



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

Μηχανήματα



Θερμικής

Επεξεργασίας

και Ψυκτικές

Εγκαταστάσεις



Μηχανήματα Θερμικής Επεξεργασίας και Ψυ- κτικές Εγκαταστάσεις

5.1 Γενικά

Τα γεωργικά προϊόντα είναι φθαρτά. Ένα αχλάδι, είτε παραμένει απάνω στο δέντρο είτε το κόψουμε από αυτό, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα θα μαλακώσει, θα σαπίσει και θα διαλυθεί. Το γάλα αν παραμείνει αρκετές ώρες μετά το άρμεγμα θα ξινίσει, θα πήξει και θα καταστραφεί. Η αλλοίωση των γεωργικών προϊόντων δεν είναι “κατάρρα Θεού” αλλά “θεία πρόνοια” για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη. Το αχλάδι, η τομάτα, μαλακώνουν, σαπίζουν και διαλύονται για να ελευθερωθούν οι σπόροι που βρίσκονται μέσα στους καρπούς και να εξασφαλιστεί η διαιώνιση του είδους. Αν δε διαλυθεί η τομάτα, δεν είναι δυνατή η φυσική μεταφορά των σπόρων της στο έδαφος για να φυτρώσουν και να δώσουν άλλα φυτά, άλλους καρπούς, άλλους σπόρους.

Υπάρχουν δύο φυσικοί μηχανισμοί αλλοιώσεως των γεωργικών προϊόντων. Ο ένας είναι η δράση των ενζύμων και ο άλλος η δράση των μικροοργανισμών, κυρίως των βακτηρίων. Τα ένζυμα είναι οργανικές ουσίες που φυσιολογικά παράγονται από τα ίδια τα γεωργικά προϊόντα και ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες. Όταν ένα φρούτο ωριμάζει, μαλακώνει και το μαλάκωμα αυτό οφείλεται σε μια κατηγορία ενζύμων που ονομάζονται **πηκτινολυτικά**. Όταν το μήλο κοπεί, μαυρίζει και αυτό οφείλεται σε μια άλλη κατηγορία ενζύμων που ονομάζονται **οξειδωτικά**. Όταν ξινί-

ζει το γάλα, αυτό είναι αποτέλεσμα της δράσης βακτηρίων που ονομάζονται **γαλακτοβακτήρια**. Όταν ξινίζει το κρασί και γίνεται ξίδι, αυτό οφείλεται σε μικρόβια που λέγονται **οξικά βακτήρια**. Όταν ένα κομμάτι κρέας μένει έξω από το ψυγείο αρχίζει να μυρίζει άσχημα και να σαπίζει, γεγονός που οφείλεται σε βακτήρια.

Για να συντηρηθούν τα γεωργικά προϊόντα θα πρέπει ή να επιβραδυνθεί ή να σταματήσει τελείως η επίδραση των παραπάνω αιτίων, των ενζύμων, των μικροοργανισμών και των χημικών αντιδράσεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση της θερμότητας ή του ψύχους, η σημασία των οποίων θα αναφερθεί σε επόμενες παραγράφους. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται τόσο στις θερμικές επεξεργασίες, όσο και στις ψυκτικές εγκαταστάσεις.

5.2 Ο Ρόλος της Θερμικής Επεξεργασίας στη Γεωργική Βιομηχανία

Πολλές γεωργικές βιομηχανίες χρησιμοποιούν συστηματικά τη θερμότητα για να εξασφαλιστεί η μεσοπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη συντήρηση των διάφορων προϊόντων. Η θερμότητα χρησιμοποιείται για τη μερική ή ολική αδρανοποίηση των ενζύμων και τη θανάτωση των μικροοργανισμών που αποτελούν αιτίες για την αλλοίωση των γεωργικών προϊόντων. Χρησιμοποιείται κυρίως με τη μορφή ατμού, ο οποίος είτε έρχεται σε απευθείας επαφή με το προϊόν, συσκευασμένο ή όχι, είτε θερμαίνει νερό, το οποίο στη συνέχεια μεταδίδει τη θερμότητά του στο προϊόν.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμότητα δεν έχει καταστρεπτική δράση μόνο επάνω στα ένζυμα και στους μικροοργανισμούς, αλλά είναι δυνατόν να επιδράσει δυσμενώς και στις ιδιότητες και στα θρεπτικά στοιχεία του προϊόντος. Τέτοιες επιδράσεις μπορεί να είναι το μαλάκωμα, το κάψιμο, η αλλαγή του χρώματος, η αλλαγή της γεύσης και της οσμής και κυρίως η μείωση των βιταμινών και γενικότερα της θρεπτικής αξίας.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η χρήση της θερμότητας ή, με άλλα λόγια, η εφαρμογή της θερμικής επεξεργασίας στη γεωργική βιομηχανία αποτελεί δίκοπο μαχαίρι και τούτο διότι έχει θετικές και αρνητικές επιδράσεις. Θα πρέπει λοιπόν κατά τη χρήση της να βρίσκεται η χρυσή τομή, να εξασφαλίζονται, δηλαδή, όσο γίνεται περισσότερα οφέλη από βλάβες.

Η θερμική επεξεργασία αποτελεί έναν ευρύ επιστημονικό τομέα του κλάδου των βιομηχανιών τροφίμων και απαιτεί γνώσεις μικροβιολογίας, φυσικής, μηχανικής, χημείας και άλλων επιστημών.

Η θερμότητα εφαρμόζεται είτε με απευθείας επαφή ατμού, θερμού νερού ή θερμού αέρα με το προϊόν είτε έμμεσα. Ως παράδειγμα άμεσης εφαρμογής της θερμότητας αναφέρεται το ζεμάτισμα. Τα λαχανικά και πολλά φρούτα πριν να κονσερβοποιηθούν ή να καταψυχθούν εμβαπτίζονται σε θερμό νερό ορισμένης θερμοκρασίας και για ορισμένο χρόνο.

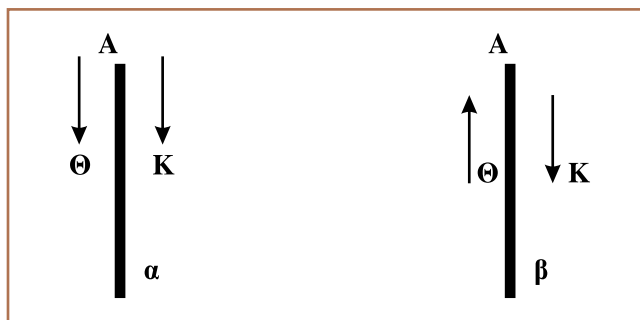
Για την έμμεση εφαρμογή της θερμότητας απαιτούνται μηχανήματα τα οποία ονομάζονται εναλλακτήρες θερμότητας, που περιγράφονται στην επόμενη παράγραφο.

5.3 Εναλλακτήρες ή Εναλλάκτες Θερμότητας

5.3.1. Εισαγωγή

Οι εναλλακτήρες θερμότητας* είναι μια κατηγορία μηχανημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί μετάδοση θερμότητας από ένα μέσο σ' ένα άλλο, χωρίς το μέσο παραγωγής ή μεταφοράς θερμότητας να έρχεται σ' επαφή με το τρόφιμο το οποίο θερμαίνεται ή ψύχεται. Τα μηχανήματα αυτά έχουν ως σκοπό την εναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών. Τα δύο ρευστά χωρίζονται από μία μεταλλική επιφάνεια και κινούνται το ένα στη μία πλευρά και το άλλο στην άλλη, όπως στο Σχ. 5.1.

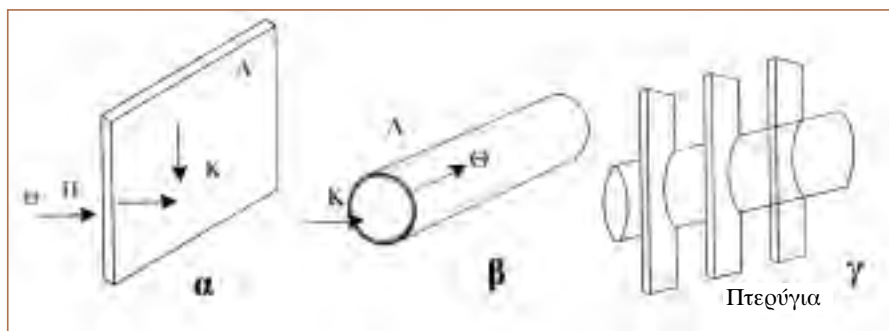
* Παρ' όλο που η σωστή ονομασία των συσκευών αυτών είναι εναλλακτήρες θερμότητας, έχει επικρατήσει η ορολογία εναλλάκτες θερμότητας. Στο βιβλίο αυτό θα χρησιμοποιηθούν και οι δύο ορολογίες ως ταυτόσημες προκειμένου οι μαθητές να εξοικειωθούν και με τις δύο.



Σχήμα 5.1 Σχηματική διάταξη εναλλαγής θερμότητας

Το ένα από τα δύο ρευστά είναι θερμό (Θ) και το άλλο κρύο (K). Η θερμότητα μεταδίδεται από το θερμό στο κρύο διαμέσου της επιφάνειας A , έτσι ώστε η θερμοκρασία του θερμού ρευστού να μειώνεται συνεχώς και του κρύου ρευστού να αυξάνεται. Αν τα δύο ρευστά κινούνται στην ίδια κατεύθυνση, έχουν δηλαδή την ίδια φορά ροής, όπως στο Σχ. 5.1α, τότε ο εναλλακτήρας ονομάζεται “ομορροής”. Στην αντίθετη περίπτωση, όπως στο Σχ. 5.1β, ονομάζεται “αντιρροής”.

Η μεταλλική επιφάνεια που χωρίζει τα δύο ρευστά μπορεί να είναι επίπεδη (Σχ. 5.2α), να έχει μορφή σωλήνα (Σχ. 5.2β) ή μορφή σωλήνα με εκτεταμένη επιφάνεια (με πτερύγια) (Σχ. 5.2γ). Επίσης μπορεί να έχει άλλες μορφές ανάλογα με την περίπτωση.



Σχήμα 5.2 Μερικές μορφές εναλλακτικής επιφάνειας

Τα ρευστά που παίρνουν μέρος στην εναλλαγή θερμότητας μπορεί να είναι αέρας (θερμός ή κρύος), ατμοί (υδρατμοί ή ατμοί ψυκτικού υγρού), υγρά (χυμοί φρούτων, πολτοί ή νερό) ακόμη και στερεά όπως σκόνες,

σπόροι κτλ. Τα ρευστά αυτά χρησιμοποιούνται κατά ζεύγη: ένα θερμό, το οποίο προσφέρει θερμότητα, και ένα ψυχρό, το οποίο απορροφά θερμότητα. Τα περισσότερα συνηθισμένα ζεύγη είναι τα ακόλουθα:

Ατμός - Νερό: παραγωγή ζεστού νερού

Ατμός - Νερό: υγραποίηση ατμών (στην ψύξη)

Ατμός (θερμός) - Αέρας: σε ξηραντήρια

Ατμός (ψυχρός) - Αέρας: σε ψυγεία

Ατμός - Υγρό τρόφιμο: π.χ. γάλα, χυμοί

Ατμός - Στερεό: π.χ. αποφλοίωση πατάτας

Νερό - Υγρό τρόφιμο: π.χ. ψύξη γάλακτος

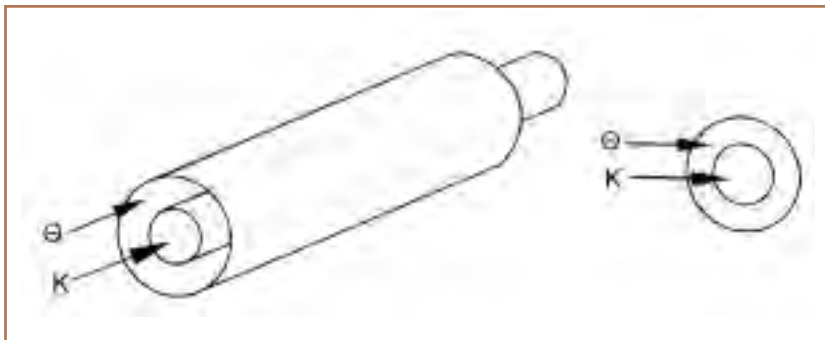
Θα μπορούσαν να αναφερθούν ακόμη και άλλοι συνδυασμοί που εφαρμόζονται στην πράξη.

5.3.2. Τύποι εναλλακτήρων

Υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι εναλλακτήρων θερμότητας και συνεχώς σχεδιάζονται παραλλαγές που να εξυπηρετούν συγκεκριμένη ανάγκη της βιομηχανίας. Βασικός στόχος των σχεδιασμών είναι η εναλλαγή όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο εναλλακτικής επιφάνειας. Όσο μεγαλύτερη απόδοση έχει ένας εναλλακτήρας θερμότητας, τόσο μεγαλύτερο είναι συνήθως το κόστος κατασκευής του. Σε περιόδους λοιπόν όπου η ενέργεια είναι ακριβή, κατασκευάζονται μηχανήματα με μεγαλύτερη απόδοση, αντίθετα σε εποχές ή περιοχές όπου η ενέργεια είναι φθηνή, επιλέγονται μηχανήματα με μικρότερο κόστος. Ακόμη και η τιμή του νερού, σε ορισμένες περιπτώσεις, αποτελεί κριτήριο επιλογής του καταλληλότερου τύπου εναλλακτήρα θερμότητας.

Εναλλακτήρας με διπλό σωλήνα

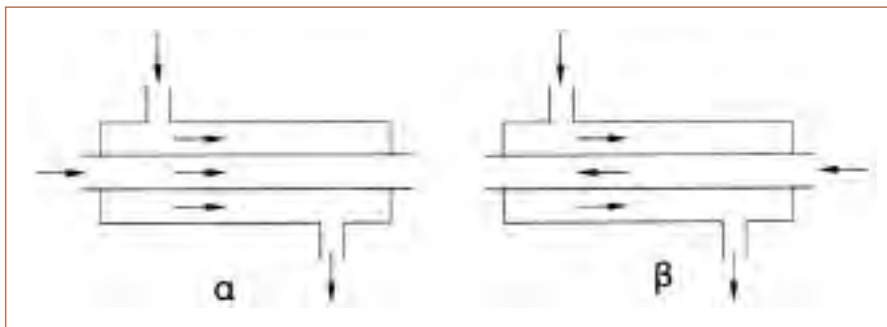
Είναι η απλούστερη μορφή εναλλακτήρα θερμότητας. Αποτελείται από δύο σωλήνες με διαφορετική διάμετρο, οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας μέσα στον άλλο (Σχ. 5.3).



Σχήμα 5.3 Εναλλακτήρας με διπλό σωλήνα

Το ένα ρευστό κινείται στον εσωτερικό σωλήνα και το άλλο στο χώρο που δημιουργείται μεταξύ των δύο σωλήνων. Συνήθως στο χώρο αυτό κυκλοφορεί το ρευστό, του οποίου η θερμοκρασία είναι πλησιέστερη με εκείνη του αέρα.

Ο εναλλακτήρας του τύπου αυτού μπορεί να είναι ομορροής (Σχ. 5.4/α) ή αντιρροής (Σχ. 5.4β).

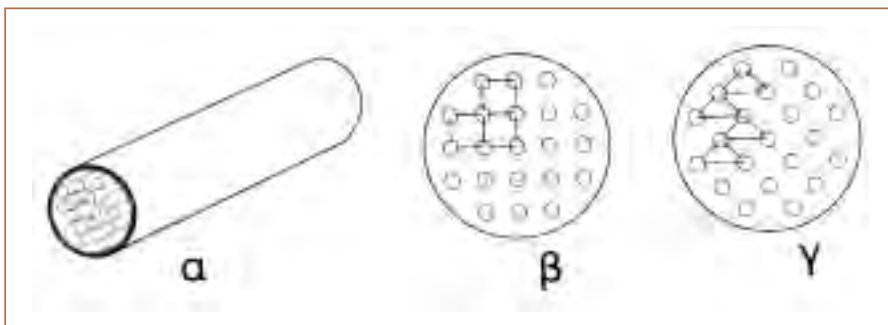


Σχήμα 5.4 Διάγραμμα ροής σε εναλλακτήρα με διπλό σωλήνα.
α) ομορροής β) αντιρροής

Οι εναλλακτήρες του τύπου αυτού είναι απλοί, μικρού κόστους και χρησιμοποιούνται συχνά, όταν υπάρχει ένα θερμό υγρό που χρειάζεται ψύξη και συγχρόνως ένα άλλο ψυχρό υγρό, που χρειάζεται θέρμανση.

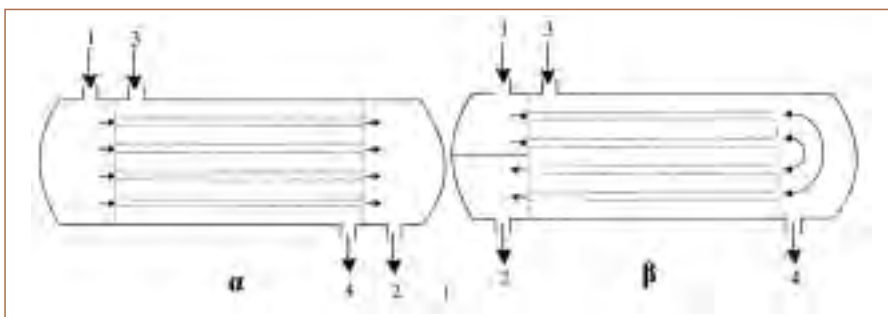
Εναλλακτήρας με κέλυφος και αυλούς

Αποτελείται από μεταλλικό κύλινδρο μεγάλης διαμέτρου (κέλυφος), μέσα στον οποίο υπάρχουν σωλήνες χωρίς ραφή (αυλοί) τοποθετημένοι σε διάφορες διατάξεις (Σχ. 5.5). Το ένα ρευστό κινείται μέσα στους αυλούς και το άλλο στο χώρο που δημιουργείται μεταξύ των αυλών και του κελύφους.



Σχήμα 5.5 α) Σχεδιάγραμμα εναλλακτήρα με κέλυφος και αυλούς, β) Τετραγωνική διάταξη αυλών, γ) Τριγωνική διάταξη αυλών.

Στους εναλλακτήρες αυτούς το ρευστό που κινείται έξω από τους αυλούς κάνει συνήθως μια διαδρομή. Αντίθετα το ρευστό που κινείται εντός των αυλών μπορεί να κάνει μία, δύο, τρεις ή και περισσότερες διαδρομές (Σχ. 5.6). **Χρησιμοποιούνται για θέρμανση τοματοχυμού, νερού κ.α.**



Σχήμα 5.6 Εναλλακτήρες με κέλυφος και αυλούς

- α) και τα δύο ρευστά πραγματοποιούν μία διαδρομή
- β) το ένα ρευστό κάνει μία διαδρομή το άλλο δύο
- 1 και 2 είσοδος και έξοδος αντίστοιχα του ρευστού,
- 3 και 4 είσοδος και έξοδος αντίστοιχα του άλλου ρευστού

Εναλλακτήρες με πλάκες

Στους εναλλακτήρες αυτούς τα δύο ρευστά χωρίζονται από μεταλλικές πλάκες, η επιφάνεια των οποίων συνήθως δεν είναι επίπεδη, αλλά έχει διαμορφωμένες αυλακώσεις διαφόρων σχημάτων, για να αναδεύονται τα ρευστά κατά τη διαδρομή τους. **Είναι πολύ διαδεδομένοι στη βιομηχανία τροφίμων και ιδιαίτερα στις βιομηχανίες γάλακτος και αυτές που παράγουν χυμούς φρούτων.** Έχουν διαδοθεί γιατί αφενός έχουν καλή απόδοση και αφετέρου μπορούν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν, να ελεγχθούν και να καθαριστούν.

Διάφοροι άλλοι τύποι εναλλακτών

Υπάρχουν επίσης εναλλακτήρες διάφορων άλλων τύπων, όπως για παράδειγμα οι εξής:

- **Εναλλακτήρες με πτερύγια**, που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που το ένα από τα δύο ρευστά είναι αέριο, όπως π.χ. συμβαίνει στα **ψυγεία**.
- **Εναλλακτήρες με αποξηρόμενη επιφάνεια**, που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση ή την ψύξη παχύρρευστων προϊόντων, όπως π.χ. **μαργαρίνης, τοματοπολτού και παγωτών**.

Η αναλυτική περιγραφή αυτών των τύπων δεν κρίνεται σκόπιμο να γίνει, γιατί είναι περισσότερο πολύπλοκη από τις προηγούμενες περιπτώσεις.

5.4 Θερμική επεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία των τροφίμων είναι μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος για τη συντήρησή τους. Στην τεχνολογία των τροφίμων υπάρχουν δύο βασικοί όροι, ο όρος “**παστερίωση**” και ο όρος “**βιομηχανική αποστείρωση**”.

Η παστερίωση εφαρμόζεται σε τρόφιμα με μεγάλη οξύτητα και συγκεκριμένα με τιμή pH μικρότερη του 4,5. Στα τρόφιμα της κατηγορίας αυτής αναπτύσσονται μικροοργανισμοί, που μπορούν να αλλοιώσουν τα τρόφιμα αλλά δεν είναι επικίνδυνοι για τη ζωή των καταναλωτών. Με την παστερίωση καταστρέφονται, με ήπια θέρμανση, όλοι οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί, παραμένουν όμως άθικτα πολλά από τα σπόρια τους. Η θερμοκρασία του τροφίμου κατά την παστερίωση δεν ξεπερνάει τους 100°C, εκτός από ειδικές περιπτώσεις. **Τα παστεριωμένα τρόφιμα με χαμηλή τιμή pH σε κατάλληλη συσκευασία, π.χ. φρούτα, χυμοί, συντηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα εκτός ψυγείου.** Θα πρέπει να σημειωθεί

ότι, αν γίνει παστερίωση σε τρόφιμα με τιμή pH μεγαλύτερη του 4,5, τότε η ασφαλής ζωή τους είναι πολύ μικρή, συνήθως 2 - 4 ημέρες. Επομένως **τα παστεριωμένα προϊόντα με τιμή pH μεγαλύτερη από 4,5 συντηρούνται στο ψυγείο για μερικές ημέρες, π.χ. παστεριωμένο γάλα.**

Βιομηχανική αποστείρωση εφαρμόζεται σε τρόφιμα με **τιμή pH μεγαλύτερη του 4,5**. Στην περίπτωση αυτή η **θερμοκρασία** του τροφίμου κατά τη θερμική επεξεργασία είναι μεγαλύτερη των 100°C και **συνήθως μεταξύ 115 και 125°C.**

5.4.1. Αποστειρωτήρες ατμοσφαιρικής πίεσης (παστεριωτήρες)

Οι αποστειρωτήρες ατμοσφαιρικής πίεσης διακρίνονται συνήθως σε περιστροφικούς αποστειρωτήρες και σε αποστειρωτήρες με ατέρμονα ταινία. Ένας περιστροφικός αποστειρωτήρας αποτελείται από ένα κλειστό κυλινδρικό κέλυφος το οποίο περιβάλλει ένα περιστρεφόμενο τύμπανο (Σχ. 5.7). Στο εσωτερικό τοίχωμα του κελύφους είναι προσαρμοσμένος ένας σπειροειδής οδηγός, όπως αυτός που φαίνεται στο Σχ. 5.8 Κατά τη λειτουργία, οι κονσέρβες τοποθετούνται στο εσωτερικό του κελύφους από το άνοιγμα εισόδου και, καθώς το τύμπανο περιστρέφεται, τις προωθεί κατά μήκος του σπειροειδούς οδηγού προς την έξοδο. Οι κονσέρβες κατά την κίνησή τους αυτή περιστρέφονται και γύρω από τον άξονά τους και έτσι το περιεχόμενό τους ανακατεύεται και διευκολύνεται η μεταφορά θερμότητας. Το τύμπανο περιέχει κατά τα 2/3 καυτό νερό, το οποίο διατηρείται στην επιθυμητή θερμοκρασία, συνήθως 90 - 100°C, με απευθείας έγχυση ατμού από έναν αγωγό που βρίσκεται κατά μήκος του πυθμένα του κελύφους.

Μέχρι η κονσέρβα να βγει από τον αποστειρωτήρα έχει υποστεί την απαιτούμενη θερμική επεξεργασία. Στη συνέχεια, κατευθύνεται προς το τμήμα της ψύξης, το οποίο αποτελείται από ένα ανάλογο σύστημα με περιστρεφόμενο τύμπανο και οδηγούς (Σχ. 5.8). Το κέλυφος του ψύκτη περιέχει συνήθως κατά το 1/2 νερό, ενώ μπορεί να υπάρχουν και ακροφύσια (μπέκ) στην κορυφή που καταιονίζουν κρύο νερό στην επιφάνεια των κονσερβών, όσο αυτές δεν είναι βυθισμένες στο νερό που περιέχει το κέλυφος.



Σχήμα 5.7 Τμήμα θέρμανσης ενός αποστειρωτήρα ατμοσφαιρικής πίεσης περιστροφικού τύπου



Σχήμα 5.8 Τμήμα ψύξης ενός αποστειρωτήρα ατμοσφαιρικής πίεσης περιστροφικού τύπου

Στους αποστειρωτήρες ατμοσφαιρικής πίεσης με ατέρμονα ταινία οι κονσέρβες τοποθετούνται σε μια μεταφορική ταινία, που κινείται κατά μήκος ενός θαλάμου (Σχ. 5.9). Κατά την κίνησή τους αυτή βυθίζονται μέ-

σα σε καυτό νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα κι έτσι υφίστανται την απαιτούμενη θερμική επεξεργασία. Στη συνέχεια εισέρχονται στο επόμενο τμήμα του θαλάμου, όπου ψύχονται με κρύο νερό.



Σχήμα 5.9 Αποστειρωτήρας ατμοσφαιρικής πίεσης με ατέρμονα ταινία

5.4.2. Αποστειρωτήρες υψηλής πίεσης

Οι αποστειρωτήρες υψηλής πίεσης μπορούν να διακριθούν σε συνεχούς και σε ασυνεχούς λειτουργίας.

Ο πιο διαδεδομένος τύπος συνεχούς λειτουργίας μοιάζει με τον πρώτο τύπο αποστειρωτήρα ατμοσφαιρικής πίεσης που αναφέρθηκε (Σχ. 5.7). Είναι δηλαδή περιστροφικού τύπου, με το ίδιο σύστημα ελικοειδούς κίνησης των κονσερβών κατά μήκος του αποστειρωτήρα. Αποτελείται και αυτός από το τμήμα της θέρμανσης και το τμήμα της ψύξης. Για να επιτευχθούν βέβαια οι υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται, χρησιμοποιείται ατμός με πίεση 2 - 3 ατμόσφαιρες. Για το λόγο αυτό η κατασκευή του αποστειρωτήρα υψηλής πίεσης είναι πιο στιβαρή. Επιπλέον είναι εφοδιασμένος με ειδική βαλβίδα στην είσοδο, η οποία μεταφέρει τις κονσέρβες στο εσωτερικό του τυμπάνου αλλά δεν αφήνει τον ατμό να διαφύγει. Παρόμοιο σύστημα υπάρχει και στην έξοδο, για να μεταφέρονται οι κονσέρβες προς το τμήμα της ψύξης χωρίς να διαφεύγει ο ατμός. Έτσι διατηρείται η επιθυμητή πίεση ατμού και επομένως η επιθυμητή θερμοκρασία στο εσωτερικό του τυμπάνου θέρμανσης. Το τμήμα της ψύξης βρίσκεται κι αυτό υπό πίεση, για να μη διογκώνονται οι κονσέρβες στα

αρχικά στάδια της ψύξης, που επικρατεί ακόμα υψηλή πίεση στο εσωτερικό τους.

Ένας άλλος τύπος αποστειρωτήρα υψηλής πίεσης και συνεχούς λειτουργίας είναι ο υδροστατικός αποστειρωτήρας (Εικ. 5.1).

Ο τύπος ασυνεχούς λειτουργίας, που ονομάζεται και αυτόκλειστο, είναι πιο κατάλληλος για μικρές μονάδες (Σχ. 5.10). Αποτελείται βασικά από ένα κυλινδρικό δοχείο ανθεκτικό σε υψηλές πιέσεις, το οποίο κλείνει ερμητικά. Έχει επίσης σύστημα τροφοδοσίας ατμού, σύστημα τροφοδοσίας κρύου νερού, βαλβίδα εξαερισμού καθώς και όργανα μέτρησης και ελέγχου της θερμοκρασίας και της πίεσης.

Κατά τη λειτουργία, οι κονσέρβες τοποθετούνται στο αυτόκλειστο, το οποίο στη συνέχεια σφραγίζεται και τροφοδοτείται με ατμό. Όταν ο ατμός εκδιώξει όλο τον αέρα από τη βαλβίδα εξαερισμού, η βαλβίδα κλείνει και η πίεση και επομένως η θερμοκρασία στο εσωτερικό του αυτόκλειστου αυξάνεται και φτάνει στο επιθυμητό σημείο. Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα αρκετό για να υποστεί το προϊόν την απαιτούμενη θερμοκή επεξεργασία, διακόπτεται η παροχή ατμού και διοχετεύεται κρύο νερό με πίεση για να ψυχθούν οι κονσέρβες. Τέλος το αυτόκλειστο ανοίγεται και οι κονσέρβες απομακρύνονται.

Η θερμοκρασία του αποστειρωτήρα σε όλη τη διάρκεια του κύκλου επεξεργασίας καταγράφεται από ειδικό καταγραφικό όργανο.

Για να γεμίζει και να αδειάζει ευκολότερα και γρηγορότερα το αυτόκλειστο, οι κονσέρβες τοποθετούνται σε ειδικά καλάθια ή δικτυωτά κιβώτια τα οποία για τον οριζόντιο τύπο κινούνται με τροχούς επάνω σε ράγες και φορτώνονται στο αυτόκλειστο.

Το φόρτωμα του κατακόρυφου τύπου γίνεται με τροχαλία (παλάγκο). Το κατακόρυφο μηχάνημα είναι σταθερό, αντίθετα το οριζόντιο μπορεί να είναι σταθερό ή περιστρεφόμενο.



Σχήμα 5.10 Αυτόκλειστο

Βασικό πλεονέκτημα του αποστειρωτήρα ασυνεχούς λειτουργίας είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κονσέρβες διάφορων μεγεθών χωρίς καμιά δυσκολία. Μειονεκτηεί όμως στο ότι χρειάζεται πολλά εργατικά.



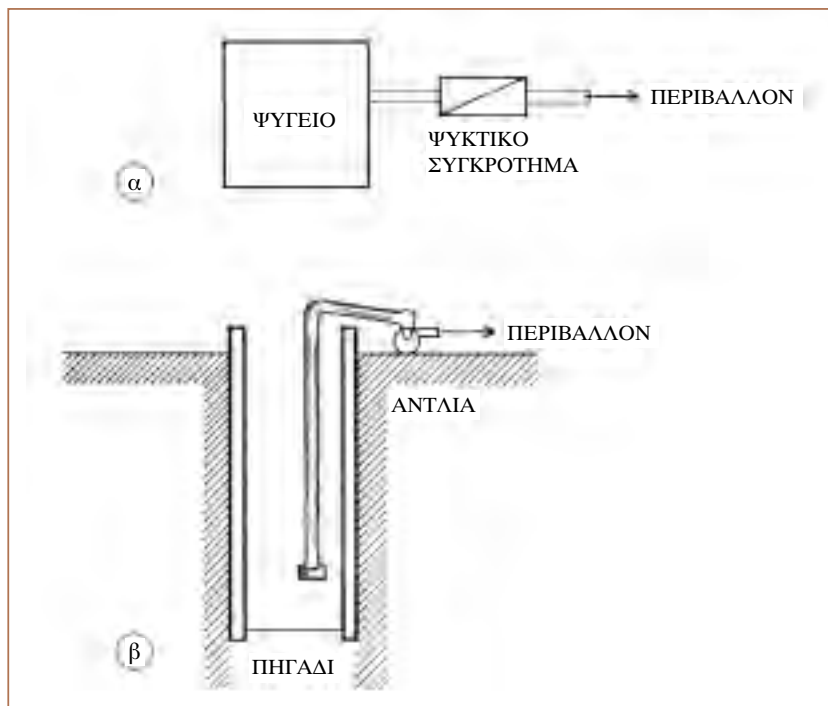
Εικόνα 5.1 Υδροστατικός αποστειρωτήρας

5.5 Συστήματα ψύξης

5.5.1. Γενικά

Η συντήρηση των τροφίμων με ψύξη είναι τόσο παλαιά όσο και η ιστορία του ανθρώπου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός πάγος και το χιόνι. Η τεχνητή παραγωγή ψύχους έδωσε τη δυνατότητα της εφαρμογής του όλες τις εποχές και σε όλα τα μέρη του πλανήτη.

Με την τεχνητή ψύξη επιδιώκεται να υπάρχει σε ένα χώρο θερμοκρασία χαμηλότερη από το περιβάλλον, θα πρέπει, λοιπόν, να μεταφέρεται θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο προς το περιβάλλον. Επειδή η ενέργεια (θερμότητα) ρέει από περιοχές υψηλής θερμοκρασίας σε περιοχές χαμηλής θερμοκρασίας, στην περίπτωση της αντίστροφης ροής (ψυγείο) θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια μηχανή. Το ίδιο συμβαίνει και όταν μεταφέρεται νερό από ένα χαμηλό επίπεδο (πηγάδι) σε ένα υψηλότερο (χωράφι), οπότε χρειάζεται μία αντλία (Σχ. 5.11).

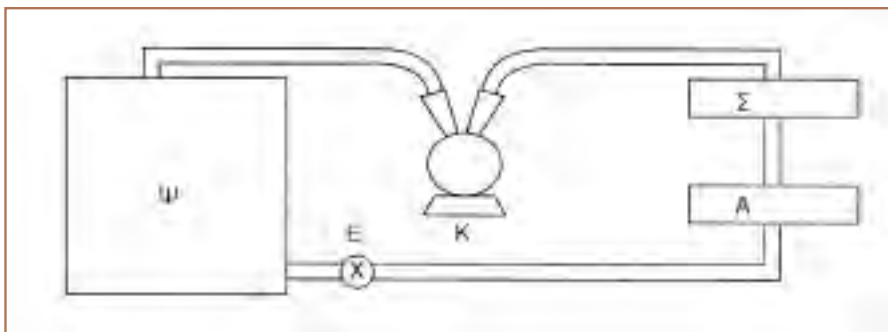


Σχήμα 5.11 Διάγραμμα αντιστοιχίας
άντλησης θερμότητας (α) άντλησης νερού (β)

5.5.2. Ψυκτική εγκατάσταση

Μία ψυκτική εγκατάσταση αποτελείται από ένα χώρο που ψύχεται, όπως είναι ο θάλαμος ενός ψυγείου, από μια σειρά μηχανημάτων τα οποία παράγουν το ψύχος, και ένα ψυκτικό φορέα ο οποίος κυκλοφορεί μέσα στα μηχανήματα, αλλάζει κατάσταση μετατρεπόμενος από υγρό σε αέριο και πάλι από αέριο σε υγρό.

Η διάταξη μιας ψυκτικής εγκατάστασης φαίνεται διαγραμματικά στο Σχ. 5.12.



Σχήμα 5.12 Διάταξη ψυκτικής εγκατάστασης.

Ψ = εξατμιστήρας, Κ = συμπιεστήρας, Σ = συμπυκνωτήρας,
Α = αποθήκη ψυκτικού φορέα, Ε = εκτονωτική βαλβίδα.

Ο ψυκτικός φορέας βρίσκεται υπό πίεση σε υγρή μορφή στην αποθήκη Α. Ακολούθως περνάει μέσα από μία βαλβίδα Ε, που ονομάζεται “εκτονωτική” βαλβίδα, και καταλήγει στο χώρο (Ψ), όπου η πίεση είναι μικρότερη. Στις συνθήκες αυτές το υγρό βράζει και παράγει ατμούς απορροφώντας θερμότητα, η οποία είναι γνωστή με το όνομα “λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως”. Με την απορρόφηση θερμότητας στο χώρο (Ψ) μειώνεται η θερμοκρασία του χώρου αυτού. Με άλλα λόγια ο χώρος (Ψ) ψύχεται. Οι ατμοί του ψυκτικού απορροφώνται από ένα μηχάνημα, το οποίο ονομάζεται “συμπιεστήρας” (Κ), συμπιέζονται και οδηγούνται σε ένα άλλο μηχάνημα που ονομάζεται “συμπυκνωτήρας” (Σ). Στο συμπυκνωτήρα αφαιρείται θερμότητα από τους συμπιεσμένους ατμούς με τη βοήθεια ρεύματος αέρα ή νερού, με αποτέλεσμα αυτοί να υγροποιούνται και το παραγόμενο υγρό να επιστρέφει στο δοχείο (Α) από όπου ξεκίνησε. Με τη διαδικασία αυτή κλείνει ένας κύκλος του ψυκτικού ρευστού, δηλαδή: υγρό - εκτόνωση - εξατμίζηση - συμπίεση - συμπύκνωση - υγρό.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η ψύξη δημιουργείται από την ιδιότητα που έχουν τα υγρά να απορροφούν μεγάλη ποσότητα θερμότητας, όταν εξατμίζονται (λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως).

5.5.3. Ψυκτικός εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός μιας ψυκτικής εγκατάστασεως περιλαμβάνει μηχανήματα και συσκευές.

Το βασικό μηχανήμα είναι ο **συμπιεστήρας** που έχει ως σκοπό τη συμπίεση των ατμών του ψυκτικού φορέα για να υγροποιηθούν. Οι συμπιεστήρες είναι κλειστού τύπου, όπως στα οικιακά ψυγεία, ημίκλειστου τύπου, που χρησιμοποιούνται στα μικρά ψυγεία όπως αυτά που έχουν οι κρεοπώλες, και ανοικτού τύπου, που βρίσκουν εφαρμογή στα μεγάλα βιομηχανικά ψυγεία. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας οι συμπιεστήρες χωρίζονται σε φυγοκεντρικούς (χρησιμοποιούνται πολύ λίγο), παλινδρομικούς (Εικ. 5.2 και 5.3), που είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι, και σε κοχλιωτούς (Εικ. 5.4 και 5.5), οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε πολύ μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Ο **εξατμιστήρας** είναι επίσης ένα βασικό μηχανήμα. Μέσα στο μηχανήμα αυτό εξατμίζεται ο ψυκτικός φορέας, η επιφάνεια του παγώνει και ψύχεται έτσι ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκεται τοποθετημένος. Ο εξατμιστήρας είναι συνήθως ένας εναλλακτήρας θερμότητας απλού σωλήνα με εκτεταμένη επιφάνεια. Η εναλλαγή θερμότητας γίνεται ανάμεσα στον αέρα του ψυκτικού θαλάμου και στον ψυκτικό φορέα. Ο αέρας έρχεται σε επαφή με τα τοιχώματα του εξατμιστήρα και ψύχεται. Για την ταχύτερη εναλλαγή της θερμότητας υπάρχουν ανεμιστήρες οι οποίοι βοηθούν στη γρήγορη ανακυκλοφορία του αέρα. Τα μηχανήματα αυτά ονομάζονται και **αερόψυκτές** (Εικ. 5.6).

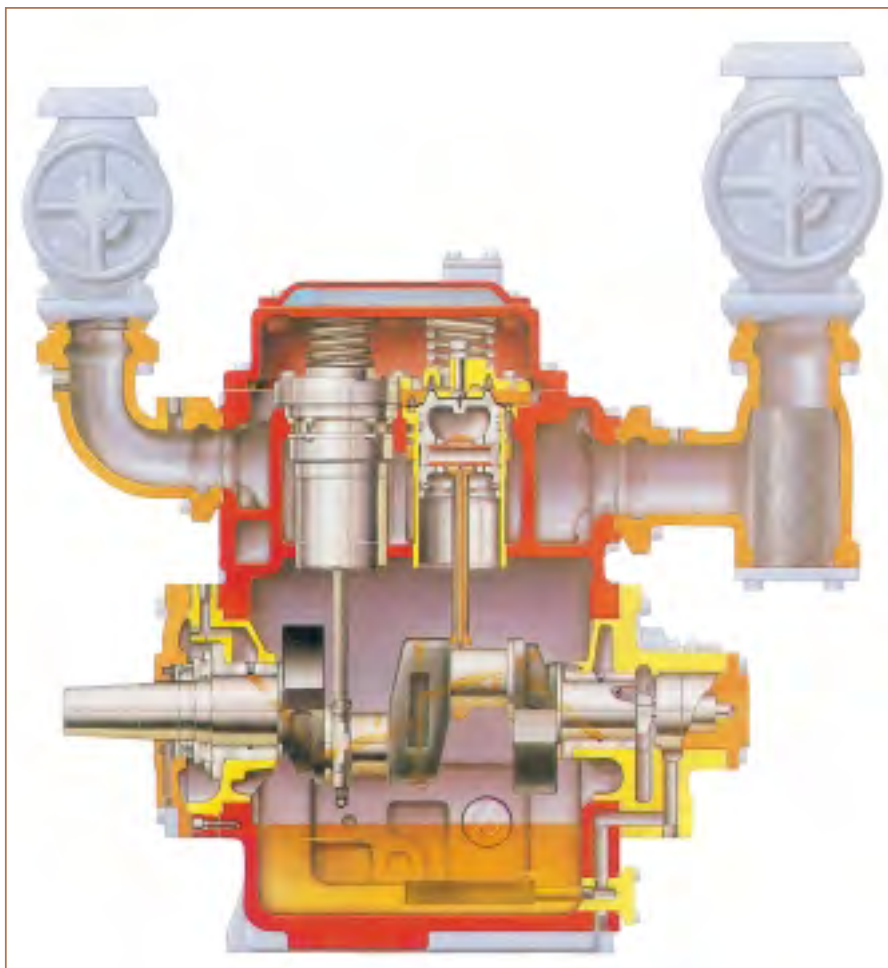
Ένα άλλο μηχανήμα είναι ο **συμπυκνωτήρας** μέσα στον οποίο υγροποιούνται οι ατμοί του ψυκτικού φορέα. Και αυτό το μηχανήμα είναι ένας εναλλακτήρας θερμότητας. Τα δύο ρευστά που εναλλάσσουν θερμότητα είναι οι ατμοί του ψυκτικού φορέα και ο αέρας ή το νερό. Για μικρές εγκαταστάσεις η θερμότητα που ελευθερώνεται από την υγροποίηση των ατμών απομακρύνεται με αέρα (**αερόψυκτοι συμπυκνωτήρες**), ενώ για μεγάλες εγκαταστάσεις με νερό (**υδροψυκτοι συμπυκνωτήρες**).

Ο αερόψυκτος συμπυκνωτήρας είναι ένας εναλλακτήρας με σωλήνα που έχει εκτεταμένη επιφάνεια (περύγια). Με τη βοήθεια ανεμιστήρα ο αέρας κυκλοφορεί στην εξωτερική επιφάνεια του μηχανήματος και μέσα στους σωλήνες κυκλοφορούν οι ατμοί του ψυκτικού φορέα. Στη δεύτερη περίπτωση, ο υδροψυκτος συμπυκνωτήρας είναι ένας εναλλακτήρας με κέλυφος και αυλούς (σωλήνες). Μέσα στους αυλούς κυκλοφορεί νερό και στο χώρο, ανάμεσα στους αυλούς και στο κέλυφος, εισέρχονται οι ατμοί, οι οποίοι, όταν έρθουν σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια των αυλών, υγροποιούνται.

Το ψυκτικό συγκρότημα συμπληρώνεται με ένα δοχείο ειδικής κατασκευής, μέσα στο οποίο ρέει και αποθηκεύεται υπό πίεση ο ψυκτικός φορέας αφού έχει πλήρως υγροποιηθεί. Το δοχείο αυτό ονομάζεται **αποθήκη ψυκτικού υγρού**.



Εικόνα 5.2 Παλινδρομικός συμπιεστήρας

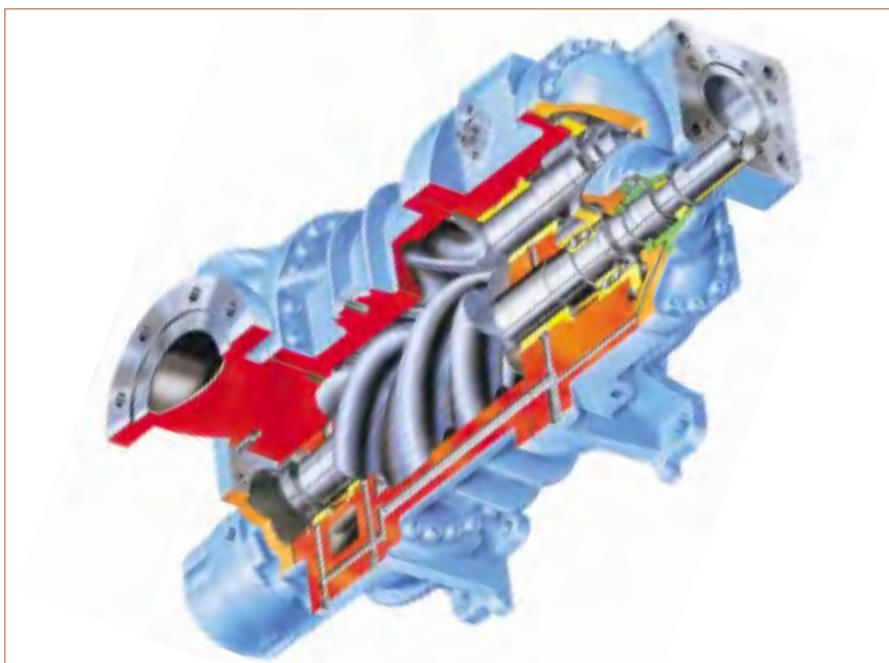


Εικόνα 5.3 Τομή παλινδρομικού συμπιεστήρα

Σε μεγάλες και πολύπλοκες ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και άλλα μηχανήματα ή δοχεία, τα οποία δε θεωρείται σκόπιμο να αναφερθούν εδώ.



Εικόνα 5.4 Κοχλιωτός συμπιεστήρας



Εικόνα 5.5 Κοχλιωτός συμπιεστήρας σε τομή



Εικόνα 5.6 Αεροψυκτικές

5.6

Συστήματα κατάψυξης

5.6.1. Γενικά

Το ψυκτικό συγκρότημα που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους μπορεί να παράγει ψύξη είτε για την συντήρηση φρούτων, λαχανικών και άλλων τροφίμων είτε για την κατάψυξη διάφορων προϊόντων και τη συντήρηση τούτων σε κατεψυγμένη μορφή.

Η κατάψυξη είναι η καλύτερη μέχρι σήμερα γνωστή μέθοδος συντήρησης των τροφίμων. Με τη μέθοδο αυτή γίνεται πήξη (πάγωμα) ενός μεγάλου ποσοστού του νερού που περιέχεται στο τρόφιμο, έτσι ώστε να επιβραδύνεται κάθε μικροβιακή ή χημική δράση που οδηγεί στην αλλοίωση του τροφίμου. **Το προϊόν θεωρείται κατεψυγμένο όταν η θερμοκρασία του είναι -18°C ή χαμηλότερη.** Η κατάψυξη πραγματοποιείται με μηχανήματα που ονομάζονται καταψυκτήρες.

Οι καταψυκτήρες χωρίζονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες : με εμβάπτιση, με εξάτμιση, με πλάκες και με ρεύμα αέρα.

Ο καταψυκτήρας με πλάκες αποτελείται από μια σειρά μεταλλικών πλακών. Καθεμιά πλάκα κατασκευάζεται από δύο μεταλλικά φύλλα μεταξύ των οποίων υπάρχει μια μικρή απόσταση, έτσι ώστε να δημιουργείται στο εσωτερικό της κενός χώρος. Η κάθε πλάκα λειτουργεί ως εξατμιστήρας. Από το ένα άκρο της διοχετεύεται ψυκτικό υγρό, το οποίο εξατμίζεται στο εσωτερικό της πλάκας, και από το άλλο άκρο απομακρύνονται ατμοί. Με την εξάτμιση δημιουργείται ψύχος και έτσι τα τοιχώματα της πλάκας είναι ψυχρά και στη συνέχεια μεταδίδουν το ψύχος στα τρόφιμα που έρχονται σε επαφή με αυτά.

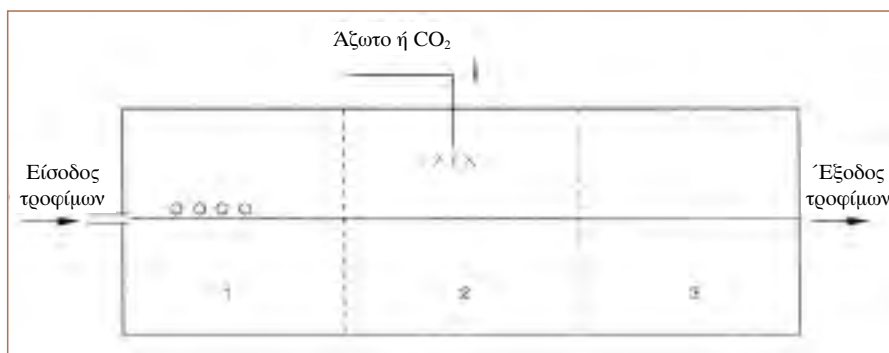
Οι καταψυκτήρες με πλάκες είναι δύο τύπων, με οριζόντιες και με κατακόρυφες πλάκες, οι οποίες μπορούν να απομακρύνονται μεταξύ τους ή να συγκλίνουν με τη βοήθεια μηχανικού ή υδραυλικού συστήματος.

Στους **καταψυκτήρες με οριζόντιες πλάκες** το τρόφιμο συσκευασμένο, τοποθετείται μεταξύ των πλακών. Οι πλάκες συγκλίνουν, έρχονται σε επαφή με το τρόφιμο και το καταψύχουν. Στη συνέχεια οι πλάκες απομακρύνονται και αφαιρείται το κατεψυγμένο τρόφιμο. **Χρησιμοποιούνται για κατάψυξη σπανακιού, σε φύλλα και πουρέ, και άλλων προϊόντων.**

Στους **καταψυκτικές με κατακόρυφες πλάκες** η λειτουργία είναι ανάλογη. Χρησιμοποιούνται για κατάψυξη χυμών και πουρέδων. Ανάμεσα σε δύο κατακόρυφες πλάκες τοποθετείται σάκος πλαστικός, ο οποίος γεμίζει με το χυμό. Μετά την κατάψυξη αφαιρείται και το προϊόν έχει τη μορφή ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου (παγοκολόνες). Οι καταψυκτικές της κατηγορίας αυτής **χρησιμοποιούνται και στα ποντοπόρα αλιευτικά πλοία για την κατάψυξη ψαριών.**

Οι **καταψυκτικές με εμφύσηση** αναφέρονται περισσότερο για την ιστορία και τούτο διότι δεν χρησιμοποιούνται πλέον ή η χρήση τους είναι πολύ σπάνια.

Οι **καταψυκτικές με εξάτμιση** είναι εξειδικευμένα μηχανήματα. Το κόστος της κατάψυξης είναι μεγάλο και χρησιμοποιούνται όπου είναι δύσκολη ή αδύνατη η χρησιμοποίηση άλλων μεθόδων στον καταψυκτήρα της κατηγορίας αυτής. Το προϊόν κινείται μέσα στον καταψυκτήρα επάνω σε μεταφορική ταινία. Στη μέση περίπου του μηχανήματος **ψεκάζεται πάνω στο προϊόν υγρό άζωτο ή υγρό διοξείδιο του άνθρακα. Τα υγρά αυτά εξατμίζονται πάνω στην επιφάνεια του τροφίμου και το καταψύχουν.**



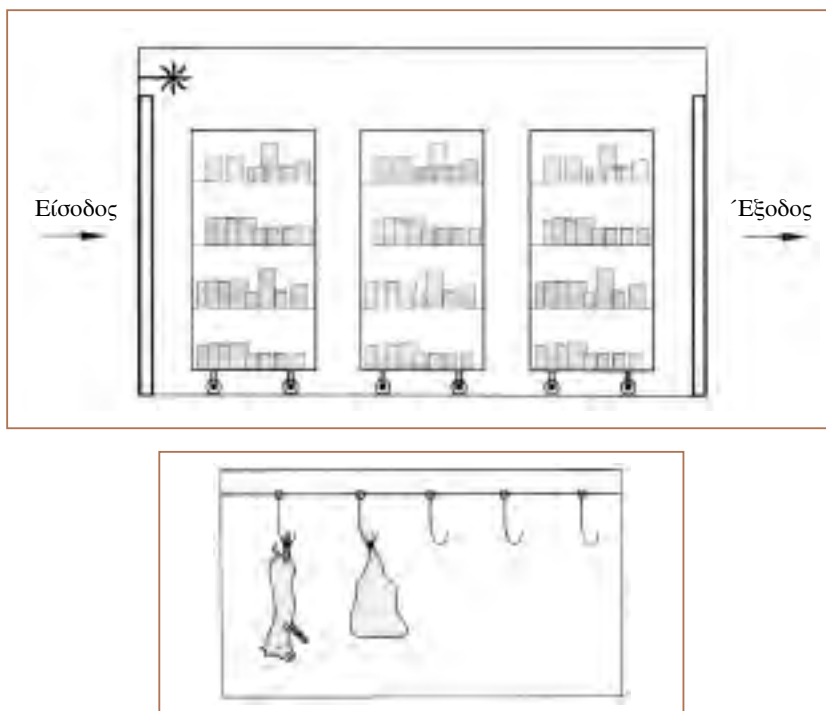
Σχήμα 5.13 Καταψυκτήρας με υγρό άζωτο

Ο καταψυκτήρας (Σχ. 5.13) περιλαμβάνει τρεις ζώνες: τη ζώνη (1) όπου εισερχόμενο το προϊόν προψύχεται, τη ζώνη (2) στην οποία γίνεται κατάψυξη του προϊόντος και τη ζώνη (3) όπου γίνεται η εξισορρόπηση της θερμοκρασίας στη μάζα του προϊόντος.

Οι περισσότερο διαδεδομένοι **καταψυκτικές** είναι εκείνοι που λειτουργούν **με ρεύμα αέρα**. Οι καταψυκτικές της κατηγορίας αυτής είναι δύο τύπων. Στον ένα τύπο το προϊόν δεν κινείται (ασυνεχούς λειτουργίας), ενώ στον άλλο τύπο κινείται με διάφορα συστήματα (συνεχούς λειτουργίας).

Στους **καταψυκτικές ασυνεχούς λειτουργίας με ρεύμα αέρα** το προϊ-

όν τοποθετείται πάνω σε ράφια, σε καροτσάκια, ή αναρτάται με άγκιστρα από την οροφή του καταψυκτήρα (Σχ. 5.14 α και β). Μέσα σε αυτόν κυκλοφορεί αέρας χαμηλής θερμοκρασίας (-35°C) με μεγάλη ταχύτητα. Τα προϊόντα έρχονται σε επαφή με τον αέρα και καταψύχονται σε τέσσερις ή περισσότερες ώρες.



Σχήμα 5.14 Καταψυκτήρες με ρεύμα αέρα ασυνεχούς λειτουργίας
α) με καροτσάκι β) με άγκιστρα

Οι καταψυκτήρες ασυνεχούς λειτουργίας με ρεύμα αέρα χρησιμοποιούνται για την κατάψυξη αρνιών, μοσχαριών, χοιρινών, κοτόπουλων, ψαριών, κρεατοσκευασμάτων, και άλλων ογκωδών τροφίμων.

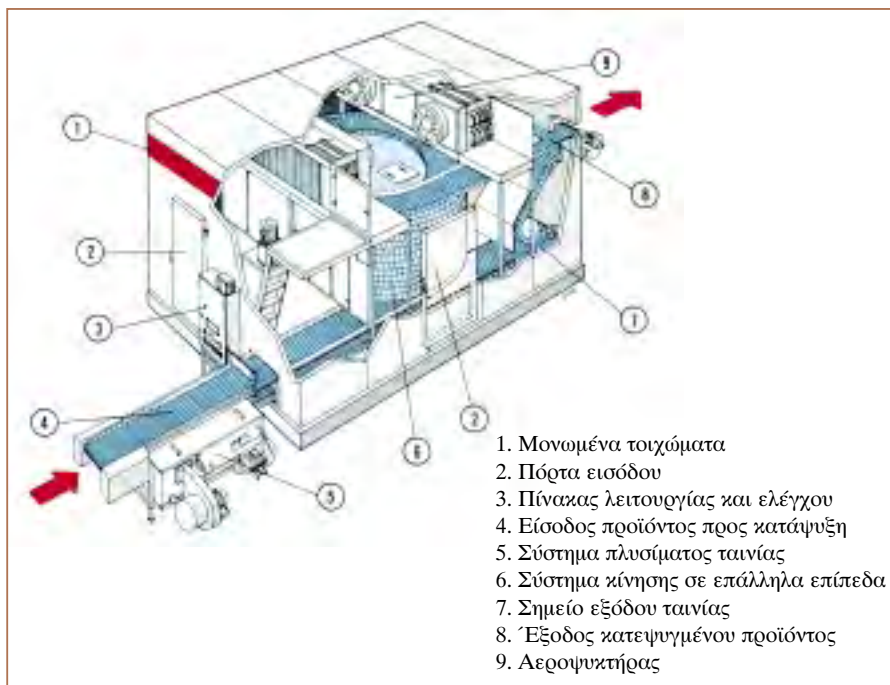
Οι καταψυκτήρες συνεχούς λειτουργίας με ρεύμα αέρα είναι διάφορων κατηγοριών, όπως με επίπεδη μεταφορική ταινία, με σπειροειδή ταινία, με δονούμενη σκάφη κτλ.

Οι καταψυκτικές με επίπεδη απλή ή διπλή ταινία (Εικ. 5.7) χρησιμοποιούνται για κατάψυξη φρούτων όπως οι φράουλες και κύβων λαχανικών όπως το καρότο, ο αρακάς, τα φασόλια, το κουνουπίδι κτλ. Επίσης για την κατάψυξη ιχθυρών όπως οι γαρίδες και τα μικρά ψάρια (αθερίνα), καθώς και άλλων προϊόντων όπως η προτηγανισμένη πατάτα, τα μπιφτέκια κτλ.

Οι καταψυκτικές με σπειροειδή ταινία (Εικ. 5.8) χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερου μεγέθους προϊόντα, διότι η διαδρομή της ταινίας (χρόνος κατάψυξης) είναι μεγαλύτερη. Συνήθως οι καταψυκτικές αυτοί χρησιμοποιούνται για την κατάψυξη κοτόπουλου, μπιφτεκιού, κρεατοσκευασμάτων, πίτσας, έτοιμων φαγητών κτλ. Τα προϊόντα αυτά είναι συνήθως συσκευασμένα σε κιβώτια.



Εικόνα 5.7 Καταψυκτικής με επίπεδη διπλή ταινία



Εικόνα 5.8 Καταψυκτήρας με σπειροειδή ταινία

5.6.2. Ψυκτικοί θάλαμοι

Είναι θάλαμοι (αίθουσες) ειδικής κατασκευής εντός των οποίων αποθηκεύονται διάφορα τρόφιμα, νωπά ή κατεψυγμένα, για συντήρηση. Οι ψυκτικοί θάλαμοι έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Δεν έχουν παράθυρα. Έχουν μία πόρτα και σε ειδικές περιπτώσεις δύο πόρτες (είσοδος - έξοδος).
- Τα τοιχώματα, η οροφή και το δάπεδο έχουν θερμική μόνωση.
- Μέσα στο θάλαμο, συνήθως πάνω από την πόρτα τοποθετείται ένας αεριοψυκτήρας.
- Δεν έχουν αποχέτευση (μόνο στα ψυγεία συντηρήσεως νωπών κρεάτων υπάρχει αποχέτευση).

Οι ψυκτικοί θάλαμοι μπορεί να είναι απλής λειτουργίας (για συντήρη-

Πίνακας 5.1

Συνθήκες και χρόνος συντήρησης σε ψυγείο μερικών προϊόντων

Είδος γεωργικού προϊόντος	Θερμοκρασία σε °C	Σχετική Υγρασία %	Μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης
Αμπελόφυλλα	0 έως +6	πάνω από 85	1 μήνας
Αυγά	-1 έως +1	85 έως 90	6 μήνες
Αχλάδια	-1 έως +1	πάνω από 85	6 μήνες
Βούτυρο νωπό	0 έως +2	75 έως 85	4 εβδομάδες
Γάλα νωπό	0 έως +2	-	2 έως 4 ημέρες
Κάστανα	0	70	8 μήνες
Κεράσια	-1 έως 0	85 έως 90	2 έως 4 εβδομάδες
Κολοκυθάκια	0 έως +4	85 έως 95	2 μήνες
Κρέας νωπό μοσχαρίσιο	-1 έως +1	90	3 εβδομάδες
Κρέας νωπό αρνίσιο	-1 έως +1	90	10 ημέρες
Κρεμμύδια	-2 έως +1	70	6 μήνες
Λεμόνια πράσινα	-11 έως +14	85 έως 90	2 μήνες
Λεμόνια κίτρινα	0 έως +5	85 έως 90	4 μήνες
Μελιτζάνες	+7 έως +10	85 έως 90	10 ημέρες
Μήλα	0 έως +4	85 έως 90	5 μήνες
Ξηροί καρποί	+5 έως +10	70	10 μήνες
Πατάτες	+3 έως +10	90	6 μήνες
Πατατόσπορος	+2 έως +7	85 έως 90	5 μήνες
Πορτοκάλια	+2 έως +7	85 έως 90	3 μήνες
Ροδάκινα	0 έως +1	85 έως 90	2 εβδομάδες
Ρόδια	+1 έως +2	90	2 μήνες
Σταφύλια	-1 έως +1	85 έως 90	1 μήνας
Σύκα	-1 έως +1	90	2 εβδομάδες
Τομάτες ώριμες	+2 έως +4	85 έως 90	2 εβδομάδες
Τομάτες πράσινες	+12 έως +14	85 έως 90	2 εβδομάδες
Τυριά μαλακά	0 έως +7	90	12 μήνες
Τυριά σκληρά	-1 έως +1	70 έως 85	12 μήνες
Φασολάκια φρέσκα	0 έως +6	85 έως 95	1 έως 3 εβδομάδες
Φράουλα	0	85 έως 95	5 ημέρες

ση νωπών ή κατεψυγμένων) ή διπλής λειτουργίας, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα να λειτουργούν άλλοτε για συντήρηση νωπών προϊόντων και άλλοτε για συντήρηση κατεψυγμένων τροφίμων.

Ανάλογα με τη θέση που βρίσκονται διακρίνονται σε αγροτικά ψυγεία, όπου αποθηκεύεται η αγροτική παραγωγή, και σε αστικά ψυγεία, όπου έμποροι ή βιομηχανίες ενοικιάζουν θαλάμους για την αποθήκευση και διακίνηση των προϊόντων τους.

Οι συνθήκες και ο χρόνος συντήρησης διάφορων προϊόντων περιλαμβάνονται στον Πίνακα 5.1.

5.6.3. Ψυκτικές εγκαταστάσεις και όζον

Μερικά από τα ψυκτικά που χρησιμοποιούνται σήμερα και ανήκουν στην κατηγορία των χλωροφθορανθράκων, όπως το R-11, R-12, R-22 κτλ., έχει αποδειχθεί ότι έχουν καταστροφική δράση για το όζον της στρατόσφαιρας (του ανώτερου στρώματος της ατμόσφαιρας) το οποίο προστατεύει τη ζωή στη γη από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου. Οι ουσίες αυτές, όπως και μερικές άλλες, δημιούργησαν την “τρύπα του όζοντος” που τόσο απασχολεί τους επιστήμονες. Για το λόγο αυτό η χρήση των χλωροφθορανθράκων περιορίζεται συνεχώς και για μερικούς από αυτούς έχει σταματήσει η παραγωγή ή ακόμη απαγορεύεται και η κυκλοφορία.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται συστήματα και μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο σε διεργασίες θερμικής επεξεργασίας όσο και σε ψυκτικές εγκαταστάσεις.

Πρόκειται για μία κατηγορία μηχανημάτων που βρίσκουν εφαρμογή στη θέρμανση και στην ψύξη ρευστών, όπως στην παστερίωση του γάλακτος, στην ψύξη των χυμών ή ακόμη και στην υγροποίηση ατμών. Τα ρευστά κατά την ψύξη ή τη θέρμανση δεν αναμειγνύονται διότι χωρίζονται από μία μεταλλική επιφάνεια η οποία ονομάζεται εναλλακτική επιφάνεια. Οι βασικότεροι τύποι εναλλακτήρων είναι: α) του διπλού σωλήνα, που βρίσκει εφαρμογή στην ασηπτική συσκευασία, β) του κελύφους και των αυλών, που χρησιμοποιείται στην προθέρμανση και στην παστερίωση του τοματοχυμού, γ) του τύπου με πλάκες, που χρησιμοποιείται στην παστερίωση του γάλακτος και των χυμών, δ) του τύπου με εκτεταμένη επιφάνεια, όπως είναι οι αεροψυκτικές.

Για τη θέρμανση και την ψύξη των κονσερβοποιημένων, κυρίως, προϊόντων χρησιμοποιούνται παστεριωτήρες και αποστειρωτήρες διάφορων τύπων. Οι παστεριωτήρες λειτουργούν με ατμοσφαιρική πίεση και χρησιμεύουν για τη θερμική επεξεργασία τροφίμων με χαμηλή τιμή pH, δηλαδή με μεγάλη οξύτητα, όπως π.χ. οι κονσέρβες φρούτων. Αντίθετα οι αποστειρωτήρες λειτουργούν υπό πίεση, έτσι ώστε η θερμοκρασία αποστείρωσης να είναι μεγαλύτερη από 100°C. Μπορεί να είναι συνεχούς ή ασυνεχούς λειτουργίας. Χρησιμοποιούνται για τη θερμική επεξεργασία τροφίμων με μεγάλη τιμή pH, δηλαδή με μικρή οξύτητα, όπως π.χ. οι κονσέρβες λαχανικών, κρέατος κτλ.

Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η μέθοδος παραγωγής τεχνικού ψύχους. Περιγράφονται τα βασικά στοιχεία ενός ψυκτικού κυκλώματος, που είναι ο συμπιεστήρας, η εκτονωτική βαλβίδα, ο εξατμιστήρας, ο συμπιεστήρας, η αποθήκη του ψυκτικού φορέα και οι αεροψυκτικές. Περιγράφονται επίσης τα συστήματα κατάψυξης των τροφίμων, τα οποία διακρίνονται σε στατικούς καταψυκτικές, για μεγάλου μεγέθους προϊόντα, όπως αρνιά, χοιρινά, μοσχάρια, ψάρια, και σε καταψυκτικές συνεχούς λειτουργίας, με επίπεδη απλή ή διπλή ταινία, για την κατάψυξη μικρών τεμαχίων, όπως αρακάς, πατάτες, γαρίδες. Επίσης περιγράφεται και ο καταψυκτικός με σπειροειδή

ταινία, ο οποίος χρησιμοποιείται για την κατάψυξη μεγαλύτερων τεμαχίων, όπως μπιφτέκια, μπριζόλες, κοτόπουλα, κτλ. Αναφέρεται επίσης και ο τύπος καταψυκτήρα με ψεκασμό.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Ποιοι είναι οι φυσικοί μηχανισμοί που προκαλούν αλλοιώσεις στα γεωργικά προϊόντα ;
- 2) Τι είναι τα ένζυμα και ποιος ο βιολογικός τους ρόλος ; Αναφέρατε παραδείγματα κατηγοριών ενζύμων.
- 3) Ποιες είναι οι θετικές και αρνητικές επιδράσεις της θερμικής επεξεργασίας στα γεωργικά προϊόντα ;
- 4) Να σημειώσετε σε κάθε κενό δεξιά των προτάσεων της στήλης Α, τον αντίστοιχο αριθμό της στήλης Β.

A

Οι εναλλακτικές με κέλυφος
και αυλούς χρησιμοποιούνται

Οι εναλλακτικές με πλάκες
χρησιμοποιούνται

Οι εναλλακτικές με περύγια
χρησιμοποιούνται

B

1. σε περιπτώσεις όπου το ένα
από τα δύο ρευστά είναι α-
έρας.

2. για τη θέρμανση ή ψύξη ξη-
ρών καρπών.

3. στην παστερίωση γάλακτος
και χυμών φρούτων.

4. στην παστερίωση στερεών
προϊόντων.

5. για τη θέρμανση ενός υγρού
με συμπύκνωση ατμού.

- 5) Να εξηγήσετε από τι αποτελούνται, πώς λειτουργούν και πού χρησιμοποιούνται οι εναλλακτικές με πλάκες.
- 6) Να σχεδιάσετε ένα εναλλακτήρα με διπλό σωλήνα ομορροής και ένα με διπλό σωλήνα αντιρροής και να εξηγήσετε τη λειτουργία τους.
- 7) Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα.

Είδος εναλλακτήρα	Ομοιότητες	Διαφορές
Εναλλακτήρας με κέλυφος και αυλούς		
Εναλλακτήρας με πλάκες		

8) Σε καθεμία από τις παρακάτω ασκήσεις, να επιλέξετε τις κατάλληλες από τις λέξεις που δίνονται κάθε φορά και να συμπληρώσετε τα κενά του κειμένου που ακολουθεί. Να τις προσαρμόσετε γραμματικά κατάλληλα.

α. αέριο, θερμοκρασία, θερμότητα, στερεός, υγρός, μείγμα, ψυγείο, αυτοκίνητο.

Οι εναλλακτήρες με περύγια χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μεταφορά θερμότητας σε περιπτώσεις που τουλάχιστον ένα από τα δύο ρευστά είναι , όπως π.χ. συμβαίνει στα

β. συνεχής, δοχείο, ασυνεχής, κονσέρβα, χρήμα, εργατικός.

Βασικό πλεονέκτημα του αποστειρωτήρα λειτουργίας, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορων μεγεθών, χωρίς καμία δυσκολία. Μειονεκτεί όμως στο ότι χρειάζεται πολλά

9) Να εξηγήσετε τι σημαίνουν οι όροι “*παστερίωση*” και “*βιομηχανική αποστείρωση*” και σε ποια τρόφιμα εφαρμόζονται.

10) Να σχεδιάσετε διαγραμματικά μια ψυκτική εγκατάσταση, να ονομάσετε τα κύρια μέρη της και να εξηγήσετε συνοπτικά τη λειτουργία της.

11) Να σημειώσετε αν είναι σωστή ή λάθος καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις, βάζοντας σε κύκλο το αντίστοιχο γράμμα.

α. Ο συμπιεστήρας έχει ως σκοπό την υγραποίηση των ατμών του ψυκτικού φορέα.

Σ

Λ

β. Ο συμπιεστήρας έχει ως σκοπό την εκτόνωση των ατμών του ψυκτικού φορέα.

Σ

Λ

- γ. Η επιφάνεια του εξατμιστήρα παγώνει και έτσι ψύχεται ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκεται. Σ Λ
- δ. Στο συμπυκνωτήρα υγροποιούνται οι ατμοί του ψυκτικού φορέα με πίεση. Σ Λ
- ε. Ο αερόψυκτος συμπυκνωτήρας είναι ένας εναλλακτήρας θερμότητας με διπλό σωλήνα Σ Λ

12) Οι καταψυκτικές χωρίζονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες :

α)

β)

γ)

δ)

13) Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

Καταψυκτικές με ρεύμα αέρα	Ομοιότητες	Διαφορές
Ασυνεχούς λειτουργίας		
Συνεχούς λειτουργίας		

14) Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι ψυκτικοί θάλαμοι.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Πρώτο Εργαστήριο

Παρασκευή παστεριωμένου γάλακτος σε μικρή κλίμακα.

Σκοπός:

- Η εξοικείωση του μαθητή με τη διαδικασία της παστερίωσης του γάλακτος.

Γενικές πληροφορίες

Το γάλα είναι ένα τόσο πλούσιο θρεπτικό υπόστρωμα, ώστε αποτελεί το ιδανικό μέσο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ακόμα κι αν το γάλα είναι σχεδόν απαλλαγμένο από βακτήρια, κατά τη στιγμή του αμέλγματος από ένα καθαρό και υγιές ζώο, είναι σχεδόν αδύνατο να διατηρηθεί σ' αυτή την κατάσταση. Μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα γαλακτοδοχεία, στην αμελκτική μηχανή ή στον αέρα περνούν μέσα στο γάλα και αναπτύσσονται γρήγορα σ' αυτό, πχ βάκιλος της φυματίωσης, βρουκέλλα κ.ά.

Η παστερίωση του γάλακτος γίνεται για την καταστροφή των περισσότερων μικροοργανισμών. Δύο είναι οι γνωστές μέθοδοι παστερίωσης. Η παλιά, κατά την οποία το γάλα θερμαίνεται στους 65 - 68°C. Αυτή η θερμοκρασία διατηρείται για 30 λεπτά και στη συνέχεια το γάλα ψύχεται. Αυτή η μέθοδος σήμερα έχει εγκαταλειφθεί και αντικατασταθεί στις περισσότερες γαλακτοβιομηχανίες από τη μέθοδο της **υψηλής θερμοκρασίας και μικρού χρόνου** (HTST=High Temperature Short Time). Κατ' αυτή το γάλα θερμαίνεται γρήγορα στους 72°C για 16 δευτερόλεπτα, εφόσον το γάλα έχει μικρό αρχικό μικροβιακό φορτίο, και στη συνέχεια ψύχεται γρήγορα.

Και οι δύο μέθοδοι είναι αποτελεσματικές απέναντι στους μικροοργανισμούς, αλλά η δεύτερη λόγω του μικρότερου χρόνου θερμικής επεξεργασίας έχει το πλεονέκτημα να μην υποβαθμίζει τη θρεπτική αξία του γάλακτος λόγω μείωσης ή απώλειας ορισμένων θρεπτικών στοιχείων.

Όργανα και υλικά απαραίτητα για το πείραμα

ένα θερμόμετρο κλίμακας 0 έως 100°C

μια κατσαρόλα μεγάλη

δύο γυάλινες κωνικές φιάλες των 250ml

δύο πώματα λαστιχένια

μια ηλεκτρική θερμαντική πλάκα

μια λαβίδα για φιάλες

ένα γυάλινο χωνί

500 ml φρέσκο γάλα (όχι παστεριωμένο).

Πορεία του πειράματος

- 1) Βράζουμε τις κωνικές φιάλες, τα πώματα, το χωνί και το θερμόμετρο μέσα στην κατσαρόλα με νερό για 10 λεπτά, με σκοπό να τα αποστειρώσουμε. Υπολογίζουμε το χρόνο απ' τη στιγμή που το νερό αρχίζει να βράζει.
- 2) Παίρνουμε τις φιάλες με τη λαβίδα και τις γεμίζουμε με 250 ml γάλακτος την καθεμία, χρησιμοποιώντας το γυάλινο χωνί.
- 3) Τη μία την πωματίζουμε, χωρίς να παστεριώσουμε το περιεχόμενό της και την αφήνουμε σε θερμοκρασία δωματίου ως μάρτυρα.
- 4) Τοποθετούμε τη δεύτερη φιάλη με το γάλα στην κατσαρόλα με νερό που βράζει. αστεριώνουμε το γάλα θερμαίνοντας το στους 72 - 75°C για 1 λεπτό. Η θερμοκρασία του γάλακτος ελέγχεται με θερμόμετρο που έχουμε τοποθετήσει στην κωνική φιάλη. Μόλις περάσει το 1 λεπτό, αφαιρούμε το θερμόμετρο, πωματίζουμε τη φιάλη και την ψύχουμε γρήγορα βάζοντας την κάτω από τρεχούμενο νερό της βρύσης. Μετά το τέλος της παστερίωσης, αφήνεται σε θερμοκρασία δωματίου.
- 5) Στο επόμενο εργαστήριο, δηλ. μετά από 3 - 4 μέρες, ελέγχεται οργανοληπτικά το παστεριωμένο γάλα και συγκρίνεται με το μάρτυρα.

Παρατηρήσεις:

- 1) Γιατί βράζουμε τις φιάλες και τα πώματα ;
- 2) Τι παρατηρείτε στο μάρτυρα, όσον αφορά την οσμή και την εμφάνιση;