



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων I

Ενότητα 6^η

Γάλα ΙΙΙ (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



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





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση της βιοσύνθεσης και του καταβολισμού της λακτόζης.
- Κατανόηση της οξυγαλακτικής ζύμωσης, της προπιονικής ζύμωσης και του καταβολισμού του κιτρικού οξέος.
- Κατανόηση της διατροφικής αξίας του γάλακτος.
- Κατανόηση της λειτουργικότητας των προβιοτικών βακτηρίων και των πρεβιοτικών ενώσεων.



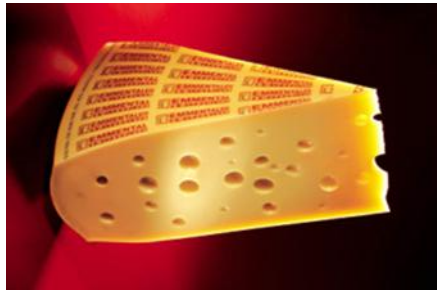
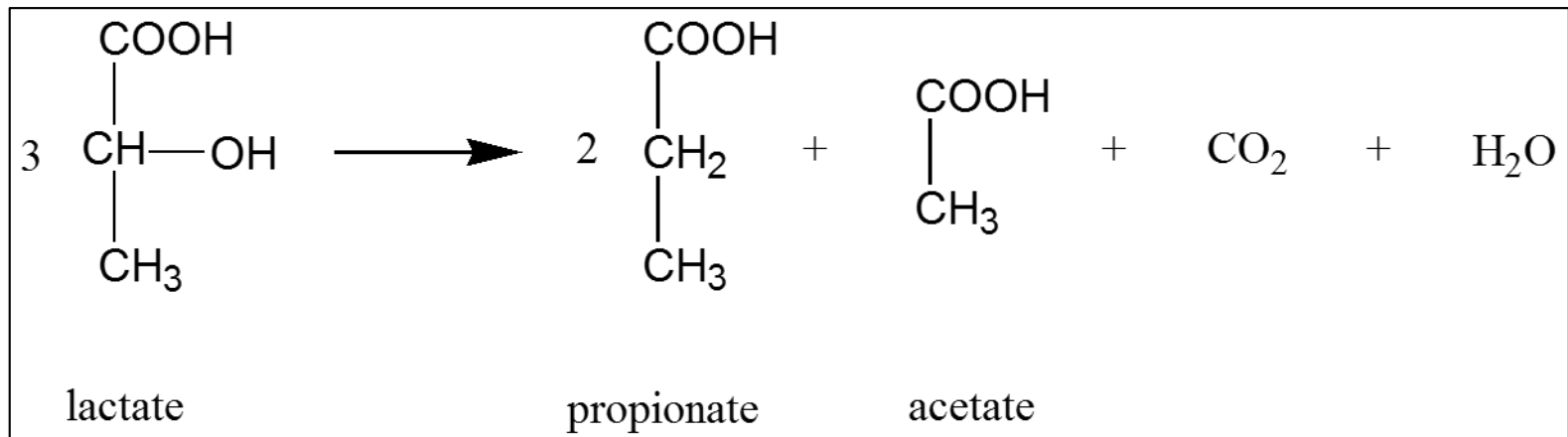
Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Λακτόζη, Βιοσύνθεση Λακτόζης, Καταβολισμός Λακτόζης, Οξυγαλακτική Ζύμωση, Προπιονική Ζύμωση, Καταβολισμός Κιτρικού Οξέος, Διατροφική Αξία, Προβιοτικά, Πρεβιοτικά, Αντίδραση Maillard.
- Key words: Lactose, Lactose Biosynthesis, Lactose Degradation, Lactic Acid Fermentation, Propionic Acid Fermentation, Citrate Catabolism, Milk Nutritional Value, Probiotics, Prebiotics, Maillard Reaction.



Προπιονική ζύμωση

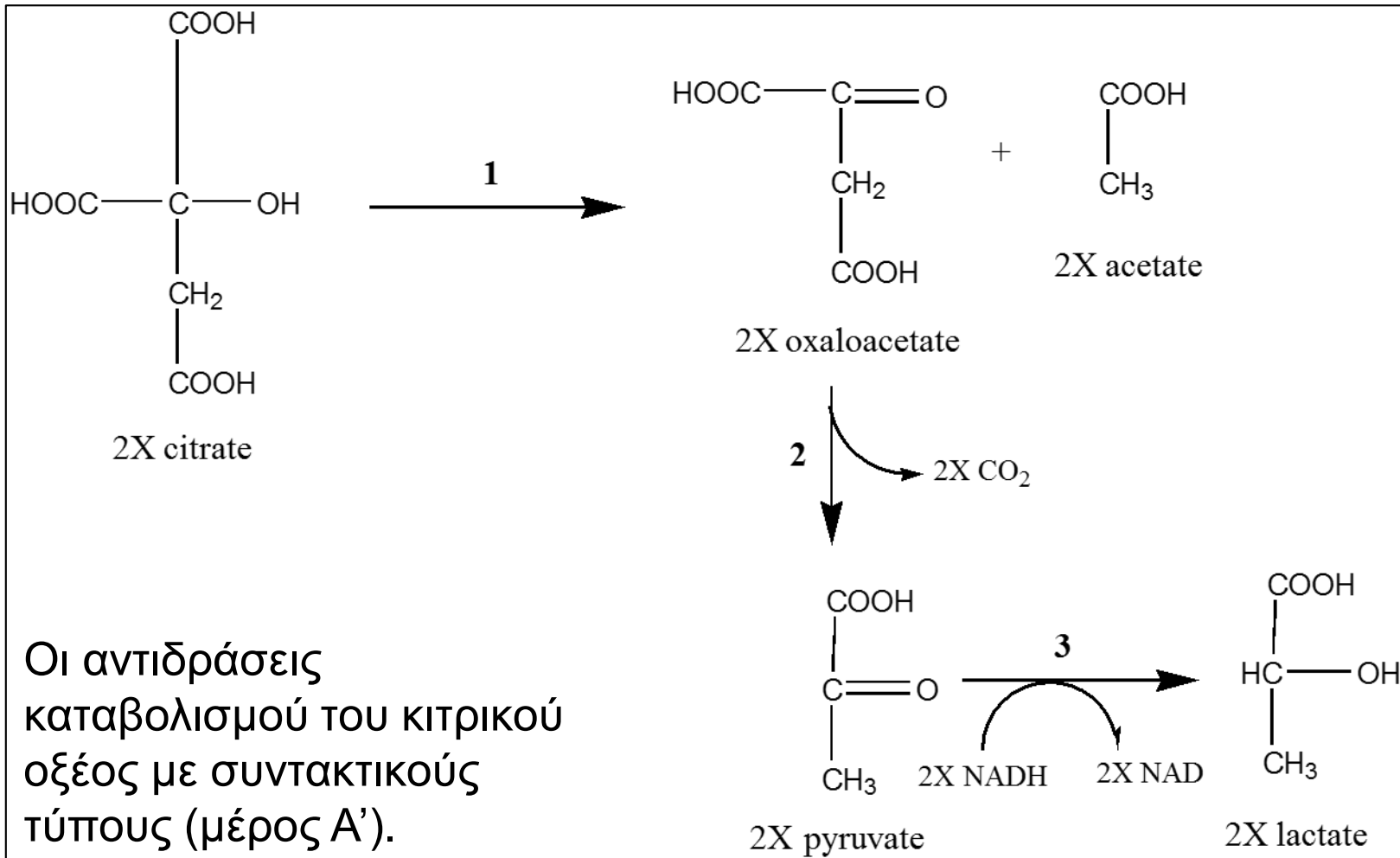
Η συνοπτική αντίδραση της προπιονικής ζύμωσης:



Emmental

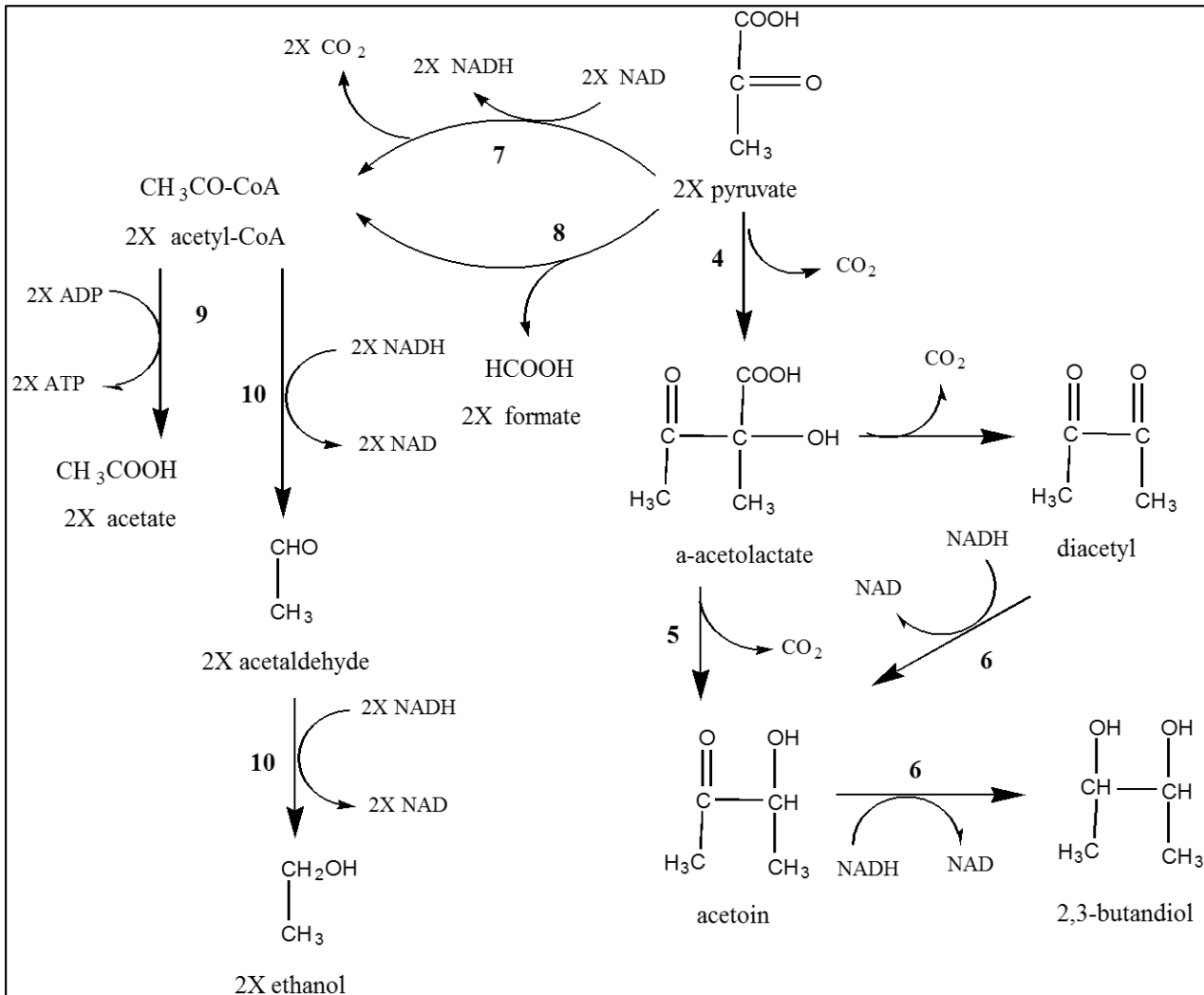


Καταβολισμός κιτρικού οξέος (α)





Καταβολισμός κιτρικού οξέος (β)



Οι αντιδράσεις καταβολισμού του κιτρικού οξέος με συντακτικούς τύπους (μέρος Β').



Διατροφική αξία γάλακτος (α)

- Το γάλα είναι μια εξαιρετική πηγή:
 - πρωτεΐνης, ριβοφλαβίνης (B2), κοβαλαμίνης (B12), ασβεστίου και φωσφόρου.
 - και καλή πηγή βιταμίνης A, θειαμίνης (B1), νιασίνης (B3) και μαγνησίου.
- Στο αποβουτυρωμένο γάλα το μεγαλύτερο μέρος των λιποδιαλυτών βιταμινών χάνεται.



Διατροφική αξία γάλακτος (β)

- Κατά την παρασκευή του τυριού:
 - ένα σημαντικό μέρος των υδατοδιαλυτών βιταμινών φεύγει στον ορρό,
 - αλλά το ασβέστιο παραμένει.
- Μάλλον σταθερές είναι οι λιποδιαλυτές βιταμίνες του γάλακτος, και οι υδατοδιαλυτές:
 - ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), παντοθενικό οξύ και βιοτίνη.



Διατροφική αξία γάλακτος (γ)

Η παστερίωση:

- LTLT, low temperature long time (62-65°C για 30 min).
- HTST, high temperature short time (72-74°C για 15-30 sec).
- UHT επεξεργασία (135-140°C για 3-5 sec).
- δεν προκαλούν μεγάλες απώλειες.
- Αντίθετα, πιο ευαίσθητες είναι:
 - η θειαμίνη (B1),
 - το φολικό οξύ,
 - η πυριδοξίνη (B6),
 - η κοβαλαμίνη (B12),
 - η βιταμίνη C.



Διατροφική αξία γάλακτος (δ)

Το ανθρώπινο γάλα περιέχει:

- λιγότερο μεν σίδηρο από το αγελαδινό αλλά περισσότερο βιοδιαθέσιμο.
- μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του απαραίτητου λινελαϊκού οξέος (cis, 18:2).
- είναι φτωχότερο του αγελαδινού σε καζεΐνες, πράγμα που ερμηνεύει:
 - τόσο το υψηλότερο pH του (περίπου 7,2),
 - όσο και την υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου του.
- αλλά είναι πλουσιότερο σε ανοσοσφαιρίνες,
 - οι οποίες ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα των βρεφών.



Διατροφική αξία γάλακτος (ε)

- Η πρωτεΐνη του γάλακτος θεωρείται:
 - υψηλής διατροφικής αξίας,
 - με τιμή 0.9 έναντι 1.0 του αυγού (πρωτεΐνη αναφοράς),
 - λόγω της μερικής έλλειψης των θειούχων αμινοξέων κυστεΐνης και μεθειονίνης στο καζεϊνικό κλάσμα.



Διατροφική αξία γάλακτος (στ)

- Η θερμική επεξεργασία του γάλακτος μπορεί να προκαλέσει αλλαγές:
 - στη δευτεροταγή, τριτοταγή και τεταρτοταγή δομή των πρωτεϊνών,
 - οι οποίες όμως στην ουσία βελτιώνουν τη διατροφική τους αξία,
 - τις καθιστούν πιο ευαίσθητες στα πρωτεολυτικά ένζυμα του πεπτικού μας συστήματος.



Διατροφική αξία γάλακτος (ζ)

- Αλλαγές στη πρωτοταγή τους δομή μπορεί να μειώσουν τη βιοδιαθεσιμότητα του. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι:
 - η **β-απόσπαση** σε μόρια **κυστεΐνης** ή **σερίνης** με αποτέλεσμα το σχηματισμό **δεϋδροαλανίνης**,
 - η οποία αντιδρά με μόρια λυσίνης προς λυσυλο-αλανίνη.
- Η **λυσυλο-αλανίνη**:
 - δεν αφομοιώνεται και δημιουργεί διασταυρώσεις στο πρωτεϊνικό μόριο,
 - με αποτέλεσμα τη μείωση της βιοδιαθεσιμότητας της.

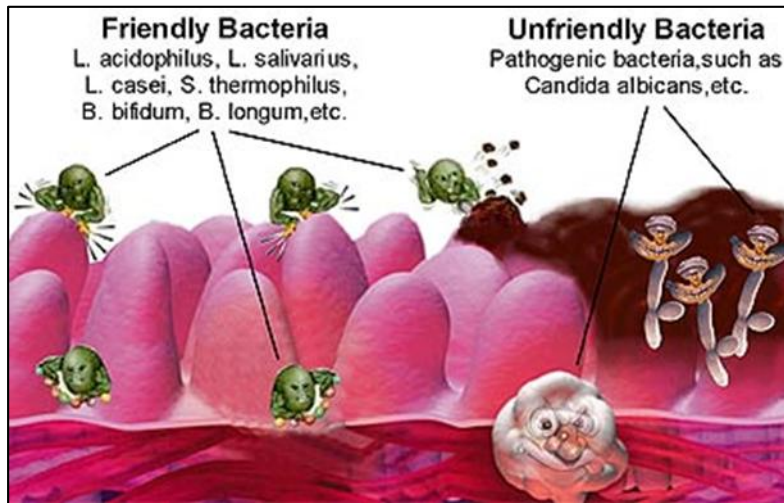


Διατροφική αξία γάλακτος (η)

- Η παστερίωση και η επεξεργασία UHT:
 - δεν οδηγούν σε σχηματισμό σημαντικών ποσοτήτων λυσυλο-αλανίνης,
 - αλλά η παραμονή UHT γάλακτος για μεγάλο χρονικό διάστημα σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 35°C μειώνουν σημαντικά τη διαθέσιμη λυσίνη.

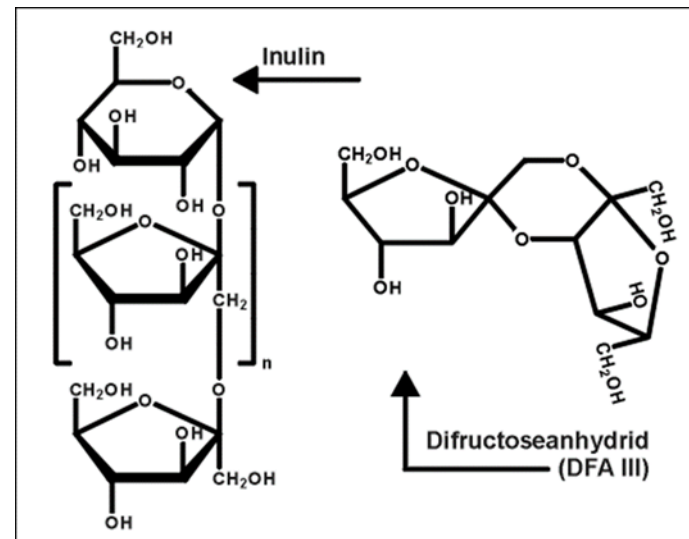


Προβιοτικά - Πρεβιοτικά



Προβιοτικά: Σχηματική απεικόνιση του αποικισμού του πεπτικού συστήματος από προβιοτικά βακτήρια.

Πρεβιοτικά: Παράδειγμα συντακτικού τύπου πρεβιοτικών ενώσεων.





Αντίδραση Maillard (α)

Θερμική επεξεργασία του γάλακτος.

- Αντίδραση Maillard μεταξύ:
 - της ε-αμινομάδας μορίων λυσίνης των πρωτεϊνών του γάλακτος και
 - της αλδεϋδικής ομάδας μορίων λακτόζης ή λακτουλόζης.
- Αρχικά **προϊόν Amadori**: λακτοζυλο-λυσίνη.
- Εν συνεχεία **αποικοδομείται** σε διάφορα προϊόντα Maillard, όπως:
 - φορμικό οξύ, φουρφουράλες και υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλες.

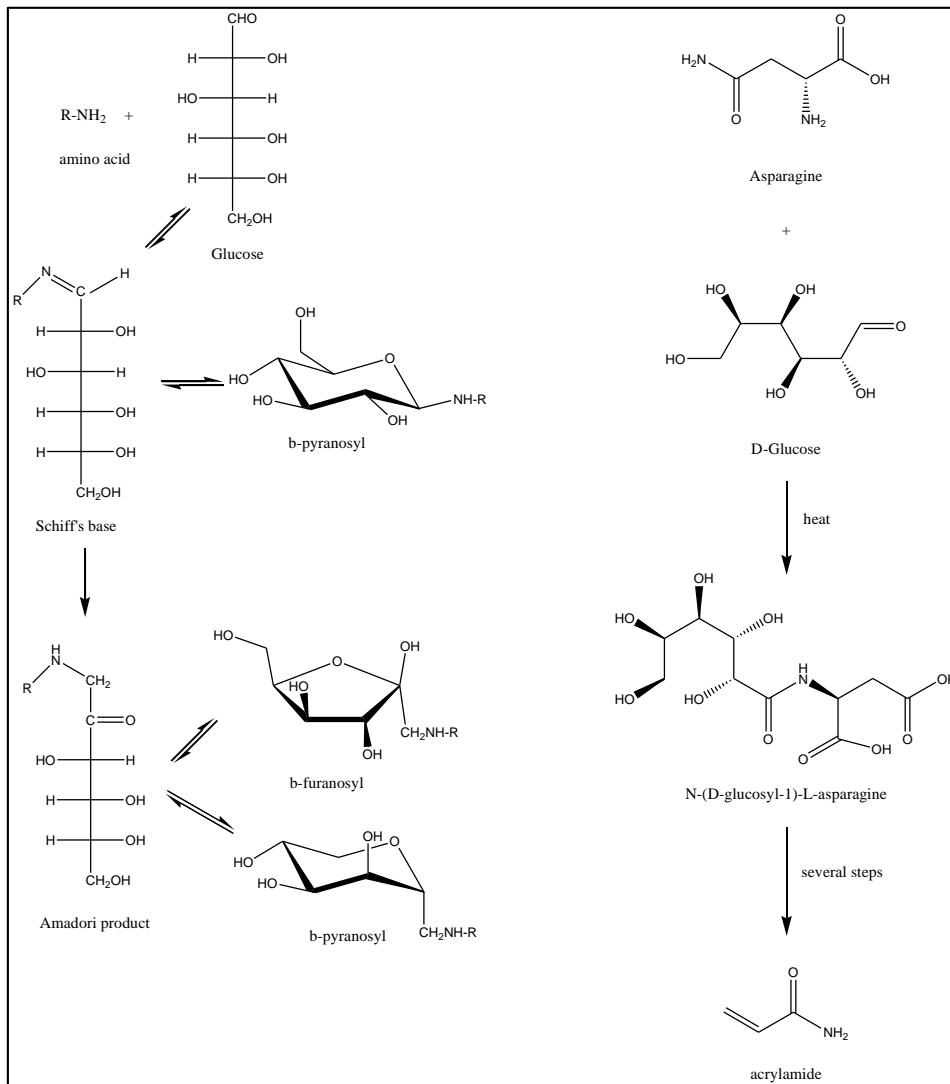


Αντίδραση Maillard (β)

- Αλλαγή του χρώματος του γάλακτος (καστάνωση):
 - λόγω του σχηματισμού χρωστικών με το όνομα **μελανοϊδίνες**.
 - εκτεταμένη αντίδραση Maillard προκαλεί πολυμερισμό των πρωτεϊνών.
- Η αντίδραση Maillard αλλάζει:
 - και τη διατροφική αξία του γάλακτος.
 - μειώνεται η πεπτικότητα των πρωτεϊνών και η διαθεσιμότητα της λυσίνης.



Αντίδραση Maillard (γ)



Η αντίδραση Maillard με συντακτικούς τύπους.



Ηλεκτρολύτες του γάλακτος

- μεταφέρονται από το αίμα του ζώου στα επιθηλιακά κύτταρα.
- με σύστημα αντλιών και καναλιών στο κάτω άκρο των επιθηλιακών κυττάρων.
- το γάλα ισοτονικό προς το πλάσμα του αίματος.
- η ωσμωτική πίεση του γάλακτος οφείλεται κυρίως στη λακτόζη.



C_{Na} και C_K



γάλα < κυτταρόπλασμα επιθηλιακών κυττάρων ~ αίμα



Συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων και της λακτόζης του γάλακτος

	Συγκέντρωση (mg/100 ml)	Διαλυτή μορφή (%)	Κολλοειδής μορφή (%)
Ca (ολικό)	121	33	67
Ca ⁺⁺	8	100	0
Mg (ολικό)	12.5	64	36
Κιτρικό ιόν	181	94	6
P	65	55	45
Na ⁺	60	96	4
K ⁺	144	94	6
Cl ⁻	108	100	0
Λακτόζη	4800	100	0



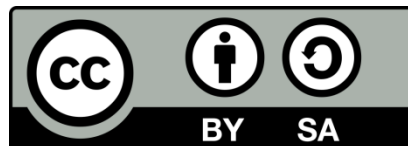
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



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.





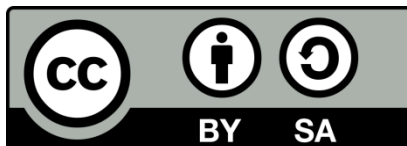
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



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.