

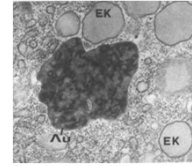
Αρχές Επεξεργασίας Τροφίμων

Ζεμάτισμα Τροφίμων

Παράγοντες αλλοίωσης τροφίμων

- Βιολογικοί παράγοντες
 - Βακτήρια, μύκητες, παράσιτα, έντομα, τρωκτικά κλπ
- Φυσικοί παράγοντες
 - Θερμοκρασία, υγρασία, μηχανική καταπόνηση
- Χημικοί παράγοντες
 - Οξυγόνο, διάφορα οξειδωτικά,
- Ενζυμικοί παράγοντες
 - Ενδογενή ένζυμα

Ενδογενή ένζυμα



- Προϋπάρχουν ή δημιουργούνται δευτερογενώς στο φυτικό (ή ζωικό) κύτταρο για να καλύψουν τις μεταβολικές του ανάγκες.
- Εντοπίζονται στα λυσσοσώματα σε όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα καθώς και με περιορισμένο αριθμό στα φυτικά κύτταρα, αφού αντίστοιχες λειτουργίες επιτελούν ορισμένα χυμοτόπια. Στα βακτήρια το ρόλο του λυσοσωματίου αναλαμβάνει το περιπλασματικό διάστημα το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στην πλασματική μεμβράνη και στο κυτταρικό τοίχωμα.
- Απελευθερώνονται στον μεσοκυττάριο χώρο με την λύση του κυττάρου

Είδη ενδογενών ενζύμων

- Λιποξυγενάσες, Λιπάσες, Πρωτεάσες
 - Σχηματισμός δυσάρεστων οσμών
- Πηκτινολυτικά ένζυμα
 - Μεταβολές στην υφή των προϊόντων
- Πολυφαινολοξειδάση, Χλωροφυλλάση, Καταλάση, Υπεροξειδάση
 - Μεταβολές στο χρώμα
- Οξειδάση ασκορβικού, Θειαμινάση
 - Καταστρέφουν βιταμίνες
- Βενζοκινάσες, Μελανίνες
 - Επηρεάζουν την θρεπτική αξία των πρωτεϊνών

Τι είναι το ζεμάτισμα

- Το ζεμάτισμα ή λεύκανση είναι η θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται σε όλα σχεδόν τα λαχανικά και σε ορισμένα φρούτα πριν από την κατάψυξη, την αφυδάτωση και την κονσερβοποίησή τους.
- Αποβλέπει στην αδρανοποίηση ή καταστροφή των ενδογενών ενζύμων ώστε να αποφευχθούν μεταβολές στο χρώμα, το άρωμα, την υφή και την θρεπτική αξία κατά την συντήρηση.
- Εφαρμόζεται επίσης κατά την χυμοποίηση ορισμένων φρούτων και πριν την συντήρηση αλιευμάτων όπως οι γαρίδες.
- Σε εμπορική κλίμακα η εφαρμογή του ξεκίνησε το 1870 στην Αγγλία.
- Δεν αποτελεί μέθοδο συντήρησης των τροφίμων αλλά μέθοδο επεξεργασίας και προετοιμασίας για συντήρηση με άλλη μέθοδο.

Πως γίνεται το ζεμάτισμα

- Το ζεμάτισμα συνίσταται στην γρήγορη θέρμανση του προϊόντος σε ορισμένη θερμοκρασία για ορισμένο χρόνο (συνήθως μεταξύ 70° και 100° C) και στην συνέχεια την γρήγορη ψύξη ή την προώθηση χωρίς καθυστέρηση για παραπέρα επεξεργασία.
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον χρόνο ζεματίσματος είναι : το είδος και το μέγεθος του τροφίμου, η θερμοκρασία θέρμανσης και η μέθοδος θέρμανσης

Πίνακας 3.1
Χρόνος ζεματίσματος λαχανικών και φρούτων στους 100°C

Λαχανικά	Χρόνος (min)	Φρούτα	Χρόνος (min)
Φασολάκια	1.0 – 4.0	Ροδάκινα	0.5 – 1.0
Αρακάς	1.5 – 3.0	Βερίκοκα	0.5 – 1.0
Μπάμιες	1.5 – 2.0	Μήλα	1.0 – 2.0
Σπανάκι	1.0 – 1.5	Βατόμουρα	2.0 – 3.0
Σπαράγγι	2.0 – 4.0		
Καλαμπόκι	2.0 – 3.0		
Παντζάρια	3.0 – 5.0		
Μπρόκολα	2.0 – 3.0		
Κουνουπίδι	3.0 – 3.5		

Γενικά, μεγαλύτερο ζεμάτισμα απαιτούν:

- Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος λαχανικά
- Τα ωριμότερα σε σχέση με τα ανώριμα
- Όσα περιέχουν περισσότερη υγρασία
- Σε όσα το pH είναι υψηλό σε σχέση με άλλα με χαμηλό pH
- Σε όσα η περιεκτικότητα σε άλατα και ζάχαρα είναι υψηλή

Που εφαρμόζεται

- Είναι απολύτως απαραίτητη στα προϊόντα που συντηρούνται με κατάψυξη.
 - Είναι απαραίτητη διαδικασία στην περίπτωση αφυδάτωσης.
 - Είναι συμπληρωματική διαδικασία της κονσερβοποίησης.
- Το ανεπαρκές ζεμάτισμα προκαλεί υψηλότερη υποβάθμιση σε σχέση με αυτήν που θα συμβεί στο προϊόν χωρίς επεξεργασία.

Πρακτικά πλεονεκτήματα ζεματίσματος

- Προκαθορισμός στραγγισμένου βάρους
- Απομάκρυνση ελεύθερου αμύλου
- Σταθεροποίηση οργανοληπτικών ιδιοτήτων (γεύση, χρώμα, υφή)
- Καλύτερη συσκευασία
- Αποτελεσματικότερη διαλογή
- Απομάκρυνση εγκλωβισμένου αέρα
- Μείωση μικροβιακού φορτίου
- Συμπληρωματική θερμική επεξεργασία
- Απομάκρυνση ανεπιθύμητων υδατοδιαλυτών ενώσεων (πχ NO_3)

Μειονεκτήματα ζεματίσματος

- Καταστροφή θερμοευαίσθητων βιταμινών
- Απώλεια υδατοδιαλυτών ενώσεων
- Ανεπιθύμητη μεταβολή υφής προϊόντος
- Απώλεια βάρους
- Υψηλή απαίτηση σε νερό και ενέργεια

Επίδραση της θερμοκρασίας και του χρόνου ζεματίσματος στην περιεκτικότητα λωβων σόγιας σε θρεπτικά στοιχεία (Song και συν., 2003)

Θρεπτικά στοιχεία (μg/g υγρού προϊόντος*)	Νωπό πρόϊον	Συνθήκες ζεματίσματος		
		80°C/30min	90°C/20min	100°C/10min
Σάκχαρο				
- Γλυκόζη	2.05	0.99	0.74	1.56
- Φρουκτόζη	1.73	0.35	0.88	1.31
- Σακχαρόζη	28.30	0.78	3.10	14.60
- Ραφινόζη	2.32	2.18	2.47	2.53
Σύνολο 20 αμινοξέων	150	121	134	143
Βιταμίνες				
- Β ₁	7.96	4.56	7.20	8.54
- Β ₂	3.41	1.50	2.41	2.97
- C	170.00	58.20	84.70	121.00

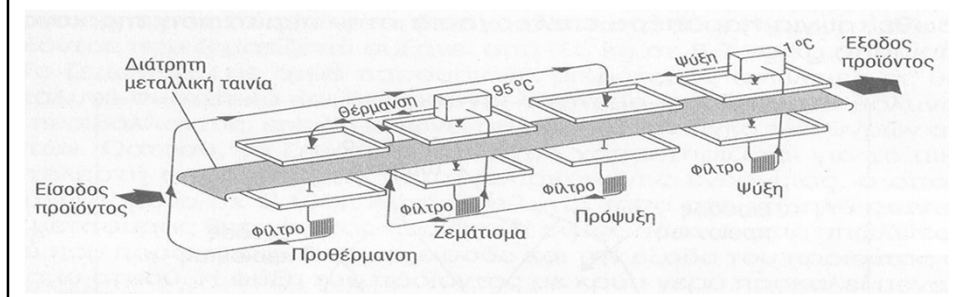
* Περιεκτικότητα ζεματισμένου προϊόντος σε υγρασία 66-69%

Μέθοδοι ζεματίσματος

- Ζεμάτισμα με ατμό
 - Απλό ζεμάτισμα
 - Γρήγορο ατομικό ζεμάτισμα δύο σταδίων
- Ζεμάτισμα με νερό
 - Περιστρεφόμενοι ζεματιστές
 - Ζεματιστές τύπου τούνελ
- Συνδυασμός των παραπάνω με χλωριούχο ασβέστιο (τόνωση της υφής), ανθρακικό νάτριο (τόνωση του χρώματος), οξείδιο του ασβεστίου, γαλακτικό οξύ ή διάλυμα άλμης (διατήρηση του χρώματος).

Χαρακτηριστικά ζεματιστή (blancher)

- Γρήγορη και ομοιόμορφη θέρμανση
- Ασφαλές για το προϊόν
- Υψηλή απόδοση
- Ελάχιστη παραγωγή αποβλήτων
- Μικρές απαιτήσεις σε νερό και ενέργεια
- Εύκολη συντήρηση και αξιοπιστία



Ένζυμο αναφοράς ζεματίσματος

- Το ζεμάτισμα θεωρείται επιτυχές αν καταστρέφεται το πλέον θερμοανθεκτικό από τα ένζυμα που ενδιαφέρουν. Το ένζυμο αυτό καλείται ένζυμο αναφοράς.
- Το πρώτο ένζυμο που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό ήταν η καταλάση.
- Από το 1975 έχει προταθεί η χρήση της υπεροξειδάσης και λιγότερο συχνά της λιποξυγενάσης.
- Άλλα ένζυμα που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση είναι η πολυφαινολοξειδάση (φρούτα), η πολυγαλακτουρονάση (λαχανικά) και η λιπάση (σιτηρά).

Χαρακτηριστικά υπεροξειδάσης

- Το πλέον θερμοανθεκτικό και ευρύτατα διαδεδομένο ένζυμο. Για να καταστραφεί απαιτείται θερμική επεξεργασία 100° C για πάνω από 12 λεπτά.
- Έχει παρατηρηθεί ότι η συντήρηση των φρούτων και λαχανικών είναι αποτελεσματικότερη εφόσον το ένζυμο αδρανοποιηθεί σε ποσοστό 94-98% και όχι 100%.
- Η υπεροξειδάση έχει διαφορετική θερμοανθεκτικότητα σε φρούτα και λαχανικά κυρίως λόγω διαφορών του pH.
- Συναντάται υπό μορφή ισοενζύμων με διαφορετική θερμοανθεκτικότητα ακόμα και στο ίδιο φυτό.

Έλεγχος αδρανοποίησης

- **Καταλάσης**
 - $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- **Υπεροξειδάσης**
 - $\text{AH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{A}$
- **Λιποξυγενάσης**
 - Λινολεϊκό οξύ + $\text{O}_2 \rightarrow$ Υδροπεροξειδίο
 - λινολεϊκού οξέος + $\text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{Αλκοόλη}$
 - $\text{I}_2 + \text{άμυλο} \rightarrow$ Σύμπλοκο ιωδίου αμύλου

Επεξεργασία Τροφίμων

Παστερίωση - Αποστείρωση

Παστερίωση

- Ως παστερίωση (pasteurisation) χαρακτηρίζεται η ήπια θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται στα τρόφιμα και σε θερμοκρασίες κάτω των 100° C, με σκοπό:
 - Την καταστροφή των ενδογενών ενζύμων
 - Την καταστροφή των βλαστικών μορφών των μικροοργανισμών (μικροβίων, μυκήτων, ζυμών) που μπορούν να βλάψουν το προϊόν κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες διατήρησης του.

Πίνακας 4.1
Επιδιωκόμενος σκοπός κατά την παστερίωση τροφίμων
(Ramesh, 1999; Fellows, 2000)

Κύριος στόχος να καταστρέψει:	Δευτερευόντως να καταστρέψει:	Συνθήκες ^α (°C) / (min ή sec)
Χυμοί φρούτων Τα ένζυμα: α. Πηκτινестεράση ^β β. Πολυγαλακτουρονάση ^β	Τις ζύμες και τους μύκητες	65°/30 min ή 77°/1min ή 88°/15 sec
Μπίρα Αλλοιογόνους μικροοργανισμούς α. Άγριες ζύμες β. <i>Saccharomyces spp.</i> γ. <i>Lactobacillus spp.</i>		65-68°/20 min σε φιάλη 72-75°/1-4 min σε βαρέλια με πίεση 900-1000 kPa
Γάλα Τα παθογόνα: α. <i>Brucella abortus</i> β. <i>Mycobacterium tuberculosis</i> γ. <i>Coxiella burnetii</i> ^δ	Τα βακτήρια αλλοίωσης και τα ένζυμα	63°/30 min ή 71.5°/15 sec ή 74°/10 sec
Παγωτό Τα παθογόνα, όπως στο γάλα	Αλλοιογόνους μικροοργανισμούς	65°/30 ή 71°/10 min ή 80°/15 sec
Ρευστό αυγό Τα παθογόνα: <i>Salmonella seftenburg</i> ^δ	Τα βακτήρια αλλοίωσης	64.4°/2.5 min ή 60°/3.5 min

α. Συνθήκες θέρμανσης ακολουθούμενες από ταχεία ψύξη του προϊόντος, β. Πηκτινολυτικά ένζυμα, γ. Είναι ρικέτσια, δ. Προκαλεί λοιμώξεις.

Πότε εφαρμόζεται

- Όταν τα αίτια αλλοίωσης του προϊόντος είναι ενδογενή ένζυμα και μικροοργανισμοί
- Όταν επιδιώκεται η καταστροφή των παθογόνων, ενώ ή δραστηριότητα όσων επιβιώνουν ελέγχεται με άλλη μέθοδο
- Όταν απαιτείται η καταστροφή της ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας
- Όταν το προϊόν έχει pH < 4,5
- Όταν το προϊόν έχει pH > 4,5 αλλά η εφαρμογή αυστηρότερης θερμικής επεξεργασίας θα υποβάθμιζε την ποιότητα του.

Παστερίωση Γάλακτος

- Στόχος η αδρανοποίηση των:
 - *Brucella abortus*
 - *Mycobacterium tuberculosis*
 - *Coxiella burnetti*
- Συνήθης διαδικασία: 63°C/30 min ή 72°C/15 sec ή 92°C/4 sec (ακολουθεί ψύξη σε T < 6°C)
- Σκοπός η μείωση του αρχικού πληθυσμού κατά 12 log (συνήθης συγκέντρωση 100 κύτταρα ανα ml)

«θέρμισμα» γάλακτος

- Το «θέρμισμα» είναι μια διαδικασία θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος μεταξύ 57 και 68°C για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.
- Χρησιμοποιείται ως μέθοδος ελάχιστης θερμικής καταπόνησης του γάλακτος ώστε αυτό να κυκλοφορήσει στην αγορά ως «φρέσκο»
- Δεν εξασφαλίζει όμως καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων και δεν συνιστάται.

Έλεγχος επαρκούς παστερίωσης

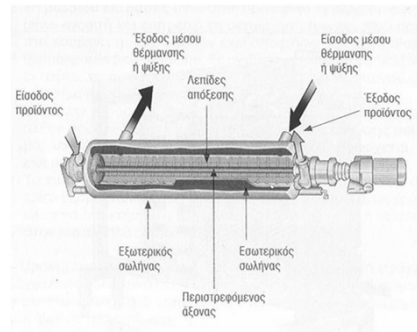
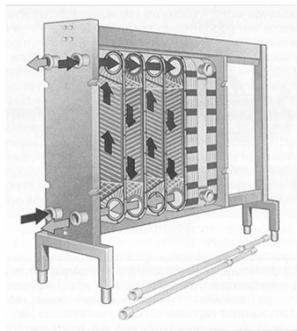
- Με μικροβιολογικές αναλύσεις
 - Χρονοβόρες, αντιοικονομικές
- Με τον έλεγχο της παρουσίας ειδικών ενζύμων τα οποία είναι εξίσου θερμοανθεκτικά με τους μικροοργανισμούς αναφοράς
 - Αλκαλική φωσφατάση στο γάλα (αρνητική αντίδραση αλλά θετική στην υπεροξειδάση)
 - α-αμυλάση στα προϊόντα αυγού

Τμήματα συστήματος παστερίωσης

1. Ρύθμιση ροής (συν. αντλίες θετικής εκτόπισης)
2. Προθέρμανση προϊόντος
3. Θέρμανση προϊόντος
4. Τμήμα παραμονής
5. Βαλβίδα εκτροπής (έλεγχος θερμοκρασίας)
6. Τμήμα ψύξης

Πως επιτυγχάνεται

- Βιομηχανικά χρησιμοποιούνται δύο τύποι συσκευών:
 - Ο πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας για τρόφιμα χαμηλού ιξώδους
 - Ο εναλλάκτης θερμότητας αποξέμενης επιφάνειας για τρόφιμα υψηλού ιξώδους.



Αποστείρωση

- Ως αποστείρωση (sterilization) χαρακτηρίζεται η έντονη θερμική επεξεργασία των τροφίμων η οποία γίνεται σε θερμοκρασίες άνω των 100° C και αποβλέπει στην καταστροφή των βλαστικών μορφών αλλά και των σπορίων των βλαπτικών (εμπορική αποστείρωση) ή όλων των μικροοργανισμών (πλήρης αποστείρωση).
- *Η πλήρης αποστείρωση απαιτεί θέρμανση για απεριόριστο χρόνο!*



Πως επιτυγχάνεται

- Με θερμική επεξεργασία μετά την τοποθέτηση των τροφίμων σε κατάλληλους περιέκτες (κονσερβοποίηση)
- Με θερμική επεξεργασία πριν από την συσκευασία (ασηπτική επεξεργασία)
 - Για το γάλα χρησιμοποιείται η μέθοδος της υπερ-υψηλής θέρμανσης (135°C/1sec).