

ΜΕΡΟΣ Δ΄ ΓΑΛΑ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17ο ΤΟ ΓΑΛΑ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΤΟΣ

17.1. Ορισμοί και κατηγορίες γάλατος

Γάλα είναι το απαλλαγμένο πρωτογάλατος προϊόν του πλήρους και χωρίς διακοπής αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, το οποίο διαβιώνει και διατρέφεται υπό υγιεινούς όρους και το οποίο δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης.

Με τον όρο “γάλα” απλώς, δηλ. χωρίς τη συνοδεία επιθετικού προσδιορισμού νοείται αποκλειστικά το γάλα το οποίο:

- προέρχεται από αγελάδες
- είναι νωπό
- είναι πλήρες
- δεν είναι αφυδατωμένο ή συμπυκνωμένο
- δεν περιέχει πρόσθετες ουσίες (π.χ. ζάχαρη, βιταμίνες, κ.ά.).

Τα αναλυτικά χαρακτηριστικά του γάλατος σύμφωνα με τις αγορανομικές διατάξεις είναι τα εξής:

- (1) Λιπαρά (βούτυρο) = 3,5%, τουλάχιστον
- (2) Πυκνότητα στους 15° C = 1.030g/mL
- (3) Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) = 8.46%, τουλάχιστον

Πρωτόγαλα ή **πύαρ** είναι το γάλα που παρέχει το γαλακτοφόρο ζώο αμέσως μετά τον τοκετό και για σύντομη χρονική περίοδο. Το γάλα αυτό έχει ανώμαλη σύσταση με βλεννώδη σύσταση και χαρακτηριστική οσμή και δεν επιτρέπεται να φέρεται στο εμπόριο ως βρώσιμο.

Νωπό γάλα χαρακτηρίζεται το γάλα το οποίο διατίθεται στην κατανάλωση χωρίς καμία άλλη επεξεργασία εκτός από τη διήθηση, την ψύξη και την ομογενοποίηση.

Παστεριωμένο γάλα είναι το γάλα που έχει υποβληθεί σε παστερίωση προς καταστροφή του μεγαλύτερου μέρους των παθογόνων μικροοργανισμών. Η παστερίωση συνιστάται στη θέρμανση του γάλατος σε υψηλή θερμοκρασία για σύντομο χρονικό διάστημα (73° C επί 15sec, ταχεία μέθοδος).

Αποστειρωμένο γάλα είναι το γάλα που έχει υποβληθεί σε αποστείρωση προς, κατά το δυνατόν, πλήρη καταστροφή των παθογόνων οργανισμών. Η

αποστείρωση γίνεται με θέρμανση του γάλατος σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 100° C για σύντομο χρονικό διάστημα (ταχεία μέθοδος, 135-150° C επί 2-10sec).

Ομογενοποιημένο γάλα είναι το γάλα το οποίο μετά από κατάλληλη κατεργασία σε συσκευή ομογενοποίησης δεν εμφανίζει αποκορύφωση κατά την παραμονή λόγω της κατάτμησης των λιποσφαιρίων του σε μέγεθος ενός χιλιοστού του αρχικού των 1-10μm.

Γάλα κατάψυξης είναι το γάλα που έχει γίνει διατηρήσιμο με ταχεία κατάψυξη και μετά διατηρείται στους 15° C.

Γάλα αποβουτυρωμένο χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει μετά την πλήρη αφαίρεση του βουτύρου από το νωπό γάλα με μηχανική επεξεργασία και χωρίς καμία προσθήκη και το οποίο περιέχει λιπαρά μέχρι 0.2%.

Γάλα ημιαποβουτυρωμένο χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει μετά τη μερική αφαίρεση του βουτύρου από το νωπό γάλα όπως προηγουμένως και το οποίο πρέπει να περιέχει λιπαρά 1.5-1.8%.

Γάλα μερικώς αποβουτυρωμένο είναι όπως το προηγούμενο αλλά με λιπαρά περισσότερα του 1.8%, σύσταση η οποία πρέπει να αναφέρεται στη συσκευασία π.χ. 2% ή 2.5% κλπ.

Γάλα εβαπορέ ή μερικώς συμπυκνωμένο ή γάλα αφυδατωμένο είναι το προϊόν που λαμβάνεται από το νωπό γάλα μετά από συμπύκνωση, δηλαδή αφαίρεση του νερού, μέχρι του μισού του αρχικού όγκου και το οποίο πρέπει να περιέχει % λιπαρά διπλάσια του αντίστοιχου νωπού γάλατος.

Γάλα συμπυκνωμένο χαρακτηρίζεται το προϊόν συμπύκνωσης του νωπού γάλατος μέχρι του ενός τρίτου του αρχικού όγκου και το οποίο πρέπει να περιέχει λιπαρά τουλάχιστον 8%.

Σκόνη γάλατος ή ξηρό γάλα είναι το προϊόν της μέχρι πλήρους συμπύκνωσης του νωπού γάλατος το οποίο πρέπει να περιέχει τουλάχιστον τα παρακάτω ποσοστά λιπαρών:

- (1) 26% για σκόνη ημιαποβουτυρωμένου
- (2) 14-17% για σκόνη ημιαποβουτυρωμένου
- (3) 1.5% για σκόνη αποβουτυρωμένου

Γάλα σακχαρούχο πρέπει να χαρακτηρίζεται το αφυδατωμένο ή συμπυκνωμένο ή ξηρό γάλα στο οποίο έχει προστεθεί καλαμοσάκχαρο ή δεξτρόζη ή αμφότερα.

17.1.1. Κλάσματα του γάλατος

Όρος του γάλατος χαρακτηρίζεται το διήθημα που απομένει μετά την αφαίρεση του λίπους και των καζεϊνικών πρωτεϊνών του γάλατος και περιέχει – 0.6% πρωτεΐνες οι οποίες συνίστανται από γαλακτογλοβουλίνες και γαλακτοαβουλίνες (80%) καθώς και από πρωτεόζες και πεπτόνες (20%).

Πλάσμα του γάλατος, χαρακτηρίζεται το διήθημα που απομένει μετά την πλήρη αποβουτύρωση του γάλατος, το οποίο περιέχει το σύνολο σχεδόν των πρωτεϊνών του γάλατος.

Μικρές ποσότητες λίπους βρίσκονται επίσης και στον ορό του γάλατος ενωμένες με τις πρωτεΐνες του ορού. Οι στερόλες (χοληστερίνη) βρίσκονται και στον ορό του γάλατος. Οι πρωτεΐνες της μεμβράνης αποτελούν μικρό ποσοστό των συνολικών πρωτεϊνών.

17.2. Σύσταση του γάλατος

Τα συστατικά του γάλατος μπορούν να διακριθούν σε κύρια συστατικά, τα οποία είναι τα λιπαρά, πρωτεΐνες και τα σάκχαρα καθώς και σε λοιπά συστατικά στα οποία περιλαμβάνονται οι βιταμίνες, τα ανόργανα συστατικά, τα ένζυμα, τα οργανικά οξέα, τα διαλελυμένα αέρια και τα λοιπά λιποειδή.

Τα συστατικά του γάλατος αγελάδας συνοψίζονται στον Πίνακα 17.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17.1. Συστατικά του γάλατος (αγελάδας)		
α/α	Συστατικά	Περιεκτικότητες και περιεχόμενα
1.	Λιπαρά (βούτυρο)	3.5%-3.8% (τριγλυκερίδια)
2.	Πρωτεΐνες	3.3% (καζεΐνες, 2.6%, γαλακτο-αλβουμίνες & -γλοβουλίνες, πρωτεόζες και πεπτόνες)
3.	Υδατάνθρακες	4.9% (γαλακτοσάκχαρο)
4.	Ανόργανα συστατικά	0.7% (Ca, P, Na, K, Cl, S) (Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, J)
5.	Βιταμίνες (0.1-1mg/L)	A, B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ , C, D, E, K, Φολικό οξύ, Νιασίνη, Ινοσίτης, Βιοτίνη, Παντοθενικό οξύ
6.	Άλλα λιποειδή	Καροτίνη, Στερόλες (χοληστερόλη 0.01%), Φωσφολιποειδή (0.1-1%) (λεκιθίνες, κεφαλίνες, σφιγγομυελίνες, γλυκοζίτες, κ.ά.)
7.	Ένζυμα	Φωσφατάση, Λιπάση Καταλάση, Αμυλάση, Υπεροξειδάση
8.	Αέρια διαλελυμένα	CO ₂ , O ₂ , N ₂
9.	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (Free Fatty Acids, FFA)	Κιτρικό, Γαλακτικό, Βουτυρικό Οξικό
10.	Δεσμευμένα λιπαρά οξέα (Bonded Fatty Acids, BFA)	C ₄ έως C ₂₂

17.3. Κύρια συστατικά του γάλατος

17.3.1. Οι πρωτεΐνες του γάλατος

Πρωτεΐνες του γάλατος είναι το μίγμα των διαφόρων ειδών πρωτεϊνών που περιέχει το νωπό γάλα, σε περιεκτικότητες 1.4-5.6% ανάλογα με το είδος του, με όλα τα απαραίτητα αμινοξέα. Το γάλα αγελάδας περιέχει 3.3% πρωτεΐνες, με κυριότερες:

- (1) Τις καζεΐνες, σε ποσοστό 2.6% του συνόλου των πρωτεϊνών
- (2) Τις γαλακτοαλβουμίνες (0.45%)
- (3) Τις γαλακτογλοβουλίνες (0.15%)
- (4) Τις πρωτεόζες και τις πεπτίνες (0.1%)
- (5) Άλλες πρωτεΐνες μεταξύ των οποίων και η λακτοφερίνη.

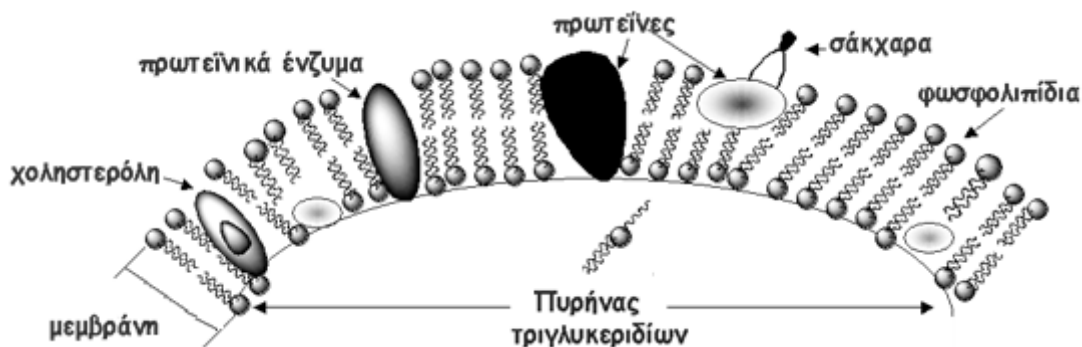
Οι πρωτεΐνες βρίσκονται κυρίως στον ορό του γάλατος και οι καζεΐνες βρίσκονται υπό τη μορφή καζεϊνικού ασβεστίου. Το λευκό χρώμα του γάλατος οφείλεται στην ανάκληση του ολικού φάσματος του φωτός στα μηκύλλια του καζεϊνικού ασβεστίου γι' αυτό και ο ορός του γάλατος που δεν περιέχει καζεΐνες έχει υπόλευκο έως υποκίτρινο χρώμα και όχι λευκό.

Οι καζεΐνες έχουν την ιδιότητα να μην θρομβώνονται (να πήζουν) κατά το βρασμό και επιπλέον προστατεύουν και τις άλλες πρωτεΐνες οι οποίες θρομβώνονται κανονικά. Κατά το βρασμό ένα μικρό μέρος των γαλακτοαλβουμινών κροκιδώνονται (πήζουν) και σχηματίζουν ένα λεπτό υμένιο στα τοιχώματα του δοχείου και στην επιφάνεια του γάλατος. Το υμένιο αυτό, η “πέτσα” του γάλατος περιέχει και εγκλείσματα λιποσφαιρίων και εμφανίζεται και κατά την παραμονή του γάλατος.

17.3.2. Το λίπος του γάλατος

Λίπος του γάλατος χαρακτηρίζεται το κλάσμα του γάλατος που είναι διαλυτό στον αιθέρα και συνίσταται κυρίως από μίγμα τριγλυκεριδίων καθώς και από φωσφολιποειδή, στερόλες, ελεύθερα λιπαρά οξέα, κήρους, σκουαλένια και λιποδιαλυτές βιταμίνες.

Η εμπορική αξία του γάλατος αποτιμάται ανάλογα με το περιεχόμενο λίπος, αλλά η θρεπτική αξία και των άλλων συστατικών του είναι μεγάλη.



Σχήμα 17.1: Σχηματική διάταξη λιποσφαιρίου γάλατος

Το λίπος στο γάλα βρίσκεται υπό τη μορφή λιποσφαιρίων μεγέθους 0.1-20 μm σε περιεκτικότητα $\sim 9 \times 10^9$ λιποσφαίρια ανά mL δηλ. η κάθε σταγόνα γάλατος περιέχει περίπου ένα δισεκατομμύριο λιποσφαίρια. Τα λιποσφαίρια συνίστανται από μια μάζα τριγλυκεριδίων η οποία αποτελεί τον πυρήνα του. Τα λιποσφαίρια αποτελούν με το νερό του γάλατος κολλοειδές σύστημα γαλακτώματος Υ/Υ και η διατήρηση της κολλοειδούς διασποράς οφείλεται στο ότι τα λιποσφαίρια περιβάλλονται από το περίβλημα μεμβράνης το οποίο εμποδίζει τη συγκόλλησή τους και έτσι τα λιποσφαίρια διατηρούν την ατομικότητά τους. Η μεμβράνη αποτελείται από μια διπλοστοιβάδα φωσφολιποειδών που έχει σε επαφή τα λιπόφιλα τμήματα των μορίων της και η οποία περιέχει και άλλα πολικά λιποειδή όπως, χοληστερίνη και βιταμίνες και η οποία σταθεροποιείται και με “νησίδες” πρωτεϊνών οι οποίες είτε τη διαπερνούν είτε όχι (Σχήμα 17.1).

Κατά την αποβουτύρωση (φυγοκέντριση) οι μεμβράνες διασπώνται και έτσι επιτυγχάνεται η συγκόλληση των λιποσφαιρίων υπό σχηματισμό της βουτυρόμαζας. Στο βουτυρόγαλα που απομένει μεταβαίνουν τα περισσότερα συστατικά της μεμβράνης ενώ στη βουτυρόμαζα μεταβαίνουν κυρίως τα φωσφολιποειδή.

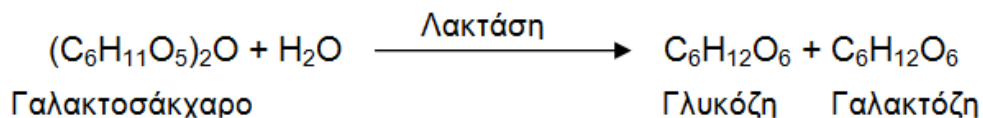
Τα λιπαρά οξέα που είναι δεσμευμένα στα τριγλυκερίδια βρίσκονται σε πολύ μεγάλη ποικιλία, από C₄ μέχρι και C₂₂, όπως συνοψίζονται στους Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3.

Η μεγάλη ποικιλία των δεσμευμένων στα TG λιπαρών οξέων καθώς και η μεγάλη ποικιλία των διαφόρων TG του λίπους του γάλατος (του βουτύρου) του προσδίδουν μια μοναδικότητα μεταξύ του συνόλου των λιπαρών υλών που συναντώνται στη φύση. Η μεγάλη ποικιλία των διαφόρων ειδών TG σε σύγκριση με τον αριθμό των ειδών TG των άλλων λιπών και ελαίων οφείλεται στον μεγαλύτερο αριθμό των λιπαρών οξέων που περιέχονται στα TG του βουτύρου. Στην ποικιλία αυτή οφείλεται και το χαμηλό Σ.Τ. του λίπους του γάλατος (28-32°C) το οποίο σε συνδυασμό με τη λεπτή κατανομή του λίπους στα λιποσφαίρια το καθιστά το πλέον εύπεπτο λιπαρό από όλες τις άλλες λιπαρές ύλες.

17.3.3. Τα σάκχαρα του γάλατος

Οι **Υδατάνθρακες**, με κυριότερο το γαλακτοσάκχαρο (ή λακτόζη) καθώς και ίχνη άλλων σακχάρων, περιέχονται συνήθως στο γάλα σε ποσοστά μέχρι 5-6%.

Το γαλακτοσάκχαρο στο στομάχι του ανθρώπου παραμένει αναλλοίωτο και περνάει στο λεπτό έντερο όπου διασπάται αργά σε γλυκόζη και γαλακτόζη από το ένζυμο λακτάση.



Στους ενήλικες ένα μέρος του γαλακτοσάκχαρου περνάει αναλλοίωτο και στο παχύ έντερο όπου διασπάται από τη χλωρίδα του εντέρου προς γαλακτικό οξύ το οποίο δεν είναι τοξικό για τον οργανισμό. Επιπλέον η διάσπαση αυτή ανταγωνίζεται την ανάπτυξη των μικροοργανισμών της διάσπασης των πρωτεϊνών η οποία στο στάδιο αυτό θεωρείται ως η διάσπαση της σήψης κατά την οποία εκλύονται τοξίνες επιβλαβείς για τον οργανισμό.

Σε παθολογικές καταστάσεις όπου ο οργανισμός δε διαθέτει το ένζυμο λακτάση το γαλακτοσάκχαρο διασπάται στο παχύ έντερο εκτός από γαλακτικό οξύ και σε άλλα προϊόντα τα οποία δημιουργούν αέρια στα έντερα, διάρροια κ.ά.

17.4. Λοιπά συστατικά του γάλατος

Τα πλέον ενδιαφέροντα για τα τρόφιμα από τα λοιπά συστατικά του γάλατος είναι τα ακόλουθα:

Βιταμίνες, όλες τις υδατοδιαλυτές και λιποδιαλυτές με κυριότερες τις παρακάτω:

Λιποδιαλυτές: Α (Ρετινόλη), D και τις προβιταμίνες τους, καθώς και Ε και Κ

Υδατοδιαλυτές: Β1 (θειαμίνη), Β2 (ριβοφλαβίνη), Β6 (πυροδοξάλη), Β12, νιοτινικό οξύ, παντοθεικό οξύ, χολίνη, βιοτίνη, και την C (ασκορβικό οξύ).

Ανόργανα συστατικά είναι τα στοιχεία που περιέχονται είτε υπό τη μορφή οργανικών αλάτων είτε ως ανόργανα σύμπλοκα. Κυρίως Ca, P καθώς και Na, K, Cl, S και σε μικρότερη αναλογία Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, J και επίσης ίχνη άλλων στοιχείων.

Ένζυμα: περιέχει φωσφατάση, λιπάση, καταλάση, αμυλάση και υπεροξειδάση.

Αέρια: περιέχει εν διαλύσει CO₂, O₂ και N₂

Οργανικά οξέα ως ελεύθερα περιέχει γαλακτικό, βουτυρικό και οξικό που προέρχονται από τη ζύμωση του γαλακτοσακχάρου από τους μικροοργανισμούς του γάλατος καθώς και λίγο κιτρικό (0.18%).

Άλλα λιποειδή: κυρίως καροτένια, χοληστερόλη και φωσφολιποειδή.

Τα καροτένια έχουν κίτρινο χρώμα, αποτελούν την προβιταμίνη Α και συμβάλλουν στο κίτρινο χρώμα του βουτύρου του γάλατος. Η χοληστερόλη ενοχοποιείται για τη συμβολή στην πρόκληση αθηρωμάτωσης και καρδιοπαθειών αλλά η σχετικά αυξημένη περιεκτικότητά της στο γάλα δε μπορεί να θεωρηθεί ότι συμμετέχει καθοριστικά στις παρενέργειες αυτές αφού ο οργανισμός σχηματίζει αυξημένα ποσά χοληστερόλης κυρίως από άλλους παράγοντες όπως είναι η κατανάλωση κορεσμένων λιπών, το κάπνισμα κλπ. Τα φωσφολιποειδή αποτελούν τη δόκιμη λίθο της διπλοστοιβάδας της μεμβράνης των λιποσφαιρίων και συνίστανται κυρίως από λεκιθίνες και κεφαλίνες.

17.5. Είδη γάλατος

Τα είδη γάλατος διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους δηλ. από το γαλακτοφόρο ζώο από το οποίο λαμβάνονται.

Το **γάλα αγελάδας**. Είναι το γάλα που χρησιμοποιείται κυρίως από τον άνθρωπο ως ένα από τα βασικά είδη διατροφής. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά εξαρτάται από τη φυλή (ράτσα) και την ηλικία της αγελάδας και από τις συνθήκες διαβίωσης και διατροφής της π.χ. οι ελβετικές αγελάδες αποδίδουν γάλα με 4% λιπαρά ενώ οι ολλανδικές αποδίδουν λιγότερα λιπαρά μέχρι και 3.3% αλλά σε μεγαλύτερη ποσότητα. Η απόδοση σε γάλα μιας αγελάδας μπορεί να είναι και 4000 λίτρα το χρόνο. Η αγελάδα αρχίζει να αποδίδει γάλα από 3 ετών με μέγιστη απόδοση όταν φθάσει τα 10 έτη.

Το **γάλα προβάτου** περιέχει περισσότερα λιπαρά, πρωτεΐνες και άλατα από το γάλα της αγελάδας. Μια συνηθισμένη προβατίνα αποδίδει 25-100 L γάλα το χρόνο με περίοδο γαλουχίας 180-220 ημέρες. Οι προβατίνες ράτσας αποδίδουν και 250L το χρόνο.

Το **γάλα κατσίκας** σε σύγκριση με το γάλα αγελάδας περιέχει περισσότερα λιπαρά και λιγότερη λακτόζη έχει σημαντικά ποσά βιταμίνης Α και λιγότερα ποσά καροτενίων και έτσι εμφανίζεται λευκότερο. Τα λιποσφαίρια που έχουν μικρότερη που έχουν μικρότερη διάμετρο (<5 μm) και έτσι δεν αποκορυφώνεται εύκολα και τα τριγλυκερίδια του λίπους περιέχουν αυξημένα ποσοστά των οξέων καπρικό,

καπτυλικό και καπρικό στα οποία αποδίδεται και η χαρακτηριστική του οσμή. Οι πρωτεΐνες του δε διαλύονται σε αλκοολικό διάλυμα NaOH, σε αντίθεση με αυτές του γάλατος αγελάδας.

Το γάλα της κατσίκας έχει αποδειχθεί πιο εύπεπτο από το γάλα της αγελάδας και δεν φέρει μικρόβια της φυματώσεως γιατί οι κατσίκες δεν προσβάλλονται από την ασθένεια αυτή. Χρησιμοποιείται σε ανάμιξη με το γάλα του προβάτου για την παρασκευή γιαούρτης και τυριών. Η περίοδος γαλουχίας στις κατσίκες αρχίζει το χειμώνα και διαρκεί 120-220 ημέρες σε απόδοση διπλάσια σχεδόν του προβάτου για ορισμένες φυλές, η οποία μπορεί να φθάσει και μέχρι 500-800 L το χρόνο.

Το **γάλα βουβάλου** περιέχει αυξημένα λιπαρά και πρωτεΐνες και χρησιμοποιείται στη Μακεδονία για παρασκευή τυριού. Το ζώο αποδίδει γάλα με υποκίτρινο χρώμα και ιδιάζουσα ευχάριστη οσμή, σε απόδοση 500-1200 L το χρόνο ανάλογα με το άτομο και τη φυλή.

Το **μητρικό γάλα** (γυναίκας) σε σύγκριση με το αγελαδινό γάλα περιέχει μεγαλύτερα ποσό λακτόζης και λιγότερη τέφρα, δηλ. ανόργανα άλατα, και πρωτεΐνες αλλά συγκριτικά πολύ λιγότερη καζεΐνη και περισσότερες αλβουμίνες. Στις αλβουμίνες περιλαμβάνονται και οι ειδικές ανοσοσφαιρίνες οι οποίες προστατεύουν τα νεογνά από τις διάφορες ασθένειες και αυτό είναι ένα στοιχείο υπεροχής του μητρικού γάλατος. Ένα άλλο σημείο υπεροχής είναι ότι είναι πιο εύπεπτο από το γάλα αγελάδας γιατί κατά την επίδραση οξέων (όπως τα οξέα της πέψης) οι καζεΐνες του μητρικού γάλατος κροκιδώνονται σε μικρές νιφάδες ενώ του γάλατος αγελάδας κροκιδώνεται σε πολύ μεγαλύτερα συσσωματώματα.

Η περιεκτικότητα σε λιπαρά υπόκειται γενικά σε μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με τη φυλή, το άτομο, την εποχή, την περιοχή και τη διατροφή.

Η μέση περιεκτικότητα στα βασικά συστατικά του γάλατος διαφόρων θηλαστικών δίνεται στον Πίνακα 17.2.

Πίνακας 17.2: Μέση σύσταση (%W/W) του γάλατος θηλαστικών						
α/α	Είδος	Νερό	Λιπαρά	Πρωτεΐνες	Λακτόζη	Τέφρα
1	Μητρικό	87.6	4.0	1.4	6.8	0.2
2	Αγελάδας	87.3	3.8	3.3	4.9	0.7
3	Προβάτου	81.4	7.6	5.6	4.5	0.9
4	Κατσίκας	86.1	5.0	3.9	4.2	0.8
5	Βουβάλου	80.5	9.2	5.2	4.3	0.8
6	Φοράδας	89.2	1.6	2.6	6.1	0.5
7	Καμήλας	87.7	3.0	3.4	5.2	0.7

17.6. Νοθεύσεις του γάλατος και ανιχνεύσεις

Οι πλέον συνήθεις νοθεύσεις και οι ανιχνεύσεις τους είναι οι ακόλουθες:

1) Προσθήκη νερού (“νέρωμα”) στο γάλα. Με την προσθήκη νερού η κανονική πυκνότητα του γάλατος (αγελάδας) από την τιμή 1.030 g/mL αυξάνει π.χ. στη τιμή 1.060 g/mL. Το “νέρωμα” ανιχνεύεται με πυκνομέτρηση με πυκνόμετρο.

2) Αφαίρεση μέρους του λίπους (“αποβουτύρωση”) από το γάλα. Η αποβουτύρωση γίνεται με τον κορυφολόγο (βλ. παρ. 17.11) και έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της πυκνότητας του γάλατος από την κανονική τιμή 1.030 g/mL έστω στην τιμή 1.000 g/mL. Η ανίχνευση γίνεται με πυκνομέτρηση.

3) Το ταυτόχρονο “νέρωμα” και μερική αποβουτύρωση σε τέτοιο συνδυασμό ούτως ώστε η πυκνότητα να ρυθμιστεί στο κανονικό 1.030 g/mL. Η ανίχνευση γίνεται με εξέταση του δείκτη διάθλασης του ορού και του πλάσματος του νοθευμένου γάλατος ο οποίος έχει σαφή διαφορά από αυτόν του κανονικού γάλατος λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας νερού.

4) Μερική αποβουτύρωση και αντικατάσταση του βουτύρου που αφαιρέθηκε με άλλο είδος λίπους, φυσικό ή ζωικό. Η ανίχνευση γίνεται με αφαίρεση του λίπους με μια από τις γνωστές μεθόδους, π.χ. Gerber, Bodjynski, Gottlied-Rose και στην συνέχεια με προσδιορισμό του δείκτη διάθλασης, ο οποίος θα έχει σαφή διαφορά.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΤΟΣ

17.7. Παραλαβή του γάλατος με άμελξη

Η παραλαβή του γάλατος από τα γαλακτοφόρα ζώα γίνεται με άμελξη (άμεργμα) είτε με το χέρι είτε με ειδικά μηχανήματα. Τα μηχανήματα αυτά, οι αμελκτήρες, προσαρμόζονται στον μαστό του ζώου (της αγελάδας) και με ρυθμιζόμενες συσπάσεις προκαλούν την ροή του γάλατος.

Περίοδος γαλουχίας καλείται η περίοδος κατά την οποία ένα γαλακτοφόρο ζώο παρέχει συνεχώς γάλα, της περιόδου αυτής υπολογιζόμενης από έναν τοκετό και μετά. Στην αγελάδα η περίοδος αυτή διαρκεί 10 μήνες περίπου, αλλά μια εβδομάδα μετά τον τοκετό το γάλα έχει ανώμαλη σύσταση και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, είναι κολλώδες και βλεννώδες, αλμυρό και με χαρακτηριστική οσμή. Το γάλα αυτό ονομάζεται πρωτόγαλα (πύαρ, colostrum) και δεν επιτρέπεται να φέρεται την κατανάλωση. Για ένα μήνα περίπου μετά τον τοκετό το ζώο διανύει την περίοδο της πρόσφατης γαλουχίας κατά την οποία αποδίδει πολύ γάλα αλλά με λιγότερα λιπαρά (π.χ. 20L καθημερινά με ~2% λιπαρά) το οποίο σταδιακά αποκτά την κανονική του περιεκτικότητα σε λιπαρά (~3%) αλλά με μικρότερη απόδοση, σταδιακά από τα 15L στα 4L περίπου καθημερινά κατά μέσο όρο, οπότε το ζώο εισέρχεται στην περίοδο της κανονικής γαλουχίας. Ένα περίπου μήνα πριν από ένα τοκετό το ζώο αρχίζει να διανύει την περίοδο της προχωρημένης γαλουχίας οπότε αποδίδει πολύ λίγο γάλα αλλά με αυξημένα λιπαρά μέχρι και μια εβδομάδα περίπου προ του τοκετού οπότε διακόπτεται παροχή γάλατος.

Ο τρόπος της άμελξης (αρμέγματος) επιδρά στη σύσταση του γάλατος γιατί στην αρχή της άμελξης το γάλα είναι φτωχό σε λιπαρά, ενώ στο τέλος της άμελξης αποδίδεται γάλα πλουσιότερο σε λιπαρά. Γενικά το γάλα της διακεκομμένης άμελξης εμφανίζεται φτωχότερο σε λιπαρά και μπορεί να θεωρηθεί κατά την ανάλυση ως νοθευμένο. Τα ζώα συνήθως αμέλγονται δύο φορές την

ημέρα, πρωί και απόγευμα, οπότε αποδίδουν γάλα ίδιας περιεκτικότητας σε λιπαρά αλλά τακτική ενδιάμεση τρίτη άμελη αποδίδει πρωινό γάλα φτωχότερο σε λιπαρά.

Τέλος το γάλα ασθενών ζώων ή σε κατάσταση υπερκόπωσης εμφανίζει ανώμαλες ιδιότητες και δεν επιτρέπεται να φέρεται στην κατανάλωση.

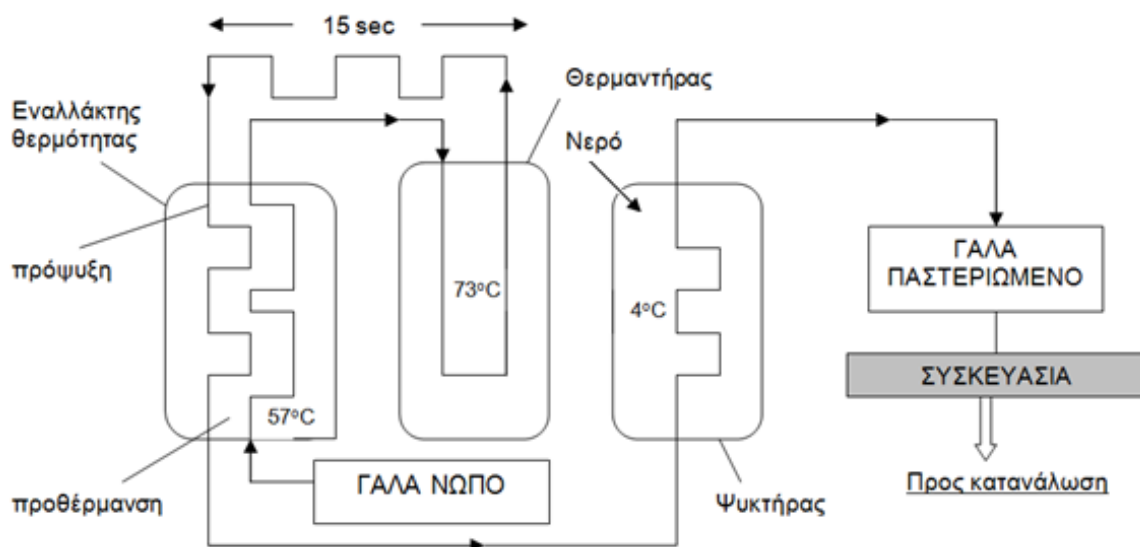
17.8. Η παστερίωση του γάλατος

Παστερίωση είναι η διαδικασία με την οποία θανατώνονται οι παθογόνοι (και μη) μικροοργανισμοί του γάλατος (όχι όμως και τα σπόρια τους) και συνίσταται στη θέρμανση του γάλατος σε υψηλές σχετικά θερμοκρασίες και για σύντομα χρονικά διαστήματα, με μια από τις παρακάτω αναγνωρισμένες μεθόδους:

- Αργή μέθοδος: 62.75°C επί 30 sec
- Ταχεία μέθοδος: 71.65°C επί 15 sec
- Λίαν ταχεία μέθοδος: 88.35°C επί 1 sec
- Υπέρ ταχεία μέθοδος: 90°C επί 0.5 sec

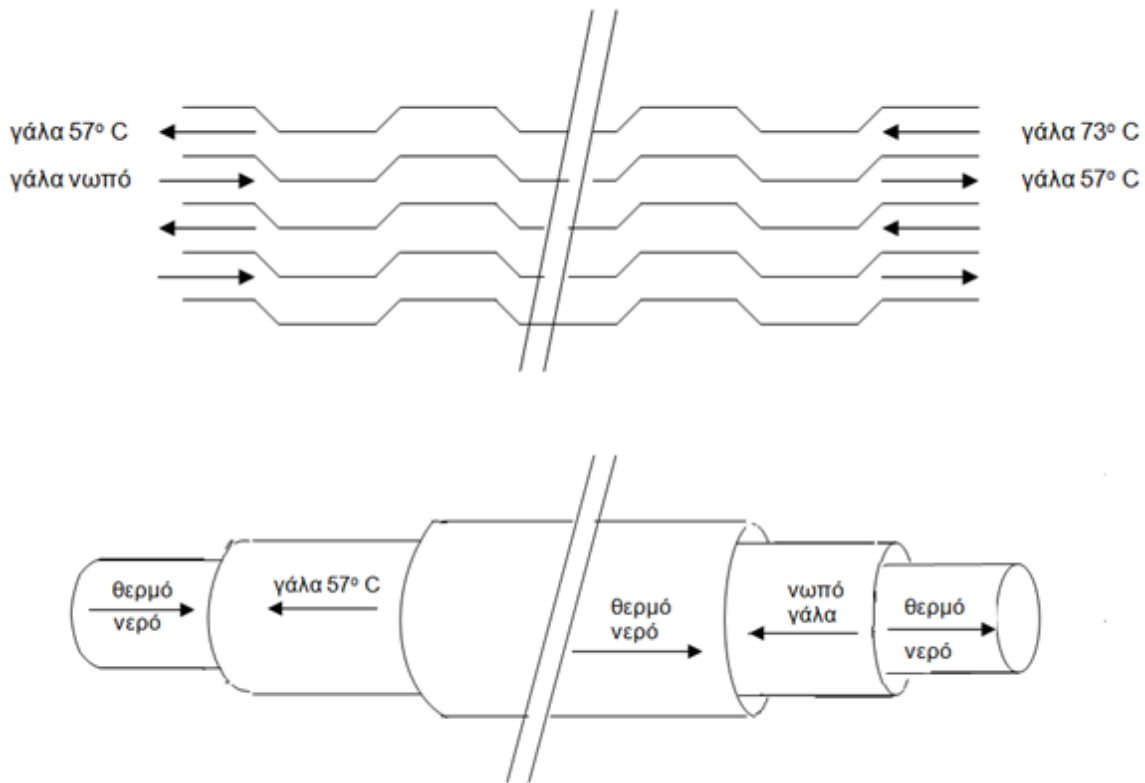
Από τις μεθόδους αυτές έχει επικρατήσει η ταχεία μέθοδος (High Temperature Short Time, HTST) στους $\sim 73^{\circ}\text{C}$ επί 15 sec, η οποία εφαρμόζεται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις παρόμοιες του σχεδιαγράμματος του Σχήματος 17.2 οι οποίες είναι συνεχούς λειτουργίας.

Το νωπό γάλα σε θ° δωματίου πρώτα θερμαίνεται στους $\sim 57^{\circ}\text{C}$ με δίοδο του από έναν εναλλάκτη θερμότητας, μέσα σε κυματοειδείς σωληνώσεις οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με άλλες όμοιες μεταφέρουν το ήδη θερμό παστεριωμένο γάλα το οποίο προψύχεται. Άλλη μέθοδος προθερμάνσεως είναι με τριπλότοιχους σωλήνες στους οποίους στους μεν εσωτερικούς και εξωτερικούς σωλήνες κυκλοφορεί θερμό νερό στο δε ενδιάμεσο κυκλοφορεί το γάλα κατά την αντίθετη φορά (Σχήμα 17.3).



Σχήμα 17.2: Σχεδιάγραμμα βιομηχανικής εγκατάστασης παστερίωσης γάλατος.

Το προθερμανθέν γάλα σε συνεχή ροή θερμαίνεται στους 73° C (και λίγο υψηλότερα) σε ένα θερμαντήρα ατμού ή θερμού νερού και στη συνέχεια διανύει μια απόσταση υπολογισμένη επί 15 sec, όπου και γίνεται η παστερίωση, και στη συνέχεια εισέρχεται στο θερμοεναλλάκτη. Το προψυχθέν γάλα εξέρχεται από το θερμοεναλλάκτη και ψύχεται σε ψυκτήρα στους 4-6° C από όπου παραλαμβάνεται προς συσκευασία έτοιμο για κατανάλωση.



Σχήμα 17.3.:Θερμοεναλλάκτες για την προθέρμανση του γάλατος.

Επάνω: τύπου κυματοειδών σωληνώσεων.

Κάτω: τύπου ομοκέντρων σωληνών.

17.9. Η αποστείρωση του γάλατος

Αποστείρωση είναι η διαδικασία με την οποία θανατώνονται όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί του γάλατος και επιπλέον και τα σπόρια τους και έχουν αδρανοποιηθεί όλα τα ένζυμα αλλά οι βιταμίνες παραμένουν σχεδόν όπως στο παστεριωμένο γάλα. Μερικά θερμοφιλα σπόρια είναι δυνατόν να παραμείνουν αλλά όμως δεν αναπτύσσονται στις συνθήκες αποστείρωσης..

Η αποστείρωση γίνεται συνήθως με τη μέθοδο της υπέρυψης θέρμανσης (Ultra High Temperature, UHT) η οποία συνιστάται στη θέρμανση του γάλατος στους 135-150°C επί 2 έως 10 sec σε αυτόκαυστα δοχεία (autoclave). Η θέρμανση γίνεται είτε με εναλλακτές θερμότητας είτε με διαβίβαση υπέρθερμου ατμού στη μάζα του γάλατος. Ο υγροποιούμενος ατμός αραιώνει το γάλα το οποίο στη συνέχεια συμπυκνώνεται σε άλλο λέβητα υπό κενό και έτσι επανακτά την κανονική του σύσταση.

17.10. Η συμπύκνωση και η αφυδάτωση του γάλατος

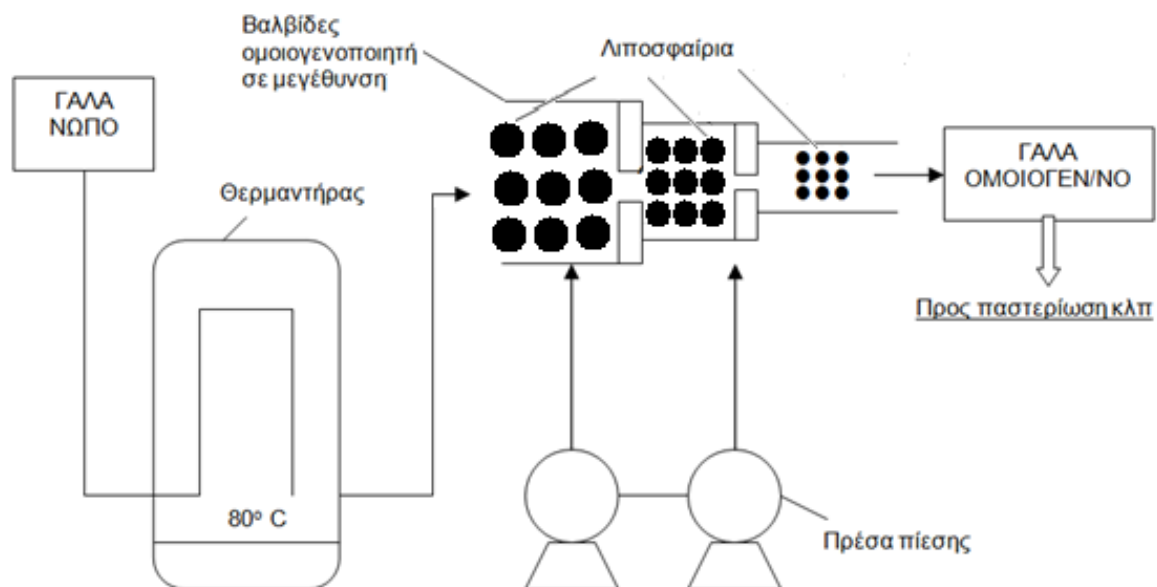
Συμπύκνωση του γάλατος είναι η διαδικασία με την οποία απομακρύνεται το νερό του γάλατος κατά 50% ή και 66% οπότε λαμβάνονται διάφορα είδη συμπυκνωμένου γάλατος. Όταν η απομάκρυνση του νερού γίνει κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 97% τότε λαμβάνεται το αφυδατωμένο γάλα ή η σκόνη γάλατος. Εάν κατά τη συμπύκνωση προστεθεί και ζάχαρη τότε λαμβάνεται το **ζαχαρούχο συμπυκνωμένο γάλα**.

Η συμπύκνωση γίνεται πρώτα με προθέρμανση του γάλατος στους 32°C σε θερμοεναλλακτές και στη συνέχεια θερμαίνεται στους 120-140°C επί 25 sec για καταστροφή των μικροοργανισμών και των ενζύμων. Το θερμό γάλα στη συνέχεια διοχετεύεται στους συμπυκνωτήρες οι οποίοι είναι μεγάλα δοχεία τα οποία λειτουργούν υπό κενό στο οποίο το γάλα βράζει στους 43-57°C και έτσι απομακρύνεται το νερό. Στη συνέχεια το γάλα αποστειρώνεται σε αυτόκαυστα στους 120°C επί 15 sec. Για το ζαχαρούχο γάλα δεν χρειάζεται αποστείρωση γιατί η περιεκτικότητα σε ζάχαρη (42%) εμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Το συμπυκνωμένο γάλα έχει χρώμα ελαφρώς καστανό λόγω της αλληλεπίδρασης της λακτόζης και των πρωτεϊνών δηλ. οφείλεται σε αβλαβή μη ενζυμική αμαύρωση.

17.11. Η ομοιογενοποίηση του γάλατος

Ομοιογενοποίηση, ή ομογενοποίηση, είναι η διαδικασία κατά την οποία τα λιποσφαίρια του γάλατος κατανέμονται σε μικρότερα και έτσι το γάλα δεν εμφανίζει αποκορύφωση κατά την παραμονή.



Σχήμα 17.4: Διάταξη ομοιογενοποίησης του γάλατος

Η ομοιογενοποίηση γίνεται σε ειδικά μηχανήματα τους ομοιογενοποιητές, όπου το γάλα εξαναγκάζεται υπό ισχυρή πίεση να διέλθει διαδοχικά από δύο βαλβίδες με μικρές σχισμές με αποτέλεσμα τη διάσπαση των λιποσφαιρίων. Το

γάλα προθερμαίνεται στους 70-80°C για να αυξηθεί η ρευστότητά του και στη συνέχεια διοχετεύεται με πρέσα πίεσης (~200 kg/cm²) στον ομοιογενοποιητή. Μετά τη δίοδο από την πρώτη σχισμή εφαρμόζεται μικρότερη πίεση (~50 kg/cm²) για τη δίοδο από τη δεύτερη σχισμή και έτσι αποφεύγεται η συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων. (Σχήμα 17.4).

Τα λιποσφαίρια από μέγεθος 1-18 μm μετατρέπονται σε όμοιο μέσο μέγεθος 2μm και περίπου 30πλασιάζονται σε αριθμό και έτσι αυξάνει πολύ η συνολική επιφάνειά τους με αποτέλεσμα να γίνονται πιο ευπρόσβλητα από τα ένζυμα της ζύμωσης. Γι' αυτό το γάλα αυτό "κόβει" ευκολότερα από το νωπό αλλά είναι όμως πλέον εύπεπτο.

Η ομοιογενοποίηση, όταν γίνεται, προηγείται πάντοτε της παστερίωσης, της κατάψυξης, της αποστείρωσης και της συμπύκνωσης αλλά όχι της αποβουτύρωσης γιατί τα μικρά λιποσφαίρια δεν αποκορυφώνονται εύκολα.

17.12. Η ψύξη και η κατάψυξη του γάλατος

Το γάλα κατά το άρμεγμά του έχει θερμοκρασία 33°C-37°C η οποία μετά από λίγη ώρα εξομοιώνεται με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος που κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 15-25°C. Οι θερμοκρασίες κοντά στους 30°C είναι οι ευνοϊκές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό των μικροβίων του γάλατος, ιδιαίτερα των θερμόφιλων και μεσόφιλων, με αποτέλεσμα να καταστρέφεται (να "κόβει" ή να "χαλάει") μετά από την πάροδο λίγων ωρών, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό το γάλα που πρόκειται να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία υποβάλλεται σε πρόψυξη ή ψύξη ή κατάψυξη, ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό διατήρησής του. Η ψύξη δεν καταστρέφει τους μικροοργανισμούς αλλά αναστέλλει την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό τους ανάλογα με τη θερμοκρασία της ψύξης και έχει τόσο καλύτερα αποτελέσματα όσο μικρότερος είναι ο αρχικός αριθμός των μικροβίων του γάλατος κατά το άρμεγμά του και όσο περισσότερο υγιεινές είναι οι συνθήκες της διακίνησης και της επεξεργασίας του.

Η **πρόψυξη** του γάλατος γίνεται στους 5°C-10°C αμέσως μετά το άρμεγμα του γάλατος συνήθως μέσα στα μέσα μεταφοράς του, π.χ. αυτοκίνητα ψυγεία και μέχρι τους τόπους επεξεργασίας τους δηλ. τις γαλακτοβιομηχανίες. Στη θερμοκρασία αυτή το γάλα διατηρείται για μερικές ώρες γιατί αναστέλλεται η δράση κυρίως των θερμόφιλων μικροβίων.

Η **ψύξη** του γάλατος γίνεται στους 0°C-4°C αμέσως μετά την παραλαβή του από τις γαλακτοβιομηχανίες όπου και παραμένει μέχρι την κατεργασία του. Στη θερμοκρασία αυτή αναστέλλεται σημαντικά και η δράση των μεσόφιλων μικροβίων τα οποία αναπτύσσονται ελάχιστα κάτω από τους 7°C και έτσι το γάλα μπορεί να διατηρηθεί πρακτικά για 2-3 μέρες.

Η **κατάψυξη** του γάλατος γίνεται συνήθως στους -15°C αλλά και περιπτώσιακά μέχρι και τους -20°C και πάντοτε με μέθοδο ταχείας κατάψυξης και μετά από ομοιογενοποίηση γιατί αλλιώς μπορεί η λιπαρή και η υδατική φάση του γάλατος να διαχωριστούν κατά ένα ποσοστό σε διακριτές στοιβάδες. Στη

θερμοκρασία αυτή αναστέλλεται και η δράση των ψυχρότροπων μικροβίων (π.χ. *Pseudomonad*, *Achromobacter* και *Flavobacter*) και έτσι το γάλα μπορεί να διατηρηθεί και για 3-4 μήνες ενώ εάν προηγουμένως είχε και θερμανθεί για να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα τότε η διατηρησιμότητά του φθάνει και τον ένα χρόνο. Η κατάψυξη εφαρμόζεται από τις βιομηχανίες συνήθως όταν υπάρχει μεγάλη παραγωγή γάλατος από τους παραγωγούς η οποία υπερκαλύπτει τις δυνατότητες επεξεργασίας του γάλατος από τη βιομηχανία ή τις ανάγκες της κατανάλωσης και έτσι το γάλα φυλάσσεται μέχρι τη χρησιμοποίησή του συνήθως για παρασκευή προϊόντων του γάλατος, π.χ. γιαούρτης κ.ά.

17.13. Το βράσιμο του γάλατος

Βρασμένο γάλα θεωρείται το γάλα που υποβλήθηκε σε θέρμανση στους 100,17° C που βράζει το γάλα επί 3-4min τουλάχιστον για να καταστραφούν οι μικροοργανισμοί. Με το βρασμό δεν καταστρέφονται και σπόρια. Ο βρασμός πρέπει να γίνεται γρήγορα με ισχυρή θέρμανση υπό σύγχρονη ανάδευση μετά το βρασμένο γάλα πρέπει να ψύχεται γρήγορα για να παρεμποδιστεί η ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Η ανάδευση πρέπει να γίνεται για να μη φουσκώσει το γάλα και για να μη δημιουργήσει επίπαγο (πέτσα) γιατί οι μικροοργανισμοί της πέτσας προστατεύονται από τη θερμότητα. Η **πέτσα** σχηματίζεται από τις αλβουμίνες του γάλατος οι οποίες περικλείουν και εγκλείσματα λιποσφαιρίων. Με το βρασμό χάνεται περίπου το 1/6 των πρωτεϊνών και του ασβεστίου του γάλατος το οποίο καθιζάνει στον πυθμένα του δοχείου σαν αδιάλυτο άλας. Η λακτόζη αντιδρά με τις πρωτεΐνες και δίνει στο γάλα υποκίτρινο χρώμα (μη ενζυματική αμαύρωση) ενώ οι βιταμίνες και τα ένζυμα καταστρέφονται σε σημαντικό ποσοστό. Για τους παραπάνω λόγους η θρεπτική αξία του βρασμένου γάλατος είναι μικρότερη από αυτή του νωπού και του παστεριωμένου.

17.14. Ονομασίες και χαρακτηρισμοί των προϊόντων του γάλατος

Τα κυριότερα προϊόντα του γάλατος είναι το αφρόγαλα (ή κρέμα του γάλατος), το βούτυρο, η γιαούρτη και το τυρί καθώς και τα προϊόντα που έχουν μικρή ή τοπική κατανάλωση όπως το οξύγαλα (ή ξυνόγαλο), το οξεόφιλο γάλα, το κεφίρ και το κουμής (ή οινόγαλα) και θεωρούνται ως δευτερεύοντα.

Τα κύρια προϊόντα του γάλατος, όπως το γάλα, διακρίνονται σε διάφορα είδη ανάλογα με το γαλακτοφόρο ζώο της προέλευσης του γάλατος (π.χ. αγελάδας, προβάτου κλπ), και σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας του προϊόντος (π.χ. παστεριωμένο, τετηγμένο, αλατισμένο, στραγγισμένο κλπ) καθώς και σε διάφορες ποιότητες συνήθως ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε λιπαρά. Πολλές φορές η κατηγορία και η ποιότητα χρησιμοποιούνται από κοινού για το χαρακτηρισμό ενός προϊόντος π.χ. η στραγγισμένη γιαούρτη χαρακτηρίζεται από την κατεργασία της (στράγγιση) και από την περιεκτικότητά της σε λιπαρά (π.χ. 8% ή 10% κλπ).

Το αφρόγαλα και το βούτυρο διαφέρουν από τα άλλα προϊόντα γιατί λαμβάνονται κυρίως με μηχανικό διαχωρισμό των συστατικών του γάλατος δηλ.

της συλλογής των λιπαρών σε διάφορα ποσοστά και της απομάκρυνσης του αντίστοιχου νερού, χωρίς τη χρησιμοποίηση μικροοργανισμών και ενζυμικών δράσεων όπως συμβαίνει για όλα τα υπόλοιπα. Βέβαια στην παρασκευή του αφρογάλατος και του βουτύρου συμμετέχουν και μικροβιακές ζυμώσεις οι οποίες όμως τους αποδίδουν ορισμένα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά οσμής και γεύσης και δεν είναι καθοριστικές για την παρασκευή τους. Τα τυριά είναι προϊόντα ζυμώσεων επί των πρωτεϊνών του γάλατος που προκαλούν την πήξη τους ενώ η γιαούρτη και όλα τα δευτερεύοντα προϊόντα του γάλατος είναι προϊόντα οξυγαλακτικής ζύμωσης (ή/και αλκοολικής ζύμωσης) του γαλακτοσακχάρου του γάλατος το οποίο μετατρέπεται μερικώς (1.5-3.5%) σε γαλακτικό οξύ (ή/και σε αλκοόλη)

17.15. Ερωτήσεις επί του 17ου κεφαλαίου

1. Να δωθεί ο ορισμός του γάλατος ως “γάλα” καθώς και τα αγορανομικά χαρακτηριστικά του.
2. Ποια είναι η σύσταση του γάλατος σε θρεπτικά συστατικά;
3. Να δωθούν οι ορισμοί: (1) πρωτόγαλα, (2) γάλα παστεριωμένο, (3) γάλα εβαπορέ, (4) ξηρό γάλα.
4. Ποια είναι τα κλάσματα και ποια τα προϊόντα του γάλατος;
5. Να σχεδιασθεί η βιομηχανική παστερίωση του γάλατος.
6. Να περιγραφεί η ομοιογενοποίηση του γάλατος.
7. Πως γίνεται η συμπύκνωση και πως η αφυδάτωση του γάλατος;
8. Να περιγραφεί η διαδικασία του βρασίματος του γάλατος.
9. Να δωθούν οι ορισμοί και τα χαρακτηριστικά των: (1) γάλα αγελάδας, (2) γάλα προβάτου, (3) γάλα κατσίκας, (4) μητρικό γάλα.
10. Να δωθούν οι % περιεκτικότητες σε λιπαρά και πρωτεΐνες των ειδών γάλατος της ερώτησης 9.
11. Ποιες είναι οι πρωτεΐνες του ορού του γάλατος και πως διαχωρίζονται;
12. Ποιες είναι οι πρωτεΐνες του γάλατος και πως διακρίνονται;
13. Ποιες είναι οι πιθανές νοθεύσεις του γάλατος και πως ανιχνεύονται;
14. Ποιες είναι οι μέθοδοι ψύξης και κατάψυξης του γάλατος; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου; Ποιες είναι οι προφυλάξεις του γάλατος που επιτυγχάνονται;
15. Ποια είναι τα κύρια και ποια τα δευτερεύοντα προϊόντα του γάλατος;
16. Σε τι διαφέρουν τα προϊόντα μηχανικής επεξεργασίας από τα προϊόντα ενζυμικής επεξεργασίας; Ποιες είναι οι διεργασίες που γίνονται για να ληφθούν τα προϊόντα της κάθε κατηγορίας;