



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

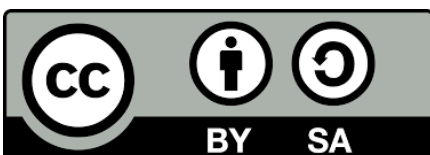


Τίτλος Μαθήματος: Χημεία Τροφίμων

Ενότητα: Χημεία και Τεχνολογία προϊόντων γάλακτος

Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς

Τμήμα: Χημείας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΓΑΛΑ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

12.1 Γενικά. Ορισμοί

Στον όρο «γάλα και προϊόντα γάλακτος» περιλαμβάνεται μεγάλος αριθμός προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά. Η πρώτη ύλη για όλα αυτά τα προϊόντα είναι το γάλα.

Το γάλα μπορεί να καταναλωθεί αυτούσιο αφού υποβληθεί σε κάποια κατεργασία (ομογενοποίηση, παστερίωση) ή μπορεί να διαχωριστεί στα δύο κύρια κλάσματά του: το αποβουτυρωμένο γάλα και το λίπος. Από το αυτούσιο γάλα ή τα ενδιάμεσα αυτά προϊόντα με κατάλληλη επεξεργασία προκύπτουν το βούτυρο, το τυρί, τα παγωτά και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ακόμη το γάλα αυτούσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό διαφορετική κάθε φορά αναλογία στην παραγωγή διάφορων προϊόντων, όπως σοκολάτα, είδη ζαχαροπλαστικής κ.ά. Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει σύντομη περιγραφή της σύστασης του γάλακτος, των κατεργασιών στις οποίες υποβάλλεται και των σπουδαιότερων από τα προϊόντα του.

Ορισμός

Γάλα γενικότερα είναι το προϊόν της άμελης των θηλαστικών. Το γάλα προορίζεται από τη φύση για τη διατροφή του νεογνού του κάθε θηλαστικού ζώου που το παράγει. Οι θρεπτικές ανάγκες των νεογνών κάθε είδους ζώου, διαφέρουν μεταξύ τους, γι'αυτό και η σύσταση του γάλακτος διαφέρει από πηγή σε πηγή. Στον πίνακα 12-1 φαίνεται η σύσταση των διάφορων ειδών γάλακτος που χρησιμοποιούνται στην ανθρώπινη διατροφή.

Αλλά και η σύσταση του γάλακτος ενός και μόνο είδους ζώου, π.χ. της

αγελάδας, ποικίλλει ανάλογα με τη ράτσα του ζώου, την ηλικία, την ώρα άμελξης, την εποχή του χρόνου, το είδος της διατροφής, το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών άμελξεων, την ιδιοσυγκρασία, τη σωματική κατάσταση (ήρεμο ή κουρασμένο), την κατάσταση υγείας κ.τ.λ. Απ' όλους τους παραπάνω παράγοντες η ράτσα του ζώου επηρεάζει σημαντικότερα τη σύσταση του γάλακτος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12-1

| Εκατοστιαία σύσταση ειδών γάλακτος που χρησιμοποιούνται στην ανθρώπινη διατροφή | | | | | | | |
|---|-------|-----------------|-------|-------------------|---------|---------|-------|
| Είδος γάλακτος | Νερό | Συνολικά Στερεά | Λίπος | Συνολική Πρωτεΐνη | Καζεΐνη | Λακτόζη | Τέφρα |
| Γάλα αγελάδας | 77.48 | 12.60 | 3.80 | 3.35 | 2.78 | 4.75 | 0.70 |
| Γάλα κατσίκας | 77.36 | 13.18 | 4.24 | 3.70 | 2.80 | 4.51 | 0.78 |
| Γάλα πρόβατου | 66.0 | 17.00 | 5.30 | 6.30 | 4.60 | 4.60 | 0.80 |
| Γάλα βούβαλου | 66.34 | 16.77 | 7.45 | 3.78 | 3.00 | 4.88 | 0.78 |

12.2 Σύσταση του γάλακτος αγελάδας

A. Λίπος

Το λίπος του γάλακτος αποτελείται σε ποσοστό 98-99% από τριγλυκερίδια.

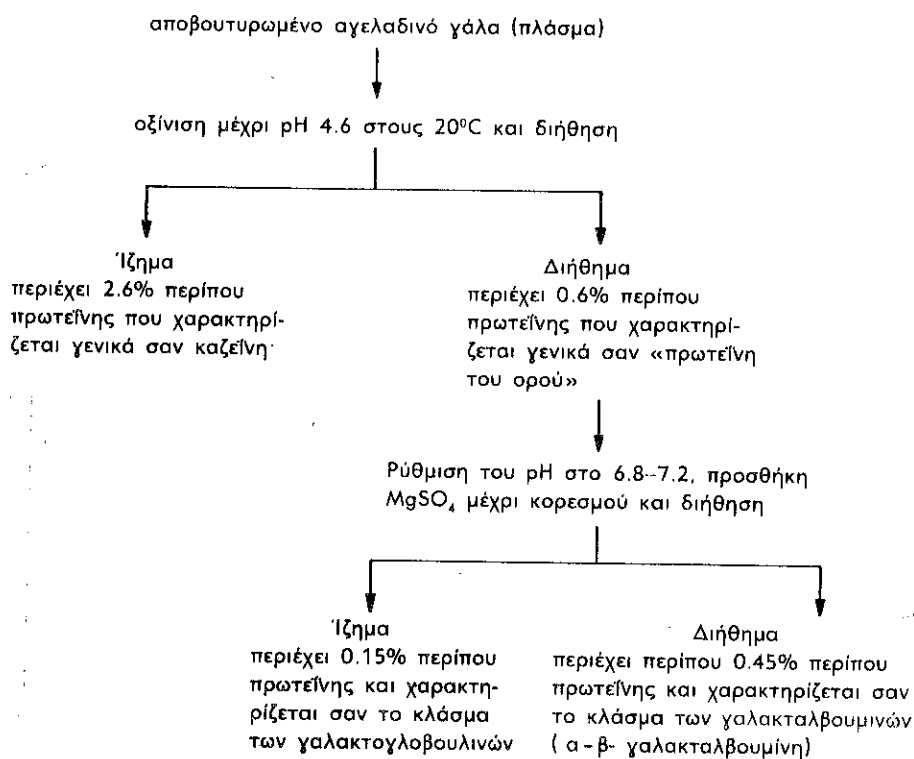
Το υπόλοιπο ποσοστό του λίπους αποτελούν διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια, φωσφολιποειδή, στερόλες, καροτινοειδή και οι λιποδιαλυτές βιταμίνες A,D,E, και K. Λεπτομερής ανάλυση του λίπους στο γάλα έδειξε την παρουσία 64 διαφορετικών λιπαρών οξέων με αριθμό ατόμων άνθρακα από 4 έως 26. Απ' αυτά, τα κυριότερα λιπαρά οξέα είναι εκείνα με 4-10, 16 και 18 άτομα άνθρακα στη λιπαρή αλυσίδα. Η συγκέντρωση του βουτυρικού οξέος (c=4) κυμαίνεται μεταξύ 8 και 12%. Περίπου το 62% των λιπαρών οξέων είναι κορεσμένα και το 37% ακόρεστα. Από τα φωσφολιπίδια, το λίπος του γάλακτος περιέχει φωσφατιδυλοχολίνη (N=3%), φωσφατιδυλοαιθανολαμίνη (N=3%) και σφιγγομυελίνη (N=2.5%). Το μικρότερο μέρος του λίπους στο γάλα αποτελούν τα γλυκερίδια των κετονοξέων και η χοληστερόλη.

Το λίπος στο γάλα βρίσκεται με τη μορφή σφαιρίδιων διάμετρου 1-5 μm . Τα σφαιρίδια αυτά σταθεροποιούνται από στρώμα φωσφολιπίδιων και πρωτεϊνών. Κάθε 1cm^3 γάλακτος περιέχει 3×10^9 λιποσφαιρίδια. Από τις πιο χαρακτηριστικές ιδιότητες του γάλακτος είναι η συσσωμάτωση και η άνοδος των σφαιρίδιων του λίπους στην επιφάνεια του προϊόντος

γνωστή σαν αποκορύφωση, οπότε σχηματίζεται η λεγόμενη «κρέμα» του γάλακτος. Η αποκορύφωση συντελείται σε 20–30 min. στους 4°C. Ο σχηματισμός της «κρούστας» αυτής αποφεύγεται με την ομογενοποίηση του γάλακτος, η οποία συνίσταται στην ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων, (βλ. κεφ. 12.3).

Β. Πρωτεΐνες

Το πρωτεϊνικό κλάσμα του γάλακτος αποτελείται από ετερογενές μίγμα, πρωτεϊνών. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 12-1, από το γάλα είναι δυνατόν να απομονωθούν τρία κυρίως κλάσματα: Η καζεΐνη, η γαλακταλβουμίνη και η γαλακτογλοβουλίνη. Τα κλάσματα αυτά αρχικά θεωρήθηκαν σαν καθαρές πρωτεΐνες. Νεώτερες μέθοδοι εξέτασης των παραπάνω κλασμάτων έδειξαν ότι το καθένα απ' αυτά αποτελείται από περισσότερες πρωτεΐνες. Εκτός από τα τρία παραπάνω πρωτεϊνικά κλάσματα, στο γάλα απαντούν και άλλες αζωτούχες ενώσεις (μη πρωτεϊνικό άζωτο 5.0%). π.χ. κρεατίνη, κρεατινίνη, ουρία, αμινοξέα, αμμωνία κ.τ.λ.



Σχήμα 12-1. Τα σπουδαιότερα κλάσματα των πρωτεϊνών του αγελαδινού γάλακτος.

1. Καζεΐνηη

Αποτελεί την πιο ενδιαφέρουσα ομάδα πρωτεΐνών, και αντιστοιχεί στα 78% περίπου του συνολικού αζώτου του γάλακτος. Απαντά στο γάλα με τη μορφή κολλοειδών συσσωματωμάτων (μικελλών) μέσου μεγέθους 1200Å και είναι σύνθετη πρωτεΐνη που περιέχει στο μόριό της φωσφορικό οξύ, ασβέστιο και μικρή ποσότητα υδατανθράκων. Η καζεΐνη με ηλεκτροφόρηση βρέθηκε πως αποτελείται από τρία διαφορετικά κλάσματα που ονομάστηκαν α-,β- και γ- καζεΐνες. Αργότερα διαπιστώθηκε πως η α καζεΐνη αποτελείται από δυο συστατικά που ονομάστηκαν α₅- και κ-καζεΐνη. Τα πιο πάνω συστατικά αποτελούν αντίστοιχα το 55% (α₅-), 25%(β-), 15%(κ-), και 5%(γ-) της συνολικής καζεΐνης. Οι διάφορες καζεΐνες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μοριακό βάρος, την ποσότητα του φωσφορικού οξέος το είδος και τον αριθμό των αμινοξέων που περιέχουν, τη στερεοχημική τους δομή, την ευαισθησία που παρουσιάζουν έναντι του Ca²⁺ (η καζεΐνη α₅-είναι η πλέον ευαίσθητη). Η καζεΐνη βρίσκεται στο γάλα με τη μορφή του καζεϊνικού ασβεστίου και καταβυθίζεται εύκολα στο ισοηλεκτρικό της σημείο (pH=4.6). Τέλος, πήζει με την προσθήκη της πρωτεάσης ρεννίνης.

2. Πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος

Μετά την καταβύθιση της καζεΐνης του γάλακτος το υγρό που παραμένει χαρακτηρίζεται σαν «ορός του γάλακτος». Οι πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος είναι οι γαλακτογλοβουλίνες και οι γαλακταλβουμίνες.

α. Γαλακτογλοβουλίνες. Είναι δυσδιάλυτες στο νερό, αλλά διαλυτές στα αραιά ουδέτερα διαλύματα των αλάτων. Δεν πήζουν με τη ρεννίνη (πυτιά), πήζουν όμως κατά τη θέρμανση.

Οι γαλακτογλοβουλίνες έχουν μεγάλη βιολογική αξία γιατί μοιάζουν με τις γ-γλοβουλίνες του αίματος που είναι γνωστές σαν ανοσογλοβουλίνες και χρησιμεύουν ως φορείς των αντισωμάτων που προστατεύουν τα νεογνά των θηλαστικών από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

β. Γαλακταλβουμίνες. Είναι διαλυτές στο νερό και τα αραιά ουδέτερα διαλύματα των αλάτων. Κατά τη θέρμανση του γάλακτος πήζουν και σχηματίζουν μικρούς κόκκους. Το ποσοστό κατά το οποίο πήζουν οι γαλακταλβουμίνες είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας. Στη θερμοκρασία της παστερίωσης πήζουν κατά 10% περίπου, ενώ στη θερμοκρασία βρασμού πήζουν κατά 100%. Οι γαλακταλβουμίνες δεν πήζουν με το ένζυμο ρεννίνη.

Με ηλεκτροφορητικές μεθόδους δείχτηκε ότι οι γαλακταλβουμίνες αποτελούνται από β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακταλβουμίνη και οροαλβουμίνη.

Γ. Υδατάνθρακες - Λακτόζη

Η λακτόζη ή γαλακτοσάκχαρο είναι το κύριο σάκχαρο που απαντά στο γάλα των θηλαστικών. Αποτελείται από 1 μόριο γαλακτόζης και 1 μόριο γλυκόζης. Η περιεκτικότητα της λακτόζης στο γάλα ποικίλλει από 1.0% (στο γάλα του ποντικού) μέχρι 7.0% (στο γάλα της γυναίκας). Η λακτόζη απαντά σε δύο ισομερείς μορφές, την α- και β- λακτόζη. Οι δύο αυτές μορφές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη γλυκύτητα και τις άλλες φυσικές ιδιότητες (στροφική ικανότητα, διαλυτότητα κ.τ.λ.).

Οι σπουδαιότερες από τις ιδιότητες της λακτόζης είναι οι εξής:

1. Κρυστάλλωση

Η λακτόζη κρυσταλλώνεται εύκολα με τη μορφή του μονοϋδρίτη της α-λακτόζης μοριακού τύπου $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$.

2. Διαλυτότητα

Η διαλυτότητα της λακτόζης είναι πολύ περιορισμένη σε σύγκριση με τη διαλυτότητα των άλλων σακχάρων. Είναι δέκα φορές λιγότερο διαλυτή από τη σακχαρόζη.

3. Γλυκύτητα

Η γλυκύτητα της λακτόζης είναι πολύ μικρότερη από τη γλυκύτητα της σακχαρόζης (αντιστοιχεί μόνο στο 18% της τελευταίας), γι' αυτό και το γάλα δεν είναι γλυκό. Η γλυκύτητά της αυξάνει αισθητά κατά την ενζυματική υδρόλυσή της, από το ένζυμο λακτάση, οπότε παράγεται γλυκόζη και γαλακτόζη.

4. Πολυστροφισμός

Πρόσφατα διαλύματα λακτόζης σε νερό στους 15°C παρουσιάζουν ειδική στροφή +89.4, η οποία προοδευτικά σε 24 hrs φθάνει την τιμή +55.4° σε ουδέτερο περιβάλλον. (βλ. επίσης πολυστροφισμό σακχάρων κεφ. 5.4). Τέλος, η λακτόζη εμφανίζει αναγωγικές ιδιότητες (ανάγει απευθείας το φελίγγειο υγρό), αντιδρά με διάφορες αζωτούχες ενώσεις (αμινοξέα) και παρέχει το σύνολο των αντιδράσεων που οδηγούν στη μη ενζυματική αμαύρωση (κεφ. 5.4). Ακόμη υφίσταται ζύμωση (γαλακτική ζύμωση) από μικροοργανισμούς που οδηγεί στο σχηματισμό διάφορων προϊόντων, κυρίως γαλακτικού οξέος.

Δ. Ένζυμα

Τα ένζυμα στο γάλα βρίσκονται είτε ελεύθερα σαν πρωτεΐνες είτε δεσμευμένα σε σύμπλοκα όπως τις λιποπρωτεΐνες. Απ' αυτά τα σπουδαιότερα είναι:

1. Η αλκαλική φωσφατάση

Καταλύει την υδρόλυση ορισμένων οργανικών φωσφορικών ενώσεων. Αδρανοποιείται κατά ποσοστό 99.9% με την παστερίωση του γάλακτος.

Γι' αυτό η ανίχνευση της αλκαλικής φωσφατάσης συσχετίστηκε με τη διαπίστωση της ικανοποιητικής παστερίωσης του γάλακτος.

2. Η λιπάση

Προκαλεί την υδρόλυση του λίπους του γάλακτος προς ελεύθερα οξέα, γλυκερίνη, μονο- και διγλυκερίδια. Η λιπολυτική δράση της λιπάσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το pH, το βαθμό ομογενοποίησης του γάλακτος κ.ά.

3. Η πρωτεάση

Προκαλεί την αργή διάσπαση των πρωτεϊνών του γάλακτος, και κατά κύριο λόγο της καζεΐνης. Αδρανοποιείται κατά τη θέρμανση του γάλακτος στους 75–85°C για 10 min.

Ε. Ανόργανα συστατικά και τέφρα

Η τέφρα αποτελείται από τα οξείδια του Na, K, Ca, Mg, Fe, P και S. Τα ανόργανα άλατα είναι τα PO_4^{3-} , Cl; κίτρικα καθώς και εκείνα του K, Na, Ca, Mg.

ΣΤ. Βιταμίνες

Οι μεν λιποδιαλυτές βιταμίνες είναι συστατικά του λίπους στο γάλα (A, D, E, K), ενώ η βιταμίνες B και C απαντούν στην υδατική φάση του γάλακτος. Ο πίνακας 12–2 δίνει την περιεκτικότητα του γάλακτος σε βιταμίνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12–2

| Βιταμίνες του αγελαδινού γάλακτος | |
|---------------------------------------|----------------------|
| | (ανά λίτρο γάλακτος) |
| Βιταμίνη A (ρετινόλη) | 0.10–0.50 mg |
| Βιταμίνη B ₁ (θειαμίνη) | 0.4 mg |
| Βιταμίνη B ₂ (ριβοφλαβίνη) | 1.5 mg |
| Βιταμίνη B ₆ (πυριδοξίνη) | 0.7 mg |
| Βιταμίνη B ₁₂ | 7.0 mg |
| Νιασίνη | 1.2 mg |
| Παντοθενικό οξύ | 3.0 mg |
| Ίνωση | 180 mg |
| Βιταμίνη C | 20 mg |
| Βιταμίνη D | 0.4 mg |
| Βιταμίνη E | 1.0 mg |
| Βιοτίνη | 50 μg |
| Βιταμίνη K | ίχνη |
| Φολικό οξύ | 1.0 mg |
| Καροτίνη | 0.1–0.6 mg |

12.3 Κατεργασίες του γάλακτος

Το γάλα θεωρείται από τα πλέον ευαλλοίωτα προϊόντα και είναι ανάγκη να κατεργαστεί για να προφυλαχθεί από τους μικροοργανισμούς. Οι συ-

νησιμένες κατεργασίες περιλαμβάνουν την παστερίωση, την αποστείρωση, την ομογενοποίηση, την αφυδάτωση, την κατάψυξη κ.ά.

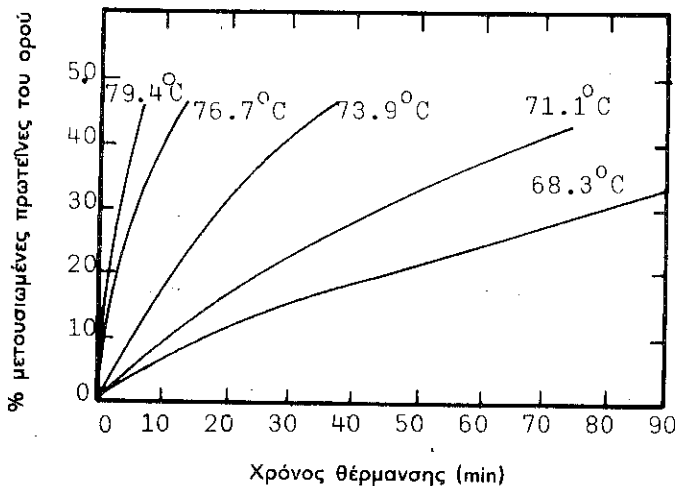
Α. Θερμικές κατεργασίες

Η παστερίωση του γάλακτος γίνεται στους 61.8°C επί 30 min ή στους 71.8°C επί 15 sec (H.T.S.T. κατεργασία) και είναι απαραίτητη για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκουν στο γάλα ιδανικό θρεπτικό υλικό. Η παστερίωση μπορεί ακόμη να γίνει στους 93.4°C επί 3 sec.

Η αποστείρωση του γάλακτος γίνεται στους 116.7°C επί 12–15 min, ή στους 129.6°C επί 3–5 sec (U.H.T. κατεργασία, η οποία, σε συνδυασμό με ασηπτική συσκευασία, δίνει προϊόν αυξημένης σταθερότητας για μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς την ανάγκη ψύξης).

Η αποστείρωση προκαλεί την πλήρη καταστροφή όλων των μικροοργανισμών του γάλακτος.

Κατά την παστερίωση παρατηρείται μετουσίωση των ευαίσθητων πρωτεϊνών του γάλακτος. Σε υψηλότερη θερμοκρασία παρατηρείται αποικοδόμηση και των πρωτεϊνών του ορού (σχ. 12–2). Το γάλα αυτό αποκτά τη χαρακτηριστική γεύση του «καμένου». Στις υψηλές αυτές θερμοκρασίες συμβαίνουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ πρωτεϊνών – πρωτεϊνών. Πιστεύεται ότι σχηματίζονται δεσμοί -S-S μεταξύ των πρωτεϊνών που έχουν σαν αφητηρία τις -SH ομάδες της β-γαλακτογλοβουλίνης.



Σχήμα 12-2. Επίδραση της θερμοκρασίας στη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού του γάλακτος.

(Από Harland et al., 1952)

Η θερμοκρασία επίσης καταλύει διάφορες αντιδράσεις διάσπασης: καταστροφή βιταμινών, αντιδράσεις αμαύρωσης κ.τ.λ. Πολύ ευαίσθητες στη θερμοκρασία είναι η υδατοδιαλυτή βιταμίνη C και η ριβοφλαβίνη.

Β. Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση αποβλέπει στη σταθεροποίηση της λιπαρής φάσης του γάλακτος. Πραγματοποιείται με τη διοχέτευση θερμού γάλακτος υπό πίεση (~ 500psi) με μεγάλη ταχύτητα, μέσω σειράς οπών, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση του μεγέθους των λιποσφαιριδίων από 2–10 μm. σε < 2 μm. Το ομογενοποιημένο γάλα είναι πιο λευκό, διαφορετικής οσμής, λιγώτερο σταθερό έναντι της θερμοκρασίας και πιο ευαίσθητο στο φως. Προσοχή πρέπει να δίνεται στα ένζυμα, λιπάσες, που πρέπει να αδρανοποιηθούν κατά την παστερίωση πριν από την ομογενοποίηση, γιατί διαφορετικά αναπτύσσεται γεύση «τάγγισης» στο προϊόν, μέσω των αντιδράσεων τις οποίες καταλύουν οι λιπάσες.

Γ. Αφυδάτωση και συμπύκνωση

Και στις δύο αυτές κατεργασίες αφαιρείται νερό και αυξάνεται η συγκέντρωση των στερεών συστατικών του προϊόντος ανά μονάδα βάρους αυτού. Το νερό που μένει στο προϊόν είναι το 1/2 ή 1/3 του αρχικού περιεχόμενου ποσού. Ολική απομάκρυνση του νερού (περίπου 97%) οδηγεί στη λήψη σκόνης γάλακτος. Με την αφυδάτωση και τη συμπύκνωση περιορίζεται ο όγκος του γάλακτος και αυξάνεται η δυνατότητα διατήρησής του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Δ. Ψύξη και κατάψυξη

Το γάλα αμέσως μετά την άμελη έχει θερμοκρασία μεταξύ 33 και 37°C και αποτελεί ιδανικό θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό ψύχεται καταρχήν σε θερμοκρασία 0–4°C μέχρις ότου υποβληθεί σε παραπέρα κατεργασία. Με τη διατήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία επιτυγχάνεται αξιόλογος περιορισμός κυρίως των μεσόφιλων μικροοργανισμών, οι οποίοι, τις περισσότερες φορές, είναι υπεύθυνοι για την πρόκληση ασθενειών ή τροφικών δηλητηριάσεων. Η ψύξη δεν παρέχει προστασία στο γάλα έναντι των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών, οι οποίοι αναπτύσσονται κανονικά μεταξύ 20–30°C, αλλά εξακολουθούν τη δράση τους και σε θερμοκρασίες μεταξύ 0–5°C. Με την ψύξη επιτυγχάνεται η διατήρηση του γάλακτος για 2–3 μόνο μέρες. Για να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (3–4 μήνες) είναι ανάγκη, αφού υποβληθεί σε ομογενοποίηση, να καταψυχθεί στους –15 έως –20°C.

12.4 Θρεπτική αξία του γάλακτος

Το γάλα, όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφάλαιου, προορίζεται να θρέψει τα νεογνά των θηλαστικών που το παράγουν. Γι αυτό περιέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Θεωρείται συνεπώς η τέλεια τροφή. Αποτελεί πλούσια πηγή, υψηλής βιολογικής αξίας πρωτεϊνών, βιταμινών κυρίως ριβοφλαβίνης και απαραίτητων για τον οργανισμό στοιχείων όπως Ca, P κ.ά. Η πρωτεΐνη του γάλακτος, που θεωρείται η δεύτερη σε βιολογική αξία μετά την πρωτεΐνη των αυγών, περιέχει πλατύ φάσμα αμινοξέων, με την εξαίρεση όσων περιέχουν θειούχα αμινοξέα, δηλαδή κυστίνη, κυστεΐνη και μεθειονίνη. Η πρωτεΐνη του γάλακτος είναι πλούσια σε λυσίνη. Το λίπος του γάλακτος περιέχει εξάλλου σημαντικό ποσό κορεσμένων λιπαρών οξέων, που σύμφωνα με σύγχρονες θεωρίες έχει σχέση με τη δημιουργία αρτηριοσκλήρυνσης. Οι θεωρίες εντούτοις αυτές δεν έχουν επιβεβαιωθεί.

Η γαλακτόζη εξάλλου πιστεύεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του Ca και αμινοξέων στο έντερο. Τα τελευταία χρόνια έγινε γνωστή η αδυναμία αρκετών έγχρωμων φυλών να απορροφήσουν τη λακτόζη. Αυτό αποδόθηκε στην έλλειψη λακτάσης, η οποία ενζυματικά διασπά τη λακτόζη έτσι ώστε η τελευταία να απορροφηθεί από τον οργανισμό. Ελλείψει λακτάσης, η λακτόζη διασπάται από μικροοργανισμούς και παράγεται μεγάλη σχετικά ποσότητα CO₂ το οποίο προκαλεί ανωμαλίες στα έντερα του ανθρώπου.

12.5 Προϊόντα γάλακτος

A. Γάλα εβαπορέ (συμπυκνωμένο γάλα)

Προκύπτει από το νωπό γάλα ύστερα από συμπύκνωση μέχρι του μισού του αρχικού του όγκου. (Από 2.1 Kg νωπού γάλακτος προκύπτει 1 Kg γάλα εβαπορέ). Η συστασή του φαίνεται στον πίνακα 12-3

ΠΙΝΑΚΑΣ 12-3

Η μέση εκατοστιαία σύσταση του γάλακτος εβαπορέ

| Συστατικό | πλήρες | Αποβουτυρωμένο |
|--------------------|--------|----------------|
| | γάλα | γάλα |
| Λίπος | 8.0 | 0.5 |
| Πρωτεΐνες (Nx6.38) | 6.9 | 11.1 |
| Λακτόζη | 9.7 | 15.0 |
| Τέφρα | 1.5 | 2.4 |
| Νερό | 73.9 | 71.0 |

Το γάλα εβαπορέ παρασκευάζεται ως εξής:

Θερμαίνεται καταρχήν το γάλα στους 32°C και διηθείται για την απομά-

κρυνση οποιασδήποτε ξένης ύλης. Ακολουθεί προθέρμανση του γάλακτος στους 95°C επί 15 min ή στους 120–140°C επί 25 sec. για την καταστροφή των μικροοργανισμών και ενζύμων καθώς και για την πρόληψη της πήξης του προϊόντος κατά την αποστείρωση. Ακολουθεί συμπύκνωση υπό κενό, όπου το γάλα βράζει στους 43–57°C. Στη συνέχεια το γάλα ομογενοποιείται για να αποφευχθεί η μελλοντική αποκορύφωση, ψύχεται, συσκευάζεται και αμέσως μετά αποστειρώνεται, στους 120°C επί 15 min. Τέλος επαναψύχεται και αποθηκεύεται σε θερμοκρασία μικρότερη των 21°C. Κατά τη συμπύκνωση του γάλακτος παρουσιάζονται ορισμένα προβλήματα στο προϊόν όπως σκούρο χρώμα λόγω αμαύρωσης, «καμένη» γεύση, τροποποίηση της κολλοειδούς του κατάστασης (ζελατινοποίηση), οξειδωση του λίπους, αποκορύφωση κ.τ.λ. Τα προβλήματα αυτά αποφεύγονται με τη χρησιμοποίηση, κατά το δυνατόν, χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη συμπύκνωση (υπό κενό) και τη διατήρηση του προϊόντος.

Β. Σακχαρούχο συμπυκνωμένο γάλα

Παρασκευάζεται σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία. Μετά τη προθέρμανση, στο γάλα προστίθεται ζάχαρη (18 Kg ζάχαρης/100 Kg νωπού γάλακτος) υπό μορφή αποστειρωμένου σιροπιού που περιέχει 70% καθαρή σακχαρόζη. Στη συνέχεια το σακχαρούχο προϊόν συμπυκνώνεται υπό κενό συνήθως 2.5:1 μέχρις ότου αποκτήσει ε.β.=1.30 περίπου. Προσοχή πρέπει να δίνεται για την αποφυγή υπερθέρμανσης του γάλακτος, που ευνοεί την ανάπτυξη σκοτεινού χρώματος του προϊόντος καθώς και για την αποφυγή σχηματισμού μεγάλων κρυστάλλων λακτόζης, κατά την τελική ψύξη του προϊόντος, οι οποίοι δίνουν στο γάλα αμμώδη υφή. Η σύσταση του σακχαρούχου συμπυκνωμένου γάλακτος έχει ως εξής: Λίπος 8.5%, πρωτεΐνες (Nx6.38) 8.2%, λακτόζη 12.2%, σακχαρόζη 42.0% τέφρα 1.7% νερό 27.4%.

Γ. Γάλα σκόνη

Παρασκευάζεται μετά από ξήρανση σε ειδικές εγκαταστάσεις, κυρίως καταιονιστήρες ή τύμπανα. Το γάλα διαυγάζεται και συμπυκνώνεται υπό κενό έως ότου η περιεκτικότητά του σε στερεά συστατικά φτάσει 40–50%. Στη συνέχεια με αντλία υψηλής πίεσης διοχετεύεται στον καταιονιστήρα του πύργου ξήρανσης. Στην περίπτωση χρήσης της μεθόδου ξήρανσης με τύμπανα, το γάλα διοχετεύεται υπό μορφή υμενίου στην επιφάνεια αντιστρόφως περιστρεφόμενων τυμπάνων, στο εσωτερικό των οποίων κυκλοφορεί ατμός υπό πίεση. Το γάλα εξατμίζεται στην εξωτερική επιφάνεια των τυμπάνων ($\Theta = 150^\circ\text{C}$) και με κατάλληλο ξέστρο απομακρύνεται. Ακολουθεί αεροστεγής συσκευασία σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου

(N₂). Χαρακτηριστικό πρόβλημα που παρουσιάζει το γάλα σε σκόνη μετά από μακρά διατήρηση είναι η οσμή ψαριού ή η οσμή και γεύση ταγγισμένου λίπους που προέρχονται από την υδρόλυση και οξείδωση της περιεχόμενης λεικιθίνης και το σχηματισμό τριμεθυλαμίνης. Η σύσταση του γάλακτος σκόνη είναι : Λίπος 27.5%, πρωτεΐνες (Nx6.38) 25.0%, λακτόζη 37.5%. τέφρα 6.0%, νερό 3.0%.

Δ. Παγωτά

Περιέχουν γάλα (σκόνη γάλακτος), βούτυρο, γλυκαντικές ύλες, αρωματικές ύλες, σταθεροποιητές και γαλακτοματοποιητές. Το περιεχόμενο σε λίπος είναι τουλάχιστον 10%, τα συνολικά στερεά 20%, οι σταθεροποιητές $\leq 0.5\%$ και οι γαλακτοματοποιητές $\leq 0.2\%$. Από άποψη δομής, το παγωτό είναι ένας στερεός αφρός στον οποίο η συνεχής φάση είναι ένα παγωμένο γαλάκτωμα. Το λίπος προσδίδει αφενός την πλούσια συνεχή υφή και αφετέρου την απαλή γεύση. Οι πρωτεΐνες συντελούν στο σχηματισμό μικρών σταθερών αεροθυλάκων (αφρός). Τα σάκχαρα συμβάλλουν στη γλυκιά γεύση και στην ταπείνωση του σημείου πήξης ώστε να αποφεύγεται η κρυστάλλωση. Οι σταθεροποιητές εμποδίζουν τον σχηματισμό μεγάλων κρυστάλλων, βελτιώνουν την υφή του προϊόντος και καθυστερούν την τήξη μετά την έξοδό του από τη συσκευασία. Σαν σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται η ζελατίνη, το άγαρ-άγαρ κ.α. Οι γαλακτοματοποιητές εμποδίζουν τον διαχωρισμό του λίπους, εξασφαλίζουν την ομοιόμορφη κατανομή του στον όγκο του παγωτού και συνεπώς βελτιώνουν την υφή του. Φυσικός γαλακτοματοποιητής είναι η λεικιθίνη, αλλά προστίθενται και μόνο-και διγλυκερίδια για τον ίδιο σκοπό.

Η παρασκευή παγωτού περιλαμβάνει τα εξής βασικά στάδια:

(1) παρασκευή του μίγματος (2) Κατάψυξη του μίγματος (3) Στερεοποίηση του μίγματος.

Τα υγρά συστατικά του παγωτού τοποθετούνται σε λέβητα θερμοκρασίας 45°C, όπου προστίθενται υπό ανάδευση και τα στερεά συστατικά. Ακολουθεί παστερίωση του μίγματος κάτω από δραστικές συνθήκες (68°C επί 30 min ή 80°C επί 25 sec) για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Μετά την παστερίωση το μίγμα ομογενοποιείται στους 70-80°C. Ακολουθεί ψύξη στους 0-4°C. Στη θερμοκρασία αυτή παραμένει το ομογενοποιημένο μίγμα για 4 έως 24 ώρες για να «ωριμάσει». Κατά την ωρίμαση στερεοποιείται το λίπος, αυξάνει το ιξώδες του μίγματος και ο σταθεροποιητής δεσμεύει νερό και διογκώνεται.

Ακολουθεί κατάψυξη, η οποία γίνεται σε δύο στάδια: α) το μίγμα ψύχεται γρήγορα ενώ ταυτόχρονα χτυπιέται και αναδεύεται ώστε να ενσωματωθεί αέρας στη μάζα του και να σχηματιστούν μικροί κρύσταλλοι νερού. Η κατάψυξη γίνεται σε κυλινδρικά δοχεία σε θερμοκρασία -15 έως -18°C. β) Το μερικά κατεψυγμένο μίγμα διοχετεύεται σε καλούπια ή συ-

σκευάζεται κατάλληλα και μετά μεταφέρεται σε θαλάμους θερμοκρασίας -40°C για να παγώσει περισσότερο και να σκληρύνει. Μετά τη σκλήρυνση το παγωτό μεταφέρεται σε θαλάμους θερμοκρασίας -18 έως -24°C όπου και διατηρείται έως ότου καταναλωθεί. Ένα καλής ποιότητας παγωτό πρέπει να περιέχει: πρωτεΐνες 4.6%, λίπος 21.5%, λακτόζη 5%, σακχαρόζη και γλυκόζη 15% και τέφρα 0.9%. Συνηθισμένα προβλήματα των παγωτών είναι η δημιουργία δυσάρεστης οσμής και γεύσης καθώς και η κρυστάλλωση της λακτόζης. Το τελευταίο αποφεύγεται με την προσθήκη, πριν από την κατάψυξη, λεπτής σκόνης λακτόζης ή σκόνης αποβουτυρωμένου γάλακτος που παρέχουν τους πυρήνες για το σχηματισμό πολλών μικρών κρυστάλλων λακτόζης που δεν γίνονται αντιληπτοί κατά την κατανάλωση.

Ε. Γιαούρτη

Παρασκευάζεται από πρόβειο ή αγελαδινό γάλα με την προσθήκη καθαρής καλλιέργειας των μικροοργανισμών *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Η γιαούρτη πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα χωρίς λίπος (ΣΥΧΛ), σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον από το αντίστοιχο γάλα, από το οποίο παρασκευάστηκε.

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ: Πρόβειο ή συμπυκνωμένο αγελαδινό γάλα, αφού διηθηθεί, θερμαίνεται μέχρι να βράσει επί 5 min περίπου. Με τη θέρμανση επιτυγχάνεται η καταστροφή των μικροοργανισμών του γάλακτος καθώς και η πήξη των πρωτεϊνών του ορού που συντελεί στην αύξηση της συνεκτικότητας της γιαούρτης που θα προκύψει. Μετά το βρασμό μεταφέρεται σε κύπελλα μέσα σε θάλαμο επώασης και αφήνεται να ψυχθεί στους 40°C . Ακολουθεί η προσθήκη στο γάλα κάθε κύπελλου, μικρής ποσότητας γιαούρτης προηγούμενης παρασκευής, αραιωμένης με λίγο βρασμένο και ψυγμένο γάλα (καλλιέργεια).

Η θερμοκρασία στο θάλαμο επώασης διατηρείται σταθερή στους $42-45^{\circ}\text{C}$ για 3-4 hrs μέχρις ότου επιτευχθεί η πλήρης πήξη του γάλακτος. Στη συνέχεια η γιαούρτη τοποθετείται σε ψυγείο θερμοκρασίας $4-5^{\circ}\text{C}$ επί 6-8 hrs, για να ολοκληρωθεί η πήξη της, οπότε είναι έτοιμη να διατεθεί στην κατανάλωση. Η σύσταση των διαφόρων τύπων γιαούρτης είναι παραπλήσια με τη σύσταση του γάλακτος από το οποίο παρασκευάστηκαν.

ΣΤ. Βούτυρο

Είναι γενικά το προϊόν που λαμβάνεται με απόδαρση του γάλακτος, με περιεκτικότητα σε λίπος τουλάχιστον 80%. Το βούτυρο διακρίνεται σε: 1. ΝΩΠΟ Ή ΦΡΕΣΚΟ ΒΟΥΤΥΡΟ (όνομα ζώου). Είναι το προϊόν που λαμβάνεται με τον παραπάνω τρόπο, χωρίς καμιά προσθήκη. Περιέχει νερό μέχρι 18%, διάφορες ύλες που προέρχονται από το γάλα μέχρι 2% και χλωριούχο

νάτριο· μέχρι 0.2%.

2. ΑΛΑΤΙΣΜΕΝΟ ΝΩΠΟ ΒΟΥΤΥΡΟ (όνομα ζώου). Είναι το νωπό βούτυρο που περιέχει μαγειρικό αλάτι μέχρι 2.0%

3. ΤΕΤΗΓΜΕΝΟ (ΛΕΙΩΜΕΝΟ) ΒΟΥΤΥΡΟ (όνομα ζώου). Είναι το προϊόν που λαμβάνεται με τήξη του νωπού βούτυρου σε χαμηλή θερμοκρασία. Το τετηγμένο βούτυρο μπορεί να περιέχει νερό και άλλες ύλες που προέρχονται από το γάλα σε ποσοστό μέχρι 1.0% καθώς και μαγειρικό αλάτι μέχρι 1.0%

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΒΟΥΤΥΡΟΥ:

Γίνεται καταρχήν φυγοκεντρικός διαχωρισμός του γάλακτος σε «κρέμα» ή αφρόγαλα και αποβουτυρωμένο γάλα μέσα σε ειδικές μηχανικές εγκαταστάσεις, τους κορυφολόγους.

Η κρέμα στη συνέχεια υποβάλλεται σε σειρά κατεργασιών όπως αποξίνιση, τυποποίηση, παστερίωση, απόσπηση, ωρίμαση, (προσθήκη καθαρών καλλιεργειών μικροοργανισμών που προκαλούν ελεγχόμενη ζύμωση), χρώση και τέλος βουτυροποίηση. Η τελευταία αυτή κατεργασία επιτελείται με ισχυρή ανατάραξη (απόδαρση) κατά την οποία πραγματοποιείται αναστροφή των φάσεων του γαλακτώματος, ενώ δηλαδή η κρέμα είναι γαλάκτωμα λίπους σε νερό, με την ανατάραξη λαμβάνεται το βούτυρο που είναι γαλάκτωμα νερού σε λίπος. Πιστεύεται πως κατά την απόδαρση της κρέμας προκαλείται ρήξη των μεμβρανών των λιποσφαιριδίων που τους εξασφαλίζουν την ατομικότητά τους και έτσι επέρχεται η συνένωσή τους και ο σχηματισμός της στερεάς μάζας του βούτυρου.

Οι πιο συνηθισμένες αλλοιώσεις του βουτύρου είναι οι ακόλουθες:

α. Τάγγιση: οφείλεται στην υδρόλυση ή την οξείδωση του λίπους.

β. Οξίνιση: οφείλεται στην υπερβολική ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* κ.ά.

γ. Οσμή ψαριού: οφείλεται στην παρουσία ενώσεων οι οποίες προκύπτουν από την οξείδωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων των γλυκεριδίων και των φωσφολιπιδίων του βούτυρου.

δ. Στεατώδης γεύση: εκδηλώνεται με αλλαγή της γεύσης και του χρώματος του βούτυρου και οφείλεται στην οξείδωση του λίπους και στο σχηματισμό υπεροξειδίων, τα οποία διασπώνται προς αλδεΐδες και κετόνες.

Z. Τυρί

Το προϊόν αυτό είναι αποτέλεσμα της προσπάθειας του ανθρώπου να συντηρήσει το ευαλλοίωτο γάλα σε μια πιο σταθερή μορφή, πολύ μικρότερου βάρους και όγκου, εύπεπτη, γευστική και μεγάλης θρεπτικής αξίας. Η παρασκευή του τυριού περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ. Συνίστανται στην τυποποίηση (διεργασία που αποβλέπει στη λήψη επιθυμητής σύστασης γάλακτος) και στην πα-

στερίωση για την απαλλαγή από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

2. ΠΗΞΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ. Επιτυγχάνεται με την οξίνιση του γάλακτος ή τη προσθήκη πυτιάς, που είναι έκκριμα του στομαχίου νεαρών μοσχαριών και περιέχει το ένζυμο ρεννίνη, το οποίο προκαλεί την πήξη. Στην πρώτη περίπτωση η οξίνιση προκαλείται από τους οξυπαραγωγικούς μικροοργανισμούς της καθαρής καλλιέργειας, που προστίθεται στο γάλα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί κατεβάζουν το pH του γάλακτος έως το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης ($pI=4.6$) με αποτέλεσμα την πήξη του τελευταίου. Στη δεύτερη περίπτωση η ρεννίνη της πυτιάς προσβάλλει καταρχήν την καζεΐνη και σχηματίζεται η παρα-κ-καζεΐνη και στη συνέχεια, παρουσία ιόντων ασβέστιου, ακολουθεί πήξη του γάλακτος. Η πήξη του γάλακτος γίνεται συνήθως αφού περάσουν 1–2 hrs μετά την προσθήκη της καθαρής καλλιέργειας. Ο χρόνος πήξης διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του τυριού που παρασκευάζεται και κυμαίνεται από 20–60 min. Κατά την πήξη, στο τυρόπηγμα συγκεντρώνονται η καζεΐνη, το μεγαλύτερο μέρος του λίπους και μικρή ποσότητα από τη λακτόζη και τα άλατα του γάλακτος. Στο τυρόγαλα συγκεντρώνονται όλη σχεδόν η ποσότητα της αλβουμίνης και της γλοβουλίνης, το μεγαλύτερο μέρος από τη λακτόζη, τα άλατα και μικρή ποσότητα από το λίπος.

3. ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ. Η αποβολή του τυρογάλακτος από το τυρόπηγμα αυξάνει με την επιφάνεια του τελευταίου· γιαυτό, το τυρόπηγμα τεμαχίζεται με ειδικούς τυροκόπτες. Με τον τεμαχισμό εξασφαλίζεται η κανονική ωρίμαση του τυριού.

4. ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ. Γίνεται προκειμένου να παρασκευαστεί σκληρό τυρί. Συνίσταται στη θέρμανση του τυροπήγματος σε λέβητα στους 40–50°C υπό συνεχή ανάδευση για να αποβληθεί από το τυρόπηγμα όσο το δυνατό μεγαλύτερη ποσότητα από το τυρόγαλα.

5. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ. Κατά το στάδιο αυτό το τυρόπηγμα αποβάλλει επί πλέον ποσό τυρογάλακτος και παίρνει το σχήμα του καλουπιού.

6. ΑΛΑΤΙΣΜΑ ΤΥΡΙΟΥ. Παίζει ρυθμιστικό ρόλο γιατί με το αλάτισμα ελέγχονται, κατά ένα ποσοστό, οι ζυμώσεις που γίνονται στο τυρόπηγμα και βελτιώνεται η γεύση του τυριού.

Το αλάτισμα γίνεται είτε με απευθείας προσθήκη καθαρών κόκκων αλατιού στη μάζα του τυροπήγματος είτε με εμβάπτιση των τεμαχίων του τυροπήγματος σε διάλυμα αλατιού (άλμη, 12–20%).

7. ΩΡΙΜΑΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ. Αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο της παρασκευής του τυριού. Κατ' αυτήν αλλάζουν, η οσμή, η γεύση, η υφή και με-

ρικές φορές και το χρώμα του τυριού. Η λακτόζη διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη, οι οποίες μέσω ζύμωσης δίνουν γαλακτικό οξύ. Οι πρωτεΐνες διασπώνται σε αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις. Το λίπος υδrolύεται κατά ένα ποσοστό σε λιπαρά οξέα. Με τις παραπάνω μεταβολές μετατρέπεται το άοσμο και άγευστο τυρόπηγμα σε εύγεστο και εύπεπτο τυρί.

Τα τυριά ανάλογα με το ποσό της υγρασίας που περιέχουν διακρίνονται σε μαλακά (υγρασία 45–80%) και σκληρά (υγρασία 30–45%). Σπουδαιότερα απ' τα μαλακά τυριά είναι η φέτα, ο τελεμές, η μυζήθρα, ο ανθότυρος, το μανούρι, το cream cheese, και το cottage cheese, ενώ από τα σκληρά: η γραβιέρα, το κεφαλοτύρι, η παρμεζάνα, το cheddar, το Roquefort, το provolone, το κασέρι κ.ά.

Οι πιο συνηθισμένες αλλοιώσεις των τυριών είναι:

- α. **Διόγκωση (φούσκωμα).** Οφείλεται στη δράση διάφορων μικροοργανισμών, οι οποίοι παράγουν ανεπιθύμητα αέρια που διογκώνουν το τυρί.
- β. **Ρήγματα (σκασίματα).** Οφείλεται στους κακούς χειρισμούς κατά την παρασκευή και διατήρηση του τυριού και αποτελούν κίνδυνο παραπέρα αλλοίωσης γιατί είναι εστία μόλυνσης από μικροοργανισμούς.
- γ. **Ευρωτίαση (μούχλιασμα).** Οφείλεται σε ευρωτομύκητες, οι οποίοι αναπτύσσονται στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό του τυριού κατά τη διατήρηση του τελευταίου κάτω από δυσμενείς συνθήκες. Οι ευρωτομύκητες σχηματίζουν έγχρωμες κηλίδες ή καλύπτουν όλη την επιφάνεια του τυριού.
- δ. **Αντικανονική οσμή και γεύση.** Συνήθως εμφανίζεται γεύση ταγγή ή οσμή στάβλου ή ώριμων φρούτων. Η ταγγή γεύση οφείλεται στην παρουσία βουτυρικού οξέος που προέρχεται από την υδρόλυση του λίπους παρουσία λιπάσης.
- ε. **Αντικανονικές χρώσεις.** Οφείλονται συνήθως σε μικροοργανισμούς που μόλυναν σε κάποιο στάδιο της παρασκευής του, το τυρί.

Βιβλιογραφία

1. **M.E. Schwartz:** Cheese-making Technology, Noyes Data Corp, Park Ridge, N.J. (1973).
2. **H.V. Atherton and J.A. Newlander:** Chemistry and Testing of Dairy Products, 4th edition, AVI Publ. Co., Westport, Conn. (1977).
3. **B.W. Webb, A.H. Johnson and J.A. Alford (eds):** Fundamentals of Dairy Chemistry, 2nd edition, AVI Publ. Co., Westport, Conn. (1974).
4. **W.J. Harper and C.W. Hall:** Dairy Technology and Engineering, AVI Publ. Co., Westport Conn. (1976).

5. **J. L. Henderson:** *The Fluid Milk Industry*, 3th edition, AVI Publ. Co., Westport, Conn. (1971).
6. **L.M. Lampert:** *Modern Dairy Products*, 3th edition, Chemical Publ. Co. Inc., New York (1975).
7. **R. Jenness and S. Patton:** *Principles of Dairy Chemistry*, Champan and Hall Publ. Ltd., London (1959).
8. **W.S. Arbuckle:** *Ice Cream*, 2nd edition, AVI Publ. Co., Westport, Conn. (1972).
9. **H.A. Mckenrie (edit.):** *Milk Proteins, Chemistry and Molecular Biology*, Vol 1 and 2, Academic Press, New York (1970) and (1971).
10. **C.W. Hall and T.I. Hedrick:** *Drying Milk and Milk Products*, Avi Publ. Co., Westport, Conn. (1966).
11. **F.V. Kosilowski:** *Cheese and Fermented Milk Foods*, Edward Bros. Publ. Inc., Ann Arbor, Mich. (1966).

**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

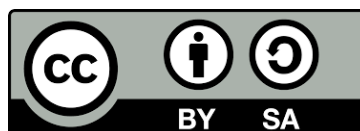
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς. «Χημεία Τροφίμων. Χημεία και Τεχνολογία προϊόντων γάλακτος». Έκδοση: 1.0. Ιωάννινα 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1312>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.



[1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.