

Παστερίωση του Γάλακτος και η Σημασία του για την Υγιεινή Διατροφή του Καταναλωτή

Αθανάσιος Βαλαβανίδης
Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου,
15784 Αθήνα

Περίληψη : Η παστερίωση αποτελεί εδώ και δεκαετίες μία σημαντική τεχνολογική εφαρμογή για την εξουδετέρωση των μολυσματικών παραγόντων που υπάρχουν στο φρέσκο γάλα κατά την παραλαβή του από τα γαλακτοφόρα ζώα. Αν και η πρακτική αυτή είναι πλέον καθιερωμένη και νομοθετικά υποχρεωτική για την ασφάλεια των καταναλωτών, διάφορες παραπλανητικές γνώμες καταναλωτικών οργανώσεων για την παστερίωση δημιουργούν αμφιβολίες και σύγχυση στην κοινή γνώμη. Η παστερίωση δεν καταστρέφει η μειώνει τη διατροφική αξία του φρέσκου γάλακτος ή μεταβολή των συστατικών και βιταμινών. Τα τελευταία χρόνια στην αγορά διατίθενται διάφοροι τύποι γάλακτος και με διαφορετική περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες. Η απομάκρυνση του λίπους από το φρέσκο επιτυγχάνεται μόνο με μηχανικές τεχνικές χωρίς την παρέμβαση χημικών ουσιών. Το γάλα με μικρότερη περιεκτικότητα σε ζωικό λίπος είναι εξίσου υγιεινό και για μεγάλης ηλικίας ανθρώπους και πιο χρήσιμο λόγω της σχέσης λίπους και παχυσαρκίας και πρόληψης μειωμένης ενέργειας κατά την διατροφή. Το αποβουτυρωμένο γάλα έχει προστατευτική επίδραση στην υγεία της καρδιάς, ως μέρος ενός συνολικού υγιεινού προγράμματος διατροφής.

Η Σημασία του Γάλακτος στην Υγεία του Ανθρώπου και η Διατροφική του Αξία

Το νωπό γάλα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διατροφή και μπορεί να προσφέρει πολλά απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τη σωστή ανάπτυξη του σώματος, τα οστά και τα δόντια του ανθρώπου. Το νωπό γάλα είναι πολύτιμη πηγή ασβεστίου (Ca), πρωτεϊνών, βιταμινών, ενζύμων και χρήσιμων ιχνοστοιχείων. Ένα ποτήρι γάλα (περίπου 200 ml) παρέχει το ένα τρίτο της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης ασβεστίου για ένα μέσο άνθρωπο. Το γάλα είναι επίσης διατροφικά σημαντικό λόγω της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, της ενέργειας του λίπους που περιέχει (κυρίως κορεσμένες λιπαρές ουσίες) , τη Βιταμίνη B₁, B₂ και B₁₂, το Φώσφορο (P) και το Ιώδιο (I). Επιπλέον, η κατανάλωση γάλακτος προσφέρει στη διατροφή του ανθρώπου Νιασίνη (γνωστή ως βιταμίνη B₃, νικοτινικό οξύ ή βιταμίνη PP),

Φυλλικό οξύ, Βιταμίνη A, D και C, Κάλιο (Κ), Μαγνήσιο (Mg) και Ζευδάργυρο (Zn). [EUFIC, European Food International Council, <http://www.eufic.org/article/el/food-technology/food-processing/artid/Cow-milk-processing-health-greek/>].



Εικόνα 1. Η παραγωγή γάλακτος στην Ελλάδα γίνεται σε εγκαταστάσεις υψηλής τεχνολογίας και με αποκλεισμό μολυσματικών παραγόντων. Τα προϊόντα είναι τυποποιημένα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές. Το γάλα μόνο όταν ανοιχθεί για κατανάλωση μπορεί να παραλάβει μικρόβια από την ατμόσφαιρα. Το 2013 παρήχθησαν στην Ελλάδα συνολικά 627.481 τόνοι γάλακτος. Η ετήσια κατανάλωση αγελαδινού σε διάφορες μορφές (δηλαδή γιαούρτια, τυριά, επιδόρπια κ.λπ.) είναι περίπου 1,2 εκατ. τόνοι. Εξ αυτών πάνω από 500 χιλιάδες τόνοι είναι νωπό – δηλαδή παράγεται στην Ελλάδα. Τελικά, η Ελληνική παραγωγή είναι 627 χιλιάδες τόνους γάλα και καταναλώνουμε 1,2 εκατ. τόνους (νωπό και γαλακτοκομικά). Περίπου 600.000 τόνοι προϊόντων παρασκευάζονται με γάλα από το εξωτερικό.

Το λίπος του γάλακτος είναι συμπυκνωμένη πηγή ενέργειας, γι' αυτό και η αφαίρεση του λίπους του γάλακτος μειώνει τις θερμίδες του. Το ημι-αποβουτυρωμένο γάλα δίνει περίπου τα 2/3 των θερμίδων σε σχέση με το πλήρες γάλα, ενώ το αποβουτυρωμένο γάλα δίνει μόνο τις μισές θερμίδες του κανονικού. Ωστόσο, οι περισσότερες υγειονομικές αρχές συνιστούν στα παιδιά κάτω των δύο ετών να μην καταναλώνουν γάλα με μειωμένα λιπαρά, αφού χρειάζονται τη συμπυκνωμένη πηγή ενέργειας (λίπος) για την ταχεία ανάπτυξή τους, και ειδικότερα για τη σωστή ανάπτυξη του νευρικού συστήματος. Το αποβουτυρωμένο γάλα δεν θα πρέπει να εισαχθεί στη διατροφή μέχρι την ηλικία των πέντε ετών.

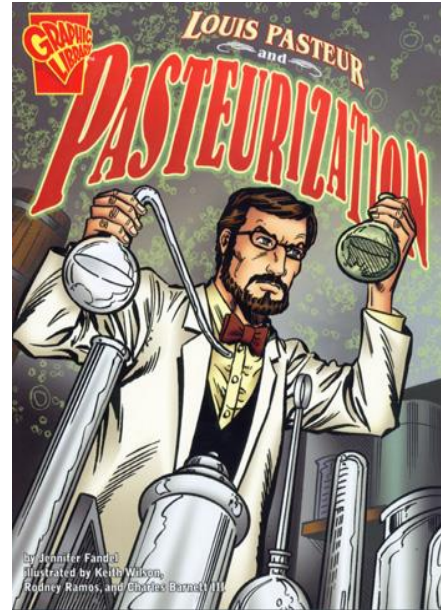
Οι κυριότεροι τύποι Γάλακτος

Φυσικό πλήρες γάλα- νωπό ή επεξεργασμένο	Γάλα στο οποίο δεν έχει προστεθεί η αφαιρεθεί τίποτα με 3,5-5% λιπαρά ανάλογα με τη φυλή της αγελάδας (πρόβατο η γίδα).
Τυποποιημένο ή κανονικό πλήρες γάλα	Γάλα τυποποιημένο σε 3,5 με 4% λιπαρά.
Ημι-αποβουτυρωμένο γάλα	Έχει αφαιρεθεί η μισή ποσότητα λίπους. Περιέχει 1,5-1,8% λιπαρά.
Αποβουτυρωμένο (χαμηλών λιπαρών) γάλα	Σχεδόν όλο το λίπος έχει αφαιρεθεί. Περιέχει λιγότερο από 0,5% λιπαρά.
Γάλα με μειωμένη λακτόζη ή γάλα ελεύθερο λακτόζης	Το σάκχαρο του γάλακτος (λακτόζη) έχει μερικώς ή ολικώς απομακρυνθεί προορίζεται για ανθρώπους με δυσανοχή στη λακτόζη.

Ασφαλές γάλα για τον καταναλωτή. Παστερίωση

Το γάλα λόγω της φυσικής του κατάστασης και των συστατικών του είναι πολύ εύκολο να μολυνθεί από παθογόνους μικροοργανισμούς. Είναι σωστό το γάλα να παστεριώνεται για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και ιδιαίτερα των παιδιών. Η μέθοδος παστερίωσης ανακαλύφθηκε από τον Λουί Παστέρ από το 1857. Η παστερίωση δεν εξουδετερώνει όλους τους μικροοργανισμούς αλλά τους πλέον μολυσματικά βλαβερούς. Η παστερίωση ελαττώνει δραστικά τον αριθμό των επικίνδυνων μικροοργανισμών όπως Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, brucella (μελιταίος πυρετός) ακόμη και το μυκοβακτηρίδιο φυματίωσης, σε τέτοιο επίπεδο, που δεν αποτελούν πλέον κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Από τις μολύνσεις και θανάτους που προκαλούσε το γάλα στο παρελθόν, οι επιστήμονες θεωρούν ότι η παστερίωση έσωσε τη ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων.

Με την διαδικασία της παστερίωσης ελαττώνεται την συνολική ποσότητα των βακτηρίων κατά 97%-99%, είναι αποτελεσματική, επειδή οι συχνόι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στο γάλα (ο βάκιλλος του Koch, η σαλμονέλλα, ο στρεπτόκοκκος και οι βρουκέλλες) δεν σχηματίζουν σπόρια και είναι αρκετά ευαίσθητοι στην θερμότητα. Παρόλα αυτά, η παστερίωση δεν θα πρέπει να θεωρείται υποκατάστατο των μεθόδων υγιεινής κατά την παραγωγή του γάλακτος.



Εικόνα 2. Η παστερίωση του γάλακτος ήταν η μεγαλύτερη ανακάλυψη του Παστέρ που έσωσε εκατομμύρια ζωές. Στην παστερίωση τα παθογόνα βακτήρια καταστρέφονται με θέρμανση στους 62°C για 30 λεπτά ή με «στιγμιαία» θέρμανση σε υψηλότερες θερμοκρασίες για λιγότερο από ένα λεπτό.

Το γάλα μπορεί να κατεργασθεί επίσης με ελαφρά εκτεταμένη παστερίωση (ESL, Extended Shelf Life, 40-90 ημέρες) ή να επεξεργάζεται σε υπερυψηλή θερμοκρασία για να γίνει μεγάλης διάρκειας (UHT , Ultra High Temperature). Επίσης, υπάρχει και κατεργασία με μικροφιλτράρισμα (microfiltration, bacto-fugation) και υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (εξουδετερώνει όλα τα παθογόνα βακτήρια) με αποτέλεσμα το γάλα να διατηρείται εκτός ψυγείου για μεγάλο χρονικό διάστημα αλλά πρέπει να καταναλωθεί όταν ανοιχθεί η συσκευασία του.

Η παστερίωση επίσης έχει σκοπό την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του προϊόντος, ελαττώνοντας τον αριθμό των παθογόνων μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοιώσεις. Η παστερίωση έχει πολύ μικρή επίδραση στη γεύση και στη διατροφική ποιότητα του γάλακτος και βοηθάει στο να αυξηθεί η διάρκεια ζωής του. Το γάλα μακράς διάρκειας -ESL διαρκεί για περίπου 3 εβδομάδες κι έχει τη γεύση του φρέσκου γάλακτος. Το γάλα UHT διατηρείται για αρκετούς μήνες εκτός ψυγείου, αν έχει συσκευαστεί σε αεροστεγείς συσκευασίες, αλλά όταν ανοιχτεί έχει την ίδια διάρκεια ζωής με το φρέσκο γάλα. **Όπως και στην**

παστερίωση, η επίδραση της επεξεργασίας στη διατροφική ποιότητα του γάλακτος είναι μικρή, αλλά το UHT γάλα έχει καυστική χαρακτηριστική γεύση. Η πιο έντονη θερμική επεξεργασία της αποστείρωσης του γάλακτος καταστρέφει περίπου τη μισή ποσότητα των βιταμινών C και B₁.

Το φιλτράρισμα του γάλακτος μέσω μεμβρανών με πολύ μικρούς πόρους, μια διαδικασία που ονομάζεται μικροδιήθηση, μπορεί να απομακρύνει, περίπου, το >99% των βακτηρίων. Τα βακτήρια που συγκρατούνται από τη μεμβράνη υπόκεινται στη συνέχεια σε θερμική επεξεργασία ξεχωριστά και προστίθενται πίσω στο φιλτραρισμένο γάλα. Αυτό ελαχιστοποιεί τις απώλειες θρεπτικών συστατικών και τις αλλαγές της γεύσης που προκαλούνται από τη θερμότητα.



Εικόνα 3. Το γάλα είναι σημαντικό για την διατροφή του ανθρώπου και ιδιαίτερα των παιδιών γιατί περιέχει σημαντικά διατροφικά συστατικά και βιταμίνες.

Μεταβολές στα Συστατικά του Γάλακτος με τις Διάφορες Κατεργασίες Παστερίωσης και Αποστείρωσης

Το νωπό γάλα, που δεν έχει παστεριωθεί έχει μικρή διάρκεια ζωής και η κατανάλωσή του είναι λιγότερο ασφαλής από την κατανάλωση επεξεργασμένου γάλακτος, λόγω της παρουσίας σε αυτό παθογόνων μικροοργανισμών κατά την παραλαβή από το ζώο, την μεταφορά, συσκευασία και την κατεργασία μέχρι να φθάσει στον καταναλωτή. .

Το γάλα κατευθείαν από την αγελάδα ή άλλο γαλακτοφόρο ζώο είναι ζεστό (38 °C, 101° F) αλλά πρέπει να καταψυχθεί μέχρι 4°C ώστε να μην μεταβληθεί ή μολυνθεί μέχρι να παστεριωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η θέρμανση στους 74 °C για 15 δευτερόλεπτα (χαμηλή παστερίωση) έχει ως αποτέλεσμα την θανάτωση του 95-99% των βλαβερών παθογόνων οργανισμών και την απενεργοποίηση ορισμένων ενζύμων, αλλά καμία άλλη αλλαγή στη σύσταση. Το παστεριωμένο γάλα δεν έχει υποστεί καμία σχεδόν χημική μεταβολή ενώ συγχρόνως διατηρεί όλες τις ανοσοποιητικές του ιδιότητες και έχει ενεργοποιήσει ορισμένα χρήσιμα ένζυμα.

Η θέρμανση στους 90 °C για 15 δευτερόλεπτα (υψηλή παστερίωση) καταστρέφει όλους τους παθογόνους οργανισμούς και τους φυτικούς μικροοργανισμούς, απενεργοποιεί τα περισσότερα ένζυμα, και καθιστά ορισμένες πρωτεΐνες του ορού γάλακτος (whey proteins) αδιάλυτες. Η ποιότητα και όλα τα συστατικά (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, αμινοξέα, λιπαρά οξέα) παραμένουν τα ίδια. Θέρμανση του γάλακτος σε 118 °C για 20 δευτερόλεπτα αποστειρώνει το γάλα, θανατώνει όλους τους μικροοργανισμούς, τους σπόρους και απενεργοποιεί όλα τα ένζυμα, και προκαλεί μικρή κασάνωση (αμαύρωση ή κασάνωση , browning reactions) σε μικρό ποσοστό των πρωτεϊνών και σακχάρων (υδατάνθρακες) και προσδίδει μία ελαφρά «καμμένου» γεύση στο γάλα. Θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες (Ultra High Temperature, UHT, 145° C) για μερικά δευτερόλεπτα αποστειρώνει το γάλα με μικρές αλλαγές στη χημική του σύσταση. Το γάλα αυτό μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμη και θερμοκρασία δωματίου. Το γάλα μακράς διάρκειας παρασκευάζεται για ειδικές περιπτώσεις.

Άλλα Είδη Επεξεργασίας του Γάλακτος

Τα περισσότερα είδη γάλακτος που πωλούνται στα καταστήματα είναι ομοιογενοποιημένα, γι' αυτό και δεν παρατηρείται σχηματισμός στρώσης λίπους (κρέμας) στην επιφάνειά τους. Αυτό συμβαίνει, επειδή τα λιποσφαιρία του γάλακτος διαλύονται μηχανικά, έτσι ώστε να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλο το γάλα. Η ομοιογενοποίηση δεν επηρεάζει τη θρεπτική αξία του γάλακτος.

Το συμπυκνωμένο ή γάλα εβαπορέ έχει τη διπλάσια συγκέντρωση στα περισσότερα θρεπτικά συστατικά και στην ενέργεια σε σχέση με το φρέσκο γάλα, αφού το μισό νερό έχει απομακρυνθεί, αλλά λόγω της αποστείρωσης έχει χάσει τις βιταμίνες Β₁ και C. Η σκόνη γάλακτος, είτε πλήρης είτε αποβουτυρωμένη, όταν επανέλθει σε υγρή μορφή με την προσθήκη νερού, έχει παρόμοιες ποσότητες πρωτεϊνών, λίπους, θερμίδων και ανόργανων συστατικών με το φρέσκο γάλα, αλλά μερικές από τις βιταμίνες καταστρέφονται εξαιτίας της θερμικής επεξεργασίας. Μερικές φορές, στη σκόνη γάλακτος προστίθενται βιταμίνες.

Είδη Επεξεργασίας του Γάλακτος

Παστεριωμένο γάλα	Γάλα που έχει υποστεί ήπια θερμική επεξεργασία (72-75°C για 15-30 δευτερόλεπτα) για να θανατωθούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.
Γάλα UHT (Γάλα υπερυψηλής θερμοκρασίας)	Γάλα που θερμαίνεται σε υψηλότερη θερμοκρασία ($\geq 135^{\circ}\text{C}$ για τουλάχιστον 1 δευτερόλεπτο) για να καταστραφούν οι περισσότεροι μικροοργανισμοί που περιέχει.
Αποστειρωμένο γάλα	Γάλα που υπόκειται σε επεξεργασία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (περίπου 110°C για 20-30 λεπτά) για να καταστραφούν όλοι οι μικροοργανισμοί που περιέχει.
Γάλα μακράς διάρκειας	Μικρο-φιλτραρισμένο ή/και επεξεργασμένο με θερμότητα.

Επιπτώσεις από την Αφαίρεση του Λίπους. Είναι τα Γάλατα με Μειωμένα Λιπαρά πιο Υγιεινά;

Η αφαίρεση του λίπους από το γάλα έχει θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Οι καταναλωτές στις Ευρωπαϊκές χώρες έχουν τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ πλήρους γάλακτος (3,5 %), μερικώς αποβουτυρωμένου (1,5%) και πλήρως αποβουτυρωμένου γάλακτος (0,35%). Οι μισές περίπου από τις λιπαρές ουσίες του γάλακτος ανήκουν στην κατηγορία των κορεσμένων λιπαρών οξέων. Η επιλογή γάλακτος με μειωμένα λιπαρά περιορίζει την πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών (η υψηλή κατανάλωση ζωικών λιπών για τους ηλικιωμένους μπορούν να; γίνουν παράγοντες αύξησης της παχυσαρκίας, των καρδιαγγειακών εμφραγμάτων, κλπ), ειδικά όταν πρόκειται για άτομα που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες γάλακτος.

Το ασβέστιο, οι πρωτεΐνες και άλλα θρεπτικά συστατικά του γάλακτος δεν είναι λιποδιαλυτά, άρα διατηρούνται όταν αφαιρεθούν τα ζωικά λίπη του γάλακτος. Η βιταμίνη Α και μικρή ποσότητα της βιταμίνης D οι οποίες βρίσκονται στο λίπος, (λιποδιαλυτές βιταμίνες), δυστυχώς απομακρύνονται κατά την αποβουτύρωση του γάλακτος με αποτέλεσμα να χάνονται πολύτιμα μικροσυστατικά.

Επιλεγμένη Βιβλιογραφία

1. Food Standards Agency. *The Manual of Nutrition*, 11th ed., Stationery Office, London, UK, 2008.
2. Mann J, Truswell S (Eds). *Essentials of Human Nutrition*. 4th ed., Open University Publication, Oxford, 2012.
3. United Kingdom Dairy Council:(www.milk.co.uk),
4. Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC, et al. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. **Foodborne Pathogens and Disease 6 (7): 793-806, 2009.**
5. Angulo FJ, LeJeune JT, Rajala-Schultz PJ. Unpasteurized Milk: A continued public health threat. *Clinical Infectious Diseases* 48(1):93-100, 2009.
5. Cohen R *Milk—the Deadly Poison*. Argus Publishing; Boston, MA, 1998.
6. Jayarao B.M, Henning D.R. Prevalence of foodborne pathogens in bulk tank milk. *Journal of Dairy Science* 84:2157-162, 2001.
7. Chin J. Raw milk: a continuing vehicle for the transmission of infectious disease agents in the United States. *Journal of Infectious Diseases* 146:440-441, 1982
8. Nabtis AJ, Papageorgiou DK, Conditions of staphylococcal enterotoxin production in milk and milk products (In Greek). *Journal of Hellenic Veterinary Medical Society* 54(3): 242-252, 2003.
9. Γεωργακόπουλος ΔΙ. Η αγορά Γαλακτοκομικών προϊόντων στην Ελλάδα και σύνδεση με τη διεθνή αγορά. Μια μικροοικονομική και μακροοικονομική προσέγγιση. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Αγροτικής και Οικονομικής Ανάπτυξης. ΠΜΣ: Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη και Διαχείριση του Αγροτικού Χώρου. Μάρτιος 2012, Αθήνα (επιβλέπων καθ. Σ. Ζωγραφάκης).
[\[http://dspace.aua.gr:9000/jspui/bitstream/10329/4956/1/Georgakopoulos_D.pdf\]](http://dspace.aua.gr:9000/jspui/bitstream/10329/4956/1/Georgakopoulos_D.pdf).
10. Friend BA, Shahani KM, Long CA, Agel EN. Evaluation of freeze-drying, pasteurization, high-temperature heating and storage on selected enzymes, B-vitamins and lipids of mature human milk. *J. Food. Prot.* 46:330-334, 1983.