



Γαλακτοκομία

Ενότητα 4:

Θερμική Επεξεργασία Γάλακτος (1/2), 1.5ΔΩ

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

- Να γνωρίζουν οι φοιτητές ποιες είναι οι θερμικές επεξεργασίες και ποιος ο σκοπός χρήσης τους από τις βιομηχανίες γάλακτος.
- Να γνωρίζουν τη θερμική καταστροφή των μικροοργανισμών.
- Να γνωρίζουν την επίδραση των θερμικών επεξεργασιών στα χαρακτηριστικά του γάλακτος.



Λέξεις Κλειδιά 1/2

- Αποστείρωση
- Θερμική επεξεργασία
- Θέρμιση
- Παστερίωση
- Υψηλή παστερίωση
- θερμοάντοχα βακτήρια
- D (χρόνος μικροβιακού υποδεκαπλασιασμού)
- Z-τιμή
- Καμπύλες ρυθμού θανάτου και θερμικού θανάτου
- Q_{10}



Λέξεις Κλειδιά 2/2

- Επίδραση της θερμικής επεξεργασίας στα χαρακτηριστικά του γάλακτος
- Λακτουλόζη
- HTST –επεξεργασία
- LTLT –επεξεργασία
- UHT-επεξεργασία
- Δοκιμή της αλκαλικής φωσφατάσης
- Δοκιμή της υπεροξειδάσης
- Αντιδράσεις Maillard



Θερμική Επεξεργασία Γάλακτος 1/3

| Θερμική επεξεργασία | Συνθήκες | Σκοπός-Χαρακτηριστικά |
|---|--------------------------------|--|
| Θέρμισμα | 57-68°C / 20 sec | <ul style="list-style-type: none">Καταστροφή των θερμοευαίσθητων ψυχροτρόφων μικροοργανισμών ώστε να μπορεί να συντηρηθεί υπό ψύξη.Μείωση του μικροβιακού φορτίου και των αλλοιογόνων μικροοργανισμών.Δεν επιφέρει αλλαγές στα συστατικά του γάλακτος.Θετική η δοκιμή της φωσφατάσης |
| Παστερίωση <ul style="list-style-type: none">Χαμηλής θερμοκρασίας μακρύ χρόνου LTLTΥψηλής Θερμοκρασίας Σύντομου Χρόνου (HTST, High Temperature Short Time) | 63°C / 30 min 72°C / 15 sec | <ul style="list-style-type: none">Καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών (<i>Mycobacterium tuberculosis</i>, <i>Coxiella burnetii</i> κ.ά.)Μείωση του μικροβιακού φορτίου του γάλακτος ($< 5 \times 10^4$ ΟΜΧ / ml)Διάρκεια συντήρησης σε Θ/α $< 6^\circ\text{C}$ < 5 ημ συμπεριλαμβανομένης και της ημ. πασ/σηςΟι ζύμες και οι μύκητες και η πλειοψηφία των αλλοιογόνων βακτηρίων θανατώνονται.Αδρανοποίηση της αλκαλικής φωσφατάσης και της LPL.Η επίδραση της παστερίωσης στα συστατικά και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος είναι αμελητέα.Αρνητική η δοκιμή της αλκαλικής φωσφατάσηςΘετική η δοκιμή της υπεροξειδάσης |



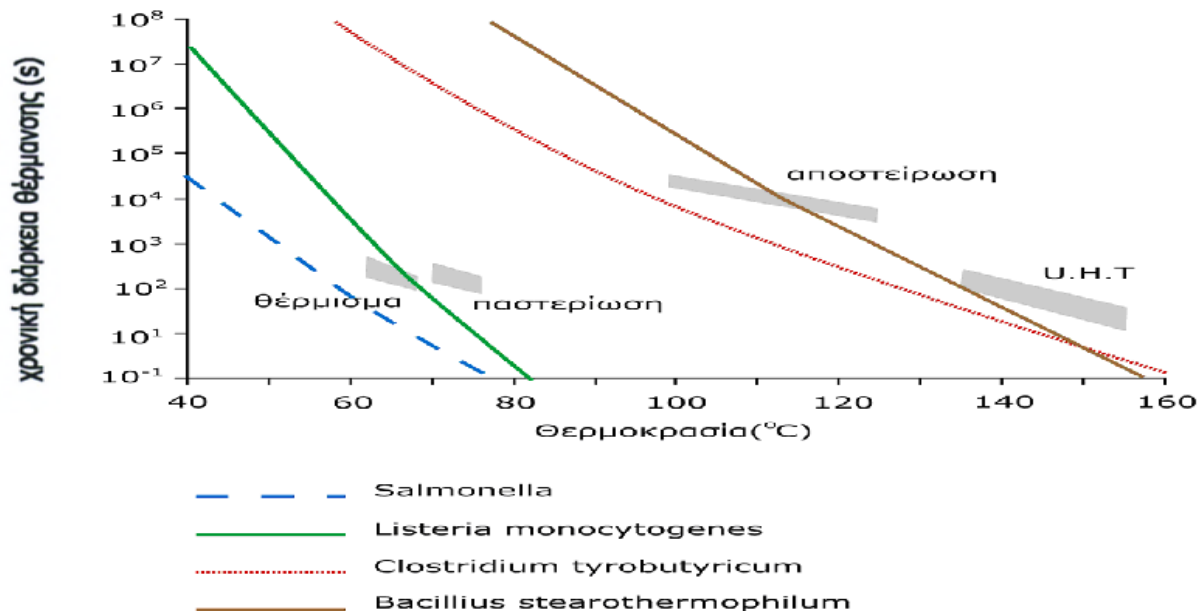
Θερμική Επεξεργασία Γάλακτος 2/3

| Θερμική επεξεργασία | Συνθήκες | Σκοπός-Χαρακτηριστικά |
|--|---|--|
| Υψηλή παστερίωση | >85-127°C / t | <ul style="list-style-type: none">• Θανατώνονται όλοι οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί αλλά όχι τα σπόρια.• Αλλοδομούνται τα περισσότερα ένζυμα του γάλακτος.• Μέρος των πρωτεϊνών του ορού αλλοδομούνται.• Κάποιες αλλαγές εμφανίζονται στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (π.χ. ελαφριά γεύση βρασμένου).• Αρνητική η δοκιμή της υπεροξειδάσης |
| Προθέμανση (για αποστείρωση) | 90°C / 10-15 min 120°C / 1-2 min | Αύξηση της θερμοανθεκτικότητας του γάλακτος πριν από την αποστείρωση |
| Αποστείρωση <ul style="list-style-type: none">• Πάρα πολύ υψηλή θερμοκρασία, UHT (ultra-high-temperature)• Κλασική αποστείρωση σε κυτία | 130-145°C / 30-1 sec 115-125°C / 30-20 min | <ul style="list-style-type: none">• Θανάτωση όλων των μικροοργανισμών και των σπορίων.• Διατήρηση του γάλακτος για πάρα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.• Αδρανοποιεί όλα τα ενδογενή ένζυμα του γάλακτος.• Προκαλεί κασάνωση και χαρακτηριστική γεύση εξαιτίας των αντιδράσεων της λακτόζης (π.χ. αντίδραση Maillard).• Προκαλεί σημαντικές αλλαγές στις πρωτεΐνες του γάλακτος.• Μειώνει την περιεκτικότητα του γάλακτος σε ορισμένες βιταμίνες. |



Θερμική Επεξεργασία Γάλακτος 3/3

- Επιβιώνουν της παστερίωσης τα θερμοάντοχα βακτήρια (*Alcaligenes tolrrans*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococci*, *Micrococci*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. lactis*, *Bacillus*, *Clostridium*)



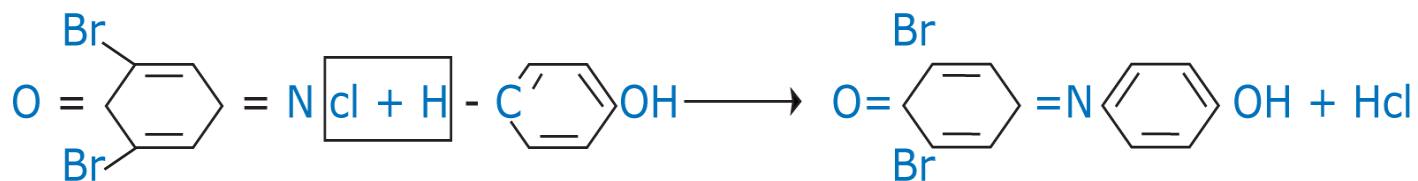
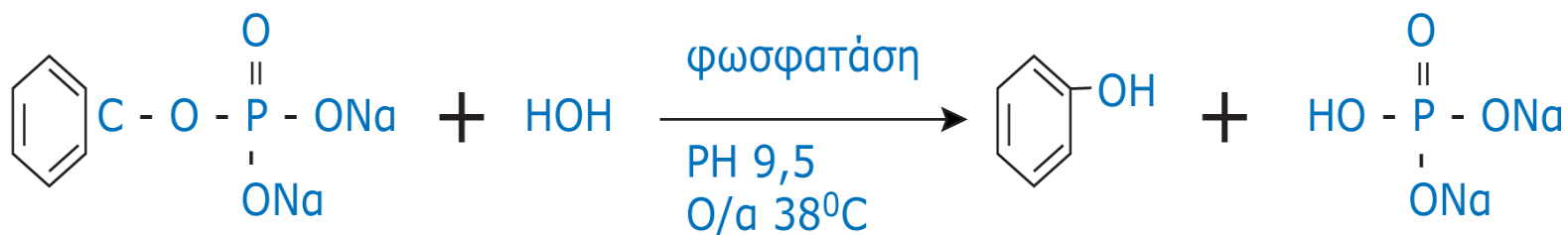
Εικόνα: Θανάτωση μικροοργανισμών κατά την εφαρμογή διάφορων θερμών επεξεργασιών που εφαρμόζονται στο γάλα και στα προϊόντα του (από το Smit, 2003)

Δρ. Καμινारीδης Στέλιος



Δοκιμές 1/2

Δοκιμή Φωσφατάσης (καταστρέφεται στους 72⁰C / 14")



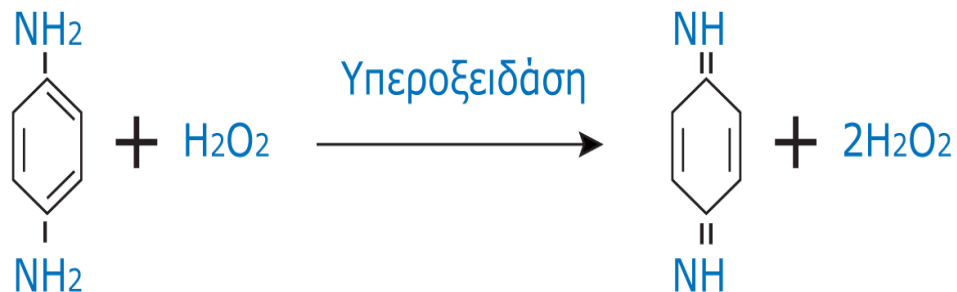
BQC

Διβρωμοινδοφαινόλη (μπλέ) - ενεργή φωσφατάση



Δοκιμές 2/2

Δοκιμή υπεροξειδάσης (καταστρέφεται στους 82⁰C / 15")

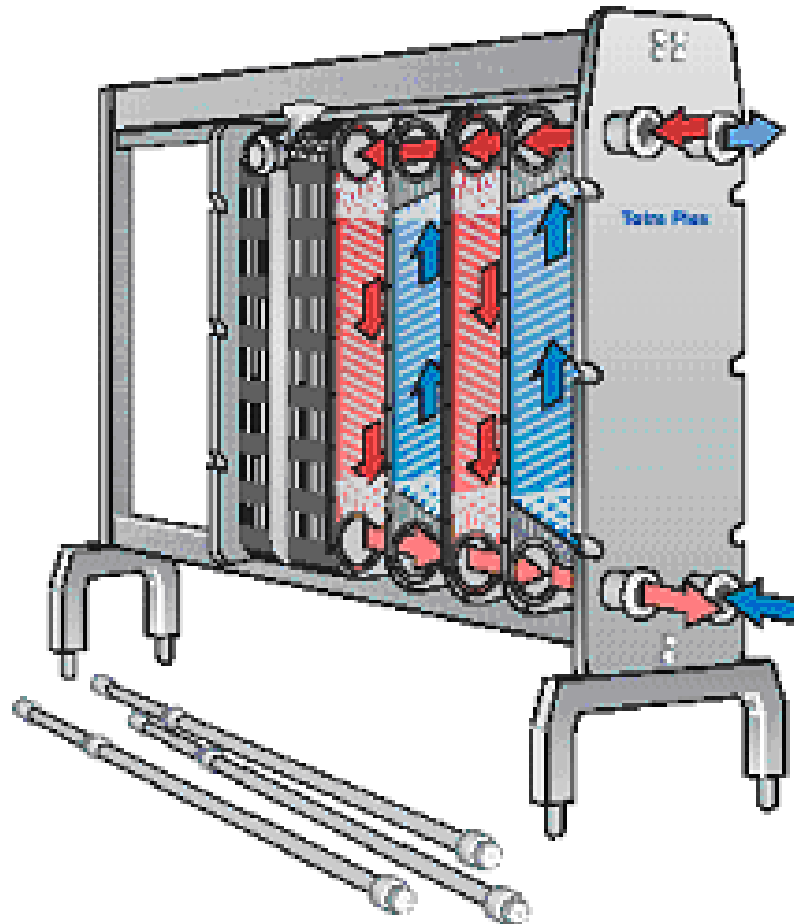


1,4 φαινυλενοδιαμίνη (Άχρωμη)

Οξειδωμένη (Σκούρο χρώμα) - ενεργή υπεροξειδάση

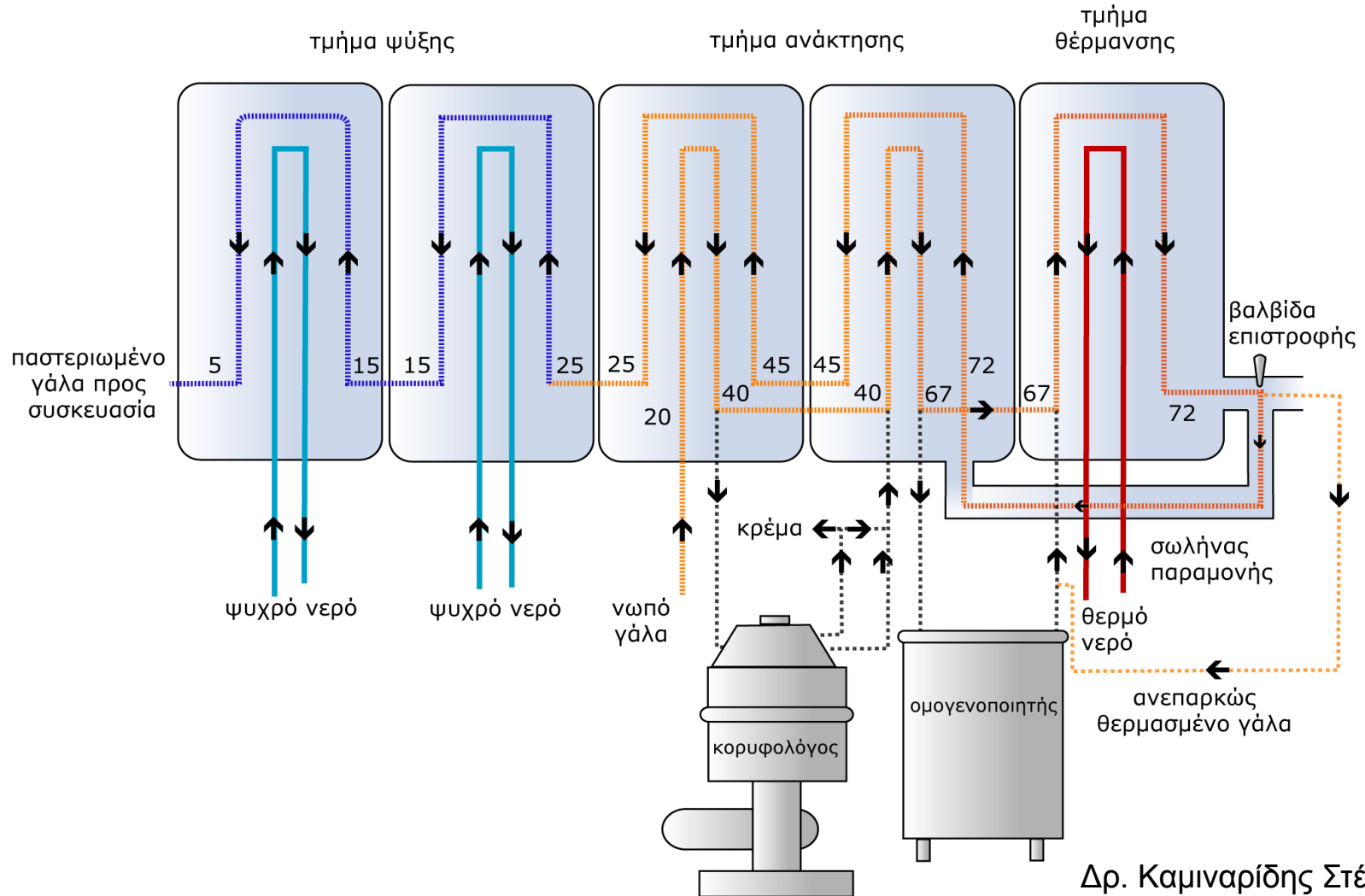


Παστεριωτήρας Πλακών & Κυκλοφορία Γάλακτος & Θερμαντικού ή Ψυκτικού Μέσου





Σχηματική Παρουσίαση Λειτουργίας Παστεριωτήρα (HTST)





Θερμική Καταστροφή των Μικροοργανισμών 1/2

Σκοπός

- Διασφάλιση της υγείας του καταναλωτή. (Το γάλα και τα προϊόντα του να είναι απαλλαγμένα από τους παθογόνους μικροοργανισμούς).
- Επιμήκυνση του χρόνου διατήρησης του γάλακτος που επιτυγχάνεται με τη θανάτωση των αλλοιογόνων μικροοργανισμών και την αδρανοποίηση πολλών ενδογενών ενζύμων του γάλακτος.
- Τυποποίηση και ποιοτική βελτίωση των ζυμώσιμων προϊόντων σε συνδυασμό με οξυγαλακτικές καλλιέργειες
- Αποφυγή προβλημάτων στη βιομηχανία.



Θερμική Καταστροφή των Μικροοργανισμών 2/2

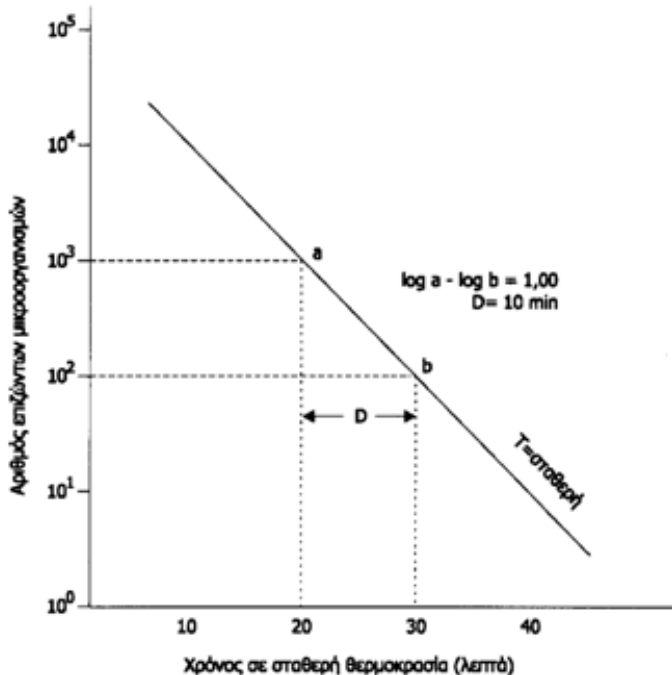
Συνάρτηση

- Χρονική διάρκεια θέρμανσης (t)
- Θερμοκρασία (T)



Καμπύλη Επιβίωσης των Μικροοργανισμών

με βάση το χρόνο θέρμανσης και σταθερή τη θερμοκρασία.



N_{tx} = Ο αριθμός των επιζώντων μικροοργανισμών
 N_0 = Ο αρχικός αριθμός των μικροοργανισμών
 tx = Χρονική διάρκεια θέρμανσης

- **D (χρόνος μικροβιακού υποδεκαπλασιασμού)** Ο χρόνος θέρμανσης σε μια ορισμένη θερμοκρασία που είναι απαραίτητος για τη μείωση του μικροβιακού πληθυσμού στο δέκατο του αρχικού του αριθμού

Η τιμή **D** αντιπροσωπεύει την κλίση της ευθείας. Δηλαδή η τιμή **D** εκφράζει το βαθμό θερμοανθεκτικότητας του μικροοργανισμού π.χ.-*Bacillus stearothermophilus* έχει τιμή

$D_{121}^{\circ C} = 4-5 \text{ min}$ (πολύ θερμοάντοχος)

-*Bacillus subtilis* έχει τιμή $D_{121}^{\circ C} = 0,4 \text{ min}$

$$\ln N_{tx} = \ln N_0 - tx / D$$

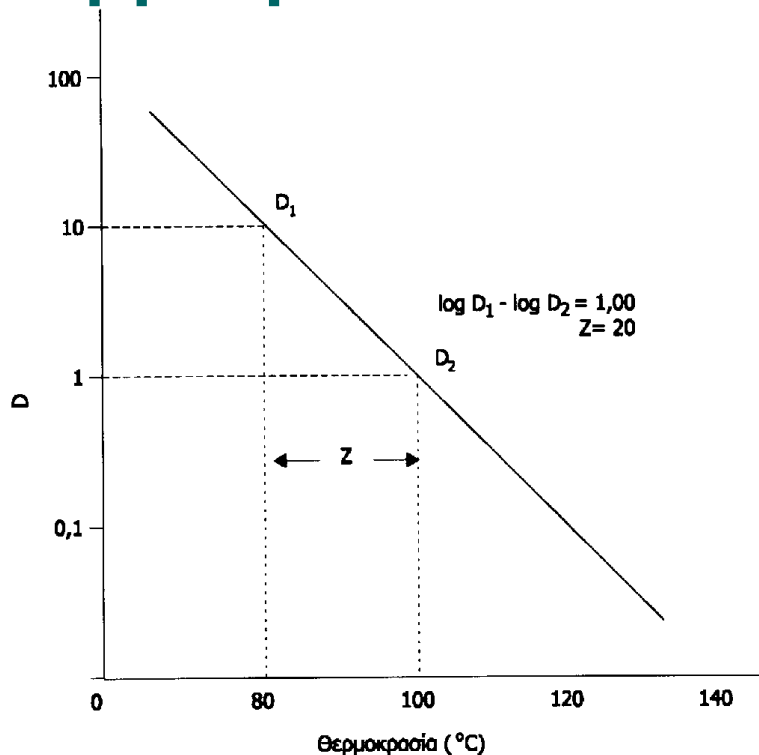
$$\ln N_{tx} / N_0 = - tx / D, N_{tx} / N_0 = e^{- tx / D}$$

$$N_{tx} = N_0 e^{- tx / D}$$



Καμπύλη του Θερμικού Θανάτου

ή του χρόνου μικροβιακού υποδεκαπλασιασμού (D) με βάση τη θερμοκρασία .



T= Θερμοκρασία θέρμανσης

- Z= Το θερμικό διάστημα που μεταβάλλει το χρόνο μικροβιακού υποδεκαπλασιασμού (D) στο δέκατο της τιμής του

- Η τιμή Z αντιπροσωπεύει την κλίση της ευθείας και ποικίλλει για τα διάφορα μικρόβια.

π.χ.-Σπορογόνα βακτήρια έχουν τιμή Z > 10°C

-Ασπορογόνα βακτήρια έχουν τιμή Z ≤ 10°C

-Οι ζύμες έχουν τιμή Z = 5°C

$$\ln D_1 / D_2 = - (T_1 - T_2) / Z \quad D_1 / D_2 = e^{- (T_1 - T_2) / Z}$$

$$D_1 = D_2 e^{- (T_1 - T_2) / Z}$$



Ταχύτητα Θερμικής Καταστροφής των Μικροβίων 1/2

ή άλλων αλλοιώσεων (οργανοληπτικών, χημικών) σε υψηλές θερμοκρασίες.

Εξίσωση του **Van't Hoff**: $V_2 = V_1 \cdot \alpha^{0.1(T_2-T_1)}$

V_1 = Ταχύτητα αντιδράσεως σε θ/α T_1

V_2 = Ταχύτητα αντιδράσεως σε θ/α T_2

Εάν $T_2 - T_1 = 10$, η παραπάνω εξίσωση λαμβάνει τη μορφή

$$V_2 = \alpha \cdot V_1 \text{ ή } V_2 = Q_{10} \cdot V_1$$

Q_{10} = Συντελεστής καταστροφής μικροβίων ή άλλων αλλοιώσεων όταν η θερμοκρασία αυξάνει κατά 10°C

- Για την καταστροφή των μικροβίων το $Q_{10} = 8-11$
- Για τις χημικές και οργανοληπτικές αλλοιώσεις το $Q_{10} = 2-3$



Ταχύτητα Θερμικής Καταστροφής των Μικροβίων 2/2

- Η ταχύτητα καταστροφής των μικροβίων στους 150°C σε σχέση με εκείνη στους 120°C είναι 729 φορές μεγαλύτερη όπως καταδεικνύεται στον παρακάτω πίνακα.

| Θερμοκρασία αποστείρωσης ($^{\circ}\text{C}$) | Ταχύτητα αποστείρωσεως | Ταχύτητα χημικών αντιδράσεων |
|---|------------------------|------------------------------|
| $T_0 = 120$ | $V_0 = 1$ | $V_0' = 1$ |
| $T_1 = 130$ | $V_0 = 9$ | $V_1' = 2,44$ |
| $T_2 = 140$ | $V_0 = 81$ | $V_2' = 5,95$ |
| $T_3 = 150$ | $V_0 = 729$ | $V_3' = 14,52$ |



Χημικές Μεταβολές σε Γάλα UHT και Αποστειρωμένο Γάλα σε Δοχείο

| Θερμοκρασίες αποστείρωσης(°C) | Ένταση χημικών μεταβολών |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 120°C / 20 min (Κ. Α) | 100 |
| 130°C / 35 sec | 27,1(3,69 φορές μικρότερη) |
| 140°C / 7,5 sec | 7,2(13,65 φορές μικρότερη) |
| 150°C / 2,5 sec (UHT) | 1,99(50,25 φορές μικρότερη) |

Κ. Α= 110-115°C / 10- 20 min

UHT= 130-150°C / 3- 5 sec

Συμπεράσματα:

- Όσο υψηλότερη η θ/α αποστείρωσης και μικρότερος ο χρόνος (διάρκεια), τόσο ο βαθμός των αλλοιώσεων είναι μικρότερος.
- Νέα τάση η χρησιμοποίηση της UHT σε αντικατάσταση της Κ. Α.



Βιβλιογραφία 1/2

- Ανυφαντάκης, Εμ. Χημεία και Ανάλυση του Γάλακτος Εκδόσεις Καραμπερόπουλος, Αθήνα, 1986.
- Καμινारीδης, Στ. και Μοάτσου, Γ., Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 2009.
- Park Y.W.& Haenlein G.F.W., Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Wiley-Blackwell, UK, 2013.
- Tetra Pak. Dairy processing handbook, pp. 191-205. Applied Science Publishers Ltd, London, 1995.



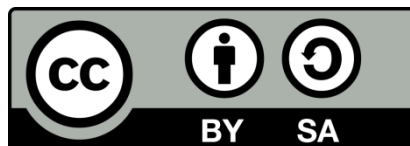
Βιβλιογραφία 2/2

- Walstra, P. & Jenness, R. Dairy Chemistry and Physics. John Wiley & Sons, New York, 1983
- Walstra, p., Wouters, J.T.M. & Geurts, T. J., Dairy Science and Technology. Second Edition. CRC-Taylor & Francis, New York, 2006.



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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



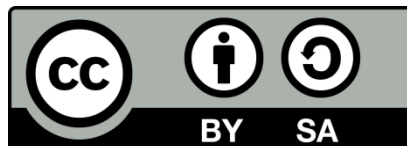
Σημείωμα Αναφοράς

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.