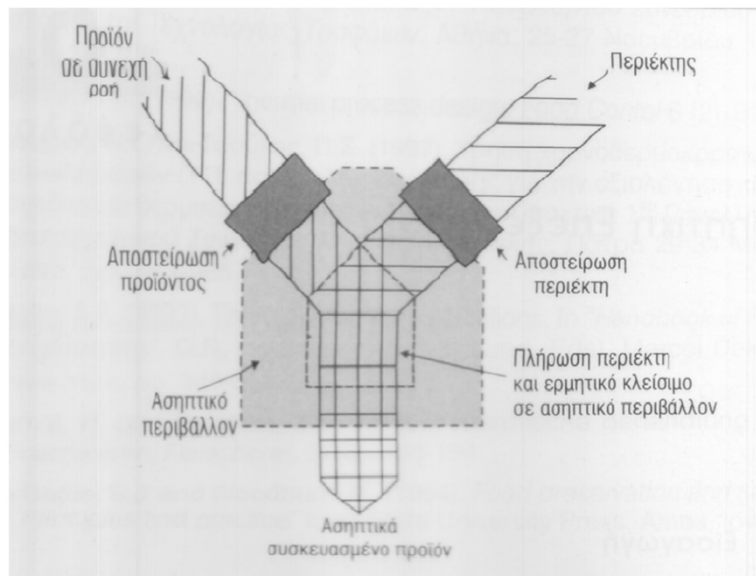


# Επεξεργασία Τροφίμων

Ασηπτική επεξεργασία  
Θερμική εξώθηση  
Μαγείρεμα



Αρχή ασηπτικής επεξεργασίας

## Ασηπτική επεξεργασία-συσκευασία

- Η ασηπτική επεξεργασία συνίσταται α) στην εφαρμογή θερμικής επεξεργασίας του τύπου HTST ή UHT, σε προϊόντα που βρίσκονται υπό κατάσταση συνεχούς ροής, β) στην τοποθέτηση των προϊόντων σε πρό-αποστειρωμένους περιέκτες και γ) στο ερμητικό τους κλείσιμο κάτω από ασηπτικές συνθήκες.
- Με ασηπτική συσκευασία συσκευάζονται διάφορα προϊόντα ζύμωσης, τα οποία δε δέχονται θερμική επεξεργασία όπως π.χ. το γιαούρτι και διάφορα βιολειτουργικά τρόφιμα.

## Θερμοκρασίες ασηπτικής επεξεργασίας

- Συνήθως εφαρμόζονται θερμοκρασίες παστερίωσης τύπου HTST (~ 100°C για λίγα sec)
- Στην περίπτωση των χυμών εφαρμόζονται οι 93°C για 30 sec
- Σε κάποιες περιπτώσεις εφαρμόζονται και υψηλότερες θερμοκρασίες αποστείρωσης (UHT, 130°C για 2-8 sec όπως στο γάλα)

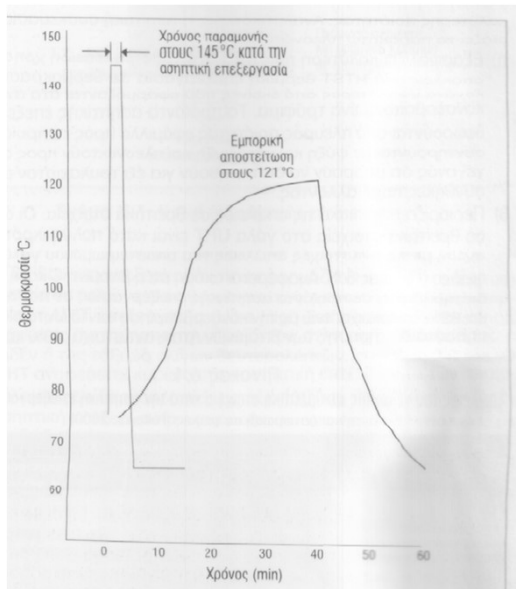
## Εφαρμογή ασηπτικής επεξεργασίας

- Σε ρευστά προϊόντα με χαμηλό ιξώδες (χυμοί, γάλα)
- Σε ρευστά με κοκκώδη σύσταση (ρυζόγαλο, σούπες, σάλτσες)
- Ημίρρευστα με υψηλότερο ιξώδες (τοματοπολτός)
- Σε στερεά μέσα σε ρευστή φάση (μέγεθος τεμαχίων 15-25 mm)

Θρεπτικά στοιχεία	Απώλειες (%)	
	UHT	Αποστείρωση σε φιάλες
Θειαμίνη	10	35
Ασκορβικό οξύ	25	90
Βιταμίνη B <sub>12</sub>	10	90
Φολικό οξύ	10	50
Πυριδοξίνη	10	50
Λυσίνη	-	10
Κυστίνη	-	13
Βιολογική αξία	-	6

## Πλεονεκτήματα

- Καλύτερα ποιοτικά τρόφιμα επειδή χρησιμοποιεί αποκλειστικά HTST ή UHT τεχνικές (διατήρηση για 6 μήνες σε συνθήκες περιβάλλοντος)
  - Περιορίζει σημαντικά τις απώλειες σε θρεπτικά στοιχεία
  - Καλύτερη απόδοση της διαδικασίας με ενεργειακό κέρδος (μικρότερος χρόνος θερμικής επεξεργασίας)
  - Ο χρόνος ασηπτικής επεξεργασίας είναι ανεξάρτητος της ποιότητας του περιέκτη (γυαλί, μέταλλο, tetrapak).
  - Ο χρόνος ασηπτικής επεξεργασίας είναι ανεξάρτητος του μεγέθους του περιέκτη, π.χ. bag-in-box των 250Kg ή σε κατάλληλα containers.
- Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης και η ανάγκη εξειδίκευσης του προσωπικού.



Θερμική επεξεργασία F=7 min σε κονσέρβα A2 (800g): 121° C/70 min + ψύξη για 50 min

Θερμική επεξεργασία F=7 min σε κονσέρβα A10 (3 Kg): 121° C/218 min + ψύξη για 50 min

Ασηπτική επεξεργασία F=9 min σε κονσέρβα A10: 140° C/5 sec

## Στάδια Ασηπτικής επεξεργασίας

- Θερμική επεξεργασία του προϊόντος
- Αποστείρωση υλικού συσκευασίας πριν την διαμόρφωση ή την πλήρωση
- Αποστείρωση χώρου εργασίας και διατήρηση ασηπτικών συνθηκών
- Ερμητικό κλείσιμο περιέκτη υπό ασηπτικές συνθήκες

## Εφαρμογή

- Η συνολική θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται στο προϊόν υπολογίζεται από το γινόμενο του συντελεστή θνησιμότητας (L) του ανθεκτικότερου μικροβίου στη μέγιστη θερμοκρασία επί τον χρόνο επεξεργασίας (t) :  
$$F = L \cdot t$$
- Σε περίπτωση παρουσίας θερμοανθεκτικού ενζύμου η θερμική επεξεργασία προσαρμόζεται ανάλογα (εκτός εάν έχει προηγηθεί ζεμάτισμα).

## Μέθοδοι αποστείρωσης κατά την ασηπτική επεξεργασία

- Έγχυση υπέρθερμου ατμού
- Διάχυση προϊόντος σε ατμό
- Μικροκύματα
- Ωμική θέρμανση
- Χρήση εναλλάκτη θερμότητας
  - Πλακοειδής εναλλάκτης
  - Σωληνοειδής εναλλάκτης
  - Εναλλάκτης αποξεόμενης επιφάνειας
  - Εναλλάκτης θερμότητας διπλού κώνου

## Άλλες παράμετροι επεξεργασίας

- Αποστείρωση περιεκτών με:
  - Χημικούς παράγοντες ( $H_2O_2$ ,  $Na_2SO_4$ )
  - Θερμός αέρας ή ατμός
  - Υπεριώδης ακτινοβολία
  - Ακτίνες  $\gamma$

*Μικροοργανισμοί αναφοράς B. subtilis (pH >4,5) και A. niger (pH <4,5)*
- Αποστείρωση χώρου συσκευασίας με:
  - Χημικούς παράγοντες
  - Θερμός αέρας
  - Υπεριώδης ακτινοβολία
  - Διατήρηση διαφορικής πίεσης

*Γνωστές μέθοδοι ασηπτικής επεξεργασίας : Dole και Flash 18*

## Θερμική εξώθηση

- Ως θερμική εξώθηση ορίζεται η μέθοδος παραγωγής προϊόντων με την βοήθεια ειδικού μηχανήματος του **εξωθητή**, η οποία αν και λαμβάνει χώρα σε ένα στάδιο εντούτοις περιλαμβάνει πολλές διεργασίες (ανάμειξη, ζύμωμα, συμπίεση, θέρμανση και σχηματοποίηση προϊόντος).
- Με την εξώθηση δίνεται η δυνατότητα παρασκευής μιας ποικιλίας προϊόντων με διαφορετική δομή και σχήμα.

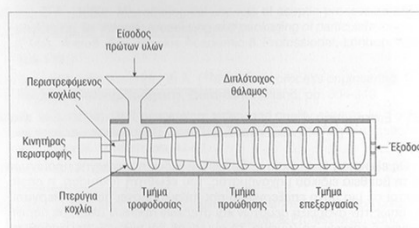


## Μέθοδοι εξώθησης

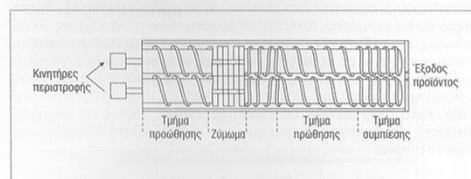
- Θερμική εξώθηση
  - Η θερμότητα παράγεται ως αποτέλεσμα τριβών
  - Με την κυκλοφορία ατμού στα τοιχώματα
  - Με την εκτόξευση ατμού στο εσωτερικό
- Ψυχρή εξώθηση
  - Χρησιμοποιείται στην παρασκευή σοκολάτας, βουτύρου ή άλλων λειτουργικών τροφίμων.

## Είδη εξωθητών

- Μονοκόχλιοι εξωθητές
  - Υψηλής, μέσης και χαμηλής διάτμησης
- Διπλοκόχλιοι εξωθητές
- Εξωθητές με περισσότερους κοχλίες



Σχήμα 7.1. Σχηματική απεικόνιση απλού μονοκόχλιου εξωθητή (Heldman and Hartel, 1997)

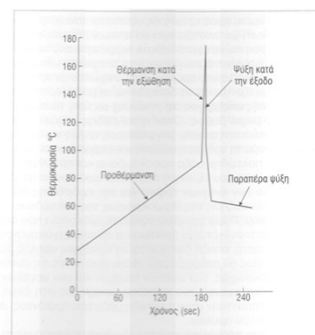


Σχήμα 7.2. Σχηματική απεικόνιση διπλοκόχλιου εξωθητή (Heldman and Hartel, 1997)



## Διαδικασία εξώθησης

- Τμήμα τροφοδοσίας
  - Είσοδος μετρημένων και ζυγισμένων υλών
  - Πτερύγια κοχλία με μεγάλο βάθος
- Τμήμα προώθησης ή συμπίεσης
  - Πτερύγια κοχλία με μικρότερο βάθος
  - Θέρμανση, ζύμωμα
- Τμήμα τελικής επεξεργασίας
  - Πτερύγια με πολύ μικρό βάθος
- Έξοδος προϊόντος



κείμενο 7.3. Εξέλιξη της θερμοκρασίας του προϊόντος κατά τη θερμική εξώθηση



## Μεταβολές στα τρόφιμα

- Ζελατινοποίηση αμύλου
  - Αλλοδόμηση σφαιρικών πρωτεϊνών που τις καθιστούν εύπεπτες (π.χ. σόγια)
  - Αντιδράσεις Maillard
  - Καταστροφή ενζύμων
  - Καταστροφή μικροοργανισμών
- Αλλά και:
- Απώλεια θρεπτικών στοιχείων

## Προϊόντα θερμικής εξώθησης

- Προϊόντα δημητριακών
  - Παξιμάδια
  - Γαριδάκια
  - Cornflakes
  - Παιδικές τροφές
  - Ζυμαρικά
- Προϊόντα ζαχαροπλαστικής
  - Καραμέλες, τσίχλες
- Πρώτες ύλες
  - Προϊόντα σόγιας
- Τροφές ζώων

## Πλεονεκτήματα θερμικής εξώθησης

- Υψηλή παραγωγικότητα
- Ποικιλία προϊόντων
- Εφαρμογή HTST θερμικής επεξεργασίας
- Βελτίωση πεπτικότητας
- Επίτευξη χαρακτηριστικής δομής
- Δυνατότητα αλλοδόμησης πρωτεϊνών
- Φιλικότητα στο περιβάλλον

## Μαγείρεμα

- Το μαγείρεμα είναι η θερμική επεξεργασία των τροφίμων σε ορισμένη θερμοκρασία και για ορισμένο χρόνο με σκοπό την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου καθώς και της πεπτικότητάς του.
- Το μαγείρεμα δεν αποτελεί μέθοδο συντήρησης αλλά μέθοδο προετοιμασίας αυτών για κατανάλωση.

## Μέθοδοι μαγειρέματος τροφών

- Βράσιμο (boiling)
- Σιγοβράσιμο (simmering, stewing, poaching)
- Βράσιμο με ατμό (steaming)
- Βράσιμο υπό πίεση (pressure cooking)
- Ψήσιμο (baking, roasting)
- Τηγάνισμα (frying, shallow & deep)
- Μικροκύματα
- Μαγείρεμα υπό κενό

## Επίδραση μαγειρέματος στα συστατικά

- Τα λίπη είναι σταθερά έως ότου η θερμοκρασία φθάσει την τιμή τήξης οπότε οξειδώνονται και καίγονται.
- Οι υδατάνθρακες διασπώνται και αποκτούν σκούρο χρώμα ή διογκώνονται και ζελατινοποιούνται.
- Η κυτταρίνη μαλακώνει και οι πηκτινικές ουσίες διαλυτοποιούνται.
- Οι πρωτεΐνες ανάλογα θρομβώνονται, ζελατινοποιούνται ή συρρικνώνονται.
- Οι βιταμίνες οξειδώνονται και διαλύονται. Ελάχιστες, όπως οι Α και D δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα.
- Τα ανόργανα άλατα διαλύονται στο νερό αλλά παραμένουν χημικά σταθερά.

## Μαγείρεμα υπό κενό (Sous vide)

- Συσκευασία κάτω από αναερόβιες συνθήκες (κενό) σε ειδικούς περιέκτες (πολυαμιδίου/πολυαιθυλενίου)
- Μαγείρεμα σε αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες (~ 70° C) για μεγάλο χρονικό διάστημα (έως και 72 ώρες).
- Άμεση ψύξη στους 3 – 4°C
- Αποθήκευση (μέχρι 8-10 ημέρες) και διανομή σε συνθήκες ψύξης

## Θερμική επεξεργασία Sous Vide

- Επιτυγχάνεται παστερίωση και όχι εμπορική αποστείρωση
- Οι συνθήκες μαγειρέματος ορίζονται από διεθνείς κανονισμούς
- Επικίνδυνοι μικροοργανισμοί
  - *C. botulinum* (B & E)
  - *B. cereus*
  - *Y. enterocolitica*
  - *L. monocytogenes*
  - *A. hydrophile*

Πίνακας 8.3

Απαιτούμενος χρόνος για την παραγωγή τοξίνης από τα κλωστρίδια σε διάφορες θερμοκρασίες (Schellekens, 1995)

Τύπος <i>C. botulinum</i>	Προϊόν	Θερμοκρασία Συντήρησης (°C)	Παραγωγή τοξίνης (ημέρες)
E	Μοσχαρί ελαφρώς ψημένο	3.3	31
E	Θρεπτικός ζυμός	4.0	30
E	Κρέας κάβουρα	4.4	55
E	Μοσχαρί ελαφρώς ψημένο	6.0	19
B και E	Φιλέτο σολομού σε ΣΤΑ*	8.0	12
E	Φιλέτο ψαριού	10.0	8
E	Πατάτες (Sous Vide)	10.0	9
E	Κρέας κάβουρα	10.0	8
B και E	Φιλέτο πέστροφας	10.0	7
E	Μοσχαρί ελαφρώς ψημένο	11.0	6
E	Ψάρι (Sous Vide)	12.0	12
B και E	Φιλέτο σολομού σε ΣΤΑ*	12.0	3

ΣΤΑ\* = συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας



## Υπέρ και Κατά των προϊόντων Sous Vide

- Ελάχιστα επεξεργασμένα τρόφιμα με πολύ καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά
- Συσκευασία υπό κενό
- Ήπια θέρμανση
- Διατήρηση υγρασίας και πτητικών
- Διατήρηση στείρων συνθηκών
- Παραγωγικότητα
- Καλής ποιότητας πρώτες ύλες
- Χαμηλό κόστος παραγωγής
- Υψηλός κίνδυνος για την υγεία των καταναλωτών από τη μη τήρηση των συνθηκών συντήρησης και επαναθέρμανσης ή την αστοχία του εξοπλισμού.
- Υψηλό κόστος εγκατάστασης εξοπλισμού
- Εκπαίδευση και συνεχής έλεγχος του προσωπικού.

Κριτήρια  
θερμικής  
επεξεργασίας,  
θερμοκρασίας  
συντήρησης και  
χρόνου  
διατήρησης  
προϊόντων Sous  
Vide

(Greed, 1998; Hauben, 1999; Δαυίδ, 2002)

Συνθήκες παστερίωσης	Θερμοκρασία (°C) συντήρησης	Χρόνος διατήρησης
<b>European Chilled Food Federation (ECFF), 1996</b>		
> 2 min/70°C για <i>L. monocytogenes</i> > 10 min/90°C για τα μη πρωτεολυτικά στελέχη του <i>C. botulinum</i>	≤ 3 °C ≤ 4°C στο εμπόριο	Μικρός > από 10 ημέρες
<b>TNO Voeting, 1994, The Netherlands</b>		
> 10 min/90°C για τα μη πρωτεολυτικά στελέχη του <i>C. botulinum</i> type B, $D_{90°C} = 10 \text{ min}$ , $z = 10°C$ με $T > 90°C$ ή $z = 7°C$ με $T < 90°C$	0-3 °C ≤ 4°C στο εμπόριο	Μέγιστο 42 ημέρες
<b>Campden &amp; Chorleywood Food Research Association, 1996, U.K.</b>		
> 2 min/70°C > 10 min/90°C > 10 min/90°C + εμπόδια (hurdles)	Βαθιά ψύξη ≤ 3 °C ≤ 8°C στο εμπόριο	< 10 ημέρες > 10 ημέρες
<b>National Food Processors Association, 1989, USA.</b>		
> 5D για <i>E. coli</i> 0157:H7 σε βοδινό κιμά > 7D για <i>Salmonella</i> στα πουλερικά > 4D για <i>L. monocytogenes</i>	< 4.4°C < 5°C στο εμπόριο	Καθορισμός μετά από έρευνα
<b>Sous Vide Advisory Committee, 1991, U.K.</b>		
> 26 min/80°C για <i>L. monocytogenes</i> > 4.5 min/90°C για <i>C. botulinum</i> type E	Θερμοκρασία ψυγείου	> 8 ημέρες
<b>Ministry of Agriculture, 1974, 1988, France</b>		
> 40min/70°C > 100 min/70°C > 1000 min/70°C για τον <i>Enterococcus faecalis</i>	Θερμοκρασία ψυγείου	0 ημέρες 21 ημέρες 42 ημέρες