

Χημεία και Ανάλυση Τροφίμων

ΓΑΛΑ

Β. Κοντογιάννη
Επικ. Καθ.

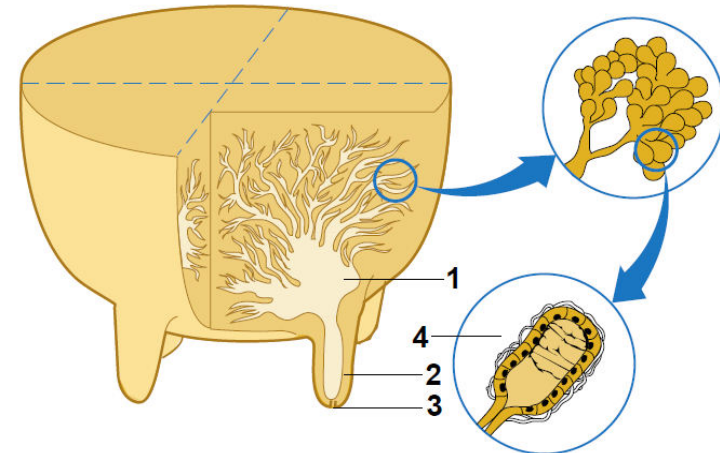


ΓΑΛΑ

- Το γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών που προορίζεται για τη διατροφή του νεογέννητου.
- Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ 1998) ορίζει: «Γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης».
- Περιέχει σχεδόν όλα τα θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για τη διατήρηση της ζωής.
- Σήμερα ο όρος «γάλα» είναι συνώνυμος με το αγελαδινό γάλα. Όταν διατίθεται γάλα των άλλων ζώων τότε διευκρινίζεται, αν είναι για παράδειγμα πρόβειο ή κατσικίσιο.

ΓΑΛΑ

- Η σύσταση του γάλακτος ποικίλει σε σημαντικό βαθμό.
- Σε όλες τις περιπτώσεις, το νερό είναι το κύριο συστατικό του γάλακτος με ποσοστό 63-87%.
- Σχηματισμός γάλακτος –Βιοσύνθεση συστατικών: Το γάλα σχηματίζεται στο αδενικό επιθήλιο του μαστικού αδένος. Τα αίμα μεταφέρει στο μαστό τις απαραίτητες δομικές ουσίες, από τις οποίες τα επιθηλιακά κύτταρα του μαστού συνθέτουν τα κυριότερα συστατικά του γάλακτος.



ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Ζώο	Ολική πρωτεΐνη %	Καζεΐνη %	Πρωτεΐνες τυρογάλακτος %	Λίπος %	Λακτόζη %	Ανόργανα στοιχεία %
Μητρικό	1.2	0.5	0.7	3.8	7.0	0.2
Άλογο	2.2	1.3	0.9	1.7	6.2	0.5
Αγελάδα	3.5	2.8	0.7	3.7	4.8	0.7
Βουβάλι	4.0	3.5	0.5	7.5	4.8	0.7
Γίδα	3.6	2.7	0.9	4.1	4.7	0.8
Πρόβατο	5.8	4.9	0.9	7.9	4.5	0.8

➤ Τα ποσοστά των διαφόρων κύριων συστατικών του γάλακτος ποικίλει ανάλογα με το ζώο, την ποικιλία, την διατροφή του ζώου και την γαλακτοπαραγωγική περίοδο.

➤ Το γάλα καταναλώνεται αυτούσιο (ομογενοποίηση, παστερίωση) ή μπορεί να διαχωριστεί στα δύο κύρια κλάσματά του (αποβουτυρωμένο γάλα, λίπος).

➤ Με κατάλληλη επεξεργασία προκύπτουν διάφορα προϊόντα (βούτυρο, τυρί, γιαούρτη κ.α.).

ΛΙΠΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Είδος λιπιδίων γάλακτος αγελάδας	% ολικού λίπους
Τριγλυκερίδια	95-96
Διγλυκερίδια	1.26-1.59
Μονογλυκερίδια	0.016-0.038
Κετοξυγλυκερίδια	0.85-1.28
Υδροξυγλυκερίδια	0.60-0.78
Ελεύθερα Λιπαρά οξέα	0.1-0.44
Φωσφολιπίδια	0.8-1.00
Σφιγγολιπίδια	0.06
Στερόλες (χοληστερόλη)	0.22-0.41
Λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, K) και καροτένια	0.0031-0.004

➤ Το 85% του λίπους αποτελούν τα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο μόριο των γλυκεριδίων.

➤ Το κλάσμα των στερολών αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από τη χοληστερόλη και σε μικρά ποσοστά λανοστερόλη, διϋδορξυλανοστερόλη και β-σιτοστερόλη.

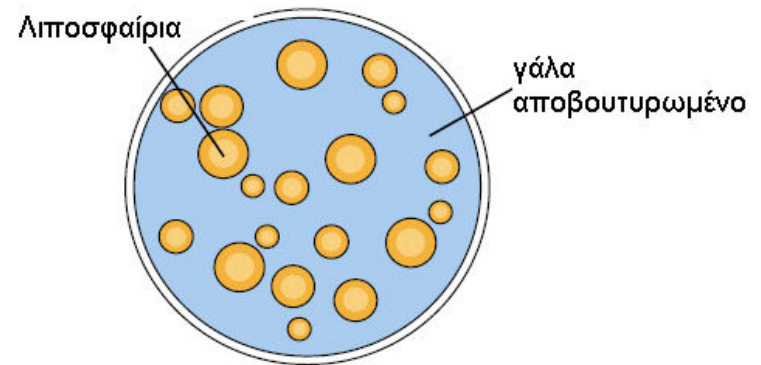
➤ Το 70% της χοληστερόλης βρίσκεται στον πυρήνα του λιποσφαιρίου, το 10% στη μεμβράνη και το υπόλοιπο στην υδάτινη φάση.

ΛΙΠΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Τα λιπαρά οξέα αποτελούνται από 4-26 άτομα άνθρακα. Τα κυριότερα είναι αυτά με 4-10 C, 16 και 18 C. Κυρίως κορεσμένα (62%).
- Το βουτυρικό οξύ = 8-12%.
- Τα λιπαρά οξέα μέχρι 12 άτομα C είναι πτητικά.
- Το βουτυρικό και καπρονικό είναι ρευστά στη θερμοκρασία δωματίου και επηρεάζουν το σημείο τήξεως του βουτύρου.
- Το καπρυλικό και καπρινικό δίνουν ιδιαίτερη γεύση και άρωμα στο πρόβειο και γίδινο γάλα

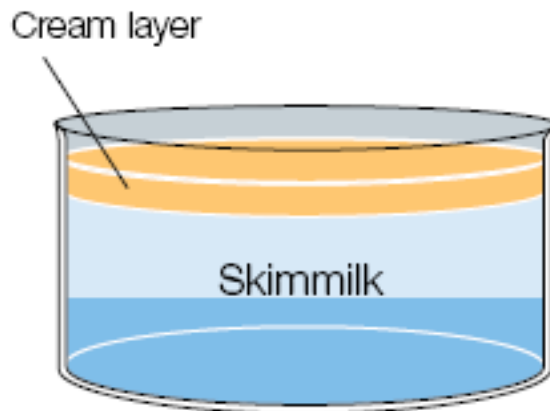
ΛΙΠΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Το γάλα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα γαλακτώματος έλαιο σε νερό (oil-in-water). Το λίπος του γάλακτος είναι πολύ καλά διασπαρμένο στον ορό. Η διάμετρος των λιποσφαιρίων είναι 0,1- 10μm.
- Τα λιποσφαίρια περιβάλλονται από μεμβράνη πάχους 10nm η οποία περιέχει αρκετά συστατικά κυριότερα εκ των οποίων είναι τα φωσφολιπίδια και οι λιποπρωτεΐνες
- Τα φωσφολιπίδια προσανατολίζονται στην επιφάνεια του λιποσφαιρίου κατά τέτοιο τρόπο ώστε η υδρόφιλη ομάδα τους να προσανατολίζεται προς την υδάτινη φάση.
- Με την υδρόφιλη ομάδα συνδέονται και οι πρωτεΐνες της μεμβράνης του λιποσφαιρίου.
- Η δομή αυτή δεν αλλοιώνεται με την ομογενοποίηση

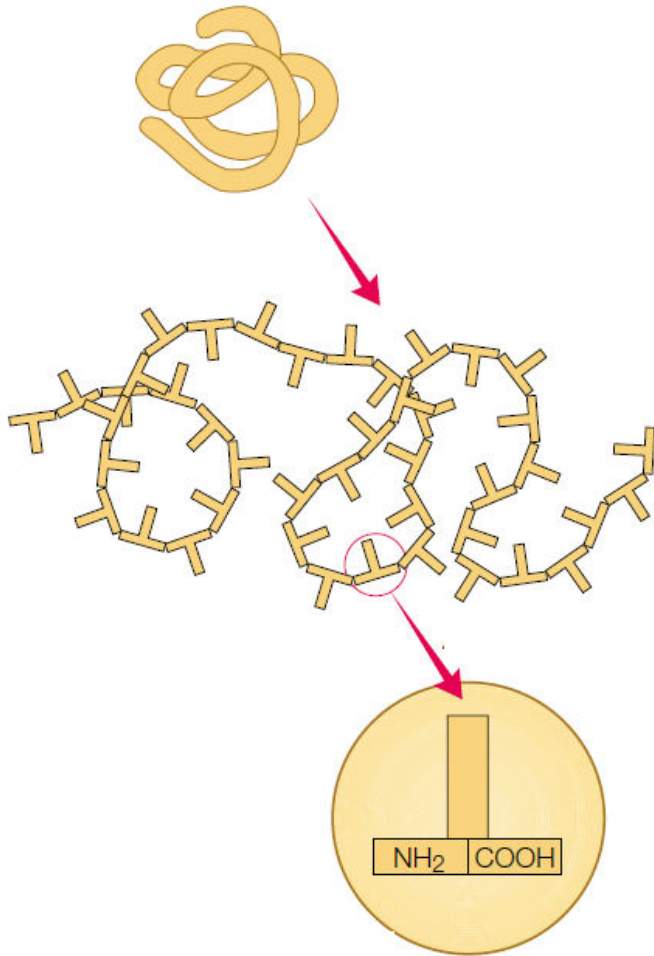


ΛΙΠΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Κατά την ομογενοποίηση, το γάλα στους 50-75° C εξωθείται υπό πίεση 35 MPa, μέσω στενών διαύλων με αποτέλεσμα τη μείωση της διαμέτρου των λιποσφαιρίων σε $< 1\mu\text{m}$ ανάλογα με την πίεση.
- Συσσωμάτωση και άνοδος των σφαιριδίων του λίπους στην επιφάνεια του προϊόντος γνωστή ως αποκορύφωση → κρέμα.
- Αποφεύγεται με την ομογενοποίηση (ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων).



ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ



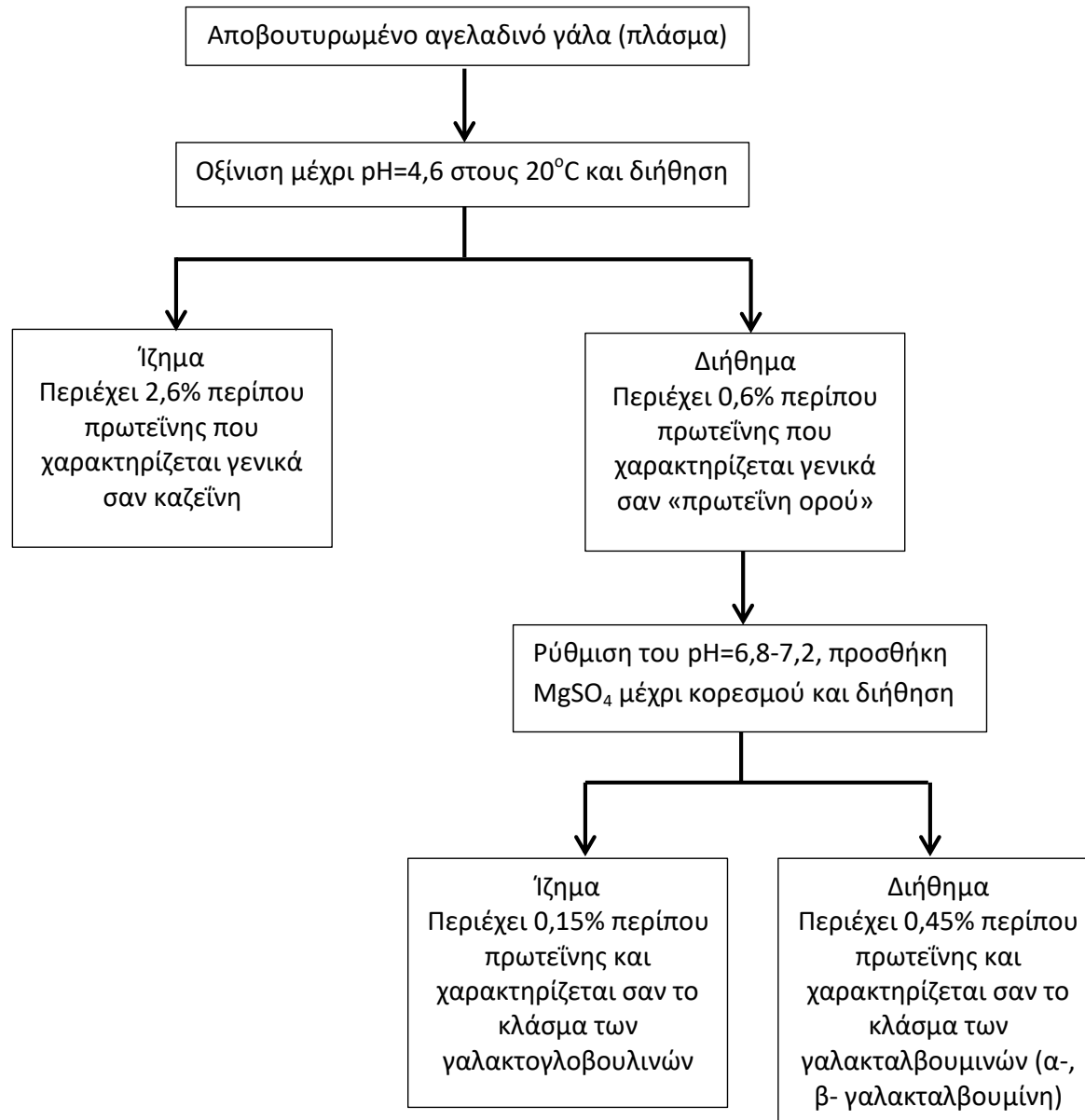
- Η περιεκτικότητα του γάλακτος της αγελάδας σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 3.3g/ 100mL έως 3.9 g/ 100mL.
- Το πρωτεϊνικό κλάσμα αποτελείται κατά 2.9% περίπου από τις καζεΐνες και κατά 0.6% από τις πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος.

ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Πρωτεΐνη	Συγκέντρωση %	Ισοηλεκτρικό σημείο
<u>Καζεΐνη</u>		
α_{s1} - καζεΐνη	1.2-1.5	4.91-5.00
α_{s2} - καζεΐνη	0.3-0.4	
β - καζεΐνη	0.9-1.1	5.11-5.53
κ - καζεΐνη	0.2-0.4	5.43-5.64
Ολική καζεΐνη	2.6	
<u>Πρωτεΐνες ορού</u>		
α - λακταλβουμίνη	0.06-0.17	4.8
β -λακτογλοβουλίνη	0.2-0.4	5.3
Οροαλβουμίνη	0.01-0.04	5.13
Ανοσοσφαιρίνες	0.06-0.1	
Ολικές πρωτεΐνες ορού	0.4	

- Η περιεκτικότητα του γάλακτος της αγελάδας σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 3.3g/ 100mL έως 3.9 g/ 100mL.
- Το πρωτεϊνικό κλάσμα αποτελείται κατά 2.9% περίπου από τις καζεΐνες και κατά 0.6% από τις πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος.
- Περίπου το 78% του συνολικού αζώτου του γάλακτος

ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ



ΚΑΖΕΪΝΗ

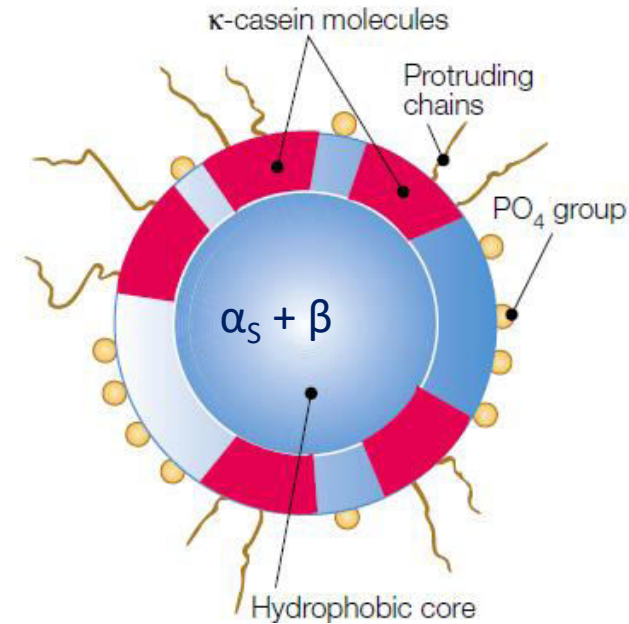
➤ Οι καζεΐνες είναι το κλάσμα των φωσφοπρωτεϊνών που καθιζάνει ύστερα από οξίνιση σε pH 4.6 και σε θερμοκρασία 20°C.

➤ Αποτελούν το 75-80% των πρωτεϊνών του γάλακτος και διακρίνονται σε : α_{s1} , α_{s2} , β και κ-καζεΐνες

➤ Οι καζεΐνες βρίσκονται στο γάλα με την μορφή συμπλόκων, τα οποία ονομάζονται μικκύλια και βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά στην υδατική φάση.

➤ Σύνθετες πρωτεΐνες που περιέχουν στο μόριο τους φωσφορικό οξύ, ασβέστιο και λίγους υδατάνθρακες.

➤ Τα μικκύλια αποτελούνται κατά 93% από καζεΐνες και το υπόλοιπο ανόργανη ύλη (φώσφορο και ασβέστιο).

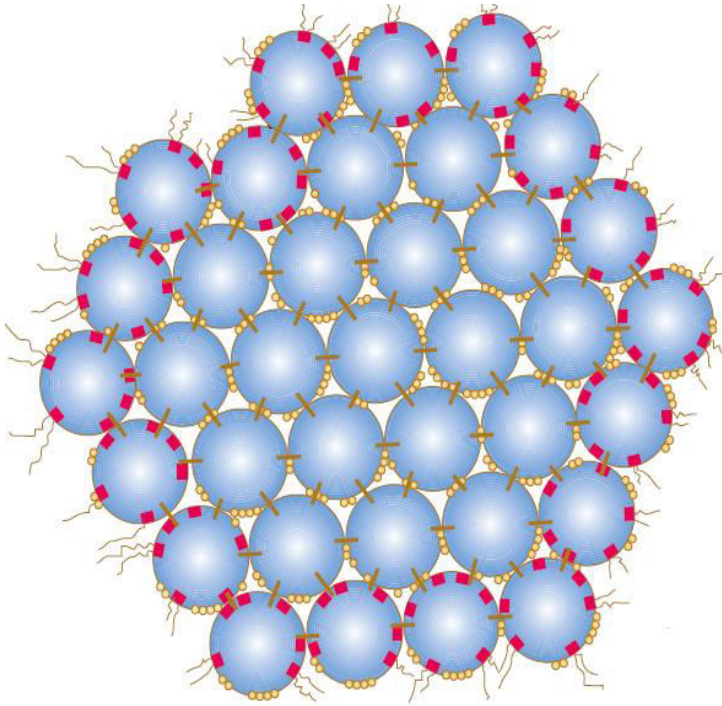


➤ Η ανόργανη ύλη συμβάλει σημαντικά στο σχηματισμό και διατήρηση του σχήματος των μικκυλίων.

➤ Σημαντικό ρόλο παίζουν και τα κιτρικά άλατα που ρυθμίζουν την ισορροπία της κατάστασης διασποράς των μικκυλίων.

ΚΑΖΕΪΝΗ

Οι διάφορες καζεΐνες διαφέρουν στο MB, στο ποσοστό του φωσφορικού οξέος, το είδος και στον αριθμό αμινοξέων, τη στερεοχημική του δομή, την ευαισθησία έναντι του Ca^{2+}



➤ α_{s1}
Αποτελεί το 1.2-1.5 % των συστατικών του γάλακτος.

➤ α_{s2}
Αποτελεί το 0.3-0.4% των συστατικών του γάλακτος.

➤ β
Αποτελεί το 0.9-1.1 % των συστατικών του γάλακτος. Είναι η περισσότερο υδρόφοβη καζεΐνη. Η διάσπαση της β -καζεΐνης γίνεται με την επίδραση της πλασμίνης, πρωτεάσης που υπάρχει στο γάλα.

➤ κ

Αποτελεί το 0.3-0.4% των συστατικών του γάλακτος. Στο μόριο της έχει πάντα υδατάνθρακες είναι δηλαδή γλυκοπρωτεΐνη.

ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Μετά την καταβύθιση της καζεΐνης → ορός γάλακτος.

A. Γαλακτογλοβουλίνες. Δυσδιάλυτες στο νερό, διαλυτές σε αραιά ουδέτερα διαλύματα των αλάτων. Δεν πήζουν με τη ρεννίνη, πήζουν με τη θέρμανση.

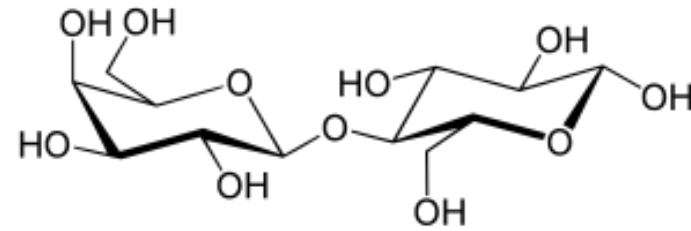
Μοιάζουν με τις γ-γλοβουλίνες → υψηλή βιολογική αξία. Φορείς αντισωμάτων → προστασία των θηλαστικών από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

B. Γαλακταλβουμίνες. Διαλυτές στο νερό και αραιά ουδέτερα διαλύματα αλάτων. Κατά τη θέρμανση πήζουν και το ποσοστό πήξης είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας.

Κατά την παστερίωση πήζουν κατά 10%, στη θερμοκρασία βρασμού πήζουν κατά 100%. Δεν πήζουν με τη ρεννίνη.

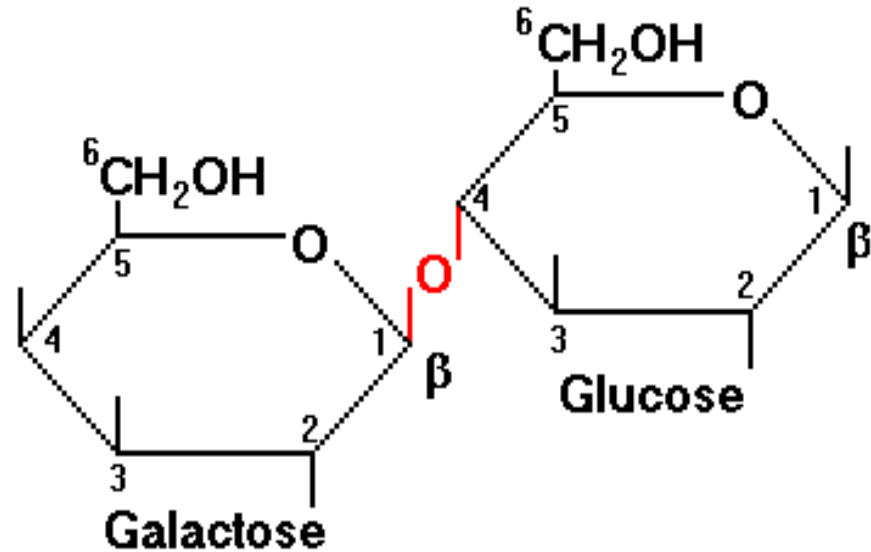
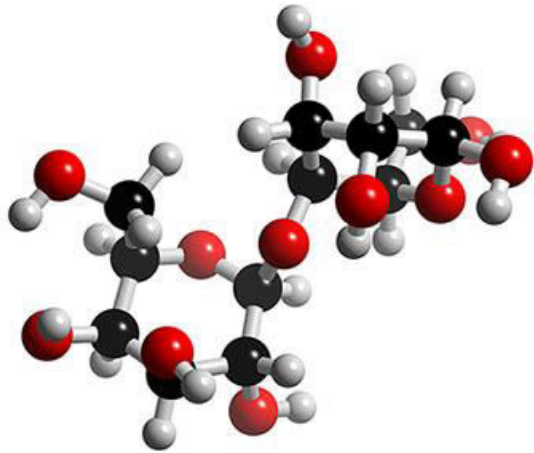
(β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακταλβουμίνη και οροαλβουμίνη).

ΛΑΚΤΟΖΗ



- Η λακτόζη είναι το κύριο σάκχαρο του γάλακτος των θηλαστικών με εξαίρεση το γάλα ορισμένων θαλάσσιων θηλαστικών.
- Βρίσκεται σχεδόν αποκλειστικά στο γάλα και σε ίχνη σε ορισμένα φυτά, συχνά στο αίμα και τα ούρα του ανθρώπου ως αποτέλεσμα εγκυμοσύνης, γαλουχίας και διατροφής.
- Συντίθεται στο μαστό με δαπάνη της γλυκόζης του αίματος. Η περιεκτικότητα στο γάλα της αγελάδας κυμαίνεται από 2.7- 5.2%.
- 10 φορές λιγότερο διαλυτή από τη σακχαρόζη.
- Η γλυκύτητα αντιστοιχεί στο 18% της γλυκύτητας της σακχαρόζης. Αυξάνεται όταν η λακτάση την υδρολύει → γλυκόζη+γαλακτόζη.

ΛΑΚΤΟΖΗ



Διακρίνεται σε :

➤ **Κρυσταλλική ένυδρη α-λακτόζη**

Έχει ένα μόριο νερού και είναι η συνήθης μορφή της εμπορικής στερεάς λακτόζης.

➤ **Κρυσταλλική άνυδρη β- λακτόζη**

➤ **Άμορφη μη κρυσταλλική**

➤ Εμφανίζει το φαινόμενο του πολυστροφισμού.

➤ Έχει αναγωγικές ιδιότητες (ανάγει το φελίγγειο υγρό), αντιδρά με αζωτούχες ενώσεις → η ενζυματική αμαύρωση.

➤ Υφίσταται γαλακτική ζύμωση από μικροοργανισμούς → γαλακτικό οξύ.

ΑΛΛΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

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

- Γλυκόζη
- Γαλακτόζη
- Μυο-ινοσιτόλη
- Φουκόζη,
- N-ακετυοογλυκοζαμίνη
- N- ακετυλογαλακτόζαμίνη
- N- ακετυλονευραμινικό όξύ
- Γλυκοπεπτίδια ή γλυκοπρωτεΐνες

ΑΛΑΤΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Το γάλα περιέχει αρκετά μεταλλικά στοιχεία, είτε σε ιοντική μορφή είτε δεσμευμένα σε άλλα συστατικά είτε με μορφή οργανικών ή ανόργανων αλάτων.
- Από τα κατιόντα τα κυριότερα είναι το ασβέστιο, το νάτριο το κάλιο και το μαγνήσιο, ενώ από τα ανιόντα το χλώριο, ο φώσφορος και τα κιτρικά.

Άλατα	Αγελαδινό (mg %)	Μητρικό (mg %)
Ασβέστιο	123	33
Μαγνήσιο	12	4
Νάτριο	58	15
Κάλιο	141	55
Χλώριο	119	43
Φώσφορος	95	15
Κιτρικό οξύ	160	20-80
Θείο	30	14

- Το κάλιο, νάτριο και χλώριο βρίσκονται ως ελεύθερα ιόντα, ενώ το ασβέστιο και μαγνήσιο είναι σε μικρό ποσοστό σε ιονισμένη μορφή.
- Στο γάλα της αγελάδας το 20% του ασβεστίου είναι δεσμευμένο στις καζεΐνες σε συνδυασμό με τον φώσφορο, το 50% είναι σε ανόργανη κολλοειδή μορφή και το 30% σε ιονισμένη. Είναι κορεσμένο από φωσφορικό και κιτρικό ασβέστιο.
- Το **κιτρικό οξύ** είναι σημαντικό συστατικό του γάλακτος. Ενώνεται με το ασβέστιο και διατηρείται έτσι η διαλυτότητα του φωσφορικού ασβεστίου.

ΑΛΑΤΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Το γάλα περιέχει πολλά στοιχεία σε συγκεντρώσεις ppm ή ppb τα οποία είναι γνωστά ως ιχνοστοιχεία.
- Η παρουσία τους στο γάλα εξαρτάται από την διατροφή του ζώου.
- Συνήθως βρίσκονται στο γάλα με την μορφή οργανικών ενώσεων, συνδεδεμένα κυρίως με τις πρωτεΐνες, ορισμένα από αυτά βρίσκονται και στην μεμβράνη των λιποσφαιρίων. (Cu, Fe, Mn, Zn)

Ιχνοστοιχείο	Συγκέντρωση ppb
Αργίλιο	460
Βρώμιο	600
Χαλκός	100
Φθόριο	150
Σίδηρος	450
Μαγγάνιο	22
Πυρίτιο	1420
Ψευδάργυρος	3900

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

- Το γάλα περιέχει σχεδόν όλες τις βιταμίνες.
- Από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες η Α υπάρχει ως εστέρας του παλμιτικού οξέος και η D ως μίγμα.
- Η βιταμίνη Ε απαντά κυρίως ως α-τοκοφερόλη ενώ η Κ βρίσκεται σε ίχνη
- Από τις υδατοδιαλυτές σημαντικές είναι αυτές του συμπλέγματος Β (Θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, Β6, Βιοτίνη, παντοθενικό οξύ, φολασίνη) & C

Βιταμίνες αγελαδινού γάλακτος (ανά λίτρο)

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ
Βιταμίνη Α (ρετινόλη)	0,10-0,50 mg
Βιταμίνη Β ₁ (θειαμίνη)	0,4 mg
Βιταμίνη Β ₂ (ριβοφλαβίνη)	1,5 mg
Βιταμίνη Β ₆ (πυριδοξίνη)	0,7 mg
Βιταμίνη Β ₁₂ (κοβαλαμίνη)	7,0 mg
Βιταμίνη Β ₃ (νιασίνη)	1,2 mg
Βιταμίνη Β ₅ (παντοθενικό οξύ)	3,0 mg
Βιταμίνη Β ₈ (βιοτίνη)	50 µg
Βιταμίνη Β ₉ (φολικό οξύ)	1,0 mg
Βιταμίνη C	20 mg
Βιταμίνη D	0,4 mg
Βιταμίνη Ε	1,0 mg
Βιταμίνη Κ	Ίχνη
Καροτίνη	0,1-0,6 mg

ΕΝΖΥΜΑ

Υπάρχουν περισσότερα από 40 διαφορετικά ένζυμα στο γάλα της αγελάδας. Από άποψη υγιεινής και τεχνολογίας γάλακτος τα κυριότερα είναι:

➤ **Αλκαλική φωσφατάση.** Είναι θερμοευαίσθητη αλλά περισσότερη ανθεκτική από μη σπορογόνα παθογόνα βακτήρια (πχ *Brucella*). Η αδρανοποίηση της κατά την θέρμανση υποδηλώνει καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων. Καταλύει την υδρόλυση οργανικών φωσφορικών ενώσεων. Αδρανοποιείται κατά 99,9% με την παστερίωση του γάλακτος. Η ανίχνευσή της για έλεγχο παστερίωσης.

➤ **Λιπάσες.** Υπάρχουν κατά 90% στα μικκύλια των καζεϊνών. Διασπούν τα τριγλυκερίδια του λίπους του γάλακτος. Αδρανοποιούνται μερικώς κατά την παστερίωση και πλήρως κατά την αποστείρωση. Έχουν αυξημένη δραστηριότητα σε περίπτωση μαστίτιδας. Υπεύθυνες για το τάγισμα. Υδρόλυση του λίπους. Επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το pH, το βαθμό ομογενοποίησης κ.α

➤ **Πρωτεάσες.** Μικρό ποσοστό, διασπούν τις πρωτεΐνες. Αδρανοποιούνται κατά τη θέρμανση στους 75-85°C για 10min.

ENZYMA

Υπάρχουν περισσότερα από 40 διαφορετικά ένζυμα στο γάλα της αγελάδας. Από άποψη υγιεινής και τεχνολογίας γάλακτος τα κυριότερα είναι:

- **Καταλάση.** Χρησιμοποιείται για διάγνωση γάλακτος που προέρχεται από ζώα με μαστίτιδα.
- **Ξανθίνη οξειδάση.** Δεν αδρανοποιείται με παστερίωση αλλά σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 80°C για αυτό χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί αν το γάλα έχει υποστεί βρασμό.
- **Υπεροξειδάση.** Ασκεί σε συνδυασμό με τα θειοκυανικά άλατα και το H_2O_2 αντιμικροβιακή δράση.
- **Λυσοζύμη**

ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

- Ορμόνες (προλακτίνη, τεστερόνη, προγεστερόνη, οιστρογόνα)
- Αλδεΐδες (φορμαλδεΐδη), κετόνες (ακετόνη), οργανικά οξέα (γαλακτικό, μυρμηκικό οξύ)
- Μη πρωτεϊνικής φύσης αζωτούχες ενώσεις (αμμωνία, ουρία, γλυκοζαμίνες, οροτικό οξύ)
- Θειούχες ενώσεις
- Χρωστικές (καροτένια)
- Αέρια
- Κύτταρα

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Φυλή,
- Διατροφή,
- Περίοδος γαλακτοπαραγωγής
- Ηλικία
- Υγεία
- Βαθμός παχύνσεως του ζώου
- Εποχή και
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος

ΠΡΩΤΟΓΑΛΑ

- **Πρωτόγαλα** είναι το έκκριμα του μαστού των γαλακτοπαραγωγών ζώων κατά τις πρώτες 5 έως 6 ημέρες από τον τοκετό. Είναι κιτρινωπό, με μεγάλο ιξώδες, υπόπικρο και υφάλμυρο.
- Έχει μεγάλο ειδικό βάρος και υψηλή οξύτητα .
- Έχει μεγάλο αριθμό σωματικών κυττάρων και πήζει με τη θέρμανση.
- Η χημική του σύσταση διαφέρει από το γάλα. Έχει αυξημένη ποσότητα πρωτεϊνών
- Απαγορεύεται η διακίνηση του γιατί μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικές διαταραχές. Στη Γαλλία επιτρέπεται μόνο μετά από 7 ημέρες από το τοκετό.

ΓΑΛΑΤΑ ΑΛΛΩΝ ΕΙΔΩΝ

- **Πρόβειο.** Το γάλα του προβάτου είναι περισσότερο πλούσιο σε στερεά συστατικά σε σύγκριση με το γάλα της αγελάδας και της γίδας αλλά η εκατοστιαία αναλογία των συστατικών του παρουσιάζει διακυμάνσεις ανάλογα με την φυλή, τη γαλακτική περίοδο και τη διατροφή.
- **Γίδινο.** Πλουσιότερο σε συστατικά από της αγελάδας, πτωχότερο του πρόβειου.
- **Γάλα μητρικό.** Έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λευκώματα και υψηλή σε λακτόζη. Το λίπος έχει παρόμοια σύσταση με το αγελαδινό αλλά διαφέρει ποσοτικά. Διαφέρει σημαντικά ποιοτικά και ποσοτικά ως προς τις πρωτεΐνες (γαλακτοσιδηρίνη, γαλακτοθερμίνη). Το ανθρώπινο γάλα περιέχει αρκετά ένζυμα, κυριότερο εκ των οποίων είναι η **λυσοζύμη** (αντιμικροβιακή δράση). Το μητρικό γάλα δεν προσδίδει απλά ενέργεια και δομικά στοιχεία στο νεογνό αλλά προσκομίζει κυρίως ορισμένα βιομόρια που δεν μπορεί να προσλάβει από μητροποιημένα γάλατα.

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Τα γάλα από φυσική άποψη παρουσιάζεται ως αραιό γαλάκτωμα λιπαρής φάσεως, κολλοειδής διασπορά μικκυλίων καζεΐνης, μοριακό διάλυμα υδατοδιαλυτών συστατικών.
- Οι φυσικές ιδιότητες του γάλακτος μας δίνουν πληροφορίες για την κανονικότητα του.

Φυσικές ιδιότητες

Οσμή και γεύση

Χρώμα

Οξύτητα- Ρυθμιστική ικανότητα

Δυναμικό οξειδοαναγωγής

Ειδικό βάρος

Επιφανειακή τάση

Σημείο πήξεως (-0.547°C)

Σημείο ζέσεως

Δείκτης διάθλασης

Ειδική θερμότητα και θερμική αγωγιμότητα

ΟΞΥΤΗΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

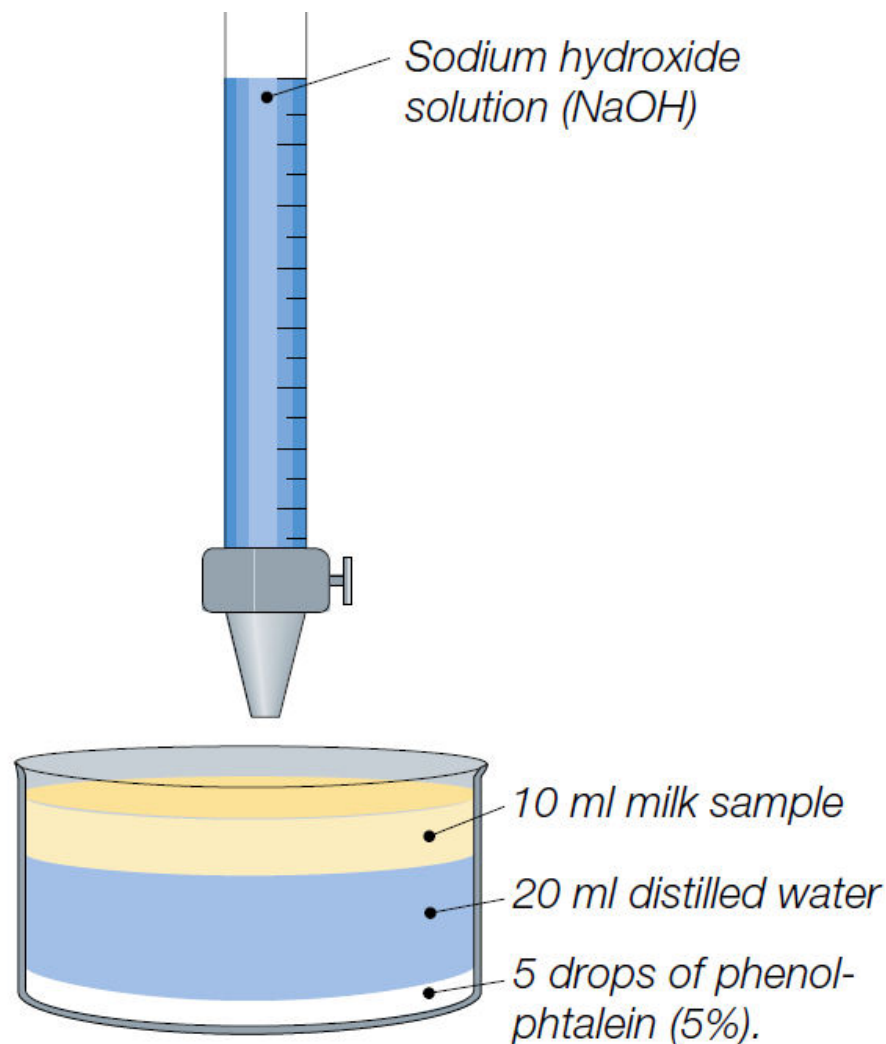
➤ Τα γάλα της αγελάδας μετά το άρμεγμα γίνεται ελαφρώς όξινο.

➤ Η αρχική αυτή οξύτητα εκφρασμένη σε γαλακτικό οξύ είναι 0.12-0.15g/ 100ml και οφείλεται στις καζεΐνες, στα συστατικά του ορού, στα φωσφορικά.

➤ Το γάλα έχει ρυθμιστικές ικανότητες λόγω του φωσφορικού και κιτρικού ασβεστίου.

➤ Θέρμανση του γάλακτος προκαλεί μικρή άνοδο του pH λόγω απώλειας διοξειδίου του άνθρακα και παράλληλη απελευθέρωση ιόντων υδρογόνου.

➤ Θέρμανση πάνω από 100°C Προκαλεί μείωση λόγω παραγωγής οξέων από διάσπαση της λακτόζης.



ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

$$d_{15.5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{F}{0.93} + \frac{\text{SNF}}{1.608} + \text{Water}} \quad \text{g/cm}^3$$

F = % fat

SNF = % Solids Non Fat

Water % = 100 – F – SNF

➤ Η πυκνότητα του γάλακτος της αγελάδας κυμαίνεται από 1.028 και 1.038g/cm³

Example: Milk of 3.2 % fat and 8.5 % SNF

$$d_{15.5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{3.2}{0.93} + \frac{8.5}{1.608} + (100 - 3.2 - 8.5)} = 1.0306 \text{ g/cm}^3$$

ΓΑΛΑ ΩΣ ΤΡΟΦΙΜΟ

- Θεωρείται η τέλεια τροφή. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι υψηλής βιολογικής αξίας. Περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα και είναι πλούσιες σε ιστιδίνη. 2^η μετά το αβγό, περιέχει ευρύ φάσμα αμινοξέων εκτός των θειούχων (κυστίνη, κυστεΐνη, μεθειονίνη). Πλούσιο σε λυσίνη.
- Περιέχει πολλά άλατα και μεταλλικά στοιχεία κυρίως ασβεστίου και φωσφόρου.
- Είναι καλή πηγή για βιταμίνες A, B₁, B₂, νιασίνη και παντοθενικό οξύ.
- Η κατανάλωση γάλακτος οδηγεί συχνά σε αλλεργικές αντιδράσεις που κυρίως οφείλονται στην α-γαλακταλβουμίνη και β-γαλακτοσφαιρίνη.
- Το λίπος του γάλακτος περιέχει απαραίτητα για τον οργανισμό λιπαρά οξέα αλλά και χοληστερόλη. Το λίπος περιέχει σημαντικό ποσό κορεσμένων λιπαρών οξέων.
- Η γαλακτόζη παίζει ρόλο στην απορρόφηση Ca και αμινοξέων.

ΓΑΛΑ ΩΣ ΤΡΟΦΙΜΟ

➤ Η λακτόζη διέρχεται χωρίς καμιά μεταβολή από το στομάχι αλλά διασπάται βραδέως στο έντερο με επίδραση του ενζύμου **λακτάση** σε γλυκόζη και γαλακτόζη.

➤ Η μη ανοχή στη λακτόζη οφείλεται σε μειωμένη δραστηριότητα του ενζύμου στο λεπτό έντερο οπότε δεν διασπάται η λακτόζη, αυξάνεται η συγκέντρωση της στο έντερο, αυξάνει η οσμωτική πίεση και η συγκέντρωση νερό. Αποτέλεσμα κωλικός και διάρροια.

➤ **Λακτοζαιμία, Γαλακτοζαιμία**

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- **Παστερίωση** στους $61,8^{\circ}\text{C}$ επί 30min ή $71,8^{\circ}\text{C}$ επί 15s (HTST) για την καταστροφή μικροοργανισμών. ($93,4^{\circ}\text{C}$ – 3s). Κατά την παστερίωση παρατηρείται μετουσίωση πρωτεϊνών.
- Με την παστερίωση επιδιώκεται η καταστροφή όλων των επικίνδυνων για τον καταναλωτή μικροοργανισμών. Παράλληλα μειώνεται και ο πληθυσμός της ολικής μικροβιακής χλωρίδας και βοηθά στην επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης.
- Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διαφόρους συνδυασμούς θερμοκρασίας και χρόνου θέρμανσης, με μικρή ή μεγάλη επίπτωση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και θρεπτική αξία του γάλακτος.

ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΑΣΤΕΡΙΩΜΕΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

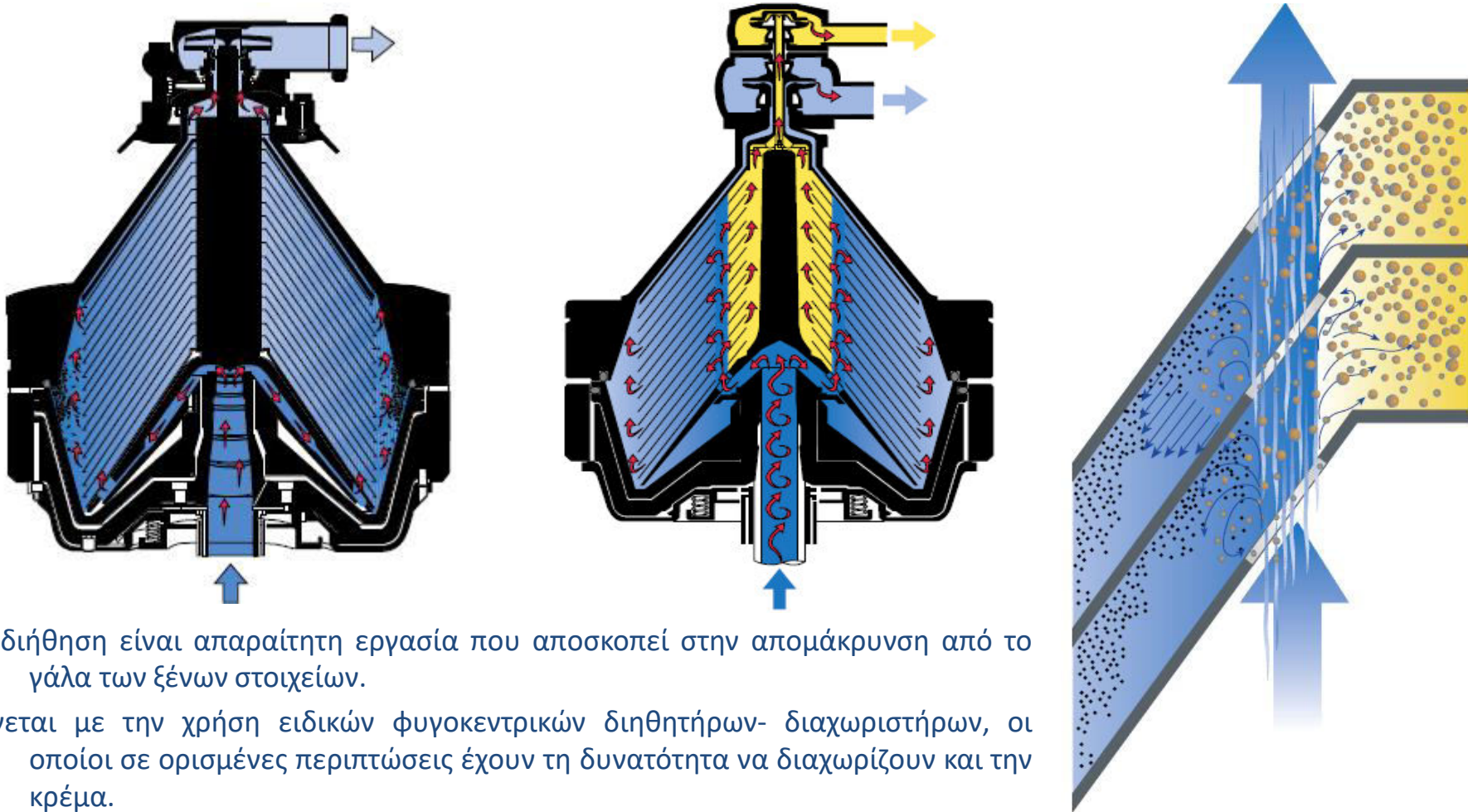
Παραλαβή και
έλεγχος νωπού
γάλακτος

- Χημικός έλεγχος
- Μικροβιολογικός έλεγχος

Επεξεργασία

- Διήθηση
- Παστερίωση

ΔΙΗΘΗΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ



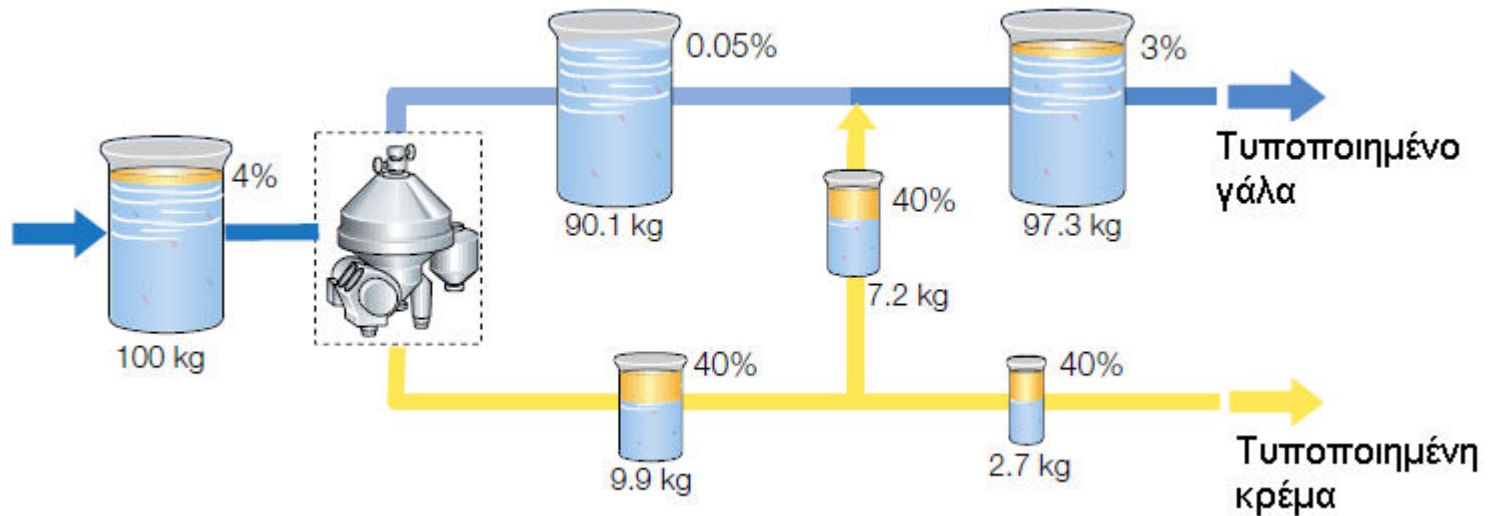
Η διήθηση είναι απαραίτητη εργασία που αποσκοπεί στην απομάκρυνση από το γάλα των ξένων στοιχείων.

Γίνεται με την χρήση ειδικών φυγοκεντρικών διηθητήρων- διαχωριστήρων, οι οποίοι σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν τη δυνατότητα να διαχωρίζουν και την κρέμα.

Οι ξένες ύλες και μεγάλος αριθμός βακτηρίων συγκεντρώνονται στην περιφέρεια του διαχωριστήρα με μορφή λάσπης και απομακρύνονται κατά διαστήματα.

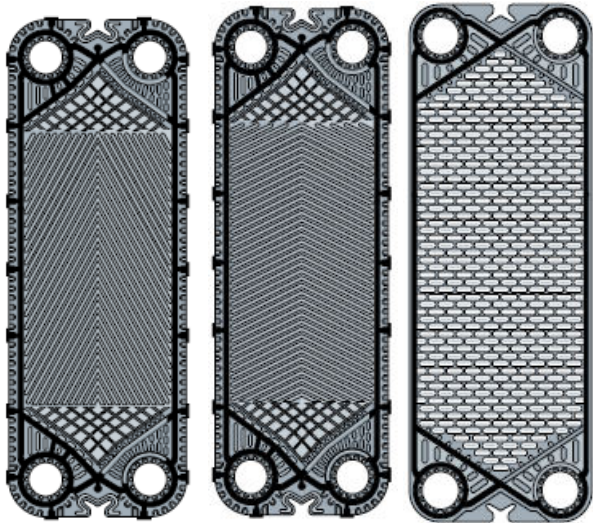
ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

- A . Κρέμα γάλακτος 40% λίπος
- B. Αποβουτυρωμένο γάλα 0.05% λίπος
- C. Τελικό προϊόν 3%



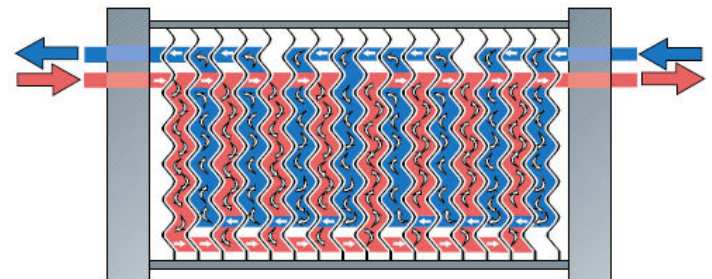
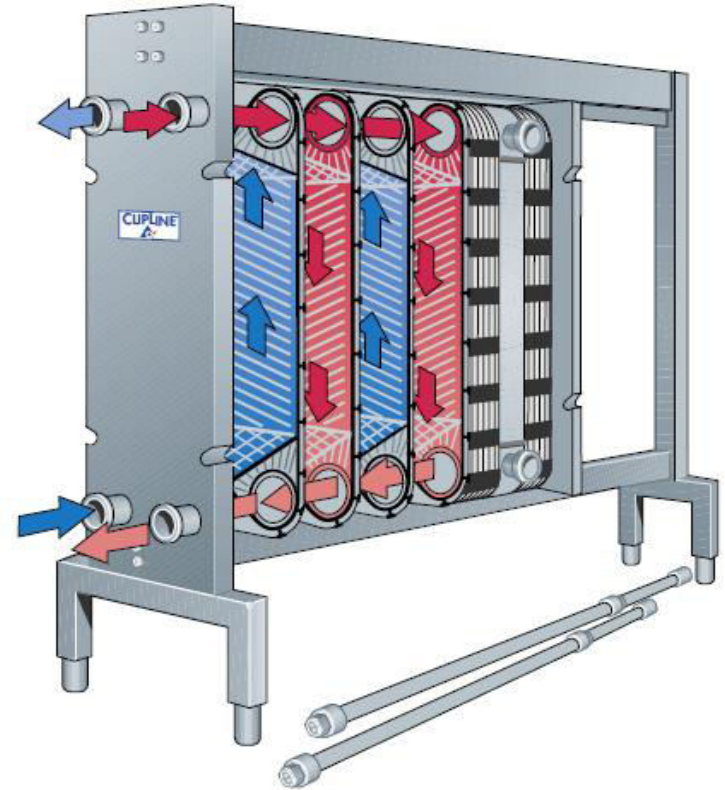
ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ

α. Βραδεία παστερίωση ή LTLT (Low Temperature Long Time)



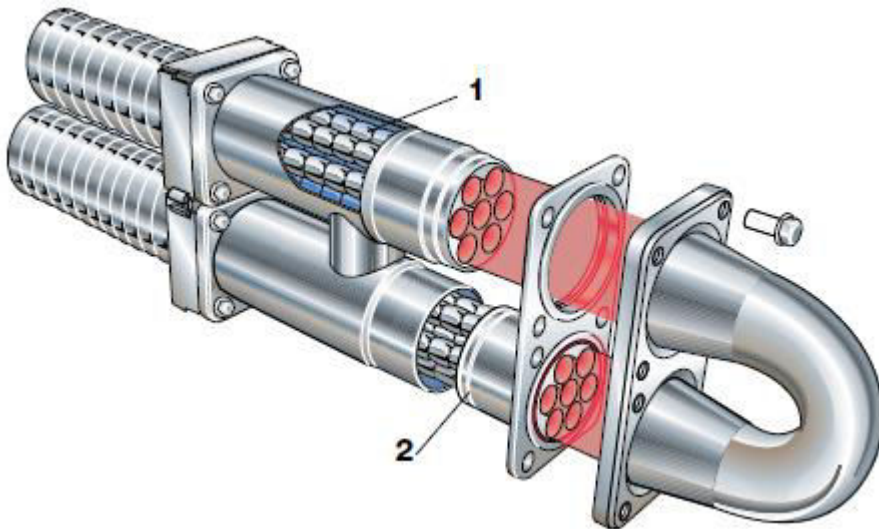
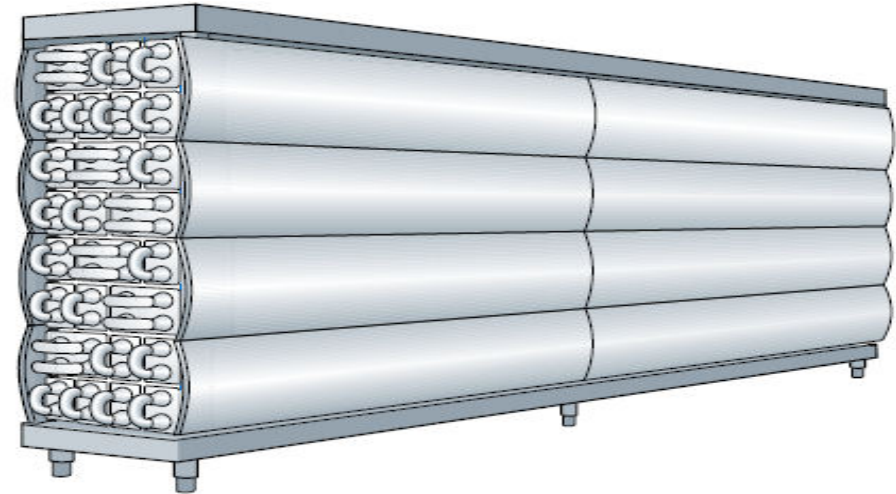
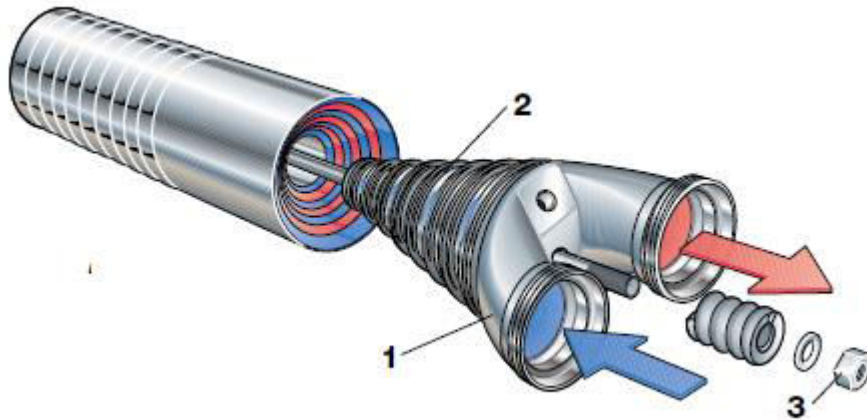
Α. Πλακοειδής εναλλάκτης

- Το γάλα θερμαίνεται χωρίς διακοπή στου 62-65°C/ 30min. Η θέρμανση γίνεται σε ειδικούς λέβητες με διπλά τοιχώματα στα οποία κυκλοφορεί θερμό νερό ή ατμός. Η λειτουργία είναι ασυνεχής αλλά μπορεί να συνδεθούν πολλοί λέβητες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συνεχής τροφοδοσία της γραμμής.
- Η μέθοδος προσφέρεται για επεξεργασία μικρών ποσοτήτων γάλακτος από μικρές μονάδες



ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ

α. Βραδεία παστερίωση ή LTLT (Low Temperature Long Time)



Το γάλα θερμαίνεται χωρίς διακοπή στου 62-72°C/ 15sec. Η θέρμανση γίνεται σε ειδικούς λέβητες με διπλά τοιχώματα στα οποία κυκλοφορεί θερμό νερό ή ατμός. Η λειτουργία είναι ασυνεχής αλλά μπορεί να συνδεθούν πολλοί λέβητες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συνεχής τροφοδοσία της γραμμής.

Η μέθοδος προσφέρεται για επεξεργασία μικρών ποσοτήτων γάλακτος από μικρές μονάδες

ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ

Η παστερίωση έχουν ελάχιστη επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και θρεπτική αξία του γάλακτος. Ιδιαίτερα:

- Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος δεν επηρεάζονται (σημείο πήξεως, ειδ. βάρος, κλπ) παρατηρείται μόνο μικρή μείωση της οξύτητας λόγω απώλειας διοξειδίου του άνθρακα
- Δεν επηρεάζεται η ικανότητα πήξεως με πυτιά. Αυξάνεται ελαφρώς ο χρόνος δράσης της.
- Το χρώμα, η οσμή και η γεύση ελάχιστα επηρεάζονται.
- Το λίπος, η λακτόζη και οι πρωτεΐνες δεν επηρεάζονται. Μόνο με θέρμανση πάνω από 75°C αρχίζει η μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού.
- Βιταμίνες- άλατα: Κατά τη βραδεία παστερίωση παρατηρείται μικρή απώλεια (5-10%) στις βιταμίνες A, D, στην ομάδα B και μικρή καθίζηση των αλάτων Ca και P. Η βιταμίνη C υποβαθμίζεται κατά 20%. Κατά την HTST η βιταμίνη C υποβαθμίζεται κατά 10%.
- Ένζυμα: Ορισμένα από αυτά αδρανοποιούνται. Η αδρανοποίηση της αλκαλικής φωσφατάσης αποτελεί κριτήριο καλής παστερίωσης.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

➤ **Αποστείρωση** στους 116,7°C για 12-15min ή στους 129,6°C για 3-5s (UHT + ασηπτική συσκευασία) → σταθερά προϊόντα χωρίς ψύξη
Αποστείρωση πλήρη καταστροφή των μικροοργανισμών.

Σε υψηλότερη θερμοκρασία παρατηρείται αποικοδόμηση και των πρωτεϊνών του ορού.

Το γάλα αποκτά τη χαρακτηριστική γεύση του «καμένου».

Η θερμοκρασία καταλύει αντιδράσεις διάσπασης (βιταμίνες, αμαύρωσης κτλ.).
Ιδιαίτερα ευαίσθητες η C και ριβοφλαβίνη (B₂).

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Στάδια :

- **Αποστείρωση γάλακτος.** Η αποστείρωση του γάλακτος με τη χρήση θερμότητας μπορεί να γίνει με μία από τις παρακάτω μεθόδους:
 1. **αποστείρωση εντός φιάλης (αποστείρωση ενός σταδίου)**
 - **ασυνεχή συστήματα** όπου η αποστείρωση γίνεται σε αυτόκαυστα που διαθέτουν ή όχι μηχανισμό περιστροφής φιαλών και σε θερμοκρασία 110-120°C για 10-40min.
 - **Συνεχή συστήματα** όπου η αποστείρωση γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις όπου οι φιάλες κινούνται επάνω σε ειδική μεταφορική ταινία μέσα από διαδοχικές ζώνες προθερμάνσεως-αποστειρώσεως-ψύξεως και με ανάλογη ταχύτητα ώστε στη ζώνη προθερμάνσεως (90-100°C) και στη ζώνη αποστείρωσης (110-120°C) οι φιάλες να παραμένουν τον αναγκαίο χρόνο για αποστείρωση.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Στάδια :

2. Αποστείρωση δύο σταδίων

Το γάλα αποστειρώνεται αρχικά σε συνεχή ροή με ένα σύστημα UHT στους 130-140°C για 2-20 sec, ψύχεται σε θερμοκρασία 80°C, εμφιαλώνεται και οι φιάλες αποστειρώνονται με ένα από τα προηγούμενα συστήματα αλλά σε χαμηλότερη θερμοκρασία και μικρότερο χρόνο έκθεσης (115°C/ 10-15min).

3. Αποστείρωση σε συνεχή ροή (UHT)

Το γάλα θερμαίνεται στους 135-150°C για μερικά δευτερόλεπτα και στη συνέχεια συσκευάζεται ασηπτικά. Υπάρχουν δύο τύποι σε εφαρμογή στη βιομηχανία :

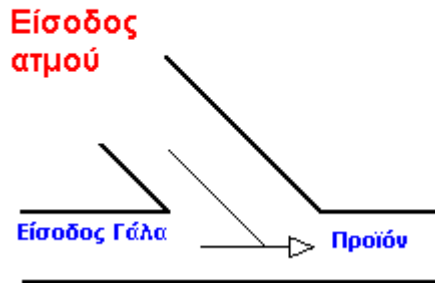
Συστήματα άμεσης θέρμανσης

- a. Συστήματα έγχυσεως ατμού στο γάλα (steam injection systems)
- b. Συστήματα εκνέφωσης γάλακτος σε ατμό (steam infusion systems)

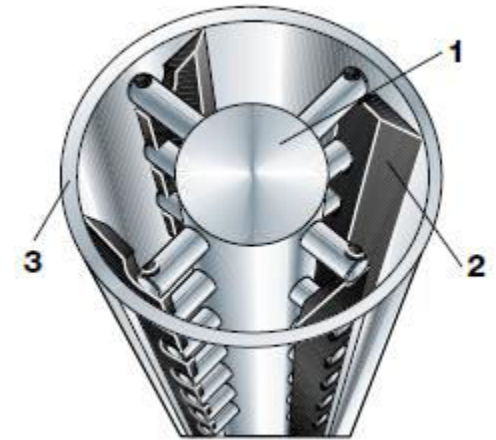
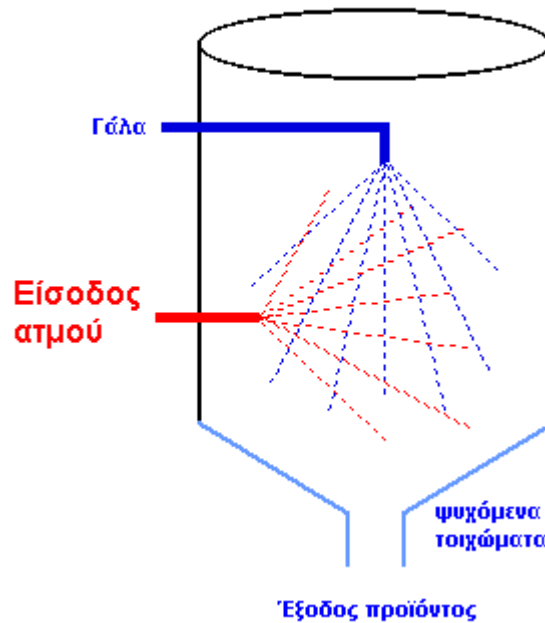
Συστήματα έμμεσης θέρμανσης στα οποία το γάλα θερμαίνεται με εναλλάκτες θερμότητας.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Έκχυση ατμού στο γάλα



Εκνέφωση ατμού στο γάλα



Εναλλάκτης επιφανειακής απόξεσης

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ

Βιταμίνες: Η βιταμίνη Α, τα καροτένια, η ριβοφλαβίνη, το νικοτινικό οξύ, η βιταμίνη D, το παντοθενικό οξύ και η βιοτίνη δεν επηρεάζονται σημαντικά ανεξάρτητα από την μέθοδο αποστείρωσης. Η Β1 (θειαμίνη, Β6 (πυροδοξίνη) Β12, C και φολικό οξύ καταστρέφονται σημαντικά (20-60%) κατά την αποστείρωση ενός σταδίου, λιγότερο κατά την δύο σταδίων και ελάχιστα (5-20%) κατά τη UHT. Κατά την συντήρηση έχουμε σημαντική απώλεια σε φολικό οξύ και βιταμίνη C.

Λίπη: Σχεδόν πλήρης καταστροφή (60-80%) στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, λινολεϊκό, λινελαϊκό και αραχιδονικό κατά την αποστείρωση ενός σταδίου. Η καταστροφή αυτή περιορίζεται κατά την UHT (30%)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ

- **Πρωτεΐνες:** οι πρωτεΐνες του ορού και ιδιαίτερα η β-γαλακτοσφαιρίνη μετουσιώνονται σε ποσοστό 60-80% και δημιουργούνται σύμπλοκα με τις καζεΐνες, κυρίως την κ-καζεΐνη. Έτσι δημιουργούνται συσσωματώματα που επικάθονται στα τοιχώματα των σωληνώσεων.
- Η θέρμανση του γάλακτος σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 75°C έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση σουλφυδρυλικών ομάδων από τα θειούχα αμινοξέα οπότε σχηματίζονται θειούχες ενώσεις όπως μερκαπτάνες, σουλφίδια και υδρόθειο που δίνουν γεύση βρασμένου.
- Η μετουσίωση των πρωτεϊνών δε μειώνει την θρεπτική αξία αλλά μερικές φορές βελτιώνει την πεπτικότητα τους.
- Σχετική βλάβη εμφανίζεται στο αμινοξύ λυσίνη, το οποίο μειώνεται κατά 10-30% (ενός σταδίου), και 2-10% στο UHT, λόγω αντιδράσεων Maillard.
- **Ασβέστιο:** μείωση του ελεύθερου ασβεστίου σε όλους τους τύπους αποστειρωμένου γάλακτος.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Διεργασία	Θερμοκρασία	Χρόνος
Θερμισμός	63-65°C	15s
LTLT παστερίωση γάλακτος	63°C	30min
HTST παστερίωση γάλακτος	72-75°C	15-20s
HTST παστερίωση κρέμας, κλπ	>80°C	1-5s
Ultra αποστείρωση	125-138°C	2-4 s
UHT αποστείρωση	135-140°C	Seconds
Αποστείρωση σε περιέκτη	115-120°C	20-30min

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

➤ **Ομογενοποίηση:** Σταθεροποίηση της λιπαρής φάσης του γάλακτος.

Διοχέτευση του θερμού γάλακτος υπό πίεση (~500psi) με μεγάλη ταχύτητα, μέσω οπών → ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων από 2-10μm σε 2μm.

Είναι πιο λευκό, διαφορετικής οσμής, λιγότερο σταθερό στη θερμοκρασία και στο φως.

Οι λιπάσες θα πρέπει να αδρανοποιηθούν πριν την ομογενοποίηση (ανάπτυξη τάγγισης).

➤ **Αφυδάτωση και συμπύκνωση:** Αφαιρείται το νερό, αυξάνεται η συγκέντρωση των στερεών ανά μονάδα βάρους. Το νερό που μένει είναι 1/2 ή 1/3 του αρχικού περιεχομένου.

Ολική απομάκρυνση νερού (97%) → σκόνη γάλακτος.

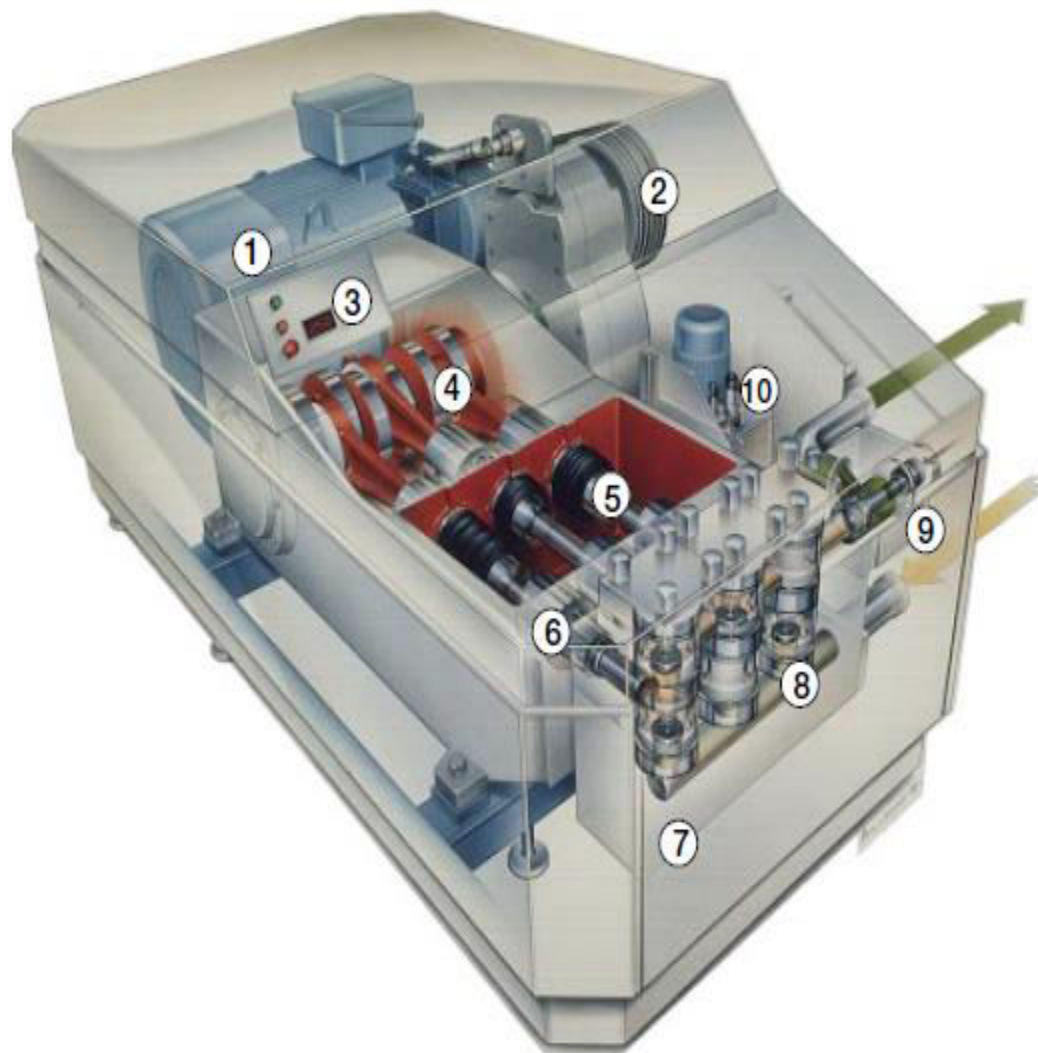
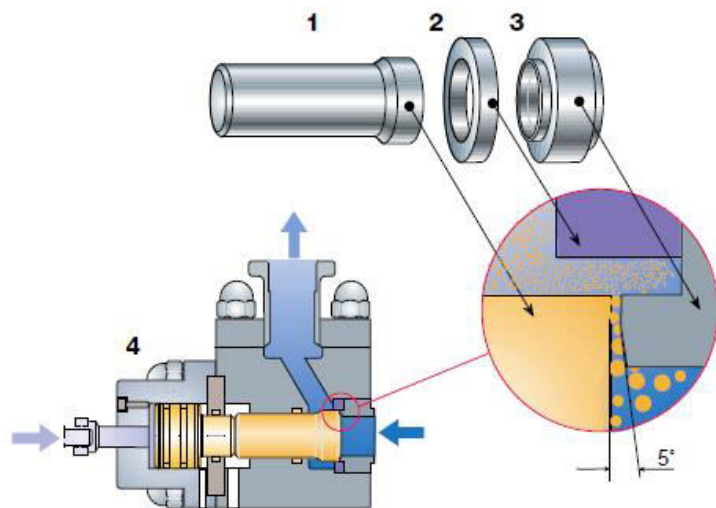
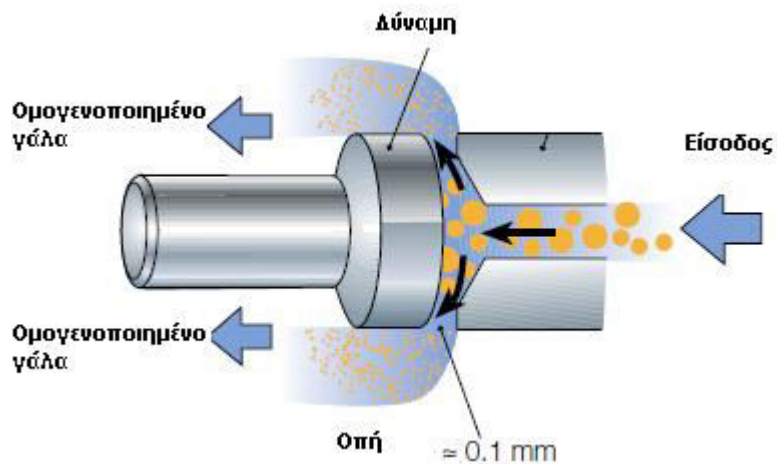
Αυξάνεται η διατήρηση του γάλακτος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

➤ **Ψύξη και κατάψυξη:** Η θερμοκρασία μεταξύ 33-37°C (ιδανικό θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη μικροοργανισμών). Κατ' αρχήν ψύχεται σε θερμοκρασία 0-4°C.

Η ψύξη περιορίζει την ανάπτυξη των μεσόφιλων μικροοργανισμών όμως δεν προστατεύει έναντι των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών (20-30°C, δρουν και μεταξύ 0-5°C). Διατήρηση του γάλακτος για 2-3 μέρες.

Για περαιτέρω συντήρηση (3-4 ημέρες) μετά την ομογενοποίηση στους -15°C έως -20°C.

ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ



ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

➤ **Γάλα εβαπορέ:** Νωπό γάλα ύστερα από συμπύκνωση μέχρι το μισό όγκο του. Θέρμανση αρχικά στους 32°C, διήθηση, προθέρμανση στους 95°C – 15min ή στους 120-140°C-25s (καταστροφή ΜΟ και ενζύμων, πρόληψη της πήξης κατά την αποστείρωση).

Συμπύκνωση υπό κενό (βρασμός 43-57°C).

Ακολουθεί ομογενοποίηση (αποφυγή αποκορύφωσης), ψύχεται, συσκευάζεται και αποστειρώνεται (120°C-15min).

Προϊόντα αμαύρωσης, γεύση «καμένου», ζελατινοποίηση, οξείδωση λίπους κ.α.

➤ **Σακχαρούχο συμπυκνωμένο γάλα:** Παρασκευάζεται με την προηγούμενη διαδικασία. Μετά τη προθέρμανση στο γάλα προστίθεται ζάχαρη (18kg/100kg νωπού γάλακτος) με τη μορφή αποστειρωμένου σιροπιού.

Συμπύκνωση υπό κενό 2,5:1 (ε.β.=1,30).

Προσοχή στην υπερθέρμανση → σκοτεινό χρώμα

Προσοχή στην ψύξη → μεγάλοι κρύσταλλοι → αμμώδη υφή.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

➤ **Γάλα σκόνη:** Μέτα από ξήρανση σε ειδικές εγκαταστάσεις (καταιονιστήρες ή τύμπανα).

Διαύγαση, συμπύκνωση υπό κενό (στερεά 40-50%), με αντλία υψηλή πίεσης διοχετεύεται στον πύργο ξήρανσης.

Όταν χρησιμοποιούνται τύμπανα ξήρανσης το γάλα διοχετεύεται υπό μορφή υμενίου στα περιστρεφόμενα τύμπανα στα οποία κυκλοφορεί ατμός υπό πίεση. Εξατμίζεται στο εξωτερικό μέρος τους (150°C) και με ξέστρο απομακρύνεται. Συσκευάζεται αεροστεγώς.

ΠΑΓΩΤΑ

- Γάλα, βούτυρο, γλυκαντικές και αρωματικές ύλες, σταθεροποιητές και γαλακτοματοποιητές.
- Είναι στερεός αφρός με συνεχή φάση είναι ένα παγωμένο γαλάκτωμα.
- Το λίπος δίνει πλούσια συνεχή υφή και απαλή γεύση. Οι πρωτεΐνες μικρά αεροθυλάκια (αφρός). Τα σάκχαρα δίνουν γλυκιά γεύση και ταπεινώνουν το Σ.Π. (αποφυγή κρυστάλλωσης).
- Οι σταθεροποιητές εμποδίζουν το σχηματισμό μεγάλων κρυστάλλων, βελτιώνουν την υφή και καθυστερούν την τήξη του.
- Τυπική σύσταση είναι 10% λίπος γάλακτος, 11% στερεά γάλακτος άνευ λίπους, 14% ζαχαρόζη, 2% στερεά σιροπιού γλυκόζης, 0,3% γαλακτοματοποιητές, 0,3% πυκνωτικά και 62% νερό.
- Τα πυκνωτικά, κυρίως πολυζαχαρίτες, αυξάνουν το ιξώδες και οι γαλακτοματοποιητές αποσταθεροποιούν τα λιποσφαιρίδια, ευνοώντας τη συσσωμάτωση τους κατά την κατάψυξη.

ΠΑΓΩΤΑ

- Τα υγρά συστατικά του παγωτού τοποθετούνται σε λέβητα 45°C και γίνεται προσθήκη των στερεών συστατικών υπό ανάδευση.
- Για την παραγωγή παγωτού, το μίγμα των συστατικών υποβάλλεται σε βραχυχρόνια παστερίωση υψηλής θερμοκρασίας («high temperature short time», 80-85° C, 20-30 s), ομογενοποίηση υψηλής πίεσης (150-200 bar) και ψύξη στους 5° C.
- Στη συνέχεια εισάγεται αέρας στο μίγμα (60- 100% v/v) και σκληραίνει στους -15 με -25° C.
- Οι καταψύκτες που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως κυλινδρικοί, εναλλάκτες θερμότητας αποξεόμενης επιφάνειας που ψύχονται με αμμωνία και είναι παρόμοιοι με αυτούς που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή μαργαρίνης.
- Για τον αφρισμό του παγωτού επιπλέον αέρας αναμιγνύεται στο μίγμα μέσα στον κύλινδρο.

ΓΙΑΟΥΡΤΗ

- Από πρόβειο ή αγελαδινό γάλα με τη προσθήκη καθαρής καλλιέργειας *Lactobacillus bulgaricus* & *Streptococcus thermophilus*.
- Μετά τη διήθηση του γάλακτος θερμαίνεται μέχρι βρασμού (5min). Με τη θέρμανση καταστρέφονται οι μικροοργανισμοί και γίνεται πήξη των πρωτεϊνών → αύξηση της συνεκτικότητας.
- Μετά το βρασμό μεταφέρεται σε κύπελλα, ψύχεται στους 40°C. Σε κάθε κύπελλο μικρή ποσότητα γιαούρτης προηγούμενης παρασκευής ή καλλιέργεια.
- Θάλαμος επώασης (42-45°C) για 3-4 ώρες (πλήρης πήξη). Στο ψυγείο για 6-8 ώρες για ολοκλήρωση πήξης.
- Το τελικό προϊόν έχει pH γύρω στο 4 - 4,2 και περιέχει 0,7 – 1,1% γαλακτικό οξύ. Ένα σημαντικό μέρος του χαρακτηριστικού αρώματος της γιαούρτης προέρχεται από καρβονυλικές ενώσεις, κυρίως ακεταλδεΐδη και διακετύλιο.
- Χρήση **προβιοτικών**: Είδη του γένους *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum* κ.α.). Είδη του γένους *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*). Είδη του γένους *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. diacetylactis*).

ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ

- Το γαλακτικό οξύ τονώνει την κινητικότητα του εντέρου, προκαλεί αύξηση του γαστρικού υγρού, αυξάνει την πεπτικότητα της καζεΐνης και βοηθάει στην απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο.
- Έχει αντιμικροβιακή δράση για ένα μεγάλο αριθμό βακτηρίων που προκαλούν εντερικές λοιμώξεις.
- Βοηθάει στην αναγέννηση της φυσικής μικροχλωρίδας του εντέρου ιδιαίτερα ύστερα από χορήγηση αντιβιοτικών. Ο *L. bulgaricus* δεν μπορεί να αποικίσει το έντερο αλλά βοηθάει το πολλαπλασιασμό των γαλακτοβακίλλων και επαναφέρει την ισορροπία.
- Έχει αντιχοληστερικές ιδιότητες
- Είναι ανεκτή σε άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη
- Η οξυγαλακτική χλωρίδα της γιαούρτης έχει δείξει δράση εναντίον ορισμένων όγκων της κοιλιακής κοιλότητας.

ΒΟΥΤΥΡΟ

- Είναι το προϊόν που παράγεται από την αποβουτύρωση της κρέμας, έχει απαλλαγεί από τα άλλα συστατικά και δεν περιέχει νερό σε ποσοστό μεγαλύτερο από 16% κ.β.
- Το βούτυρο αποτελείται κατά 80-82% από λίπος, κατά 2% από ΣΥΑΛ και κατά 16-18% από νερό
- Βούτυρο: το προϊόν που λαμβάνεται με χτύπημα γάλακτος ή αφρογάλακτος ή μίγμα αυτών (είτε ως έχουν είτε μετά από βιολογική οξίνιση) και έχει λιποπεριεκτικότητα τουλάχιστον 80%

ΒΟΥΤΥΡΟ

- Απόδοση του γάλακτος → προϊόν με λίπος 90%.
- ΝΩΠΟ ή ΦΡΕΣΚΟ Βούτυρο: Ως ανωτέρω χωρίς προσθήκη.
ΑΛΑΤΙΣΜΕΝΟ ΝΩΠΟ βούτυρο: νωπό βούτυρο + 2% αλάτι.
ΤΕΤΗΓΜΕΝΟ βούτυρο: τήξη βουτύρου σε χαμηλή θερμοκρασία.
- Φυγοκεντρικός διαχωρισμός του γάλακτος σε «κρέμα» ή αφρόγαλα και αποβουτυρωμένο γάλα (κορυφολόγοι).
- Η κρέμα → αποξίνιση, τυποποίηση, παστερίωση, απόσμηση, ωρίμανση, προσθήκη καθαρών καλλιεργειών για ελεγχόμενη ζύμωση, χρώση και βουτυροποίηση.
- Κατά την απόδοση καταστρέφονται οι μεμβράνες των λιποσφαιριδίων → ατομικότητα → συνένωσή τους → στερεά μάζα βουτύρου.

ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΒΟΥΤΥΡΟΥ

Α. Τάγγιση

Β. Οξίνιση (υπερβολική ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων

Γ. Οσμή ψαριού (οξείδωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και φωσφολιποειδών).

Δ. Στεατώδης γεύση (αλλαγή γεύσης και χρώματος λόγω της οξείδωσης του λίπους → υπεροξείδια → αλδεΐδες και κετόνες).

ΤΥΡΙ

➤ Συντήρηση του γάλακτος σε μία πιο σταθερή μορφή, μικρότερου ΜΒ και όγκου, εύπεπτη, γευστική και μεγάλης θρεπτικής αξίας.

➤ Τυρί είναι το νωπό ή ώριμο προϊόν που προέρχεται από τη στράγγιση, ύστερα από πήξη του πλήρους, μερικώς αποβουτυρωμένου ή άπαχου γάλακτος ή βουτυρογάλακτος ή μίγματος αυτών.

➤ Στην πράξη το τυρί προέρχεται από πήξη γάλακτος και στράγγιση του πηγματος. Η πήξη γίνεται με ένζυμα (πυτιά) και με οξίνιση ή θέρμανση. Το τυρόπηγμα αφού υποστεί ορισμένους χειρισμούς καταναλώνεται είτε αμέσως είτε ύστερα από ωρίμανση

ΤΥΡΙ

➤ Συντήρηση του γάλακτος σε μία πιο σταθερή μορφή, μικρότερου ΜΒ και όγκου, εύπεπτη, γευστική και μεγάλης θρεπτικής αξίας.

➤ **ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.** Τυποποίηση και παστερίωση για την απαλλαγή από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

➤ **ΠΗΞΗ.** Οξίνιση του γάλακτος ή προσθήκη πυτιάς (έκκριμα στομαχίου νεαρών μόσχων – ρεννίνη).

Η **οξύνιση** προκαλείται από τους οξυπαραγωγικούς μικροοργανισμούς. Το pH → έως το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης ($pI=4,6$) → πήξη.

➤ Η **ρεννίνη** της πυτιάς προσβάλλει την καζεΐνη → παρα-κ-καζεΐνη και παρουσία ιόντων Ca → πήξη.

Ο χρόνος πήξης διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του τυριού (20-60min).

Στο τυρόπηγμα → καζεΐνη, λίπος, λακτόζη (μικρή ποσότητα), άλατα του γάλακτος.

Στο τυρόγαλα → αλβουμίνης, γλοβουλίνης, λακτόζη, άλατα και λίγο λίπος.

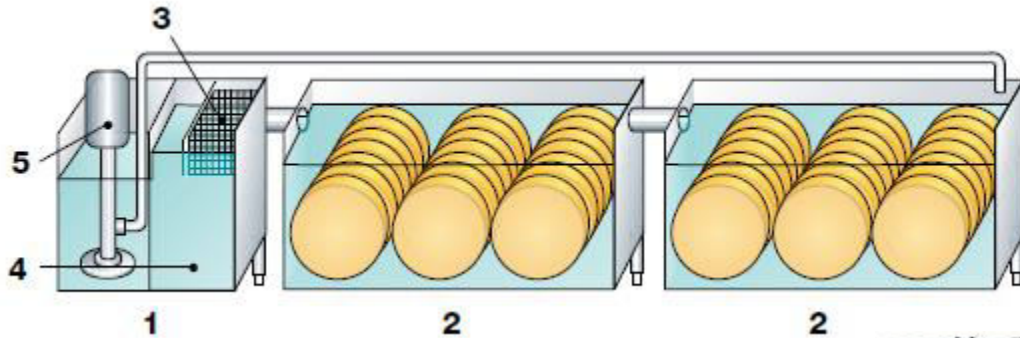
➤ **ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ.** Η αποβολή του τυρογάλακτος αυξάνει με την επιφάνεια. Εξασφαλίζεται η κανονική ωρίμανση.



ΤΥΡΙ

- **ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ.** Για την παραγωγή σκληρού τυριού. Θέρμανση στους 40-50°C υπό ανάδευση για την αποβολή του τυρογάλακτος.
- **ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΚΑΛΟΥΠΙΑ & ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ.** Αποβάλλει επί πλέον ποσό τυρογάλακτος και παίρνει το σχήμα του καλουπιού.
- **ΑΛΑΤΙΣΜΑ ΤΥΡΙΟΥ.** Ρυθμιστικός ρόλος γιατί με το αλάτισμα ελέγχονται οι ζυμώσεις και η γεύση του τυριού. Είτε απευθείας είτε με εμβάπτιση του τυροπήγματος σε διάλυμα άλμης (12-20% αλάτι).
- **ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΥΡΙΟΥ.** Το πιο σημαντικό στάδιο της παρασκευής τυριού. Αλλάζει η δομή, γεύση, υφή και χρώμα.
Η λακτόζη διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη → γαλακτικό οξύ (μέσω ζύμωσης).
Οι πρωτεΐνες διασπώνται σε αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις.
Το λίπος υδρολύεται σε λιπαρά οξέα.
Το άοσμο και άγευστο τυρόπηγμα σε εύγεστο και εύπεπτο τυρί.

Προσθήκη άλμης



Salt content in different types of cheese

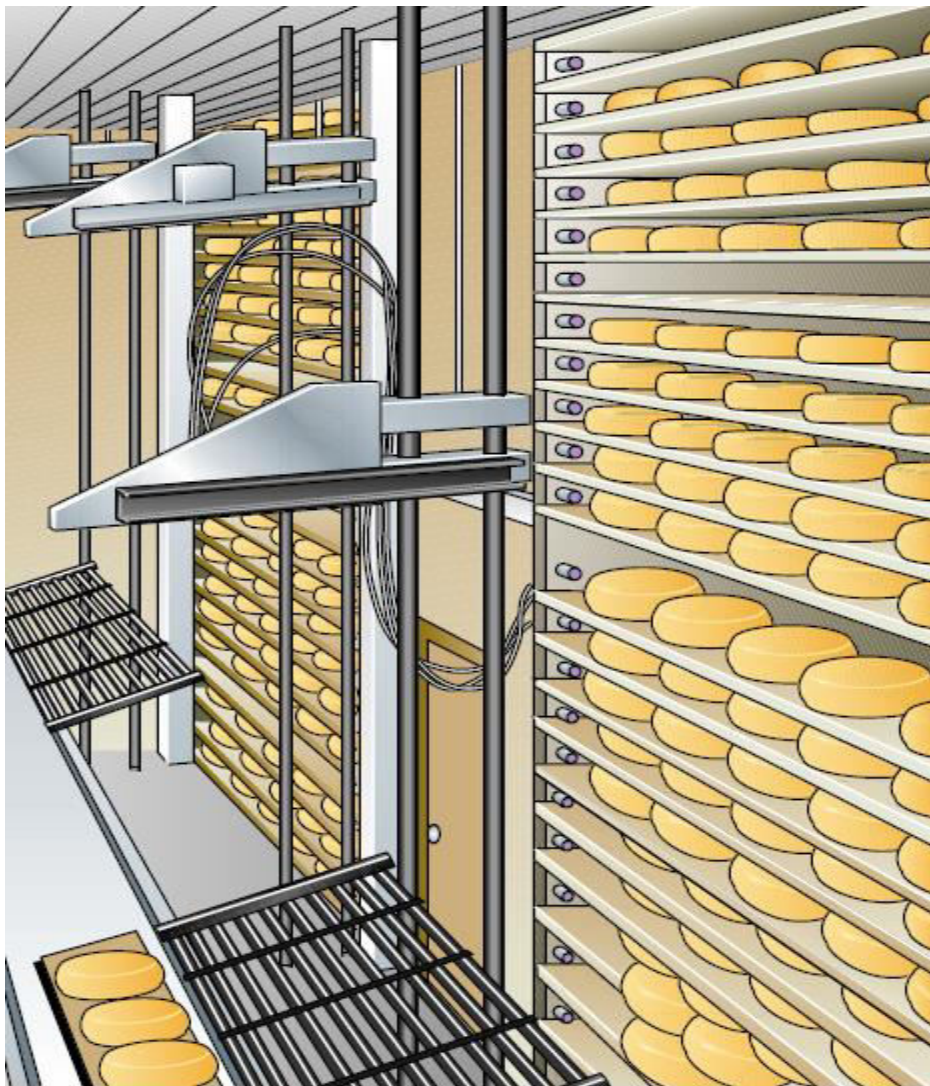
	% salt
Cottage cheese	0.25 – 1.0
Emmenthal	0.4 – 1.2
Gouda	1.5 – 2.2
Cheddar	1.75 – 1.95
Limburger	2.5 – 3.5
Feta	3.5 – 7.0
Gorgonzola	3.5 – 5.5
Other blue cheeses	3.5 – 7.0



ΤΥΡΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ

- Η καλουπωμένη μάζα τυριού τοποθετείται σε άλμη για κάποιο διάστημα, στεγνώνεται και μετά αφήνεται να ωριμάσει σε κλιματιζόμενους θαλάμους.
- Η ωρίμανση ή το αλάτισμα (curing) εξαρτάται από τη σύσταση της μάζας του τυριού, ιδίως την περιεκτικότητα σε υγρασία, τη μικροχλωρίδα και τις εξωτερικές συνθήκες, όπως θερμοκρασία και υγρασία στους θαλάμους ωρίμανσης.
- Η ωρίμανση των μαλακών τυριών προχωρά από την εξωτερική επιφάνεια προς το εσωτερικό.
- Η ωρίμανση των σκληρών τυριών πραγματοποιείται ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα του τυριού.
- Ο σχηματισμός της επιδερμίδας είναι αποτέλεσμα επιφανειακής ξήρανσης η οποία μπορεί να αποφευχθεί με συσκευασία της μάζας του τυριού με κατάλληλες πλαστικές μεμβράνες πριν ξεκινήσει η ωρίμανση.
- Η διάρκεια της ωρίμανσης ποικίλει και διαρκεί από μερικές ημέρες μέχρι και αρκετούς μήνες για τα μαλακά τυριά ή ακόμα και μέχρι δυο χρόνια για τα σκληρά τυριά. Η απόδοση ανά 100 kg υγρού γάλακτος είναι 8 kg για το σκληρό τυρί και μέχρι 12 kg για τα μαλακά τυριά. Όλα τα συστατικά του τυριού αποικοδομούνται βιοχημικά σε κάποιο βαθμό κατά την ωρίμανση.

Ωρίμανση τυριών





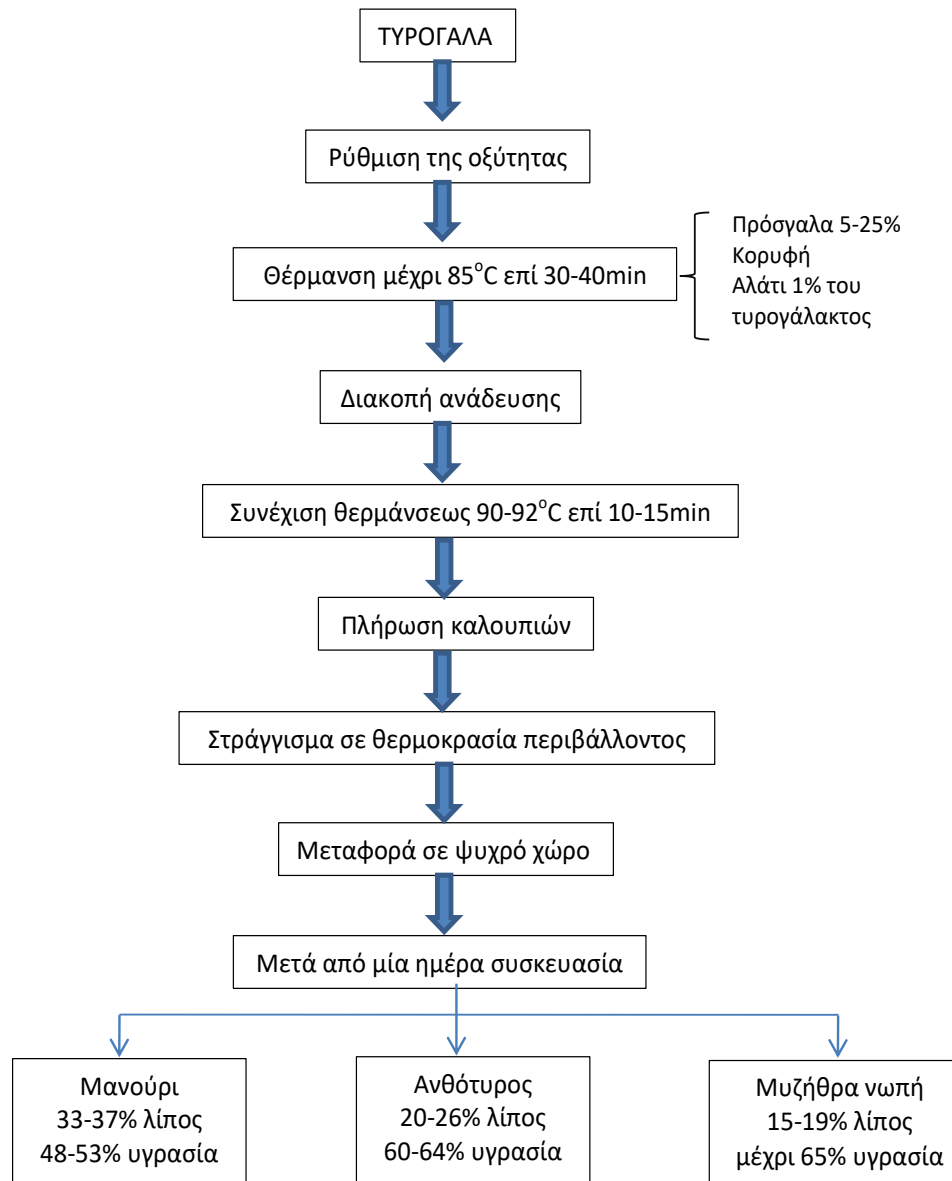
ΤΥΡΙ

- **Μαλακά** (υγρασία 45-80%) → φέτα, τελεμές, μυζήθρα, ανθότυρος, μανούρι, τυρί κρέμα, cottage.
- **Σκληρά** (υγρασία 30-45%) → γραβιέρα, κεφαλοτύρι, παρμεζάνα, κασέρι, cheddar, provolone κ.α.
- Σύμφωνα με τον Κ.Τ.Π. (1998) τα παρακάτω τυριά, που παράγονται με ειδικούς όρους, δικαιούνται να φέρουν το αντίστοιχο όνομα ως Π.Ο.Π. εντός και εκτός της χώρας. Μερικά από αυτά είναι:
 - γραβιέρα Αγράφων, γραβιέρα Νάξου, γραβιέρα Κρήτης
 - κεφαλοτύρι
 - κεφαλογραβιέρα
 - λαδοτύρι Μυτιλήνης
 - κασέρι
 - μετσοβόνε
 - φέτα
 - τελεμές
 - καλαθάκι Λήμνου
 - γαλοτύρι
 - τυριά τυρογάλακτος (ανθότυρος, μυζήθρα, μανούρι)

ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ

- Τυριά **τυρογάλακτος με ή χωρίς ωρίμανση** χαρακτηρίζονται «τα τυριά τα οποία λαμβάνονται με ισχυρή θέρμανση τυρογάλακτος (με ή χωρίς οξίνιση) και με ή χωρίς προσθήκη γάλακτος (πρόσγαλα), γάλακτος και κρέμας γάλακτος (αφρόγαλα) και βρώσιμου χλωριούχου νατρίου (κοινώς αλάτι).
- Αυτά μπορούν να διατεθούν νωπά (φρέσκα) [μερικά από αυτά μπορούν να διατεθούν και με μερική αφυδάτωση (ξερά) και άλλα κατόπιν ωρίμανσης] και των οποίων η υγρασία δεν υπερβαίνει το 70%».

ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ



ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΤΥΡΙΩΝ

- **Διόγκωση** (φούσκωμα). Οφείλεται στη δράση μικροοργανισμών → ανεπιθύμητα αέρια.
- **Ρήγματα** (σκασίματα). Κακός χειρισμός κατά την παρασκευή και διατήρηση του τυριού → εστία μόλυνσης.
- **Ευρωτίαση** (μούχλιασμα). Ευρωμύκητες αναπτύσσονται στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό κατά τη διατήρησή του σε δυσμενείς συνθήκες. Έγχρωμες κηλίδες ή κάλυψη όλης της επιφάνειας του τυριού
- **Αντικανονική οσμή και γεύση**. Ταγγή ή οσμή στάβλου ή ώριμων φρούτων. Βουτυρικό οξύ.
- **Αντικανονικές χρώσεις**. Μικροοργανισμοί που μόλυναν στο τυρί σε κάποιο στάδιο παραγωγής του.