ΓΑΛΑ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

- Το γάλα έχει μοναδικές θρεπτικές ιδιότητες που το κάνουν πολύ σπουδαία τροφή, ιδιαίτερα για τους νέους. Καταναλώνεται ως ρευστό αλλά αποτελεί και την πρώτη ύλη για την παραγωγή πολλών προϊόντων, όπως βούτυρο, τυρί, παγωτά, κ.α. Επίσης μπορεί να συμπυκνωθεί, ξηραθεί, ενισχυθεί με διάφορα στοιχεία, όπως ασβέστιο, και να προστεθεί σε διάφορα βιομηχανοποιημένα προϊόντα διατροφής, όπως κέικ, λουκάνικα, σούπες κ.α.

- Είναι το κανονικό έκκριμα των μαστικών αδένων όλων των θηλαστικών.

- Ο σκοπός του είναι να θρέψει τους νέους των διαφόρων ειδών, και επειδή οι διατροφικές ανάγκες των διαφόρων ειδών διαφέρουν, το γάλα ανάλογα με την προέλευση διαφέρει στη σύσταση (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Εκατοστιαία σύσταση διαφόρων ειδών γάλακτος

	Ολικά στερεά	Λίπος	Πρωτεΐνη	Καζεΐνη	Λακτόζη	Τέφρα
Αγελάδας	12.60	3.80	3.35	2.78	4.75	0.70
Κατσίκας	13.18	4.24	3.70	2.80	4.51	0.78
Προβάτου	17.00	5.30	6.30	4.60	4.60	0.80
Γυναίκας	12.57	3.75	1.63	-	6.98	0.21
Zebu (είδος ταύρου των Ινδιών)	13.45	4.97	3.18	2.38	4.59	0.74
Water buffalo	16.77	7.45	3.78	3.00	4.88	0.78

- Η σύσταση του γάλακτος, π.χ. της αγελάδας, ποικίλει, εξαρτώμενη από πολλούς παράγοντες, όπως ράτσα, διατροφή, εποχή, ηλικία, κ.α. με πλέον σημαντικό παράγοντα τη ράτσα.
- Τα κύρια συστατικά των διαφόρων ειδών του γάλακτος δεν διαφέρουν μόνο στα ποσά, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, αλλά, με εξαίρεση τη λακτόζη, διαφέρουν κάπως στις φυσικές, βιολογικές και χημικές ιδιότητες.
- Έτσι τα λιπαρά οξέα του λίπους του γάλακτος της κατσίκας διαφέρουν στα σημεία τήξης, ευαισθησία στην οξείδωση, και στα γευσιγνωστικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα αντίστοιχα στο αγελαδινό γάλα.
- Το γάλα αγελάδας είναι το πλέον καταναλώσιμο από τον άνθρωπο, αλλά επίσης γάλα προβάτου και κατσίκας καταναλώνεται, όπως επίσης γάλα βουβαλιού στην Ινδία και ταράνδου στη Λαπωνία.
- Σήμερα με τον όρο γάλα νοείται το γάλα αγελάδας και για κάθε άλλο γάλα αναφέρεται και το ζώο προέλευσης του γάλακτος, π.χ. γάλα κατσίκας, γάλα προβάτου, κ.α.
- Στο εφεξής θα αναφερόμαστε στο γάλα αγελάδας.

Φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος

- Το γάλα είναι ένα λευκό ή λευκοκίτρινο, θολό υγρό. Το χρώμα του επηρεάζεται από τη σκέδαση και απορρόφηση του φωτός από τα λιποσφαιρίδια και τα μικκύλλια των πρωτεϊνών. Μια κιτρινωπή χροιά οφείλεται στα καροτένια που βρίσκονται στη λιπαρή φάση και προέρχονται από τη βοσκή. Η γεύση του είναι γλυκίζουσα, χωρίς ιδιαίτερη οσμή.
- Η πυκνότητα του κυμαίνεται μεταξύ 1.029-1.039 στους 15 ºC, αυξανόμενη ελαττωμένου του περιεχόμενου λίπους και ελαττωμένη αυξανομένου του λίπους. Παρέχει ενδείξεις για τυχόν νοθεία του γάλακτος, δοθέντος ότι χρησιμοποιείται μαζί με το περιεχόμενο λίπος για τον υπολογισμό του στερεού υπολείμματος του γάλακτος.
- Το σημείο πήξεώς του κυμαίνεται μεταξύ –0.53 έως –0.55ºC. Αποτελεί μια μάλλον σταθερή τιμή για τον έλεγχο νοθείας του γάλακτος με νερό.
- Το pH του φρέσκου γάλακτος είναι 6.5-6.75.
- Ο δείκτης διάθλασής (nD20) του είναι 1.3410-1.3480, και η ειδική αγωγιμότητα 4-5.5 x 10^{-3} ohm^{-1} cm^{-1}.

Σύσταση του γάλακτος

- Θα μελετηθεί εκτενώς η σύσταση του γάλακτος της αγελάδας, διότι είναι η κύρια πηγή των γαλακτοκομικών προϊόντων.

- Το νερό βασικό συστατικό (65-85%), λιπίδια, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα, ιχνοστοιχεία, βιταμίνες και ένζυμα αποτελούν τα βασικά συστατικά του γάλακτος.

1) Λιπίδια

- Τα περιεχόμενα λιπίδια είναι κυρίως τριγλυκερίδια (95-96% επί του συνολικού ποσοστού λιπιδίων), διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια, γλυκερίδια κετοξέων και υδροξυοξέων, ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια , σφιγγολιπίδια, και στερόλες.

- Πολλά είδη λιπαρών οξέων υπάρχουν στο γάλα, είτε ελεύθερα είτε ενωμένα στα γλυκερίδια όπως παλμιτικό, στεατικό, μυριστικό, βουτυρικό, καπρυλικό, καπρονικό, καπρινικό, λαυρινικό, κ.α. (κορεσμένα, ευθείας αλύσεως), ελαϊκό (ακόρεστο) και κορεσμένα διακλαδωμένης αλύσεως.

- Το λίπος στο γάλα βρίσκεται υπό μορφή λιποσφαιριδίων, διαμέτρου 0.1-10 μm. Κατά τη διάρκεια της ομογενοποίησης το γάλα, θερμοκρασίας 50-75ºC, ωθείται μέσα από μικρές οπές υπό πίεση 25-350 bar, οπότε η διάμετρος των λιποσφαιριδίων γίνεται μικρότερη από 1 μm, ανάλογα με την πίεση, και έτσι δεν ανυψώνονται στην επιφάνεια του γάλακτος για να δημιουργήσουν ξεχωριστή στοιβάδα πριν την κατανάλωσή του.

1) Λιπίδια

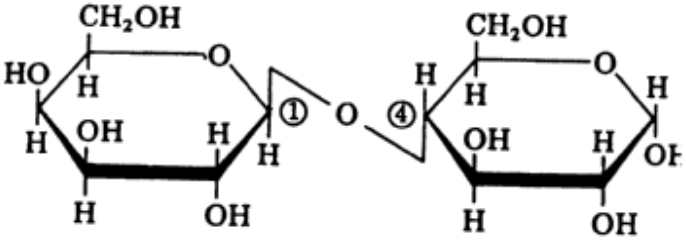
- Τα λιποσφαιρίδια περιβάλλονται από μια μεμβράνη που αποτελείται από φωσφολιπίδια και γλυκολιπίδια (30%), μια πρωτεϊνική διπλοστοιβάδα (41%), χοληστερόλη(2%), ουδέτερα γλυκερίδια (14%), νερό (13%) και ένζυμα, κυρίως λιπάσες.

- Εάν η διαδικασία αρμέγματος και συντήρησης του γάλακτος είναι σωστές τότε το γάλα διατηρείται για ορισμένες μέρες χωρίς να αλλοιωθεί (χωρίς να αποκτήσει ταγγισμένη γεύση).

- Αν όμως ομογενοποιηθεί, τότε η μεμβράνη των λιποσφαιρίδιων διαρρηγνύεται και η ελευθερωμένη λιπάση υδρολύει τα τριγλυκερίδια και το γάλα αποκτά γρήγορα άσχημη γεύση. Γι' αυτό το λόγο πριν την ομογενοποίηση προηγείται παστερίωση, οπότε καταστρέφεται η λιπάση.

2) Υδατάνθρακες

- Το κύριο σάκχαρο του γάλακτος είναι η λακτόζη ή γαλακτοσάκχαρο, ένας δισακχαρίτης γλυκόζης και γαλακτόζης (O-β-D-γαλακτοπυρανοζυλ-(1→4)-D- γλυκοπυρανόζη), σε περιεκτικότητα 4-6%.



α-λακτόζη

β-D(+)-γαλακτόζη α-D(+)-γλυκόζη

- Επίσης, γλυκόζη, αμινοσάκχαρα (αμινοκετυλιωμένες γλυκοζαμίνη και γαλακτοζαμίνη) και ολιγοσακχαρίτες υπάρχουν σε μικρά ποσά στο γάλα.

2) Υδατάνθρακες

- Η λακτόζη απαντά σε δύο ισομερείς μορφές την α- και β-.
- Κρυστάλλωση ενός υπέρκορου υδατικού διαλύματος λακτόζης σε θερμοκρασία μικρότερη από 93.5 ºC δίδει την μονοενυδατωμένη α- λακτόζη, $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$, ενώ σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 93.5 ºC, άνυνδρη β- λακτόζη.
- Ξήρανση υπό κενό σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 100ºC δίδει άνυνδρη μορφή α-λακτόζης.
- Γρήγορη ξήρανση, όπως συμβαίνει στην παραγωγή γάλακτος σκόνης δίδει ένα υγροσκοπικό και άμορφο μίγμα α- και β-λακτόζης. Οι δύο μορφές της λακτόζης διαφέρουν στο σημείο τήξεως, στροφική ικανότητα, διαλυτότητα, κ.α.
- Η γλυκύτητά της είναι μικρότερη από αυτήν της γλυκόζης, φρουκτόζης και σακχαρόζης, γι΄αυτό το γάλα έχει μια γλυκίζουσα γεύση.

Ζυμώσεις λακτόζης

- Με τη δράση διαφόρων μικροοργανισμών η λακτόζη υφίσταται διάφορες ζυμώσεις, όπως γαλακτική, αλκοολική, βουτυρική, προπιονική, και ζύμωση παραγωγής διαφόρων αρωμάτων.

Α) Γαλακτική ζύμωση

- Με τη γαλακτική ζύμωση, η λακτόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ, αφού πρώτα υδρολυθεί σε γλυκόζη και γαλακτόζη.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$$
$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\,CH_3CH(OH)COOH$$

Ζυμώσεις λακτόζης

Α) Γαλακτική ζύμωση

- Η γαλακτική ζύμωση γίνεται από μικροοργανισμούς που ανήκουν στα γένη *Lactobacillus (L.), Lactococcus (Lc.) Leuconostoc (Le.), Pediococcus (P.).*

- Ειδικότερα, οι μικροοργανισμοί *L. lactis*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Lc. lactis* είναι ομοζυμωτικοί (homofermentative), ενώ οι *L. brevii*, *L. lactis*, *L. fermentum*, *P. acidilactici*, *Le. cremoris* είναι ετεροζυμωτικοί (heterofermentative).

- Οι ομοζυμωτικοί μικροοργανισμοί ζυμώνουν τη λακτόζη ακολουθώντας την γλυκολυτική οδό των Embden-Meyerhoff, με σχεδόν μοναδικό προϊόν γαλακτικό οξύ (D-, L-, D,L- γαλακτικό οξύ), (homofermentation).

- Οι ετεροζυμωτικοί ζυμώνουν τη λακτόζη ακολουθώντας την οδό των φωσφορικών πεντοζών ή και τη γλυκολυτική οδό των Embden-Meyerhoff και δίδοντας ως προϊόντα γαλακτικό οξύ (D-, L-, D,L- γαλακτικό οξύ), οξικό οξύ, αιθανόλη (heterofermentation).

Β) Αλκοολική ζύμωση

- Με την αλκοολική ζύμωση έχουμε παραγωγή αλκοόλης σε μικρές ποσότητες (0.5-1%).

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2\ C_6H_{12}O_6$$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3CH_2OH + CO_2$$

Γ) Βουτυρική ζύμωση

- Με την βουτυρική ζύμωση έχουμε παραγωγή βουτυρικού οξέος και άλλων προϊόντων, όπως μυρμηκικού οξέος, οξικού οξέος, υδρογόνου, CO_2, κ.α.
- Η ζύμωση αυτή είναι ανεπιθύμητη στα σκληρά και ημίσκληρα τυριά διότι προκαλεί φούσκωμα των τυριών με άσχημες επιπτώσεις στη γεύση και εμφάνισή τους.

Δ) Προπιονική ζύμωση

- Η προπιονική ζύμωση ακολουθεί τη γαλακτική ζύμωση παρουσία βακτηρίων που παράγουν προπιονικό οξύ:

$$3\ CH_3CHOHCOOH \rightarrow 2\ CH_3CH_2COOH + CH_3COOH + CO_2 + H_2O$$

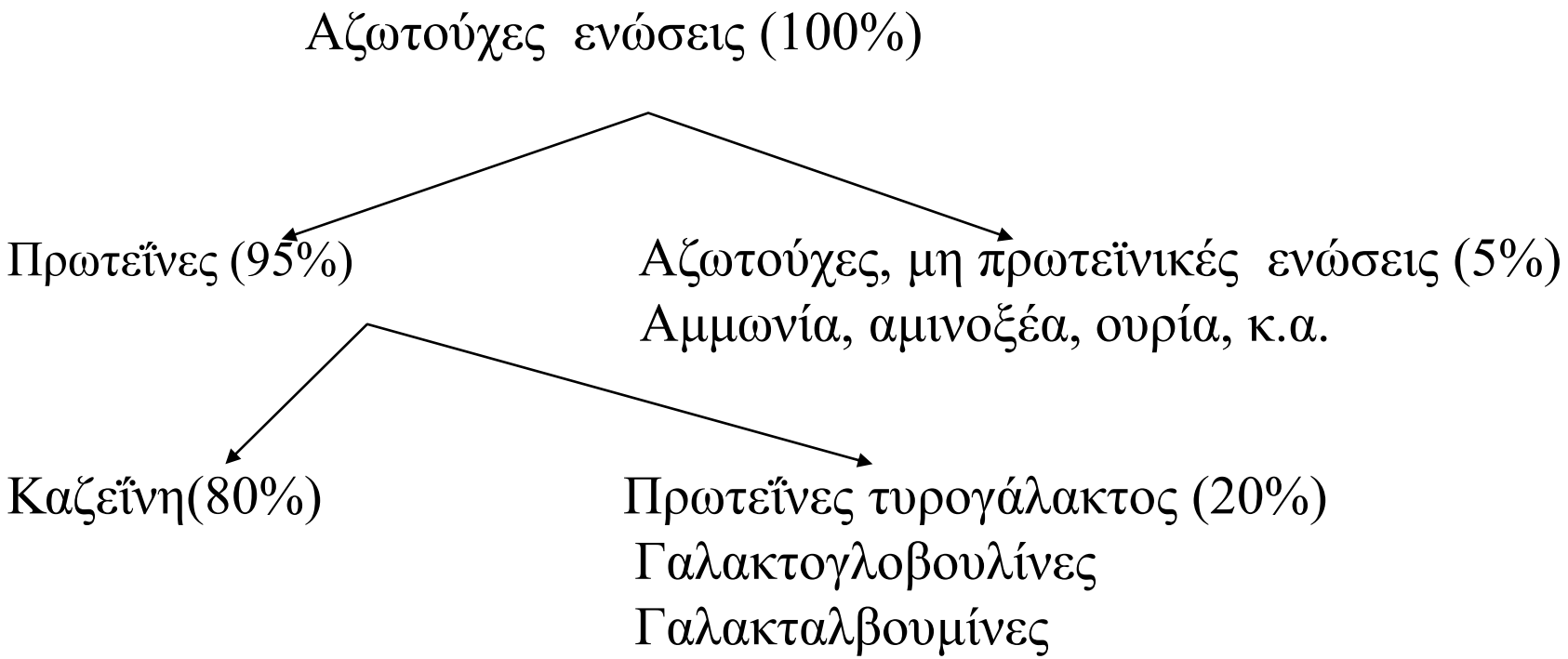
- Η προπιονική ζύμωση είναι απαραίτητη για ορισμένα τυριά διότι συνεισφέρει στο άρωμα και γεύση τους, όπως τυρί emmental, gruyére, γραβιέρα, κ.α.

Ε) Ζυμώσεις παραγωγής διαφόρων αρωματικών ενώσεων

- Ορισμένοι μικροοργανισμοί του γάλακτος έχουν την ικανότητα να παράγουν αρωματικές ενώσεις, όπως διακετύλιο, ακετόνη, κ.α. που προσδίδουν άρωμα στα διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως στα τυριά gouda, edam, κ.α.

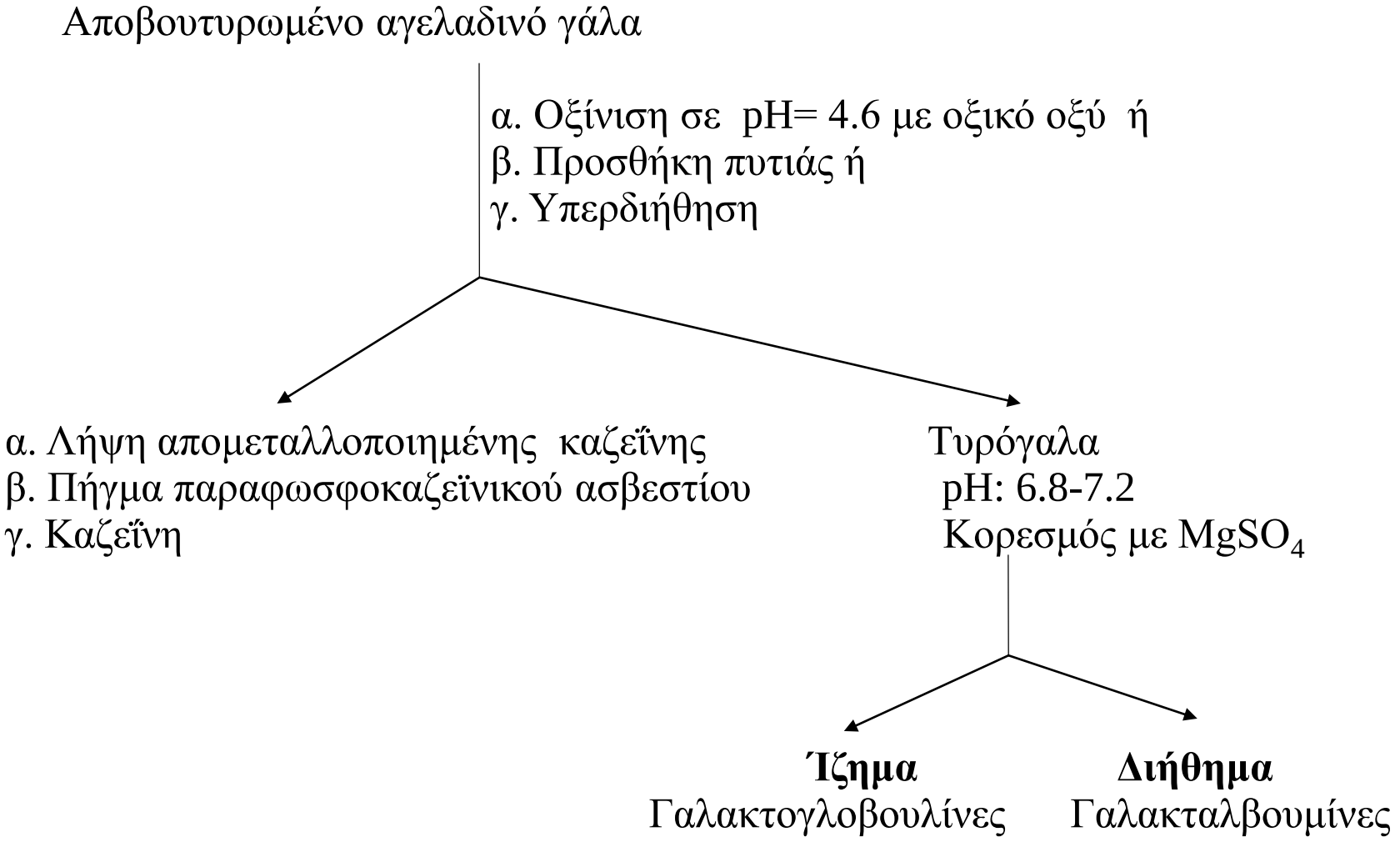
3) Πρωτεΐνες

- Το γάλα περιέχει αζωτούχες ενώσεις που κατανέμονται σε πρωτεΐνες (95%) και άλλες αζωτούχες μη πρωτεϊνικές ενώσεις (5%). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια κατανομή αυτών των ενώσεων.



Σχήμα 1. Κατανομή αζωτούχων ενώσεων στο γάλα

- Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένας διαχωρισμός των κυριότερων πρωτεϊνών του γάλακτος.



Σχήμα 2. Διαχωρισμός των κυριότερων πρωτεϊνών του γάλακτος.

3α. Καζεΐνη

- Η καζεΐνη βρέθηκε με ηλεκτροφόρηση ότι αποτελείται από 4 κλάσματα, αs- καζεΐνες (αs1-καζεΐνη, αs2-καζεΐνη) (~42% της ολικής πρωτεΐνης), β- καζεΐνη (~25%), κ-καζεΐνη(~9%) και γ-καζεΐνη (~4%) με χαμηλή διαλυτότητα στο pH 4,6 (ισοηλεκτρικό σημείο).

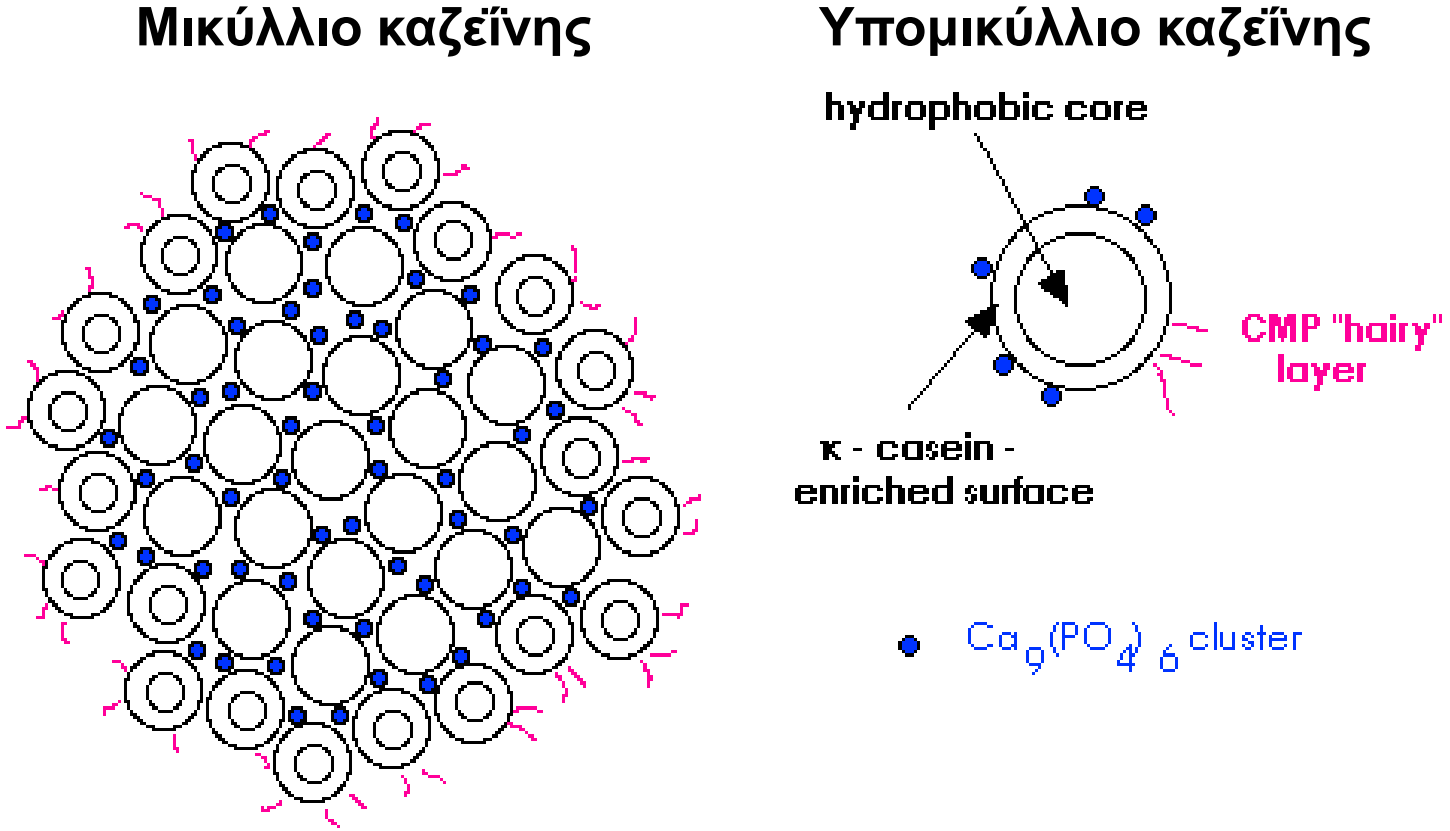
- Τα διάφορα κλάσματα διαφέρουν στην πρωτοταγή δομή, μοριακό βάρος, περιεχόμενο ποσό φωσφόρου, κ.α.

- Τα κλάσματα συνυπάρχουν με φωσφορικό ασβέστιο, Mg^{2+}, κιτρικά ιόντα σε ένα υψηλά εφυδατωμένο σφαιρικό σύμπλοκο, γνωστό ως μικύλλιο (micelle).

- Η συνήθης διάμετρος του μικυλλίου είναι 30-300 nm, με μικρό ποσοστό να προσεγγίζει τα 600 nm.

Μικύλλιο καζεΐνης

Διάφορα μοντέλα έχουν προταθεί για τη δομή του. Το πλέον πιθανό είναι το μοντέλο του μικυλλίου που αποτελείται από υπομικύλλια (διαμέτρου 10-20 nm) που μεταξύ τους συνδέονται με γέφυρες φωσφορικού ασβεστίου.



Σχήμα 3. Δομή μικυλλίου καζεΐνης

Μικύλλιο καζεΐνης

- Υπάρχουν δύο τύποι υπομικυλλίων. Αυτά που περιέχουν κ-καζεΐνη, και τα άλλα που δεν περιέχουν.

- Η κ-καζεΐνη ευρίσκεται στην επιφάνεια των υπομικυλλίων, με ένα μικρό ποσοστό στο εσωτερικό τους. Στην επιφάνειά της το μικύλλιο φέρει νηματίδια (hair layer, πάχους 5 nm), αποτελούμενα από υψηλά εφυδατωμένα πολυπεπτίδια (caseinomacropeptide, CMP) που δημιουργούν μια αδρανή επιφάνεια και βοηθούν στην σταθεροποίηση των μικυλλίων.

- Με την επίδραση οξέος ή ρεννίνης, απελευθερώνονται αυτά τα νηματίδια στον ορό του γάλακτος, η επιφάνεια του μικυλλίου αλλάζει, γίνεται ενεργή, και τα μικύλλια συσσωματώνονται δημιουργώντας πηκτές, όπως στο τυρί.

3β. Πρωτεΐνες τυρογάλακτος

- Στο τυρόγαλα περιέχονται α-γαλακταλβουμίνη και β-γαλακτογλοβουλίνη, που είναι σφαιρικές πρωτεΐνες, ως προς τη δομή. Όπως η καζεΐνη, έτσι και αυτές έχουν αρνητικό φορτίο στο pH 6,6 του γάλακτος.

- Η λειτουργικότητα της β- γαλακτογλοβουλίνης καθορίζεται από την παρουσία υδρόφοβων ομάδων και δισουλφιδικών δεσμών.

- Οι αλληλεπιδράσεις της επηρεάζονται από το pH του γάλακτος. Στο pH του γάλακτος σχηματίζει διμερή με δύο σφαίρες συγκρουόμενες, σε pH κάτω από 3.5 διασπάται σε κάποιο βαθμό προς το μονομερές, σε pH μεταξύ 3.5 και 5.2 το διμερές τετραμερίζεται για να δώσει οκταμερές και σε pH μεγαλύτερο από 7.5 το διμερές διασπάται προς το μονομερές, με σύγχρονη αλλαγή της δομής της.

3β. Πρωτεΐνες τυρογάλακτος

- Η σταθερότητα της δομής της επηρεάζεται από την θερμοκρασία, ούτως ώστε μη ανάστροφες δομικές αλλαγές να συμβαίνουν που έχουν σχέση με την κατεργασία του γάλακτος και την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων.

- Η α- γαλακταλβουμίνη είναι μια μεταλλοπρωτεΐνη ασβεστίου. Το ασβέστιο βοηθά στη συγκράτηση της δομής της πρωτεΐνης.

- Με τους δισουλφιδικούς δεσμούς της ανέπαφους, όπως παρουσιάζεται στο γάλα, μπορεί να συγκρατήσει τη δομή της ή να την επαναφέρει, χωρίς να υποστεί μη ανάστροφες αλλαγές, εκτός σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

4) Οργανικά οξέα

- Το κιτρικό οξύ(1.8 g/l) είναι το κύριο οξύ στο γάλα. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης αυτό εξαφανίζεται ως αποτέλεσμα της δράσης βακτηρίων.

- Άλλα οξέα (γαλακτικό, οξικό) είναι προϊόντα του μεταβολισμού της λακτόζης.

- Το οροτικό οξύ (50.6 mg /100 g σκόνη γάλακτος, 66.4 mg/100 g σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος), η κρεατινίνη (66.3, 84.4) και το ουρικό οξύ (12.4, 15.3) είναι κατάλληλοι δείκτες για τον προσδιορισμό γάλακτος στα τρόφιμα.

5) Ανόργανα συστατικά

- Στο γάλα υπάρχουν άλατα φωσφορικά, χλωριούχα, κιτρικά, διττανθρακικά των καλίου, νατρίου, ασβεστίου, μαγνησίου και αυτά μπορεί να υπάρχουν είτε ως αυτοτελή ιόντα είτε σε κολλοειδή συστήματα.
- Τα ιόντα καλίου, νατρίου, χλωριούχα υπάρχουν ως ελεύθερα ιόντα, ενώ τα ασβεστίου, μαγνησίου σχηματίζουν κυρίως σύμπλοκα με κιτρικά, φωσφορικά και ένα πολύ μικρό ποσοστό υπάρχει ως ελεύθερα ιόντα.
- Κατά την καύση για τον προσδιορισμό της τέφρας τα ανόργανα συστατικά μετατρέπονται στα οξείδιά τους.

6) Ένζυμα

- Ένα πλήθος ενζύμων υπάρχει στο γάλα είτε είναι ενδογενή του γάλακτος προερχόμενα κυρίως από εκκρίσεις των μικροοργανισμών του γάλακτος, είτε εισέρχονται στο γάλα πριν ή μετά την άρμεξη και είναι βακτηριακής προέλευσης.

- Συμμετέχουν στις διαδικασίες παραγωγής των γαλακτοκομικών προϊόντων, ως καταλύτες, και διακρίνονται σε

  - ✓ **υδρολυτικά** (φωσφατάσες, λιπάσες, πρωτεάσες, κ.α.)

  - ✓ **οξειδοαναγωγικά** (ρεδουκτάσες, καταλάσες, υπεροξειδάσες, κ.α.).

6) Ένζυμα

Φωσφατάσες

- Είναι ένζυμα που καταλύουν την υδρόλυση φωσφορικών εστέρων. Η πλέον σημαντική είναι η **αλκαλική φωσφατάση**, που η δοκιμή της εφαρμόζεται για τον έλεγχο αποτελεσματικής παστερίωσης του γάλακτος (ίδε κεφ. της παστερίωσης).
- Ο **βάκιλλος της φυματίωσης** είναι ένας μικροοργανισμός που συνήθως απαντάται στο γάλα, αλλά καταστρέφεται με την παστερίωση.

7) Βιταμίνες

Το γάλα περιέχει τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε, Κ καθώς και το σύμπλεγμα των βιταμινών Β και τη βιταμίνη C σε διάφορα ποσά, της τάξεως mg/l γάλακτος συνήθως.

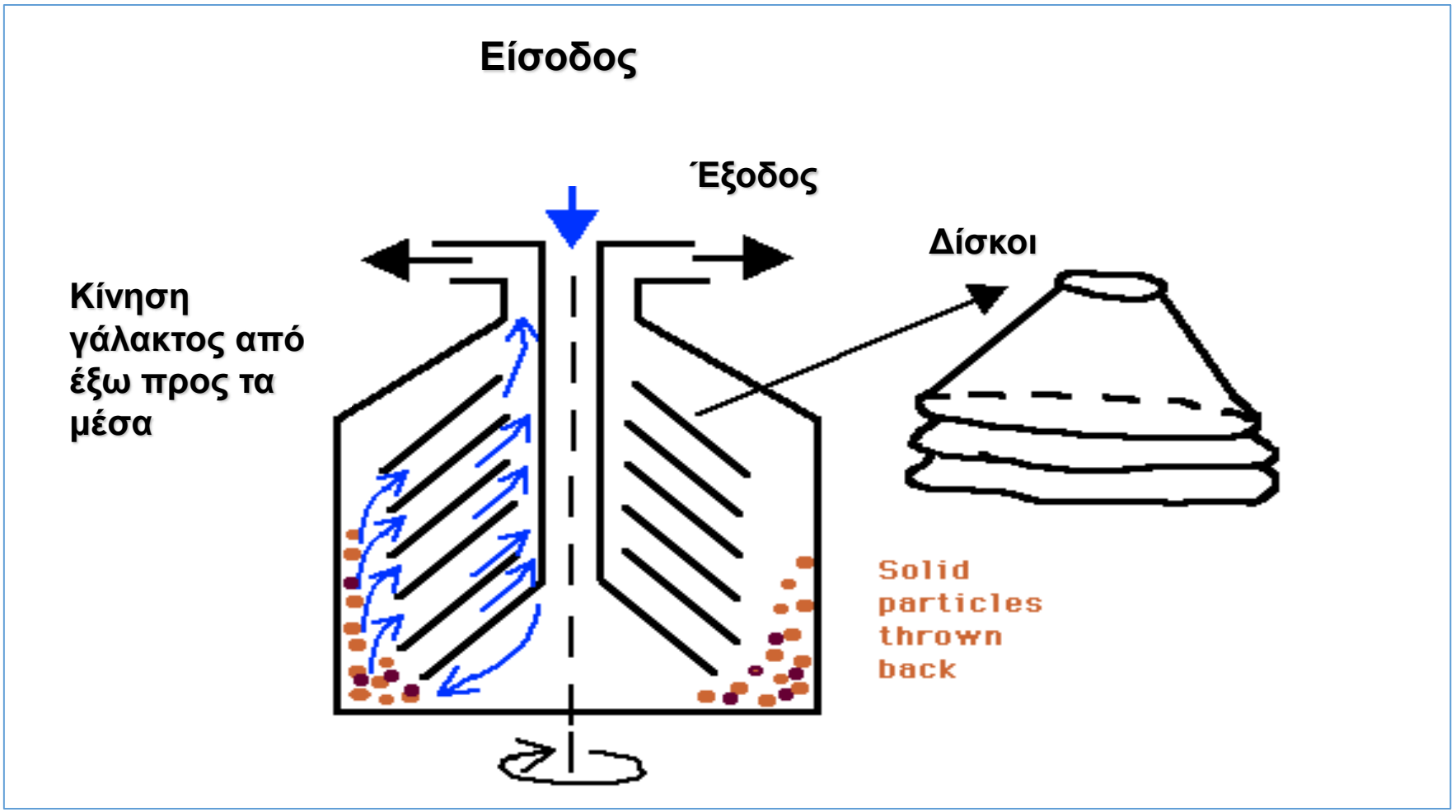
Παραλαβή γάλακτος

- Το άρμεγμα του γάλακτος γίνεται με μηχανές στις σύγχρονες μονάδες εκτροφής ζώων.
- Το γάλα οδηγείται γρήγορα σε δεξαμενές θερμοκρασίας 4.4ºC ή μικρότερης, για αποφυγή ανάπτυξης μικροβίων.
- Το γάλα ενός υγιούς ζώου είναι στείρο, όταν αρμέγεται, αλλά γρήγορα μολύνεται με μικροοργανισμούς από το εξωτερικό σώμα του ζώου και από τους χειρισμούς άρμεξης.
- Το γάλα μεταφέρεται με φορτηγά- ψυγεία στη μονάδα τυποποίησης ή και περαιτέρω κατεργασίας του και εκεί υποβάλλεται σε διάφορα τεστ για τον έλεγχο της ποιότητάς του, όπως προσδιορισμό του λίπους, των ολικών στερεών, του σημείου πήξης για έλεγχο προσθήκης νερού, σε μικροβιολογικό έλεγχο, και σε εκτίμηση του flavor.
- Πιθανόν να γίνει έλεγχος αντιβιοτικών και υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων.

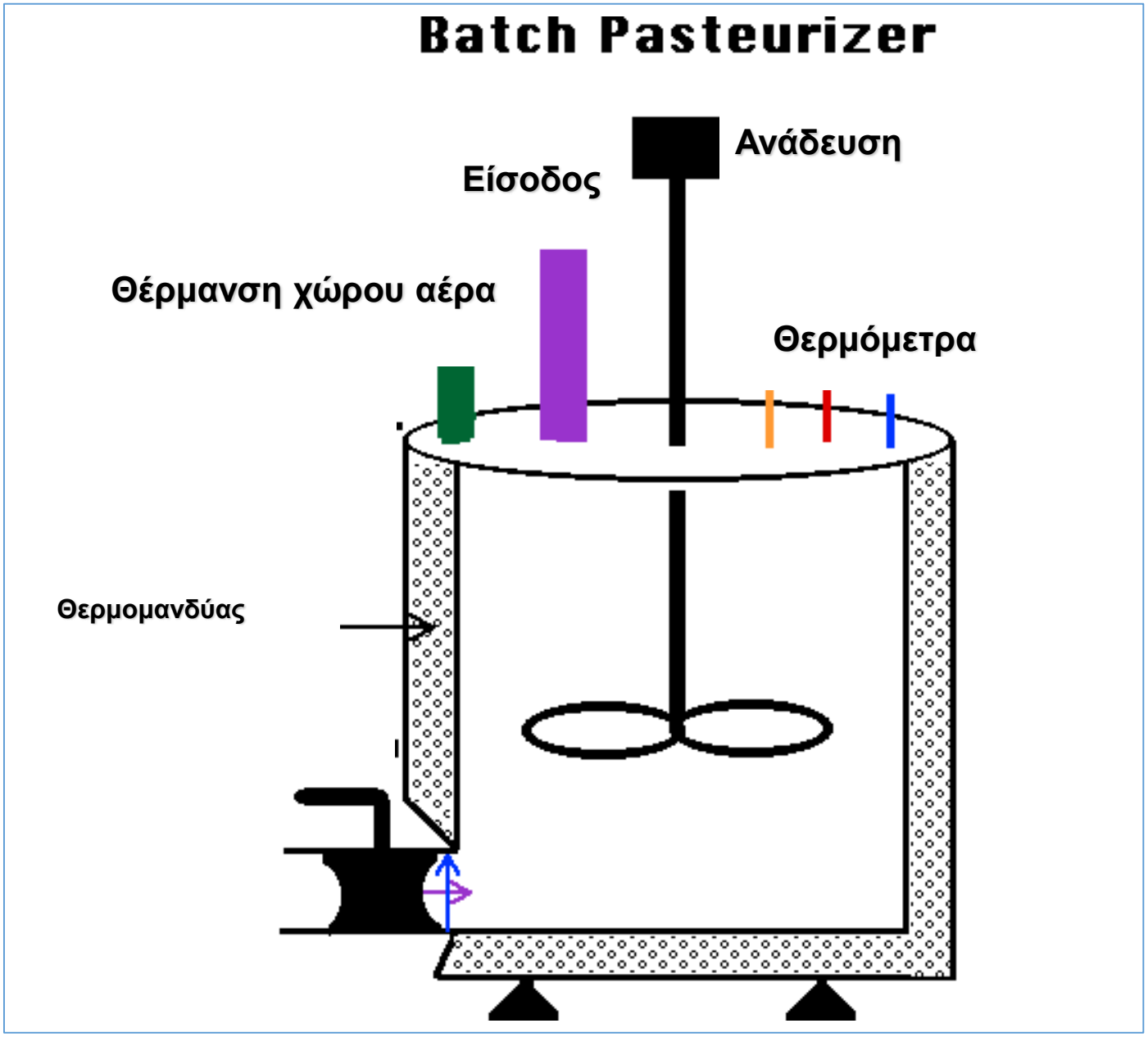
Καθάρισμα (φιλτράρισμα) του γάλακτος (Clarification)

- Το γάλα οδηγείται σε φυγοκεντρικό clarifier για την απομάκρυνση σωματιδίων, βακτηρίων και κυττάρων από τους μαστούς του ζώου (σχήμα).
- Τα σωματίδια ωθούνται προς την περιφέρεια επειδή έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα απ' ότι το ρέον γάλα. Αυτή η διαδικασία δεν είναι επαρκής για την πλήρη απομάκρυνση των βακτηρίων.
- Περισσότερο αποτελεσματική είναι η Bactofuge συσκευή που λειτουργεί με μεγαλύτερη φυγοκεντρική δύναμη.
- Αν όμως το γάλα προορίζεται για κατανάλωση ως υγρό, απαιτείται παστερίωση.

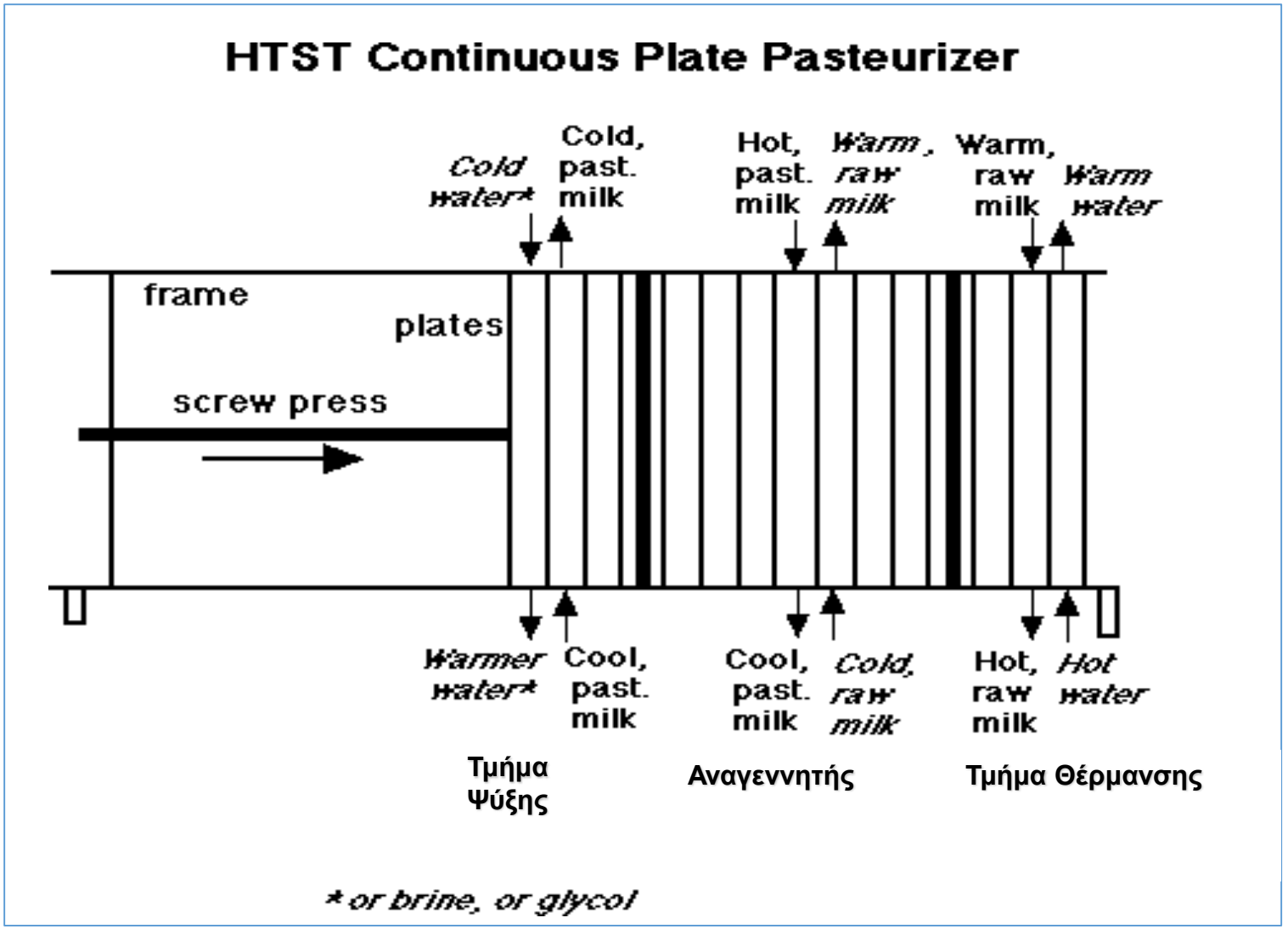
Καθαρισμός



Σχήμα 4. Καθαρισμός γάλακτος από σωματίδια, κύτταρα, κ.ά.



Σχήμα 5. Batch παστεριωτής γάλακτος



Σχήμα 6. HTST συνεχές σύστημα παστερίωσης γάλακτος

- Το ακατέργαστο (raw) γάλα περιέχει διάφορα ένζυμα.
- Η **αλκαλική φωσφατάση** έχει σχέση με τη δημόσια υγεία, διότι ανίχνευσή της σε παστεριωμένο γάλα σημαίνει όχι επαρκή παστερίωση ή μόλυνσή του μετά την παστερίωση. Αδρανοποιείται με την παστερίωση σε ποσοστό περίπου 99.9%.
- Αυτό το ένζυμο ελευθερώνει φαινόλη από φαινολοφωσφορικές ενώσεις . Η ελεύθερη φαινόλη με ορισμένες οργανικές ενώσεις δίδει ένα βαθύ μπλε χρώμα.
- Για το **τεστ της αλκαλικής φωσφατάσης** στο γάλα προστίθεται φαινυλοφωσφορικό δινάτριο (disodium phenyl phosphate), πηγή φαινόλης, που απελευθερώνεται υπό ορισμένες συνθήκες και σε ορισμένο χρόνο, και προσθήκη 2,6-διχλωροκινονοχλωριμίδιο (2,6-dichloro-quinone-chlorimide).
- Εμφάνιση βαθέως μπλε χρώματος (**ινδοφαινόλη**) σημαίνει όχι επαρκή παστερίωση ή μόλυνση του γάλακτος μετά την παστερίωση.

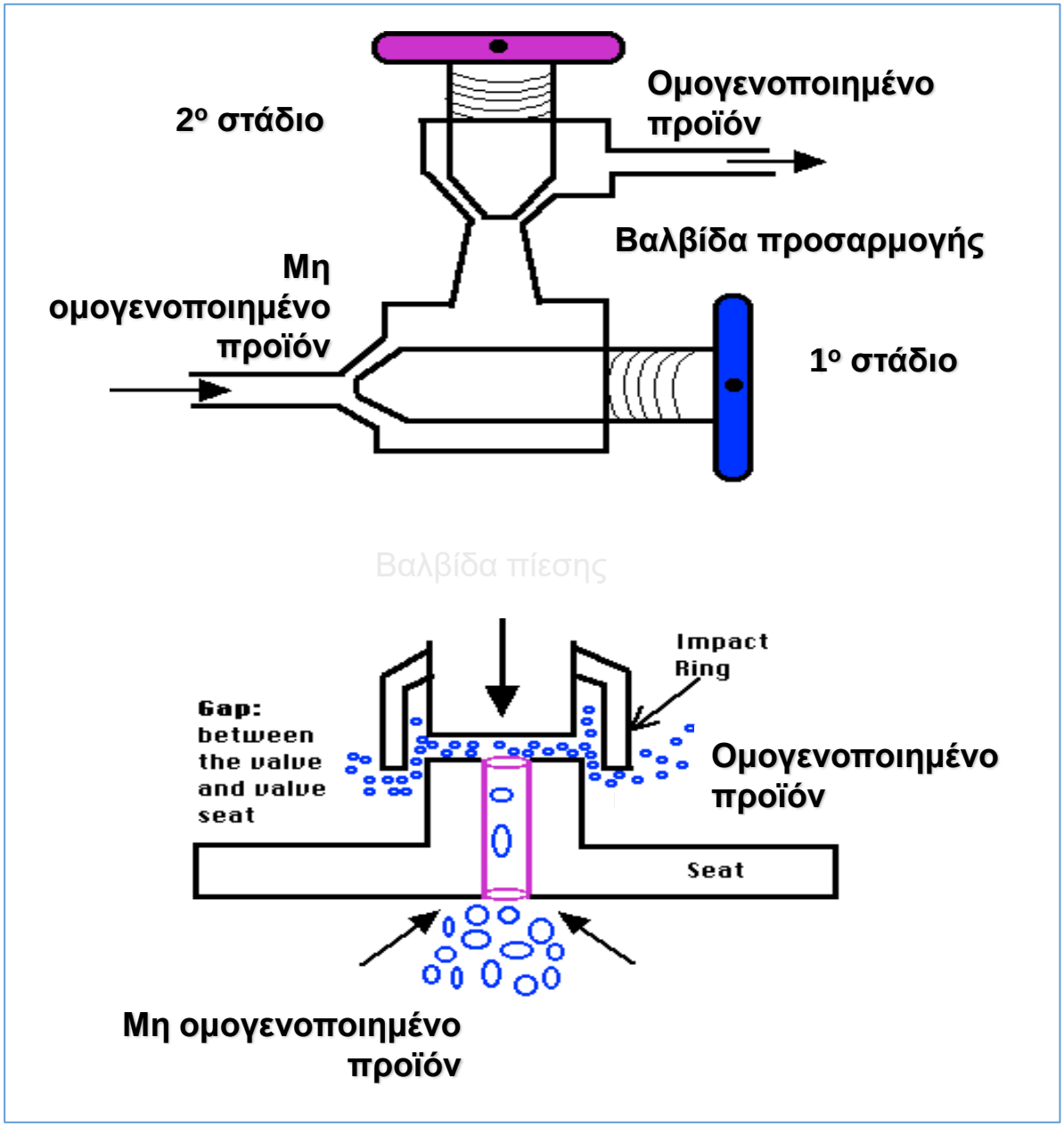
Ομογενοποίηση

- Μετά την παστερίωση ακολουθεί ομογενοποίηση του γάλακτος. Σκοπός της ομογενοποίησης είναι η υποδιαίρεση των λιποσφαιριδίων (globules) σε σωματίδια μικρότερου μεγέθους ούτως ώστε να μην ανυψωθούν στην επιφάνεια του γάλακτος και δημιουργήσουν ξεχωριστή στοιβάδα πριν την κατανάλωσή του.

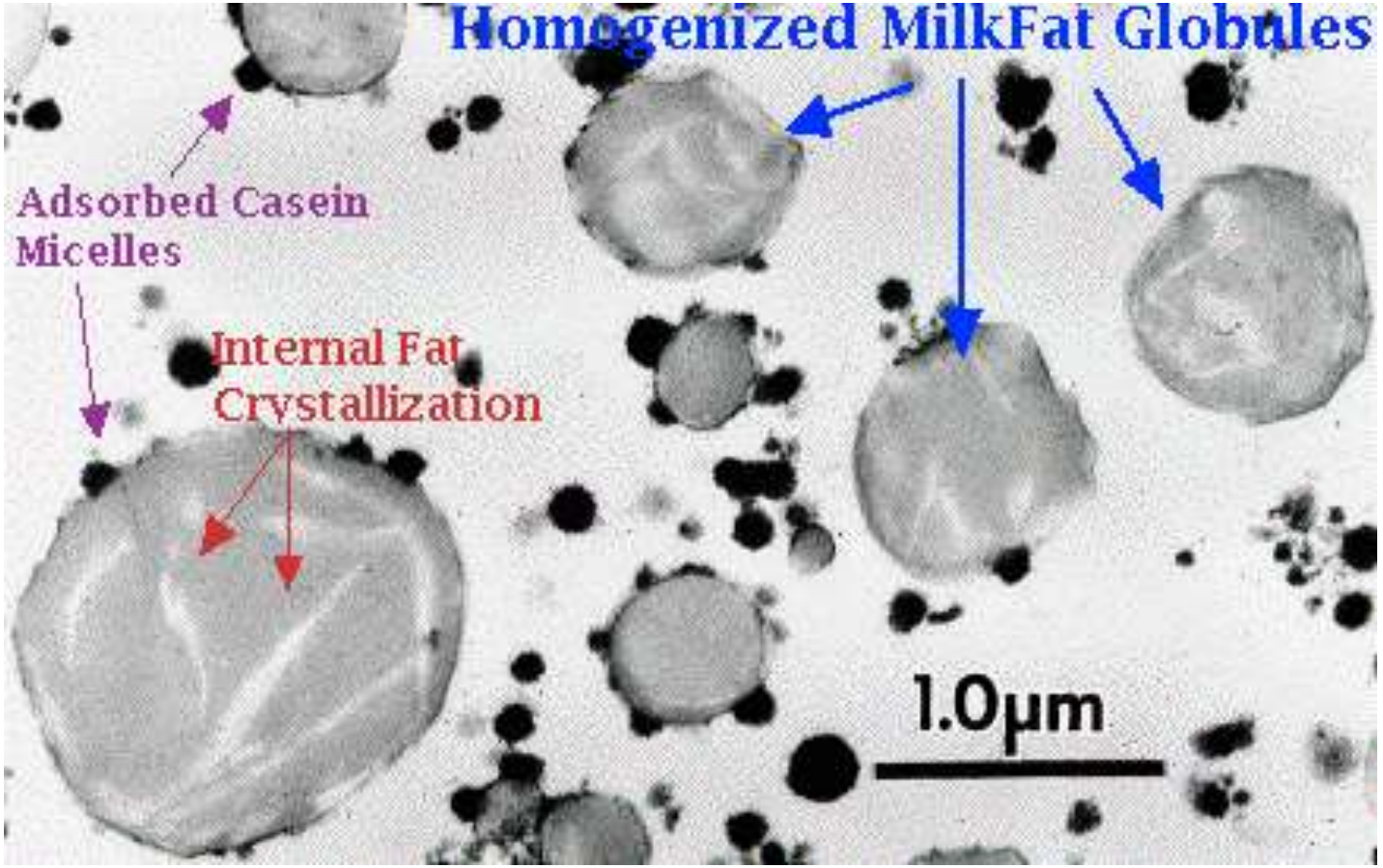
- Το γάλα περιέχει λιποσφαιρίδια διαμέτρου 0.1-20 μm που έχουν την τάση να δημιουργούν συστάδες (clumps) και να ανυψώνονται στην επιφάνεια του γάλακτος (αποκορύφωση).

- Με την ομογενοποίηση το γάλα παρουσιάζεται ομοιόμορφο, σταθεροποιείται και έτσι γίνεται πιο ελκυστικό στον καταναλωτή.

- Σε έναν τύπο ομογενοποιητή το θερμό γάλα εισέρχεται από τη βάση της συσκευής (παρακάτω σχήμα) και με τη βοήθεια υψηλής πίεσης ακολουθεί ελικοειδή πορεία με αποτέλεσμα στο εξερχόμενο ομογενοποιημένο γάλα η διάμετρος των λιποσφαιριδίων να έχει ελαττωθεί στο ένα δέκατο του αρχικού μεγέθους των.



Σχήμα 7. Ομογενοποιητής γάλακτος



Σχήμα 8. Ομογενοποιημένα λιποσφαιρίδια και μικύλλια καζεΐνης

Μετά την ομογενοποίηση και ψύξη, ακολουθεί τυποποίηση του γάλακτος σε χάρτινα και πλαστικά δοχεία και η διανομή του με φορτηγά- ψυγεία.

Διάφοροι άλλοι τύποι κατεργασμένου γάλακτος

α) Γάλα με βιταμίνη D. Στο γάλα προστίθεται, επί πλέον της υπάρχουσας, βιτ. D για τις ανάγκες των παιδιών. Αν το γάλα ακτινοβοληθεί με ακτινοβολία UV, οι ενώσεις στερόλη, και 7-δεϋδροχοληστερόλη μετατρέπονται σε βιτ. D3 αλλά το ποσό της βιτ. D είναι περιορισμένο. Πιο συνήθης και αποτελεσματική είναι η προσθήκη βιτ. D στο γάλα.

β) Γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο. Για περιπτώσεις ανθρώπων με υψηλή πίεση απαιτούνται τροφές χαμηλής περιεκτικότητας σε Na. Η απομάκρυνση του Na γίνεται με ιονανταλλακτικές ρητίνες και αντικαθίσταται από κάλιο.

γ) Γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε λακτόζη. Κανονικά η λακτόζη υδρολύεται από τη ***λακτάση*** σε γλυκόζη και γαλακτόζη που εύκολα απορροφούνται από το λεπτό έντερο**.** Πολλοί άνθρωποι παρουσιάζουν δυσανεξία στο γάλα, επειδή παράγουν χαμηλά ποσά λακτάσης, που υδρολύει μερικά τη λακτόζη. Η απομείνασα λακτόζη δεν απορροφάται από το λεπτό έντερο και περνάει στο παχύ, όπου εκεί υφίσταται μικροβιακή ζύμωση προκαλώντας εντερική δυσφορία. Ένας τρόπος να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα είναι να επεξεργαστεί το γάλα με λακτάση.

Διάφοροι άλλοι τύποι κατεργασμένου γάλακτος

δ) Αποστειρωμένο γάλα. Το γάλα, αντί να παστεριωθεί, μπορεί να θερμανθεί σε υψηλές θερμοκρασίες για πολύ λίγο χρόνο π.χ. στους 150 ºC για 2-3 sec, προκειμένου να αποφευχθεί η γεύση καμένου γάλακτος και η αλλαγή της εμφάνισής του και αμέσως μετά να ψυχθεί και να τυποποιηθεί άσηπτα. Το γάλα αυτό αναφέρεται ως αποστειρωμένο **Ultra High -Temperature (UHT)** κατεργασμένο γάλα, και διατηρείται περισσότερο χρόνο απ' ότι το παστεριωμένο (6-9 μήνες).

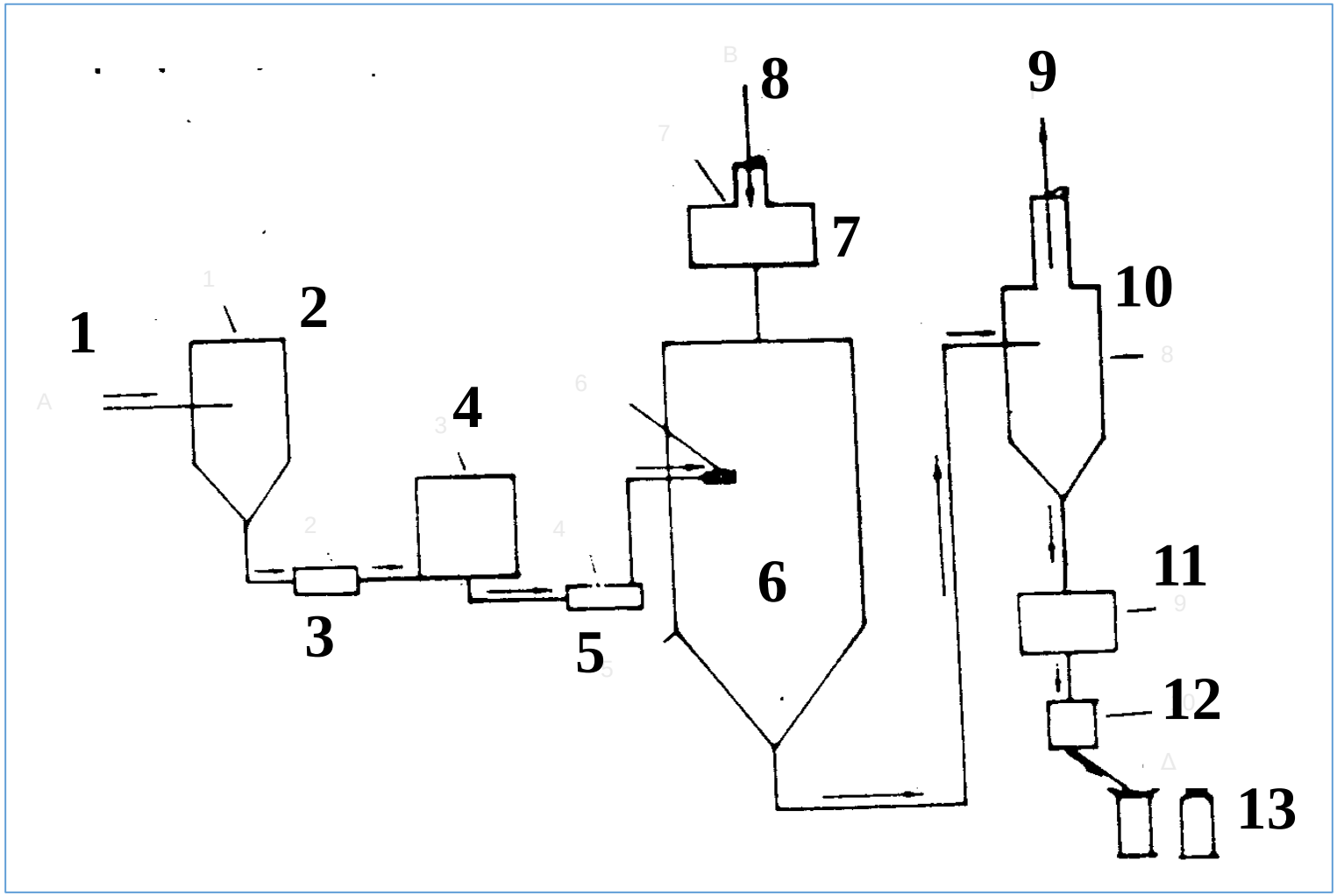
ε) Συμπυκνωμένο γάλα (γάλα εβαπορέ). Το γάλα εβαπορέ είναι ο πλέον διαδεδομένος τύπος συμπυκνωμένου γάλακτος. Προκύπτει από τη συμπύκνωση κατά 2 φορές περίπου του νωπού γάλακτος. Το νωπό γάλα διηθείται, συμπυκνώνεται με θέρμανση στους 48-60ºC υπό κενό, ενισχύεται με βιτ. D, ομογενοποιείται για να αποφευχθεί διαχωρισμός του λίπους (αποκορύφωση), ψύχεται, συσκευάζεται σε κατάλληλα (από λευκοσίδηρο) δοχεία και αποστειρώνεται στους 115ºC για 15 min.

Διάφοροι άλλοι τύποι κατεργασμένου γάλακτος

στ) Συμπυκνωμένο σακχαρούχο γάλα. Το συμπυκνωμένο σακχαρούχο γάλα δεν αποστειρώνεται, αλλά ο πολλαπλασιασμός των βακτηρίων εμποδίζεται από την υψηλή συγκέντρωση του σακχάρου. Το συμπυκνωμένο σακχαρούχο γάλα παρασκευάζεται από παστεριωμένο γάλα που συμπυκνώνεται υπό κενό και μετά προστίθεται σακχαρόζη σε συγκέντρωση περίπου 63%.

ζ) Φρέσκο γάλα χαμηλών λιπαρών. Με τη βοήθεια κατάλληλης φυγοκεντρικής συσκευής το φρέσκο γάλα μπορεί να διαχωριστεί σε κρέμα και αποβουτυρωμένο γάλα (1%, 2% λίπος). Επειδή με την απομάκρυνση του λίπους απομακρύνεται και μέρος των λιποδιαλυτών βιταμινών, συνηθίζεται η προσθήκη βιτ. Α και D.

η) Γάλα σκόνη. Το πλήρες γάλα αφυδατώνεται έως περίπου 97% στερεά με ξηραντήρα δια καταιονισμού υπό κενό (spray drying και vacuum drying). Κατά τη παραμονή του, το γάλα σκόνη αποκτά μια άσχημη μυρωδιά οξειδωτικού συνήθως χαρακτήρα.



Σχήμα 9. Ροή διεργασιών για παραγωγή σκόνης γάλακτος. 1. Εισαγωγή γάλακτος, 2. Δοχείο αποθήκευσης γάλακτος, 3. Αντλία, 4. Δοχείο διατήρησης γάλακτος, 5. Αντλία, 6. Πύργος ξήρανσης, 7. Καταιονιστήρας, 8. Είσοδος θερμού αέρα, 9. Έξοδος χρησιμοποιηθέντος αέρα, 10. Συλλέκτης, 11. Χοάνη, 12. Κόσκινο, 13. Συσκευασία ξηρού γάλακτος.

Θρεπτική αξία του γάλακτος

- Το γάλα αποτελεί την πρώτη τροφή για τα νεογνά διαφόρων θηλαστικών, και ως εκ τούτου είναι μια πλήρης τροφή που η σύνθεσή της είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες κάθε είδους.

- Ειδικότερα όσον αφορά τις πρωτεΐνες του γάλακτος είναι υψηλής διατροφικής αξίας και βαθμολογούνται με 0.9, σε σχέση με τις πρωτεΐνες του αυγού που βαθμολογούνται με 1.0.

- Οι πρωτεΐνες του γάλακτος παρουσιάζουν μια υστέρηση σε θειούχα αμινοξέα, όπως μεθειονίνη, κυστεΐνη, σε μεγαλύτερο βαθμό στην καζεΐνη παρά στις πρωτεΐνες του τυρογάλακτος.

- Η καζεΐνη, λόγω της δομής της, είναι γενικά πολύ εύπεπτη.

Θρεπτική αξία του γάλακτος

- Ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Ασίας και Αφρικής και μικρότερο της Αμερικής και Ευρώπης παρουσιάζουν δυσανεξία στο γάλα (lactose intolerance), λόγω ελαττωμένης παραγωγής του ενζύμου ***β-γαλακτοσιδάση*** (***λακτάση***), απαραίτητου για την πέψη του γάλακτος.

- Συμπτώματα της δυσανεξίας είναι φούσκωμα (λόγω παραγωγής CO_2 από διάφορους μικροοργανισμούς), διάρροια, πόνοι στην κοιλιά.

- Στην περίπτωση αυτή γαλακτοκομικά προϊόντα (γιαούρτη, τυρί, κ.α.), όπου η λακτόζη είναι πλήρως ή μερικώς ζυμωμένη είναι απαραίτητα.

- Επίσης η παρουσία στο γάλα πολλών βιταμινών, ασβεστίου, φωσφόρου και άλλων ιχνοστοιχείων το καθιστούν πολύτιμη τροφή για τον άνθρωπο.

Υποκατάστατα γάλακτος (Imitation milk)

- Στις αγορές ασιατικών και άλλων χωρών κυκλοφορούν υποκατάστατα (απομιμήσεις) γάλακτος, που μοιάζουν με το γάλα (**imitation milks**), αλλά δεν περιέχουν λίπος γάλακτος ούτε άλλα συστατικά προερχόμενα από γάλα.

- Άλλωστε η τιμή του λίπους του γάλακτος (βούτυρο, κρέμα γάλακτος) είναι αρκετά υψηλή και γι΄ αυτό το λόγο η παραγωγή και εμπορία των μαργαρινών είναι πολύ διαδεδομένη.

- Τα imitation milks παρασκευάζονται από παράγωγα καζεΐνης ή πρωτεΐνη σόγιας, φυτικές λιπαρές ύλες και ενισχύονται με βιταμίνες. Έχουν διατροφική αξία και προσφέρονται σε χαμηλότερη τιμή απ' ότι το φυσικό γάλα.

Γαλακτοκομικά προϊόντα
1) Κρέμα γάλακτος

- Για το διαχωρισμό του λίπους από το γάλα ή το τυρόγαλα υπάρχουν δύο τρόποι: η **φυσική αποκορύφωση** και η **μηχανική**. Η παχύρρευστη στοιβάδα που διαχωρίζεται ονομάζεται **κρέμα** ή **κορυφή** ή **ανθόγαλα** και ανάλογα **κρέμα γάλακτος** ή **κρέμα τυρογάλακτος**.
- Η κρέμα είναι ένα **γαλάκτωμα λίπους σε νερό**, που περιέχει και άλλα συστατικά του γάλακτος (πρωτεΐνες, λακτόζη άλατα, κ.α.).
- Με τη φυσική αποκορύφωση, λόγω μικρότερης πυκνότητας του λίπους σε σχέση με το νερό, το λίπος (λιποσφαίρια) ανέρχεται στην επιφάνεια γάλακτος που βρίσκεται εν ηρεμία. Η ταχύτητα ανόδου του λίπους είναι ανάλογη α) της θερμοκρασίας του γάλακτος β) του μεγέθους των λιποσφαιρίων, και αντιστρόφως ανάλογη του στρώματος (βάθους) του γάλακτος.
- Με τη φυσική αποκορύφωση, λαμβάνεται το 70-75% του λίπους του γάλακτος και υπάρχει κίνδυνος αύξησης της οξύτητας της κρέμας λόγω μεγαλύτερης διάρκειας της διεργασίας. Η περιεκτικότητα της κρέμας σε λίπος κυμαίνεται μεταξύ 25-35%.

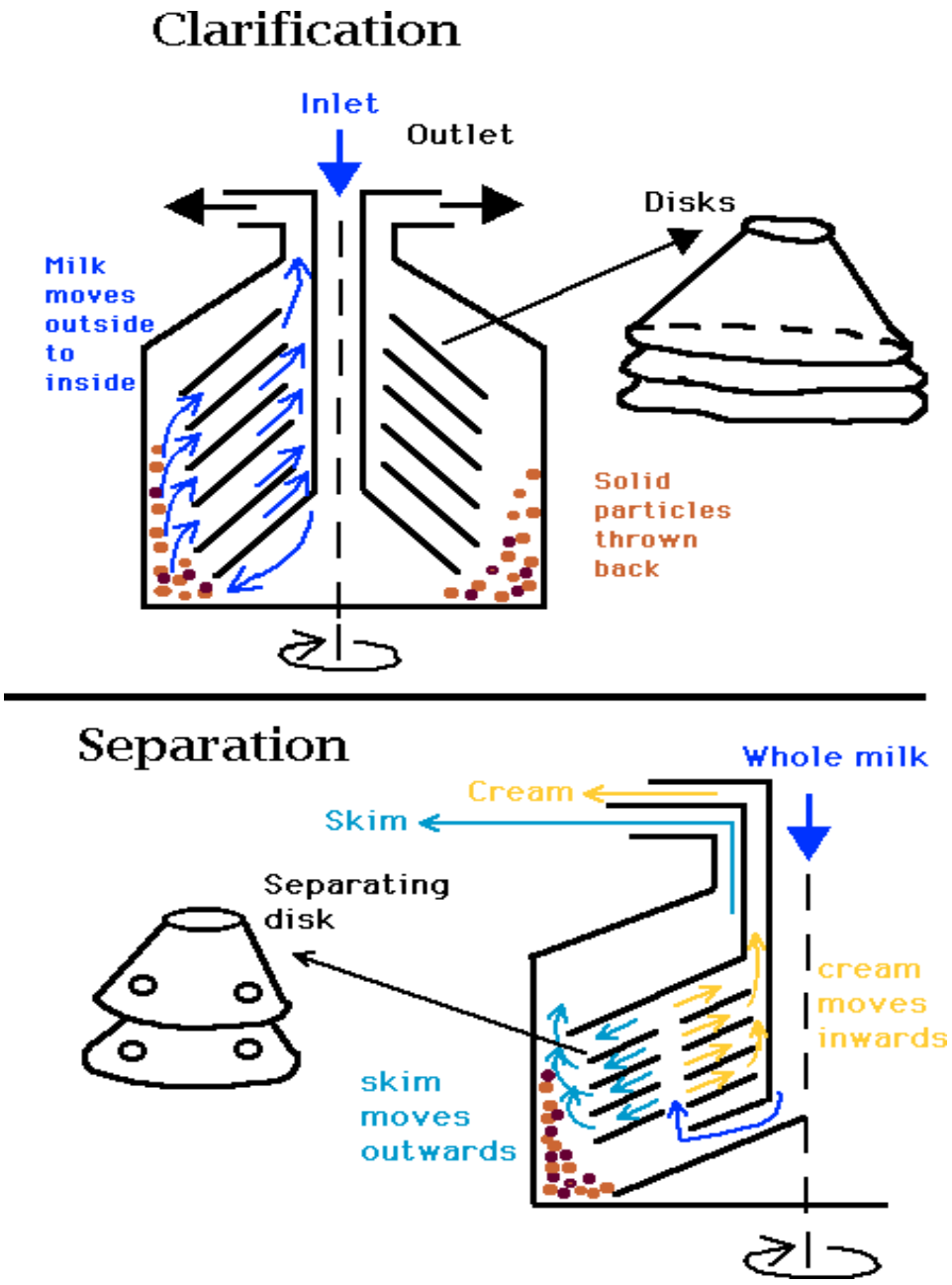
Γαλακτοκομικά προϊόντα

- **1) Κρέμα γάλακτος**

- Με τη μηχανική αποκορύφωση η κρέμα γάλακτος μπορεί να ληφθεί με φυγοκέντρηση κρύου (5-10 ^{o}C) ή ζεστού μη ομογενοποιημένου γάλακτος.

- Ο κρύος διαχωρισμός είναι λιγότερο αποτελεσματικός όσον αφορά τη διάρρηξη της μεμβράνης των λιποσφαιριδίων και η κρέμα που λαμβάνεται περιέχει περισσότερες ανοσογλοβουλίνες και είναι πιο ιξώδης απ' ότι η κρέμα που λαμβάνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

- Οι φυγόκεντροι ονομάζονται κορυφολόγοι και η ταχύτητα περιστροφής τους είναι 5000-15000 στροφές/min ανάλογα με το βαθμό αποκορύφωσης του γάλακτος. Αποτελούνται περίπου από 120 δίσκους που είναι τοποθετημένοι σε κεντρικό άξονα υπό κλίση 45-60°, και απέχουν μεταξύ τους 0.4-2 mm, αφήνοντας κενό. Όταν λειτουργεί η συσκευή, τα λιποσφαίρια (κρέμα) που έχουν μικρότερη πυκνότητα απ' ότι το αποβουτυρωμένο γάλα, υπό την επίδραση της φυγοκεντρικής δύναμης, κινούνται προς τον άξονα περιστροφής, ενώ το αποβουτυρωμένο γάλα προς τα έξω (βλέπε παρακάτω σχήμα).



Σχήμα 10. Καθαρισμός γάλακτος και διαχωρισμός λίπους γάλακτος

Γαλακτοκομικά προϊόντα

1) Κρέμα γάλακτος

- Η απόδοση μπορεί να φθάσει περίπου το 100%, και δεν υπάρχει κίνδυνος αύξησης της οξύτητας της κρέμας λόγω μικρότερης διάρκειας της διεργασίας.

- Η περιεκτικότητα της κρέμας σε λίπος κυμαίνεται από 10-50%.

- Η κρέμα γάλακτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη ζαχαροπλαστική, στη μαγειρική, στην παρασκευή βουτύρου, μερικών τύπων τυριών και παγωτών.

- Η κρέμα μετά την παραλαβή της πρέπει να παστεριωθεί για να απαλλαγεί από το μικροβιολογικό φορτίο και να συντηρηθεί περισσότερο χωρίς αλλοίωσή της. Η παστερίωση της κρέμας γίνεται συνήθως με εναλλάκτη θερμότητας στους 90°C για 15 sec. Μ' αυτήν τη συσκευή επιτυγχάνεται και απόσμηση της κρέμας υπό κενό και άμεση ψύξη της στην επιθυμητή θερμοκρασία.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

1) Κρέμα γάλακτος

- Αν επιδιώκεται ωρίμανση και παραλαβή ξινής (sour) κρέμας, τότε στην κρέμα πρέπει να προστεθούν καλλιέργειες βακτηρίων *Lactoccocus lactis*, υποείδη *lactis*, *cremoris*, *diacetylactis*.

- Η ωρίμανση γίνεται σε ειδικές μονωμένες δεξαμενές στους 8-19ºC για 24 h. Κατά την ωρίμανση αυξάνεται η οξύτητα της κρέμας, παράγονται αρωματικές ενώσεις και με κατάλληλη ρύθμιση της θερμοκρασίας έχουμε μερική κρυστάλλωση του λίπους που βοηθά σε καλύτερη συνεκτικότητα του μετέπειτα παραγόμενου βουτύρου.

- Αν η κρέμα δεν έχει υποστεί ωρίμανση, τότε η μερική κρυστάλλωση του λίπους επιτυγχάνεται με συντήρηση της κρέμας στους 6-10ºC για 3-29 h.

- Αντί κρέμας γάλακτος κυκλοφορεί τεχνητό αφρόγαλα ή υποκατάστατο κρέμας σαντιγί στα οποία το λίπος έχει αντικατασταθεί με άλλη ξένη λιπαρή ουσία.

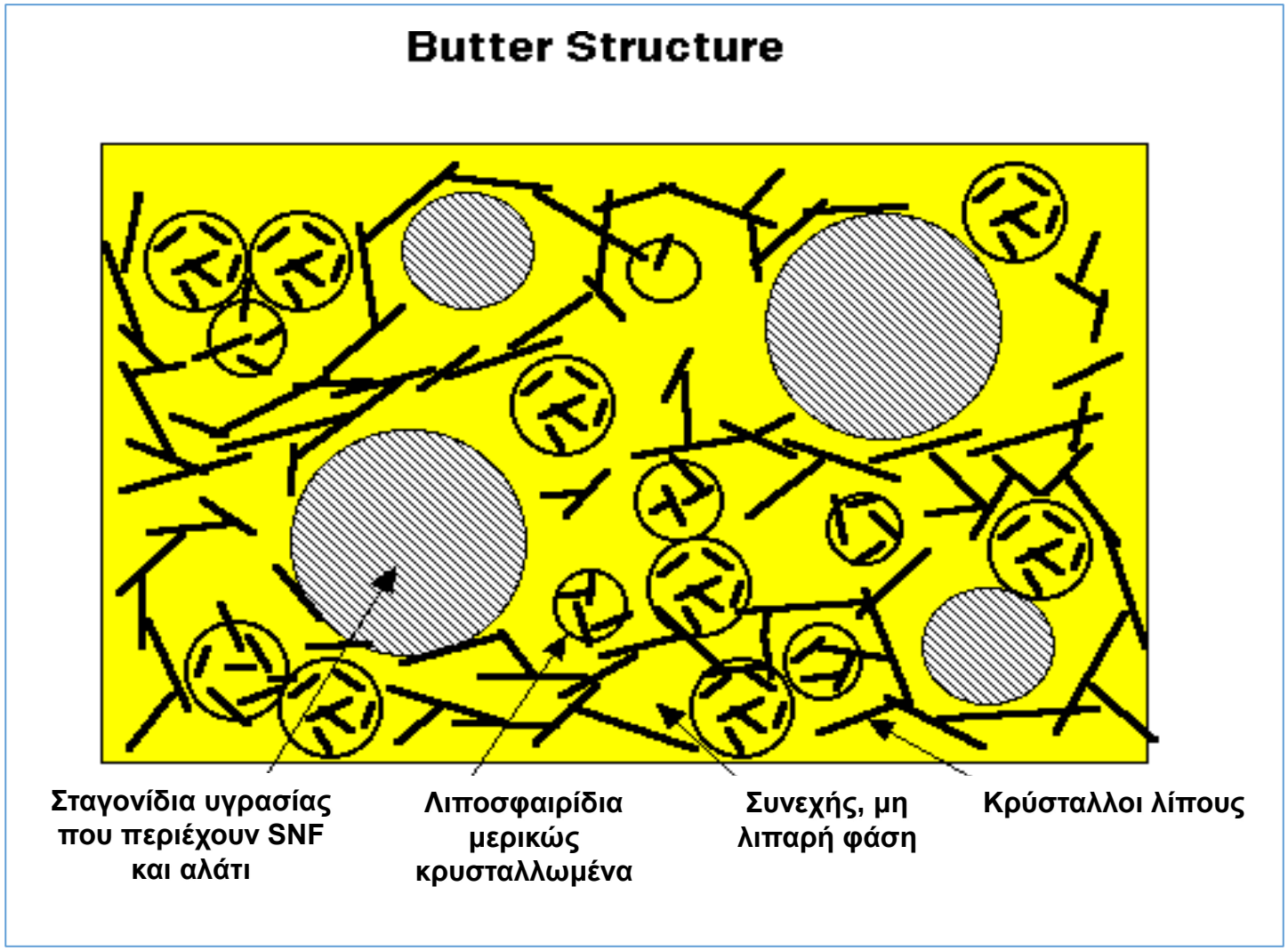
Γαλακτοκομικά προϊόντα

2) Βούτυρο

- Κτύπημα της κρέμας προκαλεί διάρρηξη περαιτέρω της μεμβράνης των λιποσφαιριδίων με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση και συνένωση των εμφανισθέντων τριγλυκεριδίων που αποτελούν την καρδιά των λιποσφαιριδίων.

- Με το κτύπημα της κρέμας έχουμε **μετάβαση από γαλάκτωμα λίπους σε νερό σε γαλάκτωμα νερού σε λίπος** (βούτυρο, 80% τουλάχιστον λίπος).

- Κυκλοφορούν πολλά είδη βουτύρου, όπως νωπό βούτυρο (όνομα ζώου), ημιαλατισμένο νωπό βούτυρο (όνομα ζώου) αλατισμένο νωπό βούτυρο (όνομα ζώου), τηγμένο βούτυρο (όνομα ζώου) ή τηγμένο βούτυρο γάλακτος (όνομα ζώου) ή βούτυρο μαγειρικό (όνομα ζώου).



Σχήμα 11. Δομή βουτύρου

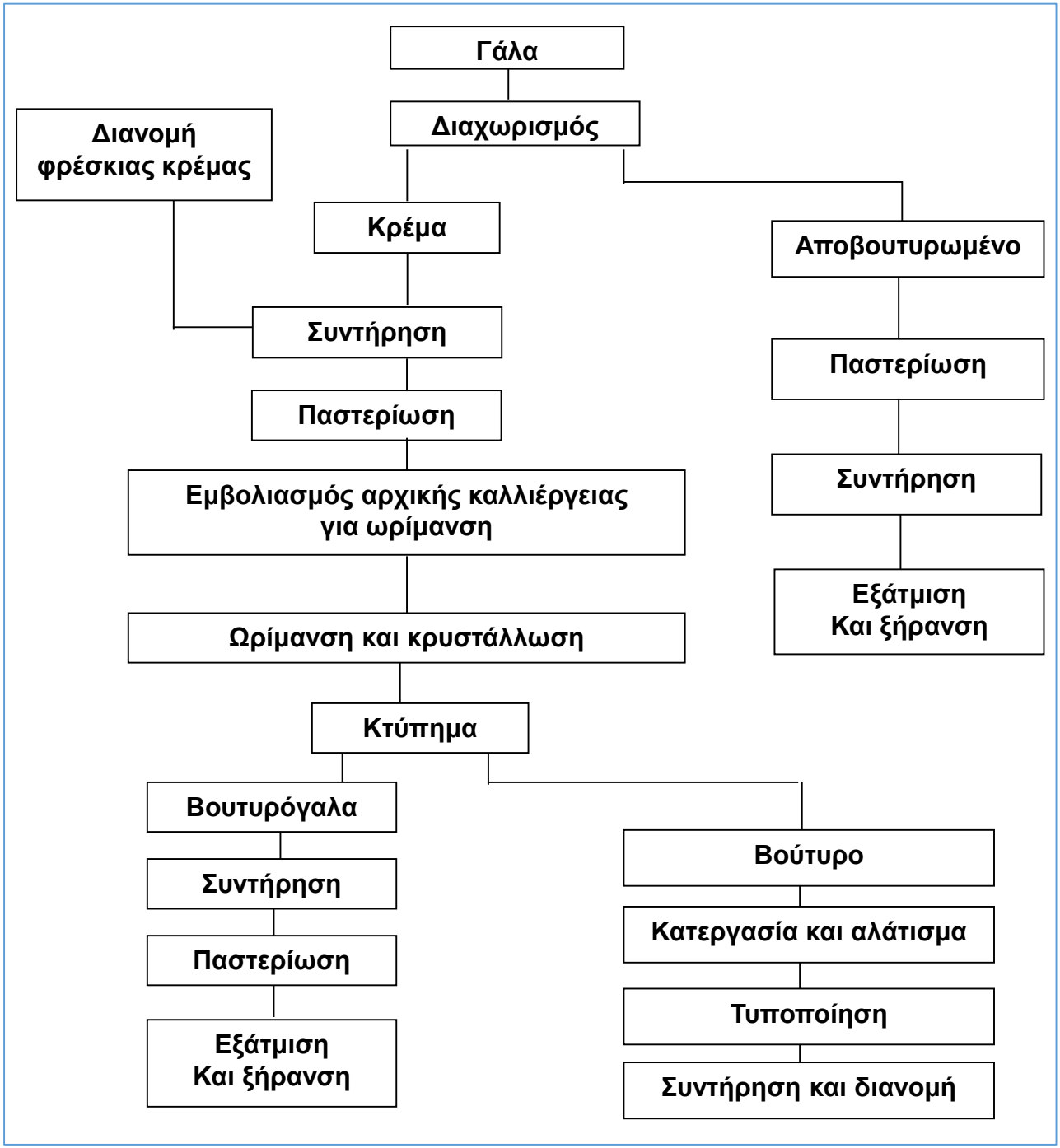
Γαλακτοκομικά προϊόντα

2) Βούτυρο

- Το βούτυρο είναι ένα ευαίσθητο προϊόν και οι αλλοιώσεις του μπορεί να είναι φυσικοχημικής ή και μικροβιολογικής προέλευσης με άμεσες οργανοληπτικές συνέπειες. Οι κυριότερες αλλοιώσεις του βουτύρου είναι: Τάγγιση, γεύση ψαριού, γεύση σήψης, ανωμαλίες χρώματος, μούχλες.
- Η ***τάγγιση*** οφείλεται σε υδρόλυση ή οξείδωση του λίπους
- Η ***γεύση ψαριού*** οφείλεται στο σχηματισμό τριμεθυλαμίνης από διάσπαση της λεκιθίνης.
- Η ***γεύση σήψης*** οφείλεται σε διάσπαση των πρωτεϊνών
- Οι ***ανωμαλίες χρώματος*** οφείλονται στην ανάπτυξη σχιζομυκήτων με εμφάνιση μαύρων ή κόκκινων κηλίδων στην επιφάνεια του βουτύρου.
- Οι ***μούχλες*** αναπτύσσονται σε μη αλατισμένο βούτυρο που προέρχεται από όξινη κρέμα.
- Για την αποφυγή των αλλοιώσεων πρέπει να τηρούνται επιμελώς όλοι οι κανόνες καθαριότητας, βουτυροποίησης, συντήρησης και διακίνησης του προϊόντος.

Σχήμα 12.

Διαγραμματική πορεία παρασκευής βουτύρου με όλα τα υποπροϊόντα



Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

- Ως τυρί ορίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το πήγμα του γάλακτος αγελάδας ή και άλλων ζώων ή και μιγμάτων αυτών και το οποίο πήγμα ελήφθη από την πήξη της καζεΐνης με ενζυμική δράση (συνήθως ρεννίνη), ή με οξύ (συνήθως γαλακτικό οξύ), ή συνδυασμό αυτών και με ή χωρίς περαιτέρω επεξεργασία του πήγματος με θερμότητα, πίεση, αλάτιση, και ωρίμανση (ζύμωση) με επιλεγμένους μικροοργανισμούς.

- Αυτός ο ορισμός δεν καλύπτει τυριά που παρασκευάζονται από το τυρόγαλο που απομένει μετά την απομάκρυνση της πηγμένης καζεΐνης.

- Η βάση για την παρασκευή τυριού ξεκίνησε τυχαία όταν ως δοχείο για γάλα αγελάδας χρησιμοποιήθηκε το στομάχι νεαρού μοσχαριού.

- Έκτοτε, η παρασκευή τυριού ήταν ένας τρόπος συντήρησης των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος που περίσσευε.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

- Αναπτύχθηκαν πολλοί (εκατοντάδες) τύποι τυριών που γενικά χωρίζονται στις κατηγορίες **πολύ σκληρά**, **σκληρά**, **ημίσκληρα**, **μαλακά** τυριά ανάλογα με την υφή (περιεχόμενη υγρασία) ή σε ωριμασμένα ή μη, εάν έχουν υποστεί ωρίμανση από βακτήρια ή άλλους μικροοργανισμούς ή μη.
- Παρακάτω θα περιγραφούν κοινά βήματα για παρασκευή τυριών:

1. Προκατεργασία του γάλακτος.
2. Πρόσθετα
3. Εμβολιασμός γάλακτος με γαλακτικά βακτήρια
4. Πήξη γάλακτος με προσθήκη πυτιάς (ρεννίνη)
5. Επεξεργασία τυροπήγματος
6. Ωρίμανση τυριού

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

1) Προκατεργασία του γάλακτος.

- Όπως συμβαίνει με την παρασκευή των περισσότερων γαλακτοκομικών προϊόντων το γάλα πρέπει να διηθηθεί και να στανταριστεί (**τυποποιηθεί**).
- Παραδοσιακά η διήθηση γίνεται με ειδικά φίλτρα. Στις βιομηχανικές μονάδες χρησιμοποιούνται φυγοκεντρικές συσκευές.
- Προκειμένου το προς παρασκευή τυρί να καλύπτει τις απαιτούμενες προδιαγραφές για την ποικιλία του, ρυθμίζεται το λίπος του προς τυροκόμηση γάλακτος είτε αυξάνοντας τη λιποπεριεκτικότητα, προσθέτοντας κρέμα, είτε αφαιρώντας λίπος από το γάλα με φυγοκέντριση (φυγοκεντρικός τυποποιητής). Με το φυγοκεντρικό τυποποιητή γίνεται και το φιλτράρισμα του γάλακτος, η απομάκρυνση δηλαδή των ξένων υλών.
- Ακολουθεί θερμική επεξεργασία του γάλακτος (συνήθως παστερίωση) για την ελάττωση του μικροβιακού φορτίου.
- Ομογενοποίηση δεν γίνεται συνήθως διότι αυξάνει ο αριθμός των λιποσφαιριδίων ελαττωμένου του μεγέθους των, και έτσι αυξάνει η συνολική τους επιφάνεια που προσροφούν στην επιφάνειά τους μικύλλια καζεΐνης. Με την προσθήκη ρεννίνης το λαμβανόμενο πήγμα είναι πολύ ασθενές και η τάση για τάγγιση του λίπους μεγαλύτερη.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

2) Πρόσθετα

- Ως πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν: Χλωριούχο ασβέστιο, νιτρικά, χρώμα, λιπάσες, υπεροξείδιο του υδρογόνου.
- Το $CaCl_2$ βοηθά στην πήξη και ελαττώνει το απαιτούμενο ποσό ρεννίνης. Το KNO_3 ή $NaNO_3$ για να ελέγξει ανεπιθύμητα αποτελέσματα του *Clostridium tyrobutyricum* σε τυριά, όπως το Edam, Gouda, κ.α.
- Επειδή το χρώμα του γάλακτος ποικίλει από εποχή σε εποχή, μπορεί να προστεθεί χρώμα για να σταναρισθεί το χρώμα του τυριού. Annato, β-καροτένιο, και πάπρικα χρησιμοποιούνται.
- Το H_2O_2 χρησιμοποιείται εναλλακτικά αντί παστερίωσης.
- Οι λιπάσες με την παστερίωση του γάλακτος απενεργοποιούνται. Προσθήκη λιπασών γίνεται όταν επιδιώκεται υδρόλυση των λιπών για τη λήψη του κατάλληλου flavour στο τυρί.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

3) Εμβολιασμός γάλακτος με γαλακτικά βακτήρια (starter culture) και ωρίμανσή του

- Τα γαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν λακτόζη, παράγουν γαλακτικό οξύ που χαμηλώνει το pH.

- Το χαμήλωμα του pH βοηθά στην πήξη του γάλακτος, στη συναίρεση, εμποδίζει την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων, και συνεισφέρει στη δομή και άρωμα του τυριού.

- Μετά τον εμβολιασμό του, το γάλα παραμένει για περίπου 1 h στους 30 ^{o}C για να αναπτυχθεί η απαιτούμενη οξύτητα (ωρίμανση του γάλακτος).

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

4) Πήξη

- Η πήξη του γάλακτος είναι ο σχηματισμός πηκτώματος που δημιουργείται από την αποσταθεροποίηση των μικυλλίων και την εν συνεχεία συσσωμάτωσή τους δεσμεύοντας λίπος και νερό.

- Η πήξη επιτυγχάνεται με α) ένζυμα (ρεννίνη ή χυμοσίνη), β) οξέα και γ) συνδυασμός θέρμανσης και οξίνισης)

- **(α) Πήξη με ένζυμο ρεννίνη ή χυμοσίνη (προσθήκη πυτιάς):**

$$\textbf{Μικύλλια καζεΐνης} \xrightarrow{\textit{ρεννίνη}} \textbf{Παρακαζεϊνικό Ca + Διαλυτές πρωτεϊνικές ουσίες}$$

- Το λαμβανόμενο πήγμα δεν είναι απομεταλλοποιημένο, είναι συνεκτικό, ελαστικό και ο ορός αποβάλλεται εύκολα.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

- **(β) Πήξη με οξέα** (χυμός λεμονιού, κιτρικό οξύ, κ.α.) ή από τη δράση οξεοπαραγωγικών βακτηρίων που παράγουν γαλακτικό οξύ.

- Η λακτόζη του γάλακτος ζυμώνεται και παράγεται γαλακτικό οξύ που ελαττώνει το pH στο 4.6. Η πήξη αυτή ονομάζεται όξινη πήξη και γίνεται σε pH=4.6 (ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης), όπου η καζεΐνη θρομβώνεται και λαμβάνεται ένα πήγμα.

Φωσφοροκαζεϊνικό Ca $\xrightarrow[\text{pH=4.6}]{}$ **Απομεταλλοποιημένο + Διαλυτά άλατα Ca**
πήγμα καζεΐνης

- Το λαμβανόμενο πήγμα είναι απομεταλλοποιημένο από άλατα ασβεστίου και φωσφόρου, δεν έχει μεγάλη συνεκτικότητα και ο ορός δεν αποβάλλεται εύκολα.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

(γ) Πήξη με συνδυασμό θέρμανσης και οξίνισης.

- Η θέρμανση προκαλεί μετουσίωση των πρωτεϊνών του τυρογάλακτος που αντιδρούν με τις καζεΐνες.
- Με την προσθήκη οξέος (χυμός λεμονιού, κιτρικό οξύ, κ.α.) οι πρωτεΐνες καθιζάνουν με τις πρωτεΐνες του τυρογάλακτος.
- Στο τυρόγαλα περνάνε ποσοστό λακτόζης, λίπους, άλατα και οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος, α-γαλακταλβουμίνη και β- γαλακτογλοβουλίνη.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

5) Επεξεργασία τυροπήγματος.

- Μετά την ολοκλήρωση της πήξης του γάλακτος, το τυρόπηγμα κόβεται σε κομμάτια προκειμένου να απομακρυνθεί η εγκλωβισμένη υγρασία (απομένον τυρόγαλα) και το τυρόπηγμα αρχίζει να συρρικνώνεται(συναίρεση).

- Ο βαθμός απομάκρυνσης της υγρασίας εξαρτάται από το είδος του τυριού που επιδιώκεται να παρασκευαστεί.

- Στην περίπτωση των μαλακών τυριών η υγρασία είναι μεγαλύτερη από 50%.

- Στην περίπτωση των ημίσκληρων, σκληρών και πολύ σκληρών τυριών, γίνεται ανάδευση του τυροπήγματος και ακολουθεί προσεκτική και βαθμιαία αύξηση της θερμοκρασίας, έως περίπου 50-60 ºC, για αφαίρεση υγρασίας και διευκόλυνση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στην ωρίμανση του τυριού.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

6) Ωρίμανση τυριού

- Το τεμαχισμένο πήγμα τοποθετείται σε άλμη ή αλατίζεται, και μετά αφήνεται να ωριμάσει. Η ωρίμανση εξαρτάται από τη σύνθεση του πήγματος, την υγρασία του, τους περιεχόμενους και προστιθέμενους μικροοργανισμούς και τις εξωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) του χώρου ωρίμανσης.
- Η ωρίμανση διαρκεί μέρες για τα μαλακά τυριά και μήνες για τα σκληρά. Η απόδοση ανά 100 Kg γάλα είναι περίπου 8 Kg σκληρό τυρί και 12 Kg μαλακό.
- Η ωρίμανση προσδίδει στον κάθε τύπο τυριού τη χαρακτηριστική υφή, χρώμα, γεύση, οσμή.
- Τα διάφορα συστατικά του τυριού υφίστανται διάφορες βιοχημικές μεταβολές. *Η λακτόζη* ζυμώνεται προς γαλακτικό οξύ, το οποίο παρουσία βακτηρίων, παράγουν τα ανωτέρω προϊόντα που δίδουν χαρακτηριστική γεύση στο τυρί (τυρί Emmental).

$$\mathbf{3\ CH_3CHOHCOOH \rightarrow\ 2\ CH_3CH_2COOH + CH_3COOH + CO_2\ +\ H_2O}$$

Γαλακτοκομικά προϊόντα

3) Τυρί

- Ορισμένοι μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να παράγουν αρωματικές ενώσεις, όπως διακετύλιο, ακετόνη, κ.α. που προσδίδουν άρωμα στο τυρί (τυρί Gouda, τυρί Edam).
- Σε μερικά είδη τυριών επιζητείται μερική *λιπόλυση* και απελευθέρωση λιπαρών οξέων που επηρεάζουν το άρωμα και τη γεύση του τυριού. Χρησιμοποίηση μούχλας (μύκητες), ειδικότερα *Penicillium roqueforti*, προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση στο τυρί Roquefort.
- *Η καζεΐνη* υφίσταται μερική αποικοδόμηση προς πεπτίδια και ακολούθως προς αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις. Ανάλογα με τον τύπο του τυριού, το 20-40 % της καζεΐνης μετατρέπεται σε διαλυτά παράγωγα, εκ των οποίων το 5-15% σε αμινοξέα. Τα αμινοξέα μπορούν να μετατραπούν περαιτέρω σε αμίνες, καρβονυλικές ενώσεις κα, που προσδίδουν χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση στα τυριά.
- Αν στα μαλακά τυριά παραταθεί η ωρίμανση (υπερωρίμανση), πιθανόν να επηρεαστεί η συνοχή της μάζας του τυριού. Μετά την ωρίμανση τα τυριά μεταφέρονται σε κατάλληλους χώρους συντήρησης μέχρι την κατανάλωση.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

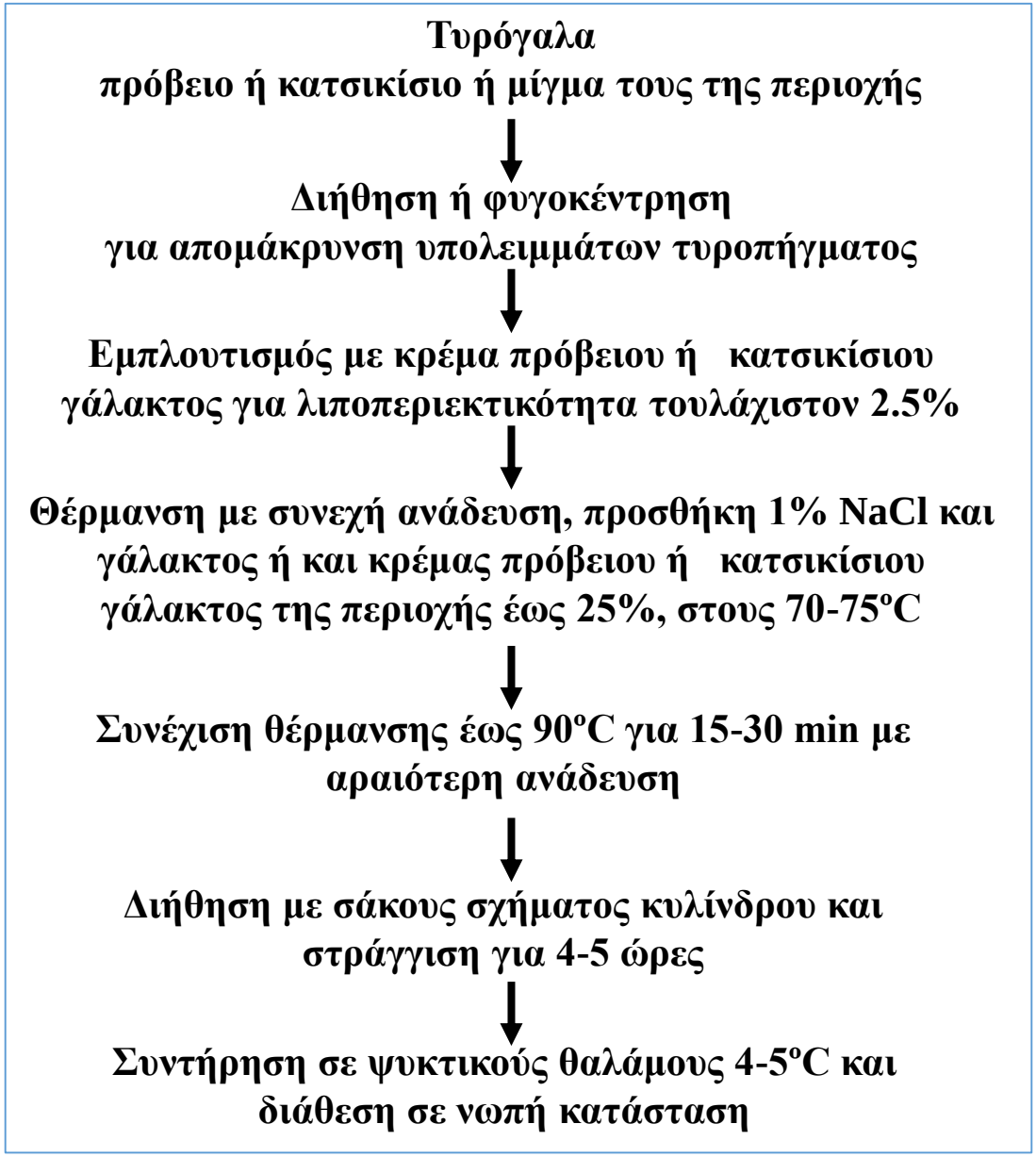
3) Τυρί

- Το τυρόγαλα που είναι υποπροϊόν της τυροκόμισης περιέχει λίπος, λακτόζη, πρωτεΐνες, άλατα που η συγκέντρωσή τους εξαρτάται από το είδος του γάλακτος (π.χ. αγελάδας, πρόβειο, κ.α.).

- Από γάλα αγελάδας και πρόβειο οι συγκεντρώσεις του τυρόγαλου είναι επί τοις % αντίστοιχα σε λίπος 0.2-0.5 και 0.4-1.2, λακτόζη 4-5 και 5-6, πρωτεΐνες ~1 και 1.5, άλατα 0.5 και 0.6.

- Από τυρόγαλα παρασκευάζονται τα Ελληνικά τυριά μυζήθρα, ανθότυρος, μανούρι, ξυνομυζήθρα.

- Παρακάτω παρουσιάζεται διαγραμματικά η παραγωγή του μανουριού που παράγεται στις περιοχές Θεσσαλίας, Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας και αναγνωρίζεται ως προϊόν προστατευμένης ονομασίας προέλευσης (Π.Ο.Π). Έχει μέγιστη υγρασία 60% κ.β., ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού 70%, μάζα συμπαγή, μαλακή, λευκή χωρίς οπές.



Σχήμα 13. Παρασκευή μανουριού

Γαλακτοκομικά προϊόντα

Τυριά από τυρόγαλα

- Παρουσιάζεται διαγραμματικά η παραγωγή της **ξυνομυζήθρας** που παράγεται στην Κρήτη και αναγνωρίζεται ως προϊόν προστατευμένης ονομασίας προέλευσης (Π.Ο.Π).

- Έχει μέγιστη υγρασία 55% κ.β., ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού 45%, μάζα μαλακή κοκκώδη έως αλοιφώδη, υπόλευκη έως λευκή χωρίς οπές.

Τυρόγαλα

Πρόβειο ή κατσικίσιο ή μίγμα τους της περιοχής

↓

Διήθηση ή φυγοκέντρηση για απομάκρυνση υπολειμμάτων τυροπήγματος

↓

Θέρμανση με συνεχή ανάδευση, προσθήκη πρόβειου ή κατσικίσιου πλήρους γάλακτος της περιοχής (πρόσγαλα) έως 15% κ.β. στους 68 -70ºC

↓

Συνέχιση θέρμανσης έως 92ºC με αραιότερη ανάδευση

↓

Παραμονή πήγματος για 30 min

↓

Διήθηση και στράγγιση για 4-5 ώρες

↓

Προσθήκη αλατιού 1.5-2% και καλή ανάδευση

↓

Μεταφορά αλατισμένου πήγματος σε σάκκους, πίεση για 1 εβδομάδα με αποτέλεσμα: Αύξηση οξύτητας→Υπόξινη έως όξινη γεύση

↓

Ωρίμανση σε ψυκτικούς θαλάμους θερμοκρασίας <10ºC για 2 μήνες

↓

Διάθεση σε νωπή κατάσταση

Γαλακτοκομικά προϊόντα

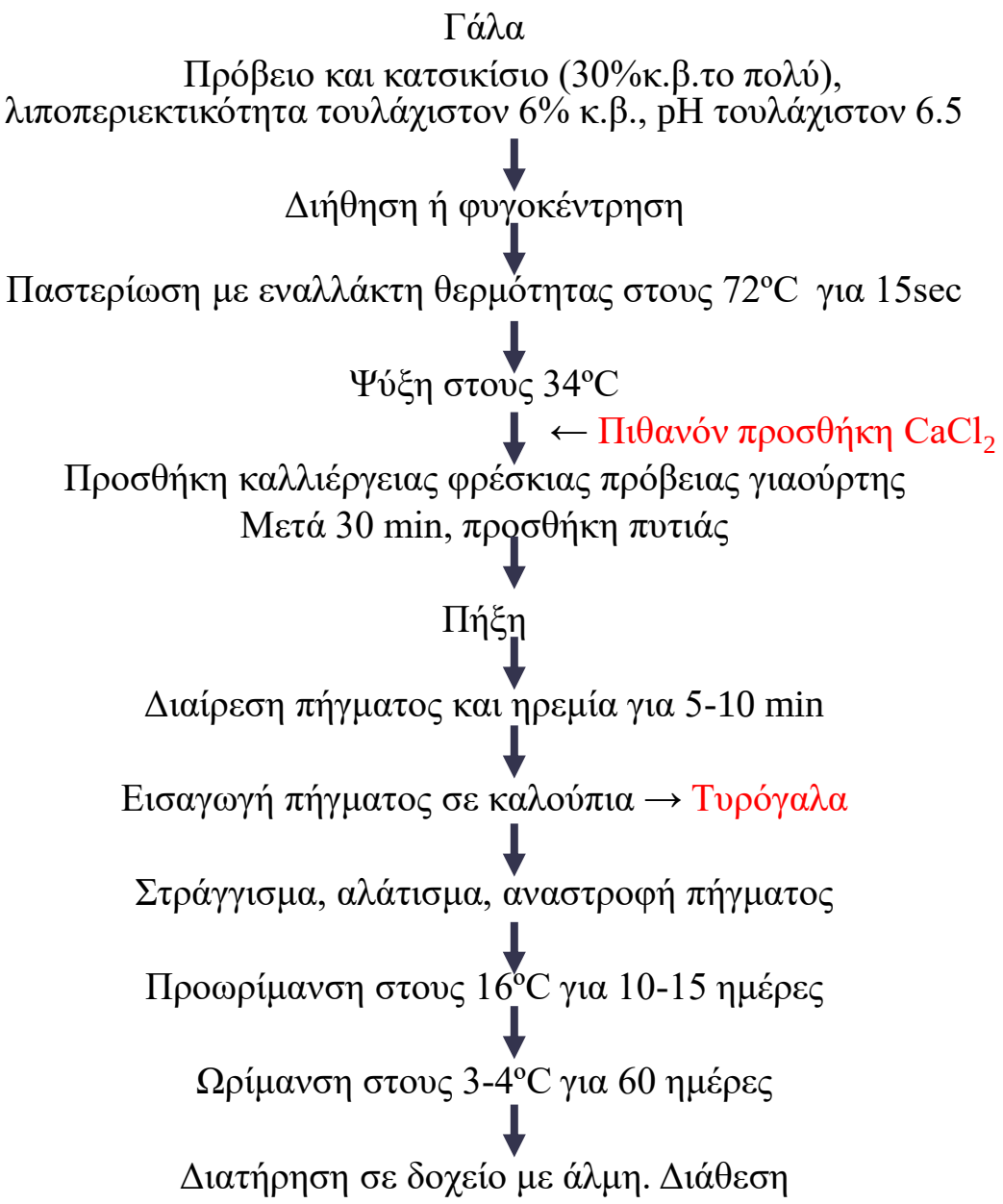
Παραδοσιακά ελληνικά τυριά

- Το τυρί **φέτα** έχει κατοχυρωθεί ως Ελληνικό παραδοσιακό τυρί.

- Παρουσιάζεται διαγραμματικά η παραγωγή της φέτας που παράγεται παραδοσιακά στην Ελλάδα και αναγνωρίζεται ως προϊόν προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης (Π.Ο.Π).

- Έχει μέγιστη υγρασία 56% κ.β., ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού 43%, είναι μαλακό τυρί, με υφή συμπαγή με λίγες σχισμές και λίγες ή καθόλου οπές, χρώμα λευκό, γεύση ευχάριστη, ελαφρά όξινη και πλούσιο άρωμα.

Σχήμα 15. Παρασκευή φέτας



Γαλακτοκομικά προϊόντα

Παραδοσιακά ελληνικά τυριά

- Το τυρί **κοπανιστή** παράγεται στις Κυκλάδες, είναι μαλακό με αλοιφώδη υφή, λευκό έως ελαφρά ροζ, αλμυρό με πικάντικη γεύση.
- Το τυρί **καλαθάκι** παράγεται στη Λήμνο, διατηρείται στην άλμη, είναι μαλακό, με ελαφρά όξινη γεύση.
- Το τυρί **γαλοτύρι** παράγεται στην Ήπειρο και Θεσσαλία, είναι μαλακό με αλοιφώδη υφή, με υπόξινη, ευχάριστη, δροσερή γεύση.
- Το τυρί **κεφαλογραβιέρα** παράγεται στην Δ. Μακεδονία, Ήπειρο, Ευρυτανία, Αιτωλοακαρνανία, είναι σκληρό με πολλές οπές, με ελαφρά αλμυρή γεύση.
- Το τυρί **λαδοτύρι** Μυτιλήνης παράγεται στην Μυτιλήνη, είναι σκληρό με μικρές οπές, με πλούσια λιπαρή πικάντικη, αλμυρή γεύση.
- Το τυρί **κασέρι** παράγεται στην Μακεδονία, Θεσσαλία, Λέσβο. Είναι ημίσκληρο, λευκοκίτρινο, με πλούσια, ευχάριστη γεύση.
- Το τυρί **κεφαλοτύρι** παράγεται σε όλη την Ελλάδα, είναι σκληρό τυρί με μικρές ακανόνιστες οπές, υπόλευκου χρώματος, με αλμυρή γεύση. Υπάρχουν και άλλα ελληνικά τυριά Π.Ο.Π.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

Αλλοιώσεις τυριών

- Οι αλλοιώσεις των τυριών οφείλονται κυρίως σε λανθασμένες πρακτικές στην κατεργασία του γάλακτος, στην τυροκόμιση, σε κακές συνθήκες ωρίμανσης και συντήρησης, σε μικροβιολογικές δράσεις, σε επιμολύνσεις.

- Βασικό ρόλο στην τυροκόμιση παίζει και η χρησιμοποίηση ενεργών μικροβιολογικών καλλιεργειών, και όχι γηρασμένων, προκειμένου να δρουν γρήγορα, να παράγουν γαλακτικό οξύ και έτσι να παρεμποδίζεται η δράση ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.

1) Διόγκωση (φούσκωμα). Μπορεί να παρατηρηθεί *πρώιμο φούσκωμα* μέσα σε λίγες ώρες για τα μαλακά τυριά ή 1-2 μέρες για τα σκληρά και ημίσκληρα. Οι πολυάριθμες οπές που εμφανίζονται οφείλονται στη δράση βακτηρίων που παράγουν CO_2 από έντονη ζύμωση της λακτόζης. Αν η αλλοίωση δεν είναι έντονη το τυρί ωριμάζει, όσο είναι δυνατόν, και πωλείται ως δεύτερης ποιότητας. Μπορεί να παρατηρηθεί επίσης *όψιμο φούσκωμα* στα σκληρά και ημίσκληρα τυριά που οφείλεται στη δράση βουτυρικών ή σπορογόνων βακτηρίων, προερχομένων κυρίως από ακαθαρσίες του στάβλου. Το όψιμο φούσκωμα αλλοιώνει τη γεύση και εμφάνιση του τυριού.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

Αλλοιώσεις τυριών

2) Ρωγμές (σκασίματα). Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρούνται αυτές οι ρωγμές που αποδεικνύουν έλλειψη ελαστικότητας και συνοχής του τυριού πιθανόν λόγω αυξημένης οξύτητας κατά την παρασκευή των τυριών. Παρατηρούνται συνήθως σε τυριά που παρασκευάζονται σε οικιακή κλίμακα με βράσιμο του γάλακτος και ισχυρή οξίνισή του μετά από υπερβολική πίεση του τυροπήγματος για την αφαίρεση του τυρογάλακτος και γενικά από κακούς χειρισμούς κατά την παρασκευή των τυριών.

3) Μούχλιασμα. Κατά τη διάρκεια ωρίμανσης και συντήρησης των τυριών, αν οι περιβαλλοντολογικές συνθήκες δεν είναι σωστές, π.χ. αυξημένη υγρασία, στην επιφάνεια του τυριού εμφανίζονται αποικίες μυκήτων χρώματος άσπρου, γκρι, πράσινου, κόκκινου (συνήθως μύκητες Aspergillus). Για αποφυγή ανάπτυξης μούχλας, τα τυριά επικαλύπτονται με παραφίνη ή με πλαστικό υπό κενό ή με φιλμ με μυκητοστατικές ουσίες.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

Αλλοιώσεις τυριών

4) Αλλοιώσεις οσμής και γεύσης. Στο γάλα αλλά γενικότερα και στα γαλακτοκομικά προϊόντα μπορεί να παρουσιαστεί αλλοίωση της οσμής και γεύσης τους που μπορεί να οφείλεται σε εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες. Σε εξωγενείς παράγοντες περιλαμβάνεται η απορρόφηση έντονων οσμών του περιβάλλοντος χώρου. Σε ενδογενείς παράγοντες οφείλεται η ταγγισμένη γεύση λόγω οξείδωσης των λιπαρών υλών από ενδογενείς λιπάσες, η φρουτώδης γεύση λόγω παραγωγής εστέρων από κρυοανθεκτικούς μικροοργανισμούς, η πικρή γεύση λόγω δημιουργίας πικρών πεπτιδίων που προέρχονται από υδρόλυση πρωτεϊνών από πρωτεάσες, η ακαθόριστη γεύση λόγω αυξημένης συγκέντρωσης διμεθυλοσουλφιδίου από κρυοανθεκτικούς μικροοργανισμούς, κ.α.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Συστατικά του παγωτού

Το παγωτό έχει την ακόλουθη σύνθεση κατά βάρος:

a) 10-16% λίπος γάλακτος. Αυξάνει το flavour του παγωτού, δημιουργεί μια χαρακτηριστική λεία υφή αντιληπτή στον ουρανίσκο ως λιπαντικό, προσδίδει σώμα στο παγωτό και καλές ιδιότητες τήξης του παγωτού και βοηθά στο χειρισμό του παγωτού στα δοχεία αποθήκευσης, δρώντας ως λιπαντικό. Κύρια πηγή του είναι η φρέσκια κρέμα γάλακτος από φρέσκο γάλα.

b) 9-12% στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ), γνωστό και ως στερεά ορού, που περιέχει πρωτεΐνες (καζεΐνη και πρωτεΐνες ορού), σάκχαρα (λακτόζη), και ιχνοστοιχεία ευρισκόμενα στο γάλα από το οποίο προέρχεται το παγωτό. Το ΣΥΑΛ αυξάνει την υφή του παγωτού και προσδίδει σώμα στο παγωτό. Πηγές ΣΥΑΛ μπορεί να είναι συμπυκνωμένο αποβουτυρωμένο γάλα ή σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Συστατικά του παγωτού

c) 12-16% γλυκαντικές ουσίες (συνήθως συνδυασμός σακχαρόζης και αμυλοσιρόπιου (γλυκόζη).

Η γλυκόζη μπορεί να ισομερισθεί προς φρουκτόζη και να αντικαταστήσει τη σακχαρόζη.

Η χρήση και φρουκτόζης περαιτέρω ελαττώνει το σημείο τήξης του παγωτού παράγοντας ένα πολύ μαλακό παγωτό στις συνήθεις συνθήκες.

Ως εκ τούτου χρειάζεται μια εξισορρόπηση μεταξύ γλυκαντικών ουσιών, ολικών στερεών και σημείου τήξης.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Συστατικά του παγωτού

d) 0.2-0.5% **σταθεροποιητές** και **γαλακτωματοποιητές**. Οι σταθεροποιητές είναι πολυσακχαρίτες που αυξάνουν το ιξώδες του μίγματος και έτσι επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

Χωρίς την παρουσία σταθεροποιητή το παγωτό θα γινόταν τραχύ και θα πάγωνε πολύ γρήγορα λόγω της μετανάστευσης του ελεύθερου νερού και της ανάπτυξης κρυστάλλων πάγου.

Ως σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται μόνοι ή σε συνδυασμό: κόμμι χαρουπιών, κόμμι γκουάρ, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, κόμμι ξανθάνης, αλγινικό νάτριο, καραγεννάνη, ζελατίνη.

Οι γαλακτωματοποιητές είναι ουσίες που βελτιώνουν τη διασπορά του λίπους στο παγωτό, τις αληλεπιδράσεις πρωτεϊνών-λίπους, την ενσωμάτωση αέρα στη μάζα του με αποτέλεσμα το ομαλό λιώσιμο του παγωτού όταν καταναλώνεται.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Συστατικά του παγωτού

Σήμερα συνήθως ως γαλακτωματοποιητές χρησιμοποιούνται μονο- και δι-γλυκερίδια, προερχόμενα από τη μερική υδρόλυση λιπών ή ελαίων ζωικής ή φυτικής προέλευσης, εστέρες της γλυκερόλης και το Polysorbate 80. Είναι εστέρας της σορβιτάνης που αποτελείται από ένα μόριο σορβιτόλης (αλκοόλη της γλυκόζης) και ελαϊκού οξέος με οξυαιθυλενικές ομάδες.

Οι παραπάνω σταθεροποιητές και γαλακτωματοποιητές είναι λίπη ή πολυσακχαρίτες, συστατικά τροφίμων, έχουν ελεγθεί εξαντλητικά, και ως εκ τούτου θεωρούνται ασφαλή (generally recognized as safe or GRAS).

e) 55-64% νερό που προέρχεται από τα συστατικά του παγωτού και το γάλα.

Επειδή στο παγωτό το μισό του όγκου είναι αέρας, και ο αέρας πρακτικά δεν συμμετέχει στο βάρος, τα παραπάνω ποσοστά σε κατ' όγκο σύνθεση είναι τα μισά περίπου.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού

Τα βασικά βήματα στην παραγωγή του παγωτού είναι τα παρακάτω:

1) Ανάμιξη των συστατικών του μίγματος

2) Παστερίωση (batch ή συνεχής)

3) Ομογενοποίηση

4) Ωρίμανση του μίγματος

5) Πάγωμα (batch ή συνεχές)

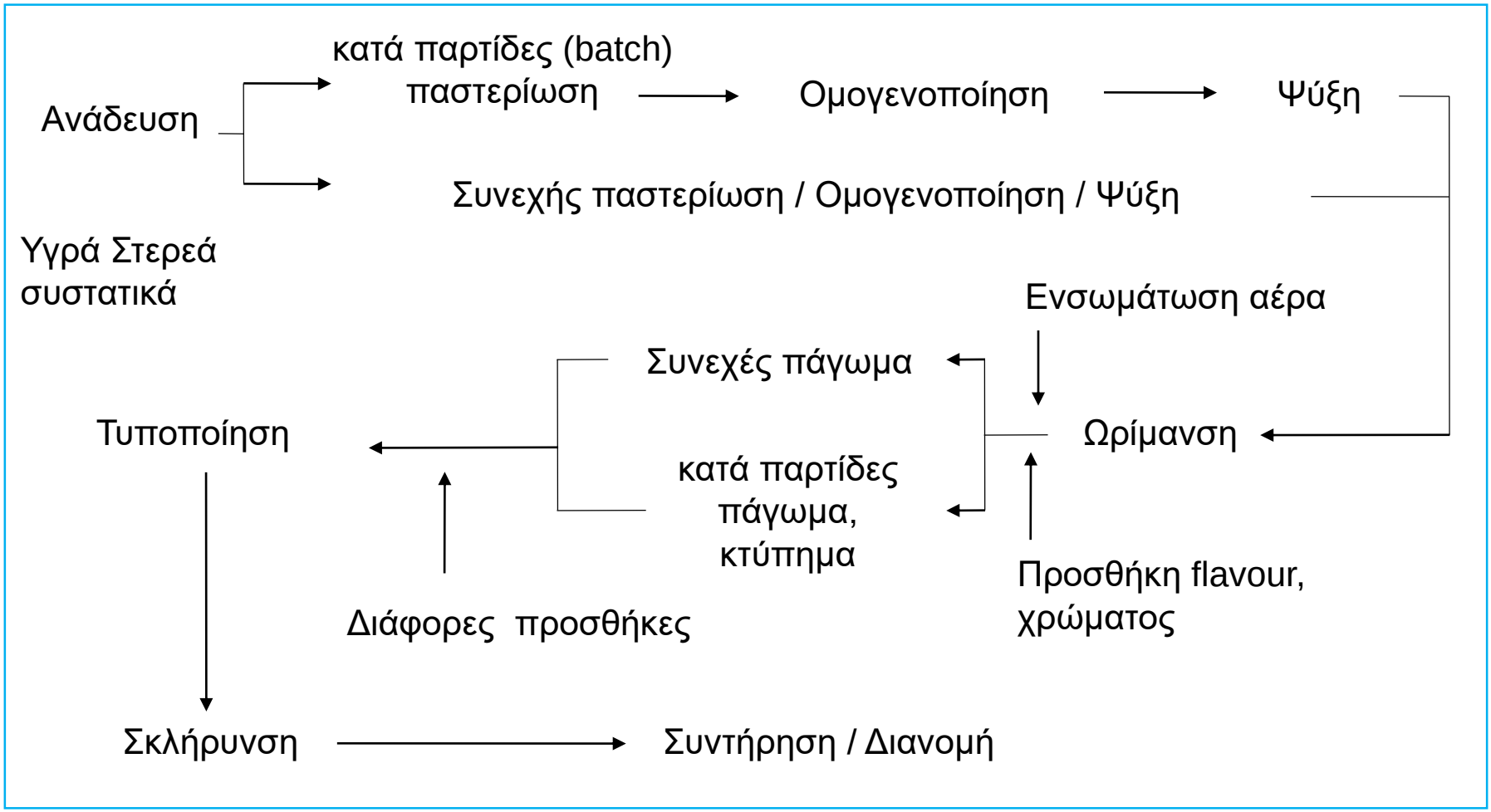
6) Συσκευασία

7) Σκλήρυνση (Hardening)

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού



Σχήμα 12. Σχηματική παράσταση παραγωγής παγωτού

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού

- Κατ' αρχάς τα κατάλληλα υλικά αναμιγνύονται στις κατάλληλες αναλογίες με τη βοήθεια αναμικτήρων (blender) υψηλών ταχυτήτων, οπότε παρασκευάζεται το μίγμα του παγωτού.

- Ακολουθεί παστερίωση (69ºC, 30 min ή 80ºC, 25 sec), απαραίτητη για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και βοηθά επίσης στην ενυδάτωση μερικών συστατικών (πρωτεΐνες, σταθεροποιητές).

- Ακολουθεί ομογενοποίηση, που ελαττώνει το μέγεθος των λιποσφαιρίδιων σε λιγότερο από 1 μm και καθιστά δυνατή τη χρήση βουτύρου, παγωμένης κρέμας γάλακτος κ.α. Η ομογενοποίηση πρέπει να γίνεται στη θερμοκρασία παστερίωσης διότι εκεί η ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων είναι πιο αποτελεσματική.

- Ομογενοποίηση δύο σταδίων προτιμάται στα παγωτά (πίεση 2000-2500 psi στο πρώτο στάδιο και 500-1000 psi στο δεύτερο). Όσον αφορά τον καταναλωτή η ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων προσδίδει τη λεία αίσθηση του παγωτού, πιο πλούσια αίσθηση στον ουρανίσκο, αυξάνει την αντίσταση στο λιώσιμο.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού

- Ακολουθεί ωρίμανση. Το μίγμα ωριμάζει για τουλάχιστον 4 h και συνήθως όλο το βράδυ σε ψυχόμενες δεξαμενές (5ºC). Με την ωρίμανση το λίπος ψύχεται και κρυσταλλώνεται, οι πρωτεΐνες και οι σταθεροποιητές ενυδατώνονται πλήρως και το ιξώδες του μίγματος αυξάνει λίγο.

- Μετά στο μίγμα προστίθενται αρωματικές ύλες, χρώματα, πουρές φρούτων και οδηγείται για κατάψυξη σε σύστημα batch (10-15 min) ή συνεχές (30 sec).

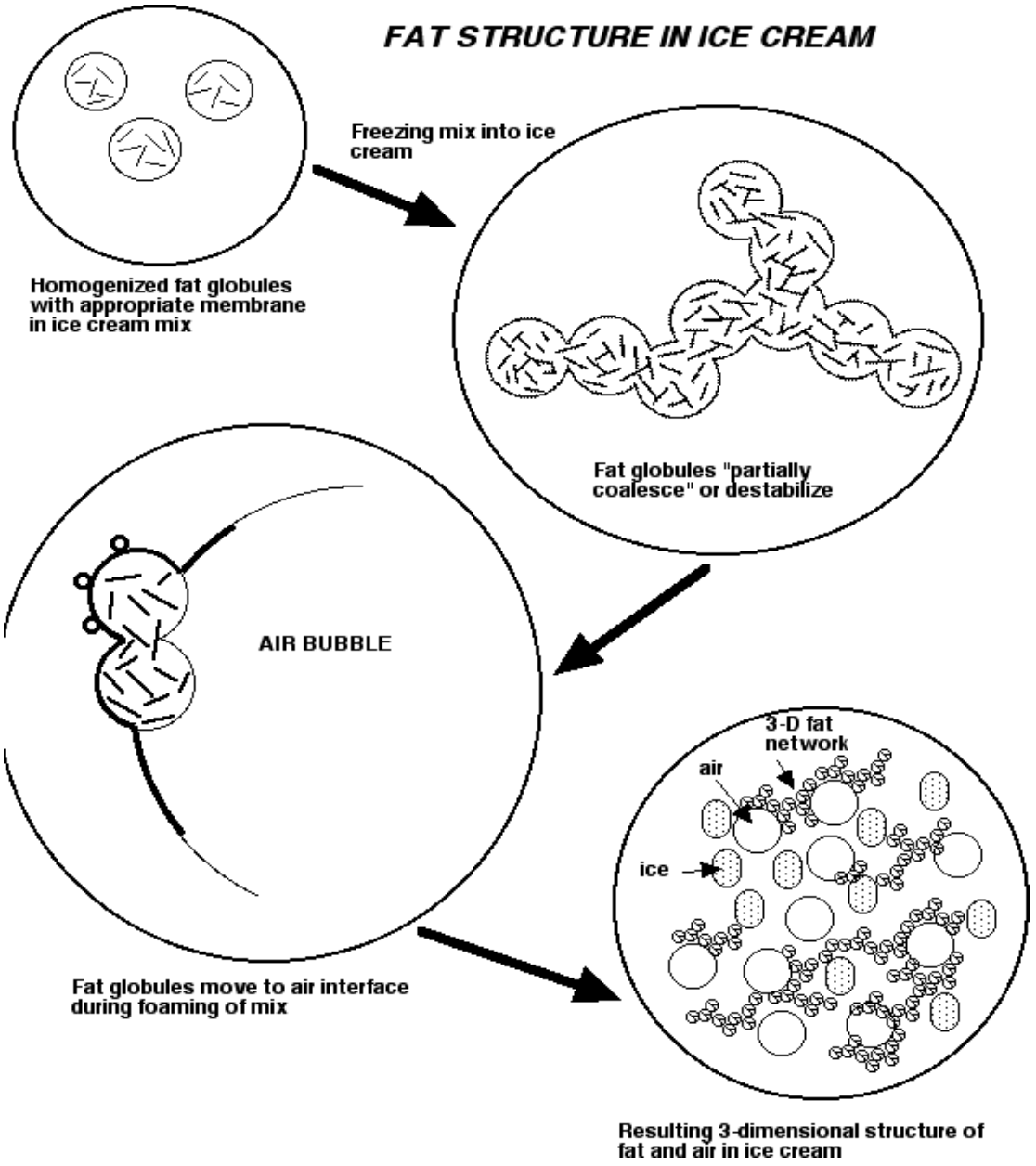
- Ένα συνεχές σύστημα κατάψυξης είναι ο barrel freezer. Είναι ένας σωληνωτός εναλλάκτης θερμότητας που ψύχεται εξωτερικά με αμμωνία ή freon (-18ºC) , και διαθέτει στο εσωτερικό του λεπίδες για την απόξεση του πάγου (απομάκρυνση του νερού που παγώνει στα τοιχώματα) και πτερύγια για το κτύπημα και ανάδευση του μίγματος και την ενσωμάτωση αέρα.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού

- Το μίγμα εξέρχεται από τον καταψύκτη με 50% λιγότερο νερό. Το προϊόν περιέχει αέρα, περίπου το μισό του όγκου του. Αυτό προσδίδει στο παγωτό τη χαρακτηριστική του ελαφρότητα. Μετά την έξοδό του από τον καταψύκτη, αμύγδαλα, κομμάτια σοκολάτας, φρούτων κ.α. μπορούν να προστεθούν για γαρνίρισμα.
- Μετά το προϊόν συσκευάζεται κατάλληλα και ψύχεται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες(-30 έως -40ºC), όπου το απομένον νερό παγώνει και το παγωτό σκληραίνει. Το παγωτό συντηρείται στους –18 έως -25 ºC μέχρι να καταναλωθεί.
- Το πλέον συχνά παρουσιαζόμενο πρόβλημα στα παγωτά είναι μια τραχιά και με κρυστάλλους πάγου υφή που ελαττώνει το χρόνο εμπορικότητάς του (shelf life). Καλή επεξεργασία του μίγματος για παγωτό, γρήγορη ψύξη σε καλά λειτουργούντα barrel freezer, γρήγορη σκλήρυνση και αποφυγή θερμοκρασιακών μεταβολών κατά τη συντήρηση και διανομή ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο δημιουργίας μεγάλων και ανομοιόμορφου μεγέθους και κατανομής κρυστάλλων νερού στο παγωτό. Πάρα πολλοί μικροί κρύσταλλοι και ομοιόμορφα κατανεμημένοι στη μάζα του παγωτού του προσδίδουν τη χαρακτηριστική λεία αίσθηση.



Σχήμα 13. FAT STRUCTURE IN ICE CREAM

Γαλακτοκομικά προϊόντα

4) Παγωτό

Παραγωγή παγωτού

- Το παγωτό είναι **γαλάκτωμα** και **αφρός**. Το λίπος βρίσκεται υπό μορφή πολύ μικρών λιποσφαιριδίων όπως προέκυψαν από τον ομογενοποιητή.
- Οι υπάρχουσες πρωτεΐνες δρουν ως γαλακτωματοποιητές και δίδουν σταθερότητα στο γαλάκτωμα. Οι προστιθέμενοι γαλακτωματοποιητές ελαττώνουν την σταθερότητα αυτού του γαλακτώματος αντικαθιστώντας τις πρωτεΐνες από την επιφάνεια του λιποσφαιριδίου.
- Όταν το μίγμα αναδεύεται πολύ γρήγορα στο barrel freezer, το γαλάκτωμα αρχίζει να διασπάται μερικώς και τα λιποσφαιρίδια να αποσταθεροποιούνται ή να κροκιδώνονται.
- Οι φυσαλίδες αέρα που εισάγονται στο μίγμα σταθεροποιούνται από αυτήν τη μερική συνένωση του λίπους. Εάν δεν προστίθονταν γαλακτωματοποιητές, οι φυσαλίδες αέρα δεν θα σταθεροποιούνταν και έτσι το παγωτό δεν θα είχε τη λεία αίσθηση αφής και γεύσης.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

5) Γιαούρτη

Η γιαούρτη είναι ένα ημιστερεό ζυμωμένο προϊόν γάλακτος.

Συστατικά

1) Για την παρασκευή γιαούρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί γάλα οποιουδήποτε ζώου, χρησιμοποιείται όμως κυρίως γάλα αγελάδας ή προβάτου. Πλήρες γάλα, μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα, πλήρως αποβουτυρωμένο γάλα ή και κρέμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Προκειμένου να εξασφαλιστεί ο πολλαπλασιασμός και η δράση της καλλιέργειας γιαούρτης που θα προστεθεί πρέπει το γάλα α) να έχει χαμηλό βακτηριακό φορτίο, β) να μην περιέχει αντιβιοτικά, χημικά, πρωτόγαλα, ταγγισμένο γάλα, να μην είναι μολυσμένο από βακτηριοφάγους και το ζώο να μην είχε μαστίτιδα.

2) Καλλιέργεια γιαούρτης

3) Γλυκαντικές ύλες: γλυκόζη, σακχαρόζη, ασπαρτάμη

4) Σταθεροποιητές: ζελατίνη, αλγινικά, καραγενάνες, συμπυκνώματα πρωτεϊνών τυρογάλακτος, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, κόμμι χαρουπιών

5) Flavours

6) Προσθήκη φρούτων για φυσικό ή τεχνητό άρωμα και χρώμα.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

5) Γιαούρτη

Καλλιέργεια γιαούρτης

- Η καλλιέργεια (starter culture) αποτελείται από *Streptococcus salivarius*, υποείδος *thermophilus* (ST) και *Lactobacillus delbrueckii*, υποείδος *bulgaricus* (LB). Η συνύπαρξη των δύο μικροοργανισμών βοηθά στην ταχύτερη παραγωγή του γαλακτικού οξέος και ως εκ τούτου στην ταχύτερη πήξη της γιαούρτης.
- Ο ST δρα ταχύτερα και παράγει γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα, που διεγείρουν τον πολλαπλασιασμό και δράση του LB. Απ' την άλλη μεριά η πρωτεολυτική δράση του LB παράγει διεγερτικά πεπτίδια και αμινοξέα για τον πολλαπλασιασμό του ST. Αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι υπεύθυνοι για το flavour και την υφή της γιαούρτης.
- Το μίγμα της γιαούρτης πήζει κατά τη διάρκεια της ζύμωσης λόγω πτώσης του pH. Οι στρεπτόκοκκοι είναι υπεύθυνοι για την αρχική πτώση του pH του μίγματος έως το 5 περίπου και ακολούθως οι γαλακτοβάκιλλοι για την περαιτέρω πτώση έως pH~4. Τα παραπροϊόντα της ζύμωσης: γαλακτικό οξύ, ακεταλδεΰδη, οξικό οξύ και διακετύλιο συνεισφέρουν κυρίως στο flavour της γιαούρτης.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

5) Γιαούρτη

Παρασκευή γιαούρτης

- Το γάλα διηθείται, και πιθανόν φυγοκεντρείται ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό λίπους του γιαουρτιού.
- Προσθέτονται τα διάφορα επιθυμητά συστατικά, πλην της καλλιέργειας, αναδεύονται και το μίγμα παστεριώνεται για 30 min στους 85 ºC ή για 10 min στους 95 ºC, σε συνεχές σύστημα με εναλλάκτη θερμότητας (plate heat exchanger).
- Η παστερίωση έχει σκοπό να δημιουργήσει ένα στείρο και πρόσφορο περιβάλλον για την καλλιέργεια της γιαούρτης (starter culture) και να μετουσιώσει τις πρωτεΐνες του ορού για να επιτευχθεί το επιθυμητό ιξώδες και η υφή του γιαουρτιού.
- Το μίγμα μετά ομογενοποιείται με υψηλή πίεση 2000-2500 psi, για να συμβάλει μαζί με τους σταθεροποιητές στο να μην διαχωριστεί κρέμα ή ορός κατά τη διάρκεια της επώασης της καλλιέργειας ή της συντήρησης.
- Η σταθερότητα, η συνεκτικότητα του γιαουρτιού βοηθιούνται από την ομογενοποίηση.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

5) Γιαούρτη

Παρασκευή γιαούρτης

- Το μίγμα ψύχεται περίπου στους 43ºC και προστίθεται η καλλιέργεια (1:1, ST:LB). Το μίγμα παραμένει σ' αυτή τη θερμοκρασία για 5-6 h, παρακολουθώντας έως το pH~4. Η θερμοκρασία 43ºC είναι ενδιάμεση των άριστων θερμοκρασιών ανάπτυξης των δύο μικροοργανισμών (ST 39ºC, LB 45ºC).
- Το προϊόν ψύχεται στους ~20ºC, φρούτα ή άρωμα μπορεί να προστεθούν, και διατηρείται στους 5ºC.
- Η παραπάνω περιγραφείσα διαδικασία είναι για την παραγωγή γιαουρτιού τύπου αναδευόμενου (stirred).
- Για παραγωγή γιαουρτιού τύπου set το γιαούρτι συσκευάζεται αμέσως μετά τον εμβολιασμό με την καλλιέργεια που επωάζεται συσκευασμένο.
- Το γιαούρτι πρέπει να περιέχει στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον των αντιστοίχων ειδών γάλακτος από τα οποία παρασκευάστηκε, να έχει pH~4-4.2 και να περιέχει 0.7-1.1% γαλακτικό οξύ.

Γαλακτοκομικά προϊόντα

6) Ποτά ζυμωμένου γάλακτος

- Με τη χρήση μικτών καλλιεργειών μικροοργανισμών παράγονται αεριούχα (CO_2) αλκοολούχα ποτά όπως kefir, kumiss.
- Η καλλιέργεια kefir αποτελείται από *Saccharomyces delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torula*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Acetobacter aceti*, κ.α. και προκαλεί διάφορες ζυμώσεις στο γάλα και τυρόγαλα αποδίδοντας διάφορα προϊόντα, όπως αλκοόλη, γαλακτικό οξύ, CO_2,.κ.α.
- Οι καλλιέργειες και τα ποτά kefir και kumiss είναι προϊόντα του Καύκασου και Τουρκεστάν.