έτσι έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη προλακτίνης, τεστερόνης, προγεστερόνης και οιστρογόνων.

β) Αλδεΐδες, κετόνες και αλιφατικά οξέα: Τα ένζυμα της ομάδας αυτής ανάγουν (αποχρωματίζουν) ορισμένες χρωστικές παρουσία της αλδεΐδης. Έχουν ταυτοποιηθεί χρωματογραφικώς περισσότερες από 20 τέτοιες ενώσεις μεταξύ των οποίων το ακετογλουταρικό οξύ, το γαλακτικό οξύ, το μυρμηγκικό οξύ, η φορμαλδεΐδη, η ακεταλδεΐδη, η ακετόνη και άλλα. **γ) Μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχες ουσίες:** Το συνολικό μη πρωτεϊνικό άζωτο δεν υπερβαίνει τα 20 έως 30mg/100ml και προέρχεται κυρίως από ενώσεις όπως η αμμωνία, η ουρία, το ουρικό οξύ, η κρεατίνη, η κρεατινίνη, το ιππουρικό οξύ, διάφορες γλυκοζαμίνες, το οροτικό οξύ και άλλα. **δ) Θειούχες ενώσεις:** Είναι διάφορες διμεθυλο-σουλφόνες, ινδοξυλοθειικό οξύ, θειοκυανικές ρίζες που παίζουν ρόλο στην αντιμικροβιακή δράση του νοπού γάλακτος.

ε) Χρωστικές: Το γάλα περιέχει δυο κατηγορίες χρωστικών, της λιποδιαλυτές στις οποίες ανήκουν τα καροτενοειδή και η ξανθοφύλλη και τις υδατοδιαλυτές όπως η ριβοφλαβίνη. Πρόκειται κυρίως για τα καροτίνια που δίνουν υποκίτρινο χρώμα στο γάλα καθώς επίσης και για τη ριβοφλαβίνη που προσδίνει την πρασινοκίτρινη απόχρωση στο αποβουτυρωμένο γάλα.

στ) Αέρια: Το γάλα περιέχει οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και άζωτο έως 5% του όγκου του.

ζ) Κύτταρα: Το γάλα περιέχει φυσιολογικά έως 500.000 λευκοκύτταρα και επιθηλιακά κύτταρα του μαστού ανά ml και ο αριθμός αυτός αυξάνεται σε περιπτώσεις μαστίτιδας. Η αρίθμηση των κυττάρων στο γάλα αποτελεί σήμερα την καλύτερη μέθοδο ταχείας εκτιμήσεως της υγιεινής καταστάσεως του (6).

Το γάλα αγελάδας παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στην αναλογία των βασικών συστατικών του και σε αυτό συντελούν πολλοί παράγοντες, οι κυριότεροι απ' τους οποίους είναι το είδος του ζώου, η φυλή του ζώου, η διατροφή, το σωματικό βάρος, η ατομικότητα του ζώου, οι ασθένειες των μαστών, η περίοδος γαλακτοπαραγωγής, η ηλικία, η υγεία και η θρεπτική κατάσταση του ζώου, το στάδιο του αρμέγματος και το χρονικό διάστημα μεταξύ των αρμεγμάτων, ο οίστρος και η κυοφορία, η εποχή και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (5).

1.5 Φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος

Γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών που προορίζεται για τη διατροφή του νεογέννητου για το οποίο αποτελεί τη μοναδική τροφή μέχρι μια ορισμένη ηλικία. Για τον άνθρωπο όμως, το γάλα εξακολουθεί να αποτελεί μέρος της καθημερινής διαίτας του είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (τυριά, βούτυρο, γαούρτι κ.λπ.) για όλη την διάρκεια της ζωής του.

Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (1998) ορίζει ότι «γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς χωρίς διακοπή αρμέγματος, υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης. Έτσι το γάλα νοείτο α) Προέρχεται από αγελάδα, β) Είναι νωπό, γ) Είναι πλήρες, δ) Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπίκνωση, ε) Δεν περιέχει προστιθέμενες εξωτερικές ύλες» (16).

Σύμφωνα με ορισμό των οργανισμών FAO/WHO, «γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται από μια ή δυο αμέλξεις χωρίς να προστεθεί ή ν' αφαιρεθεί τίποτα».

Ο Κώδικας γάλακτος των ΗΠΑ, ορίζει ως γάλα το «έκκριμα του μαστού το οποίο είναι απαλλαγμένο από πρωτόγαλα, παίρνεται με άμεγλη μιας ή περισσότερων υγιών αγελάδων και το οποίο περιέχει τουλάχιστον 3,15% λίπος και 8,25% στερεά συστατικά άνευ λίπους» (24).

Το γάλα από φυσική άποψη παρουσιάζεται ως:

- α) Αραιό γαλάκτωμα της λιπαρής φάσεως β) Κολλοειδής διασπορά των μικκυλίων καζεΐνης
- γ) Μοριακό διάλυμα των υδατοδιαλυτών συστατικών του.

Έτσι μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ψευδόδιαλυμα. Οι φυσικές του ιδιότητες είναι αυτές του νερού, που αποκλίνουν ανάλογα με τη συγκέντρωση και την κατάσταση διασποράς των στερεών συστατικών του.

Η γνώση των φυσικών ιδιοτήτων του γάλακτος δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την κανονικότητα του προϊόντος και βοηθά στο σχεδιάσμά των μεθόδων επεξεργασίας του (2).

Οι κυριότερες φυσικές ιδιότητες του γάλακτος είναι:

1. Γεύση

Το γάλα, όταν λαμβάνεται από το μαστό υγιών ζώων, έχει ευχάριστη υπόγλυκη γεύση, που είναι αποτέλεσμα της υπεροχής της γλυκείας γεύσης της λακτόζης του έναντι της αλμυράς των χλωριούχων αλάτων. Προς το τέλος της γαλακτικής περιόδου και σε περιπτώσεις που τα ζώα έχουν προσβληθεί από μαστίτιδα η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λακτόζη μικραίνει ενώ αυξάνει εκείνη σε άλατα, με αποτέλεσμα η γεύση του να καθίσταται υφάλμυρη.

Εάν το γάλα παραμείνει χωρίς ψύξη με την πάροδο του χρόνου αποκτά όξινη γεύση που οφείλεται στα προϊόντα διασπάσεως της λακτόζης και κυρίως στο γαλακτικό οξύ. Τη διάσπαση προκαλούν τα διάφορα μικρόβια που περιέχει (5).

2. Οσμή

Φρεσκοαρμεγμένο γάλα έχει ασθενή οσμή, παρόμοια με εκείνη της επιδερμίδας των ζώων που το παράγουν, η οποία όμως αποβάλλεται γρήγορα, ιδιαίτερα αν ψυχθεί το γάλα αμέσως μετά το άρμεγμα.

Η χορήγηση στις αγελάδες τροφών με έντονες οσμές, όπως είναι το σκόρδο, το λάχανο κ.α. είναι δυνατόν να επηρεάσει δυσμενώς την οσμή του γάλακτος, γεγονός που αποφεύγεται αν αυτές χορηγηθούν αμέσως με το άρμεγμα των ζώων (5).

3. Χρώμα

Το νωπό γάλα έχει λευκοκίτρινο χρωματισμό ή κυανόλευκο ανάλογα με το είδος του ζώου, τη φυλή και την ύπαρξη χρωστικών (καροτίνη, ριβοφλαβίνη, και άλλα). Το λευκό του χρώμα οφείλεται στη διάθλαση του φωτός που προκαλείται από τα λιποσφαιρίδια και τα κολλοειδή τεμαχίδια του φωσφοροκαζεϊνικού ασβεστίου που περιέχει, ενώ το κίτρινο στις λιποδιαλυτές χρωστικές, καροτίνη και ξανθοφύλλη (5).

Πίνακας 4. Περιεχόμενη καροτίνη στο γάλα κατά μέσο όρο (3)

Γάλα γουναίκας	0,08- 0,60 mg/kg
Γάλα αγελάδας (καλοκαίρι)	0,10 - 0,50 mg/kg
Γάλα αγελάδας (χειμώνα)	0,09- 0,26 mg/kg
Πρωτόγαλα αγελάδας	1,57- 3,35 mg/kg
Κορυφή γάλακτος (καλοκαίρι)	2,00 mg/kg
Κορυφή γάλακτος (χειμώνα)	1,10 mg/kg
Βούτυρο (καλοκαίρι)	2,00- 8,00 mg/kg
Βούτυρο (χειμώνα)	3,50 mg/kg
Βούτυρο (πρόβειο)	μόνο 0,2 mg/kg

Η ένταση του κίτρινου χρώματος προσδιορίζεται κατά κύριο λόγο από την ποσότητα του λίπους και της καροτίνης του γάλακτος και εξαρτάται από τη φυλή και τη διατροφή των ζώων. Κατά τους θερινούς μήνες ο κιτρινωπός χρωματισμός του γάλακτος είναι εντονότερος από ότι τους χειμερινούς, γιατί τα ζώα λαμβάνουν περισσότερη χλωρά νομή, που είναι τροφή πλούσια σε καροτίνη. Η ξανθοφύλλη συμβάλλει πολύ λίγο στον κιτρινωπό χρωματισμό του γάλακτος. Η ριβοφλαβίνη είναι υδατοδιαλυτή χρωστική που αφθονεί στο γάλα πλην όμως το χρώμα της δεν εμφανίζεται παρά μόνο όταν απομακρυνθούν η καζεΐνη και το λίπος του. Αυτό συμβαίνει κατά την παρασκευή τυριών. Το τυρόγαλα που λαμβάνεται έχει πρασινοκίτρινο χρώμα που οφείλεται στην ριβοφλαβίνη.

Σε σπάνιες περιπτώσεις είναι δυνατό ορισμένοι μικροοργανισμοί να πολλαπλασιαστούν πολύ και να προσδώσουν αφύσικο χρώμα στο γάλα. Το άπαχο γάλα έχει λευκό μέχρι κυανίζοντα μηχανισμό επειδή έχει απομακρυνθεί το λίπος και έχουν μείνει λιγότερα τεμαχίδια για τη διάθλαση του φωτός (5).

4. Ιξώδες

Η αντίσταση που προβάλλουν τα ρευστά κατά τη ροή τους καλείται ιξώδες. Οφείλεται στη τριβή των μορίων τους και εκφράζεται σε poise, αντιστοιχεί 1 poise σε 1 dyne/cm². Μικρότερη μονάδα είναι το centipoise που είναι το 1/100 του poise.

Το ιξώδες του γάλακτος έχει αποτελέσει κατά καιρούς αντικείμενο έρευνας πολλών επιστημόνων, με την οποία αποδείχθηκε ότι δεν είναι σταθερό και ότι επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων οι σημαντικότεροι είναι, η περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνες και λίπος, η συγκέντρωση και η διασπορά των κολλοειδών (μικκυλίων, καζεΐνης) και ο αριθμός των λιποσφαιρίων, η κατάσταση που

υπάρχουν τα συστατικά αυτά στο γάλα, η θερμοκρασία καθώς και η πίεση στην οποία γίνονται οι μετρήσεις. Πλήρες γάλα με 4,3% λίπος έχει μέσο ιξώδες 1,631 centipoise ενώ το άπαχο 1,404 στους 20 °C.

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος και ιδιαίτερα η καζεΐνη έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο ιξώδες από ότι το λίπος του, πλην όμως και η επίδραση του τελευταίου είναι σημαντική, προσδιορίζεται από την ποσότητα του, το μέγεθος των λιποσφαιρίων και το βαθμό συσσωματώσεως τους.

Η ομογενοποίηση επιφέρει αύξηση του ιξώδες στην περίπτωση του πλήρους γάλακτος και ελαφρά μείωση στην περίπτωση του άπαχου. Στην περίπτωση του άπαχου γάλακτος η παρατηρούμενη μικρή πτώση του ιξώδους του οφείλεται σε μερική καταστροφή των πρωτεϊνικών τεμαχιδίων του γάλακτος.

Κατά την θέρμανση άπαχου ή πλήρους γάλακτος σε θερμοκρασία μέχρι 65 °C παρατηρείται πτώση του ιξώδους των, πλην όμως αν αυτά ψυχθούν το ιξώδες ανακτά την κανονική του τιμή. Το γεγονός αυτό αποδίδεται σε αντιστρεπτές μεταβολές στις μικέλλες της καζεΐνης. Αντίθετα, θέρμανση αυτών σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 65 °C προξενεί μη αντιστρεπτή αύξηση του ιξώδους των, που οφείλεται σε αλλοδομή των υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών τους.

Τέλος, η αραιώση του γάλακτος με νερό μειώνει το ιξώδες του ενώ αντίθετα σημαντική αύξηση της οξύτητάς του το αυξάνει (5).

5. Επιφανειακή τάση

Η τάση αυτή που αναπτύσσεται στην επιφάνεια των υγρών από την αμοιβαία έλξη των μορίων του και είναι η αιτία που τα υγρά σε μικρή ποσότητα λαμβάνουν τη μορφή σταγόνας καλείται επιφανειακή τάση. Η επιφανειακή τάση έχει σχέση με τον αριθμό, το είδος και τον προσανατολισμό των μορίων, οι οποίες δημιουργούν μια τάση στην επιφάνεια που μετριέται με μονάδες ανά μονάδα μήκους.

Η επιφανειακή τάση του γάλακτος επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες συνήθως όμως κυμαίνεται μεταξύ 40 και 60 dynes/cm. Με την άνοδο της θερμοκρασίας μειώνεται. Από τα συστατικά αυτά τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες τη μειώνουν, ενώ τα άλατα και η λακτόζη δεν επιδρούν. Οι καζεΐνες, η α-γαλακταλβουμίνη, β-γαλακτοσφαιρίνη, τα φωσφολιπίδια, οι πρωτεΐνες του λιποσφαιρίου και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι τα κύρια συστατικά που διαμορφώνουν την επιφανειακή τάση του γάλακτος. Στη επιφανειακή τάση οφείλεται η σταθερότητα των λιποσφαιρίων, η εύκολη δημιουργία αφρού στο γάλα και άλλα (6).

Το φρέσκο γάλα έχει υψηλότερη επιφανειακή τάση του παλαιού. Επίσης η παστερίωση αυξάνει την επιφανειακή τάση του γάλακτος ενώ η ομογενοποίηση και η θέρμανση πέρα της παστερίωσης τη μειώνουν.

Στην γαλακτοκομία συνήθως επιζητείται η χρησιμοποίηση απορρυπαντικών με επιφανειακή τάση μικρότερη του γάλακτος (5).

6. Πυκνότητα και ειδικό βάρος

Η πυκνότητα (d) είναι η φυσική ιδιότητα που χρησιμοποιείται για την σύγκριση των μαζών δύο διαφορετικών σωμάτων ή της αυτής ουσίας κάτω από διαφορετικές συνθήκες.

Η πυκνότητα του γάλακτος κυμαίνεται στους 1,0325. Η πυκνότητα του αποβουτυρωμένου γάλακτος είναι υψηλή, ενώ η υψηλότερη τιμή της είναι τόσο χαμηλή όσο υψηλή είναι η λιποπεριεκτικότητα του. Η πυκνότητα του γάλακτος μεταβάλλεται με τη χρονική στιγμή της αμέλξεως. Στο νωπό γάλα, δηλαδή αμέσως μετά την άμελξη, είναι χαμηλή έπειτα αυξάνει και μερικές ώρες μετά την άμελξη η πυκνότητα παραμένει σταθερή. Επίσης, η προέλευση του γάλακτος και ο τρόπος αμέλξεως επιδρούν στην πυκνότητα του γάλακτος (5).

Διαπιστώθηκε ότι είναι πιο εξυπηρετικό να εκφράζεται η πυκνότητα των σωμάτων σε σχέση με κάποια πρότυπη ουσία που συνήθως είναι το νερό. Δημιουργήθηκε έτσι μια αδιάστατη σταθερά που ονομάστηκε ειδικό βάρος και που ορίζεται σαν ο λόγος της πυκνότητας της ουσίας που εξετάζεται προς την πυκνότητα αποσταγμένου νερού της αυτής θερμοκρασίας. Επειδή η πυκνότητα των σωμάτων μεταβάλλεται με την θερμοκρασία επικράτησε στην γαλακτοκομία να μετρούν το ειδικό βάρος στην θερμοκρασία των 15 °C. Πολλοί ερευνητές εν τούτοις πιστεύουν ότι η επιλογή της θερμοκρασίας για την μέτρηση του ειδικού βάρους του γάλακτος είναι λανθασμένη γιατί στην θερμοκρασία αυτή, η φυσική κατάσταση του λίπους του δεν είναι η ενδεδειγμένη για μετρήσεις ειδικού βάρους. Το στερεό λίπος έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος από το υγρό, στην ίδια θερμοκρασία και κατά συνέπεια αν το γάλα διατηρήθηκε σε χαμηλή θερμοκρασία για κάποιο χρόνο και μετά θερμάνθηκε στους 15 °C θα έχει υψηλότερο ειδικό βάρος απ' ότι αν θερμάνθηκε και μετά ψύχθηκε στους 15 °C. Στην πρώτη περίπτωση το λίπος παραμένει ως επί το πλείστον στερεό ενώ στη δεύτερη υγρό (6).

Το ενδιαφέρον μας για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους του γάλακτος προέρχεται από το γεγονός ότι παρέχει ένδειξη για τυχόν νοθεία του.

Το ειδικό βάρος του γάλακτος είναι κατά μέσο όρο 1,032 πλην όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι κυμαίνεται σημαντικά. Όταν το γάλα προέρχεται από μεγάλο αριθμό

αγελάδων αυτό κυμαίνεται συνήθως από 1,027-1,035 στην θερμοκρασία των 15 °C ενώ όταν πρόκειται για γάλα που λαμβάνεται από ένα μόνο ζώο κυμαίνεται περισσότερο.

Στην πράξη διαπιστώθηκε ότι τα γάλατα που έχουν χαμηλή λιποπεριεκτικότητα έχουν μικρό ειδικό βάρος ενώ το αντίθετο συμβαίνει με εκείνα που είναι πλούσια σε λίπος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το ειδικό βάρος του γάλακτος επηρεάζεται επίσης από το βαθμό ενυδατώσεως των πρωτεϊνών του καθώς και από τη σχέση υγρού προς στερεό λίπος (6).

Το γάλα περιέχει 87,5% περίπου νερό, μικρό μέρος του οποίου είναι δεσμευμένο από τις πρωτεΐνες και τις φωσφολιπίδες του (5).

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, η πυκνότητα του άπαχου γάλακτος σε σχέση με του νερού μειώνεται ελαφρά, ιδιαίτερα μεταξύ 5 °C και 40 °C, κατά συνέπεια και το ειδικό βάρος. Η πυκνότητα κατά συνέπεια του πλήρους γάλακτος, μεταβάλλεται περισσότερο από ότι του άπαχου, σε μια δεδομένη μεταβολή της θερμοκρασίας και η μεταβολή είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η λιποπεριεκτικότητα.

Αν το γάλα μείνει χωρίς ανάδευση μετά το άρμεγμα του, παρατηρείται πάντοτε βραδεία μικρή αύξηση του ειδικού του βάρους (6).

Το ειδικό βάρος του άπαχου γάλακτος όπως είναι φυσικό, είναι μεγαλύτερο του πλήρους, κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 1,0320 και 1,0365, στους 15 °C (5).

7. Σημείο πήξεως

Το σημείο πήξεως του γάλακτος, όπως και κάθε άλλου υδατικού συστήματος, εξαρτάται από τη συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών συστατικών, ιδιαίτερα των μικρών μορίων, των ιόντων, της λακτόζης, των πρωτεϊνών του ορού και των αλάτων. Το λίπος όπως υπάρχει υπό τη μορφή των λιποσφαιρίων και η καζεΐνη σε κολλοειδή κατάσταση δεν το επηρεάζουν (5).

Το σημείο πήξεως είναι η πιο σταθερή φυσική ιδιότητα του γάλακτος. Αυτό γιατί η φυσιολογία της εκκρίσεως του στον μαστό είναι τέτοια ώστε η οσμωτική του πίεση να διατηρείται σε ισορροπία με εκείνη του αίματος που είναι σταθερά. Για αυτό οποιαδήποτε σοβαρή μείωση στην περιεκτικότητα του γάλακτος σε λακτόζη, συνοδεύεται πάντοτε από αύξηση της περιεκτικότητας του σε νάτριο και χλώριο. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι το σημείο πήξεως είναι απόλυτα σταθερό. Κυμαίνεται αλλά μέσα σε στενά όρια. Το μέσο σημείο πήξεως του γάλακτος είναι γύρω στο -0,545 °C.

Διάφοροι παράγοντες όπως η διατροφή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, η φυλή και ο χρόνος αρμέγματος έχουν αναφερθεί ότι επηρεάζουν το σημείο πήξεως, πλην όμως

σε περιορισμένο βαθμό. Γεωγραφικές διαφορές έχουν επίσης αναφερθεί που οφείλονται κυρίως σε διαφορές στις εκτρεφόμενες φυλές και στη διατροφή (5).

Η ψύξη και διατήρηση του γάλακτος σε χαμηλή θερμοκρασία αυξάνει ελαφρά το σημείο πήξεως. Οι διάφορες επεξεργασίες που υφίσταται το γάλα, εάν δεν συνεπάγονται αραίωση ή συμπύκνωση του, έχουν μηδαμινή επίδραση στο σημείο πήξεως. Αντίθετοι χειρισμοί του γάλακτος σε κενό, αυξάνουν το σημείο πήξεως. Εάν όμως απομακρύνεται και νερό το σημείο πήξεως μικραίνει. Επίσης μικραίνει και με την ζύμωση του γάλακτος και με την παραγωγή γαλακτικού οξέος (5).

Η όξυνση του γάλακτος επιφέρει πτώση στο σημείο πήξεως του, γιατί αυξάνει τον αριθμό των μορίων των διαλυτών συστατικών εξαιτίας της διασπάσεως μορίων λακτόζης. Ελαφρά νοθεία γάλακτος είναι δυνατό να μη γίνει αντληπτή αν η οξύτητα του είναι υψηλή (28).

Το σημείο πήξεως του γάλακτος χρησιμοποιείται στη βιομηχανία κατά τον έλεγχο της νοθείας του γάλακτος με νερό και προσδιορίζεται με ειδικές συσκευές (κρυσκόπια).

Γάλα με σημείο πήξεως υψηλότερο του $-0,525\text{ }^{\circ}\text{C}$ πρέπει να θεωρείται νοθευμένο. Ωστόσο όσο περισσότερο αντιπροσωπευτικό είναι ένα δείγμα (για παράδειγμα δείγμα από δεξαμενή εργοστασίου και όχι από παραγωγό) τόσο πλησιέστερα προς το μέσο όρο είναι το σημείο πήξεως του. Η χαμηλότερη αυτή τιμή –σε σχέση με εκείνη του αποσταγμένου νερού- οφείλεται κατά 80% σχεδόν στη συγκέντρωση της λακτόζης και τα ιόντα χλωρίου. Οι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες συμβάλλουν ελάχιστα λόγω μικρού συγκριτικά αριθμού moles/gr (5).

8. Σημείο ζέσεως

Το γάλα βράζει στους $100,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $100,17\text{ }^{\circ}\text{C}$, δηλαδή ελάχιστα μεγαλύτερη απ' αυτήν του νερού, και αυτό οφείλεται στα υδατοδιαλυτά συστατικά του. Μετά από το βρασμό όμως το σημείο ζέσεως ελαττώνεται λόγω μερικής καθιζήσεως ορισμένων συστατικών του (22).

9. Δείκτης διάθλασης

Ο δείκτης διάθλασης ενός υγρού είναι χαρακτηριστική σταθερά όταν μετράται κάτω από ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και μήκους κύματος φωτός.

Σε περιπτώσεις υγρών που περιέχουν διαλυμένα διάφορα συστατικά ο δείκτης διαθλάσεως προσδιορίζεται από τον αριθμό και το είδος των μορίων των ουσιών αυτών. Ο δείκτης διαθλάσεως του ορού του γάλακτος κυμαίνεται από 1,3440 έως 1,3485. Το γάλα της βουβάλας δίνει περίπου τον ίδιο δείκτη διαθλάσεως ενώ το γάλα της γυναίκας, αίγας και προβάτου δίνει σχετικά υψηλότερο δείκτη διαθλάσεως. Ο προσδιορισμός του δείκτη

διαθλάσεως στο γάλα έχει δυσκολίες επειδή περιέχει ουσίες σε κolloειδή κατάσταση. Για ακριβέστερες μετρήσεις ενδείκνυται η απομάκρυνση της καζεΐνης και του λίπους. Ο δείκτης διαθλάσεως του ορού του γάλακτος επειδή επηρεάζεται μόνο από τα διαλυτά συστατικά του εμφανίζεται πολύ σταθερός και γι' αυτό μπορεί να αποτελέσει κριτήριο για τον προσδιορισμό ενδεχόμενης νοθείας (προσθήκη νερού). Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που μπορεί να επηρεαστεί και από τη θερμοκρασία και το μήκος κύματος φωτός που χρησιμοποιείται. Επίσης ο δείκτης διαθλάσεως χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί το στερεό υπόλειμμα του γάλακτος. Για τη λήψη αντικειμενικών αποτελεσμάτων θα πρέπει το δείγμα που εξετάζεται με το διαθλασίμετρο να είναι σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού (5).

10. Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Το γάλα περιέχει διάφορα είδη ιόντων κατά συνέπεια είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Εμφανίζει μια αγωγιμότητα αλλά και μια αντίσταση στη δίοδο ηλεκτρικού ρεύματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση και αντίστροφα. Η αντίσταση του γάλακτος στη δίοδο ηλεκτρικού ρεύματος εκφράζεται από την ειδική ηλεκτρική αντίσταση του που είναι η αντίσταση σε ohms, ενώ η αγωγιμότητα εκφράζεται από την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα του που είναι η αντίστροφη τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και εκφράζεται σε ohm^{-1} (5).

Η ειδική αγωγιμότητα του κανονικού γάλακτος είναι σχετικά μικρή, κυμαίνεται συνήθως από 0,0040 έως 0,0060 ohm^{-1} , στους 25 °C. Μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται σε περιπτώσεις που το γάλα λαμβάνεται από ζώα προσβλημένα από μαστίτιδα οπότε παρατηρείται πολύ υψηλή συγκέντρωση νατρίου και χλωρίου. Η ειδική αγωγιμότητα του πλήρους γάλακτος είναι μικρότερη του άπαχου κατά 10%, ενώ της κορυφής κυμαίνεται με τη λιποπεριεκτικότητα της. Τα λιποσφαίρια ελαττώνουν την αγωγιμότητα διότι καταλαμβάνουν όγκο και διότι παρεμποδίζουν την κίνηση των ιόντων.

Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την αγωγιμότητα του γάλακτος περίπου κατά 0,001 ohm^{-1} / 1 °C και γι' αυτό θα πρέπει να ελέγχεται με προσοχή σε περιπτώσεις μετρήσεων. Με την αραιώση του γάλακτος η αγωγιμότητα μειώνεται.

Η συμπύκνωση του γάλακτος προξενεί αύξηση της αγωγιμότητας μέχρι ένα μέγιστο που επιτυγχάνεται όταν αυτό έχει περίπου 30% άνευ λίπους στερεά συστατικά. Παραπέρα συμπύκνωση προξενεί μείωση της αγωγιμότητας.

Η παραγωγή οξύτητας από βακτηριακή δραστηριότητα αυξάνει την αγωγιμότητα του γάλακτος κατά 0,0005 ohm^{-1} για κάθε 0,1% αύξηση της οξύτητας.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του γάλακτος έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ως δείκτης προσβολής των ζώων από μαστίτιδα. Επίσης χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της νοθείας με νερό οπότε παρατηρείται μείωση της αγωγιμότητας. Απορρυπαντικά (ανιοντικά ή κατιοντικά) καθώς και ορισμένα απολυμαντικά (τεταρτοταγείς ενώσεις του αμμωνίου, υποχλωριώδη κ.α.) αυξάνουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του γάλακτος (6).

11. Ειδική θερμότητα και θερμική αγωγιμότητα

Η ειδική θερμότητα μιας ουσίας εκφράζει την ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται προκειμένου να ανυψωθεί η θερμοκρασία μιας μονάδας μάζας της κατά μια μονάδα θερμοκρασίας.

Η ειδική θερμότητα του γάλακτος είναι μικρότερη από εκείνη του νερού ($1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$) και επηρεάζεται από την λιποπεριεκτικότητα και τη θερμοκρασία. Έτσι στους 0°C η ειδική θερμότητα του αποβουτυρωμένου γάλακτος είναι κατά προσέγγιση, 0,95, του πλήρους γάλακτος 0,92, της κρέμας 30% 0,67 και του καθαρού λίπους γάλακτος 0,51 (5).

Πίνακας 5. Ειδική θερμότητα σε διάφορες θερμοκρασίες (5)

<i>Προϊόν</i>	<i>0°C</i>	<i>15°C</i>	<i>40°C</i>	<i>60°C</i>
Πλήρες γάλα	0,920	0,938	0,930	0,918
Άπαχο γάλα	0,940	0,943	0,952	0,963
Τυρόγαλα	0,978	0,976	0,974	0,972
Κορυφή 15%	0,750	0,923	0,899	0,900
Κορυφή 30%	0,673	0,983	0,852	0,860
Κορυφή 45%	0,605	1,016	0,787	0,793
Βούτυρο	-	-	0,556	0,580
Βουτυρέλαιο	-	-	0,500	0,530

Η θερμική αγωγιμότητα είναι συμπληρωματική έννοια της ειδικής θερμότητας και εκφράζει το ρυθμό μεταφοράς της θερμότητας (με αγωγιμότητα) ανά μονάδα μήκους, ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα θερμοκρασίας (6).

Στο γάλα η μικρότερη θερμική αγωγιμότητα εμφανίζεται στους $35 - 37^\circ\text{C}$ ($0,46 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$) ενώ είναι μεγαλύτερη στους 0°C . Στους 80°C είναι $0,53 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C}$ και είναι μικρότερη από εκείνη του νερού για την ίδια θερμοκρασία. Επηρεάζεται από την

ποσότητα των στερεών συστατικών του γάλακτος και μειώνεται όταν το στερεό υπόλειμμα αυξάνεται.

Η ειδική θερμότητα και η θερμική αγωγιμότητα έχουν μεγάλη πρακτική σημασία στις μελέτες υπολογισμού της ενέργειας που απαιτείται για την θερμική επεξεργασία ή την ψύξη του γάλακτος και των προϊόντων του (22).

12. Δημιουργία αφρού

Το πλήρες και το άπαχο γάλα καθώς και η κορυφή έχουν την ιδιότητα, υπό ορισμένες συνθήκες, να σχηματίζουν αφρό που σε πολλές περιπτώσεις είναι επιθυμητός, ενώ σε άλλες δημιουργεί προβλήματα.

Η κύρια αιτία δημιουργίας του αφρού είναι οι πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αφρού άπαχου γάλακτος είναι κατά 0,12 έως 0,63% μεγαλύτερη του γάλακτος κάτω από τον αφρό. Η θερμοκρασία επηρεάζει επίσης την ικανότητα σχηματισμού αφρού.

Η παστερίωση δεν επηρεάζει αξιολογικά την ικανότητα σχηματισμού αφρού ενώ η ομογενοποίηση την αυξάνει όταν μετράται μεταξύ 4-27 °C και την μειώνει στους 60 °C.

Οι φωσφολιπίδες μειώνουν την ικανότητα σχηματισμού αφρού. Όταν σε άπαχο γάλα που αναδεύεται για να σχηματίσει αφρό σε θερμοκρασία 35 °C προστεθεί λίπος μέχρι ποσοστό 5% μειώνεται ο όγκος και η σταθερότητα του αφρού. Παραπέρα αύξηση του λίπους και μέχρι 20% αυξάνει σταθερά τον όγκο και την σταθερότητα του. Αν το άπαχο γάλα αναδευτεί στους 6 °C για να σχηματίσει αφρό ο όγκος του αφρού δεν μεταβάλλεται έστω και αν αυξηθεί η λιποπεριεκτικότητα του (5).

13. Αδιαφάνεια

Αυτή οφείλεται στη ανάκλαση του φωτός. Τα κolloειδή τεμάχια του γάλακτος, δηλαδή φωσφορικό ασβέστιο, κιτρικό ασβέστιο, λιποσφαιρίδια, εμποδίζουν τη διόδο των φωτεινών ακτίνων. Στην αραιώση με νερό γίνεται το γάλα διαπερατό. Στην ιδιότητα αυτή βασίζεται και ο έλεγχος της νοθείας με νερό, πλην όμως η μέθοδος αυτή έχει σταματήσει να έχει πρακτική σημασία. Στο υπεριώδες φως το γάλα έχει χρώμα πρασινοκίτρινο, ενώ η σκόνη γάλακτος έχει κόκκινο χρώμα (5).

14. Οξύτητα

Η ιδιότητα που ενδιαφέρει σημαντικά όλες τις βιομηχανίες του γάλακτος είναι η οξύτητα, αυτή θα προσδιορίσει σε μεγάλο βαθμό την παραπέρα χρήση του γάλακτος, το είδος και την ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων που θα παραχθούν (5).

Το γάλα κατά τον χρόνο που αρμέγεται είναι ελαφρά όξινο γεγονός που οφείλεται στα συστατικά του καζεΐνη, αλβουμίνη, φωσφορικές και κιτρικές ενώσεις καθώς και στο CO₂ που περιέχει. Η οξύτητα αυτή του γάλακτος καλείται αρχική οξύτητα. Στο στάδιο αυτό το κανονικό γάλα δεν περιέχει περισσότερο από 0,002% γαλακτικό οξύ.

Εάν το γάλα μετά το άρμεγμα παραμένει χωρίς ψύξη η οξύτητά του μεταβάλλεται γρήγορα γιατί αναπτύσσονται σ' αυτό διάφορα μικρόβια, τα περισσότερα από τα οποία διασπούν τη λακτόζη και παράγουν γαλακτικό και άλλα οξέα. Το τμήμα αυτό της οξύτητας του γάλακτος που είναι αποτέλεσμα μόνο μικροβιακής δραστηριότητας και δεν οφείλεται στα συστατικά του καλείται πραγματική οξύτητα (6).

Το άθροισμα της αρχικής και της πραγματικής οξύτητας αποτελεί την ολική οξύτητα του γάλακτος. Ιδιαίτερη σημασία για τις βιομηχανίες γάλακτος έχει η πραγματική του οξύτητα. Μεγάλη πραγματική οξύτητα σημαίνει σοβαρή υποβάθμιση στην ποιότητα του γάλακτος.

Ο προσδιορισμός της οξύτητας του γάλακτος είναι δυνατόν να γίνει κατά τρόπο εμπειρικό ή με διάφορες εργαστηριακές μεθόδους. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται πεπειραμένο προσωπικό το οποίο μπορεί να διακρίνει από την οσμή και τη γεύση τα γάλατα που έχουν προχωρημένη οξύτητα και έτσι καθίσταται δυνατός ένας γρήγορος διαχωρισμός μεταξύ καλού και αλλοιωμένου γάλακτος κατά την παραλαβή του στο εργοστάσιο. Ο χρωματομετρικός προσδιορισμός της οξύτητας γίνεται με ορισμένους δείκτες, οι δείκτες αυτοί μεταβάλουν χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος που βρίσκονται. Στο εργαστήριο η οξύτητα του γάλακτος συνήθως προσδιορίζεται ή με ογκομέτρηση ή με χρησιμοποίηση ειδικών οργάνων των πεχαμέτρων.

Στην πρώτη περίπτωση λαμβάνουμε την τιτλοδοτούμενη οξύτητα του γάλακτος, ενώ στη δεύτερη το pH (5).

Το pH κανονικού φρέσκου γάλακτος κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 6, 60 και 6, 75. Τιμές μεγαλύτερες του 6,75 υποδηλώνουν πιθανή προσβολή του ζώου από μαστίτιδα ενώ μικρότερες του 6,5 δείχνουν αλλοίωση του γάλακτος από βακτήρια ή προσθήκη πρωτογάλακτος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω τιμές pH για το κανονικό γάλα λήφθηκαν σε θερμοκρασίες γύρω στους 25 °C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες το pH του γάλακτος μειώνεται λόγω παραγωγής οξέων από μερική διάσπαση της λακτόζης. Η

συμπύκνωση του γάλακτος σε βαθμό ώστε το στερεό υπόλειμμα να ανέλθει σε 30 έως 60 g/100 ml προκαλεί μείωση του pH κατά 0,2. Μείωση του pH παρατηρείται επίσης και στη βραδεία κατάψυξη ή τη συντήρηση του γάλακτος σε θερμοκρασία -7 έως -12 °C.

Το πρωτόγαλα εμφανίζει πολύ χαμηλό pH ενώ το γάλα από ζώα προσβλημένα από μαστίτιδα υψηλό μέχρι και 7,5. Αυτό οφείλεται στην εντελώς διαφορετική σύσταση του από του κανονικού γάλακτος.

Το φρέσκο γάλα ενεργεί σαν ένα πολύπλοκο ρυθμιστικό διάλυμα εξ' αιτίας της συστάσεως του, σε pH μεταξύ 4,8 και 8,3 (6).

Το διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχει στο γάλα τη στιγμή που λαμβάνεται από την αγελάδα σε ποσοστό 10% κατ' όγκο το οποίο όμως χάνεται γρήγορα στην ατμόσφαιρα που έχει μικρότερη περιεκτικότητα. Οι απώλειες αυξάνονται με τη θέρμανση, ανάδευση ή επεξεργασία σε κενό. Το απαστερίωτο γάλα του εμπορίου περιέχει το ήμισυ του αρχικού του διοξειδίου του άνθρακα. Το τελευταίο συμπεριφέρεται στο γάλα σαν οξύ και κάθε μεταβολή του κατά 1% κατ' όγκο μεταβάλλει την τιτλοδοτούμενη οξύτητα κατά 0,004.

Διακυμάνσεις στο ρυθμιστικό διάλυμα του γάλακτος οφείλονται στο διαλυόμενο CO₂, στην μεταβολή της ενυδάτωσης των λευκωμάτων του γάλακτος, στην παρουσία γαλακτικού οξέος και τέλος στη μετατόπιση της ρυθμιστικής δύναμης του γάλακτος (5).

15. Δυναμικό οξειδίου - αναγωγής

Το γάλα περιέχει αρκετά όξειδο-αναγωγικά συστήματα (ασκορβικό, γαλακτικό, πυροσταφυλικό, ριβοφλαβίνη, οξυγόνο) η σχετική συγκέντρωση των οποίων καθορίζει και το δυναμικό οξειδίου - αναγωγής του (Eh) σε δεδομένη στιγμή.

Το πρόσφατης αμέλξεως φυσιολογικό γάλα έχει θετικό Eh που κυμαίνεται από +200 και +300 mVolts και αυτό οφείλεται στο διαλυμένο οξυγόνο που περιέχει. Εάν η άμελξη γίνει με συνθήκες κενού τότε παίρνεται γάλα με αρνητικό Eh, αλλά αμέσως μόλις το δείγμα εκτεθεί στον αέρα το Eh γίνεται θετικό.

Ανάπτυξη οξυγαλακτικών βακτηρίων (*Lactobacillus*, *Streptococcus*) σε δείγμα γάλακτος μετατρέπει το Eh σε αρνητικό.

Η θέρμανση προκαλεί πτώση του Eh σε αρνητικές τιμές και αυτό οφείλεται στην μετουσίωση ορισμένων πρωτεϊνών και ιδιαίτερα της β-γαλακτοσφαιρίνης (5).

1.6 Η θρεπτική αξία του γάλατος

Το γάλα είναι ένα βιολογικό προϊόν που αποτελεί βασική τροφή για τον άνθρωπο σε όλες τις ηλικίες του και ιδίως για το αναπτυσσόμενο παιδί. Εξάλλου μήπως το γάλα δεν είναι η πρώτη και μοναδική (για το πρώτο 6μηνο) τροφή των βρεφών.

Το γάλα θεωρείται μια πλήρης τροφή γιατί :

Οι πρωτεΐνες του είναι από τις καλύτερες που υπάρχουν, διότι έχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα και μάλιστα στην σωστή αναλογία ώστε να επιτρέπουν στον οργανισμό να φτιάξει τις δικές του πρωτεΐνες (σάρκα, αίμα, πεπτικά υγρά, ένζυμα, κ.τ.λ.)

Πίνακας 6. Περιεκτικότητα σε Ca διαφόρων ειδών γάλακτος Γάλα Ca(mg/100gr)

Αγελαδινό	110-130
Πρόβειο	162-259
Κατσικίσιο	102-203
Παστεριωμένο/άπαχο	120
Παστεριωμένο/πλήρες	115
Μακράς διάρκειας	120
Σοκολατούχο	118
Σοκολατούχο	292
Συμπυκνωμένο/σοκολατούχο/πλήρες	289

Η ενέργεια που προσδίδει προέρχεται κυρίως από το λίπος του, που είναι εύπεπτο και περιέχει και την βιταμίνη Α που προφυλάσσει από την ξηροφθαλμία και διατηρεί τους βλεννογόνους και την επιδερμίδα σε καλή κατάσταση. Μισό κιλό γάλα δίνει πάνω από το 60% των θερμιδικών αναγκών του παιδιού σε ασβέστιο και καλύπτει το 75% από τις ημερήσιες ανάγκες του ενήλικα.

Παράλληλα, το μισό κιλό γάλα, δίνει το 80% των αναγκών του παιδιού σε βιταμίνη Β₂ που ρυθμίζει την καλή λειτουργία θρέψεως του οργανισμού και το 30% της βιταμίνης Β₁ που τονώνει τα νεύρα και την ζωηρότητα του οργανισμού. Στον ενήλικα δίνει τις μισές ποσότητες από εκείνες που δίνει στο παιδί. Είναι πλούσιο σε ασβέστιο. Αντιθέτως, δεν περιέχει πολύ σίδηρο αλλά ούτε και αρκετή βιταμίνη C. Είναι ανεπαρκές στη βιταμίνη D που ρυθμίζει την πρόσληψη του ασβεστίου και επομένως δεν μπορεί να αξιοποιηθεί το ασβέστιο του γάλακτος.

1.7 Τύποι γάλατος

Γάλα ονομάζουμε το προϊόν της άμελης των ζώων. Ως φρέσκο θεωρείται το γάλα το οποίο έχει περιορισμένο αριθμό ημερών μέχρι τη λήξη του, δηλαδή την ημερομηνία όπου ξεκινά η αλλοίωση του. Έτσι λοιπόν έχουμε τα εξής είδη γάλακτος, όπως αυτά κατηγοριοποιούνται από καταναλωτές, επιχειρήσεις αλλά και κτηνοπαραγωγούς:

- 1. Νωπό γάλα :** είναι το γάλα που παράγεται από το ζώο (αγελάδα, αίγα, πρόβατο) και το οποίο δεν έχει θερμανθεί σε θερμοκρασία υψηλότερη των 40 °C. Η μόνη επεξεργασία την οποία μπορεί να υποστεί είναι η διήθηση, η ψύξη και η ομογενοποίηση. Η συγκεκριμένη κατηγορία γάλακτος δεν αποτελεί προϊόν ευρείας κατανάλωσης και περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά για ιδιοκατανάλωση από τους παραγωγούς.
- 2. Θερμικά επεξεργασμένο γάλα** είναι το γάλα που παράγεται με θερμική επεξεργασία άμεσα και αποκλειστικά από νωπό γάλα και μπορεί να παραχθεί σε τρεις μορφές:
- 3. Παστεριωμένο γάλα** το οποίο παράγεται μέσω θερμικής επεξεργασίας μέσω της οποίας, δημιουργείται υψηλή θερμοκρασία σε βραχύ χρονικό διάστημα, (τουλάχιστον στους 71,7 °C για 15'' ή οποιοσδήποτε ισοδύναμος συνδυασμός). Ο ισοδύναμος συνδυασμός εκτιμάται εντός των ορίων θέρμανσης που αποδίδουν αρνητική μεν τη δοκιμή φωσφατάσης, αλλά θετική τη δοκιμή υπεροξειδάσης. Στην πράξη η θερμοκρασία δεν πρέπει τους 80 °C με αποτέλεσμα το παστεριωμένο γάλα να είναι πιο κοντά προς το φυσικό, χωρίς όμως να μπορεί να διατηρηθεί για διάστημα πέρα των 5 ημερών (στις 5 ημέρες συμπεριλαμβάνεται και η ημέρα της παστερίωσης). Αμέσως μετά την παστερίωση ψύχεται σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6 °C, θερμοκρασία και στην οποία συντηρείται (θα πρέπει να σημειωθεί ότι το φρέσκο γάλα που κυκλοφορεί στην αγορά είναι το παστεριωμένο γάλα).
- 4. Γάλα υψηλής παστερίωσης** το οποίο παράγεται μέσω θερμικής επεξεργασίας σε θερμοκρασία υψηλότερη από το παστεριωμένο και χαμηλότερο από το μακράς διάρκειας.
- 5. Γάλα UHT** (πολύ υψηλής παστερίωσης-μακράς διάρκειας), είναι αυτό που έχει παραχθεί με τη μέθοδο θέρμανσης σε συνεχή ροή εφαρμοζόμενη μόνο μια φορά ,χωρίς διακοπή, η οποία να το εκθέτει σε υψηλή θερμοκρασία επί μακρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον +135 °C).

6. Αποστειρωμένο γάλα είναι που έχει αποστειρωθεί μέσα σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες και το σύστημα κλεισίματος αυτών πρέπει να παραμείνει άθικτο.

7. Συμπυκνωμένο γάλα

Σήμερα διακρίνονται δύο τύποι συμπυκνωμένου γάλακτος: το συμπυκνωμένο σακχαρούχο που δεν είναι αποστειρωμένο και το συμπυκνωμένο μη σακχαρούχο γάλα που είναι αποστειρωμένο. Η συμπύκνωση του γάλακτος αποβλέπει στην απομάκρυνση σημαντικού μέρους του ύδατος που περιέχεται στο γάλα, με σκοπό την καλύτερη συντήρησή του προϊόντος και τον περιορισμό των εξόδων συσκευασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Γενική μικροβιολογία του γάλακτος

Η παρουσία των διάφορων μικροοργανισμών στο γάλα είναι τελείως αποδεδειγμένοι έτσι ώστε μπορούμε να πούμε ότι οι μικροοργανισμοί αποτελούν κανονικό συστατικό του. Πηγές προελεύσεως των μικροοργανισμών αποτελούν: 1) ο μαστός 2) Άλλες πηγές μόλυνσεως από το περιβάλλον κατά την λήψη του γάλακτος (11).

Το μεγαλύτερο μέρος των μικροοργανισμών που συναντάμε στο γάλα, είναι βακτήρια (εννοούμε ζωντανούς μικροοργανισμούς που ανήκουν στο φυτικό ή ζωικό βασίλειο, οι οποίοι διατρέφονται απορροφώντας θρεπτικές ουσίες από την κυτταρική μεμβράνη και αναπτύσσονται και αναπαράγονται ταχύτατα ώστε σε μικρό χρονικό διάστημα να προκαλούν σημαντικές μεταβολές στο περιβάλλον αναπτύξεώς τους), ενώ σπάνια βρίσκουμε ζύμες, μύκητες και ιούς (19).

Έτσι πρέπει να γνωρίσουμε τους παθογόνους οργανισμούς που συναντάμε στο γάλα όπως αυτοί δύνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7. Παθογόνοι μικροοργανισμοί στο γάλα (1)

<p>α) Ζωικής προελεύσεως (αρρώστιες των ζώων)</p> <p><i>Mycobacterium tuberculosis</i></p> <p><i>Brucella abortus</i></p> <p><i>Streptococcus agalactiae, str. faecalis, str. viridans, corynebacterium pyogenes, staphylococcus aureus.</i></p> <p>Ιοί που προσβάλλουν τα πόδια και το σώμα των ζώων</p> <p>Εξανθηματικοί ιοί</p> <p>Μύκητες του γένους <i>Actinomyces</i></p> <p><i>Salmonella dublin</i> και <i>Typhi-murium</i> μαζί με άλλους τοξικούς μικροοργανισμούς</p> <p><i>Coxiella burneti</i> (Q πυρετός)</p>
<p>β) Μικροοργανισμοί ανθρώπινης προέλευσης</p> <p>Τυφοειδής πυρετός, <i>Salmonella typhosa</i> και <i>S. Paratyphi-B</i></p> <p>Δυσεντερία <i>Shigella disenteriae</i></p> <p><i>Streptococcus hemolyticus</i></p> <p>Επιδημίες διάρροιας (<i>E. Coli</i> ή <i>Clostridium welchii</i>)</p> <p>Φυματίωση ανθρώπινης προέλευσης.</p>

Τους μη παθογόνους μικροοργανισμούς του γάλακτος τους κατατάσσουμε ανάλογα με την τεχνολογική τους σημασία όπως φαίνεται στον πίνακα 7. Έτσι έχουμε τα

γένη και τα είδη μικροοργανισμών κατά σειρά θερμοανθεκτικότητας που έχει ιδιαίτερη σημασία κατά την θερμική επεξεργασία του γάλακτος.

Πίνακας 8. Θερμοάντοχα βακτήρια του γάλακτος (1)

<i>ΓΕΝΟΙ</i>	<i>ΕΙΔΟΙ</i>
1. <i>Alcaligenes</i>	<i>A. tolerans</i>
2. <i>Streptococcus</i>	<i>S. faecalis</i> , <i>S. bovis</i> , <i>S. durans</i> <i>S. thermophilus</i>
3. <i>Micrococcus</i>	<i>M. luteus</i> , <i>M. varians</i> , <i>M. candidum</i> <i>M. caseotulicus</i> , <i>M. freudeureichii</i>
4. <i>Microbacterium</i>	<i>M. lactium</i> , <i>liquefaciens</i>
Αερόβιοι και αναερόβιοι <i>B. cereus</i> , που σχηματίζουν βάκλοι αντίστοιχα σπόρια <i>B. subtilis</i> , <i>C. (TYRO)-butricum</i> , <i>cacillus</i> και <i>Clostridium B. coagulans</i> , <i>C. perfringens</i>	

2.1 Μικροοργανισμοί

Οι μικροοργανισμοί είναι ζωντανοί οργανισμοί, μη ορατοί με το γυμνό μάτι, σχήματος σφαιρικό, ή μορφής σπείρας διαφόρων μεγεθών με την ικανότητα να αναπαράγονται και να αναπτύσσονται. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των μικροοργανισμών που συναντάμε στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι βασικής σημασίας διότι έτσι γνωρίζουμε τις συνέπειες που θα προκαλέσουν σε αυτά αλλά και στον άνθρωπο (πίνακας 7) (7).

1. Οικογένεια *Pseudomonadaceae*

Από τα γένη που αναφέρονται στον πίνακα 7 έχουν σημασία για το γάλα και τα προϊόντα το *Pseudomonas* και το *Brucella*. Και τα δύο γένη είναι αρνητικά κατά Gram, αρνητικά στη δοκιμή κατά της καταλάσης, αναπτύσσονται εύκολα και είναι εξαιρετικά αερόβια (1).

Το γένος *Pseudomonas* περιλαμβάνει μικροοργανισμούς που προέρχονται κυρία από το νερό και το έδαφος, γι' αυτό και αποτελούν μέρος της ψυχρότροφης χλωρίδας του γάλακτος. Όταν βρίσκονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα προκαλούν σφάλματα λόγω των λιπολυτικών τους ιδιοτήτων. Καταστρέφονται με την παστερίωση (3).

Το γένος *Brucella*, περιλαμβάνει είδη που είναι παθογόνα για τον άνθρωπο και τα ζώα. Μέλη του γένους αυτού προκαλούν τη ασθένεια βρουκέλλωση στον άνθρωπο (13).

Υπάρχουν τρία είδη αρνητικά κατά Gram οι οποίοι δεν ζυμώνουν τους υδατάνθρακες. Η *Brucella abortus*, παθογόνο για τις αγελάδες προκαλεί αποβολές και

συγχρόνως μη σύλληψη και ελάττωση της απόδοσης του γάλακτος. Μπορεί να προσβάλει τον άνθρωπο με μελιταίο πυρετό. Καταστρέφεται στη θερμοκρασία παστερίωσης. Η *Brucella melitensis*, προκαλεί τον μελιταίο πυρετό, την βρουκέλλωση και προσβάλει ιδιαίτερα τα πρόβατα και τις κατσίκες και λιγότερο τις αγελάδες και τον άνθρωπο. Η *Brucella suis* παρασιτεί τους χοίρους και είναι δυνατόν να προσβάλλει τον άνθρωπο και τα ζώα (3).

Τέλος στην ίδια οικογένεια περιλαμβάνεται το γένος *Alcaligenes* με είδη εξαιρετικά αερόβια (1).

2. Οικογένεια *Enterobacteriaceae*

Οι μικροοργανισμοί αυτής της οικογένειας δημιουργούν τα μεγαλύτερα προβλήματα στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν ένδειξη μόλυνσής τους. Τα βακτήρια αυτής της οικογένειας είναι αρνητικά κατά Gram και είναι αερόβια ή ελαφρώς αναερόβια. Τα περισσότερα γένη ζουν στο πεπτικό σύστημα των ζώων και του ανθρώπου, μερικά μάλιστα από αυτά προκαλούν εντερικές διαταραχές. Δεν χαρακτηρίζονται από θερμοανθεκτικότητα και καταστρέφονται από την παστερίωση (1).

Διακρίνονται σε αυτούς που ζυμώνουν την λακτόζη, οι οποίοι είναι γνωστοί με το όνομα κολοβακτηριοειδή (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Aerobacter* κ.α.) και σε αυτούς που δεν ζυμώνουν την λακτόζη (*Shigella*, *Salmonella*). Μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα είδη είναι: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* κ.α. (3).

Οι αντιγονικές ιδιότητες των εντεροβακτηρίων, συνδέονται άμεσα, ανάλογα με τον τύπο, με την προσβολή του ανθρώπου από μεταδοτικές αρρώστιες. Έτσι η *Salmonella* που προκαλεί τον τύφο και παράτυφο στον άνθρωπο, διότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπαίνουν στο στόμα περνούν συνέχεια από τα έντερα και καταλήγουν στο γάλα. Γενικά είναι δυνατόν να έχουμε μια πρώτη προσβολή στα ζώα ή τα φυτά και μια δεύτερη στον άνθρωπο (13).

Επίσης η *Escherichia coli* η οποία προέρχεται από τα κόπρανα και εντοπίζεται στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των ζώων. Η παρουσία της στα τρόφιμα αποδεικνύεται από την εντερική μόλυνση. Μερικά στελέχη της είναι παθογόνα για τον άνθρωπο και τα ζώα που προκαλούν όπως αναφέρθηκε γαστρεντερίτιδες στα νήπια και στους υπερήλικες (14).

Τέλος, το *Aerobacter aerogenes* βρίσκεται στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου και του ζώου και προκαλεί μολύνσεις στον ουρητικό αγωγό. Και η *Escherichia* και το *Aerobacter aerogenes* προσδίδουν ελαττώματα στο άρωμα των προϊόντων γάλακτος, το σπουδαιότερο είναι το μη καθαρό άρωμα. Τα μέτρα που παίρνουμε για την διασφάλιση

της δημόσιας υγείας, είναι η υποχρεωτική παστερίωση του γάλακτος για οποιαδήποτε χρήση και αν προσδιορίζεται (13).

3. Οικογένεια *Vibrionaceae*

Μεταξύ των γενών που συναντάμε στο γάλα είναι τα *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*. Είναι αρνητικά κατά Gram αερόβιοι ή αναερόβιοι. Τα τρία αυτά γένη διακρίνονται μεταξύ τους από το γεγονός ότι το πρώτο παράγει έγχρωμες αποικίες ενώ το *Flavobacterium* παράγει χρώματος violet και το *Chromobacterium* κίτρινου χρώματος. Μερικά είδη παράγουν εξωκυτταρικά ένζυμα θερμοάντοχα, που αποτελούν και την ψυχροφιλή χλωρίδα, ενώ είδη *Flavobacterium* είναι δυνατόν να προκαλούν ιξώδες υφή στο γάλα θερμοκρασίας 4 °C.

4. Οικογένεια *Micrococcaceae*

Είναι ακίνητοι, θετικοί κατά Gram ή αναερόβιοι (1).

α) Το γένος *Micrococcus*

Συνήθως είναι αερόβιοι, υπάρχουν όμως και αναερόβιοι, που ζυμώνουν την γλυκόζη. Δεν είναι παθογόνοι και αποτελούν μέρος της συνηθισμένης χλωρίδας του γάλακτος κατά την άμεγλη. Από το γεγονός ότι έχουν μειωμένη ενζυματική ικανότητα δεν δημιουργούν σοβαρά προβλήματα τόσο στην συντήρηση όσο και στην επεξεργασία του γάλακτος. Τα είδη που συναντάμε συνήθως στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι *M. Luteus*, *M. Varians*, *M. Freudenreichii*.

β) Το γένος *Staphylococcus*

Είναι αναερόβιοι και ζυμώνουν την γλυκόζη με ταυτόχρονη πτώση του pH στο 4.3 έως 4.5. Οι μικροβιολόγοι τροφίμων τους διακρίνουν σε δύο είδη, τους παθογόνους και τους μη παθογόνους (1).

Οι πιο γνωστοί για το γάλα είναι ο *Staphylococcus Aureus* (προκαλεί αιμόλυση, παράγουν τοξίνες οι οποίες μένουν σταθερές με την παστερίωση ενώ ο *Staphylococcus* καταστρέφεται) και *Albus* που προκαλούν διάφορες μαστίτιδες στα ζώα, καθώς και ο *Stap. Epidermidis* και ο *Str. Saprophyticus*.

5. Οικογένεια *Streptococaceae*

Είναι θετικά κατά Gram και προαιρετικά αναερόβια και όλα αρνητικά στην καταλάση. Δύο είναι τα ενδιαφέροντα γένη: (1)

α) Το *Streptococcus*

Προαιρετικά αναερόβια, παράγουν γαλακτικό οξύ, αναπτύσσονται στους 37 °C, έχουν μεγάλες απαιτήσεις θρεπτικές. Ένα μέρος είναι παθογόνοι (1).

Ο *Str. pyogenes* είναι παθογόνο για τον άνθρωπο με σοβαρές συνέπειες στο αναπνευστικό κυρίως σύστημα. Καταστρέφεται με την παστερίωση. Ο *Str. zooepidemicus* προσβάλλει κυρίως τα ζώα, όχι όμως τον άνθρωπο (3).

Ο *Str. agalactiae* προσβάλλει κύρια το μαστό και στελέχη του επιβιώνουν στην παστερίωση (13).

Ο *Str. bovis* έχει βρεθεί στο πεπτικό σύστημα των αγελάδων και προβάτων καθώς και στα κόπρανα του ανθρώπου. Στο γάλα όταν βρεθεί επηρεάζει την καζεΐνη. Ο *Str. thermophilus* χρησιμοποιείται ευρύτατα ως οξυγαλακτική καλλιέργεια και για το γιαούρτι. Παρουσιάζει ευαισθησία στα αντιβιοτικά και αναστέλλεται η δράση της παρουσία πενικιλίνης.

Ο *Str. faecalis* έχει απομονωθεί από τον άνθρωπο και τα ζώα. Η παρουσία του επιβεβαιώνει την μόλυνση από κοπριά. Ο *Str. uberis* βρέθηκε στα κόπρανα της αγελάδας και είναι υπεύθυνος για μια μορφή μαστίτιδας. Ο *Str. lactis* βρίσκεται σε όλα τα είδη γάλακτος και λαμβάνει ενεργό μέρος στην ωρίμανση των τυριών. Η δράση του αναχαιτίζεται παρουσία μικρών ποσοτήτων αντιβιοτικών. Ο *Str. cremoris* είναι ενδεδειγμένος για την οξύνιση της κορυφής του γάλακτος καθώς και για την παρασκευή τυριού και βουτύρου. Ο *Str. liquefaciens* προκαλεί την δημιουργία πεπτόνης στο γάλα και είναι πιθανώς η αιτία της πικρής γεύσης του τυριού. Βρίσκεται στον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και ζώων και στα προϊόντα του γάλακτος. Ο *Str. durans* είναι σχεδόν σπάνιος στα προϊόντα του γάλακτος και βρίσκεται στον εντερικό σωλήνα (3).

β) *Leuconostoc*.

Το γένος αυτό περιλαμβάνει είδη που χρησιμοποιούνται ως οξυγαλακτικές καλλιέργειες. Όλα τα είδη είναι ετεροζυμωτικά και παράγουν οξύ, αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Έχουν μεγάλες θρεπτικές απαιτήσεις και δεν είναι παθογόνοι. Ο *Leuconostoc mesenteroides* βρίσκεται στα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα φρούτα (1).

6. Οικογένεια *Bacillaceae*

Από τα πέντε γένη της οικογένειας τα δύο *Bacillus* και *Clostridium* έχουν ιδιαίτερη σημασία για την γαλακτοκομία. Είναι θετικά κατά Gram αερόβιοι και αναερόβιοι. Τα δύο γένη διαφέρουν στο ότι το *Bacillus* είναι θετικό στην καταλάση (1).

Το γένος *Bacillus* βρίσκεται στο έδαφος αλλά και στα γαλακτοκομικά προϊόντα που μεταφέρονται με τον αέρα, τις τροφές και το νερό. Ο *Bacillus cereus*, παράγει τοξίνες και επομένως δηλητηριάσεις και μάλιστα με πολύ μικρό αριθμό βακτηρίων. Επίσης αποτελεί αιτία της γλυκείας πήξεως του παστεριωμένου γάλακτος και της πικρής γεύσης της κρέμας. Τα σπόρια του εμφανίζονται στο γάλα UHT (25).

Ο *Bacillus subtilis* προκαλεί την ιξώδη ή ινώδη υφή του νωπού και παστεριωμένου γάλακτος καθώς και την γλυκεία πήξη. Προκαλεί σφάλματα στα γαλακτοκομικά προϊόντα αλλά σπάνια είναι παθογόνος για τον άνθρωπο (3).

Ο *Bacillus stearothermophilus* αναπτύσσεται κυρίως στα κονσερβοποιημένα προϊόντα στα οποία προκαλεί οξίνιση και ανούσια γεύση. Χρησιμοποιείται στο προσδιορισμό των αντιβιοτικών στο γάλα λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του σ' αυτό. Ο *Bacillus coagulans* βρίσκεται στο γάλα εβαπορέ και γενικά στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα (1).

Το γένος *Clostridium* προέρχεται από τα κόπρανα των ζώων και του ανθρώπου, ενώ μολύνει το γάλα από το έδαφος, τις τροφές και τα κόπρανα. Πολλά είδη είναι εξαιρετικά αναερόβια και προκαλούν σοβαρά προβλήματα στα τυριά και το κονσερβοποιημένο γάλα. Ορισμένα γένη είναι *Cl. Perfringens* (προκαλεί πήξη στο γάλα και οξίνιση με παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αερίου έτσι προκαλεί και σφάλματα στον άνθρωπο), *Cl. Sporogenes* (δεν είναι παθογόνος για τον άνθρωπο, αναπτύσσεται στα γαλακτοκομικά προϊόντα και προκαλεί πήξη και σήψη του γάλακτος), *Cl. Putrefaciens* (προκαλεί σφάλματα στα τρόφιμα με δημιουργία δυσοσμίων και πήξη κατόπιν οξίνιση), *Cl. Butyricum* (είναι επικίνδυνος στην παρασκευή σκληρών τυριών, όταν αναπτύσσεται στο γάλα παράγει οξύ και προκαλεί την πήξη του, δεν είναι παθογόνος για τον άνθρωπο) (1, 13).

7. Οικογένεια *Lactobacillaceae*

Τα μέλη της οικογένειας αυτής έχουν ιδιαίτερη σημασία για την τεχνολογία του γάλακτος επειδή χρησιμοποιούνται υπό μορφή καλλιέργειας και βρίσκουν εφαρμογή στην παρασκευή τυριού, βουτύρου κ.τ.λ. (26).

Είναι θετικοί κατά Gram, με τη δυνατότητα να ζυμώνουν τους υδατάνθρακες. Με βάση τον τρόπο ζυμώσεως τους διακρίνονται σε: ομοιοζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια τα οποία ζυμώνουν τους υδατάνθρακες με παραγωγή κυρίως γαλακτικού οξέος και ετεροζυμωτικά τα οποία παράλληλα προς το γαλακτικό οξύ παράγουν οξικό οξύ, αιθανόλη, γλυκερόλη, διοξειδίο το άνθρακα και άλλες ουσίες. Έτσι τα τρία είδη που έχουν

σημασία είναι *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Propionibacterium*. Το πιο ενδιαφέρον γένος όμως είναι το *Lactobacillus* που περιλαμβάνει βακίλλους θετικούς κατά Gram, αρνητικούς στη καταλάση και αναερόβιους ή ελαφρώς αναερόβιους (1).

Σε αυτό ανήκουν και ομοιοζυμωτικά (*L. Helveticus*, *L. Casei*, *L. Bulgaricus*, χρησιμοποιείται μαζί με το *Streptococcus thermophilus* για την παρασκευή της γιαούρτη, *L. Lactis*, είναι διαδεδομένος στο γάλα και τα προϊόντα του, *L. Acidophilus*, συναντάται στον εντερικό σωλήνα των βρεφών που τρέφονται με γάλα, *L. Plantarum*, απομονώνεται από το τυρί, το βούτυρο και το γάλα) και ετεροζυμωτικά (*L. Brevis*, μια παραλλαγή αυτού σχηματίζει τις σκοτεινόχρωμες κηλίδες στο τυρί, *L. Buchneri*, *L. Fermenti*) γαλακτικά βακτήρια (1, 26).

8. Οικογένεια Bacteriaceae

Δύο είδη στην οικογένεια αυτή παρουσιάζουν ενδιαφέρον το *Bacterium Linens* και το *Bact. Erythrogenes*. Το *Bacteriaceae Linens* είναι θετικός κατά Gram και αναπτυσσόμενος αεροβίως. Βρίσκεται στο έδαφος, στο νερό και στην τροφή. Αναπτύσσεται στην επιφάνεια τυριών (brick, camembert, limburgier) και συμβάλλει στην ωρίμανση τυριών. Επίσης βρίσκεται στο γάλα και το βούτυρο. Ο *Bacteriaceae Erythrogenes* είναι θετικός κατά Gram και αναπτύσσεται στην επιφάνεια των μαλακών τυριών (1).

9. Οικογένεια Corynebacteriaceae

Είναι θετικοί κατά Gram, ακίνητοι μικροοργανισμοί. Τα πιο γνωστά είδη είναι παράσιτα και παθογόνα στον άνθρωπο και στα ζώα και διακρίνονται σε πέντε ομάδες: α) Ομάδα των μικροοργανισμών της διφθερίτιδας, β) Ομάδα των ζωοπαθογόνων, γ) κορυνοβακτήρια του γάλακτος και των τροφίμων, δ) φυτοπαθογόνα, ε) κορυνοβακτήρια του εδάφους (1).

Ο *Corynebacteriaceae Diphtheriae* είναι παθογόνος μικροοργανισμός για τον άνθρωπο και επιφέρει την ασθένεια διφθερίτιδα. Παράγει μια ισχυρή τοξίνη η οποία είναι παθογόνος για τον άνθρωπο και ασταθής στο φως, την οξύτητα και στη θερμοκρασία παστερίωσης. Ο *Corynebacteriaceae Bovis* δεν είναι παθογόνος για τον άνθρωπο και συντελεί στην τάγγιση της κρέμας. Ο *Corynebacteriaceae Pyogenes* αναπτύσσεται στα ζώα όταν πάσχουν από μαστίτιδα. Ο *Corynebacteriaceae Lactium* βρίσκεται στο γάλα και στα προϊόντα του.

Δεδομένου ότι οι περισσότεροι μικροοργανισμοί που μολύνουν το γάλα είναι μεσόφιλοι (οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία 10 °C έως 45 °C) ένας τρόπος συντηρήσεως του γάλακτος είναι η ψύξη. Πολλοί μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς να μπορούμε να τους κατατάξουμε στους ψυχρόφιλους. Αυτοί οι μικροοργανισμοί οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι μεταξύ ψυχρόφιλων και μεσόφιλων μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων σε χαμηλές θερμοκρασίες (ίση ή μικρότερη από τους 7 °C) και ονομάζονται ψυχρότροφοι. Η χαμηλότερη θερμοκρασία αναπτύξεως τους δηλαδή κάτω της οποίας σταματά ο πολλαπλασιασμός είναι συχνά και κάτω τους 0 °C ενώ το μέγιστο άνω τη οποίας σταματά ο πολλαπλασιασμός φτάνει στους 35 °C – 40 °C. Ο χαρακτηρισμός ψυχρόφιλος διατηρείται για τους μικροοργανισμούς των οποίων η θερμοκρασία αναπτύξεως είναι κάτω των 20 °C. Ενώ θερμόφιλοι είναι οι μικροοργανισμοί οι οποίοι αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι 80 °C).

Τέλος θερμοάντοχοι είναι αυτοί οι οποίοι δεν καταστρέφονται στη θερμοκρασία παστερίωσης, αλλά δεν αναπτύσσονται όπως οι θερμόφιλοι (17).

2.2 Ζύμες - Μύκητες

Σπάνια στο γάλα, περισσότερο στα όξινα είδη γάλακτος και ακόμα πιο συχνά στα τυριά συναντάμε τις ζύμες και τους μύκητες (πίνακας 9). (1)

Οι ζύμες συναντώνται κυρίως ως δευτερεύουσα χλωρίδα στο γιαούρτι και τα τυριά ενώ στο kefir αποτελεί μέρος της βασικής χλωρίδας.

Παίζουν ένα ρυθμιστικό ρόλο και μετέχουν στις βιοχημικές αντιδράσεις που γίνονται (28). Αλλά είδη ζυμών παράγουν ανεπιθύμητες γεύσεις στην κρέμα, στο βουτυρόγαλα και στο βούτυρο όπως η *Torylopsis spaerica*, καθώς και στο ζαχαρούχο γάλα από το *T. lactis condensae* (1).

Οι μύκητες όπως και στις ζύμες ο ρόλος τους μπορεί να διακριθεί ως βασικός στα δύο από τα πιο διαδεδομένα τυριά στον κόσμο το Camembert και το Roquefort και ως δευτερεύων σε άλλα τυριά (1).

Για το τυρί *Camembert* χρησιμοποιούμε δύο είδη, το *P. Camemberti* και το *Penicillium caseicolum*. Σε ότι αφορά το *P. glaucum Var. Roqueforti*, που αποτελεί την βασική χλωρίδα του τυριού Roquefort παρατηρούμε ότι προστίθεται στο γάλα και στη συνέχεια αναπτύσσεται στο τυρί (26).

Οι αφλατοξίνες είναι προϊόντα μεταβολισμού των μυκήτων και είναι τοξικές για τα ζώα και τα φυτά. Μέχρι σήμερα έχουν προσδιοριστεί 80 μυκοτοξίνες, ως προϊόντα μεταβολισμού των μυκήτων (13).

Σύμφωνα με τις τελευταίες εργασίες που έγιναν, το μεγαλύτερο μέρος των τροφών επηρεάζεται από τις μυκοτοξίνες. Μεταξύ αυτών μόνο οι αφλατοξίνες αποτέλεσαν αντικείμενο ερευνών για το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, λόγω της μεγάλης τοξικότητας του (15).

Άλλες δεν εμφανίζονται στο γάλα παρά μόνο όταν αναμιγνύεται με άλλα προϊόντα, όπως όταν προσθέτουμε φρούτα στο γιαούρτι. Θεωρείται μια από τις πιο καρκινογόνες ουσίες, ποικίλλει ανάλογα με τα είδη, τα αποτελέσματα από την προσβολή τους στον άνθρωπο είναι καρκίνος του ήπατος, ηπατίτιδα κ.α.

Οι μύκητες που προκαλούν τη ζημιά και που συναντούμε στο γάλα είναι βασικά διάφορα είδη του *Aspergillus* και ιδιαίτερα το *Aspergillus flavus* (27).

Πίνακας 9. Ζύμες και μύκητες που συναντάμε στο γάλα (1).

Ζύμες

Kluyveromyces lactis ή *Saccharomyces lactis*

Kluyveromyces fragilis ή *Saccharomyces fragilis*

Candida pseudotropicalis ή *Torula cremoris*

Candida Kefyr ή *Saccharomyces, Kefyr* ή *Toryla Kefyr*

Μύκητες

1) *Penicillium candidum* ή *Penicillium caseicolum*

Penicillium album ή *Penicillium camemberti*

Penicillium glaucum

Penicillium roqueforti

Penicillium commune

Penicillium biforme

Penicillium brevicaulis

2) *Aspergillus niger*

3) *Geotrichum candidum*

Geotrichum aurantiacum

4) *Monilia nigra*

5) *Cladosporium*

6) *Trichothecium*

7) *Fusarium*

8) *Corticium*

9) *Mucor*

2.3 Ιοί ή βακτηριοφάγοι

Οι ιοί βρίσκονται συνήθως στο γάλα με τη μορφή βακτηριοφάγων, προσβάλλουν τις οξυγαλακτικές καλλιέργειες και αναστέλλουν τη δράση τους. Χαρακτηριστική ιδιότητα τους είναι ότι αντέχουν στην παστερίωση. Επιβιώνουν για πολλά χρόνια στους 4 °C σε γάλα ή καλλιέργεια. Όταν βρίσκονται στο γάλα προσβάλλουν τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς και παρεμποδίζουν την παρασκευή διαφόρων γαλακτικών προϊόντων (βακτηριοφάγοι των *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. thermophilus*) (1).

2.4 Ρικετσίες

Είναι ακίνητοι, αρνητικοί κατά Gram μικροοργανισμοί και παθογόνοι για τον άνθρωπο. Ασθένειες που προκαλούν στον άνθρωπο είναι ο τύφος υπό *Rickettsia prowazekii* ή *Rickettsia typhi*, ο πυρετός υπό *Coxiella burnetii*, η πολυομελίτιδα υπό *Rickettsia akari* και άλλες ασθένειες. Με την κατανάλωση νωπού γάλακτος που προέρχεται από προσβεβλημένα ζώα μεταδίδεται η ασθένεια (πυρετός, πολυομελίτιδα) και στον άνθρωπο (7).

2.5 Το γάλα ως θρεπτικό μέσο ανάπτυξης των μικροοργανισμών

Το γάλα είναι ένα ουδέτερο σχεδόν διάλυμα με σημαντική ρυθμιστική ικανότητα και με όλα τα απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη ετερότροφων μικροοργανισμών.

Από τα βασικά του συστατικά, το νερό υπάρχει σε ποσότητες που ευνοούν την ανάπτυξη όλων των μικροοργανισμών.

Εν τούτοις δεν είναι θρεπτικό μέσο για όλους τους μικροοργανισμούς, διότι: Από τα γλυκίδια, που αποτελούν πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς, περιέχει μόνο λακτόζη που είναι ένα από τα λιγότερο χρησιμοποιούμενα ζάχαρα, από τους μικροοργανισμούς. Έτσι οξυγαλακτικοί μικροοργανισμοί μεγάλης ζωτικότητας, όπως ο *Lactobacillus delbrueckii* δεν υδρολύουν τη λακτόζη. Αλλά και στις ζύμες, η παραγωγή της λακτάσης, που επιτρέπει να υδρολύουν τη λακτόζη, είναι σπάνια.

Ακόμα και αν η περιεκτικότητα σε αζωτούχες ενώσεις είναι μεγάλη, ξεπερνάει το 3%, η περιεκτικότητα του σε αμινοξέα και πεπτίδια είναι μικρή. Αυτό αποτελεί ένα περιοριστικό παράγοντα, για την ανάπτυξη πολυάριθμων μικροοργανισμών που συναντάμε στο γάλα. Εξ' άλλου το γάλα, που έχει προηγουμένως επεξεργαστεί με πρωτεολυτικά ένζυμα, αποτελεί ένα καλό θρεπτικό μέσο για την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών καλλιεργειών. Τα ανόργανα άλατα καλύπτουν σχεδόν όλες τις ανάγκες των μικροοργανισμών για το σχηματισμό του πρωτοπλάσματος. Οι βιταμίνες A, D, E και

Κ δεν επηρεάζουν τον πολλαπλασιασμό των βακτηριών, ενώ οι υπόλοιπες βοηθούν σημαντικά στην ανάπτυξη τους.

Τέλος, το γάλα μετά την άμελξη, περιέχει αντιβακτηριδιακές ουσίες, που το προστατεύουν από τη δράση των μικροοργανισμών και στις οποίες οφείλεται και ένα μέρος της διάρκειας της φάσεως της προσαρμογής, κατά την ανάπτυξη τους σ' αυτό. Υπάρχουν και μικροοργανισμοί ευαίσθητοι και μη σ' αυτές τις ουσίες (17).

2.6 Διακυμάνσεις του γάλακτος ως θρεπτικό μέσο

Η ικανότητα του γάλακτος να επιτρέπει την ανάπτυξη ή μη μικροοργανισμών ποικίλλει, ανάλογα με το είδος αυτών και του γάλακτος. Η σύνθεση των διαφόρων ειδών γάλακτος σε παράγοντες αναπτύξεως ή σε αντιβακτηριδιακές ουσίες δεν είναι σταθερή ενώ η ευαισθησία των βακτηρίων σ' ένα από τους πολλούς παράγοντες που ευνοούν ή μη την ανάπτυξη τους είναι διαφορετική για τα διάφορα είδη. Έτσι έχει ενδιαφέρον διότι: α) Από υγιεινή πλευράς, αφορά την ανάπτυξη μέσα στο γάλα των παθογόνων μικροοργανισμών και κύρια των παραγόντων εκείνων που ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών της μολυσματικής μαστίτιδας, β) Από τεχνολογικής πλευράς, αφορά την ικανότητα συντηρήσεως του νωπού και του παστεριωμένου γάλακτος. Ακόμα την ικανότητα αναπτύξεως των οξυγαλακτικών μικροοργανισμών που είναι απαραίτητοι για τα διαφορά γαλακτοκομικά προϊόντα. Αυτό όμως είναι πολύ δύσκολο να διακρίνουμε τους παράγοντες που επενεργούν ως ανασταλτικοί ή αυξητικοί των μικροοργανισμών σ' ένα τόσο πολύπλοκο μέσο όπως είναι το γάλα. Τέλος, κάθε τεχνολογική επέμβαση που υφίσταται το γάλα όπως η θέρμανση, η συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες, η ομογενοποίηση κ.α. επηρεάζουν τους παράγοντες αναπτύξεως των μικροοργανισμών (1).

2.7 Αντιβιοτικά και βακτηριοστατικά συστήματα στο γάλα

Δεδομένου ότι το γάλα αποτελεί τη πρώτη τροφή για νεογέννητες ζώες, εκτός του θρεπτικού του ρόλου έχει και προορισμό να τις προστατεύσει με ουσίες που δημιουργούν ανοσία. Οι ουσίες αυτές αποτελούν παρεμποδιστικό παράγοντα για την ανάπτυξη των βακτηριών. Διαφοροποιούνται ως εξής: Συμπληρώματα, αντισώματα, λυσοζύμη, λακτοφερίνη, ξανθίνη οξειδάση, το σύμπλοκο της γαλακτοϋπεροξειδάσης και άλλες μικρότερης σημασίας και λιγότερο γνωστές ανασταλτικές ουσίες (9).

2.8 Αλλοιώσεις του γάλακτος από τους μικροοργανισμούς

Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο γάλα έχει ως επακόλουθο την αλλοίωση των συστατικών του. Τη μεγαλύτερη όμως αλλοίωση υφίσταται τα βασικά συστατικά του γάλακτος, ανάλογα βέβαια με τη σύνθεση της μικροχλωρίδας.

Η λακτόζη: Είναι το συστατικό που εξασφαλίζει την ενέργεια στα βακτήρια και υφίσταται διάφορες ζυμώσεις. Τόσο οι αερόβιοι όσο και οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί ζυμώνουν τη λακτόζη και παράγουν μια σειρά από προϊόντα. Τα σπουδαιότερα είναι οργανικά οξέα και κυρίως το γαλακτικό, με επακόλουθο την πήξη του γάλακτος. Επίσης μερικοί μικροοργανισμοί που υδρολύουν τη λακτόζη έχουν την ικανότητα να συνθέτουν ουσίες από τα προϊόντα αυτής, επηρεάζοντας την υφή του προϊόντος.

Οι πρωτεΐνες: Αποσυντίθενται μετά από ενζυματική πήξη με το σχηματισμό σταθερών προϊόντων και αερίων.

Τέλος το λίπος: Από τις μικροβιακές λιπάσες, υδρολύεται σε τριγλυκερίδια και λιπαρά οξέα με αποτέλεσμα την εμφάνιση ταγγής γεύσεως.

Οι αλλοιώσεις που υφίσταται το γάλα είναι αποτέλεσμα μιας ομάδας μικροβίων αν και μπορεί ένας και μόνος μικροοργανισμός να προκαλέσει πολλές ταυτόχρονες αλλοιώσεις. Τα βασικά χαρακτηριστικά των μικροβιακών αλλοιώσεων είναι: 1) Οι μικροοργανισμοί αυτοί προέρχονται από επιμολύνσεις που γίνονται μετά την άμελξη του υγιούς ζώου, 2) Οι αλλοιώσεις γίνονται τόσο πιο αισθητές όσο ο χρόνος αυξάνει και εφόσον δεν επέμβουμε δραστικά, 3) Μπορούν να μολύνουν και αυτό είναι το πιο σημαντικό, ένα άλλο γάλα με το οποίο θα αναμιχθούν, 4) Με τους συνήθεις τρόπους θερμικής επεξεργασίας (παστερίωση και αποστείρωση) καταστρέφονται και επομένως σταματάει η καταστροφική τους δράση (8).

Πίνακας 10. Αλλοιώσεις του γάλακτος από τους μικροοργανισμούς (1)

ΕΙΔΗ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ
1. Οξυνση (15 °C – 35 °C) Εκτός των καθαρά οξυγαλακτικών, οξυνση προκαλούν άλλοι ετεροζυμωτικοί μικροοργανισμοί και μάλιστα σε υψηλό ποσοστό π.χ. <i>E coli</i> , το γένος <i>Bacillus</i>
2. Πήξη χωρίς οξυνση με πρωτεόλυση (10 °C – 30 °C) α) <i>Bacillus cereus</i> και <i>B. subtilis</i> , ο <i>B. cereus</i> παράγει και μια λεκιθινάση που καταστρέφει τα λιποσφαίρια β) Βακτήρια μη σπορογόνα, <i>Proteus Pseudomonas, Serratia</i> γ) Κόκκοι <i>Str. faecalis var. liquefaciens</i>

1. Ζυμώσεις με παραγωγή αερίων

α) Ζύμες (κάτω των 30 °C)

β) Κολοβακτηρίδια (16 °C - 40m °C)

Το ίδιο δείγμα με 52 αρχικά κολοβακτηρίδια μετά από 24ώρο στους 16 °C έχει 1000, στους 21 °C έχει 60 εκ. Κυρίως *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* και το γένος

2. Ζυμώσεις που προκαλούν ιξώδη υφή

α) Παραγωγή ιξώδους σε ουδέτερο μέσο ή λίγο όξινο

- *Alcaligenes viscosus* *Enterobacter aerogenes* *Staphylococcus cremoris-viscosi*

β) Παραγωγή ιξώδους σε όξινο περιβάλλον

- *Streptococcus lactis* var. *hollandicus* *Lactobacillus bulgaricus* *Lactobacillus casei*

Ετεροζυμωτικοί μικροοργανισμοί όπως π.χ. το γένος *Leuconostoc*

3. Παραγωγή οσμών, γεύσεων και χρώματος

α) Τάγγιση

- *Pseudomonas fluorescens* *Pseudomonas fragi* *Achromobacter lipolyticum*

β) Διάφορες γεύσεις

i) Γεύση βόνης *S. Lactis* var. *maltigenes*

ii) Πικρές γεύσεις

Streptococcus faecalis var. *Liquefaciens actinomyces*

iii) Γεύση πατάτας *Pseudomonas graveolens*

iv) Ανεπιθύμητες γεύσεις Κολοβακτηρίδια (*Enterobacter aerogenes* κ.α.)

v) Αρωματικές ουσίες Αγνώστου προελεύσεως

vi) Γεύση ζύμης από ζύμες

vii) Γεύση βουτύρου *Clostridium*

Παραγωγή χρώματος

α) *Serratia marcescens*

β) *Torula glutinis*

2.9 Προβλήματα υγιεινής του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων

Η κυριότερη πηγή μόλυνσεως είναι το ζώο που από το μαστό μολύνει το γάλα και είναι δυνατόν να μεταφέρει στον άνθρωπο τη φυματίωση, τη βρουκέλλωση και ασθένειες που προκαλούν διάφοροι σταφυλόκοκκοι χωρίς να αποκλείονται άλλες που προκαλούν σαλμονέλες, κολοβακτηρίδια κ.α.

Εκτός από το μαστό πηγή μόλυνσεως είναι και τα διάφορα εκκρίματα του ζώου από τα οποία μολύνεται το γάλα. Από το περιβάλλον του ζώου πηγές μόλυνσεως είναι τα διάφορα νερά και το έδαφος, όπου μπορεί να υπάρχουν πολλοί μικροοργανισμοί, που μολύνουν τον άνθρωπο δια μέσου του γάλακτος. Αλλά και αυτός ο ίδιος ο άνθρωπος μπορεί να είναι πηγή, είτε ξενιστής μιας αρρώστιας γι' αυτό και ο έλεγχος της υγείας του προσωπικού που χρησιμοποιείται σ' όλες αυτές τις φάσεις της παραγωγής και επεξεργασίες του γάλακτος είναι θεμελιώδους σημασίας. Πέρα όμως από την ποιοτική μόλυνση σημαντικό ρόλο παίζει και η ποσότητα των παθογόνων μικροοργανισμών (10).

Εκτός από τους μικροοργανισμούς, προβλήματα για τον άνθρωπο δημιουργεί και η παρουσία τοξικών ουσιών, μικροβιακής προελεύσεως. Η συνηθέστερη προέλευση τους είναι οι σταφυλόκοκκοι ενώ σπάνια προέρχονται από το *Clostridium perfringens* και *Corynebacterium diphtheriae*. Ο κίνδυνος δεν προέρχεται μόνο από την παρουσία τους, αλλά από την πιθανότητα πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών που τις παράγουν, αν βέβαια είναι ευνοϊκές οι συνθήκες κύρια της θερμοκρασίας του γάλακτος. Οι τοξίνες αυτές είναι εξωτοξίνες δηλαδή εκκρίνονται από τα βακτήρια, αλλά υπάρχουν και ενδοτοξίνες που δεν παρουσιάζονται στο γάλα, παρά αφού καταστραφεί ο μικροοργανισμός (21).

2.10 Οι κυριότεροι παθογόνοι για τον άνθρωπο μικροοργανισμοί που συναντάμε στο γάλα

1. Ο βάκιλος της φυματώσεως είναι ο σημαντικότερος μικροοργανισμός που απασχολεί τους ειδικούς μια και προσβάλλει ταυτόχρονα το ζώο και τον άνθρωπο. Όπως έχει αποδειχθεί η παστερίωση εξασφαλίζει την απαιτούμενη ασφάλεια.
2. Η βρουκέλλωση, είναι μια ασθένεια που εμφανίζεται συχνά. Στις αγελάδες εμφανίζεται η *Brucella abortus*, ενώ στις κατσίκες η *B. Melitensis*. Όλες προσβάλλουν τον άνθρωπο και μάλιστα σε ένα ποσοστό 2% είναι θανατηφόρες. Η προστασία της υγείας του ανθρώπου εξαρτάται από την συστηματική οργάνωση των κτηνιατρικών υπηρεσιών.
3. Οι αιμολυτικοί σταφυλόκοκκοι, προκαλούν μαστίτιδες είναι δυνατόν να συνδυάσουν την προσβολή τους με σταφυλοκοκκικές εντεροτοξίνες που κύρια εμφανίζονται στα συμπυκνωμένα κονιοποιημένα γάλατα και σπανιότερα στα τυριά και στα παγωτά. Οι μικροοργανισμοί αυτοί έχουν την ικανότητα να εξοικειώνονται εύκολα με τα αντιβιοτικά και τελευταία μάλιστα συζητείται και η ανθεκτικότητα τους στην παστερίωση. Η παρουσία ενεργών καλλιεργειών αναστέλλει τη δράση τους.

4. Διάφοροι πυογενείς στρεπτόκοκκοι προκαλούν στον άνθρωπο διάφορες αρρώστιες εφόσον καταναλώνει νωπό γάλα. Το καλό είναι ότι οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν πολλαπλασιάζονται εύκολα στις θερμοκρασίες συντηρήσεως του γάλακτος.
5. Τα εντεροβακτήρια και κυρίως οι σαλμονέλες που βρίσκουμε στο γάλα είναι δυνατό να προέρχονται τόσο από τον άνθρωπο, όσο και από το ζώο αλλά και τα νερά. Στα προϊόντα που συνήθως εμφανίζονται είναι το νωπό γάλα και τα παγωτά. Εκτός όμως από αυτά μικρότερες προσβολές του ανθρώπου γίνονται από διάφορα εντεροβακτήρια (*E. coli*) με λιγότερο σημαντικές συνέπειες όπως γαστρεντερίτιδες ελαφριάς μορφής (4).

Πίνακας 11. Παθογόνοι μικροοργανισμοί και συνέπειες για τον άνθρωπο (1)

ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΟΙ ΙΔΙΟΙ ΙΟΙ ΤΟΞΙΝΕΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
<i>Clostridium botulinum</i>	Θερμοάντοχες τοξίνες	ΘΑΝΑΤΟΣ	ΣΠΑΝΙΑ ΠΤΩΜΑΤΑ ΤΥΡΙ	4 φυλές προσβάλλουν τον άνθρωπο. Σπορογόνο αναερόβιο. Στα μη όξινα τυριά
<i>Clostridium perfringens</i>	Εντεροτοξίνη	ΣΕ 8-24 ΩΡΕΣ ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ	ΣΠΑΝΙΑ ΣΤΑ ΚΟΠΡΑΝΑ ΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΝΩΠΟ ΓΑΛΑ	Αναερόβιο Σπορογόνο Θερμόφιλο
<i>Salmonella typhiparatyphi</i>	Ο ΙΔΙΟΣ 1700 φυλές 40-50 συχνές	ΠΡΟΣΒΑΛΛΕΙ ΤΑ ΕΝΤΕΡΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΕΝΤΕΡΙΤΙΔΕΣ ΘΩΒΕΙΕΣ ΚΟΛΙΤΙΔΕΣ	ΚΟΠΡΑΝΑ ΝΕΡΑ ΝΩΠΟ ΓΑΛΑ ΣΚΟΝΗ ΒΟΥΤΥΡΟ	Καταστρέφεται στη παστερίωση. Αντέχει στη ξηρασία.
<i>Shigella dysenteriae</i>	Εντεροτοξίνη	ΕΝΤΕΡΙΤΙΔΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΝΕΡΑ	
<i>Escherichia coli</i>	Ο ΙΔΙΟΣ Εντεροτοξίνη	ΔΙΑΡΡΟΪΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΚΟΠΡΑΝΑ ΝΕΡΑ	Βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό

<i>Brucella melitensis</i>	Ο ΙΔΙΟΣ	ΓΑΣΤΡΟΕΝΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ	ΖΩΑ-ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΝΩΠΟ ΓΑΛΛΑ	Καταστρέφεται στη παστερίωση. Στα νοπιά γαλακτοκομικά προϊόντα.
<i>Streptococcus hemolyticus</i>	Ο ΙΔΙΟΣ	ΕΝΤΕΡΙΤΙΔΕΣ ΦΑΡΥΓΓΙΤΙΔΕΣ ΝΕΦΡΙΤΙΔΕΣ ΑΡΘΡΙΤΙΔΕΣ	ΠΟΛΥ ΣΥΧΝΑ ΣΤΟ ΓΑΛΛΑ ΚΑΙ ΤΑ ΓΑΛ. ΠΡΟΪΟΝΤΑ	
<i>Bacillus cereus</i>	Εντεροτοξίνη	ΔΙΑΡΡΟΙΑ-ΙΙΟΝΟΥΣ ΜΕΤΑ 8-10 ΩΡΕΣ	ΣΥΧΝΑ ΕΔΑΦΟΣ ΦΥΤΑ	Η τοξίνη θερμοευαίσθητη.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Εντεροτοξίνες και τοξίνες	ΕΝΤΕΡΙΤΙΔΕΣ ΚΥΡΙΩΣ ΚΑΙ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΕΙΣ		50% των φυλών παράγουν τις τοξίνες.
<i>Brucella abortus</i>	Ο ίδιος	ΓΑΣΤΡΟ-ΕΝΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ	ΝΩΠΟ ΓΑΛΛΑ ΦΡΕΣΚΑ ΤΥΡΙΑ ΖΩΑ	Επιβιώνει στο γάλα χωρίς να πολλαπλασιάζεται και σε όξινο περιβάλλον.

Πίνακας 12. Ασθένειες που μεταδίδονται με το αποστειρωμένο γάλα (11)

Ασθένειες από βακτήρια	Αίτιο
1. Φυματίωση (Σ) tuberculosis	<i>Mycobacterium</i>
2. Βρουκέλλωση (Σ)	<i>Brucella melitensis</i>
3. Τύφος - Παράτυφος (Σ) paratyphi	<i>Salmonella typhi, S.</i>
4. Λυστερίωση (Σ)	<i>Listeria monocytogenes</i>
5. Ανθρακας (Σ)	<i>Bacillus anthracis</i>
6. Σηπτική κυνάγχη - Οστρακιά (Σ)	<i>Streptococcus pyogenes</i>

7. Διφθερίτις (Σ) diphtheriae	<i>Corynebacterium</i>
8. Μελιοειδωση (Σ)	<i>Pseudomonas pseudomallei</i>
9. Ασθένεια από <i>Streptococcus moniliformis</i> (Σ)	
10. Σαλμονελώσεις (ΤΔ) heidelberg	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. newbruswick</i>
11. Γιερσινίωση (ΤΔ)	<i>Yersinia enterocolitica</i>
12. Σιγγελώσεις (ΤΔ)	<i>Shigella sonnei</i>
13. Κολιβακίλλωση (ΤΔ)	Εντεροπαθογόνα <i>E.coli</i>
14. Εντερίτιδες από....	<i>Campylobacter jejuni</i> (ΤΔ)
15. Σταφυλοκοκκικές τοξινώσεις (ΤΔ)	<i>Staphylococcus aureus</i>
16. Τοξίνωση από....	<i>Bacillus cereus</i> (ΤΔ)
17. Δηλητηρίαση από...(ΤΔ)	<i>Clostridium perfringens</i>
18. ΑΠΟ ΡΙΚΕΤΣΙΕΣ Πυρετός Q	
ΑΠΟ ΙΟΥΣ Ιός της κροτωγενούς εγκεφαλίτιδας Ιός πολυομυελίτιδας (Σ) Ιός ηπατίτιδας Α (Σ)	<i>Coxiella burnetii</i> (ΤΔ)
19. ΑΠΟ ΠΡΩΤΟΖΩΑ	<i>Toxoplasma gondii</i>

Πίνακας 13. Ασθένειες που μεταδίδονται με παστεριωμένο γάλα (11).

Ασθένεια	Αίτιο
- Γιερσινίωση	<i>Y. enterocolitica</i>
- Καμπυλοβακτηριδίαση	<i>C. jejuni</i>
- Λιστερίωση	<i>L. monocytogenes</i>
- Σαλμονελλώσεις	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. dublin</i> <i>S. saintapaul</i> , <i>S. newport</i>
- Σταφυλοκοκκική τοξίνωση	<i>S. aureus</i>

2.11 Επιβλαβείς για τον άνθρωπο ενώσεις που βρίσκονται μέσα στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα

Προκειμένου να πετύχουμε καλύτερη ποιότητα και ποσότητα στα προϊόντα ζωικής προέλευσης και ιδιαίτερα στο γάλα χρησιμοποιούνται άμεσα ή έμμεσα μια σειρά από χημικές ενώσεις. Ακόμα η φύση του κλάδου της παραγωγής, έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία επιμολύνσεων από το περιβάλλον, που είναι σε πολύ μικρές ποσότητες αλλά θεωρούνται επιβλαβείς για τον άνθρωπο (1). Αυτά είναι:

- 1) Αντισηπτικά
- 2) μυκοτοξίνες
- 3) Παρασιτοκτόνο και εντομοκτόνα
- 4) Βαρέα μέταλλα
- 5) Ραδιενεργά στοιχεία και
- 6) Νιτρικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η παστερίωση του γάλακτος παρακάτω περιγράφεται με την ίδια διαδικασία που γίνεται και στην παραγωγή των προϊόντων στη βιομηχανία γάλακτος ΝΕΟΓΑΛ μαζί με τα κρίσιμα σημεία έλεγχου (12).

Αναφερόμαστε στο γάλα που έχει υποβληθεί σε επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (72 – 78 °C για 15 δευτερόλεπτα), ώστε να παρουσιάσει αρνητική αντίδραση στη δοκιμή φωσφατάσης και θετική αντίδραση στη δοκιμή υπεροξειδάσης. Υπάρχουν 3 είδη παστεριωμένου γάλακτος:

1. Πλήρες (3,5 %)
2. Άπαχο (0 %)
3. Ελαφρύ (1,5 %)

Από την ανάλυση των κινδύνων στη γραμμή παραγωγής του παστεριωμένου γάλακτος φαίνεται ότι μετά από ένα στάδιο (παστερίωση), το προϊόν εξυγιαίνεται. Αμέσως γίνεται αντιληπτή η σημασία της παστερίωσης, γιατί φροντίζει για την υγιεινή των προϊόντων.

Στάδιο 1 : Νωπό γάλα

Το νωπό γάλα που πρόκειται να παστεριωθεί πρέπει εκτός των άλλων ελέγχων που έχει υποστεί κατά την παραλαβή, για να διαπιστωθεί ότι πληροί της προδιαγραφές, να έχει ελεγχθεί ανά δεξαμενή για:

- Θερμοκρασία, pH, οξύτητα
- Αντιβιοτικά
- Σωστός έλεγχος και καθαρισμός των δεξαμενών

Στάδιο 2 :) Δοχείο σταθερής στάθμης

Χρειάζεται προσοχή στον καθαρισμό, γιατί το σημείο αυτό αποτελεί ανοιχτό κύκλωμα. Θα πρέπει επίσης να προστατεύεται από τυχόν πτώση ξένων σωμάτων.

Στάδιο 3 : Φυγοκεντρικό φίλτρο – Τυποποίηση λίπους

Σημαντικός παράγοντας είναι η σωστή λειτουργία του συστήματος αποβολής ιζημάτων (ιλύος), γιατί μπορεί σε περίπτωση καθυστέρησης αποβολής να δρα με τέτοιο τρόπο που θα εμπλουτίζει τον αριθμό των βακτηρίων. Καθημερινά, πρέπει να γίνεται έλεγχος του καλού καθαρισμού του συστήματος.

Στάδιο 4 : Ομοιογενοποίηση

Το κύκλωμα παστεριωτήρας – αποσμητής – ομοιογενοποιητής - παστεριωτήρας, είναι κλειστό και συνεπώς η μόνη φροντίδα πρέπει να στρέφεται στον καλό καθαρισμό του αποσμητή και ομοιογενοποιητή μετά από κάθε χρήση.

Στάδιο 5 : Παστερίωση

Η σωστή λειτουργία του παστεριωτήρα είναι το κρίσιμο σημείο ελέγχου. Η επίτευξη ικανοποιητικού αποτελέσματος ως προς τη θανάτωση των βακτηρίων δεν εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και το χρόνο θέρμανσης, αλλά και από το συνολικό θερμικό σοκ, που επέρχεται από το γεγονός ότι το γάλα από θερμοκρασία 4 °C ανέρχεται στους 72 °C και αμέσως μετά κατέρχεται και πάλι στους 3 – 4 °C.

Στάδιο 6 : Ψύξη (< 4 °C)

Η ψύξη γίνεται στο συγκρότημα παστερίωσης. Πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς η επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας στο εξερχόμενο γάλα.

Στάδιο 7 :) Δεξαμενές παστεριωμένου γάλακτος

Έλεγχος καθημερινά του καλού καθαρισμού και παρακολούθηση του χρόνου αποθήκευσης (<12 ώρες).

Στάδιο 8 : Συσκευασία

Η συσκευασία αποτελεί το βασικότερο κρίσιμο σημείο τύπου 2, δηλαδή είναι δυνατό στο συγκρότημα συσκευασίας να έχουμε επιμόλυνση του παστεριωμένου προϊόντος ή ρύπανσή του. Έλεγχος πρέπει να γίνεται:

1. Για τον αποτελεσματικό καθαρισμό των γραμμών από τη δεξαμενή του παστεριωμένου γάλακτος μέχρι τη συσκευασία
2. Για τις προδιαγραφές της υγιεινής προσωπικού
3. Για την ατμόσφαιρα του χώρου συσκευασίας
4. Για τον αποτελεσματικό καθαρισμό των μηχανών συσκευασίας
5. Για τον αποκλεισμό εισόδου ξένων σωμάτων και ιδιαίτερων εντόμων
6. Για τον έλεγχο ύπαρξης ξένων σωμάτων
7. Για τη στεγανότητα της συσκευασίας
8. Για την αποφυγή μόλυνσης του συσκευαστικού υλικού

Στάδιο 9 : Συντήρηση (< 4 °C)

Γίνεται συνεχής παρακολούθηση της θερμοκρασίας των θαλάμων συντήρησης και του προϊόντος. Να γίνεται έλεγχος για βλάβες των κιτιών κατά τη δεύτερη συσκευασία.

Στον τελικό έλεγχο το προϊόν ελέγχεται για :

1. Δοκιμή φωσφατάσης – οξειδάσης

2. Συνολικό αριθμό μικροβίων
3. Κολοβακτηριοειδή
4. Παθογόνα
5. Χημικός έλεγχος (λίπος, στερεά, ειδικό βάρος, οξύτητα, pH)

3.1 Οξυγαλακτικές καλλιέργειες

Για την παρασκευή ενός ζυμούμενου προϊόντος γάλακτος πρέπει να εξασφαλισθεί η καθαρότητα και η δραστηκότητα της οξυγαλακτικής καλλιέργειας που θα χρησιμοποιηθεί.

Στάδιο 1 :) Δεξαμενή ανάμιξης πρώτων υλών

Υπάρχει πάντα ο κίνδυνος επιμόλυνσης από ατελή καθαρισμό της δεξαμενής και τη χρήση πρώτων υλών που δεν έχουν υποστεί έλεγχο. Γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας του CIP για τον καλό καθαρισμό των δεξαμενών και ελέγχεται ότι οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται έχουν ελεγχθεί.

Στάδιο 2 :) Δεξαμενή υποδοχής

Στη δεξαμενή υποδοχής υπάρχει ο κίνδυνος επιμόλυνσης από ατελή καθαρισμό. Καθημερινά γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας CIP.

Στάδιο 3 : Ομοιογενοποίηση – Θέρμανση (92-95 °C για 15 λεπτά) – Ψύξη 43 °C

Στο στάδιο αυτό, το υποστρώμα (γάλα με τις πρόσθετες ύλες) θερμαίνεται με εναλλάκτη. Με τη θέρμανση εξυγιαίνεται αυτό και προετοιμάζεται τεχνολογικά για την παραγωγή της καλλιέργειας μετά την ομοιογενοποίηση και την ψύξη στους 43 °C του υποστρώματος. Υπάρχει πάντα ο κίνδυνος μη αποτελεσματικής θέρμανσης. Γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας του υποστρώματος συνεχώς.

Στάδιο 4 :) Δεξαμενές πήξεως – Επάωση – Πήξη – Ψύξη

Η προσθήκη επιλεγμένης καλλιέργειας, η επάωση στους 43 °C, η θραύση του πήγματος και η ψύξη του πήγματος στους 4 °C πρέπει να γίνονται σε αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες υγιεινής. Υπάρχει πάντα ο κίνδυνος επιμόλυνσης από ατελή καθαρισμό των δεξαμενών και καλλιέργειας, με αποτέλεσμα κακή ανάπτυξη της καλλιέργειας. Ελέγχονται καθημερινά ο καλός καθαρισμός, η καθαρότητα της καλλιέργειας, το pH και η δραστηκότητα της καλλιέργειας που παράγεται. Γίνεται μικροσκοπική παρατήρηση και κατά παρτίδα.

Στάδιο 5 : Γραμμές διανομής

Για την αποφυγή επιμολύνσεων στις γραμμές διανομής της οξυγαλακτικής καλλιέργειας γίνεται έλεγχος καθημερινά στην καλή λειτουργία του καθαρισμού (CIP).

3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου προϊόντος

Παστεριωμένο γάλα αγελάδας

A. Πλήρες

B. Πλήρες γάλα αγελάδας με λιποπεριεκτικότητα 3,5%. Έχει διάρκεια ζωής 5 ημέρες. Η διατροφική του αξία είναι:

1. Ενέργεια : 63 Kcal / 100 gr
2. Πρωτεΐνες : 3,2%
3. Υδατάνθρακες 4,7%
4. Λιπαρά : 3,5%
5. Νάτριο : 55 mgr
6. Ασβέστιο : 130 mgr
7. Φώσφορος 90 mgr
8. Βιταμίνες: A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, D, E

Διακίνηση των προϊόντων

Εκτός από την παραγωγή των προϊόντων, θα πρέπει να γίνεται και έλεγχος κατά τη διακίνηση των προϊόντων. Πολλές φορές τα προϊόντα που βγαίνουν από όλα τα εργοστάσια θεωρητικά πληρούν όλες τις προδιαγραφές υγιεινής. Αλλά κατά τη μεταφορά τους κάτι συμβαίνει και σερβίρονται στον καταναλωτή ακατάλληλα προϊόντα. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να τηρούνται κάποιες προδιαγραφές και κατά τη διακίνηση των προϊόντων.

3.3 Ανάλυση κινδύνου στα κρίσιμα σημεία ελέγχου διακίνησης των προϊόντων

Με τον όρο διακίνηση, εννοούμε την ετοιμασία παραγγελίας ανά δρομολόγιο, τη φόρτωση των προϊόντων στα αυτοκίνητα διανομών και τη διανομή στα καταστήματα και τέλος την επιστροφή των μη πωληθέντων, ακατάλληλων και ληγμένων προϊόντων.

Στάδιο 1 : Αποθήκη έτοιμων προϊόντων

Οι χώροι συντήρησης και αποθήκευσης πρέπει να είναι καθαροί και να ελέγχεται η θερμοκρασία του χώρου και των προϊόντων. Από την άνοδο της θερμοκρασίας υπάρχει κίνδυνος αλλοίωσης των προϊόντων.

Στάδιο 2 : Χώρος ετοιμασίας παραγγελιών

Στο στάδιο αυτό ελέγχεται συνεχώς η θερμοκρασία (<4 °C), η υγιεινή του χώρου και του προσωπικού. Τα προϊόντα πρέπει να φορτώνονται σε λιγότερο από μισή ώρα, γιατί υπάρχει κίνδυνος άνοδος μικροβιακού φορτίου αν ανέβει η θερμοκρασία του προϊόντος.

Στάδιο 3 : Φόρτωση στα αυτοκίνητα – Ψυγεία (καταψύκτες)

Στο στάδιο αυτό πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία των οχημάτων (-18 °C: παγωτά, 4 °C: για λοιπά προϊόντα). Επίσης ελέγχεται η καλή λειτουργία των ψυκτικών μηχανημάτων, γιατί η άνοδος της θερμοκρασίας στα οχήματα έχει ως συνέπεια την αλλοίωση των προϊόντων. Πρέπει επίσης να ελέγχεται η καθαριότητα και υγιεινή, τόσο των χώρων συντήρησης, όσο και η υγιεινή του προσωπικού.

Στάδιο 4 : Μεταφορά στα ψυγεία και τις αποθήκες των καταστημάτων πώλησης προϊόντων.

Επειδή ο χρόνος μεταφοράς από τα αυτοκίνητα διανομών στα ψυγεία ή τις αποθήκες των καταστημάτων ιδιαίτερα των παγωτών είναι καθοριστικός παράγοντας, πρέπει να γίνεται σύντομα η μεταφορά των προϊόντων (σε λιγότερο από 10 λεπτά). Ελέγχονται επίσης η θερμοκρασία των ψυγείων και η καλή λειτουργία τους στα καταστήματα.

Στάδιο 5 : Συλλογή από τα καταστήματα των ακατάλληλων και ληγμένων προϊόντων.

Πρέπει να γίνεται ταξινόμηση και χωροθέτηση των αντικειμένων, ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση μπερδέματος των ακατάλληλων με τα κατάλληλα προϊόντα.

Στάδιο 6 : Ξεφόρτωμα των κατάλληλων μη πωληθέντων προϊόντων στις αντίστοιχες αποθήκες ετοιμών προϊόντων.

Ο χρόνος είναι καθοριστικός παράγοντας στο στάδιο αυτό και έτσι το ξεφόρτωμα θα πρέπει να γίνεται γρήγορα (σε χρόνο μικρότερο από 10 λεπτά). Επίσης πρέπει να προσεχθεί το ότι τα προϊόντα θα πρέπει να πάνε σε κατάλληλους χώρους και να γίνει έλεγχος για την καταλληλότητά τους πριν φορτωθούν ξανά.

Στάδιο 7 : Ξεφόρτωμα ληγμένων και ακατάλληλων προϊόντων στους σεσημασμένους και προκαθορισμένους χώρους.

Η ταξινόμηση και η χωροθέτηση επιστρεφόμενων προϊόντων πρέπει να γίνεται σχολαστικά. Γίνεται έλεγχος των προϊόντων πάντα και οδηγούνται για καταστροφή.

3.4 Άλλοι έλεγχοι

Μη συμμορφούμενο προϊόν.

Ελέγχονται διαρκώς τα προϊόντα που παράγονται για να διασφαλιστεί ότι προϊόν που ήρθε στην παραγωγή και κάποιο κρίσιμο σημείο ελέγχου απέκλινε από τα κρίσιμα όρια, περιορίστηκε. Αυτά τα προϊόντα καταστρέφονται και δεν χρησιμοποιούνται ξανά, ούτε καταναλώνονται.

Θα πρέπει επίσης:

1. Να γίνονται συχνοί έλεγχοι για την αποτελεσματικότητα του συστήματος καθαρισμού – απολύμανσης της γραμμής.

2. Μακροσκοπικός έλεγχος καθημερινά.
3. Εργαστηριακός έλεγχος επιλεγμένων επιφανειών με ταχεία μέθοδο 1 – 2 φορές την εβδομάδα.

Παστεριωτήρας

Για να δουλεύει σωστά ο παστεριωτήρας θα πρέπει να ισχύουν τα εξής:

1. Να γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας του εισερχόμενου γάλακτος (δοχείο σταθερής στάθμης).
2. Επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας παστερίωσης (72 °C – 78 °C) και παραμονή του γάλακτος στη θερμοκρασία αυτή για 15 δευτερόλεπτα.
3. Έλεγχος της θερμοκρασίας του εξερχόμενου παστεριωμένου γάλακτος.
4. Έλεγχος του συστήματος επιστροφής ατελώς παστεριωμένου γάλακτος.

Δεν θα πρέπει να υπάρχουν : φωσφατάση, οξειδάση, κολοβακτηριοειδή και άλλα μικρόβια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΠΑΛΜΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

4.1. Γενική εισαγωγή

Οι θερμικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση τροφίμων μπορούν να αλλάξουν τις θρεπτικές και αισθητικές ιδιότητες των τροφίμων (64). Η υψηλή θερμοκρασία παστερίωσης (HTST) έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για δεκαετίες ως μια μέθοδος για να επεκτείνει τη ζωή του προϊόντος του γάλακτος στο ράφι και για να αδρανοποιήσει τα παθογόνα βακτηρίδια που εμπεριέχονται σε αυτό, μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στις οργανοληπτικές και θρεπτικές ιδιότητες του γάλακτος. Η πιο κοινή οργανοληπτική αλλαγή στο παστεριωμένο γάλα είναι η παραγωγή της «μαγειρευμένης γεύσης» (43), ενώ οι βιταμίνες Β, C και βιοενεργές ενώσεις που μπορούν επίσης να επηρεαστούν.

Η αναζήτηση για τη διατήρηση της ενέργειας από τους κατασκευαστές για να μειώσει το ίχνος του άνθρακα στην επεξεργασία, στη συντήρηση τροφίμων και την αυξανόμενη καταναλωτική ζήτηση για φρέσκα ποιοτικά τρόφιμα έχει δώσει αφορμή για την ανάπτυξη των καινοτόμων τεχνολογιών επεξεργασίας τροφίμων συμπεριλαμβανομένης των παλλόμενων ηλεκτρικών πεδίων (64, 67, 44).

Η παλλόμενη τεχνολογία ηλεκτρικών πεδίων (PEF) μπορεί να θεωρηθεί ως μια πιθανή εναλλακτική λύση της παραδοσιακής θερμικής παστερίωσης για το γάλα με τα πλεονεκτήματα στην αισθητική και θρεπτική αξία, παρέχοντας κατά συνέπεια φρέσκα προϊόντα.

Περισσότερη έρευνα απαιτείται για να καταλάβει κανείς τη φύση των αποτελεσμάτων της PEF για να επιτύχει ένα ελεγχόμενο ποσοστό ενζυματικής και μικροβιακής αδρανοποίησης προκειμένου να καθιερωθεί η τεχνολογία PEF εφαρμόσιμη στη βιομηχανία τροφίμων. Τα περισσότερα συστήματα PEF που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των γαλακτοκομικών προϊόντων είναι στα κορυφαία συστήματα πειραματικής κλίμακας (41). Από τη δεκαετία του '90, το ενδιαφέρον για την εφαρμογή PEF στα ακαδημαϊκά και ερευνητικά κέντρα έχει αυξηθεί και έως το 2006 περίπου 450 έγγραφα έχουν αναφερθεί στις περιλήψεις επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων (80) και μεταξύ 2006 και 2009 περίπου 60 περισσότερα έγγραφα έχουν δημοσιευθεί.

4.2 Μια συνοπτική ιστορία της παλλόμενης τεχνολογίας ηλεκτρικών πεδίων

Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας στην επεξεργασία τροφίμων εισήχθη στις αρχές των δεκαετιών του 20ου αιώνα και εφαρμόστηκε αρχικά για την παστερίωση του γάλακτος χρησιμοποιώντας μια διαδικασία γνωστή ως ηλεκτρο-καθαρή μέθοδος (63). Αυτή η μέθοδος στην πραγματικότητα είναι μια θερμική επεξεργασία όπου το γάλα θερμάνθηκε επάνω από την ωμική αντίσταση (41).

Οι τάσεις επεξεργασίας ίσχυαν για το γάλα που κυμαίνεται από 220 V μέχρι 4200 V και ήταν οι μόνοι ερευνητές που είχαν εφαρμόσει τις υψηλές τάσεις και κατάφεραν να σκοτώσουν τα βακτηρίδια «κάτω από το θερμικό σημείο θανάτου τους», που είναι η θερμοκρασία στην οποία ένας μικροοργανισμός αδρανοποιείται από τη θερμότητα (39, 40).

Πριν το τέλος της δεκαετίας του '40, τα ηλεκτρικά πεδία χρησιμοποιήθηκαν για να αυξήσουν τη διαπερατότητα του και για να διευκολύνουν την επόμενη εξαγωγή του, η οποία αυτήν την περίοδο ήταν μια σημαντική εφαρμογή της τεχνολογίας PEF (41). Το 1960 στη Γερμανία κατοχυρώθηκε ένας εξοπλισμός PEF με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και κατά την ίδια περίοδο δημοσίευσαν μια σειρά άρθρων σχετικά με τη μικροβιακή αδρανοποίηση από PEF, τα οποία θεωρούνται ακόμα ως πολύτιμες αναφορές σε αυτόν τον τομέα.

Στον τομέα της γενετικής εφαρμοσμένης μηχανικής, μια μέθοδος αναπτύχθηκε από τον Zimmermann για να προωθήσει την τήξη σε σωλήνα *in vitro* κυττάρων που χρησιμοποιεί η PEF η οποία αύξησε τη διαπερατότητα στις εντοπισμένες ζώνες της μεμβράνης, αυτήν την περίοδο είναι γνωστές ως αντιστρέψιμος ηλεκτρικός διακοπής ή ηλεκτρομετασχηματισμός (85).

Ο Hülshager στις αρχές της δεκαετίας του '80 δημοσιεύει μια σειρά εγγράφων που συζητούν για την ευαισθησία των διάφορων βακτηριδίων σε PEF. Επίσης από μαθηματική άποψη μιμούμενο στην επίδραση του χρόνου έντασης και επεξεργασίας ηλεκτρικών πεδίων στις μικροβιακές θανατώσεις (59).

Μέχρι το τέλος δεκαετίας του '80, πολλοί ερευνητές συνέχισαν να αναπτύσσουν τις εφαρμογές PEF για τη συντήρηση των τροφίμων και διάφορα διπλώματα ευρεσιτεχνίας αρχειοθετήθηκαν, και μέχρι το 1992 η PEF αναγνωρίστηκε ως μια νέα μέθοδος συντήρησης που ήταν σε θέση να παρέχει στους καταναλωτές τα φρέσκα τρόφιμα και τις πολύτιμες αισθητικές ιδιότητες (46, 64).

Η τεχνολογία PEF είναι σε θέση να αδρανοποιήσει μερικώς τους μικροοργανισμούς και τα ένζυμα στα υγρά τρόφιμα όπως γάλα και χυμοί φρούτων,

αναφέρεται ότι έχει το ελάχιστο δυσμενές αποτέλεσμα στις αισθητικές ιδιότητες των προϊόντων.

Η διαδικασία PEF θεωρείται ενεργειακά αποδοτική. Η μικροβιακή αδρανοποίηση επιτυγχάνεται στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες από την εφαρμογή των σύντομων εκρήξεων των ηλεκτρικών πεδίων υψηλής έντασης στα υγρά τρόφιμα που ρέουν μεταξύ δύο και τεσσάρων ηλεκτροδίων. Τα υγρά τρόφιμα (π.χ. γάλα ή χυμοί φρούτων), λόγω της χημικής σύνθεσης και των σωματικών ιδιοτήτων τους και παρουσία των ηλεκτρικών δαπανών μπορούν να έχουν διαφορετικές αγωγιμότητες με συνέπεια τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσω των τροφίμων (87, 37).

Υπάρχουν αυτήν την περίοδο διάφορες ερευνητικές ομάδες στην Αυστραλία, το Βέλγιο, τον Καναδά, την Κίνα, τη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ισλανδία, την Ιαπωνία, τις Κάτω Χώρες, τη Νέα Ζηλανδία, τη Σκωτία, την Ισπανία, τη Σουηδία, την Ελβετία, την Ταϊβάν, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις ΗΠΑ που εργάζονται σε διαφορετικά στάδια των εφαρμογών PEF. Το 1995, η PEF που αναπτύχθηκε από καθαρές τεχνολογίες και εγκρίθηκε από το FDA για την επεξεργασία των τροφίμων. Ήταν η πρώτη προσπάθεια να εισαχθεί η PEF στη βιομηχανία τροφίμων (FDA, 2000). Το 2005, ο συνεταιρισμός γάλακτος ήταν η πρώτη επιχείρηση στον κόσμο που θέλησε να υιοθετήσει εμπορικά την τεχνολογία επεξεργασίας PEF για την κρύα παστερίωση του γάλακτος (46).

Αν και αυτή η επιχείρηση έχει μετατοπιστεί από τότε από την PEF στο υψηλό σύστημα για άγνωστους λόγους. Μια πιλοτική εγκατάσταση πειραματικών εργαστηρίων της PEF ήταν επίσης λειτουργική στο τμήμα επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων του κρατικού πανεπιστημίου του Οχάιου και πρόσφατα έχει μεταφερθεί στο ανατολικό ερευνητικό κέντρο του Ηνωμένου Τμήματος Γεωργίας (USDA). Αν και, έχουν υπάρξει πολλές δημοσιεύσεις στην εφαρμογή των PEF για να αδρανοποιηθούν οι μικροοργανισμοί και τα ένζυμα, καμία βιομηχανική εγκατάσταση PEF δεν έχει καθιερωθεί μέχρι τώρα για «να παστεριώσει» το γάλα για τη δημόσια κατανάλωση.

4.3 Το παλλόμενο σύστημα ηλεκτρικών πεδίων

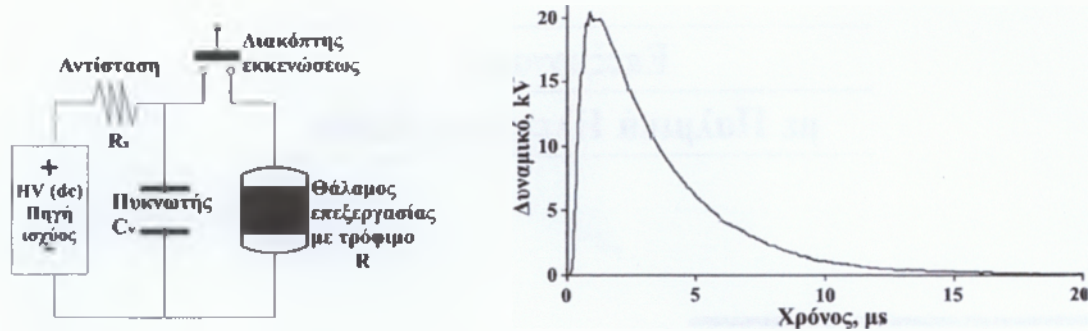
4.3.1 Βασικές αρχές

Η επεξεργασία με παλμικά ηλεκτρικά πεδία (Pulsed Electric Fields, PEF) ή υψηλής εντάσεως παλμικά ηλεκτρικά πεδία (High Intensity Pulsed Electric Fields, PEF) ή υψηλού δυναμικού παλμικά πεδία (High Voltage Pulsed Electric Fields, HVPEF) ή ηλεκτρικά πεδία παλμού περιλαμβάνει την εφαρμογή παλμών υψηλού δυναμικού (τυπικώς 20-80 kV/cm) στα τρόφιμα τα οποία είναι τοποθετημένα μεταξύ 2 ηλεκτροδίων. Η επεξεργασία PEF διεξάγεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή σε θερμοκρασίες ελαφρώς ανώτερες του περιβάλλοντος για χρόνους μικρότερους του 1 s και η απώλεια ενέργειας λόγω της θερμάνσεως του τροφίμου ελαχιστοποιείται. Από απόψεως ποιοτικών χαρακτηριστικών, η τεχνολογία PEF θεωρείται ανωτέρα της συμβατικής θερμικής επεξεργασίας των τροφίμων, επειδή αποφεύγονται ή μειώνονται μεγάλως οι καταστροφικές μεταβολές των οργανοληπτικών και φυσικών ιδιοτήτων των τροφίμων.

Μερικές σπουδαίες πλευρές της τεχνολογία PEF είναι η δημιουργία ηλεκτρικών πεδίων υψηλών εντάσεων, ο σχεδιασμός των θαλάμων οι οποίοι θα επιτρέπουν την ομοιόμορφο επεξεργασία των τροφίμων με ελαχίστη ανύψωση της θερμοκρασίας και ο σχεδιασμός των ηλεκτροδίων τα οποία θα ελαχιστοποιούν την ηλεκτρόλυση. Οι μεγάλες εντάσεις των πεδίων επιτυγχάνονται με αποθήκευση μεγάλου ποσού ηλεκτρικής ενέργειας σε μία τράπεζα πυκνωτών (σειρά πυκνωτών) από μια πηγή συνεχούς ρεύματος, η οποία κατόπιν αποφορτίζεται με τη μορφή παλμών υψηλού δυναμικού (87).

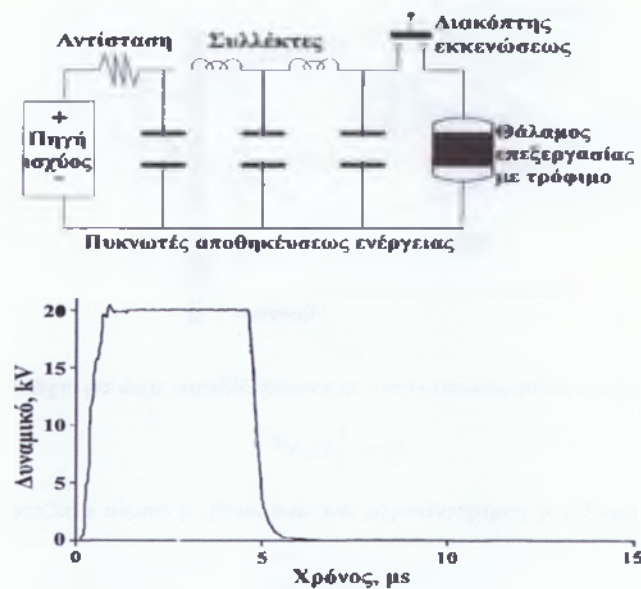
Τα PEF μπορούν να εφαρμοσθούν ως παλμοί με τη μορφή εκθετικής διασπάσεως, τετραγωνικού, διπολικού ή ταλαντούμενου κύματος. Το κύμα εκθετικής διασπάσεως δυναμικού είναι ένα δυναμικό μονής κατευθύνσεως, το οποίο ανυψώνεται ταχέως σε μια μεγίστη τιμή και διασπάται αργά προς την τιμή μηδέν. Το κύκλωμα του Σχήματος 1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία κύματος εκθετικής διασπάσεως. Μια πηγή συνεχούς ρεύματος φορτίζει την τράπεζα των πυκνωτών, η οποία είναι συνδεδεμένη εν σειρά με ένα αντιστάτη (R_c). Όταν εφαρμοσθεί ένα σήμα, το φορτίο που είναι αποθηκευμένο στον πυκνωτή ρέει μέσα του τροφίμου στο θάλαμο επεξεργασίας.

Σχήμα 1. Ηλεκτρικό κύκλωμα για την παραγωγή των κυματομορφών εκθετική αποσύνθεση



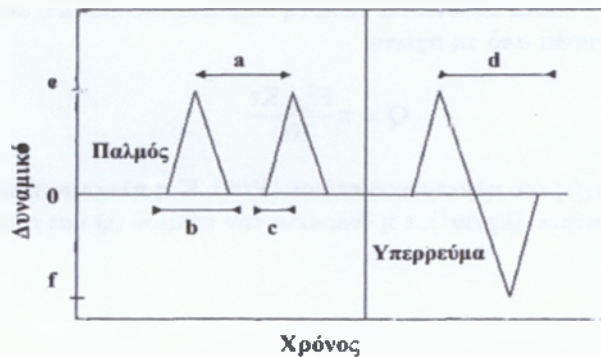
Οι κυματομορφές τετραγωνικού παλμού είναι πιο θανατηφόρες και ενεργειακά πιο αποτελεσματικές από τις εκθετικής αποσυνθέσεως. Τετραγωνική κυματομορφή μπορεί να ληφθεί με τη χρήση ενός δικτύου σχηματισμού-παλμών (PEN) το οποίο αποτελείται από μια διάταξη πυκνωτών και συλλεκτών και μηχανισμών διακοπής στερεάς καταστάσεως (Σχήμα 2).

Σχήμα 2. Γεννήτρια τετραγωνικού παλμού με δίκτυο τριών πυκνωτών και ίχνος δυναμικού κατά μήκος του θαλάμου επεξεργασίας



Οι στιγμιαίου-φορτίου-αντιστρεπτοί παλμοί χαρακτηρίζονται από ένα $+V_e$ μέρος και ένα $-V_e$ μέρος (Σχήμα 3) με διάφορα εύρος και ισχύ κορυφής πεδίου. Ο στιγμιαίου-φορτίου-αντιστρεπτός παλμός στο τέλος του παλμού είναι διαφορετικός από τον τυπικό διπολικό παλμό.

Σχήμα 3. Το ίχνος δυναμικού (V) ενός στιγμιαίου φορτίου αντιστρεπτού παλμού, όπου a είναι η περίοδος του παλμού (s), b το εύρος του παλμού (μs), c ο χρόνος ανύψωσης του είναι η κορυφή (ύψος) του δυναμικού (kV) και f το υπερδυναμικό (kV) (57).

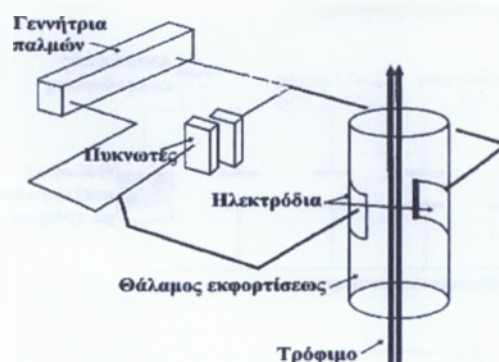


Στον τελευταίο, η πολικότητα των παλμών αντιστρέφεται εναλλασσόμενα με το χρόνο χαλαρώσεως μεταξύ των παλμών. Ακόμη και με ένα παραγωγό παλμών υψηλής συχνότητας (π.χ., 1000 HZ), ο διηλεκτρικός χρόνος χαλαρώσεως σε δυναμικό μηδέν μεταξύ παλμών τετραγωνικού κύματος 4 μs είναι 0.996 ms. Οι στιγμιαίου-φορτίου-αντιστρεπτοί παλμοί μπορούν να μειώσουν δραστικά τις ενεργειακές απαιτήσεις σε τιμές τόσο χαμηλές όπως 1,3 J/ml.

Οι ταλαντουμένης αποσυνθέσεως παλμοί είναι οι λιγότερο αποτελεσματικοί, επειδή παρεμποδίζουν τα κύτταρα να βρίσκονται συνεχώς εκτεθειμένα σε ηλεκτρικό πεδίο υψηλής εντάσεως για εκτεταμένη χρονική περίοδο, προστατεύοντας έτσι την κυτταρική μεμβράνη από την μη αντιστρεπτή διάσπαση (62).

Τα κύρια συστατικά μέρη ενός συστήματος επεξεργασίας με PEF είναι η παροχή ισχύος, ο πυκνωτής αποθηκεύσεως ενέργειας, ο θάλαμος επεξεργασίας, ο διακόπτης εκκενώσεως και η αντίσταση φορτίσεως. Η ενέργεια από την πηγή ισχύος υψηλού δυναμικού αποθηκεύεται στον πυκνωτή και αποφορτίζεται στο τρόφιμο για τη δημιουργία των αναγκαίων ηλεκτρικών πεδίων υψηλού δυναμικού (Σχήμα 4)

Σχήμα 4. Σχηματική παράσταση PEF εξοπλισμού



Η ενέργεια η οποία αποθηκεύεται στον πυκνωτή δίδεται από τη σχέση:

$$Q = \frac{1}{2} C_0 V^2$$

όπου V το δυναμικό και C_0 η χωρητικότητα του πυκνωτή, η οποία ορίζεται ως:

$$C_0 = 1/R = \epsilon_0 A/d$$

όπου t η διάρκεια του παλμού, R η αντίσταση, σ η αγωγιμότητα του τροφίμου, d η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων και A η επιφάνεια των ηλεκτροδίων.

Το υγρό τρόφιμο συνήθως θεωρείται ηλεκτρικός αγωγός επειδή περιέχει υψηλή συγκέντρωση ιόντων. Για τη δημιουργία PEF εντός του τροφίμου, πρέπει να υπάρξει μεγάλη πυκνότητα ροής ρεύματος για πολύ σύντομη χρονική περίοδο (παλμός) με φόρτιση και εκφόρτιση του πυκνωτή.

Η ειδική ενέργεια η οποία αποδίδεται κατά τη διάρκεια του παλμού εκθετικής αποσυνθέσεως μπορεί να υπολογισθεί από τη σχέση:

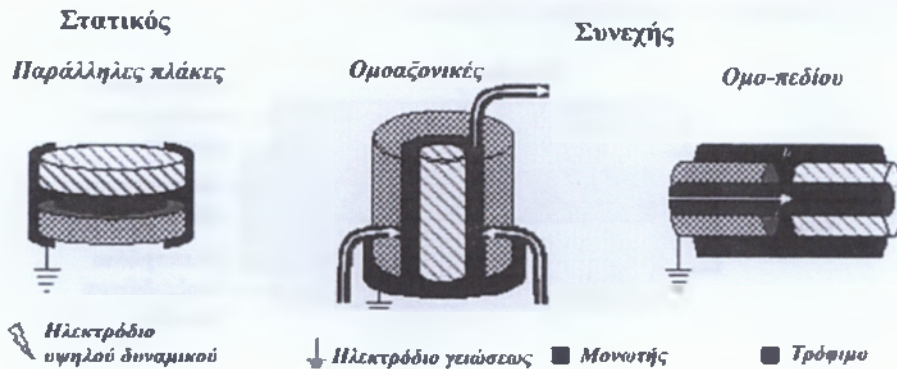
$$Q = n \frac{E_{\max}^2 K t}{10\rho}$$

όπου E_{\max} η μέγιστη ισχύς του ηλεκτρικού πεδίου (V/m), K η ηλεκτρική αγωγιμότητα (S m), ρ η πυκνότητα του τροφίμου (kg/m^3), t η διάρκεια του παλμού (s) και n ο αριθμός των παλμών.

4.4 Θάλαμοι επεξεργασίας και εξοπλισμός

Προς το παρόν, είναι διαθέσιμα μόνο δύο εμπορικά συστήματα, ένα από την PurePulse Technologies, Inc. και ένα από την Thomson-CSF. Για την εργαστηριακή ή σε κλίμακα pilot plant επεξεργασία PRF των τροφίμων έχει σχεδιασθεί μία σειρά θαλάμων. Οι θάλαμοι αυτοί μπορούν να χαρακτηρισθούν ως στατικοί (σχήματος U από πολυστυρένιο και γυάλινο πηνίο) και ως συνεχείς (θάλαμοι με ιοντο-αγωγό μεμβράνη, θαλάμους με πλαίσια κ.λπ.) (σχήμα 5, FDA).

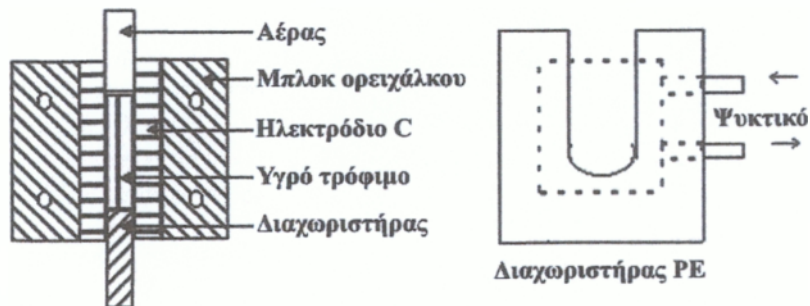
Σχήμα 5 Διάταξη των πλέον χρησιμοποιούμενων PEF επεξεργασίας



4.5 Στατικοί θάλαμοι

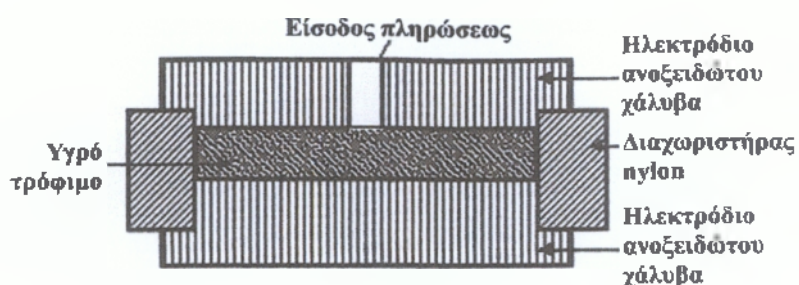
Σχήματος U: Το μοντέλο αυτό αποτελείται από 2 ηλεκτρόδια άνθρακος τα οποία στηρίζονται σε ορθογώνια μπλοκ από ορείχαλκο και τα οποία είναι τοποθετημένα σε διαχωριστήρα πολυστυρενίου (Σχήμα 6).

Σχήμα 6. Στατικός θάλαμος με ηλεκτρόδια άνθρακα



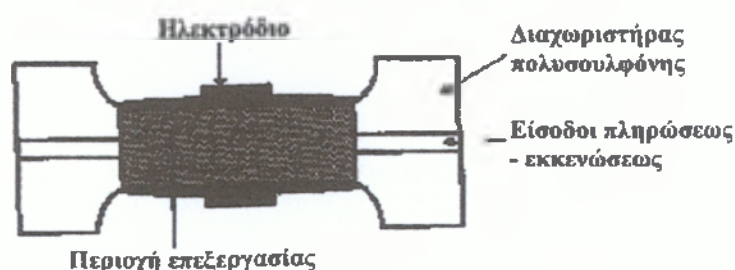
Διαφορετικοί διαχωριστήρες ρυθμίζουν την επιφάνεια του ηλεκτροδίου και το ποσό του προς επεξεργασία τροφίμου. Τα ορθογώνια μπλοκ ορείχαλκου φέρουν φλάντζες για την κυκλοφορία του νερού και τον έλεγχο της θερμοκρασίας του τροφίμου κατά την PEF επεξεργασία. Ο θάλαμος αυτός μπορεί να αντέξει ένα μέγιστο ηλεκτρικό πεδίο 30 kV/cm. Ένας άλλος τύπος θαλάμου αποτελείται από 2 ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα και ένα κυλινδρικό διαχωριστήρα από nylon (Σχήμα 7). Ο θάλαμος έχει ύψος 2 cm και εσωτερική διάμετρο 10 cm και επιφάνεια ηλεκτροδίων 78 cm².

Σχήμα 7. Διατομή στατικού θαλάμου επεξεργασίας PEF



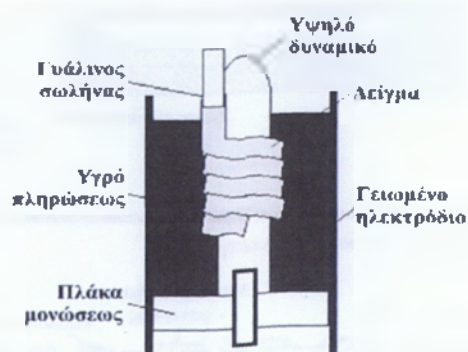
Ένα άλλο μοντέλο αποτελείται από 2 στρογγυλών άκρων, σχήματος δίσκου ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα (Σχήμα 8). Ως μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται Polysulfone ή Plexiglas. Η αποτελεσματική επιφάνεια του ηλεκτροδίου είναι 27 cm^2 και το άνοιγμα μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι 0,95 ή 0,5 cm. Ο θάλαμος μπορεί να αντέξει 70 kV/cm . Η ψύξη του θαλάμου επιτυγχάνεται με κυκλοφορία νερού.

Σχήμα 8. Διατομή στατικού θαλάμου επεξεργασίας PEF



Γυάλινο Πηνίο: Ένα τέτοιο μοντέλο χρησιμοποιεί ένα γυάλινο πηνίο, το οποίο περιβάλλει την άνοδο (Σχήμα 9). Ο όγκος του θαλάμου είναι 20 cm^3 , ο οποίος απαιτεί πλήρωση με υγρό υψηλής αγωγιμότητας και διαπερατότητας ίδια με αυτήν του δείγματος (υπόστρωμα NaCl, $\sigma=0,8$ με $1,3 \text{ S/m}$, υγρό πλήρωσεως νερό $\sim 10^{-3} \text{ S/m}$).

Σχήμα 9. Στατικός θάλαμος με γυάλινο πηνίο γύρω από την άνοδο

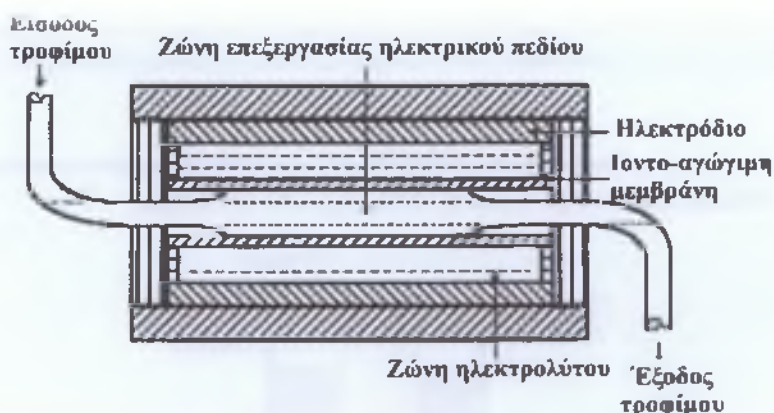


4.6 Συνεχείς θάλαμοι

Οι συνεχείς θάλαμοι είναι κατάλληλοι για εργασίες μεγάλης κλίμακας και είναι πιο αποτελεσματικοί από τους στατικούς θαλάμους.

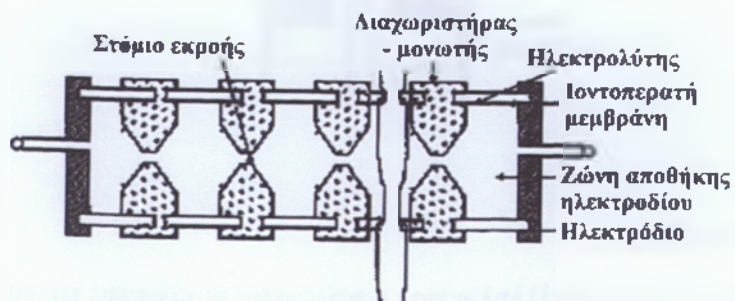
Συνεχής με Ιοντο-αγώγιμη Μεμβράνη: Ένας τέτοιος σχεδιασμός αποτελείται από 2 παράλληλα επίπεδα ηλεκτρόδια και με ένα διαχωριστήρα από μονωτικό (Σχήμα 10). Τα ηλεκτρόδια διαχωρίζονται από το τρόφιμο με μια αγώγιμη μεμβράνη από συμπολυμερή σουλφονομένου πολυστυρενίου και ακρυλικού οξέος. Για τη διευκόλυνση της αγωγής μεταξύ των ηλεκτροδίων χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρολύτης και ιοντο-διαπερατές μεμβράνες.

Σχήμα 10. Συνεχής θάλαμος με ιόντα-αγώγιμη μεμβράνη



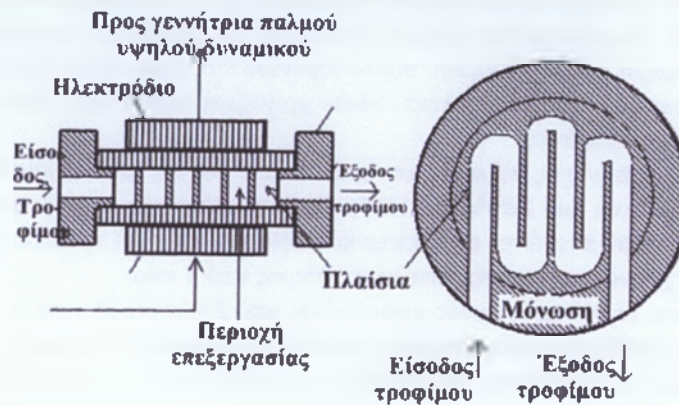
Ένας άλλος συνεχής θάλαμος αποτελείται από δοχεία ηλεκτροδίων αντί για πλάκες (Σχήμα 11, (49)). Οι διαχωριστήρας φέρουν ανοίγματα-σχισμές μεταξύ των οποίων πυκνώνει το ηλεκτρικό πεδίο και το υγρό τρόφιμο εισάγεται με πίεση. Ο μέσος χρόνος παραμονής είναι μικρότερος από 1 min.

Σχήμα 11. Συνεχής θάλαμος με δοχεία ηλεκτροδίων



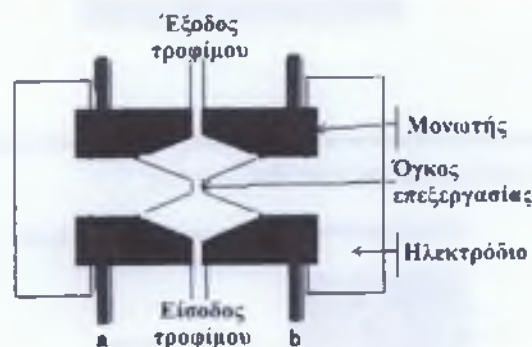
Συνεχής με Πλαίσια: Ο θάλαμος αυτός αποτελείται από 2 ηλεκτρόδια σχήματος δίσκου από ανοξείδωτο χάλυβα, τα οποία διαχωρίζονται από το θάλαμο με διαχωριστήρα πολυσουλφόνης (Σχήμα 12). Ο όγκος του θαλάμου είναι 20 ή 8 mL, το άνοιγμα των ηλεκτροδίων 0,95 ή 0,51 cm, ο ρυθμός ροής (παροχή) 1200 ή 6 mL/min (37).

Σχήμα 12. Συνεχής θάλαμος με πλαίσια



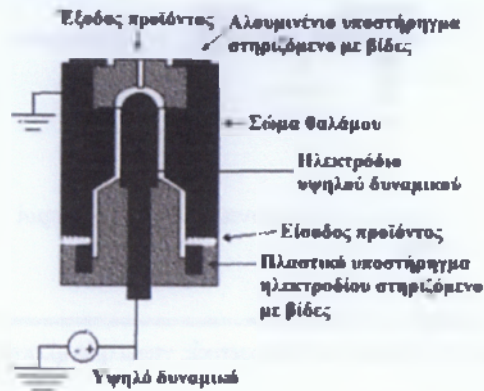
Συνεχείς Θάλαμοι Ενισχυμένου Ηλεκτρικού Πεδίου: Στο Σχήμα 13 φαίνεται ένας συνεχής θάλαμος ενισχυμένου ηλεκτρικού πεδίου (84). Φέρει κωνικό μονωτή για να εξαλειφθούν οι εναποθέσεις αερίου. Οι κωνικές περιοχές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε το δυναμικό κατά μήκος της ζώνης επεξεργασίας να μπορεί να είναι σχεδόν ίσο με το εφαρμοζόμενο δυναμικό.

Σχήμα 13. Συνεχής θάλαμος ενισχυμένου ηλεκτρικού πεδίου



Ομοαξονικός Συνεχής Θάλαμος ΡΕΕ: Οι ομοαξονικοί θάλαμοι βασικά αποτελούνται από ένα εσωτερικό κύλινδρο, ο οποίος περιβάλλεται από ένα δακτυλιοειδές κυλινδρικό ηλεκτρόδιο, το οποίο επιτρέπει τη ροή του τροφίμου μεταξύ αυτών (Σχήμα 14).

Σχήμα 14. Διατομή ομοαξονικού θαλάμου επεξεργασίας

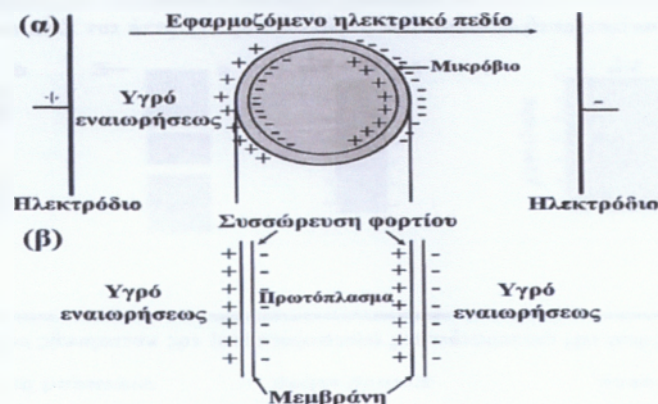


Η προεξέχουσα επιφάνεια του εξωτερικού ηλεκτροδίου ενισχύει το ηλεκτρικό πεδίο εντός της ζώνης επεξεργασίας και μειώνει την ένταση του πεδίου στο υπόλοιπο τμήμα του θαλάμου. Ο θάλαμος αυτός έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην αδρανοποίηση παθογόνων και μη βακτηρίων, ευρώτων, ζυμών και ενζύμων σε υγρά τρόφιμα όπως χυμοί φρούτων, γάλα και υγρό πλήρες αυγό (37).

4.7 Μηχανισμοί αδρανοποίησης

Με βάση την μέχρι τώρα γνώση, ένα εξωτερικό ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να προκαλέσει επαγωγικά μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης, γνωστό ως ενδομεμβρανικό δυναμικό (Σχήμα 15).

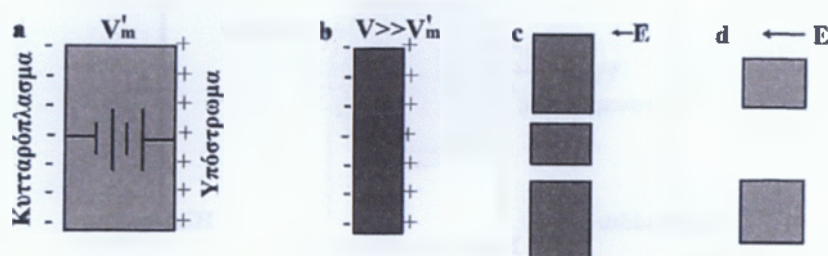
Σχήμα 15. Συσσώρευση φορτίου στην κυτταρική μεμβράνη και στα όρια του ηλεκτρολύτη. Α) εφαρμογή εξωτερικού πεδίου και β) επίπεδη, μονοδιάστατη άποψη του μικροβίου.



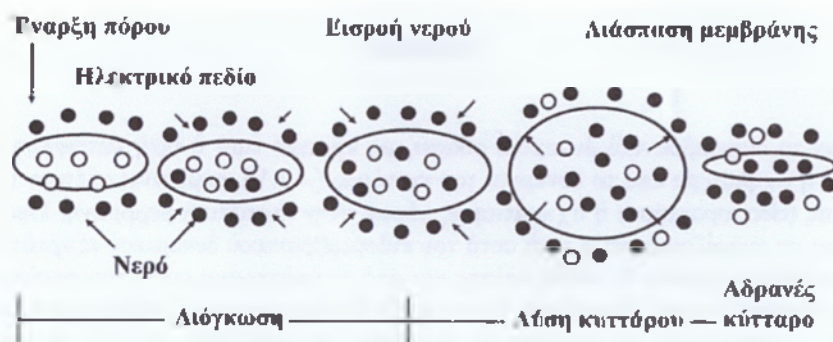
Όταν το διαμεμβρανικό δυναμικό φθάσει μια κρίσιμο τιμή ή τιμή κατωφλίου περίπου 0,7-2,2 V ή υψηλότερα από το δυναμικό του κυττάρου (~1 V), συμβαίνει αύξηση της διαπερατότητας (electroporation) ή σχηματισμός πόρων στην κυτταρική μεμβράνη. Όμως, σπουδαίο είναι να γνωρίζουμε ότι η τιμή αυτή του ενδομεμβρανικού δυναμικού εξαρτάται από το είδος του μικροοργανισμού, καθώς επίσης και από το υπόστρωμα εντός του οποίου αιωρούνται οι μικροοργανισμοί. Υποτίθεται ότι η έναρξη δημιουργίας των διαύλων αγωγής συμβαίνει εντός ολίγων ns κατά τη διεργασία της φορτίσεως της μεμβράνης; και ότι η διόγκωση των πόρων και η διαπερατότητα της μεμβράνης δημιουργούν υψηλώς αγωγίμους διαύλους εντός ολίγων μs μετά την έκθεση στο υψηλό δυναμικό. Η αύξηση στη διαπερατότητα της μεμβράνης είναι αντιστρεπτή αν η ισχύς του εξωτερικού πεδίου είναι ίση ή ελαφρώς μεγαλύτερη από την κρίσιμο τιμή. Οι μονωτικές ιδιότητες της κυτταρικής μεμβράνης μπορούν να ανακτηθούν εντός ολίγων δευτερολέπτων μετά την επεξεργασία και έτσι η κινητική της ανακτίσεως της κυτταρικής μεμβράνης θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν. Πρέπει δε να σημειωθεί ότι σε μερικές μελέτες εντοπίστηκε μη αντιστρεπτή διάσπαση ή αύξηση της διαπερατότητας της μεμβράνης.

Παρατηρήσεις με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μετά την PEF επεξεργασία, για δομικές μεταβολές των μικροβιακών κυττάρων, έδειξαν μικρές οπές, κρατήρες, επιμήκυνση, ρυτίδωση και αυξημένο σχηματισμό ουλών. Τέτοιες ενδοκυτταρικές βλάβες υπάρχουν στις περισσότερες περιπτώσεις, όπου διασπάται λιγότερο από το 1 % των κυττάρων. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η κυτταρολογική διάσπαση είναι ένας εναλλακτικός μηχανισμός αδρανοποίησης. Η ηλεκτρονική μικροσκοπία των βακτηριακών κυττάρων έχει δείξει κυτταρικά τοιχώματα με αυξημένη τραχύτητα και πάχος, καθώς επίσης και κυτταροπλασματική διάσπαση (Σχήμα 16). Τούτο υποστηρίζει τις θεωρίες εκείνες οι οποίες εξηγούν τη μικροβιακή αδρανοποίηση που βασίζεται στην αστάθεια της μεμβράνης, η οποία οδηγεί σε μη αντιστρεπτή διάσπαση ή αύξηση της διαπερατότητας (Σχήμα 16). Καθ' οποιονδήποτε τρόπο, η βλάβη και η διάσπαση των κυτταρικών πρωτεϊνών στην περιοχή των λιπιδίων είναι οι δύο επιδράσεις οι οποίες αποσαφηνίζουν την απόδειξη της κυτταρολογικής διασπάσεως και της αυξήσεως της διαπερατότητας της μεμβράνης (electroporation) (Σχήμα 17).

Σχήμα 16. Σχηματική αναπαράσταση της αντιστρεπτής και μη αντιστρεπτής διασπάσεως. Α) κυτταρική μεμβράνη με δυναμικό V'_m , β) συμπίεση μεμβράνης γ) σχηματισμός πόρου με αντιστρεπτή διάσπαση δ) μεγάλη επιφάνεια της μεμβράνης υπόκειται σε μη αντιστρεπτή διάσπαση με μεγάλους πόρους (86).



Σχήμα 17. Αύξηση της διαπερατότητας (electroporation) της κυτταρικής μεμβράνης

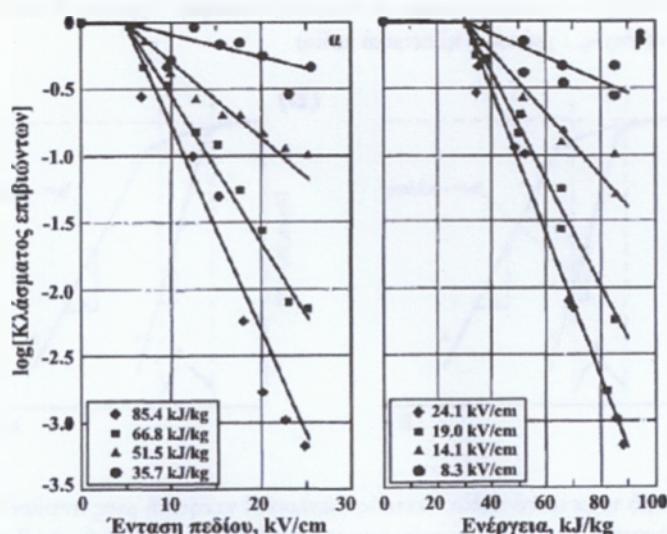


Οι άλλες θεωρίες, οι οποίες επιχειρούν να εξηγήσουν την λύση των κυτταρικών μεμβρανών περιλαμβάνουν: 1) την ωσμωτική ανισορροπία, η οποία δημιουργείται από τη διαρροή ιόντων και την επακολουθούσα διόγκωση και διάσπαση του κυττάρου, 2) το ιξωδοελαστικό μοντέλο, το οποίο λαμβάνει υπ' όψιν την επιφανειακή τάση και το ιξώδες της μεμβράνης για τον υπολογισμό του δυναμικού διασπάσεως, 3) το σχηματισμό υδροφίλων πόρων, οι οποίοι προκαλούν αύξηση στην αγωγιμότητα της μεμβράνης και της διαπερατότητας από ιόντα, και 4) εκείνες οι οποίες βασίζονται σε διαμορφωτικές μεταβολές, οι οποίες οφείλονται σε ισχυρή πόλωση, η οποία οδηγεί σε μεταθέσεις των συστατικών της μεμβράνης, συμπεριλαμβανομένων των λιπιδίων και πρωτεϊνών.

4.8 Μικροβιακή αδρανοποίηση

Η μικροβιακή αδρανοποίηση με PEF επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι με σειρά μειουμένης σπουδαιότητας είναι: ισχύς του ηλεκτρικού πεδίου, χρόνοι επεξεργασίας, αριθμός παλμών, σχήμα κύματος του παλμού, θερμοκρασία επεξεργασίας, τύπος μικροοργανισμού, στάδιο της μικροβιακής αναπτύξεως, ηλεκτρική αγωγιμότητα του υποστρώματος (τροφίμου), ιοντική ισχύς του υποστρώματος (τροφίμου), ιξώδες και pH του υποστρώματος (τροφίμου) και η παρουσία αντιμικροβιακών. Στο Σχήμα 18 φαίνεται η αδρανοποίηση της *Eschaichia coli* σε συνεχές σύστημα (56).

Σχήμα 18. Αδρανοποίηση της *Escherichia coli* με PEF. Α) Επίδραση της ισχύος του πεδίου σε διαφορετικές πυκνότητες ενέργειας. Β) Επίδραση της διαφορετικής πυκνότητας ενέργειας με διαφορετική ισχύ πεδίου.



Τα βακτήρια εναιωρήθηκαν σε διάλυμα Ringer και με θερμοκρασία 42 °C υπέστησαν επεξεργασία σε θάλαμο με παράλληλα ηλεκτρόδια σε απόσταση 2,5 cm. Μελετήθηκαν δε διαφορετικές πυκνότητες ενέργειας (Σχήμα 18(α)) και διαφορετικές εντάσεις πεδίου (Σχήμα 18 (β)).

Η μείωση στον αριθμό των ζώντων οργανισμών ή η μικροβιακή αδρανοποίηση με PEF, ως συνάρτηση του ηλεκτρικού πεδίου σε σταθερό χρόνο επεξεργασίας ή ως συνάρτηση του χρόνου σε σταθερό ηλεκτρικό πεδίο, γενικώς ακολουθεί κινητική μιας αντιδράσεως πρώτης τάξεως. Η ταχύτητα μικροβιακής επιβιώσεως, S (μικροβιακό

φορτίο μετά την επεξεργασία [N]/ μικροβιακό φορτίο πριν από την επεξεργασία [No]), συσχετίστηκε με την ισχύ του ηλεκτρικού πεδίου, E (kV/cm), σύμφωνα με την εξίσωση (A):

$$\ln(S) = -bE(E - E_c)$$

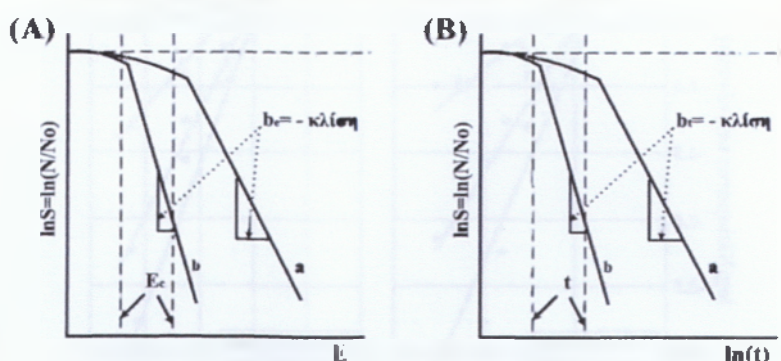
όπου bE (cm/kV) ο συντελεστής παλινδρομήσεως (σταθερά ταχύτητας ηλεκτρικού πεδίου), E (kV/cm) η ισχύς του εφαρμοζομένου πεδίου και E_c η τιμή του E, η οποία λαμβάνεται με προέκταση σε επιβίωση 100% (Σχήμα 19A) (68).

Κατά παρόμοιο τρόπο, η ταχύτητα της μικροβιακής επιβιώσεως συσχετίστηκε με το χρόνο επεξεργασίας (ms), με την εξίσωση (B):

$$\ln(S) = -b_t \cdot \ln\left(\frac{t}{t_c}\right)$$

όπου b_t (1/s) είναι η σταθερά ταχύτητας του χρόνου και t_c η τιμή του χρόνου επεξεργασίας η οποία λαμβάνεται με προέκταση σε επιβίωση 100% (Σχήμα 19B) (68).

Σχήμα 19. Εξάρτηση του κλάσματος της μικροβιακής επιβίωσης από (A) το ηλεκτρικό πεδίο και (B) από το χρόνο επεξεργασίας. Οι καμπύλες a αντιστοιχούν σε ανθεκτικούς μικροοργανισμούς και οι καμπύλες b σε ευαίσθητους μικροοργανισμούς (S κλάσμα επιβιώνόντων, E ηλεκτρικό πεδίο, b κινητική σταθερά, t χρόνος, δείκτες: 0 αρχικός c κρίσιμος, t χρόνος, e ηλεκτρικό πεδίο)



Ο χρόνος επεξεργασίας ορίζεται ως το γινόμενο του εύρους του παλμού t (ms) επί τον αριθμό των παλμών ($t = t_n$).

Οι εξ. (A) και (B) μπορούν να συνδυασθούν και να δώσουν:

$$S = \left(\frac{t}{t_c}\right)^{-(E-E_c)/k}$$

όπου k εμπειρική σταθερά εξαρτωμένη από το μικροοργανισμό. Πρέπει να σημειωθεί ότι όσο μικρότερες είναι οι τιμές του E_c ή του t_c και υψηλές οι τιμές των b_E και b_t που λαμβάνονται για ένα μικροοργανισμό, τόσο πιο ευαίσθητος είναι ο μικροοργανισμός στην επεξεργασία PEF (Σχήμα 19Α και Β α έναντι του β). Στον Πίνακα 16 φαίνονται τιμές του k , οι οποίες υπολογίστηκαν με προσαρμογή πειραματικών δεδομένων (59).

Ο Πίνακας 16 δείχνει ότι το E_c για τα gram- βακτήρια είναι χαμηλότερο από εκείνο για τα gram+ βακτήρια. Η κινητική σταθερά για τη ζύμη *C.albicans* είναι μικρότερη από εκείνη για τα gram- και gram+ βακτήρια, φανερώνοντας ότι οι ζύμες είναι πιο ανθεκτικές στην αδρανοποίηση με PEF από τα βακτήρια. Το αποτέλεσμα αυτό δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα άλλων μελετών. Ο πίνακας δείχνει επίσης ότι τα κύτταρα της *E. coli* στη λογαριθμική φάση της αναπτύξεως έχουν χαμηλότερα t_c και E_c και υψηλότερη k .

Πίνακας 16. Κινητικές σταθερές του μοντέλου του Hulsheger για διάφορους μικροοργανισμούς σε ρυθμιστικό $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ με pH 7,0 (59).

Μικροοργανισμός	E (kV/cm)	t (μs) (kV/cm)	E_c (μs)	t_c (kV/cm)	K (%)	r
<i>Escherichia coli</i> (4 h) ¹	4 - 20	0,07 - 1,1	0,7	11	8,1	97,7
<i>E.coli</i> (30 h) ¹	10 - 20	0,07 - 1,1	8,3	18	6,3	97,6
<i>Klebsiella pneumonia</i>	8 - 20	0,07 - 1,1	7,2	29	6,6	95,7
<i>Pseudomonas auriginosa</i>	8 - 20	0,07 - 1,1	6,0	35	6,3	98,4
<i>Staphylococcus aureus</i>	14 - 20	0,07 - 1,1	13,0	58	2,6	97,7
<i>Listeria monocytogenes I</i>	12 - 20	0,07 - 1,1	10,0	63	6,5	97,2
<i>L. monocytogenes II</i>	10 - 20	0,07 - 1,1	8,7	36	6,4	98,5
<i>Candida albicans</i>	10 - 20	0,14 - 1,1	8,4	110	2,2	96,6

Η παρουσία ουράς στις καμπύλες, όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο της πρώτης τάξεως, οδήγησε τους ερευνητές (74), να ορίσουν τις κινητικές καμπύλες των μικροοργανισμών ως σιγμοειδείς, οι οποίες περιγράφονται καλύτερα με την εξίσωση Fermi:

$$S = \frac{100}{1 - \exp\left(\frac{E - E_c}{\alpha}\right)}$$

όπου S το ποσοστό των επιβιώντων μικροοργανισμών, E η ισχύς του πεδίου (kV/cm), E_c (kV/cm) το κρίσιμο ηλεκτρικό πεδίο, όπου το επίπεδο επιβίωσης είναι 50% και α (kV/cm) η παράμετρος η οποία δείχνει το απότομο της καμπύλης επιβίωσης γύρω από το E_c . Μεγάλη τιμή σημαίνει ευρύτητα, ενώ μικρή τιμή δείχνει απότομη κλίση, υψηλή ευαισθησία στην PEF ή ταχύτερα αδρανοποίηση. Περαιτέρω, τα E_c και α εξαρτώνται από τον αριθμό των παλμών ή το χρόνο επεξεργασίας και η εξάρτηση αυτή περιγράφεται από:

$$E_c = E_\infty \exp(-K_1 n)$$

$$\alpha = \alpha_0 \exp(-K_2 n)$$

όπου K_1 και K_2 αδιάστατες σταθερές.

Ένα σχετικά νέο μοντέλο για την ακριβή περιγραφή της κινητικής αδρανοποίησης των μικροοργανισμών με PEF είναι το λογαριθμικό-λογιστικό (log-logistic) το οποίο έχει αποδειχθεί ως ένα καλό εναλλακτικό για την προσαρμογή των καμπυλών επιβίωσης όταν συμβαίνει κατανομή της αντιστάσεως εντός του βακτηριακού πληθυσμού. Το μοντέλο αυτό είναι ένα εναλλακτικό για την περιγραφή της κινητικής της μικροβιακής αδρανοποίησης, όταν ο λογάριθμος του κλάματος των επιβιώντων παριστάμενος γραφικά έναντι του χρόνου επεξεργασίας δεν δίδει ευθεία γραμμή. Το μοντέλο αυτό ορίζεται από:

$$\log S = \log S_0 + \frac{\log S_n - \log S_0}{1 - \exp\left(\frac{4\sigma(\tau - \log t)}{\log S_n - \log S_0}\right)}$$

όπου $\log S$ είναι ο λογάριθμος του κλάματος των επιβιώντων ως συνάρτηση του χρόνου, $\log S_0$ ο λογάριθμος του αρχικού κλάματος των επιβιώντων σε χρόνο μηδέν, $\log S_n$ ο λογάριθμος του κλάματος των επιβιώντων, σ η μέγιστη κλίση της λογαριθμικής καμπύλης επιβίωσης, τ είναι ο λογάριθμος του χρόνου στον οποίο παρατηρείται η μέγιστη κλίση και t ο χρόνος επεξεργασίας. Η χρήση διαφορετικών μοντέλων δείχνει ότι υπάρχει έλλειψη συμφωνίας μεταξύ των ερευνητών ως προς τον καλύτερο τρόπο ορισμού της κινητικής της μικροβιακής αδρανοποίησης κατά την PEF επεξεργασία.

Γενικώς, παρ' όλη την ασυμφωνία, τα βακτήρια έχουν αποδειχθεί πιο ανθεκτικά από τις ζύμες, αν και οι σπόροι είναι οι πιο ανθεκτικές μορφές. Η υψηλή αντίσταση των

σπόρων στην PEF επεξεργασία έχει εξηγηθεί με βάση το μικρό τους μέγεθος, καθώς και από την αφυδατωμένη και μεταλλοποιημένη τους κατάσταση, τα οποία καταλήγουν σε πιο παχύ φλοιό (cortex) και κάλυμμα, τα οποία προσφέρουν προστασία στον μικρής αγωγιμότητας πυρήνα. Η απόδοση της PEF επεξεργασίας επηρεάζεται από τις διαφορές των βλαστικών κυττάρων στις ιδιότητες των μεμβρανών σε διαφορετικά στάδια αναπτύξεως και έτσι κατά τη λογαριθμική φάση λαμβάνονται υψηλότερα επίπεδα αδρανοποίησης (σχεδόν 30%) από ότι κατά τη στάσιμο φάση της αναπτύξεως. Η αγωγιμότητα του υποστρώματος (π.χ. ρυθμιστικό ή υγρό τρόφιμο) έχει μια αντίστροφη επίδραση επί της αδρανοποίησης των μικροοργανισμών, αφού όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα, τόσο χαμηλότερο πεδίο υπερρεύματος επιτυγχάνεται με σταθερό εφοδιασμό ενέργειας. Δεν είναι παράξενο, η παρουσία ορισμένων αντιμικροβιακών, όπως η nisin, να δείχνει προσθετική και συνεργιστική δράση όταν συνδυάζονται με PEF.

4.9 Αδρανοποίηση των ενζύμων

Η τεχνολογία PEF επίσης έχει επικεντρωθεί και στην αδρανοποίηση των ενζύμων με επιβλαβή δράση, η οποία είναι η αιτία της υποβαθμίσεως της ποιότητας κατά την αποθήκευση των επεξεργασμένων προϊόντων. Παρά την εμπορική σημασία της αδρανοποίησης των ενζύμων, οι πληροφορίες στη βιβλιογραφία επί του θέματος είναι πολύ περιορισμένες και μάλιστα για πραγματικά τρόφιμα. Το πλείστο των πληροφοριών αναφέρεται στην αδρανοποίηση σε συστήματα-μοντέλα, όπως αιωρήματα, απεσταγμένο νερό και διαλύματα πεπτόνης και ρυθμιστικά. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται μερική αδρανοποίηση της γαλακτικής δεϋδρογονάσης, της θρυψίνης, πλασμίνης (μέχρι 90% στα 45 kV/cm σε μοντέλο γάλακτος), αλκαλικής φωσφατάσης (μέχρι 95% στα 13,2 kV/cm) γαλακτοϋπεροξειδάσης, λιπάσης (μέχρι 80% στα ~ 87 kV /οαι σε ρυθμιστικό διάλυμα), γλυκοζοξειδάσης (μέχρι 75% στα ~ 87 kV /cm σε ρυθμιστικό διάλυμα), α-αμυλάσης (μέχρι 80% ~ 87 kV /cm σε ρυθμιστικό διάλυμα), υπεροξειδάσης (μέχρι 30% ~ 87 kV/cm σε ρυθμιστικό διάλυμα) και πολυφαινολοξειδάσης (μέχρι 80% ~ 87 kV /cm σε ρυθμιστικό διάλυμα και μέχρι 70% σε χυμό ροδάκινου και αχλαδιού στα 24 kV/cm). Ατυχώς, λόγω των διαφορών στον εξοπλισμό PEF και στις συνθήκες επεξεργασίας, είναι πρακτικά αδύνατο να συγκριθούν τα αποτελέσματα.

4.10 Παλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο (PEF) και η εφαρμογή του στη βιομηχανία τροφίμων

Η επεξεργασία PEF περιλαμβάνει μια σύντομη έκρηξη της υψηλής τάσης σε τρόφιμα που τοποθετούνται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (69).

Όταν η υψηλή ηλεκτρική τάση εφαρμόζεται, τότε μια μεγάλη ροή των ηλεκτρικών ροών μέσω των τροφίμων μπορούν να ενεργήσουν ως ηλεκτρικοί αγωγοί λόγω της παρουσίας μεταφορέων ηλεκτρικών δαπανών όπως και μεγάλης συγκέντρωσης των ιόντων (37).

Γενικά, ένα σύστημα PEF αποτελείται από μια υψηλής τάσεως πηγή ισχύος, μια τράπεζα πυκνωτών ενεργειακής αποθήκευσης, έναν αντιστάτη περιορισμού χρέωσης, μια αλλαγή στην ενέργεια απαλλαγής από τον πυκνωτή στα τρόφιμα και μια αίθουσα επεξεργασίας. Η τράπεζα των πυκνωτών χρεώνεται από μια άμεση τρέχουσα πηγή ισχύος που λαμβάνεται από την ενισχυμένη και αποκατεστημένη κανονική εναλλακτική τρέχουσα κύρια πηγή. Ένας ηλεκτρικός διακόπτης χρησιμοποιείται στην ενέργεια απαλλαγής (στιγμιαία στο εκατομμυριοστό ενός δευτερολέπτου) που αποθηκεύεται στην τράπεζα των πυκνωτών στα τρόφιμα που κρατούνται στην αίθουσα επεξεργασίας. Εκτός από εκείνα τα σημαντικά συστατικά, μερικά μέρη προσθηκών είναι επίσης απαραίτητα. Σε περίπτωση συνεχούς συστήματος μιας αντλίας χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει στα τρόφιμα μέσω της αίθουσας επεξεργασίας. Ένα σύστημα ψύξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μικρύνει την ωμική θερμοκρασία τροφίμων επίδρασης και ελέγχου θέρμανσης κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Οι υψηλής τάσεως έλεγχοι χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν την τάση και το ρεύμα που εισέρχονται στην αίθουσα (37, 52, 34).

Ο τύπος κυματοειδούς ηλεκτρικών τομέων που εφαρμόζεται είναι ένα από τα σημαντικά περιγραφικά χαρακτηριστικά ενός παλλόμενου συστήματος επεξεργασίας ηλεκτρικών πεδίων. Η εκθετική αποσύνθεση ή τα τετραγωνικά κύματα είναι μεταξύ των πιο κοινών κυματοειδών χρησιμοποιημένους. Για να παραχθεί ένα εκθετικά αποσυντεθειμένο κύμα τάσης, μια παροχή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος αναθέτει την τράπεζα των πυκνωτών που συνδέονται σωρηδόν με έναν αντιστάτη χρέωσης.

Όταν ένα σήμα ώθησης εφαρμόζεται, η δύναμη που αποθηκεύεται στον πυκνωτή διατρέχει τα τρόφιμα στην επεξεργασία.

Τα εκθετικά κυματοειδή είναι ευκολότερα να παραχθούν από γεννήτριες. Η παραγωγή του τετραγωνικού κυματοειδούς απαιτεί γενικά ένα δίκτυο (PFN) που

αποτελείται από μια σειρά πυκνωτών και πηνίων. Είναι πιο προκλητικό για να σχεδιαστεί ένα τετραγωνικό σύστημα κυματοειδούς έναντι ενός εκθετικού συστήματος κυματοειδούς. Τα τετραγωνικά κυματοειδή μπορούν να είναι περισσότερο θανατηφόρα και ενεργειακά αποδοτικά από τους παλμούς εκθετικής αποσύνθεσης δεδομένου ότι οι τετραγωνικοί παλμοί έχουν την πιο μακροχρόνια διάρκεια τάσης έναντι των εκθετικών (87, 34).

Προκειμένου να παραχθεί το αποτελεσματικό τετραγωνικό κυματοειδές που χρησιμοποιεί ένα PFN, η αντίσταση των τροφίμων πρέπει να αντιστοιχηθεί στη σύνθετη αντίσταση του PFN. Επομένως, είναι σημαντικό να αποφασιστεί η αντίσταση προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα κατάλληλα τρόφιμα.

Ο διακόπτης απαλλαγής διαδραματίζει επίσης έναν κρίσιμο ρόλο στην αποδοτικότητα του συστήματος PEF. Ο τύπος του διακόπτη θα καθορίσει πόσο γρήγορα μπορεί να εκτελέσει και σε πόσο ρεύμα και τάση μπορεί να αντισταθεί. Κατά αυξανόμενη σειρά ζωής υπηρεσιών, οι κατάλληλοι διακόπτες για τα συστήματα PEF περιλαμβάνουν: χάσματα σπινθήρων και ημιαγωγούς. Οι διακόπτες στερεάς κατάστασης ημιαγωγών εξετάζονται από τους εμπειρογνώμονες ως το μέλλον της μετατροπής υψηλής δυναμικής. Παρουσιάζουν την καλύτερη απόδοση και είναι ευκολότεροι στον χειρισμό τους και απαιτούν λιγότερα συστατικά ώστε να επιτρέψουν τους γρηγορότερους χρόνους διακοπής και να είναι οικονομικότερα υγιείς (54).

Γενικά, οι εφαρμογές PEF στην επεξεργασία τροφίμων έχουν κατευθυνθεί σε δύο κύριες κατηγορίες: μικροβιακής αδρανοποίησης στη συντήρηση των υγρών τροφίμων και αύξηση της μαζικής μεταφοράς της σύστασης στα στερεά και τα υγρά τρόφιμα.

Η μεγάλη μερίδα των εργασιών για PEF έχει στραφεί στη μείωση του μικροβιακού φορτίου στα υγρά ή ημισταθερά τρόφιμα προκειμένου να επεκταθεί η ζωή του προϊόντος στο ράφι και να εξασφαλιστεί η ασφάλειά τους.

Τα προϊόντα που έχουν μελετηθεί συνήθως περιλαμβάνουν το γάλα, χυμός μήλων χυμός από πορτοκάλι και αυγό (61, 34).

Αυτές οι μελέτες και άλλες έχουν εκθέσει την επιτυχία PEF στην αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών στα τρόφιμα καθώς επίσης και των επιλεγμένων ενζύμων, με συνέπεια την καλύτερη διατήρηση των γεύσεων, των θρεπτικών ουσιών και τη φρεσκότερη προτίμηση έναντι των παστεριωμένων με θερμική επεξεργασία προϊόντων (37, 38, 79).

Μια άλλη περιοχή που παρουσιάζει μεγάλη δυνατότητα εφαρμόζει PEF στους ιστούς ως προγενέστερη επεξεργασία για να ενισχύσει τις επόμενες διαδικασίες όπως η εξαγωγή χυμού και η αφυδάτωση (37, 71).

4.11 Μηχανισμός της μικροβιακής αδρανοποίησης από PEF

Ο ήλεκτρο-μετασχηματισμός επεξεργασίας με PEF (παραγωγή των πόρων) της κυτταρικής μεμβράνης οδηγεί στη μικροβιακή καταστροφή και την αδρανοποίηση. Αν και είναι ακόμα ασαφές εάν ο σχηματισμός πόρων εμφανίζεται στο λιπίδιο ή στις πρωτεϊνικές μήτρες, θεωρείται ότι τα ηλεκτρικά πεδία προκαλούν τις δομικές αλλαγές στις μεμβράνες των μικροβιακών κυττάρων που εδρεύουν στη ηλεκτρομηχανική συμπίεση και τις οσμωτικές δυσαναλογίες (86, 37, 47, 54, 68).

4.12 Διαμεμβρανικό δυναμικό

Η μεμβράνη σε ένα βιολογικό κύτταρο ενεργεί ως μονωτής στο κυτταρόπλασμα, του οποίου η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι έξι έως οκτώ μεγέθη μεγαλύτερα από αυτό της μεμβράνης (45).

Η κυτταρική μεμβράνη μπορεί να θεωρηθεί ως πυκνωτής που γεμίζει με ένα χαμηλό υλικό διηλεκτρικής σταθεράς. Όταν ένα ορισμένο ηλεκτρικό πεδίο εφαρμόζεται στην αναστολή κυττάρων τότε τα ιόντα μέσα στο κύτταρο κινούνται κατά μήκος του τομέα έως ότου συσσωρευτούν οι ελεύθερες δυνάμεις και στις δύο επιφάνειες των μεμβρανών. Αυτή η συσσώρευση των δυνάμεων αυξάνει την ηλεκτρομηχανική δυνατότητα πίεσης (VT), σε μια αξία που είναι πολύ μεγαλύτερη από το εφαρμοσμένο ηλεκτρικό πεδίο. Το VT δίνει την αφορμή για μια πίεση που αναγκάζει το πάχος μεμβρανών να μειωθεί.

Μια περαιτέρω αύξηση της έντασης των ηλεκτρικών πεδίων μπορεί να φθάσει σε μια αντιστρέψιμη διακοπή των μεμβρανών (σχηματισμός πόρων). Όταν το μέγεθος και ο αριθμός των πόρων γίνονται μεγαλύτερος έναντι της επιφάνειας των μεμβρανών, τότε εμφανίζεται η αμετάκλητη διακοπή (86, 45, 75).

4.13 Ηλεκτρομηχανική συμπίεση

Φυσικά, οι δυνάμεις στα πιάτα των πυκνωτών της βιολογικής κυτταρικής μεμβράνης προσελκύουν η μια την άλλη. Αυτό προκαλεί μια εκλέπτυνση της μεμβράνης υπό τον όρο ότι η μεμβράνη είναι συμπίεσιμη. Το πάχος των μεμβρανών

που επιτυγχάνεται καθορίζεται από την ισορροπία μεταξύ των ηλεκτρικών δυνάμεων συμπίεσης και των προκύπτουσών ηλεκτρικών δυνάμεων. Με την αυξανόμενη δυναμικότητα των μεμβρανών, ένα κρίσιμο πάχος των μεμβρανών επιτυγχάνεται στο οποίο οι ηλεκτρικές συμπιεστικές δυνάμεις αλλάζουν γρηγορότερα από τις παραγόμενες ηλεκτρικές δυνάμεις.

Επομένως η μεμβράνη γίνεται ασταθής και οι πόροι που εμφανίζονται την γεμίζουν εσωτερικά και εξωτερικά. Η προκύπτουσα αύξηση της ηλεκτρικής διαπερατότητας της μεμβράνης οδηγεί σε μια γρήγορη απαλλαγή του πυκνωτή. Μια αύξηση στην ένταση του εξωτερικού τομέα θα οδηγήσει στη διακοπή των μεμβρανών στους πόλους των κυττάρων. Η απαραίτητη δύναμη τομέων για αυτήν την διακοπή είναι στη σειρά 1 ως 20kV/cm ανάλογα με την ακτίνα των κυττάρων.

Η διακοπή τάσης είναι 1V ανάλογα με τη θερμοκρασία και διαρκεί μεταξύ των τομέων. Επίσης, η διακοπή τάσης επιτυγχάνεται και σε άλλες περιοχές των μεμβρανών (66, 47).

4.14 Ωσμωτική δυσαναλογία

Επίσης θεωρείται ότι η αιτία της ρήξης μεμβρανών ίσως οφείλεται στην ωσμωτική δυσαναλογία που παράγεται από τη διαρροή των ιόντων και των μικρών μορίων που προκαλούνται από την επεξεργασία PEF. Λόγω της ωσμωτικής πίεσης του κυτταροπλασματικού περιεχομένου, το κύτταρο αρχίζει να πρήζεται. Όταν ο όγκος του κυττάρου φθάνει στο 155% του κανονικού όγκου του, η ρήξη της κυτταρικής μεμβράνης και η λύση του κυττάρου εμφανίζονται (81).

Ο Vega-Mercado επιβεβαίωσε την ωσμωτική θεωρία δυσαναλογίας. Οι συντάκτες ερεύνησαν το pH, την επίδραση της ιοντικής δύναμης και τη συνδυασμένη επίδραση PEF στην αδρανοποίηση της *Escherichia coli* και διαπίστωσαν ότι η αδρανοποίηση των μικροοργανισμών προκαλείται κυρίως από μια αύξηση στη διαπερατότητα μεμβρανών λόγω της μηχανικής συμπίεσης. Οι μειώσεις περισσότερων από 2.2 log. μονάδων παρατηρήθηκε όταν τροποποιήθηκε το pH και το ηλεκτρικό πεδίο: το pH από 6.8 έως 5.7 και το ηλεκτρικό πεδίο από 20 έως 55 kV/cm. Παρόμοια αποτελέσματα λαμβάνονται όταν μειώνεται η ιοντική δύναμη από 168 mM. σε 28 mM. Οι συντάκτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το ηλεκτρικό πεδίο και η ιοντική δύναμη σχετίζονται με το ποσοστό και τη φυσική ζημία των κυτταρικών μεμβρανών, ενώ το pH είναι σχετικό με τις αλλαγές στους κυτταροπλασματικούς όρους λόγω της ωσμωτικής δυσαναλογίας που προκαλείται (82).

4.15 Αδρανοποίηση των μικροοργανισμών με PEF στο γάλα

Το γάλα είναι ένα από τα δημοφιλέστερα και εμπορευματοποιημένα υγρά τρόφιμα. Η Καναδική παραγωγή γάλακτος έφθασε σε 7.6 εκατομμύρια τόνους το 2008 (στατιστικές Καναδάς 2009), ένδειξη του τεράστιου μεγέθους της αγοράς. Σαν ιδιαίτερο θρεπτικό μέσο σχεδόν το γάλα με το ουδέτερο pH μπορεί να μολυνθεί εύκολα από πολλά παθογόνα βακτήρια. Τα πολυάριθμα κρούσματα της τροφικής δηλητηρίασης έχουν επισημανθεί στο γάλα από *Escherichia coli* O157: H7 που είναι ένα από τα σημαντικότερα παθογόνα που βρίσκονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Επίσης στα σποραδικά κρούσματα της αιμορραγικής κολίτιδας και το ουρεμικό αιμολυτικό σύνδρομο στους ανθρώπους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα *Escherichia coli* O157: H7 στον Καναδά συνδέθηκε με το γάλα της αίγας από έναν αγροτικό συνεταιρισμό στο Νησί Βανκούβερ, Βρετανική Κολομβία. Πέντε παιδιά ήταν μολυσμένα και δύο από αυτά νοσηλεύτηκαν με ουρεμικό αιμολυτικό σύνδρομο (δημόσια υγεία Αντιπροσωπεία του Καναδά 2002). Η *Salmonella spp.* είναι επίσης επικίνδυνες τροφικά και μπορούν να μολύνουν προϊόντα γάλακτος και τυριών και να προκαλέσουν τη σαλμονέλωση στον άνθρωπο (53).

Ένα χαρακτηριστικό ξέσπασμα εμφανίστηκε στην Καλιφόρνια το 1997 όπου 31 άνθρωποι μολύνθηκαν από το *S. typhimurium* από την κατανάλωση του φρέσκου μεξικάνικου ακατέργαστου γάλακτος. Άλλα εξίσου σημαντικό παθογόνο βακτήριο στο γάλα περιλαμβάνεται η *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, και *Campylobacter jejuni*.

Ο έλεγχος αυτών των μικροοργανισμών είναι η σημαντικότερη λειτουργία στο χειρισμό και την παραγωγή του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων. Στις περισσότερες χώρες, το ακατέργαστο γάλα πρέπει να παστεριωθεί όπως απαιτείται από τους ακριβείς κανονισμούς. Η πώληση του ακατέργαστου γάλακτος έχει απαγορευθεί αυστηρά στο πλαίσιο των κανονισμών τροφίμων και φαρμάκων του Καναδά από το 1991.

Λόγω αυτών των ανησυχιών υγείας, οι κανονισμοί τροφίμων και φαρμάκων του Καναδά απαιτούν όλο το διαθέσιμο γάλα προς πώληση πρέπει να είναι παστεριωμένο, έτσι σημαίνει ότι το ακατέργαστο γάλα να έχει υποβληθεί σε θερμική επεξεργασία για να αποβάλει την ασθένεια των βακτηριδίων που μπορούν να είναι παρόντα (υγεία Καναδάς 2006).

Η συμβατική παστερίωση θα μπορούσε να ολοκληρωθεί από δύο στάδια: χαμηλής θερμοκρασίας παστερίωσης (LTLT 63 – 65 °C, 30 min.) και υψηλής θερμοκρασίας παστερίωσης σε σύντομο χρόνο (HTST 72 °C, 15 s) (53).

Εκτός από την βακτηριακή αδρανοποίηση με θερμική επεξεργασία μπορεί να έχει επιπτώσεις στη γεύση, στην προτίμηση και τη θρεπτική ποιότητα του γάλακτος. Επομένως, υπάρχει μια ανάγκη να αναπτυχθούν οι εναλλακτικές τεχνολογίες επεξεργασίας που βασίζονται στις μη-θερμικές τεχνικές.

Η PEF ως μη-θερμική μέθοδος παστερίωσης έχει τη δυνατότητα να αποτρέψει την απόκλιση στην ποιότητα. Ένας μεγάλος αριθμός ερευνών για PEF έχει εστιάσει στην αδρανοποίηση διαφορετικών μικροοργανισμών στο γάλα λόγω της μεγάλης σημασίας της βιομηχανίας γάλακτος (πίνακας 17).

Πίνακας 17. Αδρανοποίηση του επιλεγμένου μικροοργανισμού στο γάλα από PEF

Πηγή	Τύπος γάλακτος	Μικροοργανισμοί	Μέγιστη μείωση του λογαρίθμου	Τύπος επεξεργασίας	Όροι διαδικασίας
Dunn and Pearlman (1987)	Pasteurized milk	<i>E. coli</i>	3	B, parallel plate	43°C, 43 kV/cm, 23 pulses
Grahl and Markl (1996)	UHTmilk (1.5% fat)	<i>E. coli</i>	4	B, 25 mL, d = 0.5cm	< 45°C, 22.4 kV/cm, 20 pulses
Zhang et al. (1994b)	Skim milk	<i>E. coli</i>	3	B, d = 0.95cm, v = 25.7 mL	< 25°C, 25kV/cm, 20 pulses, exponential
Zhang et al. (1995b)	Modified SMUF	<i>E. coli</i>	9	B, parallel plate, 14 mL, 0.51 cm	7,20, 33°C, 70 kV/cm, 2μs, 80 pulses
Qin et al. (1994)	SMUF	<i>E. coli</i>	1.5	B, 80J/pulse, parallel plate	<30°C, 40 kV/cm, 8 pulses, oscillatory decay
Qin et al. (1994)	SMUF	<i>E. coli</i>	3	B, 60J/pulse, parallel plate	<30°C, 40 kV/cm, 4 pulses, bipolar
Qin et al. (1994)	Skim milk	<i>E. coli</i>	2.5	B, parallel plate, 14mL	<30°C, 50 kV/cm, 62 pulses, 2μs, square wave

Qin et al. (1994)	Skim milk	<i>E. coli</i>	3.5	C, parallel plate	<30°C, 50 kV/cm, 48 pulses, 2µs, square wave
Qin et al. (1995a)	SMUF	<i>E. coli</i>	3.6	C, parallel plate, 8 cm ³ , d = 0.51cm	<30°C, 50 kV/cm, 62 pulses 2µs, square wave
Qin et al. (1995a)	SMUF	<i>E. coli</i>	7	C, coaxial, 29mL, d = 0.6cm	<30°C, 25kV/cm, 300pulses, 2µs, square wave
Qin et al. (1998)	SMUF	<i>E. coli</i>	6	C, coaxial, 29µL, d=0.6cm	<40°C, 60kV/cm, 50 pulses 2µs, Exponential decay
Pothakamury et al. (1995a)	SMUF	<i>E. coli</i>	4	B, parallel plate, 12.5 mL, d = 0.5 cm	<30°C, 16 kV/cm, 200-300µs, Exponential decay
Pothakamury et al. (1996)	SMUF	<i>E. coli</i>	4,5	B, parallel plate	7, 20°C, 36 kV/cm, 60pulses
Vega-Mercado (1996)	Modified SMUF	<i>E. coli</i>	2.56	B, parallel plate, 12.5 µL, d = 0.5 cm	15°C, 20, 40, 55 kV/cm, 2µs, 8 pulses
Martin et al. (1997)	Skim milk diluted with water (1:2:3)	<i>E. coli</i>	Nearly 3	B, parallel plate, 13.8 mL, d = 0.51cm	15°C, 45 kV /cm, 6 µs, 64 pulses
Martin et al. (1997)	Skim milk	<i>E. coli</i>	2	C, parallel plate, 45 mL/s, v = 8mL	15°C, 25 kV/cm, 1.8 µs
Dutreux et al. (2000)	Fat-free milk	<i>E. coli</i>	4.0	C, coaxial, 29mL, flow rate 0.5 L/min, d = 0.6 cm	Inlet 1 IDC, outlet 37°C, 41kV/cm, 2.5µs, up to 63 pulses
Manas et al. (2001)	Sterile dairy cream (33% fat)	<i>E. coli</i>	5.0	B, parallel electrode, cylindrical chamber, d = 0.5 cm, 5.7 mL	<30°C; 34 kV/cm, 7 µs, 1.1 HZ, 64 pulses, exponential decay
Evrendilek and Zhang (2005)	Skim milk	<i>E. coli</i> O157.H7	1.96	C, 1 mL/s, cofield	24 kV/cm, 2.8 µs, 700 HZ, bipolar pulses, square wave, t = 141 µs

Alkhafaji and Farid (2007)	SMUF	<i>E. coli</i>	6.6	C, Multi-pass treatment chambers	17 °C, 43.4kV/cm, 1.7 μs, 518 pulses, bipolar square wave, up to 200 HZ,
Dunn and Pearlman (1987)	Milk	<i>Salmonella dublin</i>	4	B, parallel plate	6J °C, 36.7kV/cm, 36μs, 40 pulses
Sensoy et al. (1997)	Skim milk	<i>Salmonella dublin</i>	3.0	C, cofield	10 to 50°C, 15-40 kV/cm, 12-127 μs
Floury et al. (2006)	Skim milk	<i>Salmonella enteritidis</i>	1.0	C, coaxial, d = 2mm	<50°C, 35kV/ cm, 500 ns, 64 pulses square wave
Qil et al. (1994)	SMUF	<i>B. subtilis</i>	4.5	B. parallel plate, 100 μl, d = 0.1cm	16 kV/ cm, monopolar, 180 μs, 13 pulses
Qin et al. (1994)	SMUF	<i>B. subtilis</i>	5.5	B. parallel plate, 100 μl, d = 0.1 cm	16 kV/ cm, bipolar, 180 μs, 13 pulses
Michalac et al. (2003)	Raw skim milk UHT skim milk	<i>B. subtilis</i>	3.0	Co-field, d = 0.19 cm, diameter = 0.23	52-22°C, 35 kV/ cm, bipolar square wave, 3 μs, 500 HZ, 64 pulses
Pothakamury et al. (1995b)	SMUF	<i>Lactobacillus delbrueckii A TCC 11842</i>	4-5	B, 1 mL, d = 0.1cm	<30°C, 16kV/ cm, 200-300 μs, 40 pulses exponential decay, t = 10,000 μs

4.16 Επίδραση της PEF στην ποιότητα του γάλακτος

Τα τελευταία χρόνια, με την απαίτηση της υψηλής ποιότητας γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων, όλο και περισσότεροι ερευνητές έχουν εστιάσει στις μελέτες της απώλειας οργανοληπτικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα μετά από την επεξεργασία με το παλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο (65, 78, 42, 82, 75, 63).

Ο Dunn, ανέφερε ότι το γάλα που αντιμετωπίστηκε με PEF ($E = 20-80 \text{ kV/cm}$) υπέστη τη λιγότερη υποβάθμιση της γεύσης όταν συγκρίθηκε με το ακατέργαστο γάλα (48).

Ο Qin, πραγματοποίησε μια μελέτη για τη διάρκεια διατήρησης, στις φυσικοχημικές ιδιότητες και τις αισθητικές ιδιότητες του γάλακτος με τις λιπαρές ουσίες του γάλακτος στο 2%, που αντιμετωπίστηκαν με ηλεκτρικό πεδίο 40 kV/cm και

6-7 σφυγμών. Καμία φυσικοχημική ή αισθητική αλλαγή δεν παρατηρήθηκε μετά από την επεξεργασία, σε σύγκριση με ένα δείγμα που αντιμετωπίστηκε με τη θερμική επεξεργασία παστερίωση (70).

Ο Bendicho, μελέτησε την καταστροφή της ριβοφλαβίνης, θειαμίνης (υδροδιαλυτών) και τοκοφερόλης (λιποδιαλυτό) στο γάλα από την επεξεργασία με PEF ($E = 16-33 \text{ kV/cm}$ $N = 100$ σφυγμοί). Οι συγκεντρώσεις βιταμινών πριν και μετά από την επεξεργασία καθορίστηκαν από το HPLC. Οι συντάκτες δεν παρατήρησαν καμία καταστροφή των βιταμινών από την επεξεργασία με τους παλμούς (42).

Ο Michalac, μελέτησε την παραλλαγή στο χρώμα, το pH, τις πρωτεΐνες, την υγρασία και το μέγεθος μορίων του αποβουτυρωμένου γάλακτος UHT που υποβλήθηκε στην επεξεργασία με PEF ($E = 35 \text{ kV/cm}$ $W = 3 \text{ μs}$ και χρόνος = 90 μs). Οι συντάκτες δεν είδαν καμία διαφορά στις παραμέτρους που μελετήθηκαν (χρώμα, pH, πρωτεΐνες, υγρασία, και μέγεθος μορίων) πριν και μετά από την επεξεργασία (65).

Ο Sepulveda-Ahumada, σύγκρινε τις ιδιότητες της υφής και τις αισθητικές ιδιότητες του τυριού Cheddar που έγιναν με το υποβαλλόμενο σε θερμοθεραπεία γάλα, το γάλα που έχει υποστεί επεξεργασία με PEF ($E = 35 \text{ kV/cm}$, $N = 30$), και το μη επεξεργασμένο γάλα. Στη μελέτη σκληρότητας και ελαστικότητας, τα τυριά που έγιναν από το γάλα που παστεριώθηκε με οποιαδήποτε μέθοδο ήταν σκληρότερα από εκείνα που έγιναν από το μη επεξεργασμένο γάλα. Στην αισθητήρια αξιολόγηση, μέλη των ειδικών ομάδων βρήκαν επίσης τις διαφορές μεταξύ των τυριών που έγιναν από το μη επεξεργασμένο γάλα και του γάλακτος που αντιμετωπίστηκε από PEF ή άλλη θερμική επεξεργασία. Ανεξάρτητα από τις διαφορές, οι συντάκτες θεώρησαν ακόμα το PEF γάλα μπορεί να ληφθεί ως εφικτή επιλογή προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα των προϊόντων (76).

Ο Yeom, μελέτησε ένα εμπορικό, χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά γιαούρτι που αναμίχθηκε με τη ζελατίνα φραουλών και το σιρόπι φραουλών. Παρατήρησε τις αλλαγές στις φυσικές ιδιότητες (pH, χρώμα, και °Brix) και τις αισθητικές ιδιότητες κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε 4 °C μετά από την επεξεργασία και με PEF ($E = 30 \text{ kV/cm}$, $\tau = 32 \text{ μs}$) και με επίδραση θερμότητας ($T = 65 \text{ °C}$, η δεκαετία του '30). Η αισθητήρια αξιολόγηση έδειξε ότι δεν υπήρξε καμία αλλαγή μεταξύ των δειγμάτων ελέγχου και των αντιμετωπιζόμενων δειγμάτων. Δεν υπήρξε επίσης καμία παραλλαγή στο χρώμα, pH, και °Brix (82).

Ο Evrendilek, μελέτησε χρώμα, pH, °Brix, και αγωγιμότητα σε 4, 22 και 37 °C στο γάλα σοκολάτας που χρησιμοποιεί την επεξεργασία με PEF ($E = 35 \text{ kV/cm}$ $W =$

1.4 μs Χρόνος = 45 μs), και με επίδραση θερμότητας (112 και 105°C, 33 s). Σύγκριναν τα αποτελέσματα με ένα δείγμα ελέγχου που δεν αντιμετωπίστηκε από PEF ή της θερμότητας. Η μέτρηση των παραμέτρων α , β , και γ σε 4 °C αποκάλυψε ότι οι επεξεργασίες PEF σε 105 °C και PEF σε 112 °C δεν προκάλεσαν τις αλλαγές στο χρώμα (50).

Ο Sepulveda, με HTST παστερίωσε το γάλα με το ηλεκτρικό πεδίο 35 kV/cm και 2.3 μs του πλάτους παλμών, σε μια θερμοκρασία 65 °C για λιγότερο από 10 επεξεργασίες του s. Οι PEF που εφαρμόστηκαν αμέσως μετά από τη θερμική παστερίωση παραγάγουν ένα προϊόν με μεγαλύτερη ζωή στο ράφι, ενώ οι PEF που εφαρμόστηκαν μετά από οκτώ ημέρες μετά από τη θερμική παστερίωση παράτειναν ακόμα περισσότερο την ζωή στο ράφι. Η εφαρμογή PEF αμέσως μετά από την παστερίωση HTST επέκτεινε τη ζωή του γάλακτος στο ράφι από 45 μέρες σε 60, ενώ η PEF επεξεργασία μετά από οκτώ ημέρες προκάλεσε μια περαιτέρω παράταση ζωής του γάλακτος στο ράφι για 78 μέρες, και οι δύο εφαρμογές ήταν παρουσίαση αποδείξεων ώστε να είναι επιτυχείς οι στρατηγικές για να επεκτείνουν τη ζωή του γάλακτος στο ράφι (74).

Ο Λι, ερεύνησε τα αποτελέσματα των παλλόμενων ηλεκτρικών πεδίων και της θερμικής επεξεργασίας στη σταθερότητα της βοοειδούς ανοσοσφαιρίνης G (IgG) εμπλουτισμένο με γάλα σόγιας. Η PEF σε 41 kV/cm για 54 μs προκάλεσε μια μείωση 5.3 λογαριθμικών μονάδων της φυσικής μικροβιακής χλωρίδας, χωρίς σημαντική αλλαγή στη βοοειδή δραστηριότητα IgG. Η ανάλυση που χρησιμοποιεί την κυκλική φασματομετρία διχρωισμού δεν αποκάλυψε καμία ανιχνεύσιμη αλλαγή στη δευτεροβάθμια δομή ή τη θερμική σταθερότητα της δευτεροβάθμιας δομής IgG μετά από την επεξεργασία με PEF (54).

Το πείραμα που ερευνά την επίδραση της θερμοκρασίας στη σταθερότητα G (IgG) κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας PEF (30 kV/cm, 54 μs), μέχρι 20% IgG αδρανοποιήθηκε όταν αυξήθηκε η θερμοκρασία σε 41 °C.

Ο Shin, εφάρμοσε παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία με τον τετραγωνικό παλμό κυμάτων σε ολόκληρο το γάλα που εμβολιάζεται με *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* και το *Bacillus stearothermophilus*. Τα δείγματα που εκτέθηκαν στην ένταση ηλεκτρικών πεδίων 30-60 kV/cm με 1 μs το πλάτος κύματος, και 26-210 μs σε ένα συνεχές σύστημα επεξεργασίας PEF. Οκτώ μειώσεις log. λήφθηκαν για το *Escherichia coli* και το *P. fluorescens* και τη μείωση 3 log. για το *B. stearothermophilus* κάτω από 210 μs χρόνο επεξεργασίας, ένταση κύματος 60 kV/cm σε 50 °C. Δεν υπήρξε

καμία σημαντική αλλαγή στο pH και την οξύτητα τιτλοδότησης των δειγμάτων γάλακτος μετά από την θερμική επεξεργασία με PEF (78).

Ο Shamsi, καθόρισε τα αποτελέσματα των επεξεργασιών PEF στην αδρανοποίηση της αλκαλικής φωσφατάσης (ALP), της συνολικής αριθμησης πιάτων (TPC), των *Pseudomonas* και των αριθμιμένων *Enterobacteriaceae* στο ακατέργαστο αποβουτυρωμένο γάλα στις εντάσεις τομέων 25 - 37 kV/cm και τις τελικές θερμοκρασίες επεξεργασίας PEF 15 °C και 60 °C. Σε 15°C, οι επεξεργασίες PEF 28 έως 37 kV/cm οδήγησαν στην αδρανοποίηση 24 - 42% στη δραστηριότητα (ALP) και μείωση < 1 log. TPC και της αριθμησης *Pseudomonas*, ενώ η αριθμηση *Enterobacteriaceae* μειώθηκε από τουλάχιστον 2.1 log. μονάδες κάτω από το όριο ανίχνευσης 1 CFU/mL. Οι επεξεργασίες PEF 25 έως 35 kV/cm σε 60 °C οδήγησαν στην αδρανοποίηση 29 - 67% στη δραστηριότητα (ALP) και μέχρι τη μείωση 2.4 log. TPC, ενώ τα *Pseudomonas* και οι αριθμήσεις *Enterobacteriaceae* μειώθηκαν από τουλάχιστον 5.9 και 2.1 log, αντίστοιχα, κάτω από το όριο ανίχνευσης 1 CFU/mL. Οι κινητικές μελέτες πρότειναν ότι η επίδραση της έντασης τομέων στην αδρανοποίηση (ALP) στην τελική θερμοκρασία επεξεργασίας PEF 60 °C ήταν περισσότερο από δύο φορές αυτή σε 15 °C. Μια συνδυασμένη επίδραση παρατηρήθηκε μεταξύ της έντασης τομέων και της θερμοκρασίας στην αδρανοποίηση και του ενζύμου (ALP) και της φυσικής μικροβιακής χλωρίδας στο ακατέργαστο αποβουτυρωμένο γάλα (77).

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προτείνουν μια μη-θερμική διαδικασία που μπορεί να υιοθετηθεί για την επεξεργασία του ακατέργαστου γάλακτος στην ήπια θερμοκρασία ώστε να επιτύχει την επαρκείς ασφάλεια και τη ζωή του προϊόντος στο ράφι συντηρώντας τα θερμο-ευαίσθητα ένζυμα, τις θρεπτικές ουσίες και τις βιοενεργές ενώσεις.

4.17 Εφαρμογές της τεχνολογία PEF στην συντήρηση του γάλακτος

Μέχρι σήμερα, η PEF έχει εφαρμοσθεί κυρίως στη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων, όπως στη βελτίωση του χρόνου ζωής του γάλακτος.

Οι Dunn και Pearlman, διηξήγαγαν πειράματα χρόνου ζωής με ομογενοποιημένο γάλα, το οποίο ενοφθαλμίσθηκε με *Salmonella Dublin* και υπέστη επεξεργασία στα 36,7 kV/cm και 40 παλμούς για μια χρονική περίοδο 25 min. Η *Salmonella Dublin* δεν ανιχνεύθηκε μετά την PEF επεξεργασία ή μετά αποθήκευση στους 7-9 °C επί 8 ημέρες. Στο μη επεξεργασμένο γάλα, η φυσική μικροβιακή χλωρίδα αυξήθηκε στο 10⁷ cfu/mL. Περαιτέρω μελέτες έδειξαν μικρότερη υποβάθμιση της γεύ-

σεως - οσμής και καθόλου φυσικές ή χημικές μεταβολές του γάλακτος στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για την παρασκευή τυριού. Όταν ως βακτήριο ελέγχου χρησιμοποιήθηκε η *Escherichia coli* επετεύχθη μια μείωση 3 λογαριθμικών κύκλων αμέσως μετά την επεξεργασία (49).

Ο Fernandez-Molina, μελέτησαν το χρόνο ζωής του νοπού αποβουτυρωμένου γάλακτος με λίπος 0,2%, το οποίο υπέστη επεξεργασία με PEF στα 40 kV/cm, 30 παλμούς και χρόνο επεξεργασίας 2 μs και τη χρήση παλμών εκθετικής διασπάσεως. Ο χρόνος ζωής του γάλακτος αυτού ήταν 2 εβδομάδες στους 4 °C. Όμως, η επεξεργασία του αποβουτυρωμένου γάλακτος στους 80 °C επί 6 s, ακολουθούμενη από επεξεργασία PEF στα 30 kV/cm, 30 παλμούς και παλμό εύρους 2 μs, αύξησε το χρόνο ζωής στις 22 ημέρες. Το ολικό αερόβιο φορτίο αυξήθηκε στο 3,6-1 log cfu/mL και δεν υπήρχαν κολοβακτηριοειδή. Η θερμοκρασία της PEF επεξεργασίας δεν υπερέβαινε τους 28 °C (51).

Πειράματα πάνω στην με PEF αδρανοποίηση της *Listeria innocua* έδειξαν μια μείωση 2,5 λογαριθμικών κύκλων μετά PEF επεξεργασία στα 30, 40 ή 50 kV/cm. Η ίδια επεξεργασία PEF ακολουθούμενη από έκθεση σε 10 IU nisin/mL επέτυχε μειώσεις 2, 2,7 και 3,4 λογαριθμικών κύκλων στον πληθυσμό της *Listeria innocua*.

Ο Reina, μελέτησε την αδρανοποίηση με PEF της *Listeria monocytogenes* Scott A σε πλήρες παστεριωμένο γάλα, σε γάλα με 2% λιπαρά και σε αποβουτυρωμένο γάλα. Βρήκαν δε ότι η *Listeria monocytogenes* Scott A μειωνόταν κατά 1 με 3 λογαριθμικούς κύκλους στους 25 °C και κατά 4 κύκλους στους 50 °C, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 τύπων γάλακτος. Η θανατηφόρος δράση ήταν συνάρτηση της εντάσεως του πεδίου και του χρόνου επεξεργασίας (72).

Πιθανή απόκλιση των πειράματων

Το γάλα είναι ένα υγρό που περιέχει πρωτεΐνες και μέταλλα, όπως είναι το ασβέστιο και το μαγνήσιο, που είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει ακαθαρσίες στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου κατά την διάρκεια της θέρμανσης με PEF. Εάν το γάλα έχει υψηλό επίπεδο μικροοργανισμών η ταινία αυτή μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα καλό υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς για να αναπαραχθούν σχηματίζοντας ένα βιοφίλμ στο θάλαμο θεραπείας.

4.18 Περιορισμοί της PEF τεχνολογίας

Μερικοί από τους πλέον σπουδαίους τεχνικούς περιορισμούς ή μειονεκτήματα της PEF τεχνολογίας είναι:

1. *Διαθεσιμότητα εμπορικού εξοπλισμού.* Διαθέσιμες είναι μόνο μία μονάδα της PurePulse Technologies, Inc και μία της Thomson-CSF.
2. *Παρουσία φυσαλίδων.* Η παρουσία φυσαλίδων οδηγεί σε μη ομοιόμορφη επεξεργασία, καθώς επίσης και σε λειτουργικά προβλήματα και προβλήματα ασφαλείας. Οι φυσαλίδες μπορεί να γίνουν αρκετά μεγάλες ώστε να γεφυρώσουν το χώρο μεταξύ των ηλεκτροδίων και μπορεί να προκληθεί σπινθήρας. Έτσι, θα πρέπει να απομακρύνονται οι φυσαλίδες αέρα από το τρόφιμο, ιδιαίτερος στα ασυνεχή συστήματα. Τούτο μπορεί να επιτευχθεί με απαέρωση υπό κενό, με συμπίεση το τροφίμου κατά την επεξεργασία και με τη χρήση θετικής πίεσεως.
3. *Περιορισμένη εφαρμογή.* Η τεχνολογία PEF περιορίζεται σε τρόφιμα τα οποία μπορούν να αντέξουν υψηλά ηλεκτρικά πεδία. Τα ομοιογενή υγρά τρόφιμα με χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελούν τις ιδανικές συνθήκες για τη συνεχή PEF επεξεργασία. Τα προϊόντα τροφίμων χωρίς την προσθήκη άλατος έχουν αγωγιμότητα στην περιοχή των 0,1 με 0,5 S/m. Το αλάτι θα πρέπει να προστίθεται μετά την επεξεργασία.
4. *Μέγεθος σωματιδίων τροφίμου.* Το μέγιστο μέγεθος των σωματιδίων του τροφίμου καθορίζεται από το άνοιγμα του θαλάμου επεξεργασίας και πρέπει να είναι μικρότερο από αυτό.
5. *Έλλειψη μεθόδου ακριβούς μετρήσεως της επεξεργασίας.* Ο αριθμός και η ποικιλία του εξοπλισμού, περιορίζουν την εγκυρότητα των συμπερασμάτων επί της αποτελεσματικότητας των συνθηκών επεξεργασίας. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει μέθοδος για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της PEF επεξεργασίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αναλύουμε ότι το γάλα είναι μια πολύτιμη τροφή που εφοδιάζει τον οργανισμό του ανθρώπου και των ζώων με απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Για την συντήρηση του εφαρμόζουμε μια καινούρια μέθοδο συντήρησης η οποία βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και στο μέλλον όσο παει και εξελίσσεται. Αυτή η μέθοδος μπορεί να θεωρηθεί ως μια εναλλακτική λύση της παραδοσιακής θερμικής παστερίωσης. Η μέθοδος αυτή είναι η PEF δηλαδή με παλλόμενα ηλεκτρικά πεδία.

Με την εφαρμογή αυτής της μεθόδου παρατηρούμε:

1. Το γάλα υπέστη την λιγότερη υποβάθμιση της γεύσης όταν συγκρίθηκε με το ακατέργαστο γάλα.
2. Δεν παρατηρήθηκε καμία φυσικοχημική ή αισθητική αλλαγή μετά από την επεξεργασία, σε σύγκριση με ένα δείγμα που αντιμετωπίστηκε με τη θερμική επεξεργασία παστερίωση.
3. Δεν παρατηρήθηκε καμία καταστροφή των βιταμινών από την επεξεργασία με τα παλμικά ηλεκτρικά πεδία.
4. Δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στις παραμέτρους που μελετήθηκαν (χρώμα, pH, πρωτεΐνες, υγρασία, και μέγεθος μορίων) πριν και μετά από την επεξεργασία.
5. Οι επεξεργασίες PEF σε 105 °C και PEF σε 112 °C δεν προκάλεσαν τις αλλαγές στο χρώμα.
6. Δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική αλλαγή στο pH και την οξύτητα τιτλοδότησης των δειγμάτων γάλακτος μετά από την θερμική επεξεργασία με PEF.
7. Ο χρόνος ζωής στο ράφι μετά την από την θερμική επεξεργασία με PEF αυξήθηκε.

Κατά συνέπεια τα παλλόμενα μαγνητικά πεδία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια εναλλακτική μέθοδος παστερίωσης των τροφίμων. Σε σχέση με τη συμβατική παστερίωση των τροφίμων με θέρμανση αυτά παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα: α) ελαχιστοποιούν την καταστροφή των θρεπτικών στοιχείων και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, με αποτέλεσμα το προϊόν να διατηρεί την αρχική του φρεσκότητα, β) μειώνουν την απαιτούμενη ενέργεια για την επαρκή επεξεργασία του προϊόντος και γ) αποτρέπουν την επιμόλυνση του τροφίμου, αφού η επεξεργασία του γίνεται μετά τη συσκευασία του, με αποτέλεσμα να επιμηκύνεται η διάρκεια συντήρησής του.

Οστόσο, πολλοί ισχυρίζονται ότι τα παλλόμενα μαγνητικά πεδία δεν έχουν μέχρι σήμερα μελετηθεί επαρκώς, υπάρχουν αμφιβολίες σχετικά με την ασφάλειά τους και η χρήση τους δε βρίσκει εμπορική εφαρμογή.

Με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι δεν σταματάμε ποτέ να ψάχνουμε για νέες μεθόδους επεξεργασίας ώστε στο μέλλον θα μας να είναι πιο εύκολο να καταναλώνουμε πιο καλά διατηρημένα προϊόντα και πιο φρέσκα με μεγαλύτερο χρόνο ζωής στο ράφι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μάθημα εφαρμοσμένης μικροβιολογίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων (τόμοι Α΄ και Β΄), Γιώργος Καλατζόπουλος, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης 1999
2. Λιούπης, Γ.(1991). « Η Ελληνική βιομηχανία γάλακτος» Κλαδική μελέτη ΙΟΒΕ (Μονάδα κλαδικής βιομηχανικής έρευνας και ενημέρωσης)
3. Γαλακτοκομία 1 και 2 Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος Κων/νου Μανωλκίδη, Εκδοτικός οίκος Αφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 1983
4. Γενική Υγιεινολογία 2 τόμος Β΄ (Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Αθήνας, σχολή επαγγελματιών υγείας και πρόνοιας, τμήμα δημόσιας υγιεινής, εργαστήριο υγιεινής και επιδημιολογία), Χαρίλαου Κούτη ιατρού - υγιεινολόγου επικ. Καθηγητού, Αθήνα 1998
5. Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του, Γ Έκδοση Αντωνίου Ι. Μαντή, καθηγητή του Α.Π.Θ. Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. 2000
6. Χημεία και ανάλυση του γάλακτος, Εμμ. Μιχ. Ανυφαντάκη, Εκδόσεις Α. Σταμούλης Αθήνα-Πειραιάς 1994
7. Υγιεινή Γαλακτοβιομηχανία, Γ. Ζερφυρίδης, Ε. Λιτοπούλου – Τζανετάκη, Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Αθήνα 1987
8. Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων Ζωικής Προελεύσεως (Γαλακτοκομικών Προϊόντων), Νέρωνος Παναγιωτοπούλου, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων 1981
9. Υγιεινή επιχειρήσεων και τροφίμων 2 (Τεχνολογικό εκπαιδευτήριο Αθηνών, σχολή επαγγελματιών και πρόνοιας, τμήμα δημόσια υγείας), Μαριάννα Διομήδου Δρ. Μικροβιολογίας – Δημόσια υγείας και Παρασκευής Μπουλανίκη καθηγήτρια Εφαρμογών Αθήνα 2001
10. Γάλα, γιαούρτι και ασβέστιο για πρόληψη καρκίνου 08-07-2004 (Βιβλιογραφία: Dairy Foods, Calcium, and Colorectal Cancer: A Pooled Analysis of 10 Cohort Studies, Journal of the National Cancer Institute 2004: 96: 1015-1022)
11. Γάλα καλής ποιότητας – Παραγωγή και έλεγχος, Ε. Μιχ. Ανυφαντάκης, Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Αθήνα 1987
12. Στοιχεία από επίσημο αρχείο της ΝΕΟΓΑΛ
13. Ανθυγιεινά Ακατάλληλα Γάλατα, Δρ. Μανόλης Κοκκινάκης (Σε συνεργασία με το Εργαστήριο Κλινικής Βακτηριολογίας Παρασιτολογίας Ζωονόσων και Γεωγραφικής Ιατρικής του τμήματος ιατρικής του Πανεπιστημίου Κρήτης με

Διευθύντη τον Γιάννη Τσελλέντη), 2004

14. Phenotypic changes in the lip polysaccharide of *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* grown in milk-based enteral nutrition solutions, (2004) Ian Hodgson BSC, (Hons), John Stewart PhD. Loma Fyfe PhD
15. Absorption, distribution and excretion of aflatoxin derived ammoniation products in lactating cows, L.AP. Hoorenboom, J.P. Melcion, J. Tulliez, M.J. Nagler, J.P. Gantier, R.D. Coker, Th.H. G. Polman, J. Delort - Laval, State Institute for Quality Control for Agricultural / Food Additives & Contaminants publisher: Taylor & Francis / issue: Volume 18, number 1/ January 1,2001
16. Mediterranean milk and milk products, Hinrichs J., Eur. J. Nutr. 2004 Mar.43 Suppl. 1:1/12-17
17. Encyclopedia of chemical technology, Milk. Kirk Othmer 2001
18. Milk Quality, Edited by F. Harding, An Aspen publication 1999
19. Milk and milk products (Technology, Chemistry and Microbiology), Alan H. Varman and Janet Sutberland, Εκδόσεις Chapman and Hall 2001
20. Dietary beliefs of people, with ulcerative colitis and their effect on relapse and nutrient intake (2004) Sarah L. Javett , J.Roger Barton , Chris J. Seal, Mark R. Welfare. Elizabeth Phillips , Wendy Gregory
21. Bour, N.J.S., Soulier B.A. and Zemel M.B. 1984, Effect of level and form of phosphorus and level of calcium intake on zinc, iron and copper bioavailability in man, Nutr. Res. 4:371
22. Heat treatment of milk in domestic microwave ovens, (2001) R.Sieber, P.Eberhard, P.U Gallmann
23. Composition of Colostrum and milk protein content amino acid composition and contents of macro and micro elements, (2004) Zs. Csapo - Kiss, J. Stefler, T.g. Martin, S. Makray, J. Csapo
24. Milk and Dairy Products, Ionel Rosenthal, Balaban publishers 2000
25. Application of predictive microbiology to estimate the number of *Bacillus cereus* in paste UHzed milk at the point of consumption, (2004) M.H. Zwietering, J.C. de Wit, S. Notermans
26. Possible Implications of milk - pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese, (2000) G. Grappin, E. Beuvier
27. Occurrence of aflatoxins M1 and M2 in milk commercialized in Ribeirao Preto -SP, Brazil, N.S. Garrido, M.H. Iha, M.R. Santos Ortolani, R.M., Duarte Favaro, Food

Additives & Contaminants publisher: Taylor & Francis I issue:Volume 20, number 1/January 2003

28. The microbiology of South African Traditional fermented milk, (2003) Elisabeth M. Benkes, Bernie H. Bester, Johannes F. Mostert
29. Concentrations of Sialyloligosaccharides in Bovine Colostrum and Milk during the Parturition and Early Lactation, (2000) T. Nakamura, H. Kawase, K. Kimura, Y. Watanabe, M. Ohtani, I. Arai and T. Urashima
30. Bioactive milk peptides : A prospectus, (2002) D.A. Clare and H.E. Swaisgood
Department of Food Science
31. Επεξεργασία τροφίμων τόμος 2, Ευάγγελος Σ. Λάζος, Εκδοτικός οίκος Interbooks
32. Comprehensive study of acid gelation of heated milk with model protein systems, (1999) Marie Helene Famelart, Jerame Tomazewski, Michael Pioi
33. Dissociation of caseins in high pressure- treated bovine milk. (2001) Thom Huppert, Patrick F. Fox, Alan L.
34. Amiali, M., Ngadi, M.O., Smith, J.P. and Raghavan, G.S.V. (2007) Synergistic effect of temperature and pulsed electric field on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* in liquid egg yolk. *Journal of Food Engineering* 79, 689-694.
35. Anderson, A.K. and Finkelstein R. (1919) A study of the electro pure process of rearing milk. *Journal of Dairy Science* 2, 374-406.
36. Angersbach, A., and Knorr, D. 1997. High intensity electric field pulses as pre-treatment for affecting dehydration characteristics and rehydration properties of potato cubes. *Nahrung-Food*. 41, 194-200.
37. Barbosa-Cánovas, G.V., Góngora-Nieto, M.M., Pothakamury, U.R., Swanson, B.G.1999. *Preservation of foods with pulsed electric fields*. San Diego, USA: Academic Press.
38. Barsotti, L., Dumay, E., Mu, T.H., Fernandez Diaz, M.D. and Cheftel, J.C. (2002) Effects of high voltage electric pulses on protein-based food constituents and structures. *Trends in Food Science and Technology* 12, 136-144.
39. Beattie, J.M. (1915) Report on the electrical treatment of milk to the city of Liverpool., Liverpool: C, Tinling and Co.
40. Beattie, J.M. and Lewis, F.C. (1925). The electric current (apart from the heat generated). A bacteriological agent in the sterilization of milk and other fluids. *Journal of Hygiene* 24, 123-137.

41. Bendicho, S., Barbosa-Canovas, G.V. and Martin, O. (2002a) Milk Processing by High Intensity Pulsed Electric Fields. Review Paper, *Trends in Food Science and Technology* 13, 195-204.
42. Bendicho, S., Espachs, A., Stevens, D., Arantegui, J., and Martin, O. 1999. Effect of high intensity pulsed electric fields on vitamins of milk. *European Conference on Emerging Food Science and Technology*.
43. Calderon-Miranda, M.L., Barbosa-Canovas, G.V. and Swanson, B.G. (1999a) Inactivation of *Listeria innocua* in skim milk by pulsed electric fields and nisin. *International Journal of Food Microbiology* 51, 19-30.
44. Castro, A., Barbosa-Canovas, G.V. and Swanson, B.G. (1993) Microbial inactivation of foods by pulsed electric fields. *Journal of Food Processing and Preservation* 17.
45. Chen, W. and Lee, R. 1994. Altered ion channel conductance and ionic selectivity induced by large imposed membrane potential pulse. *Biophysics Journal* 67, 603-612.
46. Clark, P. (2006) Pulsed electric field processing. *Food Technology* 60, 66-67.
47. Coster, H.G.L. and Zimmermann, U. 1975. The mechanisms of electrical breakdown in the membrane of *Valonia utricularis*. *Journal of Membrane Biology* 22, 73-90.
48. Dunn, J. 1996. Pulsed light and pulsed electric field for foods and eggs. *Poultry Science*, 75: 1133-1136.
49. Dunn, J. E., and Pearlman, J. S. (1987) Methods and apparatus for extending the shelf life of fluid food products *U. S. Patent* 4,695,47.
50. Evrendilek, G.A., Dantzer, W.R., Streaker, C.B., Ratanatriwong, P., and Zhang, Q.H. 2001. Shelf-life evaluations of liquid foods treated by pilot plant pulsed electric field system. *J. Food Process Preserv.*, 25, 283-297.
51. Fernandez-Molina, J.J. 2001. Inactivation of *Listeria innocua* and *Pseudomonas fluorescens* in skim milk treated with pulsed electric fields. In G. V. Barbosa-Cánovas, and Q. H. Zhang (Eds.), *Pulsed electric fields in food processing. Fundamental aspects and applications*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company Inc.
52. Floury, J., Grosset, N., Lesne, E. and Jeantet, R. (2006a) Continuous processing of skim milk by a combination of pulsed electric field and conventional heat treatments: does a synergetic effect on microbial inactivation exist. *Lait* 86 43-57.

53. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen publishers, Maryland, USA.
54. Góngora-Nieto, M.M., Sepúlveda, D.R., Pedrow, P., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 2002. Food Processing by Pulsed Electric Fields: Treatment Delivery, Inactivation Level and Regulatory Aspects. *LWT*, 35, 375-388.
55. Heinz, V. and Knorr, D. (2001) Effects of High Pressure on spores. In *Ultra high Pressure of Foods*. Hendricks, M.E.G. and Knorr, D. Eds. Kluwer Academic/Plenum New York Ch 4.
56. Heinz, V., Alvarez, I., Angersbach, A. and Knorr, D. (2002) Preservation of liquid foods by high intensity electric fields-basic concepts for process design. *Trends in Food Science and Technology* 12, 103-111.
57. Ho, S.Y., Mittal, G.S., Cross, J.D., and Griffiths, M.W. 1995. Inactivation of *Pseudomonas fluorescens* by high voltage electric pulses. *Journal of Food Science* 60, 1337-1343.
58. Hülshager, H., Potel, J. and Niemann, E.G. (1981) Killing of bacteria with electric pulses of high fields strength. *Radiation and Environmental Biophysics* 20, 53-65.
59. Hülshager, H., Potel, J. and Niemann, E.G. (1983) Electric field effects on bacteria and yeast cells. *Radiation and Environmental Biophysics* 22, 149-162.
60. Jayaram, S., Castle, G.S.P. and Margaritis, A. (1992) Kinetics of sterilization of *Lactobacillus brevis* cells by the application of high voltage pulses. *Biotechnology and Bioengineering* 40, 1412-1420.
61. Jeantet, R., Baron, F., Nau, F., Roignant, M., and Brulé, G. 1999. High intensity pulsed electric fields applied to egg white: Effect on *Salmonella Enteritidis* inactivation and protein denaturation. *Journal of Food Protection*. 62, 1381-1386.
62. Jeyamkondan, S., Jayas, D.S., and Holle, R.A. 1999. Pulsed electric field processing of foods. *J. Food. Prot* 62, 1088-1096.
63. Li, S.Q., Zhang, Q.H., Lee, Y.Z., and Pham, T.V. 2003. Effects of pulsed electric fields and thermal processing on the stability of bovine immunoglobulin G (IgG) in enriched soymilk. *J of Food Sci*, 68, 1201-1207.
64. Mertens, B. and Knorr, D. (1992) Developments of nonthermal processes of food preservation. *Food Technology* 46, 124-133.
65. Michalac, S.L., Alvarez, V.B., and Zhang, Q.H. 1999. Microbial reduction in skim milk using PEF technology. IFT meeting, Chicago, IL, USA.
66. Ohshima, T., and Sato, M. 2004. Bacterial sterilization and intracellular protein

- release by a pulsed electric field. *Adv Biochem/Biotechnol*, 90, 113-133.
67. Pothakamury, U.R., Monsalve-Gonzalez, A., Barbosa-Canovas, G.V. and Swanson, B.G. (1995) Inactivation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in model foods by pulsed electric fields technology. *Food Research International* 28, 167-171.
 68. Pothakamury, U.R., Vega, H., Zhang, Q.H., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 1996. Effect of growth stage and processing temperature on the inactivation of *E. coli* by pulsed electric fields. *Journal of Food Protection* 59, 1167-1171.
 69. Qin, B.L., Pothakamury, U.R., Vega-Mercado, H., Martin, O., Barbosa Canovas, G.V. and Swanson, B.G. (1995a) Food pasteurisation using high intensity pulsed electric fields. *Food Technology* 49, 55-60.
 70. Qi, X.L., Brownlow, S., Holt, C. and Sellers, P. (1995) Thermal denaturation of lactoglobulin: effect of protein concentration at pH 6.75 and 8.05. *Biochimica et Biophysica Acta* 1248, 43-49.
 71. Rastogi, N.K., Eshtiaghi, M.N., and Knorr, D. 1999. Accelerated mass transfer during osmotic dehydration of high intensity electrical field pulse pretreated carrots. *Journal of Food Science* 64, 1020-1023.
 72. Reina, L.D., Jin, Z.T., Yousef, A.E. and Zhang, Q.H. (1998) Inactivation of *Listeria monocytogenes* in milk by pulsed electric fields. *Journal of Food Protection* 61, 1203-1206.
 73. Sale, A.J.H. and Hamilton, W.A. (1967) Effects of high electric fields on microorganisms I. Killing of bacteria and yeast. *Biochimica et biophysica acta*.
 74. Sensoy, I., Zhang, Q.H. and Sastry, S. 1997. Inactivation kinetics of *Salmonella dublin* by pulsed electric field. *J Food Process Engineering* 20, 367-381.
 75. Sepulveda, D.R., Gongora-Nieto, M.M., San-Martin, M.F., Barbosa-Cánovas, G.V. 2005a. Influence of treatment temperature on the inactivation of *Listeria innocua* by pulsed electric fields. *LWT - Food Science and Technology*, 38, 167-172.
 76. Sepulveda, D.R., Ortega-Rivas, E. and Barbosa-Canovas, G.V. (2000) Quality aspects of cheddar cheese obtained with milk pasteurised by pulsed electric fields. *Food and Bioproducts Processing* 78, 65-71.
 77. Shamsi, K., Versteeg, C., Sherkat, F., Wan, J. 2008. Alkaline phosphatase and microbial inactivation by pulsed electric field in bovine milk. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 217-223.
 78. Shin, J.K., Jung, K.J., Pyun, Y.R., Chung, M.S. 2007. Application of pulsed electric

- fields with square wave pulse to milk inoculated with *E. coli*, *P. fluorescens*, and *B. stearothermophilus*. *Food Science and Biotechnology*, 16, 1082-1084.
79. Sobrino-Lopez, A., Raybaudi-Massilia, R., Martin-Belloso, O. 2006. High-Intensity pulsed electric field variables affecting *Staphylococcus aureus* inoculated in milk. *J. Dairy Sci.*, 89, 3739-3748.
 80. Toepfl, S. (2006) Pulsed Electric Fields (PEF) for Permeabilization of Cell Membranes in Food-and Bioprocessing-Applications, Process and Equipment Design and Cost Analysis. PhD thesis. Berlin University of Technology. Berlin, Germany.
 81. Tsong, T.Y. 1990. Review: On electroporation of cell membranes and some related phenomena. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*.
 82. Vega-Mercado, H., Martin-Belloso, O., Chang, F.J., Barbosa-Cánovas, G.V. and Swanson, B.G. (1996a) Inactivation of *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis* suspended in pea soup using pulsed electric fields. *Journal of Food Processing and Preservation* 20, 501-510.
 83. Yeom, H.W., Evrendilek, G.A., Jin, Z.T. and Zhang, Q.H. 2001. Processing of yogurtbased product with pulsed electric fields. *IFT meeting*, New Orleans, Louisiana, USA.
 84. Yin, Y., Zhang, Q.H. and Sastry, S.H. (1997) High voltage pulsed electric field treatment chambers for the preservation of liquid food products. U.S. Patent.
 85. Zimmermann, U., Pilwat, G. and Riemann, F. (1974) Dielectric Breakdown of Cell Membranes. *Biophysical Journal*.
 86. Zimmermann, U. 1986. Electrical breakdown, electropermeabilization and electrofusion. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 105.
 87. Zhang, Q.H., Barbosa-Canovas, G.V. and Swanson, B.G. (1995) Engineering aspects of pulsed electric fields pasteurisation. *Journal of Food Engineering*.