

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή εργασία του **Στέφανου Κοντούλη** φοιτητή του τμήματος
Ζωικής Παραγωγής με θέμα:

**«Η επίδραση της επεξεργασίας της βακτηριοκάθαρσης στην
ποιότητα του γάλακτος»**



**Επόπτρια καθηγήτρια: Δρ. Αναστασία Ελευθεριάδου Τακτ.
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή εργασία του **Στέφανου Κοντούλη** φοιτητή του τμήματος
Ζωικής Παραγωγής με θέμα:

**«Η επίδραση της επεξεργασίας της βακτηριοκάθαρσης στην
ποιότητα του γάλακτος»**

**Επόπτρια καθηγήτρια: Δρ. Αναστασία Ελευθεριάδου Τακτ.
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

Περιεχόμενα

Α΄ ΜΕΡΟΣ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗΣ	7
ΠΑΘΟΓΟΝΑ- ΜΗ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ	11
Α. Παθογόνα βακτηρίδια.....	11
Β. Μη-παθογόνοι οργανισμοί.....	12
Πηγές βακτηριδιακής μόλυνσης.....	14
Η συμπεριφορά των βακτηριδίων στο γάλα.....	15
Η ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	19
Ανάπτυξη στις βακτηριοκάθαρσης.....	20
ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗΣ	24
ΣΥΝΕΧΟΥΣ-ΑΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	24
ΜΟΝΗ-ΔΙΠΛΗ ΦΑΣΗ.....	25
Τεχνολογία:.....	25
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗ	26
Τεχνικά χαρακτηριστικά βακτηριοκαθαριστή.....	26
Λειτουργία του βακτηριοκαθαριστή.....	27
Γενικές αρχές λειτουργίας του βακτηριοκαθαριστή.....	31
Σχέδιο και αρχή λειτουργίας του βακτηριοκαθαριστή:.....	33
Μειονεκτήματα.....	35
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	36
ΒΑΚΤΗΡΙΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	39
ΤΥΡΙ	42
Γάλα για την παρασκευή τυριών:.....	47
Άλλες χρήσεις του φυγόκεντρου διαχωρισμού στην τυροκομία....	49
ΛΑΣΠΗ-ΙΖΗΜΑ	51
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	54

Φίλτρο	54
Νιτρικά.....	56
Υπεροξείδιο του υδρογόνου (H ₂ O ₂).....	56
Μικροδιήθηση.....	58
Β' ΜΕΡΟΣ	61
Βιβλιογραφία	65

Α΄ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν μεγάλη αξία στην διατροφή τόσο του ανθρώπου όσο και των ζώων. Έχει ήδη διαπιστωθεί ότι είναι σχεδόν τέλεια τροφή για τον άνθρωπο και τέλεια για τους μόσχους. Αυτή η τελειότητα εντούτοις έχει μια πηγή αδυναμίας καθώς η διατροφική αξία του γάλακτος επιτρέπει την ανάπτυξη των βακτηριδίων που κάτω από ιδανικές συνθήκες ακμάζουν με ταχύτητα. Έχει υπολογιστεί ότι 60.000.000.000.000 βακτηρίδια του γάλακτος στον ορό, θα ζύγιζαν μια ουγγιά. Είναι σχεδόν παντού μέσα στο υγρό και προκαλούν την πλειοψηφία των ασθενειών που υπόκειται ο άνθρωπος. Όταν αυτοί οι μικροοργανισμοί δραστηριοποιούνται μέσα στο γάλα προκαλούν την χημική αλλαγή, τη ζύμωση ή το σάπισμα του προϊόντος.

Οι όροι που επιτρέπουν την βακτηριδιακή αύξηση είναι οι εξής:

- a. Η ύπαρξη ενός θρεπτικού μέσου, ιδικά ενός που περιέχει την απαραίτητη ποσότητα πρωτεΐνης και σακχάρων.
- b. Ικανοποιητική υγρασία.
- c. Μια κατάλληλη θερμοκρασία, γενικά την θερμοκρασία του αίματος ιδιαίτερα στην περίπτωση των παθογόνων οργανισμών.

Ο πολλαπλασιασμός είναι εξαιρετικά γρήγορος όταν ισχύουν αυτοί οι όροι. Εναλλακτικά η ψύξη και η έλλειψη υγρασίας των τροφίμων αποτρέπουν την ανάπτυξη τους στις περισσότερες περιπτώσεις. Τα βακτηρίδια πολλαπλασιάζονται με διάφορους τρόπους. Μπορούν να αυξηθούν σε μέγεθος και να πολλαπλασιαστούν με διχοτόμηση, άλλοι τύποι που διαμορφώνουν σπόρια αναπτύσσονται με βραδύτερους ρυθμούς σε ενήλικους οργανισμούς. Υπό τους ευνοϊκότερους όρους ένας αρχικός αριθμός βακτηριδίων θα πολλαπλασιαστεί αρκετές φορές από τον αριθμό του σε μερικές ώρες.

Το γάλα μιας υγιούς αγελάδας περιέχει πολύ λίγους μικροοργανισμούς, όχι περισσότερους από 300 ανά



πηγη: www.douglasdale.com

χιλιοστόλιτρο, χωρίς κινδύνους για τον καταναλωτή και χωρίς προβλήματα για εμπορία. Μετά από την παραγωγή υπάρχει μια φάση όπου δεν αυξάνεται το βακτηριδιακό περιεχόμενο του γάλακτος αλλά μπορεί ακόμη και να μειωθεί ελαφρά. Εάν το ζώο ασθενεί

τότε τα βακτηρίδια μπορεί να είναι παρόντα σε μεγαλύτερους αριθμούς, αν και πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η είσοδός τους στο γάλα γίνεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, μετά το άρμεγμα. Έχει αποδειχθεί ότι οι γαλακτικός όξινοι οργανισμοί οι οποίοι είναι παρόντες στο γάλα σε ποικίλους αριθμούς, ακόμα και όταν το γάλα παράγεται με τους υγιεινότερους όρους, μπορούν να καταναλώσουν το βάρος τους σε τροφή ανά ώρα. Απορροφούν τροφή από όλη την επιφάνειά τους και αποβάλλουν τα υποπροϊόντα τους στο γάλα, τα οποία είναι συνήθως οξέα. Μερικοί εντούτοις, παραμένουν ουδέτεροι και δεν ασκούν καμιά επίδραση ενώ άλλοι που παράγουν

γαλακτικό οξύ μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμοι διότι ελέγχουν την αύξηση επιβλαβέστερων μικροοργανισμών.

Στις ημέρες μας η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιτρέψει τον έλεγχο όλων αυτών των παραγόντων που επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα του γάλακτος, βοηθά στην διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών των γαλακτοκομικών προϊόντων και την διάθεσή τους στην αγορά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με το παρελθόν. Ένα τέτοιο τεχνολογικό επίτευγμα που βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση είναι και ο βακτηριοκαθαριστής με τον οποίο και ασχολείται η συγκεκριμένη εργασία.



Εικόνα 1: Βακτηριοκαθαριστής (πηγή: www.processplantandmachinery.com)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗΣ

Υπάρχουν δυο παράγοντες που έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον των γαλακτοβιομηχανιών τόσο στη Βρετανία όσο και αλλού για την βακτηριοκάθαρση. Ο πρώτος είναι η αλλαγή στη συμπεριφορά των καταναλωτών όπου πλέον παρατηρείται μια αύξηση όσον αφορά στους ανθρώπους που αγοράζουν γάλα μόνο μια φορά την εβδομάδα και που απαιτούν να μπορεί να παραμένει πόσιμο για έξι ή επτά

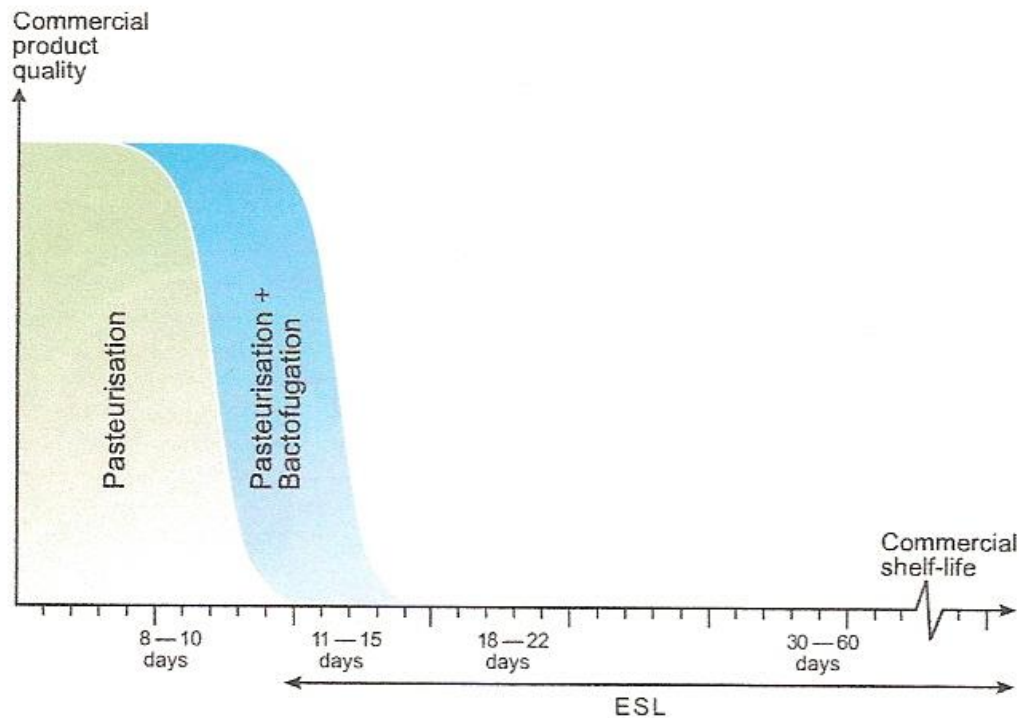


πηγή: Tetra Pak

ημέρες από την ημέρα της αγοράς ακόμη και όταν δεν έχει αποθηκευτεί σε κατάλληλο χώρο αποθήκευσης όλη αυτή την περίοδο. Δεύτερον η συγκέντρωση της επεξεργασίας του γάλακτος σε έναν πολύ μικρό αριθμό γαλακτοκομείων έχει

οδηγήσει στην επιμήκυνση της αλυσίδας διανομής διότι καλούνται να καλύψουν τις ανάγκες μεγαλύτερων περιοχών.

Λύση στο πρόβλημα παρέχει ο βακτηριοκαθαριστής ο οποίος δίνει μια απλή και οικονομική λύση στην επέκταση του ορίου ζωής των γαλακτοκομικών προϊόντων κατά 2-5 ημέρες.



Σχέδιο 1: Επέκταση του ορίου ζωής που επιτυγχάνεται με την βακτηριοκάθαρση σε σύγκριση με την παστερίωση (πηγή: www.tetrapak.com)

Ο βακτηριοκαθαρισμός του γάλακτος αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Simonart στο Βέλγιο. Στην αρχή προορίστηκε για να βελτιώσει την ποιότητα του εμφιαλωμένου γάλακτος. Βασίζεται στη διαφορά πυκνότητας του βακτηριδιακού κυττάρου και αυτής του ορού του γάλακτος. Η φυγόκεντρος δύναμη οδηγεί τα βακτηρίδια στο εξωτερικό τοίχωμα του καθαριστή, ενώ το γάλα απομακρύνεται από ένα σημείο κοντά στο κέντρο του βακτηριοκαθαριστή. Το γάλα δεν φαίνεται να επηρεάζεται πολύ από την απομάκρυνση ενός μικρού ποσοστού πρωτεΐνης που αφαιρείται μαζί με τα βακτηρίδια. Η ποσότητα του γάλακτος που περνάει από τον βακτηριοκαθαριστή η



πηγή: Tetra Pak

οποία είναι κατά μέσο όρο 13000 λίβρες την ώρα δέχεται δυνάμεις 9000G περίπου.

Η φυγόκεντρη αφαίρεση των βακτηριδίων πρέπει να θεωρείται ως συμπληρωματική και δεν μπορεί να αντικαταστήσει την παστερίωση γιατί δεν εγγυάται ότι όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί θα αφαιρεθούν.

Η παστερίωση συνεχίζει να είναι απαραίτητη για το γάλα που προορίζεται για εμφιάλωση, πέραν της βακτηριοκάθαρσης. Αυτό όμως δεν ισχύει για το γάλα που προορίζεται για τυροκόμηση. Έτσι η βακτηριοκάθαρση προτείνεται ως μια ρεαλιστική μέθοδος χαμηλής θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος προκειμένου να αποτραπούν μη φυσιολογικές οσμές και στίγματα στο τυρί χωρίς να θυσιάζουμε τίποτα από την χαρακτηριστική γεύση και ποιότητά του.

Η βακτηριοκάθαρση είναι ένας αποδοτικός τρόπος απομάκρυνσης των βακτηριδίων αλλά μερικές φορές μπορεί να αυξήσει αντί να μειώσει τον αριθμό τους στο γάλα. Αυτό συμβαίνει διότι ορισμένες φορές η φυγόκεντρος δύναμη τείνει να χωρίσει τις αποικίες των βακτηριδίων και να εξαπλώσει τα μέλη της σε όλο το γάλα. Για τον λόγο αυτό προτιμάται να γίνεται πριν την παστερίωση είτε με κρύο γάλα είτε με ζεστό σε μια θερμοκρασία γύρω στους 135°F (57.2°C).

Πριν όμως μιλήσουμε για την βακτηριοκάθαρση είναι απαραίτητο να αναφερθούμε πρώτα στα βακτηρίδια που περιέχει το γάλα έτσι ώστε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την συγκεκριμένη επεξεργασία και να

κατανοήσουμε καλύτερα το πόσο σημαντική είναι η συμβολή της στην παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων.

ΠΑΘΟΓΟΝΑ- ΜΗ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα βακτηρίδια μπορούν να χωριστούν σε παθογόνα και μη-παθογόνα.

A. Παθογόνα βακτηρίδια

Αυτοί οι μικροοργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο, δεν ασκούν καμιά ορατή επίδραση στο υγρό και ανακαλύπτονται μόνο με εργαστηριακές εξετάσεις. Μπορούν να διαιρεθούν σε δυο κατηγορίες:

- a. Οργανισμοί που προέρχονται από ασθένεια ζώων. Οποιαδήποτε ασθένεια των ζώων μπορεί να προκαλέσει την είσοδό τους στο γάλα. Αυτά είναι: *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella abortus*, διάφορα είδη στρεπτόκοκκων όπως *Streptococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, κ.α. *Actinomycoses*, *Coxiella burneti*, κ.α.
- b. Οργανισμοί που προέρχονται από ανθρώπινη ασθένεια. Αυτοί οι οργανισμοί έχουν ως προέλευσή τους τον άνθρωπο και μολύνουν το γάλα είτε κατά τη διάρκεια του αρμέγματος είτε αργότερα όταν έρθει σε επαφή με τέτοιους παράγοντες. Μερικοί από αυτούς που έχουν εντοπιστεί στο γάλα είναι: Τυφοειδής και παρατυφοειδής πυρετός, διφθέρια, δυσεντερία, φυματίωση, κ.α.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν το γάλα παράγεται με τις πιο υγιεινές συνθήκες περιέχει ένα μικρό βακτηριδιακό περιεχόμενο με παθογόνους οργανισμούς που μπορεί να είναι επικίνδυνο.

B. Μη-παθογόνοι οργανισμοί

Οι κύριοι τύποι μη-παθογόνων οργανισμών στο γάλα είναι τα βακτηρίδια που παράγουν γαλακτικό οξύ, οι σπορογόνοι οργανισμοί και αυτοί που είναι υπεύθυνοι για μη φυσιολογικές αλλοιώσεις. Οι οργανισμοί που παράγουν γαλακτικό οξύ αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των βακτηριδίων στο γάλα και αυτοί είναι: Οι στρεπτόκοκκοι που παράγουν γαλακτικό οξύ (*Streptococcus lactis* και *Streptococcus cremoris*), οι λακτοβάκιλοι (*Lactobacillus casei* και *Lactobacillus acidophilus*), οι ομάδες *Coli-aerogenes* (*Escherichia coli* και *B. aerogenes*) και οι μικροοργανισμοί που παράγουν βουτυρικό οξύ (*Clostridium welchii*).

Οι οργανισμοί που παράγουν οξύ αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του γάλακτος. Αυτό εξαρτάται:

- Από τον αριθμό των βακτηριδίων που βρίσκονται στο γάλα
- Από την θερμοκρασία αποθήκευσης

Οι οργανισμοί που προκαλούν γλυκιά πήξη του γάλακτος μπορούν να είναι παρόντες, όπως οι *Bacillus subtilis* και *Bacillus cereus*, και είναι σπορογόνοι μικροοργανισμοί. Αν και συχνά παρόντες στο ακατέργαστο γάλα, προκαλούν τα λιγότερα προβλήματα. Παρόλα αυτά μπορεί να είναι αιτία

προβλημάτων όπως η πικρή γεύση, το κομμάτιασμα της κρέμας, κ.α. Μερικοί αντιστέκονται στη θερμική επεξεργασία και μπορούν να παράγουν πολύ γαλακτικό οξύ.

Μια άλλη κατηγορία είναι οι οργανισμοί που προκαλούν αλλαγή χρώματος στο γάλα και μπορούν να προκαλέσουν μη φυσιολογικό χρωματισμό στο γάλα. Μερικοί από αυτούς είναι: *Pseudomonas synchyanea*, *B. cyanogenes*, κ.α. όπου είναι υπεύθυνες για το κυανό χρωματισμό του γάλακτος, *Pseudomonas synxantha* για το κίτρινο και *Serratia marcescens*, *Brevibacterium erythrogenes*, *Bacterium prodigiosum* και *Micrococcus roseus* για το κόκκινο χρώμα.

Οι λιπολυτικοί οργανισμοί μπορούν να είναι παρόντες μέσα στο γάλα και να προκαλέσουν πικρή γεύση.

Οι θερμόφιλοι οργανισμοί είναι ανθεκτικοί στην θερμότητα και μπορεί να βρίσκονται σε μεγαλύτερους αριθμούς μέσα στο γάλα διότι καθαρίζονται δυσκολότερα στις αρμεκτικές μηχανές.

Οι μεσόφιλοι οργανισμοί που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες μεταξύ 60°F και 70°F (15°C και 21°C) και οι οποίοι είναι περισσότεροι σε πληθυσμό και πιο συνηθισμένοι.

Οι ψυχρόφιλοι οργανισμοί μπορούν να είναι παρόντες και αυτοί και αναπτύσσονται κανονικά σε χαμηλές θερμοκρασίες μεταξύ 32°F και 40°F (0°C και 4,4°C). Με αυτό ως δεδομένο μπορούν να αυξηθούν σε αριθμό κατά την διάρκεια που το γάλα βρίσκεται στις δεξαμενές γάλακτος στο αγρόκτημα. Όπως συμβαίνει και με τους περισσότερους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται σε μέσες θερμοκρασίες (μεσόφιλοι), έτσι και οι

ψυχρόφιλοι αναπτύσσονται καλύτερα σε αυτές τις θερμοκρασίες.

Εάν το γάλα έχει μεγάλο βακτηριδιακό περιεχόμενο και είναι αποθηκευμένο σε θερμοκρασίες πάνω από 60°F (15,5°C), έχουμε ιδανικές συνθήκες για το ξίνισμα του γάλακτος. Οι ευνοϊκότερη θερμοκρασία για το πολλαπλασιασμό του *Streptococcus lactis* είναι γύρω στους 45°F (7,2°C) οπότε για να καθυστερήσει η ανάπτυξή του, επιβάλλεται η αποθήκευση κάτω από αυτήν τη θερμοκρασία για να διατηρήσουμε την φυσική γεύση και γλυκύτητα. Τα σπόρια που διαμορφώνουν τους μικροοργανισμούς είναι κυρίως αναερόβια οπότε δεν πολλαπλασιάζονται πολύ γρήγορα δεδομένου ότι το γάλα είναι συνεχώς σε επαφή με τον αέρα, ενώ περιέχει και στην σύνθεσή του μόρια οξυγόνου. Οι οργανισμοί που προκαλούν την αλλαγή του χρώματος στο γάλα καθώς και οι λιπολυτικοί οργανισμοί είναι εξωτερικής κυρίως φύσεως, και η παρουσία τους καθιστούν το γάλα ακατάλληλο προς πώληση. Η παρουσία γενικά μεγάλων αριθμών βακτηριδίων είναι ένδειξη των ελαττωματικών συνθηκών παραγωγής.

Πηγές βακτηριδιακής μόλυνσης

Τα παθογόνα βακτηρίδια που βρίσκονται στο γάλα, οφείλονται είτε από ανθρώπινη μόλυνση κατά τη διάρκεια του χειρισμού του ή από ελλιπώς καθαρά εργαλεία, είτε από το ίδιο το ζώο, είτε μπορεί να γίνει αργότερα κατά την διατήρηση. Η βρουκέλωση δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα διότι τα κοπάδια είναι συνήθως απαλλαγμένα από αυτήν αν και βρίσκονται μεμονωμένα κρούσματα που αντιμετωπίζονται.

Πολλές ασθένειες των βοοειδών μπορούν να προέλθουν είτε άμεσα είτε έμμεσα όπως από τα κόπρανα, τα ούρα, την ουρά του ζώου που μπορεί να είναι λερωμένη και να λερώνει με τη σειρά της τα πλευρά του ζώου. Άλλοι τρόποι είναι να αναπτυχθούν στις άκρες των θηλών, σε κομμένες θηλές κ.α. Ζώα που πάσχουν από γαστρεντερικές διαταραχές μπορεί να μολύνουν το γάλα με σαλμονέλα.

Οι πηγές μόλυνσης του γάλακτος είναι πολλές και ποικίλες. Οι μικροοργανισμοί του κολοβακτηριδίου βρίσκονται στα έντερα του ζώου, τη στρωμνή, τη χλόη, το χώμα. Οι οργανισμοί που παράγουν οξύ μπορούν να βρεθούν στην ατμόσφαιρα του αρμεκτηρίου, τα χέρια, την μηχανή αρμέγματος κ.α.



(πηγή: www.douglasdale.com)

Η συμπεριφορά των βακτηριδίων στο γάλα

Η αύξηση των βακτηριδίων στο γάλα καθορίζεται εξ ολοκλήρου από τον αρχικό αριθμό που είναι παρόν και τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Έχει διαπιστωθεί μια μικρή μείωση στον αριθμό των βακτηριδίων στο γάλα που μόλις έχει αρμεχτεί λόγω τις μικροβιοκτόνου δράσεώς του. Η θέρμανση καταστρέφει την μικροβιοκτόνο δράση αλλά η θερμοκρασία

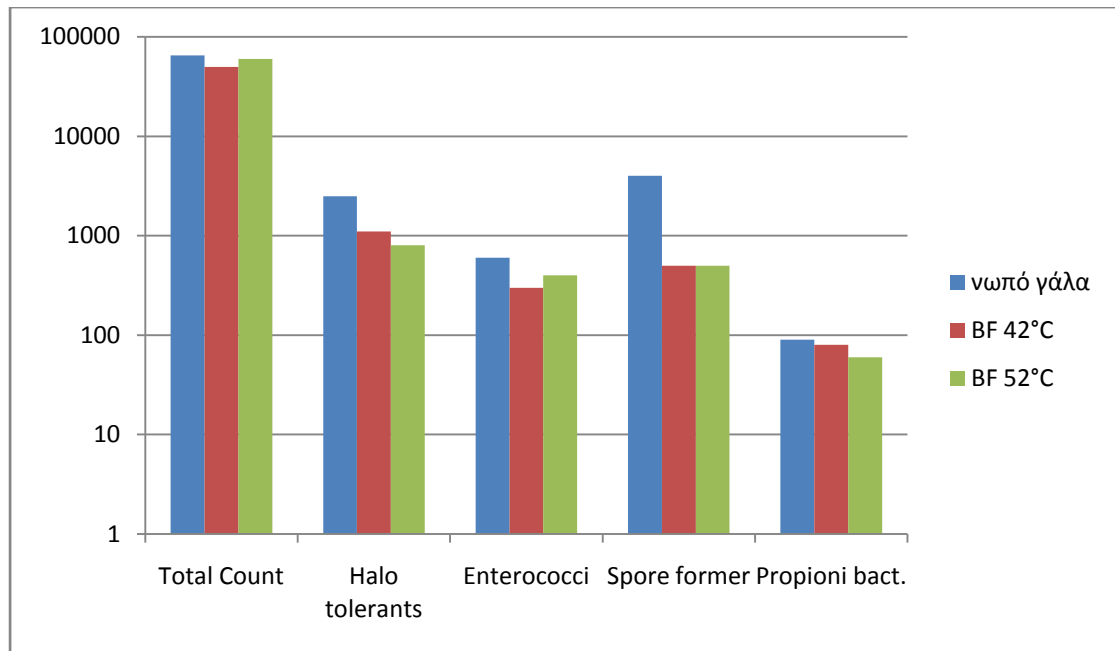
στην οποία εμφανίζεται ποικίλλει. Η μείωση αυτή οφείλεται όχι μόνο στις συγκολλητίνες και τα αντισώματα που είναι παρόντα μέσα στο γάλα αλλά και ότι το κυψελοειδές περιεχόμενο συνεχίζει να ασκεί φαγοκυτταρική δράση μετά την παράσυρσή του με το γάλα. Όποια και να είναι η αιτία είναι γενικά αποδεκτό πως η βακτηριδιακή αύξηση στο γάλα είναι γενικά σταματημένη για κάποιο χρονικό διάστημα αλλά αυτό δεν μπορεί φυσικά να παίζει κανένα ρόλο στην συντήρησή του.

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο. Δεν υπάρχει φυσικά κανένας πολλαπλασιασμός των βακτηριδίων κάτω του σημείου πήξης. Υπάρχει πράγματι μια τάση μείωσης αλλά αυτό εξαρτάται από την αντοχή των οργανισμών σε αυτές τις συνθήκες. Στους 32°F (0°C) σημειώνεται μια μικρή μείωση, αλλά μετά την πάροδο μιας εβδομάδας σε αυτήν τη θερμοκρασία οι οργανισμοί αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται έως ότου μεγάλοι αριθμοί είναι παρόντες. Στους 40°F (4,4°C) οι αλλαγές είναι παρόμοιες με το προηγούμενο αλλά εμφανίζονται πολύ νωρίτερα. Στους 50°F (10°C) οι αλλαγές είναι περισσότερο ορατές σε σχέση με τις προηγούμενες, λόγω του ότι ορισμένα βακτηρίδια βρίσκουν ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης αυτές τις θερμοκρασίες. Μερικά γάλατα γίνονται όξινα, ενώ σε άλλα αναπτύσσονται ζυμώσεις. Στους 70°F (21°C) αναπτύσσονται οι οργανισμοί που παράγουν γαλακτικό οξύ όπως ο *Streptococcus lactis*. Στις επόμενες θερμοκρασίες μέχρι τους 100°F (37,7°C) η παραγωγή οξέως και αερίου πραγματοποιούνται γρήγορα.

Η επίδραση της θερμοκρασίας μπορεί να συνοψιστεί:

- i. Η επίδραση της θερμοκρασίας πάνω στην αύξηση των διαφόρων βακτηριδίων είναι πάντα η ίδια υπό τις παρόμοιες συνθήκες.
- ii. Υπάρχει μια περίοδος μετά το άρμεγμα κατά την οποία δεν παρατηρείται καμία αύξηση, ακόμα και πραγματική μείωση μπορεί να εμφανιστεί.
- iii. Αυτή η περίοδος είναι αμετάβλητη και ακολουθείται από μια περίοδο πολλαπλασιασμού. Οι διαφορετικοί τύποι βακτηριδίων που αναπτύχθηκαν σε διάφορες θερμοκρασίες μπορεί να διαφέρουν στο βακτηριδιακό περιεχόμενο αν και η συνολική τους αρίθμηση να είναι η ίδια.
- iv. Η ταχεία ανάπτυξη των βακτηριδίων που παράγουν γαλακτικό οξύ ακολουθείται από μια μείωση του αριθμού των άλλων βακτηριδίων.

Γενικά έχει αποδειχθεί ότι η αποδοτική θερμική επεξεργασία του γάλακτος είναι πιθανό να καταστρέψει οποιανδήποτε παθογόνο οργανισμό που είναι παρόν στο γάλα.



Σχέδιο 2: Η επίδραση της θερμοκρασίας βακτηριοκαρισμού (BF) στην απομάκρυνση των βακτηριδίων (πηγή: agroscope)

Η ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η βακτηριοκάθαρση είναι μια ειδική μορφή διαχωρισμού με την οποία σωματίδια βρωμιάς, αίμα, κύτταρα από τους μαστούς και βακτηρίδια (κυρίως σπόρια βακτηριδίων που διαμορφώνονται σε βακίλους) αφαιρούνται από το γάλα και αδρανοποιούνται έκτοτε. Γενικά όλοι οι ενεργοί



Εικόνα 2:
Βακτηριοκαθαριστής
Westfalia MSA 130
(πηγή: www.lekkerkerker.nl)

μικροοργανισμοί αδρανοποιούνται από την παστερίωση σε τέτοια έκταση που καλύπτονται και οι υγιεινές και οι τεχνολογικές απαιτήσεις. Εντούτοις, ιδιαίτερα ανθεκτικά στη θερμότητα σπόρια επιζούν της διαδικασίας της παστερίωσης και είναι προάγγελοι που διαμορφώνουν τους βακίλους και τα βακτηρίδια. Τα σπόρια μπορούν να διαμορφώσουν νέα φυτικά κύτταρα σε ευνοϊκές γι' αυτά συνθήκες και έπειτα να εξαπλωθούν πολύ γρήγορα.

Μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές ποιοτικές ατέλειες στα σκληρά τυριά, στα ημίσκληρα τυριά και στα προϊόντα μακράς διάρκειας οφειλόμενα στην πρωτεϊνόλυση, τη λιπόλυση, και την παραγωγή αερίων. Επομένως η βακτηριοκάθαρση χρησιμοποιείται κυρίως στην παρασκευή αυτής τις ομάδας προϊόντων.

Ανάπτυξη στις βακτηριοκάθαρσης

Η αρχή του φυγόκεντρου διαχωρισμού χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην γαλακτοβιομηχανία από τον 20^ο αιώνα και έπειτα. Ο πρώτος κατασκευάστηκε στην δεκαετία του 1890, ήταν χειροκίνητος και χρησιμοποιούνταν στις φάρμες για την απομάκρυνση της κρέμας από το γάλα. Αργότερα όταν έγιναν ηλεκτροκίνητοι, αυξήθηκε κατακόρυφα η ικανότητα και η αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με τους χειροκίνητους οι οποίοι ήταν πολύ αργοί. Ένα από τα πολλά είδη φυγόκεντρων διαχωριστών είναι και ο βακτηριοκαθαριστής.

Οι πρώτες μελέτες επάνω στην αρχή του φυγόκεντρου διαχωρισμού των βακτηριδίων ξεκίνησε στις αρχές τις δεκαετίας του 1950. Όμως η συστηματικότερη έρευνα σε αυτό το αντικείμενο ξεκίνησε στις αρχές τις δεκαετίας του 1960. Τότε, ύστερα από πολλές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, διευθετήθηκαν πολλά από τα ζητήματα που την αφορούσαν και δημοσιεύθηκαν στα μέσα αυτής τις δεκαετίας.

Ένας από αυτούς τους επιστήμονες που ασχολήθηκαν συστηματικά με αυτήν και που η συμβολή του ήταν καθοριστική για την ανάπτυξή της είναι ο καθηγητής Simonart του πανεπιστημίου Louvain του Βελγίου στις αρχές τις δεκαετίας του '60. Αυτός πίστευε ότι τα βακτήρια θα μπορούσαν να χωριστούν από το γάλα χρησιμοποιώντας τη φυγόκεντρο δύναμη. Πραγματοποίησε τα πρώτα πειράματά του χρησιμοποιώντας ένα μικρό διαχωριστήρα. Σύντομα διαπίστωσε ότι αυτή η μηχανή ήταν σε θέση να αφαιρεί τα βακτηρίδια. Εντούτοις, η αποδοτικότητα στις αφαιρέσεις διαρκούσε μόνο για λίγα λεπτά. Όταν το



πηγή: www.douglasdale.co

κύπελλο του διαχωριστήρα ήταν καθαρό, η αποδοτικότητα ήταν υψηλή. Μετά από μισή ώρα περίπου η αποδοτικότητα ήταν στο μηδέν, επειδή είχε γεμίσει το κύπελλο απολάσπησης στο οποίο συγκεντρώνονταν το επιβαρημένο με βακτηρίδια και άλλες ακαθαρσίες γάλα. Τότε επιτυγχάνονταν μια ισορροπία μεταξύ του γάλακτος που βρίσκονταν στο κύπελλο απολάσπησης και του γάλακτος που περιστρέφονταν εντός του διαχωριστήρα με αποτέλεσμα να μολυνθούν εξίσου και τα δύο. Προς στιγμήν φάνηκε ότι η πρόοδος που είχε επιτευχθεί από τον καθηγητή Simonart θα τελείωνε εδώ.

Ο καθηγητής Simonart βρήκε την λύση του προβλήματος που είχε ανακύψει εντελώς τυχαία. Κατά την διάρκεια των πειραμάτων που διεξήγαγε, ο κάδος του διαχωριστήρα δεν είχε κλείσει καλά λόγω ελαττωματικής επαφής με αποτέλεσμα την ύπαρξη διαρροής. Η ανάλυση των δειγμάτων που πάρθηκαν από αυτήν τη δοκιμή έδειξε ότι η αποδοτικότητα στις αφαιρέσεις των βακτηριδίων διατηρήθηκε σε υψηλό επίπεδο καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου. Με συστηματική έρευνα διαπίστωσε πως είναι σημαντική στην διαδικασία της βακτηριοκάθαρσης η συνεχής αφαίρεση των βακτηριδίων. Κατασκεύασε έτσι για πρώτη φορά ένα νέου είδους διαχωριστήρα ο οποίος είχε μια μικρή τρύπα που είχε ανοίξει με τρυπάνι στο κάθετο τοίχωμα του καθαριστήρα.

Επιτυχημένη εργασία με αυτήν την μηχανή οδήγησε στον σχεδιασμό νέων μηχανών με δυνατότητες καθαρισμού πάνω από 13000 λίβρες την ώρα. Στα πειράματα που πραγματοποίησε ο καθηγητής Simonart ανακάλυψε ότι τα βέλτιστα αποτελέσματα λήφθηκαν στις θερμοκρασίες μεταξύ 149 και 167°F (65-75°C) με μια φυγόκεντρο δύναμη που κυμαίνονταν από 9000 έως 10000g.

Σε αυτά τα αρχικά βήματα σημαντική είναι η συμβολή της εταιρίας Alfa-Laval που βρίσκεται στη Σουηδία, η οποία κατασκεύασε πρώτη αυτού του είδους διαχωριστών – καθαριστών, ονομάζοντάς τους ως βακτηριοκαθαριστές (bactofuge). Έκτοτε, επικράτησε διεθνώς να ονομάζεται αυτή η διαδικασία ως βακτηριοκάθαρση – βακτηριοκαθαρισμός (bactofugation).

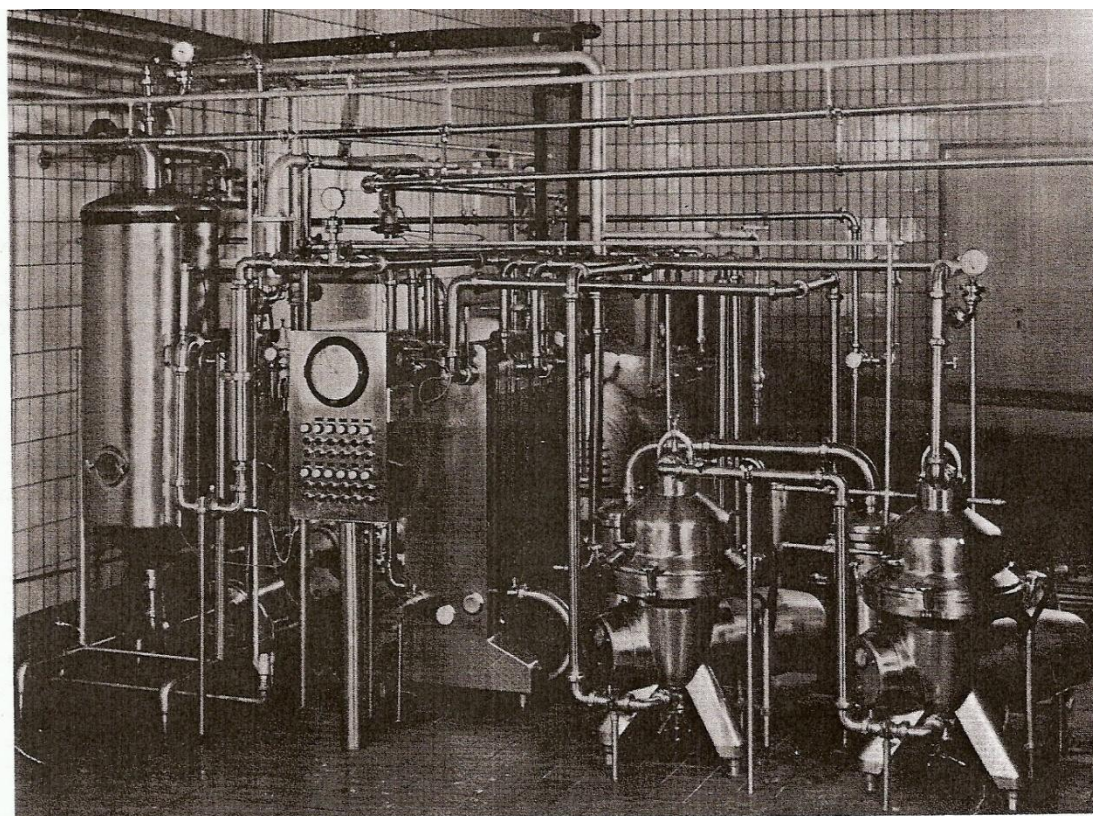


Εικόνα 3: Βακτηριοκαθαριστές BBRPX618 HGV (πηγές: www.secondhand-equipment.com και www.used-milk-centrifuges.com)

Πίνακας 1: Αποτελεσματικότητα του βακτηριοκαθαριστή BBRPX618 HGV ανάλογα με την χωρητικότητα (πηγή: Bactofugation of liquid milk)

Χωρητικότητα lit/h	Τύπος βακτηριοκαθαριστή	Ποσοστό μείωσης των σπορίων %	
		Αναερόβια	Αερόβια
20000	BBRPX618 HGV	98-99	96-97
30000	BBRPX618 HGV	97-98	94-95
40000	BBRPX618 HGV	88-90	80-82
40000	2 × BBRPX618 HGV	98-99	96-97

Στη συνέχεια περαιτέρω έρευνα από τον καθηγητή Simonart και την εταιρία Alfa-Laval ιδιαίτερα σε αυτό το αρχικό στάδιο, οδήγησαν στην ανάπτυξη της βακτηριοκάθαρσης. Με βάση την δική τους έρευνα καταλήξαμε στα εξής συμπεράσματα.



Εικόνα 4: Βακτηριοκαθαριστές σε σειρά (πηγή: Cheese and fermented milk foods)

Για τον αποτελεσματικότερο καθαρισμό του γάλακτος χρησιμοποιούνται συνήθως δύο βακτηριοκαθαριστές σε σειρά. Ο πρώτος βακτηριοκαθαριστής λειτουργεί στους 170°F (77°C) και απομακρύνει το 90% των βακτηριδίων. Ο δεύτερος απομακρύνει το 90% του υπόλοιπου 10% παραμένοντος ποσοστού βακτηριδίων. Η προσθήκη και τρίτου βακτηριοκαθαριστή έχει πολύ μικρή επίδραση στην περαιτέρω μείωση των σπορίων. Η διαδικασία της βακτηριοκάθαρσης μπορεί να έχει εφαρμογή σε περιοχές όπου ο πληθυσμός των βακτηριδίων είναι από 20 εκατομμύρια και άνω. Η

παστερίωση ενός τέτοιου γάλακτος μπορεί να αφήσει έναν μεγάλο αριθμό βακτηριδίων στο γάλα που θα μείωναν τον χρόνο ζωής του προϊόντος. Η αφαίρεση του 99% των βακτηριδίων του γάλακτος έχει ευεργετική επίδραση στο τελικό προϊόν.

ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗΣ

ΣΥΝΕΧΟΥΣ-ΑΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι διαχωριστών-καθαριστών. Οι διαχωριστές με σταθερά τοιχώματα όπου η λειτουργία τους είναι ασυνεχής και στους διαχωριστές με αυτοκαθαριζόμενα τοιχώματα για συνεχή λειτουργία. Στους διαχωριστές με σταθερά τοιχώματα, όπου δεν μπορούν να καθαριστούν αυτόματα, τα σώματα που διαχωρίζονται από το γάλα συλλέγονται στο εσωτερικό τοίχωμα του εξωτερικού κυπέλου όπου και συσσωρεύονται. Για την απομάκρυνσή τους πρέπει να ληφθεί το κύπελλο και να καθαριστεί ξεχωριστά στο τέλος κάθε παραγωγικής διαδικασίας η διάρκεια της οποίας εξαρτάται από την ποσότητα των διαχωρισθέντων σωματιδίων κάνοντας προφανές πως οι συγκεκριμένου τύπου διαχωριστές είναι μη παραγωγικοί. Όπου η παραγωγή επιβάλλει συνεχή λειτουργία τότε είναι απαραίτητοι οι αυτοκαθαριζόμενοι διαχωριστές. Ο διαχωρισμός λαμβάνει χώρα στους δίσκους όπου τα στερεά (σε μορφή λάσπης) διαχωρίζονται από το γάλα και οδηγούνται στα τοιχώματα του διαχωριστή που έχουν την μορφή διπλού κώνου. Εκεί υπάρχουν υδραυλικά ελεγχόμενες πόρτες οι οποίες απομακρύνουν τη λάσπη.



Εικόνα 5: Βακτηριοκαθαριστής διπλής φάσης (πηγή: Tetra Pak)

ΜΟΝΗ-ΔΙΠΛΗ ΦΑΣΗ

Οι βακτηριοκαθαριστές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι οι διπλής-φάσης βακτηριοκαθαριστές οι οποίοι έχουν δύο εξόδους στο άνω μέρος (μία για συνεχής απομάκρυνση της βακτηριομάζας μέσω ενός ειδικού δίσκου, και η άλλη για το καθαρισμένο γάλα. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι μονής-φάσης οι οποίοι διαθέτουν μόνο μία έξοδο στο άνω μέρος από την οποία εξέρχεται μόνο το καθαρισμένο γάλα. Σε αυτούς η βακτηριομάζα συλλέγεται σε μορφή λάσπης σε ένα ειδικό δοχείο και απορρίπτεται κατά διαστήματα μέσω ειδικών πορτών που βρίσκονται στον κορμό αυτού του δοχείου.



Εικόνα 6: Βακτηριοκαθαριστής μονής φάσης (πηγή: Tetra Pak)

Τεχνολογία:

Βακτηριοκαθαριστές ονομάζονται εκείνοι οι φυγόκεντροι διαχωριστήρες οι οποίοι ειδικεύονται στην απομάκρυνση μικροοργανισμών από το γάλα βασιζόμενοι στην διαφορά πυκνότητας. Αυτό ισχύει ειδικά για τα σπόρια, όπου η διαφορά πυκνότητας από το γάλα που οφείλεται από το συγκεντρωμένο πλάσμα κυττάρων των σπορίων, σε σχέση με το γάλα, επιτρέπει τον πλήρη χωρισμό αυτής της ομάδας μικροοργανισμών με τους βακτηριοκαθαριστές



Εικόνα 7: Βακτηριοκαθαριστής Westfalia MSA 90 (πηγή: www.lekkerkerker.nl)

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗ

Τεχνικά χαρακτηριστικά βακτηριοκαθαριστή

Όλα τα μέρη του βακτηριοκαθαριστή που έρχονται σε επαφή με το γάλα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα. Ενώ τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός βακτηριοκαθαριστή ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο, την δυναμικότητα και την εταιρία κατασκευής, τα μέρη που αυτός αποτελείται είναι συγκεκριμένα για όλους. Αναλυτικότερα ο βακτηριοκαθαριστής αποτελείται από τα εξής μέρη:

- a. Ηλεκτρικό κινητήρα που η σύγχρονη ταχύτητα του είναι 1500-1800 r/min.
- b. Το δοχείο διαχωρισμού που η ταχύτητά του είναι 4250-4266 r/min
- c. Αυτόματο φρένο.

Η υδραυλική παροχή μπορεί να είναι μέχρι 45 m³/h ενώ ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ των απολασπόσεων είναι 1 min. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος του διαχωρισμού μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 5-45°C, ενώ η θερμοκρασία ροής της παροχής κυμαίνεται 0-100°C. Ο χρόνος εκκίνησης της

συσκευής είναι 15-17 min. Ο χρόνος σταματήματος με φρένο είναι 22-25 min, ενώ χωρίς φρένο 80 min περίπου. Το βάρος του διαχωριστήρα είναι 2095Kg του ηλεκτροκινητήρα 290kg ενώ του δοχείου διαχωρισμού 1175kg. Η ποσότητα υγρού (γάλακτος) στο δοχείο είναι 63 lit, ενώ ο όγκος απολασπόσεων κατά τη λειτουργία φθάνει 10-18 lit.

Λειτουργία του βακτηριοκαθαριστή

Ένας τύπος φυγοκεντρωτή που χρησιμοποιείται στην γαλακτοβιομηχανία είναι ο καθαριστήρας ο οποίος χρησιμοποιείται για να αφαιρέσει τα ξένα υλικά στο γάλα όπως τα μόρια του ρύπου, τα κύτταρα αίματος, κύτταρα μαστών, σπόρια, αποικίες βακτηριδίων και διάφορες άλλες ακαθαρσίες που μπορεί να έχουν εισέλθει στο γάλα. Αυτό το υλικό που αποκαλείται μερικές φορές λάσπη άλλοτε βακτηριομάζα, δεν έχει συγκεκριμένη σύνθεση. Πολλές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για να αφαιρέσουν αυτά τα υλικά από το γάλα αλλά ο καθαριστήρας έχει αποδειχθεί ο πιο ικανοποιητικός τρόπος. Οι καθαριστήρες μπορούν να είναι είτε αυτοκαθαριζόμενοι είτε όχι. Σε ένα χαρακτηριστικό καθαριστήρα το γάλα αντλείται μέσω του κεντρικού σωλήνα στο κύπελλο του καθαριστή. Το γάλα ρέει μέσω του κεντρικού διανομέα σε ένα σύνολο δίσκων. Το γάλα διαιρείται σε πολλά στρώματα. Το στερεό υλικό γλιστρά εξωτερικά, κάτω από την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης στο εξωτερικό μέρος του δίσκου. Το απαλλαγμένο από ξένα σωματίδια γάλα πάει προς το εσωτερικό και αντλείται μέσω μιας αντλίας κοντά στο κέντρο του καθαριστήρα. Τα ξένα υλικά γλιστρούν εξωτερικά και συλλέγονται σε ένα ειδικό διαμέρισμα του βακτηριοκαθαριστή που προορίζεται για αυτά. Στους

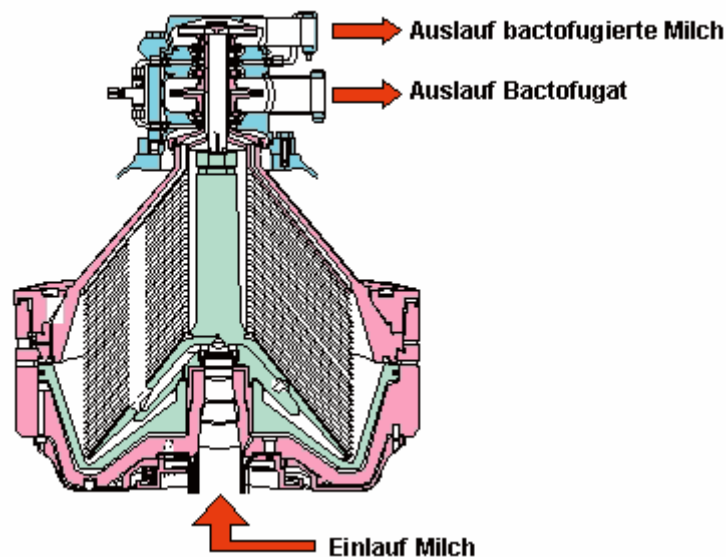
αυτοκαθαριζόμενους διαχωριστές τα ξένα υλικά εκτινάσσονται υδραυλικά σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Στην αρχή το γάλα θερμαίνεται στους 170°F (77°C) για να μειωθεί το ιξώδες του. Έπειτα εισέρχεται στην πρώτη φυγοκεντρική μονάδα η οποία λειτουργεί στις 20.000 στροφές το λεπτό. Αυτή έχει δύο μικρές τρύπες στο εξωτερικό τοίχωμα της όπου επιτρέπει την συνεχή απομάκρυνση των βακτηριδίων και περίπου του 1,5% αποβουτυρωμένου γάλακτος. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας μόνο το 10% των βακτηριδίων παραμένουν στο γάλα. Μετά περνάει στη δεύτερη φυγοκεντρική μονάδα όπου πάλι το 90% των υπόλοιπων βακτηριδίων απομακρύνονται, με συνολική αποβολή του 99% των βακτηριδίων του αρχικού γάλακτος. Αυτή η διαδικασία θεωρείται συμπληρωματική της παστερίωσης όπου συνεχίζει να είναι απαραίτητη για την καταστροφή των υπόλοιπων βακτηριδίων.

Αν και θεωρείται γενικά ότι η λειτουργία των βακτηριοκαθαριστών είναι αποτελεσματικότερη στις θερμοκρασίες των μεταξύ 32°C και 48°C, παρ' όλα αυτά συνήθως αυτές βρίσκονται στο τμήμα της παραλαβής και κατεργάζονται κρύο γάλα, χωρίς σημαντική μείωση της απόδοσης τους.

Κάθε κατασκευαστής κατασκευάζει το δικό του μηχανισμό στον φυγοκεντρητή. Σε ένα τέτοιο υδραυλικό σύστημα το έμβολο βρίσκεται στο κατώτατο σημείο του κύπελλου. Όταν το κύπελλο περιστρέφεται το έμβολο βρίσκεται σε αυξημένη θέση λόγω της πίεσης που ασκεί το νερό που βρίσκεται σε ειδικό χώρο κάτω από αυτό. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα, για να αποβληθούν οι ακαθαρσίες, η

πίεση του νερού κάτω από το κινητό μέρος μειώνεται στιγμιαία και ύστερα αυξάνεται πάλι. Κατά τη διάρκεια της στιγμιαίας μείωσης της πίεσης το κινητό μέρος του τυμπάνου κινείται προς τα κάτω, οι τρύπες ανοίγουν και παραμένουν ανοιχτές για 0,15sec περίπου, χρόνος που είναι αρκετός για να αδειάσει ο χώρος από τις ακαθαρσίες. Ο όγκος του ειδικού αυτού χώρου είναι, ανάλογα με το μέγεθος της φυγόκεντρου, 8-25 λίτρα. Οι ακαθαρσίες εκσφενδονίζονται σε ειδικό υποδοχέα και συλλέγονται σε μια δεξαμενή. Το σύστημα ελέγχεται από μια χρονομετρική μονάδα.



Εικόνα 8: Εσωτερικό βακτηριοκαθαριστή

Μερικά εξαρτήματα για τους βακτηριοκαθαριστές περιλαμβάνουν τις μονάδες συγχρονισμού, τις σταθερές βαλβίδες πίεσης, και τους σφιγκτήρες. Οι αυτοκαθαριζόμενοι καθαριστές είναι εξοπλισμένοι με μονάδες συγχρονισμού για να αυτοματοποιήσουν πλήρως τη διαδικασία της φυγοκέντρισης. Η ηλεκτρονική μονάδα συγχρονισμού ελέγχει αυτόματα το κλείσιμο και το άνοιγμα των βαλβίδων ύδατος καθώς επίσης και την πνευματική βαλβίδα πίεσης στη γραμμή

απομάκρυνσης του γάλακτος από το διαχωριστή. Ο έλεγχος είναι ικανός είτε για ολική είτε για μερική απολάσπηση.



Εικόνα 9: Εγκατάσταση βακτηριοκαθαριστή (πηγή: www.matrix-cis.ru)

Η σύγχρονη πρακτική όπου επιτρέπει όλο και περισσότερο την παρουσία συστημάτων CIP, απέβαλλαν τις χειρωνακτικές διαδικασίες καθαρισμού. Έτσι οι σύγχρονοι καθαριστές έχουν μια δυναμικότητα από 20.000 έως 65.000 λίβρες την ώρα. Το γάλα εισέρχεται στον καθαριστή με μια πίεση οκτώ λιβρών. Ο καθαρισμός συνεχίζεται έως ότου γεμίσει το ειδικό δοχείο με ίζημα. Τότε ανοίγουν οι ιδιές χρονικά ρυθμιζόμενες πόρτες και εισέρχεται το νερό με μια πίεση δώδεκα λιβρών όπου πληρεί τον χώρο και εκτινάσσει το ίζημα. Όταν σταματήσει η ροή του νερού, οι πόρτες κλείνουν αυτόματα, και συνεχίζει η διαδικασία της βακτηριοκάθαρσης. Τα σύγχρονα σχέδια παραγωγής χρησιμοποιούν, αρκετά συχνά, ειδικούς καθαριστές-τυποποιητές οι οποίοι πέραν του καθαρισμού απομακρύνουν και ένα μέρος της κρέμας, που

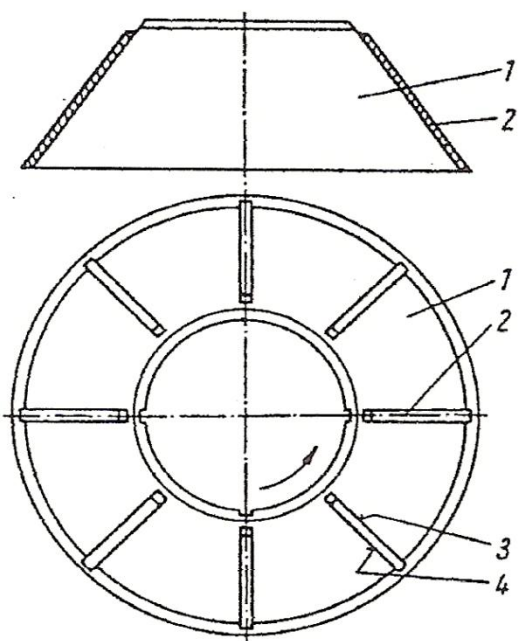
κυμαίνεται από 0,1% έως 2,0% ανάλογα με την ρύθμιση της μηχανής. Εάν η τυποποίηση δεν απαιτείται τότε η βαλβίδα τυποποίησης μπορεί να κλείσει και να λειτουργεί μονάχα ως καθαριστής.

Οι διαχωριστές έχουν υψηλή επίδραση διαχωρισμού, και τα μόρια με διάμετρο 4-5 μ m επηρεάζονται. Η υψηλότερη αποδοτικότητα εξαρτάται από τον τύπο του διαχωριστή.

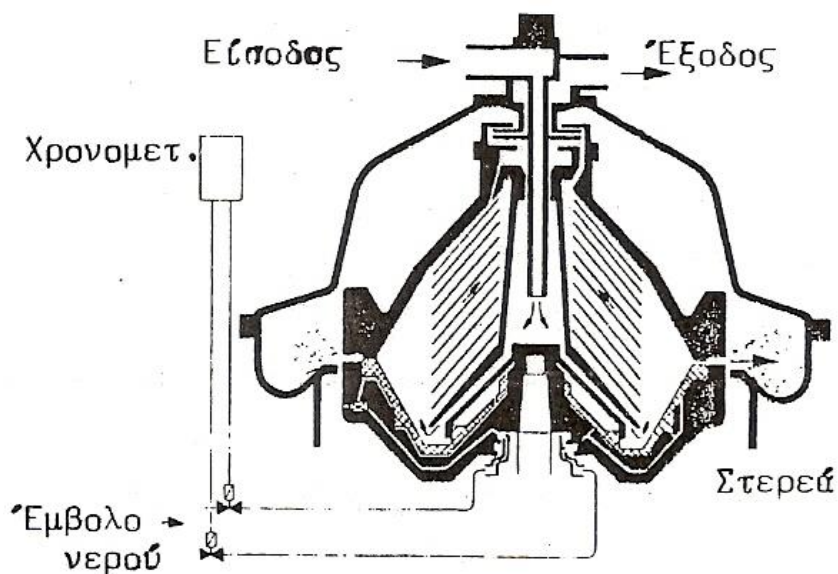
Γενικές αρχές λειτουργίας του βακτηριοκαθαριστή

Το γάλα οδηγείται μέσω του κεντρικού σωλήνα στον διανομέα από όπου και περνά στους δίσκους. Ο χωρισμός του ρύπου από το γάλα πραγματοποιείται στους δίσκους όπου το γάλα διαιρείται σε πολλά και λεπτά στρώματα, μεταξύ των οποίων υπάρχουν κάθετα διαφράγματα τα οποία ωθούν το γάλα σε περιστροφή (σχ.1). Τα μόρια του ρύπου που έχουν μια υψηλότερη πυκνότητα, διαχωρίζονται από το γάλα με την φυγόκεντρο δύναμη που αναπτύσσεται και καταλήγουν στην εσωτερική πλευρά του κάτω μέρους του βακτηριοκαθαριστή. Το καθαρισμένο γάλα κυλάει κοντά στο κέντρο των δίσκων όπου και απομακρύνεται με μια πίεση 5,4bar περίπου. Το εξωτερικό τύμπανο του βακτηριοκαθαριστή είναι χωρισμένο σε δύο μέρη και έχει τρύπες οι οποίες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας είναι κλειστές ελέγχονται με χρονόμετρο και λειτουργούν με την πίεση του νερού. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα, για να αποβληθούν οι ακαθαρσίες, η πίεση του νερού κάτω από το κινητό μέρος μειώνεται στιγμιαία και ύστερα αυξάνει πάλι. Κατά τη διάρκεια της στιγμιαίας μείωσης της πίεσης το κινητό μέρος του τυμπάνου κινείται προς τα κάτω, οι τρύπες ανοίγουν και παραμένουν ανοικτές για 0,15

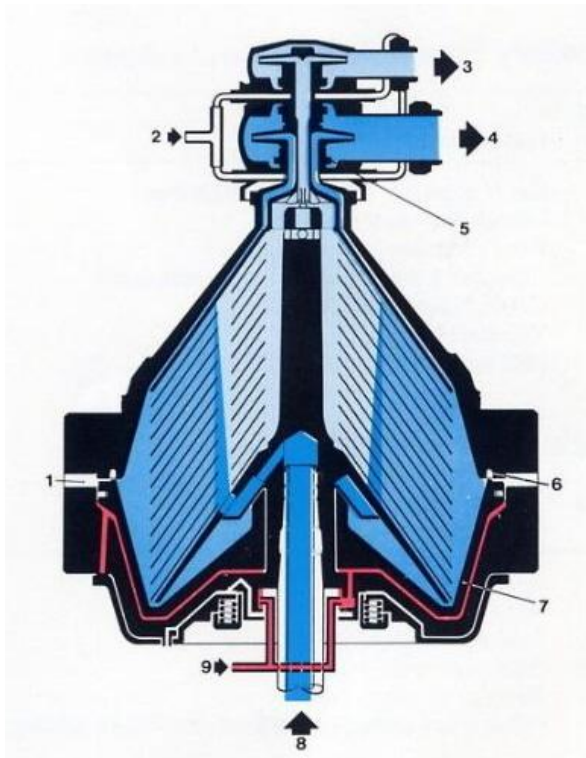
σε περίπου, χρόνος που είναι αρκετός για να αδειάσει ο χώρος από τις ακαθαρσίες. Ο όγκος αυτού του χώρου είναι ανάλογος με το μέγεθος της φυγοκέντρου 8-25 λίτρα. Οι ακαθαρσίες εκσφενδονίζονται σε ειδικό χώρο και συλλέγονται σε μια δεξαμενή (σχ.2).



Σχ.1: 1) κάδος, 2) διάφραγμα, 3) η πλευρά που ωθεί το γάλα, 4) η πλευρά όπου κατευθύνεται το γάλα



σχ 2. Φυγόκεντρος καθαρισμού σε φάση αποβολής των ακαθαρσιών (πηγή: Χημεία φυσική και τεχνολογία γάλακτος)

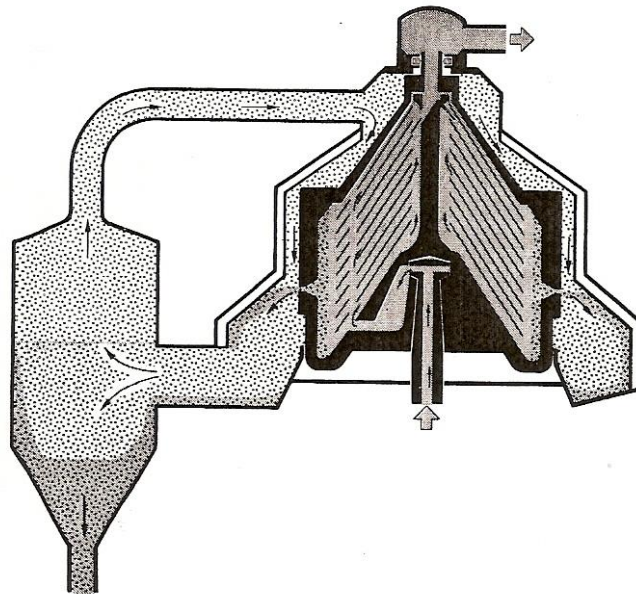


(1) & (6) έξοδος λάσπης, (2) & (9) παροχή νερού για τη λειτουργία των βαλβίδων, (3) έξοδος καθαρισμένου γάλακτος, (4) έξοδος βακτηριομάζας, (7) χώρος συγκέντρωσης του επιβαρυμένου με βακτηρίδια γάλακτος, (8) είσοδος γάλακτος

Σχέδιο και αρχή λειτουργίας του βακτηριοκαθαριστή:

Το γάλα τροφοδοτείται μέσα στο δοχείο από έναν σταθερό σωλήνα που βρίσκεται στο κάτω μέρος του βακτηριοκαθαριστή όπου και εξαναγκάζεται σε περιστροφή από τους περιστρεφόμενους δίσκους. Ένα συμπύκνωμα που το ονομάζουμε βακτηριομάζα και περιέχει περίπου το 90% όλων των μικροοργανισμών, αλλά και πρωτεΐνες, λακτόζη και άλλα συστατικά του γάλακτος εκτινάσσονται συνεχώς και αποβάλλονται μέσω των ανοιγμάτων που βρίσκονται στα τοιχώματα του δοχείου. Η βακτηριομάζα η οποία ανέρχεται σε λιγότερο από 3% του γάλακτος που τροφοδοτείται ο βακτηριοκαθαριστής, έχει την δυνατότητα να ανατροφοδοτηθεί. Η βακτηριομάζα που εκτοξεύει ο βακτηριοκαθαριστής είναι σε μορφή νέφους, συλλέγεται σε ειδικό χώρο που ονομάζεται κυκλώνας ο οποίος και περιβάλλει εξωτερικά το δοχείο, όπου εξαερίζεται. Ο αέρας επιστρέφει εκ νέου πίσω στον βακτηριοκαθαριστή μέσω ενός αγωγού, ενώ η

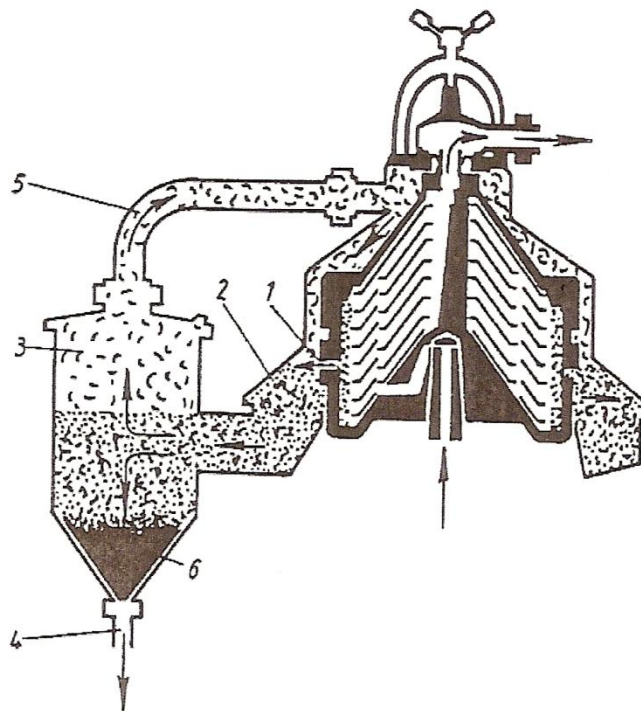
βακτηριομάζα αποβάλλεται από το κατώτατο σημείο του κυκλώνα.



(πηγή: Dairy technology in the tropics and subtropics)



Εικόνα 10: Φωτογραφίες βακτηριοκαθαριστή από διαφορετικές γωνίες όπου διακρίνεται ο κάδος συγκέντρωσης της βακτηριομάζας (πηγή: www.dairyandfoodequipment.com)



(πηγή: Milk and dairy product technology)

- (1) βαλβίδες εξόδου της λάσπης, (2) λάσπη, (3) δεξαμενή εξαέρωσης(κυκλώνας), (4) έξοδος βακτηριομάζας, (5) αγωγός επιστροφής του μολυσμένου αέρα, (6) βακτηριομάζα

Μειονεκτήματα

Ο καθαρισμός του γάλακτος με αυτό τον τρόπο απαλλάσσει το γάλα από τα επιθηλιακά κύτταρα και τα αιμοσφαίρια. Μειονέκτημα του τρόπου αυτού είναι η διάσπαση των συσσωμάτων των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα τέτοιο το γάλα να εμφανίζει αυξημένο αριθμό μικροοργανισμών. Επίσης όταν το γάλα είναι ελαφρά όξινο, μειώνεται το στερεό του υπόλειμμα, λόγω αποβολής πηγμένων τεμαχιδίων καζεΐνης.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΑΘΑΡΣΗΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

1. **Παροχή:** Η παροχή του βακτηριοκαθαριστή μπορεί να αυξηθεί αυξάνοντας την πίεση και αντιστρόφως.
2. **Θέση:** Ο βακτηριοκαθαριστής μπορεί να τοποθετηθεί είτε στην γραμμή ακατέργαστου (νωπού) γάλακτος πριν από τον αποκορυφωτή, είτε μετά από αυτόν ή ακόμα και στην γραμμή τυποποίησης του τελικού προϊόντος. Η καλύτερη βεβαίως επιλογή είναι να τοποθετηθεί στην γραμμή νωπού γάλακτος όπου περνάει η συνολική ποσότητα και ελαχιστοποιούνται οι απώλειες. Πειράματα έχουν δείξει πως περίπου το 30% των αερόβιων σπορίων θα περάσει στην κρέμα εάν τοποθετηθεί μετά τον αποκορυφωτή.
3. **Θερμοκρασία:** Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο χαμηλότερο είναι το ιξώδες του γάλακτος που διευκολύνει στον διαχωρισμό των βακτηριδίων. Από την άλλη πλευρά υψηλότερη θερμοκρασία δίνει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στην βακτηριομάζα και αυξάνει το ιξώδες του. Η κανονική θερμοκρασία βακτηριοκαθαρισμού είναι 55°C-65°C. Η μείωση της θερμοκρασίας από 65°C σε 45°C έχει μια οριακή μείωση των σπορίων.
4. **Αντίθλιψη:** Είναι σημαντικό να διατηρείται μια αντίθλιψη στην έξοδο του βακτηριοκαθαριστή (ελάχιστο 400KPa) για να αποφευχθεί η σπηλαιώση.
5. **Χρόνος μεταξύ απολασπώσεων:** Πολύ βραχύς χρόνος μεταξύ των απολασπώσεων σημαίνει αντιμετώπιση μεγαλύτερων ποσοτήτων βακτηριομάζας. Πολύ μεγάλος

χρόνος θα μειώσει την αποτελεσματικότητα. Κακή ποιότητα γάλακτος, υψηλή θερμοκρασία ή υψηλή παροχή μπορεί να απαιτούν συντομότερους χρόνους μεταξύ απολασπώσεων, καθώς διαχωρίζεται περισσότερη ποσότητα λάσπης από το γάλα.

6. **Ο όγκος απολάσπωσης:** Ο όγκος του υλικού που απολασπώνεται πρέπει να είναι ίσως με τον χώρο απολασπώσεως του δοχείου του βακτηριοκαθαριστή. Μικρότερες απολασπώσεις μπορεί να μειώσουν την αποτελεσματικότητα και να καταστήσουν δυσκολότερο τον καθαρισμό.
7. **Χωρητικότητα:** Όσο μεγαλύτερο όγκο γάλακτος μπορεί να επεξεργαστεί ένας βακτηριοκαθαριστής στο μικρότερο δυνατό χρόνο τόσο μικρότερη η ικανότητα καθαρισμού. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χρήση δύο βακτηριοκαθαριστών σε σειρά για να επανέλθει το επίπεδο καθαρισμού σε κανονικά επίπεδα.
8. **Απόδοση:** Η απόσταση μεταξύ των δίσκων η οποία καθορίζει και τον αριθμό τους. Η ταχύτητα περιστροφής η οποία καθορίζει την φυγόκεντρο δύναμη. Η απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 86%-92% στο συνολικό βακτηριολογικό περιεχόμενο. Για τα αερόβια σπόρια το ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 94,1%-97,7% και για τα αναερόβια σπόρια μεταξύ 97,4%-98,7%.
9. **Εγκαταστάσεις:** Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας του γάλακτος πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένες, ιδιαίτερα από το σημείο που είναι εγκατεστημένος ο βακτηριοκαθαριστής και έπειτα για να διατηρείται η καθαρότητα και να αποτραπεί ο κίνδυνος επιμόλυνσης του γάλακτος.

10. **Βακτηριολογικό φορτίο:** Το σχήμα και η πυκνότητα των μικροοργανισμών καθώς και το πόσο επιβαρυνόμενο από ξένα σωματίδια είναι το γάλα.



Εικόνα 11: Βακτηριοκαθαριστής REDA RE200B (πηγή: www.abeve.com)



Εικόνα 12: Λεπτομέρεια του άνω μέρους του βακτηριοκαθαριστή REDA RE200B (πηγή: www.abeve.com)

ΒΑΚΤΗΡΙΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η βακτηριοθερμική επεξεργασία αναπτύχθηκε, από μια κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνία, έννοια από τον Kosikowski ο οποίος εισήγαγε μια νέα αρχή για την βακτηριοκάθαρση στην οποία η προηγούμενος αποβληθείσα λάσπη, μετά από θερμική ή χημική επεξεργασία επιστρέφει πίσω στο προς τυροκόμηση γάλα. Έτσι βρέθηκε ένας οικονομικός τρόπος παραγωγής τυριού χωρίς να υπάρχει σημαντική απώλεια στην παραγωγή ή στα θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον μειώθηκε ο κίνδυνος πρόωρης παραγωγής αερίου και βελτιώθηκε η όψη των ματιών και της γεύσης των τυριών.



Εικόνα 13: Βακτηριοκαθαριστής Alfa-Laval MRPX 418 HGV (πηγή: www.lekkerkerker.nl)

Η χλωρίδα των μικροοργανισμών που έχουν επιζήσει μετά την θερμική επεξεργασία είτε αυτών που έχουν εισαχθεί μετά από αυτήν, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στην

κατασκευή τυριών. Επίσης η θερμική επεξεργασία απορρίπτεται από ορισμένους κατασκευαστές και από καταναλωτές, γιατί μειώνεται η οργανοληπτική ποιότητα.

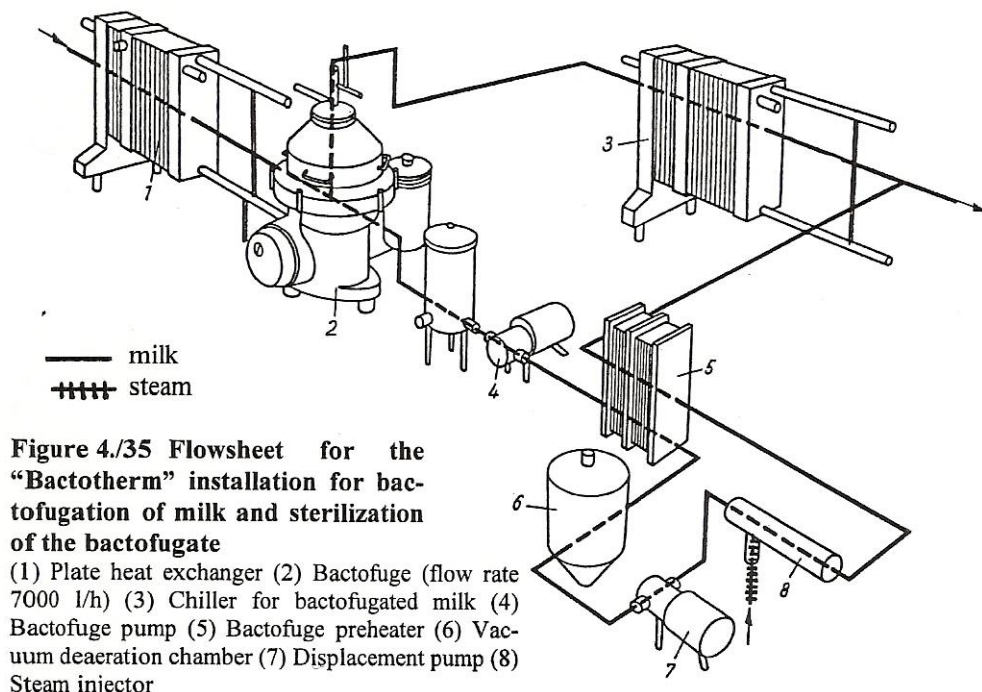


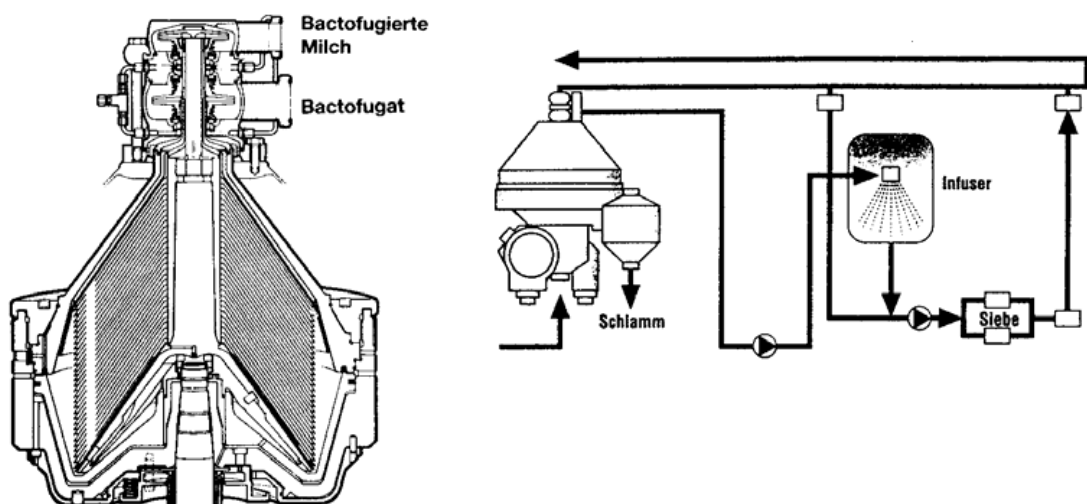
Figure 4./35 Flowsheet for the “Bactotherm” installation for bactofugation of milk and sterilization of the bactofugate

(1) Plate heat exchanger (2) Bactofuge (flow rate 7000 l/h) (3) Chiller for bactofugated milk (4) Bactofuge pump (5) Bactofuge preheater (6) Vacuum deaeration chamber (7) Displacement pump (8) Steam injector

Εικόνα 14: Εγκατάσταση βακτηριοθερμικής επεξεργασίας (πηγή: Milk and dairy product technology)

Το διευκρινισμένο και τυποποιημένο γάλα διέρχεται από έναν εναλλάκτη θερμότητας (εικ.14,Νο1), όπου και θερμαίνεται μέχρι να έχει την κατάλληλη θερμοκρασία για βακτηριοκαθαρισμό περίπου 60-75°C και εισέρχεται στον βακτηριοκαθαριστή (εικ.14,Νο2). Κατόπιν παστεριώνεται μέσω ενός άλλου εναλλάκτη θερμότητας (εικ.14,Νο3) ψύχεται και οδηγείται περαιτέρω επεξεργασία. Η βακτηριομάζα μεταφέρεται με τη βοήθεια μιας αντλίας (εικ.14,Νο4) σε άλλο εναλλάκτη θερμότητας όπου προθερμαίνεται (εικ.14,Νο5), έπειτα εισέρχεται σε έναν εξαερωτήρα (εικ.14,Νο6), και με τη βοήθεια μιας αντλίας (εικ.14,Νο7) πηγαίνει στον εγχυτήρα

ατμού (εικ14,Νο8). Η βακτηριομάζα εισέρχεται στον εγχυτήρα μέσω ενός διάτρητου αγωγού και αναμιγνύεται με τον ατμό (130-140°C, 3 bar, χρόνος παραμονής 3-4 δευτερόλεπτα). Η παραμονή της βακτηριομάζας σε αυτές τις θερμοκρασίες για τόσο χρονικό διάστημα είναι επαρκής για να αδρανοποιηθούν όλα τα σπόρια. Η αποστειρωμένη βακτηριομάζα ψύχεται σε εναλλάκτη θερμότητας (εικ.14,Νο5) και μπορεί να επιστρέψει πίσω στον εξαερωτήρα του γάλακτος ή να οδηγηθεί ξεχωριστά για άλλες κατάλληλες εφαρμογές.



Εικόνα 15: Εσωτερικό βακτηριοκαθαριστή και εγκατάσταση αποστείρωσης της βακτηριομάζας και ενσωμάτωσης της στην γραμμή για περαιτέρω επεξεργασία

ΤΥΡΙ

Η έντονη ερευνητική δραστηριότητα, που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στον τομέα της τεχνολογίας του γάλακτος, έχει ειδικότερα ως συνέπεια την εισαγωγή νέων αντιλήψεων και μεθόδων στην τυροκομία. Επικράτησαν νέες ιδέες σχετικά με τον έλεγχο της δραστηριότητας των μικροοργανισμών του γάλακτος και την ταυτοποίησή τους. Περίπου το 1964-1965 οι γαλακτοβιομηχανίες άρχισαν να πειραματίζονται στην κατασκευή τυριών φτιαγμένα από βακτηριοκαθαρισμένο γάλα βελτιώνοντας σημαντικά το τελικό προϊόν. Από τότε η βακτηριοκάθαρση χρησιμοποιείται κυρίως στην τυροκομία όπου η απομάκρυνση των σπορίων από το γάλα είναι απαραίτητη διότι μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ζυμώσεις στα τυριά. Σήμερα, εκτός της τυροκομίας, η χρήση της έχει επεκταθεί και σε άλλους τομείς.



Εικόνα 16:
Βακτηριοκαθαριστής Alfa-Laval
214 TGV (πηγή:
www.lekkerkerker.nl)

Για να διατηρηθεί η χαρακτηριστική γεύση του ωριμασμένου τυριού που έχει όταν γίνεται από ακατέργαστο γάλα, χωρίς να έχουμε ανεπιθύμητες γεύσεις ή παραγωγή αερίου χρησιμοποιείται η βακτηριοκάθαρση όπου δύναται να αφαιρεί τα βακτηρίδια από το γάλα χωρίς να το θερμαίνει αδικαιολόγητα με κίνδυνο να καταστρέψει τις φυσικές του ιδιότητες. Η βακτηριοκάθαρση είναι μια διαδικασία καθαρισμού των βακτηριδίων του γάλακτος κατά 99% σε υψηλή ταχύτητα με τη φυγόκεντρο δύναμη. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την αφαίρεση των σχετικά βαρύτερων, από τον ορό του

γάλακτος βακτηριδίων. Το γάλα που αποβάλλεται από τον βακτηριοκαθαριστή αποτελεί τα 2-3% της συνολικής ροής του γάλακτος και περιέχει το 80-90% των βακτηριδίων του αρχικού γάλακτος. Αυτό μπορεί είτε να αποστειρωθεί και να επανενταχθεί με την κύρια ροή του γάλακτος είτε να χρησιμοποιηθεί στην διατροφή των ζώων χωρίς να υπάρχει πρόβλημα. Αυτή η μέθοδος παρατείνει την διάρκεια ζωής του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων στην αγορά. Τα βακτηρίδια αφαιρούνται με δύο διαχωριστές σε σειρά.

Πειράματα που έγιναν στο πανεπιστήμιο του Cornell στο γάλα που προορίζονταν για τυροκόμηση και που υποβλήθηκε σε φυγοκέντριση στους 130°F (54,4°C) παρουσίασαν πολύ ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Γάλα το οποίο είχε εμβολιαστεί με *Escherichia coli* – *A. aerogenes* και αυξήθηκε σε μεγάλο βαθμό ο αριθμός των βακτηριδίων, μετά την φυγοκέντριση διαπιστώθηκε χαρακτηριστική μείωση των βακτηριδίων (93,5% στους 54,4°C) με προκύπτουσες βελτιώσεις και στην ποιότητα του τυριού Cheddar όσο και στη γεύση του. Το τυρί Cheddar που έγινε με εσκεμμένα μολυσμένο γάλα, διορθώθηκε το πρόβλημα με φυγοκέντριση στους 54,4°F (12,5°C) παράγοντας τυρί απαλλαγμένο από δυσάρεστες μυρωδιές και γεύση με εντονότερη την χαρακτηριστική γεύση του συγκεκριμένου τυριού. Εντούτοις το λίπος που απομακρύνεται με την λάσπη και αντιπροσωπεύει το 2,5% του όγκου του γάλακτος και το 8-12% της πρωτεΐνης που αφαιρείται κατά την διαδικασία δημιουργεί προβλήματα κατά την παραγωγή με αποτέλεσμα απώλεια παραγωγής που βασίζεται στην ισορροπία μεταξύ λίπους-πρωτεΐνης. Αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μια απώλεια παραγωγής εξαιτίας της ανατροπής τις κρίσιμης αναλογίας λίπους-καζεΐνης. Αυτή η ισορροπία

πρέπει να αποκατασταθεί πριν την κατασκευή τυριών. Στα πειράματα του Cornell η λάσπη που δεν περιείχε καθόλου λίπος αλλά 8% με 12% πρωτεΐνη επανεισαχθεί στη δεξαμενή του γάλακτος, αφού πρώτα παστεριωθεί στους 74°C για 16sec ή υποστεί επεξεργασία με υπεροξείδιο του υδρογόνου και καταλάση, χωρίς να επηρεάζει την ποιότητα των τυριών. Καλά αποτελέσματα επιτυγχάνονται και με την αναπλήρωση των λευκωμάτων που χάθηκαν στην λάσπη με την προσθήκη αντίστοιχης ποσότητας σκόνης άπαχου γάλακτος. Οι Φιλανδοί επιστήμονες πειραματιζόμενοι επάνω στα τυριά Emmental και Edam, παρατήρησαν μια θεαματική βελτίωση τους χρησιμοποιώντας την βακτηριοκάθαρση κατά την παρασκευή τους. Αναπτύχθηκε μια νέα τροποποιημένη διαδικασία που διορθώνει την ανεπάρκεια και διατηρεί το πλεονέκτημα της βακτηριοκάθαρσης

Πίνακας 2: Επίδραση της βακτηριοκάθαρσης του γάλακτος στα κολοβακτηρίδια (πηγή: Low heat, hydrogen peroxide, and bacto-fugation treatment of milk to control coliforms in Cheddar cheese)

Δεξαμενή	Θέρμανση στους 54,4°C-16,5sec	Θέρμανση στους 54,4°C-16,5sec και βακτηριοκάθαρση	Παστερίωση
Κολοβακτηρίδια/ml			
1	490000	3000	<10
2	1580000	530	<10
3	1450000	1100	<10
4	8400000	42000	<10
5	500000	5200	<10

Πίνακας 3: Μείωση των κολοβακτηριδίων που επιτυγχάνεται με την βακτηριοκάθαρση (πηγή: Low heat,...)

Επεξεργασία	Γάλα στον τυρολέβητα	Πληθυσμός στο τυρόπηγμα	Τυρί Cheddar μιας ημέρας παλαιότητας
	ml	g	g
Πριν την βακτηριοκάθαρση	2.400.000	75.300.000	47.600.000
Μετά την βακτηριοκάθαρση	10.400	99.100	45.700

Μείωση	95,3	98,7	99
---------------	------	------	----

Πίνακας 4: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το τυρί Cheddar στο πείραμα που πραγματοποίησε το πανεπιστήμιο Cornell σε ότι αφορά το σώμα του τυριού και την γεύση (πηγή: Low heat, hydrogen peroxide...)

Δεξαμενή	Μόνο θέρμανση στους 54,4°C		Θέρμανση στους 54.4°C και βακτηριοκάθαρση		Μόνο παστερίωση	
	Γεύση	Σώμα	Γεύση	Σώμα	Γεύση	Σώμα
1	33	26	40	28	38	26,5
2	32	25	38	27	37	27
3	32	25	37	27,5	36	26
4	32	26	39	27,5	37	28
5	32	26	37,5	27	36,5	27
Μέσος όρος	32,2	25,4	38	27,4	36,9	26,9

Υπάρχουν περίπου δέκα διαφορετικοί τρόποι που μπορεί να διαμορφωθεί μια εγκατάσταση βακτηριοκάθαρσης, αλλά μόνο μία από αυτές είναι καταλληλότερη για την τυροκομία. Αυτή βασίζεται σε δύο μονής-φάσης, τοποθετημένους σε σειρά, βακτηριοκαθαριστές. Το γάλα περνάει από τον πρώτο βακτηριοκαθαριστή όπου καθαρίζεται και στην συνέχεια περνάει από τον δεύτερο. Η βακτηριομάζα και από τους δύο βακτηριοκαθαριστές αναμειγνύεται μαζί με ποσότητα καθαρισμένου γάλακτος, αποστειρώνεται στους 120°C για 1 λεπτό και ενώνεται με το υπόλοιπο καθαρισμένο γάλα λίγο πριν την παστερίωση.



Εικόνα 17: Εγκατάσταση τυροκομίας με δύο βακτηριοκαθαριστές μονής φάσης σε σειρά (πηγή: www.tecnal.fr)

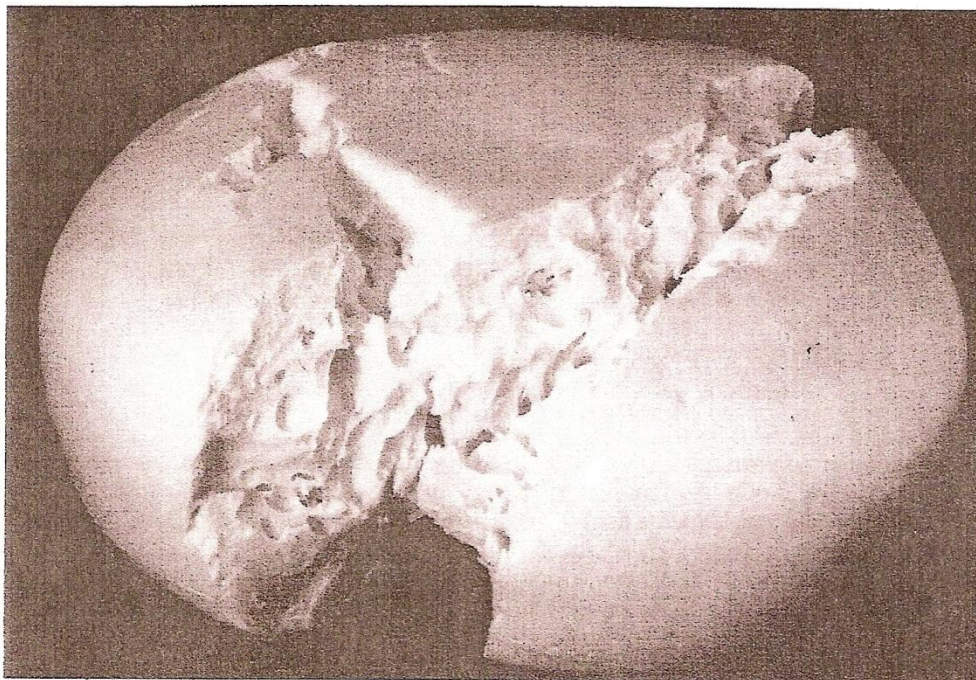
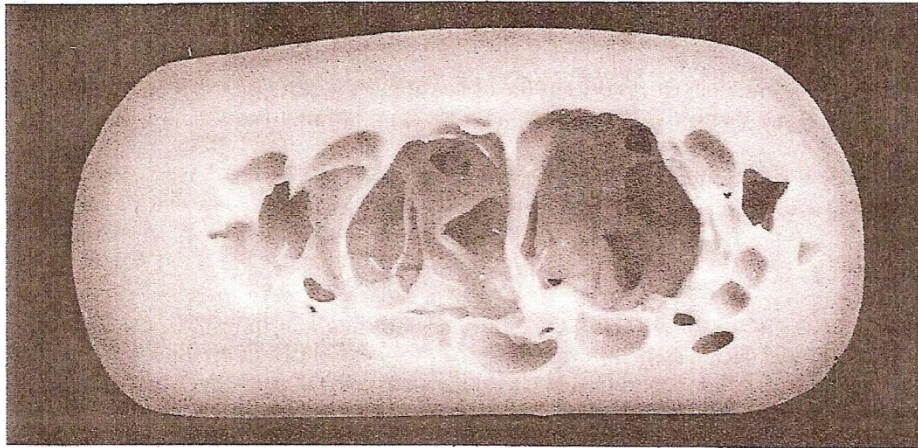
Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα αποτελέσματα φυγοκεντρίσεως γάλακτος με μεγάλο βακτηριακό φορτίο σύμφωνα με πειράματα που έγιναν στο πανεπιστήμιο Cornell.

Πίνακας 5: Ποσοστό μείωσης των βακτηριδίων στα τυριά που είναι κατασκευασμένα με γάλα που επεξεργάστηκε από βακτηριοκαθαριστή (πηγή Γαλακτοκομία. Β. Βεϊνογλου, Ε. Ανυφαντάκης)

Είδος γάλακτος προς τυροκόμηση	Γάλα στον τυρολέβητα (αριθμός βακτηριδίων/cm ³)	Τυρί μιας ημέρας (αριθμός βακτηριδίων ανά g)
Γάλα που θερμάνθηκε στους 54°C για 16sec	490000	5700000
Γάλα που θερμάνθηκε στους 54°C για 16sec και φυγοκεντρήθηκε	3000	47000
Μείωση φορτίου %	99,4	99.2



Εικόνα 18: Βακτηριοκαθαριστής σε τυροκομείο (πηγή: www.lekkerkerker.nl)



Εικόνα 19: Παραγωγή αερίου σε τυρί Gouda. Επάνω φωτογραφία: Δημιουργία μεγάλης τρύπας στο τυρί από τη δράση του *Cl. butyricum*. Κάτω φωτογραφία: Ολοκληρωτική καταστροφή του τυριού. (πηγή: Cheese and fermented milk foods)

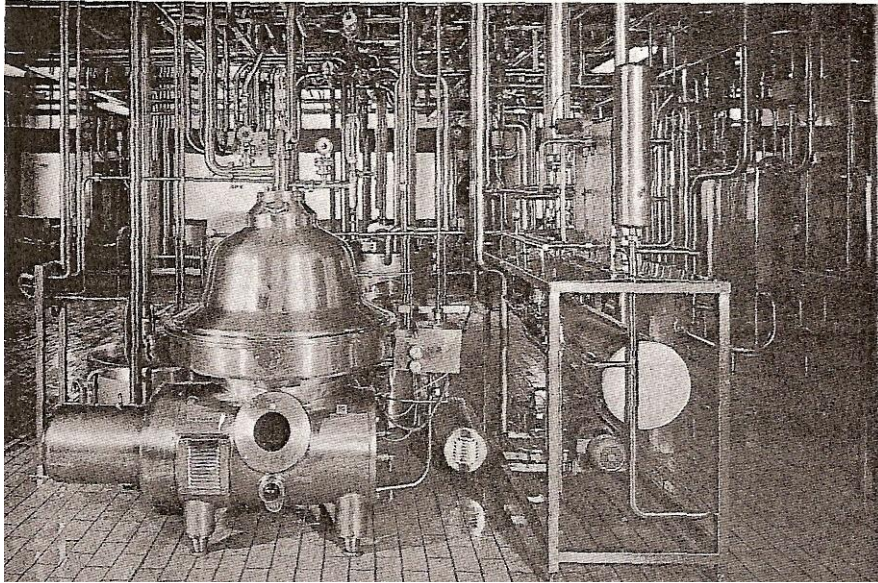
Γάλα για την παρασκευή τυριών:

Παραδοσιακά το ελβετικό τυρί γίνεται από ακατέργαστο γάλα και το βακτηριολογικό φορτίο του γάλακτος είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην παραγωγή τυριού καλής ποιότητας. Τα βακτήρια του κολοβακτηριδίου όταν είναι σε μεγάλους αριθμούς μπορούν να παρεμποδίσουν την όξινη παραγωγή από τα βακτηρίδια και να μειώσουν την ποιότητα

του τυριού. Μερικοί μικρόκοκκοι παράγουν και μερικοί εμποδίζουν την όξινη παραγωγή από τα βακτηρίδια και βεβαίως λιγότεροι αριθμοί μικρόκοκκων στο γάλα μειώνουν τις ατέλειες λόγω της ανεπαρκούς όξινης παραγωγής. Τα αναερόβια βακτηρίδια μπορούν να προκαλέσουν φούσκωμα στο ακατέργαστο γάλα που αποθηκεύεται για αρκετές ημέρες σε θερμοκρασίες καταψύξεως και τα ψυχρόφιλα βακτηρίδια είναι ικανά να πολλαπλασιαστούν και να δημιουργήσουν λιπολυτικές αλλαγές στο γάλα.

Η βακτηριοκάθαρση μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του τυριού Emmenthal αν και μπορεί να μειώσει την υγρασία του τυριού και να έχουμε απώλεια λίπους στον ορό του γάλακτος. Μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε μείωση στον αριθμό των ματιών αλλά αύξηση του μεγέθους τους, όπως επίσης και να έχουμε περισσότερο χρόνο στην διαδικασία ωρίμανσης. Οποιαδήποτε όμως μειονεκτήματα της βακτηριοκάθαρσης μπορούν να μειωθούν με την κατάλληλη ρύθμιση της ροής και της θερμοκρασίας.

Η βακτηριοκάθαρση πραγματοποιείται σε μεγάλες θερμοκρασίες (60°C), και έχει χρησιμοποιηθεί στη Σουηδία για να αφαιρεί τους σπόρους κλοστριδίων από το γάλα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του τυριού Greve το οποίο ομοιάζει με το Emmenthal. Η επεξεργασία έχει αποδειχθεί ευεργετική για το Emmenthal αλλά η αποδοτικότητα εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε σπόρια του αρχικού γάλακτος που δεν πρέπει να είναι πολύ πάνω από το ανώτερο όριο ασφαλείας του 200ml⁻¹.



Εικόνα 20: Βακτηριοκαθαριστής σε τυροκομείο (πηγή: Dairy science and technology handbook)

Άλλες χρήσεις του φυγόκεντρου διαχωρισμού στην τυροκομία

Η αρχή του φυγόκεντρου διαχωρισμού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για την επεξεργασία ορού για να αφαιρεθούν τα προστήματα των τυριών από τον ορό του γάλακτος. Με την διαφορά ότι ο ορός εισάγεται από την περιφέρεια και υποβάλλεται σε πολύ μεγάλη φυγόκεντρο δύναμη. Το υγρό ρέει προς το εσωτερικό σε αντίθετη φορά από την φυγόκεντρο δύναμη ούτως ώστε να απαλλαγεί. Με αυτόν τον τρόπο τα πολύ μικρά προστήματα αφαιρούνται από τον ορό. Λόγο του μεγάλου αριθμού και του μεγέθους των προστημάτων, ο καθαριστής έχει μεγαλύτερο διάστημα εκμετάλλευσης των ιζημάτων για να επιτρέψει μεγαλύτερα διαστήματα απολάσπησης.

Το σχέδιο της διαδικασίας χωρισμού του ορού εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Οι τύποι των τυριών
2. Εάν ο ορός είναι μείγμα από πολλούς τύπους τυριών και πια είναι η αναλογία τους
3. Ένα άλας που περιέχεται στον ορό θα υποβληθεί σε επεξεργασία; Ο αλατισμένος ορός θα υποβληθεί σε επεξεργασία χωριστά; Ποιος είναι ο όγκος του άλατος στον ορό και ποιος ο όγκος του ορού;
4. Ποια είναι η περιεκτικότητα σε λίπος
5. Ποιο είναι το ποσοστό των προστημάτων
6. Με ποιο τρόπο θα αφαιρεθούν
7. Ποιος είναι ο χρόνος της διαδικασίας
8. Είναι η μέθοδος συνεχής ή ασυνεχής
9. Ποιο είναι το ιστορικό του ορού πριν τη διαδικασία. Αυτή είναι ο χρόνος αποθήκευσης, η θερμική επεξεργασία, και οποιοιδήποτε άλλοι παράγοντες που θα επηρέαζαν τα χαρακτηριστικά του ορού.

ΛΑΣΠΗ-ΙΖΗΜΑ

Τα λευκά αιμοσφαίρια και τα βακτηρίδια αφαιρούνται σε μεγάλο βαθμό με την φυγοκέντριση. Ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων ποικίλει από 3 εκατομμύρια έως 1,3 δισεκατομμύρια ανά γραμμάριο με μια μέση μείωση περίπου 40%. Οι πληθυσμοί των βακτηριδίων έχουν αναφερθεί από 900 χιλιάδες έως 750 εκατομμύρια ανά γραμμάριο. Διάφορες μέθοδοι φυγοκέντρισης έχουν χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση των βακτηριδίων. Η μεγάλης ταχύτητας φυγοκέντριση (20.000 στροφές το λεπτό), έχει αναφερθεί πως αφαιρεί το 85% με 93% των βακτηριακών κυττάρων ανάλογα με το είδος τους. Η πυκνότητά τους κυμαίνεται από 1,07 έως 1,13 και αυτό έχει συνέπεια στο ποσοστό που αφαιρείται. Μέχρι σήμερα η διαδικασία δεν ήταν πρακτική λόγω της ταυτόχρονης αφαίρεσης 2,5% της πρωτεΐνης του γάλακτος. Ο καθηγητής Simonart από το Βέλγιο διαπίστωσε ότι η απομάκρυνση του 90% των βακτηριδίων εμφανίζεται κατά τα πρώτα λεπτά λειτουργίας του καθαριστή, ενώ το ποσοστό πέφτει κατακόρυφα μετά την πάροδο αυτών των λεπτών. Ο βακτηριοκαθαριστής που αναπτύχθηκε σύμφωνα με αυτήν την αρχή αποτελείται από έναν καθαριστήρα που έχει δύο μικρές τρύπες στο εξωτερικό περίβλημά του, που του επιτρέπουν μια συνεχή απομάκρυνση γύρω στο 1% με 1,5 %. Έχει 6000 στροφές το λεπτό και μια θερμοκρασία 170°F (76,6°C) για να μειώσει το ιξώδες και να αυξήσει την απόδοση. Χρησιμοποιούνται δύο καθαριστήρες σε σειρά όπου το γάλα

που αποβάλλεται από την πρώτη χρησιμοποιείται για την διατροφή των ζώων ενώ το αποβαλλόμενο γάλα της δεύτερης επιστρέφει πίσω στην δεξαμενή εξισορρόπησης. Αυτή η λειτουργία είναι ικανή να απομακρύνει το 99,9% των βακτηριδίων.

Ακόμα και υπό ιδανικές συνθήκες παραγωγής, είναι σχεδόν αδύνατον να αποτρέψουμε την παρουσία σκόνης ή ιζήματος στο γάλα. Στο γάλα που παράγεται με καλές συνθήκες παραγωγής το ίζημα που υπάρχει δεν είναι ορατό. Αντίθετα το ίζημα που υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο απορρίπτεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Η παρουσία ιζήματος δείχνει τον τρόπο παραγωγής και χειρισμού του γάλακτος. Η απουσία του μπορεί να σημαίνει ότι το γάλα είναι φιλτραρισμένο. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως το προϊόν είναι ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η λάσπη είναι στερεά και αποτελείται από μόρια ρύπου, μόρια αίματος, άλλα ξένα σώματα καθώς και πρωτεΐνες του γάλακτος. Επιπλέον υπάρχει ένα πολύ υψηλό φορτίο μικροοργανισμών, μεταξύ αυτών και παθογόνοι. Αυτή η λάσπη είναι αρκετά στερεή στους μη αυτοκαθαριζόμενους διαχωριστές με ξηρή ουσία περίπου 35%. Στους αυτοκαθαριζόμενους διαχωριστές αυτή η λάσπη είναι σε υγρή μορφή (γάλα με υψηλό ρύπο και βακτηριακό φορτίο). Αυτά τα υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατροφή των ζώων χωρίς πρόβλημα. Τα υγρά υπολείμματα μπορούν να αποστειρωθούν με απλό τρόπο είτε με αποστείρωση ατμού είτε με αλκαλική επεξεργασία. Η στερεή λάσπη είναι πιο δύσκολο να καθαριστεί. Αυτή είτε πρέπει να καεί είτε να σταλεί για σίτιση των ζώων.

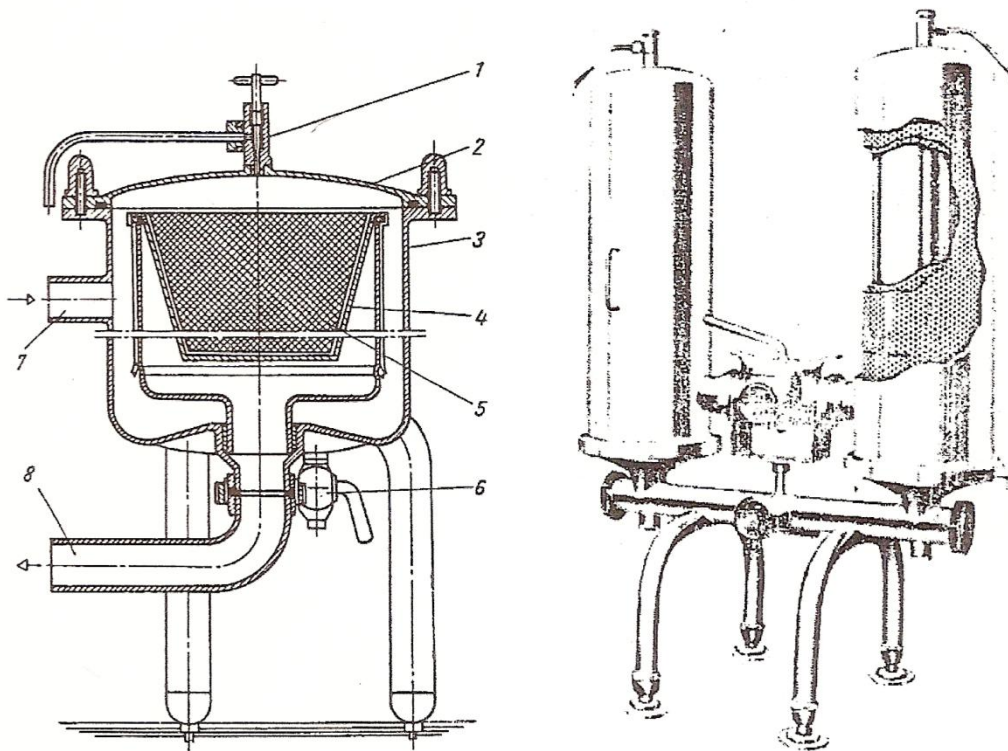
Τα σπόρια μπορούν να αφαιρεθούν με τη μέθοδο της βακτηριοκάθαρσης αν και με τη χρήση αυτής της διαδικασίας μπορεί να έχουμε απώλεια γάλακτος. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να υπερνικηθεί με την αποστείρωση της λάσπης και την επανείσοδό της στο γάλα αλλά αυτό απαιτεί μεγάλες δαπάνες και μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο σε μεγάλες ποσότητες γάλακτος με υψηλά ποσοστά σπορίων.

Πίνακας 6: Περιεκτικότητα της λάσπης (βακτηριομάζας) (πηγή: Milk and dairy product technology)

Ουσίες που περιέχει το ίζημα που αποβάλλει ο βακτηριοκαθαριστής	Περιεκτικότητα επί %
Συνολική ξηρή ουσία	14-18
Πρωτεΐνη	6-8
Λίπος	0,25-0,35
Λακτόζη	4,7
Άλλες ουσίες εκτός της λακτόζης	1,5-3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Φίλτρο



Εικόνα 21: Εσωτερικό φίλτρου γάλακτος με δύο μονάδες (πηγές: φωτό. 1, Milk and dairy product technology, φωτό. 2, Χημεία φυσική και τεχνολογία γάλακτος)

Συχνά νομίζουμε πως κάποιες μηχανικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να προετοιμάσουν το γάλα για την αγορά τείνουν να μειώσουν το βακτηριακό φορτίο. Παραδείγματος χάριν, το γάλα φιλτράρεται με στρώματα από πανιά βαμβακιού ή συνθετικής ίνας, αλλά αυτή η διαδικασία δεν απομακρύνει τους μικροοργανισμούς. Σκοπός της είναι να

αφαιρεθούν τα ορατά σωματίδια που μπορεί να είχαν εισαχθεί στο γάλα. Κάθε φορά το γάλα φιλτράρεται με ένα αχρησιμοποίητο φίλτρο, διότι μπορεί να έχει μαζέψει εκατομμύρια βακτηρίδια που μπορεί να εξαπλωθούν στο γάλα εάν επαναχρησιμοποιηθεί το ίδιο φίλτρο.

Το γάλα μπορεί να περάσει μέσω ενός λεπτού πλέγματος καλωδίων, ενός διατρυπημένου διηθητή ή ενός υφάσματος για να αφαιρέσει τα χονδροειδή ξένα υλικά. Το γάλα θερμαίνεται κανονικά σε περίπου 90°F (32,2°C) μέχρι 110°F (43,3°C) πριν φιλτραριστεί. Είναι ευρέως διαδεδομένο σε περιοχές εκτός των ΗΠΑ, το γάλα να φιλτράρεται με φίλτρα υφασμάτων όταν δεν είναι ομογενοποιημένο. Διάφορες μονάδες που συνδέουν άμεσα το HTST το τοποθετούν πριν από τον προθερμαντήρα. Αυτές οι μονάδες χρησιμοποιούν ύφασμα με 40-90 πλέγματα και είναι συνήθως κυλινδρικά και μοιάζουν με κάλτσα. Η μια πλευρά πρέπει να αντιμετωπίσει την ροή του γάλακτος. Συνήθως δύο φίλτρα είναι συνημμένα άλλα χρησιμοποιούνται σε ένα χρόνο. Αυτό επιτρέπει την συνεχή λειτουργία αφού η μια ροή μεταπηδά στην άλλη κάθε φορά που αλλάζουμε φίλτρο. Ένας μετρητής πίεσης μπορεί να συνδεθεί για να δείξει τότε έχει μαζευτεί υπερβολικό ίζημα στο φίλτρο με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση η οποία πρέπει να είναι 10PSI ανά μονάδα APV. Η υψηλότερη πίεση μπορεί να καταστρέψει το ύφασμα.

Αυτός ο τρόπος φιλτραρίσματος του γάλακτος απαλλάσσει το γάλα μόνο από χονδροειδή ξένα σώματα που τυχόν βρέθηκαν στο γάλα κυρίως από λάθος χειρισμό κατά το άρμεγμα ή την μεταφορά οπότε δεν μπορεί να αντικαταστήσει την βακτηριοκάθαρση.

Εν κατακλείδι οι φυγόκεντροι καθαρισμού είναι αποτελεσματικότερες από τα υφασμάτινα φίλτρα, ειδικά για την αφαίρεση επιθηλιακών κυττάρων και αιμοσφαιρίων.

Νιτρικά

Λόγο της παρουσίας υπολειμμάτων νιτρώδους άλατος στο τυρί και επειδή υπάρχει η υπόνοια ότι οι νιτροζαμίνες μπορεί να διαμορφωθούν από τα νιτρώδει άλατα, μερικές χώρες έχουν απαγορεύσει την προσθήκη των νιτρικών αλάτων στο γάλα για την κατασκευή τυριών. Η προσπάθεια να αδρανοποιηθούν αυτοί οι οργανισμοί με τη χρήση λυσοζύμης από την άλλη μεριά, δεν ήταν επαρκώς επιτυχημένη στην πράξη. Έχει επισημανθεί ότι η προσθήκη ενός μικρού ποσού νιτρικού άλατος δηλαδή 10g ανά 100lit γάλακτος το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τυροκόμηση, είναι επαρκής για να εμποδίσει την αύξηση των κλοστριδίων και οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και του νιτρώδους στο τυρί θα μπορούσε να μειωθεί αρκετά.

Υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂)

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου χρησιμοποιείται από μακρού ως συντηρητικό του γάλακτος στις θερμές χώρες, εκεί που δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις ψύξεως του γάλακτος. Επίσης χρησιμοποιείται και στην τυροκομία για τη βελτίωση της ποιότητας των τυριών. Καταστρέφει σχεδόν όλα τα

κολοβακτηρίδια ενώ ο βακτηριοκαθαριστής μόνο το 95,3% του συνολικού ποσοστού.

Ο τρόπος δράσεως του υπεροξειδίου του υδρογόνου δεν έχει πλήρως διευκρινιστεί. Σήμερα πάντως γίνεται αποδεκτή η εκδοχή ότι το μόριο του υπεροξειδίου του υδρογόνου αυτό καθ' αυτό είναι τοξικό για τα βακτηρίδια.

Στις ΗΠΑ η προσθήκη του σε ποσοστό όχι περισσότερο από 0,05% στο γάλα που προορίζεται για την τυροκομία σε θερμοκρασίες μεταξύ 48,9°C-54,4°C είναι αποδεκτό από τον φορέα τροφίμων και φαρμάκων, για την κατασκευή του Cheddar και του ελβετικού τυριού.

Ένα από τα μειονεκτήματα αυτής της διαδικασίας είναι ο αυξημένος χρόνος που απαιτείται για την κατασκευή τυριών λόγω του χρόνου που χρειάζεται για την αφαίρεση της υπόλοιπης ποσότητας H₂O₂.

Η μέθοδος χρειάζεται όμως προσοχή διότι μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα αν π.χ. προστεθεί περισσότερο υπεροξείδιο του υδρογόνου ή εάν η επίδραση διαρκέσει περισσότερο της ώρας. Τότε η καζεΐνη χάνει την σκληρότητά της και το τυρί γίνεται μαλακό. Ακόμα αυτή η μέθοδος αυξάνει το κόστος παραγωγής και μπορεί να μεταδώσει μια χημική γεύση στο τυρί. Τέλος δεν εξασφαλίζει την καταστροφή όλων των βακτηριδίων.

Πίνακας 7: Επίπεδα κολοβακτηριδίων στο τυρί Cheddar που φτιάχτηκε είτε με χαμηλή θερμική επεξεργασία είτε με υπεροξείδιο του υδρογόνου και καταλάση (πηγή: Low heat, hydrogen peroxide, and bacto-fugation treatment to control coliforms in Cheddar cheese)

Επεξεργασία	Γάλα στο χώρο καλλιέργειας	Μείωση*	Τυρόπηγμα
	ml	%	g

Καμία (νωπό γάλα)	750.000	390.000.000
Θέρμανση στους 57,2°C για 16,5sec	320.000	57,3	160.000.000
Θέρμανση στους 58,9°C για 16,5sec	180.000	76	14.000.000
Παστερίωση 71,7°C- 16,5sec	14	99,9	500
H ₂ O ₂ -καταλάση	<10	99,9	<10

*στο γάλα

Πίνακας 8: Επίπεδα κολοβακτηριδίων στο τυρί Cheddar που φτιάχτηκε είτε με χαμηλή θερμική επεξεργασία είτε με υπεροξείδιο του υδρογόνου και καταλάση (πηγή: Low heat, hydrogen peroxide, and bacto-fugation treatment to control coliforms in Cheddar cheese)

Επεξεργασία	Γάλα στο χώρο καλλιέργειας	Μείωση*	Τυρόπηγμα
	ml	%	g
Καμία (νωπό γάλα)	4.800.000	505.000.000
Θέρμανση στους 58,9°C για 16,5sec	1.300.000	73,9	5.200.000
Θέρμανση στους 60°C για 16,5sec	890.000	81,5	7.000.000
Θέρμανση στους 61,1°C για 16,5sec	300.000	93,8	5.300.000
Παστερίωση 71,7°C- 16,5sec	10	99,9	400
H ₂ O ₂ -καταλάση	27	99,9	350

*στο γάλα

Μικροδιήθηση

Η μικροδιήθηση είναι μια τεχνολογία που βασίζεται στη διαφορά μεγέθους των βακτηριδίων σε σχέση με τα υπόλοιπα συστατικά του γάλακτος. Το γάλα διοχετεύεται με μεγάλη ταχύτητα σε ένα κλειστό σύστημα και διηθείται από ειδικές κεραμικές πλάκες αφαιρώντας το 99,5%-99,99% του ποσοστού των βακτηριδίων. Από την στιγμή που είναι γνωστό το μέγεθος

των σπορίων, οι πόροι του φίλτρου έχουν τέτοιο μέγεθος που να επιτρέπουν τα συστατικά του γάλακτος τα οποία είναι μικρότερα να περάσουν εμποδίζοντας τα σπόρια τα οποία είναι μεγαλύτερα.



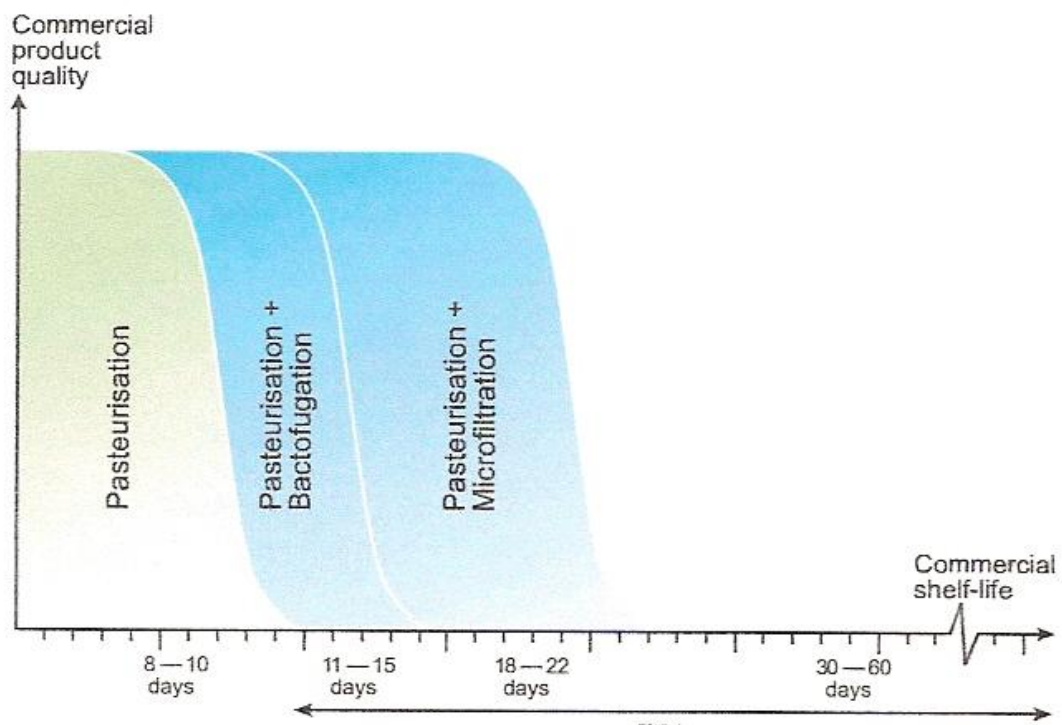
πηγή: Tetra Pak

Η μικροδιήθηση εφαρμόζεται πάντοτε σε συνδυασμό με την παστερίωση, και φυσιολογικά σε μικρότερο ποσοστό με την διαδικασία υψηλής παστερίωσης.

Δεδομένου ότι αυτή η μορφή επεξεργασίας γίνεται στην θερμοκρασία παστερίωσης, η ποιότητα του γάλακτος θα παραμείνει αναλλοίωτη.

Ένα μειονέκτημα της μικροδιήθησης είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στο άπαχο γάλα διότι τα λιπίδια του γάλακτος είναι πολύ μεγάλα για να περάσουν μέσα από τις μεμβράνες.

Η διάρκεια διατήρησης του προϊόντος στα ράφια εξαρτάται από τον τύπο μεμβρανών που θα χρησιμοποιηθούν, την διαμόρφωση και της διαδικασίες.



Εικόνα 22: Επέκταση του ορίου ζωής των προϊόντων που επιτυγχάνεται με την μικροδιήθηση σε σχέση με την απλή παστερίωση και την βακτηριοκάθαρση (πηγή: Tetra Pak)



Εικόνα 23: Εγκατάσταση μικροδιήθησης (πηγή: Tetra Pak)

Β' ΜΕΡΟΣ

Η εμπειρία που απέκτησα κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου σχετικά με την επεξεργασία του γάλακτος και κατ' επέκταση με τον ίδιο τον βακτηριοκαθαριστή ήταν πολύτιμη διότι αυτή πραγματοποιήθηκε στο χημείο της γαλακτοβιομηχανίας ΑΓΝΟ. Αυτό με βοήθησε να σχηματίσω μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με την συνεισφορά της βακτηριοκάθαρσης αλλά και των υπόλοιπων μεθόδων καθαρισμού του γάλακτος τόσο στην ανάδειξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του γάλακτος όσο και στην παραγωγή υγιεινότερων γαλακτοκομικών προϊόντων.

Με βάση τους καθημερινούς ελέγχους που πραγματοποιούσε το προσωπικό του χημείου και μεταξύ αυτών και εγώ, από το νωπό γάλα έως το τελικό προϊόν, εξάγονταν ένα ασφαλές συμπέρασμα για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων καθαρισμού. Έτσι έχοντας υπόψη τα αποτελέσματα των μετρήσεων γίνονταν κατανοητή η αποτελεσματικότητα του βακτηριοκαθαριστή στην απομάκρυνση των βακτηριδίων. Παρ' όλο που δεν πραγματοποιούνταν άμεσοι έλεγχοι επί του βακτηριοκαθαριστή, διότι η αποτελεσματικότητά του ήταν πλέον δεδομένη για την βιομηχανία, γίνονταν ορατό από τους ελέγχους τόσο στο νωπό όσο και στα μετέπειτα του βακτηριοκαθαριστή στάδια η σημαντική μείωση του βακτηριολογικού περιεχομένου του γάλακτος. Πριν μιλήσουμε όμως για τα αποτελέσματα είναι σημαντικό να αναφέρουμε λίγα πράγματα γι' αυτόν.

Στην γαλακτοβιομηχανία «ΑΓΝΟ» λειτουργούν δύο βακτηριοκαθαριστήρες σε σειρά. Αυτοί είναι τοποθετημένοι

πριν από τον παστεριωτήρα, επεξεργαζόμενοι με αυτόν τον τρόπο ολόκληρη την ποσότητα του νωπού γάλακτος. Έτσι εξασφαλίζεται η συνολική καθαρότητα του γάλακτος για όλα τα προϊόντα που θα παρασκευαστούν με αυτό.



Εικόνα 24: βακτηριοκαθαριστές που χρησιμοποιούνται στην γαλακτοβιομηχανία «ΑΓΝΟ»

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας στον οποίο φαίνεται ο πληθυσμός των μικροβίων (Ο.Μ.Χ.) από την δεξαμενή νωπού γάλακτος μέχρι την έξοδο του βακτηριοκαθαριστή. Τα στοιχεία αυτά δεν προέρχονται από δική μου έρευνα διότι εγώ δεν πραγματοποίησα ελέγχους επί του βακτηριοκαθαριστή για λόγους τους οποίους εξηγώ παραπάνω. Τα στοιχεία αυτά βασίζονται σε εργασία που πραγματοποίησε νωρίτερα από εμένα ο ασκούμενος φοιτητής της σχολής «Τεχνολογίας τροφίμων και διατροφής», του τμήματος «Τεχνολογίας τροφίμων» κος Ιωάννης Τσιαμπούρης και σε στοιχεία που παρέθεσε η βιομηχανία.

Τα στοιχεία είναι παρμένα σε διαφορετικές ημερομηνίες τις πρώτες ημέρες της εγκατάστασης του βακτηριοκαθαριστή στην βιομηχανία και ενώ δούλευε σε πειραματικό στάδιο με μεταβλητούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοσή του, με σκοπό την εύρεση ιδανικότερου συνδυασμού για την εκμετάλλευσή του.

Πίνακας 9: Μικροβιακός πληθυσμός στα διάφορα στάδια επεξεργασίας εμφιαλωμένου γάλακτος

	Ο.Μ.Χ. (C.F.U/ml) στην δεξαμενή νωπού γάλακτος	Ο.Μ.Χ. (C.F.U/ml) στην δεξαμενή εξισορρό πησης στάθμης	Ο.Μ.Χ. (C.F.U/ml) στην είσοδο του βακτηριοκαθα ριστή	Ο.Μ.Χ (C.F.U/ml) στην έξοδο του βακτηριοκαθα ριστή	% ποσοστό μικροβίων που παραμένει στην έξοδο του βακτηριοκαθα ριστή σε σχέση με την είσοδό του	% ποσοστό μικροβίων που απομακρύνετα ι από τον βακτηριοκαθα ριστή σαν ίζημα, σε σχέση με την είσοδό του
Δεξαμ ενή No1	1600000	1400000	80000	18000	22,5%	77,5%
Δεξαμ ενή No2	2200000	120000	40000	10000	25%	75%
Δεξαμ ενή No3	350000	300000	43000	26000	60,46%	39,54%
Δεξαμ ενή No4	1130000	940000	180000	68000	37,78%	62,22%
Δεξαμ ενή No5	1000000	600000	290000	40000	16,68%	83,32%
Δεξαμ ενή No6	300000	100000	40000	12000	30%	70%
Δεξαμ ενή No7	6900000	1000000	72000	32000	44,44%	55,56%
Δεξαμ ενή No8	200000	200000	50000	16000	32%	68%

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι ο βακατηριοκαθαριστής μειώνει ένα πολύ μεγάλο αριθμό μικροβίων και σπορίων με αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας του γάλακτος και

την επέκταση του ορίου διατήρησης των προϊόντων στο ράφι για περισσότερο καιρό.



Εικόνα 25: Βακτηριοκαθαριστής που λειτουργεί στην γαλακτοβιομηχανία «ΑΓΝΟ»



Εικόνα 66: Ο ίδιος βακτηριοκαθαριστής φωτογραφημένος από άλλη γωνία

Βιβλιογραφία

Γαλακτοκομία [Βιβλίο] / συγγρ. Β. Βεϊνογλου Ε. Ανυφαντακης. - Αθήνα : Καραμπερόπουλος, 1981. - Τόμ. Β.

Γαλακτοκομία [Βιβλίο] / συγγρ. Ιωάννα Μαρτίνου-Βουλασίκη. - Θεσσαλονίκη : ΑΤΕΙΘ, 2002.

Παρουσίαση αντικειμένου πρακτικής άσκησης / συγγρ. Ιωάννης ασκούμενος φοιτητής Τσιαμπούρης. - [s.l.] : ΤΕΙΘ, 2000-2001.

Πρακτική άσκηση στη βιομηχανία ΑΓΝΟ / συγγρ. Ηλίας Αλμπανάκης. - [s.l.] : ΑΤΕΙΘ, 2004.

Χημεία φυσική και τεχνολογία γάλακτος [Βιβλίο] / συγγρ. Αληχανίδης Ε.. - Θεσσαλονίκη : υπηρεσία δημοσιευμάτων ΑΠΘ, 1993.

Advanced dairy chemistry [Βιβλίο] / συγγρ. P. F. Fox P. L. H. McSweeney. - [s.l.] : Springer.

Applied dairy microbiology [Βιβλίο] / συγγρ. Elmer H. Marth James L. Steele. - [s.l.] : CRC Press, 2001.

Bctofugation of liquid milks [Άρθρο] / συγγρ. Alan Stack Goren Sillen // Nutrition and food science. - [s.l.] : MCB University press, 1998.

Brined cheese [Βιβλίο] / συγγρ. A. Y. Tamime Society of Dairy Technology. - [s.l.] : blackwell publishing, 2006.

Cheese and fermented milk foods [Βιβλίο] / συγγρ. Frank Kosikowshi Ann Arbor. - Michigan : Edwards brothers INC, 1970.

Cheese and fermented milk foods [Βιβλίο] / συγγρ. Kosikowshi Frank. - Michigan : Edwards brothers INC, 1977.

Cheese: Chemistry, physics and microbiology [Βιβλίο] / συγγρ. Fox Patrick F.. - [s.l.] : Springer, 1999.

Cheesemaking practice [Βιβλίο] / συγγρ. R. Scott Richard Kenneth Robinson, R. Andrew Wilbey. - [s.l.] : Springer, 2006.

Dairy chemistry and biochemistry [Βιβλίο] / συγγρ. P. F. Fox P. L. H. McSweeney. - [s.l.] : Springer, 1998.

Dairy microbiology, Volume 2: The microbiology of milk products [Βιβλίο] / συγγρ. Robinson R.K.. - London : Applied science publishers, 1981.

Dairy science and technology handbook [Βιβλίο] / συγγρ. Hui Y.H.. - [s.l.] : VCH Publishers, INC, 1993.

Dairy science and technology: Principles and applications [Βιβλίο] / συγγρ. Édouard Brochu Fondation de technologie laitière du Québec, Jean-Paul Julien, Robert Dumais, Peter Nadeau. - [s.l.] : Presses Université Laval, 1985.

Dairy Technology and engineering [Βιβλίο] / συγγρ. W. James Harper Carl W. Hall. - Westport, Connecticut : The avi publishing company, INC, 1976.

Dairy technology in the Tropics and Subtropics [Βιβλίο] / συγγρ. Berg J.C.T. van den. - [s.l.] : Pudoc Wageningen, 1988.

Dairy technology: Principles of milk properties and processes [Βιβλίο] / συγγρ. Pieter Walstra T. J. Geurts, A. Noomen, A. Jellema, M. A. J. S. Van Boekel. - 1999.

Fundamentals of cheese science [Βιβλίο] / συγγρ. P. F. Fox Paul L. H. McSweeney, Timothy M. Cogan, Timothy P. Guinee. - [s.l.] : An Aspen publication, 2000.

Handbook of food and beverage fermentation thechnology [Βιβλίο] / συγγρ. Yiu H. Hui Lisbeth Meunier-Goddik, Ase Slovejg Hansen. - 2004.

Handbook of food preservation [Βιβλίο] / συγγρ. Rahman M. Shafiur. - [s.l.] : CRC Press, 2007.

Handbook of food science, technology, and engineering [Βιβλίο] / συγγρ. Hui Yiu H.. - [s.l.] : CRC perss, 2006.

International food safety handbook: Science international regulation and labeling requirements [Βιβλίο] / συγγρ. Kees A. van der Heijden Sanford Miller. - [s.l.] : CRC Press, 1999.

Membranes in clean technology [Βιβλίο] / συγγρ. Benedykt Andrzej. - [s.l.] : Wiley-VCH .

Microorganisms in food 6: Microbial ecology of food commodities [Βιβλίο] / συγγρ. International Commission on Microbiological Specifications for Foods T... A. Roberts, J... Farkas, J... I. Pitt, A. C. Baird-Parker, F... H. Grau. - [s.l.] : Blackie Academic & Professional, 1998.

Milk and dairy product [Βιβλίο] / συγγρ. Spreer Edgar. - New York : [s.n.], 1998.

Milk and dairy prducts in human nutrition [Βιβλίο] / συγγρ. Renner Edmund. - Regensburg,Germany : Friedrich Pustet, 1983.

Milk and milk prducts technology, chemistry and microbiology [Βιβλίο] / συγγρ. Alan H. Varnam Jane P. Sutherland. - London : Chapman and Hall, 1994.

Milk Pausteurization [Βιβλίο] / συγγρ. Carl W. Hall G. Malcolm Trout. - Westport, Connecticut : The avi publication company, inc, 1986.

Milk production and control [Βιβλίο] / συγγρ. W. Clunie Harvey Harry Hill. - London : H.K. Lewis and Co. Ltd, 1967.

Modern Dairy Products [Βιβλίο] / συγγρ. Lampert Lincoln M.. - New York : Chemical publishing company, INC, 1970.

The microbiological safety and quality of food [Βιβλίο] / συγγρ. Barbara M. Lund A.C. (Tony) Baird-Parker, G.W. (Grahame Warwick) Gould, GrahameW. Gould. - [s.l.] : An aspen publication, 2000.

The technology of dairy products [Βιβλίο] / συγγρ. Early Ralph. - [s.l.] : Springer, 1998.

Low heat, hydrogen peroxide, and bacto-fugation treatments of milk to control coliforms in Cheddar cheese / [έρευνα] F. V. Kosikowski P. F. Fox. - New York : [s.n.], 1967.

Our industry today, Utilization of centrifugal force for removal of microorganisms from milk / [παρουσίαση] Houran G. A.. - Indiana : [s.n.], 1963.

internet

www.dairyindustries.com

www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/sectionc.htm

www.cababstractsplus.org/google/abstract.asp

www.afns.ualberta.ca/courses

www.idfa.org/

www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/sectionc.htm

www.idfa.org/meetings/presentations/milktechconf_cold.pdf

www.tetrapakprocessing.ca/download/tetracentri.pdf

www.used-dairy-centrifuges.com/dairy_centrifuges/dairy_separators.html

www.tecnal.fr/en/fiche.asp?texte=Pasteurisation_Separation_Standardisation&pict...

www.nwfpa.org/eweb/DynamicPage.aspx?site=energy&webcode=lower&wps_key...be2b...

www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/vortrag_2004_03_10_14.pdf

www.environment-agency.gov.uk/static/documents/13-GEHO1205BJZG-e-e.pdf

www.tetrapakprocessing.ca/productL1.asp?PID=8

www.norden.org/pub/ebook/2001-586.pdf

www.umb.no/statisk/ilp/instituttstyre/jarlsbergosten_v7.pdf

www.douglasdale.co.za/aboutmilk.asp

www.automation.siemens.com/dairy/html_76/process/dairy_02.htm

www.processplantandmachinery.com/complete-systems/coplete-lines/2595.htm

www.tetrapak.com/docs/63701en_1low_0001.pdf

www.tetrapak-processing.de/producte/bactofugen.html

www.lekkekerker.nl/En/photogalleryseparators.htm

www.secondhand-equipmen.com/dairy.html

www.used-milk-centrifuges.com/

<http://Jds.fass.org/cgi/reprint/64/1/161.pdf>

<http://Maalucheese.blogspot.com/2007/02/processing-milk.html>

<http://jds.fass.org/cgi/reprint/51/7/1018.pdf>

<http://maalucheese.blogspot.com/2007/02/processing-milk.html>

http://markets.tetrapak.com/netherlands_processing/docs/press/Filtration_Tetra_Alcross_Bactocatch.pdf

<http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis4203.pdf>

<http://bluevalentine1601.googlepages.com/08.pdf>

<http://jds.fass.org/cgi/reprint/47/1/100.pdf>