



# Γαλακτοκομία

## Ενότητα 1:

### Χαρακτηριστικά του Γάλακτος (3/3), 1ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Διδάσκοντες: Καμινारीδης Στέλιος, Καθηγητής

Μοάτσου Γκόλφω, Επ. Καθηγήτρια



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





# Μαθησιακοί Στόχοι

- Η σημασία και ο ρόλος του γάλακτος στην ανθρώπινη διατροφή.
- Γενική παρουσίαση της σύστασης και της δομής του γάλακτος.



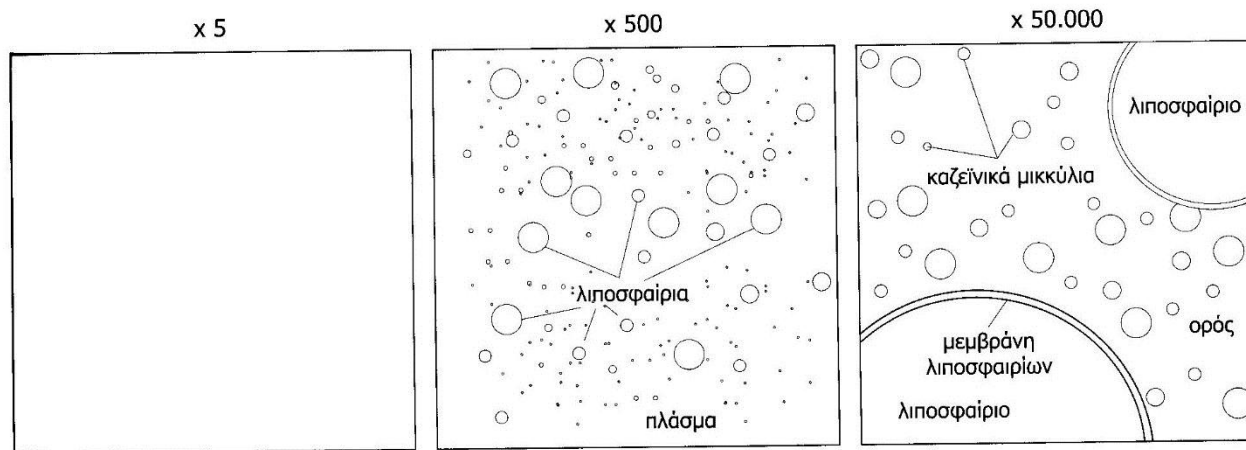
# Λέξεις Κλειδιά

- γάλα μηρυκαστικών
- σύσταση
- δομή



# Δομή του Γάλακτος (1/2)

- ο τρόπος με τον οποίο βρίσκονται τα διάφορα συστατικά μέσα στο γάλα.
  - όλες οι μορφές διαμερισμού:
  - αδρομερής, κολλοειδής, μοριακός



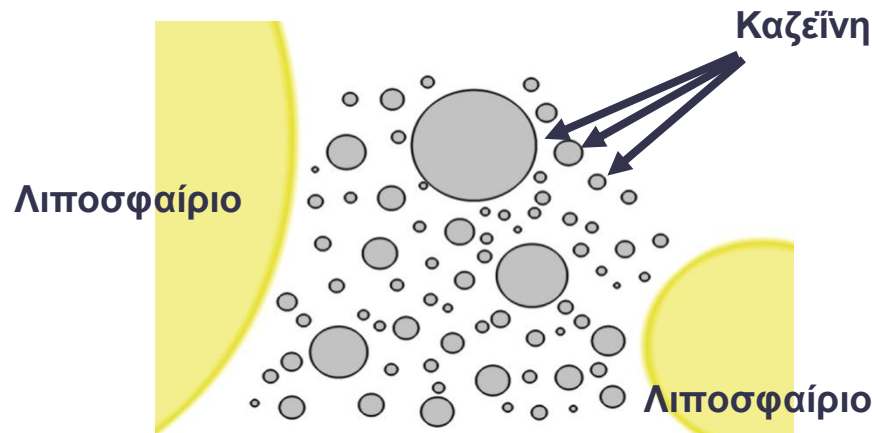
Βασίζεται στους Walstra *et al.* (2006)



# Δομή του Γάλακτος (2/2)

## Δομικά στοιχεία του γάλακτος:

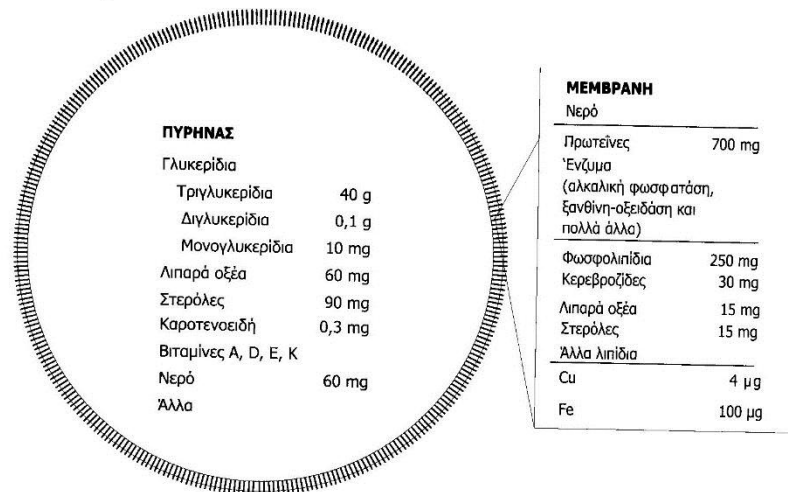
- Λιποσφαίρια
- Καζεΐνη
- Πρωτεΐνες του ορού
- Λακτόζη, άλατα και μικρά μόρια





# Λιποσφαίριο (1/2)

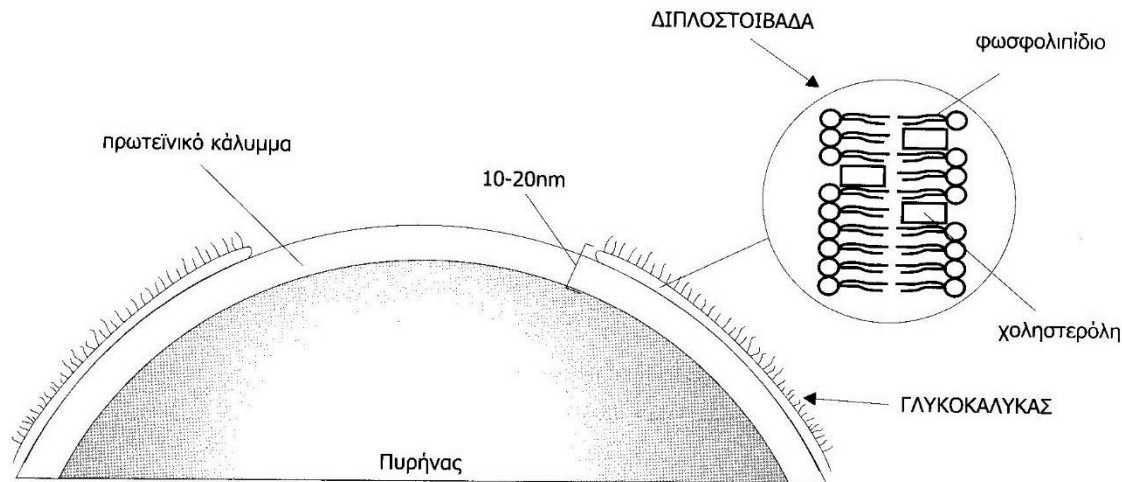
- Η λιπαρή φάση του γάλακτος, βρίσκεται στο γάλα με τη μορφή μικρών σφαιριδίων, των λιποσφαιρίων, που αποτελούνται από έναν ετερογενή πυρήνα τριγλυκεριδίων, ο οποίος περιβάλλεται από μεμβράνη πρωτεϊνικής κυρίως φύσης.





# Λιποσφαίριο (2/2)

- Γάλα χωρίς λιποσφαίρια ονομάζεται **πλάσμα γάλακτος**, που είναι όρος σχεδόν ισοδύναμος με τον όρο **άπαχο γάλα**.

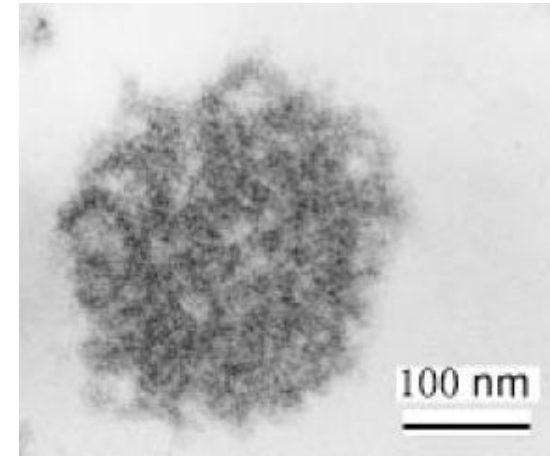


Τροποποίηση από Evers (2004)



# Καζεΐνη / Καζεϊνικό Μικκύλιο (1/4)

- Τα **καζεϊνικά μικκύλια** είναι μικρά τεμαχίδια που αποτελούνται από καζεΐνη, νερό, άλατα και ένζυμα.
- Πλάσμα γάλακτος ή άπαχο γάλα χωρίς την καζεΐνη ονομάζεται **ορός του γάλακτος**.



Από τους Machon & McManus (1998)

- Τα καζεϊνικά μικκύλια είναι αρνητικά φορτισμένα, σχετικά πορώδη κολλοειδή τεμαχίδια περίπου σφαιρικά με μέση διάμετρο ~120 nm (20-400 nm) και το καθένα περιλαμβάνει περίπου 5.000-10.000 μεμονωμένα καζεϊνικά μόρια.





# Καζεΐνη / Καζεϊνικό Μικκύλιο (2/4)

- Είναι ενυδατωμένα (2-3 g H<sub>2</sub>O ανά g πρωτεΐνης) και περιέχουν επίσης ανόργανα μεταλλικά στοιχεία κυρίως ασβέστιο και φώσφορο και δευτερευόντως μαγνήσιο καθώς και τα οργανικά κιτρικά άλατα.
- Το σύνολο-σύμπλεγμα των ανόργανων αυτών συστατικών ονομάζεται **κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο** (colloidal calcium phosphate, CCP) και αποτελεί το 8% του βάρους της καζεΐνης.

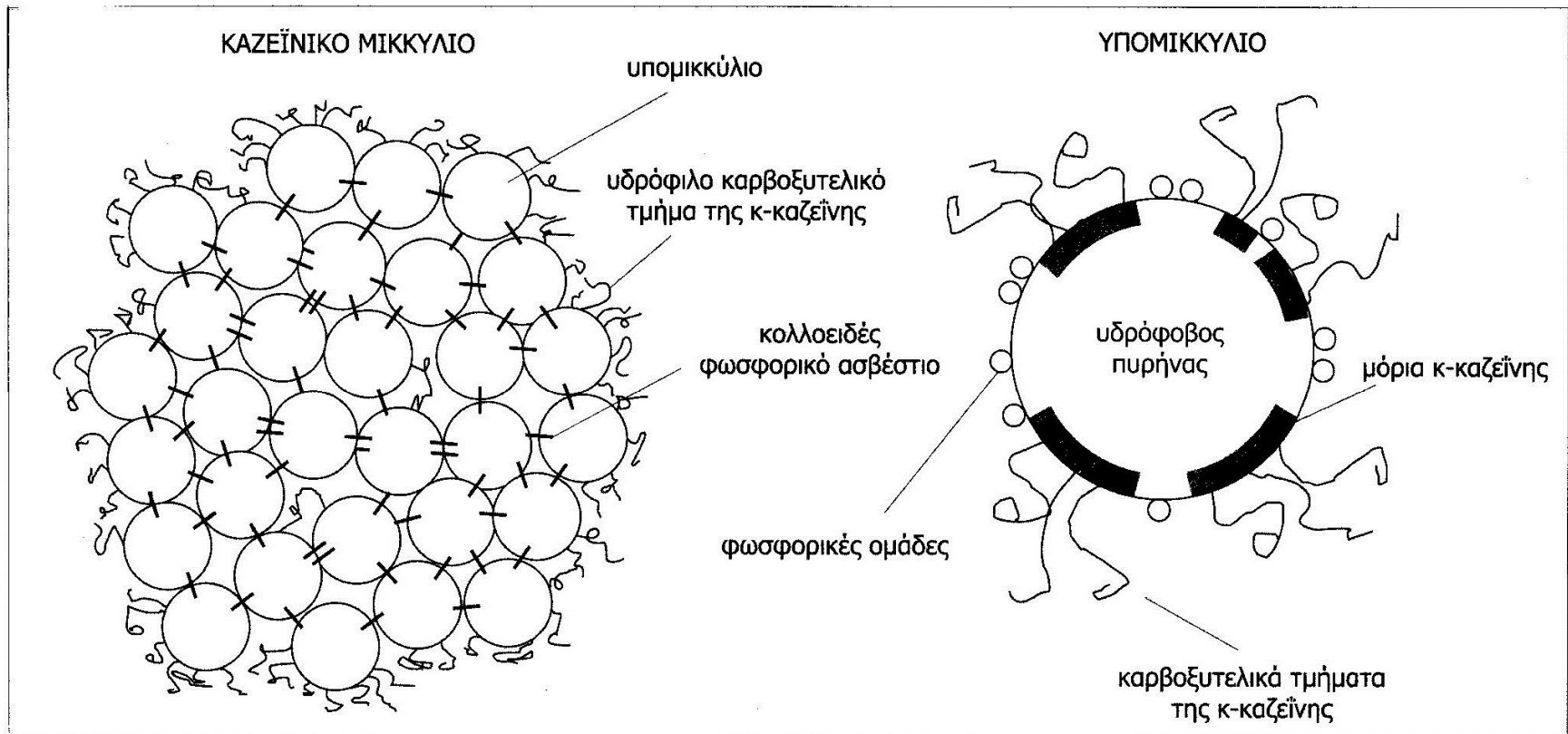


# Καζεΐνη / Καζεϊνικό Μικκύλιο (3/4)

Χαρακτηριστικό	Ενδεικτική μέση τιμή
Διάμετρος	120 nm
Επιφάνεια	$8 \times 10^{-10} \text{ cm}^2$
Όγκος	$2,1 \times 10^{-15} \text{ cm}^3$
Πυκνότητα (ενυδατωμένη μορφή)	$1,0632 \text{ g/cm}^3$
Μάζα	$2,2 \times 10^{-15} \text{ g}$
Περιεκτικότητα σε H <sub>2</sub> O	63%
Ενυδάτωση	3,7 g H <sub>2</sub> O / g πρωτεΐνης
Υδροδυναμικός όγκος	$4,4 \text{ cm}^3/\text{g}$
Μοριακή μάζα (ενυδατωμένη)	$1,3 \times 10^9 \text{ Da}$
Μοριακή μάζα (αφυδατωμένη)	$5 \times 10^8 \text{ Da}$
Αριθμός πεπτιδικών αλυσίδων	$5 \times 10^3$
Αριθμός μικκυλίων ανά ml γάλακτος	$10^{14}-10^{16}$
Επιφάνεια μικκυλίων ανά ml γάλακτος	$5 \times 10^4 \text{ cm}^3$
Απόσταση μεταξύ των μικκυλίων	240 nm



# Καζεΐνη / Καζεϊνικό Μικκύλιο (4/4)



Βασίζεται στους Walstra & Jenness (1984) και Walstra (2006)



# Συστατικά Διαλυτής Φάσης

- Οι πρωτεΐνες του ορού είναι κυρίως σφαιρικές πρωτεΐνες και βρίσκονται στο γάλα σαν μεμονωμένα μόρια ή μικρά ολιγομερή.

1  
H.Leu-Ile-Val-Thr-Gln-Thr-Met-Lys-Gly-Leu-Asp-Ile-Gln-Lys-Val-Ala-Gly-Thr-Trp-Tyr

21  
Ser-Leu-Ala-Met-Ala-Ala-Ser-Asp-Ile-Ser-Leu-Leu-Asp-Ala-Gln-Ser-Ala-Pro-Leu-Arg-

41  
Val-Tyr-Val-Glu-  
Glu (Variants A, B, C)  
-Leu-Lys-Pro-Thr-Pro-Glu-Gly-Asp-Leu-Glu-Ile-Leu-Leu-  
Gln (Variant A,B)  
Gln (Variant D)  
-Lys-  
His (Variant C)

61(Variant A) Asp  
Trp-Glu-Asn-  
(Variant B, C) Gly  
-Glu-Cys-Ala-Gln-Lys-Lys-Ile-Ile-Ala-Glu-Lys-Thr-Lys-Ile-Pro-Ala-

81  
Val-Phe-Lys-Ile-Asp-Ala-Leu-Asn-Glu-Asn-Lys-Val-Leu-Val-Leu-Asp-Thr-Asp-Tyr-Lys-

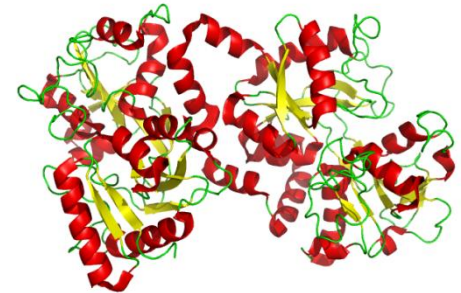
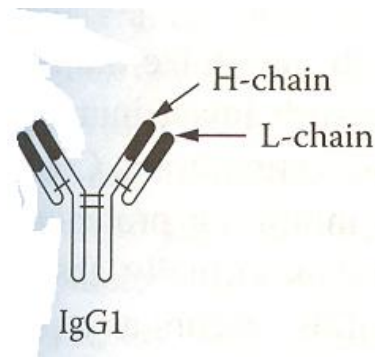
101  
Lys-Tyr-Leu-Leu-Phe-Cys-Met-Glu-Asn-Ser-Ala-Glu-Pro-Glu-Gln-Ser-Leu-  
(Variant A) Val SH  
(Variant B, C) Ala  
-Cys-Gln-

121  
SH

Cys-Leu-Val-Arg-Thr-Pro-Glu-Val-Asp-Asp-Glu-Ala-Leu-Glu-Lys-Phe-Asp-Lys-Ala-Leu-

141  
Lys-Ala-Leu-Pro-Met-His-Ile-Arg-Leu-Ser-Phe-Asn-Pro-Thr-Gln-Leu-Glu-Glu-Gln-Cys-

161 162  
His-Ile. OH



- Η λακτόζη, τα άλατα, οι βιταμίνες και άλλα μικρά μόρια είναι διαλυμένα στον ορό του γάλακτος.



# Δομικά Στοιχεία του Γάλακτος

Μέγεθος	Τύπος σωματιδίων	Αριθμός σωματιδίων / ml γάλακτος	Βρίσκονται στο γάλα ως ...
0,1-10 $\mu\text{m}$	λιποσφαίρια	$10^{10}$	γαλάκτωμα
20-400 nm	καζεϊνικά μικκύλια	$10^{14}$	κολλοειδής διασπορά
3-6 nm	πρωτεΐνες ορού	$10^{17}$	κολλοειδές διάλυμα



# Γάλα $\neq$ Σύστημα σε Ισορροπία

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

- α) κατά την άμελξη
- β) κατά τη συντήρησή του
- γ) κατά την επεξεργασία του



# Μεταβολές της Σύστασης (1/2)

## 1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

**Άμελξη**  $\Rightarrow$  ενσωμάτωση αέρα  $\Rightarrow$  επιπλέον  $O_2$  και  $N_2$



φουσαλίδες  $\Rightarrow$  πρωτεΐνες, μεμβράνη  
λιποσφαιρίων

**Αποκορύφωση**  $\Rightarrow$  ψυχρή συγκόλληση (cold  
agglutination)



# Μεταβολές της Σύστασης (2/2)

## 2. ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

$O_2 \Rightarrow$  οξειδώσεις

Φως  $\Rightarrow$  off-flavors

Θερμοκρασία  $\Rightarrow$  αλλαγές στη σύσταση των αλάτων

## 3. ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ (ένζυμα)

## 4. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

## 5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΩΝ





# Από το Νωπό Γάλα στα Γαλακτοκομικά Προϊόντα (1/3)

- Heat treatment

Διεργασίες	Κύριο προϊόν	Περαιτέρω προϊόντα
Φυγοκεντρικός διαχωρισμός	Κρέμα	Βούτυρο, βουτυρέλαιο, κρέμες με διάφορες λιποπεριεκτικότητες, σαντιγύ, επιδόρπια
	Άπαχο γάλα	Σκόνες, συμπυκνώματα πρωτεϊνών
Συμπύκνωση-Αποξήρανση		Συμπυκνωμένο και σακχαρούχο συμπυκνωμένο γάλα, βρεφικά γάλατα
Ενζυμική πήξη	Τυρί	~ 1000 είδη
	Τυρόγαλα	Τυριά τυρογάλακτος, σκόνες τυρογάλακτος, συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού, λακτόζη και παράγωγά της

- Separation

- Homogenization



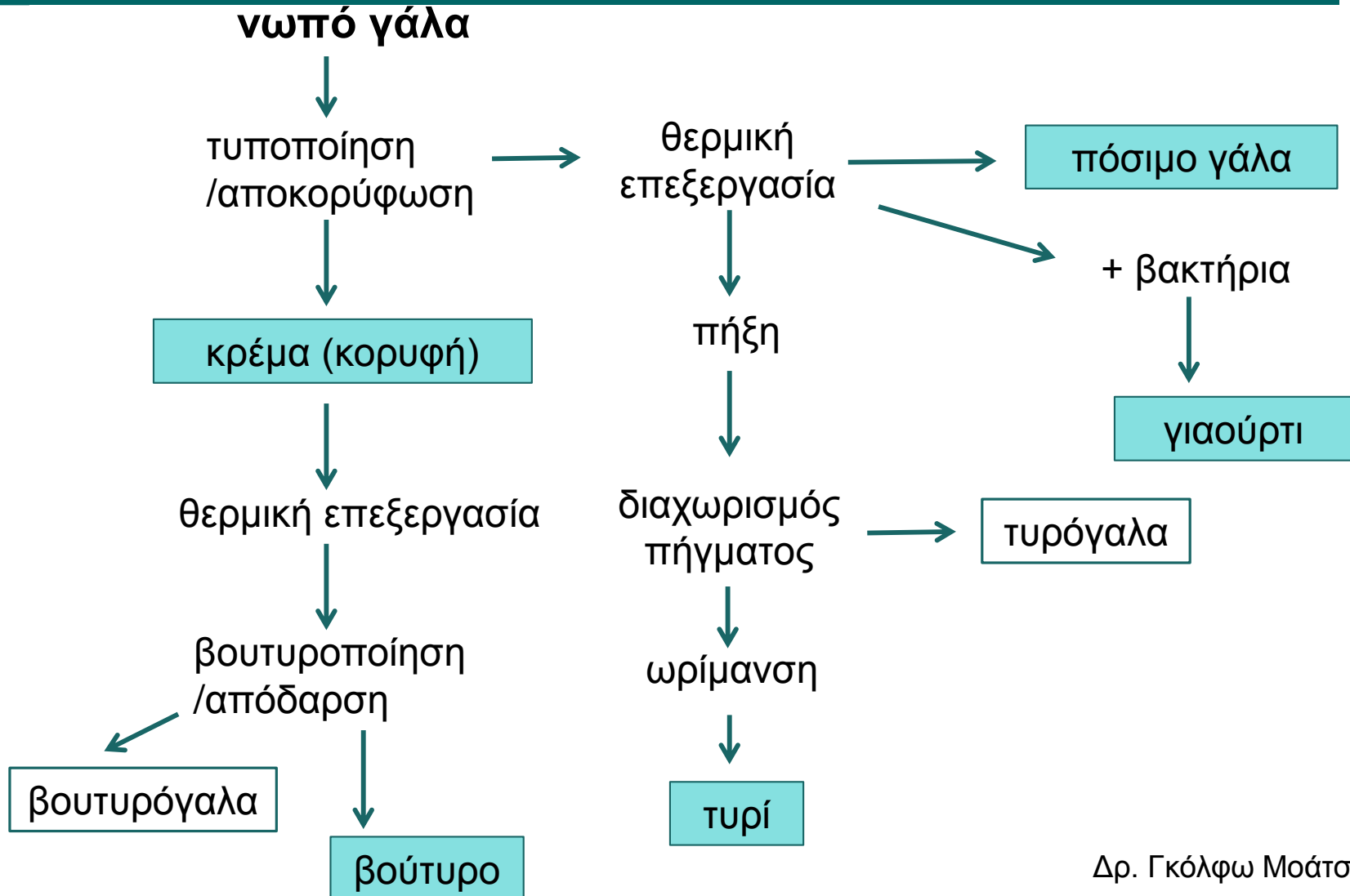
# Από το Νωπό Γάλα στα Γαλακτοκομικά Προϊόντα (2/3)

- Evaporation
- Membrane processes
- Fermentation

Διεργασίες	Κύριο προϊόν	Περαιτέρω προϊόντα
Όξινη πήξη	Φρέσκο τυρί	
Ζύμωση		Διάφορα γιαούρτια και ρευστά όξινα γάλατα
Κατάψυξη		Παγωτά



# Από το Νωπό Γάλα στα Γαλακτοκομικά Προϊόντα (3/3)





# Βιβλιογραφία (1/3)

- Σ. ΚΑΜΙΝΑΡΙΔΗΣ & Γ. ΜΟΑΤΣΟΥ (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- DALGLEISH D.G. (2004). A possible structure of the casein micelle based on high-resolution field emission scanning electron microscopy. *International Dairy Journal*, 14, 1025-1031.
- EVERS J.M. (2004). The milk fat globule membrane – compositional and structural changes post secretion by the mammary secretory cell. *International Dairy Journal*, 14, 661-674.
- FAO/WHO Food Standards: Codex Alimentarius



# Βιβλιογραφία (2/3)

- FOX P.F., BRODKORD A. (2008). The casein micelle: Historical aspects, current concepts and significance. *International Dairy Journal*, 18, 677-684.
- GAUCHERON F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction, Nutrition, Development*, 45, 473-483.
- HOLT C., HORNE D. (1996). The hairy casein micelle: evolution of the concept and its implication for dairy technology. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 50, 85-111.



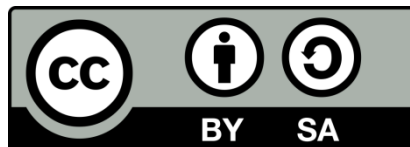
# Βιβλιογραφία (3/3)

- McMAHON D.J. & McMANUS W.R.. (1998) Rethinking casein micelle structure using electron microscopy. *Journal of Dairy Science* 81, 2985-2993.
- McMURRY J. (1996). *Οργανική Χημεία – Τόμος II*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Miller G.D., Jarvis J.K., McBean L.D. (2000). *Handbook of Dairy Foods and Nutrition* (2nd edition). CRC Press LLC. Florida, USA.
- WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTS T.J., (2006). *Dairy Science and Technology*. CRC-Taylor & Francis.



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.







# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Καμιναρίδης Στέλιος/ Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN102/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

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

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
  - το Σημείωμα Αδειοδότησης
  - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
  - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.