



Γαλακτοκομία

Ενότητα 5: Ενδογενή Ένζυμα του Γάλακτος (1/2), 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

- Παρουσίαση των σημαντικών ενδογενών ενζύμων.
- Ενδογενή ένζυμα και δομικά στοιχεία του γάλακτος.
- Τεχνολογική σημασία των ενδογενών ενζύμων.

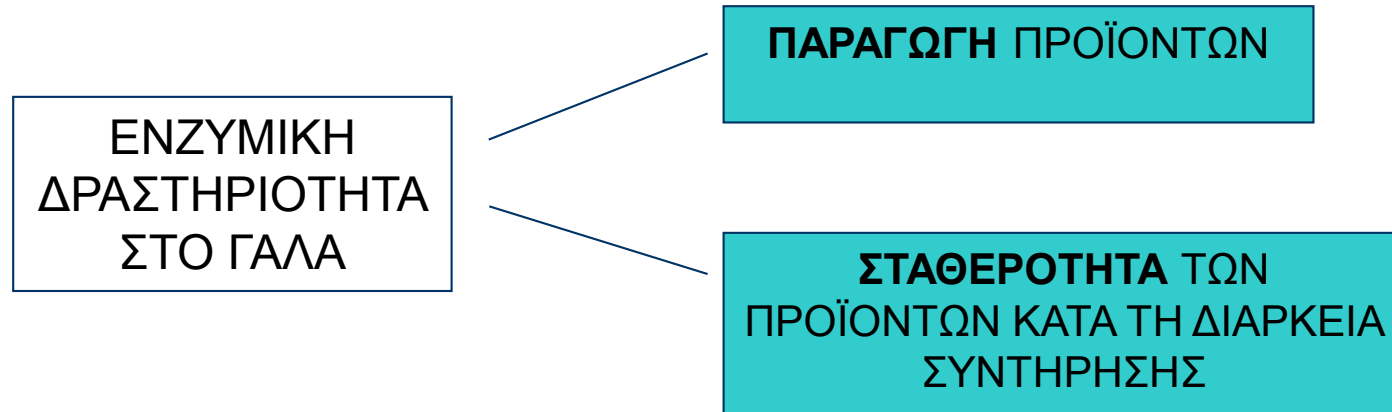


Λέξεις Κλειδιά

- Ενδογενή ένζυμα
- Λιποπρωτεϊνική λιπάση
- Πλασμίνη
- Αλκαλική φωσφατάση
- Γαλακτοϋπεροξειδάση



Ενδογενή Ένζυμα του Γάλακτος 1/2



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΖΥΜΩΝ:

- Ενδογενή (φυσικά) ένζυμα του γάλακτος.
- Ένζυμα της φυσικής χλωρίδας του γάλακτος ή/και των καλλιεργειών εκκίνησης.
- Ένζυμα της πτυιάς και άλλα ένζυμα που χρησιμοποιούνται στην τυροκομία.



Ενδογενή Ένζυμα του Γάλακτος 2/2

ΕΝΔΟΓΕΝΗ ΕΝΖΥΜΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ:

- Προέρχονται κυρίως από το αίμα του ζώου, από τα σωματικά κύτταρα ή από τα γαλακτικά κύτταρα και μπορεί να βρίσκονται ή να είναι συνδεδεμένα με τα διαφορετικά δομικά στοιχεία του γάλακτος.
 - ορός του γάλακτος (π.χ. γαλακτοϋπεροξειδάση, λυσισωμικές πρωτεΐνάσες)
 - καζεϊνικά μικκύλια (π.χ. πλασμίνη, λιποπρωτεϊνική λιπάση)
 - μεμβράνη των λιποσφαιρίων (π.χ. αλκαλική φωσφατάση, ξανθίνη-οξειδάση)



Σημαντικά Ενδογενή Ένζυμα του Γάλακτος

SM: skim milk; MFGM: milk fat globule membrane; MMSM: membrane material in skim milk (από Moatsou 2010)

Enzyme	EC number	Source	Distribution in milk phases
Plasmin (serine proteinase) ^a	3.4.21.7	Blood	Mainly casein micelles
Lysosomal proteinases			
▪ Cathepsin D (aspartic proteinase)	3.4.23.5	Somatic cells	Acid whey
▪ Cathepsin B (cysteine proteinase)	3.4.22.1	Somatic cells	
▪ Others (probably cathepsins G, S, K, H, L; elastase; thrombin)		Somatic cells	
Lipoprotein lipase (LPL)	3.1.1.34	Mammary gland	Casein micelles
Phosphohydrolases			
▪ Alkaline phosphatase (ALP)	3.1.3.1	Mammary gland	Mainly MFGM
▪ Acid phosphatase (ACP)	3.1.3.2		MFGM / SM
▪ Ribonuclease (RNase)	3.1.27.5	Blood	Serum
Oxidases			
▪ Lactoperoxidase (LPO)	1.11.1.7	Mammary gland	Serum
▪ Catalase	1.11.1.6	Somatic cells	Cream/SM
▪ Xanthine oxidase (oxidoreductase, XOR)	1.1.3.22	Blood	MFGM
▪ Superoxide dismutase (SOD)	1.15.1.1		Serum
γ-glutamyltransferase (transpeptidase, γ-GGT)	2.3.2.2	Mammary gland	MMSM/MFGM
β-N-acetylglucosaminidase (NAGase)	3.2.1.52	Somatic cells	SM
Amylase (diastase, mainly α-amylase)	3.2.1.1	Blood	Serum/SM
Lysozyme	3.2.1.17	Lysosomal enzyme	Serum
Others, e.g. Sulphydryl oxidase (SHOx, EC 1.8.3.?), L-lactate dehydrogenase (LDH, EC 1.1.1.27), Glutathione peroxidase (GSHPOx, EC 1.11.1.9), Aldolase (EC 4.1.3.13)			

^a part of a complex system of active and inactive forms



Η Σημασία των Ενδογενών Ενζύμων 1/2

- Είναι υπεύθυνα για την παραγωγή ουσιών γεύσης-αρώματος (επιθυμητών ή ανεπιθύμητων) στο γάλα και στα προϊόντά του, π.χ. λιποπρωτεϊνική λιπάση.
- Προκαλούν υδρόλυση των πρωτεϊνών (πρωτεόλυση) στο γάλα και τα προϊόντα του, όπως συμβαίνει π.χ. με τη δράση της πλασμίνης κατά την ωρίμαση πολλών ποικιλιών τυριών.
- Όλα αδρανοποιούνται με τις διάφορες θερμικές κατεργασίες αλλά μερικά αδρανοποιούνται με απλή παστερίωση → Η ευαισθησία τους στη θέρμανση είναι η βάση πολλών προσδιορισμών της έκτασης της θέρμανσης του γάλακτος π.χ. αλκαλική φωσφατάση.
- Έχουν αντιβακτηριακή δράση, π.χ. λυσοζύμη, λακτοϋπεροξειδάση.



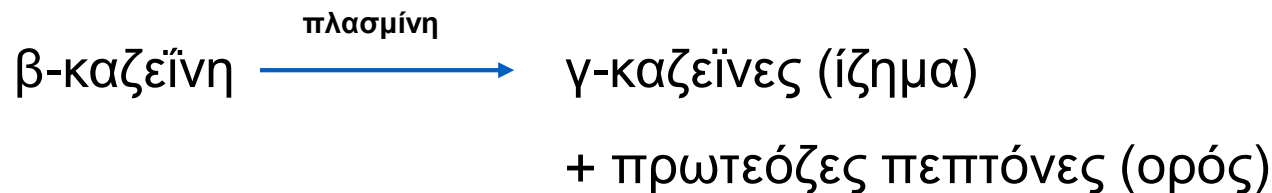
Η Σημασία των Ενδογενών Ενζύμων 2/2

- Η δραστηριότητα των περισσότερων ενδογενών ενζύμων του γάλακτος διαφέρει: μεταξύ των διαφόρων ειδών ζώων.
- για το ίδιο είδος διαφέρει σημαντικά μεταξύ μεμονωμένων ζώων και κατά τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου.
- αυξάνει σημαντικά όταν υπάρχουν μολύνσεις του μαστού των ζώων (μαστίτιδες).



Αίμα → Πλασμίνη: Καζεΐνικά Μικκύλια (κυρίως) 1/2

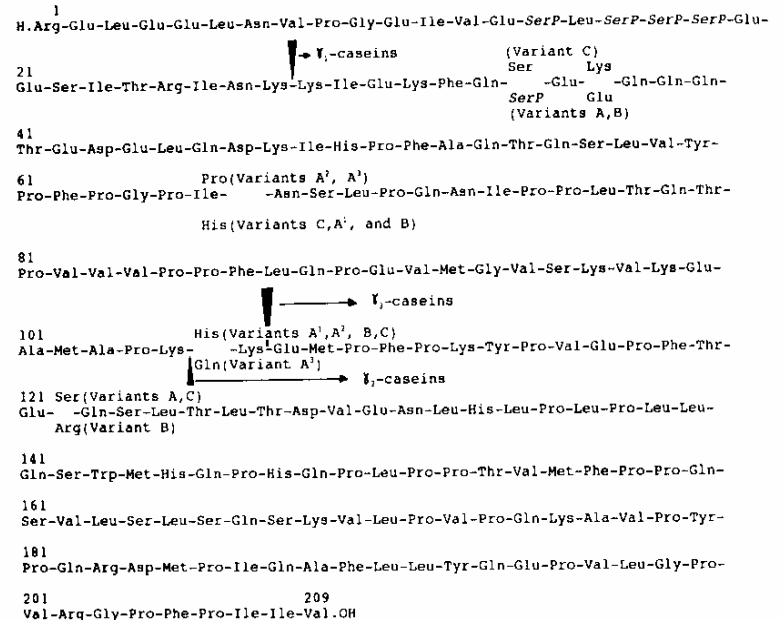
- Πρωτεάση τύπου σερίνης: διαλύει τα συσσωματώματα αίματος
- Άριστες συνθήκες δράσης: pH 7.5, T=37 ± C
- Υψηλή εξειδίκευση για πεπτιδικούς δεσμούς Arg, Lys στο C-τελικό άκρο.





Αίμα → Πλασμίνη: Καζεΐνικά Μικκύλια (κυρίως) 2/2

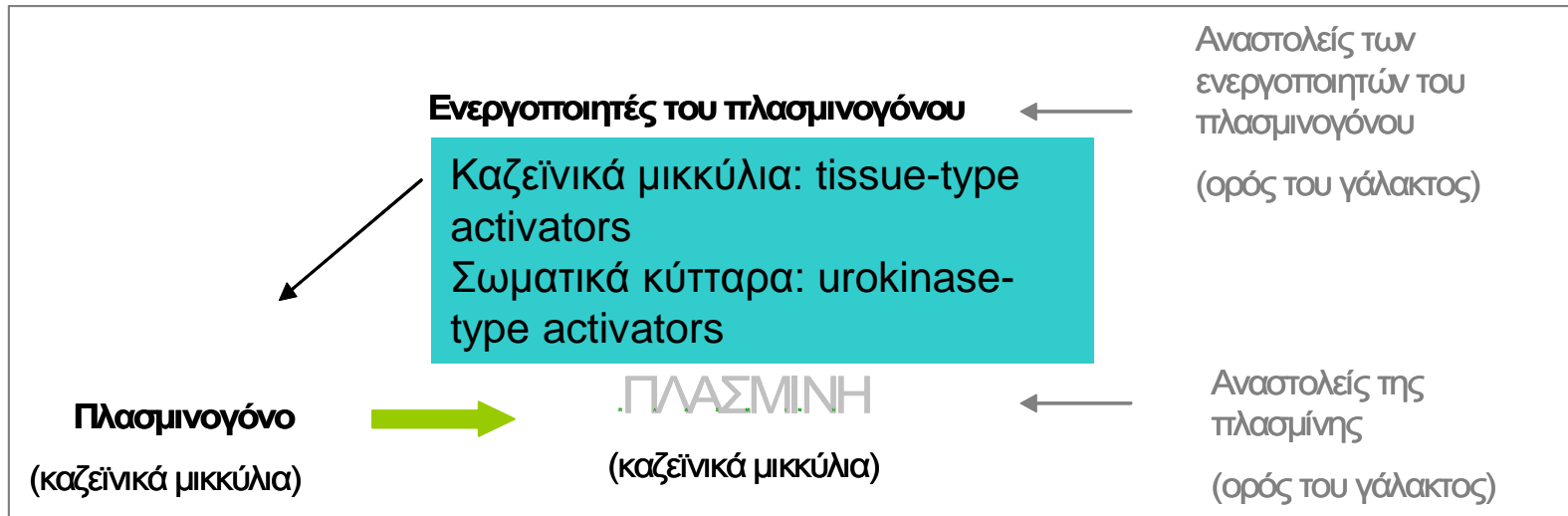
- Υδρολύει επίσης κατά προτίμηση την α_{s2} - και στη συνέχεια την α_{s1} -καζεΐνη.
- Συμμετέχει στην εξέλιξη της πρωτεόλυσης (δηλαδή στη μετατροπή των καζεϊνών σε πολυπεπτίδια) κατά την ωρίμαση των τυριών.



Είναι εξαιρετικά θερμοανθεκτική και έχει αναφερθεί ότι σχετίζεται με ελαττώματα που παρατηρούνται κατά την αποθήκευση του UHT γάλακτος, όπως πίκρισμα και δημιουργία πηγμάτων.



Σύστημα Πλασμίνης



- Στάδιο γαλακτικής περιόδου
- Μαστίτιδες
- Ηλικία του ζώου



Πλασμίνη και Θερμική Επεξεργασία του Γάλακτος

Αδρανοποίηση καθαρού ενζύμου: 80 °C / 10 min / pH 7,0

Αδρανοποίηση ενζύμου στο γάλα: συνδυασμοί ισοδύναμοι με 73 °C / 40 min

ΚΛΑΣΙΚΗ ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ → ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑΣ ΠΛΑΣΜΙΝΗΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ



- αδρανοποίηση των αναστολέων της πλασμίνης, ή / και
- οι ενεργοποιητές του πλασμινογόνου δρουν πιο εύκολα στην μετουσιωμένη μορφή σε σχέση με την φυσική μορφή του ενζύμου

Υπολειμματική ενεργότητα πλασμίνης και πλασμινογόνου



Ελαττώματα UHT γάλακτος:
✓ Πήξη - ζελατινοποίηση (μη-όξινη)
✓ Ιζήματα
✓ Πικρή γεύση



«Αποδέσμευση» του συμπλόκου β-Ig/κ-κn από τα μικκύλια, εξαιτίας της δράσης της πλασμίνης → ζελατινοποίηση UHT γάλακτος

140 °C / 15 s αδρανοποιούν όλους τους παράγοντες του συστήματος πλασμίνης.

Είναι η πλασμίνη ο μοναδικός παράγοντας υποβάθμισης της ποιότητας του UHT γάλακτος, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ???



Άλλες Πρωτεάσες 1/4

Λυσισωμικές πρωτεάσες των σωματικών κυττάρων

- Μια ετερογενής ομάδα πρωτεασών τύπου κυστεΐνης εντοπίζεται στον ορό του αγελαδινού γάλακτος:
- Ένα από αυτά είναι η καθεψίνη B → υδρολύει τις β- και α_{s1}-cη σε θέσεις όμοιες ή παρόμοιες με της πλασμίνης.
- Προέρχεται από τα σωματικά κύτταρα.

Αύξηση του αριθμού των σωματικών κυττάρων →
→ αύξηση της ενεργότητας των λυσισωμικών πρωτεασών ?



Άλλες Πρωτεάσες 2/4

Λυσισωμικές πρωτεάσες των σωματικών κυττάρων.

Καθεψίνη D: η πιο μελετημένη λυσισωμική πρωτεάση

- Ο κύριος τύπος της στο γάλα είναι η ανενεργή προκαθεψίνη D.
- Είναι πρωτεάση τύπου ασπαρτικού οξέος.
- Προέρχεται από τα σωματικά κύτταρα
- Η ποσότητά της στο αγελαδινό γάλα είναι ~ 0,4 g/mL.
- Βρίσκεται κυρίως στον ορό και το 1/4 της ενεργότητάς της εντοπίζεται στα καζεϊνικά μικκύλια.
- Έχει όξινο άριστο pH ~ 4,0



Άλλες Πρωτεάσες 3/4

Λυσισωμικές πρωτεάσες των σωματικών κυττάρων.

Καθεψίνη D: η πιο μελετημένη λυσισωμική πρωτεάση

- Η δράση της είναι παρόμοια με της χυμοσίνης: υδρολύει την κ-καζεΐνη προς παρα-κ-καζεΐνη και υδρολύει με όμοιο τρόπο τις α_{s1} - και β -καζεΐνες.
- Όμως χρειάζεται 10πλάσια ποσότητα από αυτή που υπάρχει στο γάλα για να προκληθεί πήξη του γάλακτος από την καθεψίνη D.
- Συνθήκες αδρανοποίησης: 70 °C / 10 min



Βιβλιογραφία 1/2

- Σ. ΚΑΜΙΝΑΡΙΔΗΣ & Γ. ΜΟΑΤΣΟΥ (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTS T.J., (2006). Dairy Science and Technology. CRC-Taylor & Francis.
- ΜΟΑΤΣΟΥ Γ. (2010). Indigenous enzymatic activities in ovine and caprine milks. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 16-31.



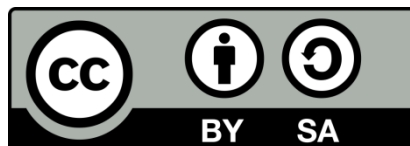
Βιβλιογραφία 2/2

- MOATSOU G. (2011). Milk and Dairy Products - Enzymes, In: *Practical Food and Research*. Rui Kruz (Editor), Nova Science Publishers, Inc. (Eds), New York, USA. pp. 299-336.
- MOATSOU G.(2013). Sanitary procedures, heat treatments, packaging, In: *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. Y. W. Park & G. F. W. Haenlein (Editors), Wiley-Blackwell (Eds.),UK, pp. 288-309.



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

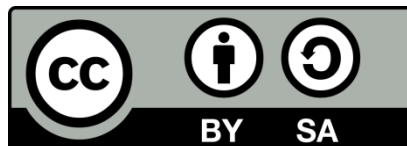
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Καμιναρίδης Στέλιος/ Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<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.