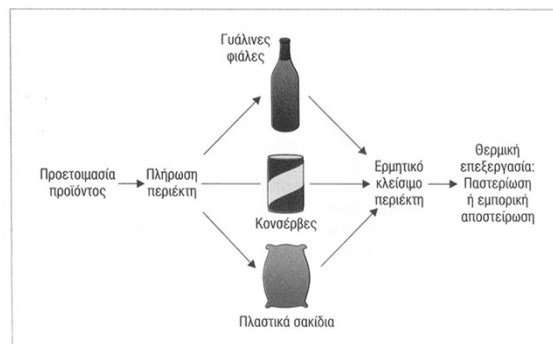


# Αρχές Επεξεργασίας Τροφίμων

## Κονσερβοποίηση

- Ως κονσερβοποίηση εννοούμε τη θερμική επεξεργασία (παστερίωση ή εμπορική αποστείρωση) των τροφίμων τα οποία βρίσκονται μέσα σε ερμητικά κλειστούς (μεταλλικούς, υάλινους, πλαστικούς) περιέκτες.



Σχήμα 5.1. Η αρχή της κονσερβοποίησης

## Ιστορία της κονσερβοποίησης

- Την διαδικασία ανακάλυψε το 1790 στην Γαλλία ο Nicholas Appert.
- Το 1810 ο Peter Durand στην Αγγλία, κατέθεσε την πρώτη πατέντα μεταλλικής κονσέρβας.



1800



1824



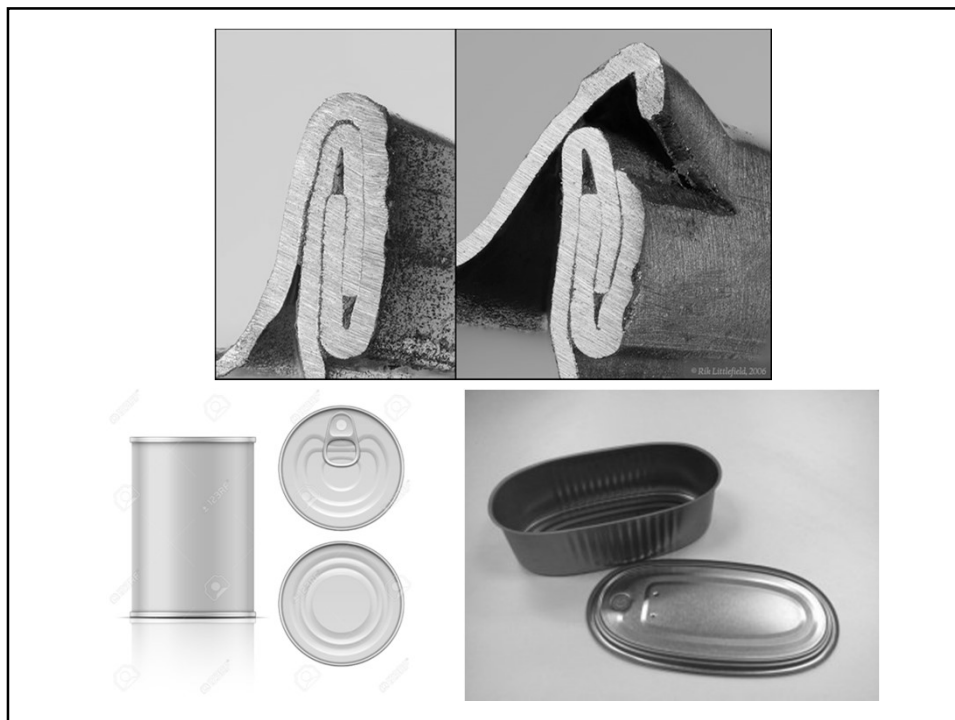
1856



2000

## Επιλογή περιέκτη (συσκευασίας)

- Χαρακτηριστικά περιέκτη
  - Πλήρη στεγανότητα
  - Αντοχή στην καταπόνηση
  - Αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες
  - Χημικά αδρανείς
  - Προσαρμοστικότητα στην μηχανική επεξεργασία
- Υλικό περιέκτη
  - Κονσέρβα λευκοσιδήρου τριών τεμαχίων με σκελετό από χάλυβα (τύπου L ή MR) που υπόκειται σε παθητικοποίηση και σφραγίζεται με διπλή ραφή
  - Κονσέρβα λευκοσιδήρου ή αλουμινίου δύο τεμαχίων
  - Υάλινα βάζα
  - Πλαστική συσκευασία πολύφυλλων μεμβρανών από πολυπροπυλένιο (PP) ή πολυτερεφθαλικό αιθυλεστέρα (PET)



## Προσδιορισμός απαιτήσεων προϊόντος σε θερμική επεξεργασία

- Συνθήκες που πρέπει να εξετάζονται
  - Το pH του προϊόντος
  - Την θερμοανθεκτικότητα των παθογόνων μικροοργανισμών αλλά και των ενζύμων (Τιμές D, Z, F)
  - Τον ρυθμό μετάδοσης της θερμότητας στο προϊόν
  - Τις συνθήκες αλλά και τον χρόνο περαιτέρω συντήρησης του προϊόντος

## ρΗ κονσερβοποιημένων προϊόντων

- Το ρΗ καθορίζει το είδος των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται σε ένα προϊόν.
- Ιδιαίτερη προσοχή στην επεξεργασία απαιτούν τα τρόφιμα με  $\text{pH} > 4,5$  όπου τα σπόρια του *C. botulinum* μπορεί να βλαστήσουν.

Πίνακας 5.1  
Τιμές ρΗ ορισμένων τροφίμων  
(VanGarde and Woodburn, 1994; Heldman and Hartel, 1997).

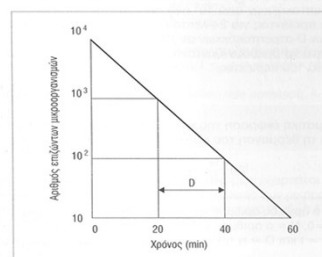
Προϊόντα Χαμηλής οξύτητας	ρΗ	Προϊόντα Οξίνα-Ισχυρώς όξινα	ρΗ
Κρέας και πουλερικά	5.4-5.8	Μήλα	2.9-3.3
Ιχθυήρα (γενικά)	6.0-6.8	Πορτοκάλια	3.1-4.3
Γάλα	6.3-6.5	Ροδάκινα	3.5-3.9
Ελιές ώριμες	5.9-8.0	Αχλάδια	3.6-4.4
Φασολάκια πράσινα	5.2-5.7	Δαμάσκηνα	2.8-4.6
Φασόλια τύπου lima	5.7-6.3	Τομάτες	4.0-4.6
Φασόλια ψημένα	5.6-5.9		
Καρότα	5.0-6.0		
Καλαμπόκι	6.3		
Μανιτάρια	5.8-5.9		
Μπιζέλια	5.9-6.5		
Πατατες	5.3-5.6		
Παντζάρια	5.0-5.8		
Σπανάκι	5.1-6.0		
Σπαραγγί	5.4-5.7		

## Χρόνος Υποδεκαπλασιασμού (D)

- Τιμή **D** (χρόνος υποδεκαπλασιασμού) η οποία παριστά τον χρόνο σε λεπτά που πρέπει να θερμανθεί ένα τρόφιμο σε ορισμένη θερμοκρασία, για να μειωθεί ο αριθμός των μικροβίων ή των σπορίων τους κατά 1 log (ή 90%), π.χ.  $D_{120^\circ\text{C}} = 12 \text{ min}$
- Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή D, τόσο θερμοανθεκτικότερος ο μικροοργανισμός.

Πίνακας 5.2  
Ρυθμός καταστροφής των D-στρεπτοκόκκων κατά τη θέρμανση στους 70°C  
(Reichert und Thumel, 1986)

Χρόνος (min)	Πληθυσμός βακτηρίων ανά περιέκτη	Καταστροφή (%)	Αριθμός τιμών D
0	1.000.000	10 <sup>0</sup>	0 D
3	100.000	10 <sup>2</sup>	1 D
6	10.000	10 <sup>4</sup>	2 D
9	1.000	10 <sup>3</sup>	3 D
12	100	10 <sup>2</sup>	4 D
15	10	10 <sup>1</sup>	5 D
18	1	10 <sup>0</sup>	6 D
21	0.1	10 <sup>-1</sup>	7 D
24	0.01	10 <sup>-2</sup>	8 D



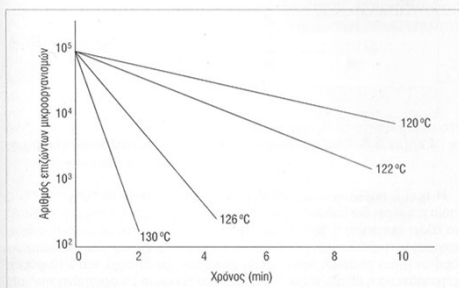
Σχήμα 5.3. Καμπύλη επιζώντων μικροοργανισμών (Heldman and Hartel, 1997)

## Επισημάνσεις επεξεργασίας

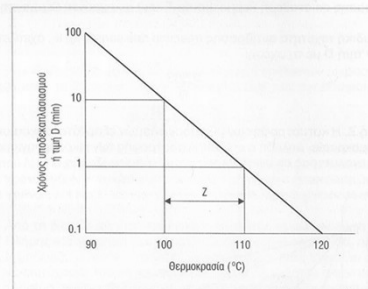
- Πλήρης καταστροφή των σπορίων δεν μπορεί να επιτευχθεί παρά μόνο μετά από άπειρο χρόνο επεξεργασίας.
- Όσο μικρότερο είναι το αρχικό μικροβιακό φορτίο, τόσο μικρότερος είναι ο απαιτούμενος χρόνος επεξεργασίας.
- Σε περίπτωση που το αρχικό φορτίο είναι μεγάλο τότε η εφαρμοζόμενη θερμική επεξεργασία είναι ανεπαρκής.

## Σταθερά θερμικής αντίστασης (Z)

- Η τιμή Z (σταθερά θερμικής αντίστασης) παριστά την μεταβολή της θερμοκρασίας σε °C η οποία επιφέρει δεκαπλάσια ή υποδεκαπλάσια μεταβολή της τιμής D.
- Αν  $D_{120^{\circ}\text{C}} = 12 \text{ min}$  και  $Z = 10^{\circ}\text{C}$ , τότε  $D_{110^{\circ}\text{C}} = 120 \text{ min}$  και  $D_{130^{\circ}\text{C}} = 1,2 \text{ min}$



Σχήμα 5.4. Καμπύλες επιζώντων μικροοργανισμών σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Heldman and Hartel, 1997)



Σχήμα 5.5. Καμπύλη θερμικής αντίστασης (Heldman and Hartel, 1997)

**Πίνακας 5.3**  
Τιμές D και Z ορισμένων μικροοργανισμών (Leniger and Beverloo, 1975; Brennan και συν., 1990; Heldman and Hartel, 1997; Fellows, 2000)

Μικροοργανισμοί	Θερμοκρασία αναφοράς	Τιμή D (min)	Τιμή Z (°C)
<b>I. Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί</b>			
<b>A. Τρόφιμα χαμηλής οξύτητας: pH &gt; 4.5</b>			
α. Θερμόφιλα σπορογόνα βακτήρια			
<i>B. stearothermophilus</i>	D <sub>121°C</sub>	4.0-5.0	7.8-12.2
<i>C. thermosaccharolyticum</i>		3.0-4.0	7.2-12.2
<i>C. nigrificans</i>		2.0-3.0	8.9-12.2
β. Μεσοφιλα σπορογόνα βακτήρια			
<i>C. botulinum</i> τύπος A και B	D <sub>121°C</sub>	0.1-0.3	7.8-10.0
<i>C. sporogenes</i>		0.7-1.5	7.8-11.1
<b>B. Ώξινα τρόφιμα: pH 4.0-4.5</b>			
α. Θερμόφιλα σπορογόνα βακτήρια			
<i>B. coagulans</i>	D <sub>121°C</sub>	0.01-0.07	6.0-10.0
β. Μεσοφιλα σπορογόνα βακτήρια			
<i>B. poulignyana</i>	D <sub>100°C</sub>	0.1-0.5	6.6-8.9
<i>B. macerans</i>		0.1-0.5	6.6-8.9
<i>C. pasteurianum</i> (αναερόβιο)		0.1-0.5	6.6-8.9
γ. Ψυχρόφιλα σπορογόνα βακτήρια			
	D <sub>5°C</sub>	3.0	10
<b>Γ. Ισχυρώς όξινα τρόφιμα: pH &lt; 4.0</b>			
α. Μυκήτες και ζύμες			
	D <sub>60°C</sub>	1.0-2.0	4.4-5.5
β. Μεσοφιλα μη σπορογόνα βακτήρια			
<i>Lactobacillus spp., Streptococcus spp.</i>	D <sub>60°C</sub>	0.5-1.0	4.4-5.5
<b>II. Παθογόνοι μικροοργανισμοί</b>			
α. Βακτήρια			
<i>Staphylococcus aureus</i>	D <sub>60°C</sub>	0.2-2.0	4.4-5.5
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>		0.2-0.3	4.4-5.5
<i>Salmonella spp.</i>		0.02-0.25	4.4-5.5
β. Ρικέτσια*			
<i>Coxiella burnetii</i>	D <sub>60°C</sub>	0.5-0.6	4.4-5.5

\* Οι ρικέτσιες είναι μικροοργανισμοί που παρουσιάζουν ομοιότητες με τα βακτήρια

Οι τιμές D και Z αποτελούν κριτήρια της ανθεκτικότητας των μικροοργανισμών.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα είναι:

- το pH
- το οξειδοαναγωγικό δυναμικό
- η δραστηριότητα του νερού
- η σύνθεση του προϊόντος σε λίπη, πρωτεΐνες και σάκχαρα.

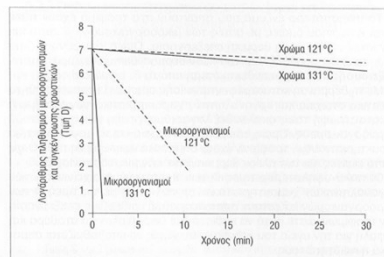
Πειραματικά χρησιμοποιούμε μικροοργανισμούς αναφοράς για την εκτίμηση των τιμών D και Z.

## Επίδραση θερμότητας στα χαρακτηριστικά των προϊόντων

**Πίνακας 5.4**  
Τιμές D και Z βακτηρίων, ενζύμων, θρεπτικών στοιχείων και χρωστικών (Heldman and Hartel, 1997; Fellows, 2000)

	pH	D <sub>121°C</sub> (min)	Τιμή Z (°C)
<b>Βακτήρια</b>			
<i>C. botulinum</i> (σπόρια τύπου A & B)	>4.5	0.1-0.3	7.8-10
<i>B. stearothermophilus</i>	>4.5	3.0-5.0	7.0-12.2
<b>Ένζυμα</b>			
Υπεροξειδάση σε μηζέλια		3.0	37.5
<b>Βιταμίνες</b>			
Θειαμίνη: α. Σε πουρέ μηζελίων		120-247	25-27
β. Σε βοδινό πουρέ		254	25.4
Ασκορβικό οξύ: α. Σε παρασκευάσμα	3.2	1612	27.8
β. Σε μηζέλια κονσερβας		921	17.6
Βιταμίνη Α: α. Σε παρασκευάσμα	3.2	17280	40
β. Σε πουρέ από βοδινό σιγάρι		43.5	26.0
Φολικό οξύ σε χυμό μήλου	3.4	492	35.2
Βιταμίνη Β <sub>6</sub> σε κουλουρίδι		411	50.7
<b>Αμινοξέα</b>			
Λυσίνη σε άλευρο σόγιας		786	21
<b>Χρωστικές</b>			
Ανθοκυανίνη σε σταφύλι	3.4	123	53.4
Χλωροφύλλη-α σε σπανάκι	7.0	13.0	25.6
Χλωροφύλλη σε ζεματισμένα μηζέλια		13.4	43.5
Χλωροφύλλη σε σπανάκι		13-48	45-79
Βετανίνη σε παντζάρια		46.6	58.9
<b>Μη ενζυμική μελάγχωση</b>			
Χυμός μήλου	7.0	348	35.3

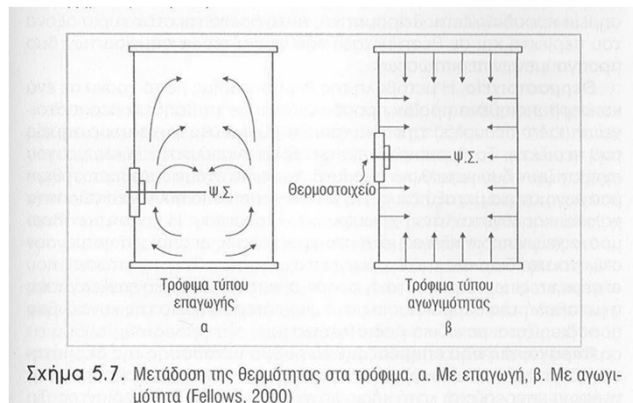
Οι τιμές D και Z αποτελούν επίσης κριτήρια που εκφράζουν την ανθεκτικότητα των ενζύμων των θρεπτικών συστατικών και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στην επίδραση της θερμότητας.



Σχήμα 5.6. Επίδραση της θερμοκρασίας στον πληθυσμό των μικροοργανισμών και στο χρώμα του προϊόντος

## Ρυθμός μετάδοσης θερμότητας στα τρόφιμα

- Μετάδοση θερμότητας με τύπο επαγωγής
- Μετάδοση θερμότητας με τύπο αγωγιμότητας
- Ενδιάμεσου τύπου



Μια επιτυχημένη θερμική επεξεργασία ενός προϊόντος απαιτεί την επιτυχημένη επεξεργασία του ψυχρού σημείου του.

## Παράγοντες μετάδοσης θερμότητας

- Φύση του προϊόντος
  - Ταχύτερα στα τρόφιμα επαγωγής
- Μέγεθος, σχήμα, φύση του περιέκτη
  - Μεγάλο ύψος & κυλινδρικό σχήμα, Μικρό ύψος επίπεδο σχήμα
- Περιστροφή περιέκτη κατά την επεξεργασία
- Μέγεθος πλήρωσης περιέκτη (κενός χώρος)
- Αρχική θερμοκρασία προϊόντος

## Υπολογισμός απαιτούμενης θερμικής επεξεργασίας

- Η θερμική επεξεργασία που πρέπει να εφαρμοσθεί σε ένα προϊόν εξαρτάται από τον μικροοργανισμό αναφοράς.
- Μικροοργανισμοί αναφοράς σχετικοί με την δημόσια υγεία
  - *C. botulinum* (τρόφιμα χαμηλής οξύτητας)
  - *Salmonella seftenberg* (προϊόντα αυγού)
  - *Coxiella burnetti* (γάλα)
- Μικροοργανισμοί αναφοράς σχετικοί με την ποιότητα του προϊόντος
  - *C. sporogens* (προϊόντα χαμηλής οξύτητας)
  - *C. pasterianum* (όξινα τρόφιμα)
  - *B. coagulants* (τομάτα)
  - *D-streptococci* (κρέας)
  - Άγριες ζύμες (κρασί, μπύρα)
  - Μύκητες (φρούτα)

## Χρόνος Θερμικής Καταστροφής (F)

- Η θερμική διαδικασία αποστείρωσης πρακτικά είναι αποτέλεσμα συνδυασμένης δράσης θερμοκρασίας εφαρμοζόμενης στο προϊόν για κάποιο χρονικό διάστημα (χρόνοθερμοκρασιακή δράση).
- Για να εκτιμήσουμε την δράση αυτή, πρέπει να γνωρίζουμε το D και τον εκθέτη μείωσης του αριθμού των μικροοργανισμών (αναφοράς):  $m = \log_{\text{αρχικά}} / \log_{\text{τελικά}}$
- Το γινόμενο των δύο παραπάνω μεγεθών δίνει την τιμή F ή τον χρόνο θερμικής καταστροφής.
- Για  $D_{121}^{\circ\text{C}} = 0,3 \text{ min}$  και  $m = 12$  τότε  $F = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ min}$ , που σημαίνει ότι αν σε κάθε κονσέρβα πριν την αποστείρωση βρίσκονταν  $10^{12}$  σπόρια τότε μετά από θερμική επεξεργασία  $F = 3,6 \text{ min}$  (ή 12D) αυτά θα μειωθούν σε 1 ή η πιθανότητα ανεύρεσης ζωντανού σπορίου είναι  $1/10^{12}$  κονσέρβες.



- Στην ειδική περίπτωση που το  $Z=10^{\circ}\text{C}$  και η θερμοκρασία αναφοράς είναι  $121,1^{\circ}\text{C}$  τότε η τιμή  $F$  συμβολίζεται με  $F_0$ .

- Επειδή η τιμή  $F$  αφορά την στιγμιαία αύξηση της θερμοκρασίας και άρα τον συνολικό χρόνο επεξεργασίας, στην πράξη χρησιμοποιείται ο ισοδύναμος χρόνος  $F$ , που αντιπροσωπεύει τον χρόνο θέρμανσης ο οποίος προκαλεί την ίδια καταστροφή στον μικροοργανισμό αναφοράς με τον χρόνο θερμικής καταστροφής  $m \cdot D$ . Η διαφορά των δύο μεγεθών είναι ένα πηλίκο που καλείται  $L$  ή συντελεστής θνησιμότητας και δίνεται από σχετικούς πίνακες.

Πίνακας 5.5  
Τιμές  $m$  ορισμένων μικροοργανισμών αναφοράς για εμπειρική αποστείρωση ή παστερίωση των τροφίμων (Brennan και συν., 1990; Fellows, 2000)

Μικροοργανισμός αναφοράς	$m$	Τρόφιμα
A. Παθογόνοι μικροοργανισμοί		
<i>C. botulinum</i>	12	Χαμηλής οξύτητα (pH>4.5)
<i>S. seftenberg</i>	9	Ρευστά προϊόντα αυγού
<i>Coxiella burnetii</i>	12	Γάλα
B. Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί		
<i>C. sporogenes</i>	5	Κρέας
<i>B. stearotherophilus</i>	5	Λαχανικά και γάλα
<i>C. thermosaccharolyticum</i>	5	Λαχανικά
<i>B. subtilis</i>	6	Προϊόντα γαλακτός
<i>B. coagulans</i>	5	Προϊόντα τομάτας
<i>C. pasteurianum</i>	5	Κομποστές φρούτων (αχλάδια)

Πίνακας 5.6

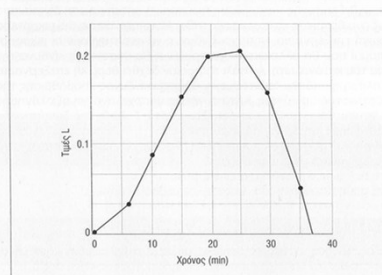
Τιμές  $F_0$  που εφαρμόζονται στην πράξη (Brennan και συν., 1990; Fellows, 2000)

Προϊόν	Τιμή $F_0$
Καρότα σε άλμη	3-4
Φασόλια σε σάλτσα τομάτας	4-6
Ρέγγα σε σάλτσα τομάτας	6-8
Κρέας σε σάλτσα από ζωμο κρέατος	12-15
Παιδικές τροφές	3-5
Μπιζέλια σε άλμη (κονσερβες A2)	6
Μπιζέλια σε άλμη (κονσερβες A2 έως A10)	6-8
Μανιτάρια σε άλμη	8-10
Λουκάνικα σε λίπος	4-6
Λουκάνικα φρανκφούρτης σε άλμη	3-4
Κατόπουλο σε ζελατινή	6-10
Σούπες κρέατος	10
Γάλα εβαπορέ	5
Ζωοτροφές petfoods	15-18

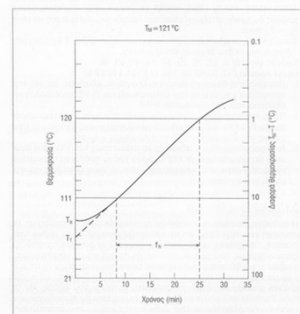
## Αξιολόγηση Εφαρμοζόμενης Θερμικής επεξεργασίας

- Η αξιολόγηση της θερμικής επεξεργασίας (δηλαδή της διαπίστωσης εάν αυτή είναι ίση με την απαιτούμενη) γίνεται με δύο μεθόδους :

- Την βελτιωμένη γενική – γραφική- μέθοδο (σε προϊόντα τύπου επαγωγής)
- Την μαθηματική μέθοδο, γνωστή ως formula (σε προϊόντα τύπου αγωγιμότητας)



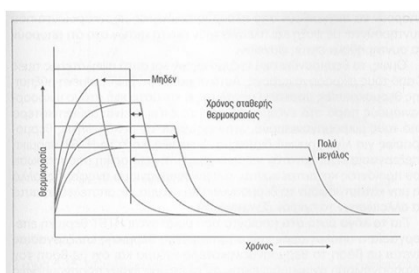
Σχήμα 5.10. Καμπύλη ρυθμού θνησιμότητας του μικροοργανισμού αναφοράς (Heldman and Hartel, 1997)



Σχήμα 5.11. Καμπύλη ρυθμού θέρμανσης (Heldman and Hartel, 1997)

## HTST θερμική επεξεργασία

- Είναι σαφές ότι υπάρχουν πολλοί συνδυασμοί χρόνου – θερμοκρασίας που εξασφαλίζουν την ίδια τιμή F και καλούνται ισοδύναμες θερμικές επεξεργασίες.
- Με την λογική όμως της καταστροφής των μικροοργανισμών και των σποριών τους και όχι των θερμοευαίσθητων ενζύμων ή θρεπτικών στοιχείων, οι καλύτερες επεξεργασίες οδηγούν σε υψηλές τιμές θερμοκρασίας με μικρό χρόνο εφαρμογής (HTST).



Σχήμα 5.14. Ισοδύναμες θερμικές επεξεργασίες

## Τιμή C

- Αντίστοιχη της τιμής F, αλλά για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος είναι η τιμή C (cook-value).
- Ως τιμή  $C_{100^{\circ}\text{C}} = 1$ , ορίζεται το αρνητικό αποτέλεσμα που επιφέρει στα θρεπτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος η θέρμανσή του στους 100°C για 1 λεπτό.

Πίνακας 5.11  
Τιμές  $C_{100^{\circ}\text{C}}$  για την περιοχή θερμοκρασιών 55°-100°C με τιμή  $Z=40^{\circ}\text{C}$   
(Thumel und Reichert, 1986) και την περιοχή 102°-130°C με τιμή  $Z=33^{\circ}\text{C}$   
(Reichert und Thumel, 1986)

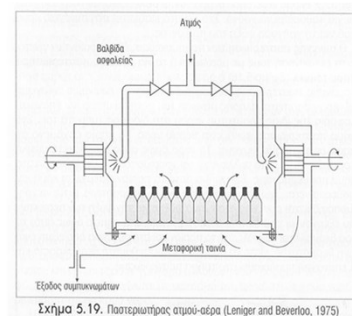
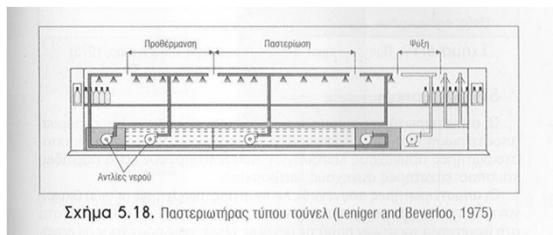
°C	C (min)	°C	C (min)	°C	C (min)	°C	C (min)	°C	C (min)
56	0.079	68	0.158	80	0.316	92	0.631	108	1.745
57	0.084	69	0.168	81	0.335	93	0.668	110	2.010
58	0.089	70	0.178	82	0.355	94	0.708	112	2.315
59	0.094	71	0.188	83	0.376	95	0.750	114	2.658
60	0.100	72	0.200	84	0.398	96	0.794	116	3.060
61	0.106	73	0.211	85	0.422	97	0.841	118	3.501
62	0.112	74	0.224	86	0.447	98	0.891	120	4.050
63	0.119	75	0.237	87	0.473	99	0.944	122	4.650
64	0.126	76	0.251	88	0.501	100	1.000	124	5.343
65	0.133	77	0.266	89	0.531	102	1.150	126	6.140
66	0.141	78	0.282	90	0.562	104	1.324	128	7.180
67	0.150	79	0.299	91	0.596	106	1.520	130	8.140

## Προετοιμασία τροφίμων για κονσερβοποίηση

- Παραλαβή πρώτων υλών και διαχωρισμός εδώδιμου τμήματος (αποφλοιώση, ζεμάτισμα)
- Καθαρισμός πρώτης ύλης (ξηρός, υγρός καθαρισμός)
- Διαλογή πρώτης ύλης σε κατηγορίες (με βάση το μέγεθος, το χρώμα κλπ)
- Παρασκευή διαλυμάτων πλήρωσης (άλμες, σιρόπια, σάλτσες)
- Έλεγχος προϊόντος και πλήρωση περιεκτών
- Απαέρωση (μηχανικός τρόπος, θερμή απαέρωση, νέφος ατμού)
- Κλείσιμο περιέκτη (μέθοδος διπλής ραφής)
- Θέρμανση (παστερίωση – αποστείρωση) και ψύξη του προϊόντος στους 37-40°C.
- Επισήμανση και αποθήκευση κονσερβών

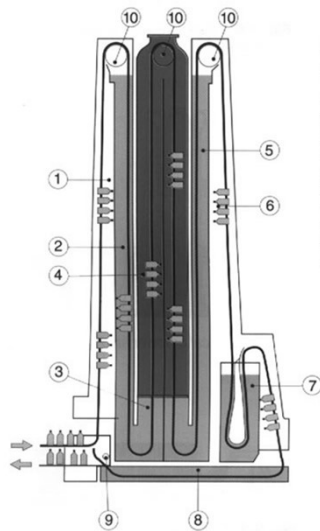
## Κατηγορίες παστεριωτήρων

- Τύπου τούνελ με θερμό νερό (συνεχής παστερίωση προσυσκευασμένων τροφίμων)
- Τύπου τούνελ με ατμό, αέρα ή μικτό σύστημα

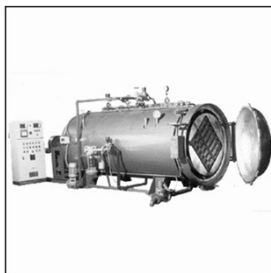


## Τύποι αποστειρωτήρων

- Ασυνεχούς λειτουργίας
  - κατακόρυφοι
  - οριζόντιοι
- Συνεχούς λειτουργίας
  - Υψηλής πίεσης με ατμό
    - Cooker - cooler
    - Περιστρεφόμενοι
    - Υδροστατικοί
    - Υδρόκλειστοι
  - Γυμνής φλόγας σε ατμοσφαιρική πίεση



Αποστειρωτήρες



## Αλλοιώσεις κονσερβών

- Παραμορφώσεις εξωτερικής επιφάνειας από:
  - Υπερβολικό γέμισμα – κακή απαέρωση
  - Εσωτερική διάβρωση
  - Μικροβιακή αλλοίωση
- Τύποι παραμορφώσεων
  - Flipper
  - Springer
  - Panelling
  - Soft swell
  - Hard swell
- Αλλοιώσεις στο περιεχόμενο
  - Επίπεδη οξίνιση (πτώση του pH)
  - Σχηματισμός κρυστάλλων ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ )
  - Θειούχες κηλίδες ( $SnS_2$ ,  $FeS_2$ )
  - Χαρακτηριστικά καμένου τροφίμου (κακή ψύξη)