



Γαλακτοκομία

Ενότητα 2:

Κύρια Συστατικά του Γάλακτος - Λακτόζη (4/4), 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 της λακτόζης για το γάλα και τα προϊόντα του.
- Συμπεριφορά της λακτόζης στο περιβάλλον του γάλακτος.
- Επεξεργασίες του γάλακτος και λακτόζη.



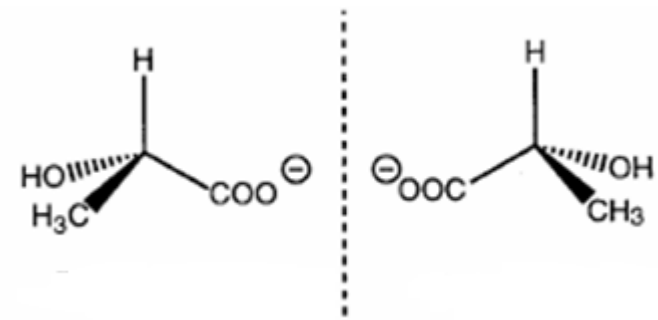
Λέξεις Κλειδιά

- λακτόζη
- φυσικές ιδιότητες
- ζύμωση
- θερμική επεξεργασία



Ζυμώσεις της Λακτόζης

1. Μεταφορά της λακτόζης στο εσωτερικό του κυττάρου, η φωσφορυλίωσή της και η ενζυμική υδρόλυσή της (β-γαλακτοσιδάση).
2. Αποικοδόμηση των μονοσακχαριτών γλυκόζη και γαλακτόζη με μια σειρά αντιδράσεων που καταλήγουν στην παραγωγή πυροσταφυλικού (πυρουβικού)
3. Στη συνέχεια προκύπτει L(+) ή D(-) γαλακτικό οξύ ή διάφορα μίγματα τους ή ρακεμικό τους μίγμα → **οξίνιση του γάλακτος**





Γαλακτική Ζύμωση 1/5

1. οξυγαλακτικά βακτήρια

- Gram(+) βακτήρια
- κόκκοι και βάκιλοι ανάλογα με το σχήμα των κυττάρων τους
- μεσόφιλα (20-30 °C) ή θερμοφιλα (35-45 °C)
- γένη *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*



Γαλακτική Ζύμωση 2/5

ΟΞΙΝΙΣΗ ΝΩΠΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ:

- συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος $> 0,3\%$ \rightarrow η οξύτητα του γάλακτος γίνεται αισθητή οργανοληπτικά.
- συγκέντρωση γαλακτικού οξέος $> 0,6\%$ \rightarrow το γάλα πήζει στους 20°C .
- η οξίνιση επιβραδύνεται όταν το γαλακτικό οξύ $\sim 1\%$ (δηλαδή όταν το 25% της λακτόζης έχει ζυμωθεί).



Γαλακτική Ζύμωση 3/5

- 1. ομοιοζυμωτική**, όπου η λακτόζη ζυμώνεται σχεδόν πλήρως προς γαλακτικό οξύ.

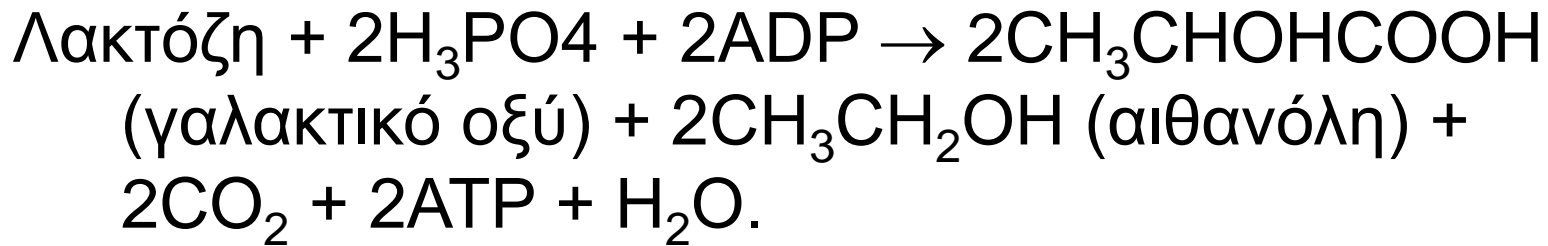


- Οι ομοιοζυμωτικοί οξυγαλακτικοί μικροοργανισμοί θεωρούνται ως «αντλίες γαλακτικού οξέος». Στην πράξη τα 100 μέρη λακτόζης μετατρέπονται κατά 90-95% σε γαλακτικό οξύ και τα υπόλοιπα είναι άλλα προϊόντα όπως CO_2 , βουτυρικό οξύ κ.α.



Γαλακτική Ζύμωση 4/5

2. ετεροζυμωτική, κατά την οποία από ένα μόριο λακτόζης παράγονται δύο μόρια γαλακτικού οξέος και άλλα προϊόντα όπως η αιθανόλη, το οξικό οξύ και το διοξείδιο του άνθρακα.



- Όμως, κάτω από αερόβιες συνθήκες στα προϊόντα της ετεροζυμωτικής ζύμωσης περιλαμβάνεται το οξικό οξύ).



Γαλακτική Ζύμωση 5/5

Μερικές παρατηρήσεις:

- Το μυρμηγκικό οξύ μπορεί να παραχθεί από ομοιοζυμωτικά οξυγαλακτικά βακτήρια κατά τον αναερόβιο μεταβολισμό του πυροσταφυλικού. Είναι χαρακτηριστικό προϊόν του μεταβολισμού του *Streptococcus thermophilus*, το οποίο ενισχύει την ανάπτυξη του *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (συμβιωτική ανάπτυξη).
- Από το ίδιο μεταβολικό μονοπάτι μπορούν να παραχθούν οξεικό οξύ και ακεταλδεΰδη, η οποία ανάγεται σε αιθανόλη. Ορισμένα οξυγαλακτικά βακτήρια (π.χ. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) δεν μπορούν να κάνουν την αναγωγή της ακεταλδεΰδης με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή της.
- Μερικά στελέχη των ομοιοζυμωτικών θερμοφίλων *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, δεν μεταβολίζουν τη γαλακτόζη, η οποία είτε εκκρίνεται στο εξωτερικό του κυττάρου ή μετατρέπεται σε (εξω)πολυσακχαρίτες, οι οποίοι τελικά συσσωρεύονται στο προϊόν προσδίδοντάς του χαρακτηριστική υφή.



Αλκοολική Ζύμωση της Λακτόζης

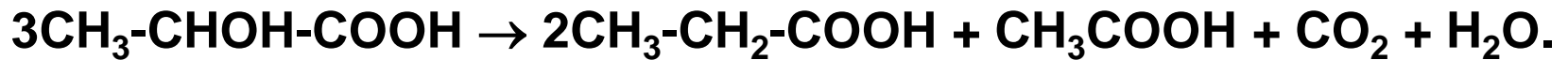
Ζύμες (ένζυμο καρβοξυλάση)

Παραγωγή αιθανόλης από το πυροσταφυλικό οξύ συμβαίνει παράλληλα με την γαλακτική ζύμωση κατά την παρασκευή αλκοολούχων γαλακτοκομικών αναψυκτικών όπως το κεφίρ και κούμης με περιεκτικότητα σε αλκοόλη μέχρι 2%.



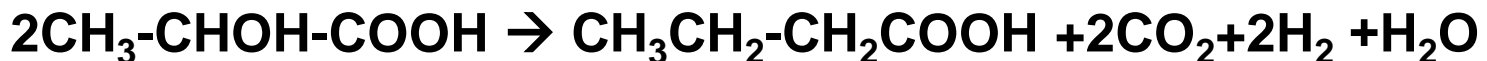
Ζυμώσεις του Γαλακτικού Οξέος

I. Η προπιονική ζύμωση από βακτήρια του γένους *Propionibacterium* είναι επιθυμητή για τα τυριά Ελβετικού τύπου (π.χ. Emmental).



Το αέριο CO_2 που παράγεται συγκεντρώνεται στη μάζα του τυριού και δημιουργεί χαρακτηριστικές λείες οπές.

II. Η βουτυρική ζύμωση του γαλακτικού οξέος είναι ανεπιθύμητη και χαρακτηριστική των βακτηρίων του γένους *Clostridium*. Το βουτυρικό οξύ έχει ανεπιθύμητη οσμή και τα παραγόμενα αέρια δημιουργούν φουσκώματα στα τυριά.





Η Σημασία της Γαλακτικής Ζύμωσης 1/2

- Κατά την παραγωγή των οξυγαλάτων ζυμώνεται περίπου το 20% της λακτόζης με αποτέλεσμα την παραγωγή οξέος, κυρίως γαλακτικού.
- Κατά την παρασκευή των τυριών (τυροκόμηση), περίπου το 96-98% της λακτόζης απομακρύνεται με το τυρόγαλα και η συγκέντρωση της στο τυρόπηγμα τις πρώτες ώρες μετά την πήξη είναι 1-2,5%. Η ποσότητα αυτή ζυμώνεται ταχύτατα από τους μικροοργανισμούς κατά τις πρώτες ώρες μετά την παρασκευή του τυριού.



Η Σημασία της Γαλακτικής Ζύμωσης 2/2

- **Η παραγωγή οξέος** από τη λακτόζη κατά τη γαλακτική ζύμωση επιδρά με πολλούς τρόπους στα προϊόντα, π.χ. επιδρά στο χρόνο συντήρησής τους και στα οργανοληπτικά, φυσικοχημικά/ρεολογικά και διατροφικά χαρακτηριστικά.
- **Τα άλλα μικρομοριακά συστατικά**, που παράγονται σε μικροποσότητες κατά τη γαλακτική ζύμωση επιδρούν επίσης στα οργανοληπτικά και στην υφή των γαλακτοκομικών προϊόντων.



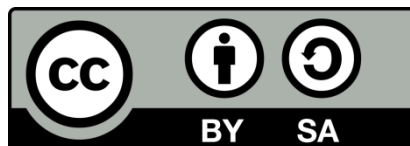
Βιβλιογραφία

- Σ. ΚΑΜΙΝΑΡΙΔΗΣ & Γ. ΜΟΑΤΣΟΥ (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- Robinson R.K. (2002). Dairy Microbiology Handbook. The Microbiology of milk and milk products. New York: Wiley- Interscience.
- SCHAAFSMA G. (2008). Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. International Dairy Journal, 18, 458-465.
- 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.