

Βιομηχανική Ψύξη

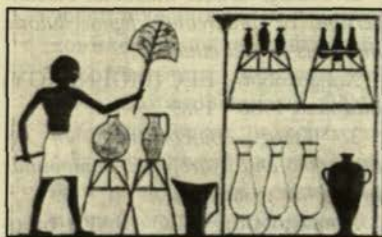
Δικλίδα ομαλοποίησης της αγοράς και στήριξης της αγροτικής οικονομίας

του Σ. Χατζηδάκη

Εισαγωγή - Αναδρομή

Η επιθυμία του ανθρώπου να προσαρμόξει τις συνθήκες και ιδιαίτερα τη θερμοκρασία των χώρων ενδιαίτησης ή δραστηριοποίησής του στις εκάστοτε ανάγκες του, υπήρξε η αιτία ανάπτυξης της βιομηχανικής ψύξης σε βαθμό, που σήμερα να επηρεάζει άμεσα την οικονομία μιας χώρας, ιδιαίτερα δε αυτή των οικονομικά ανεπτυγμένων.

Η προσπάθεια δημιουργίας θερμοκρασιών χαμηλοτέρων της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ξεκινά από την αρχαιότητα. Για το σκοπό αυτό από νωρίς γίνεται χρήση της αποθήκευσης πάγου ή χιονιού σε σπήλαια και υπογείους χώρους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με σκοπό τη χρησιμοποίησή τους το καλοκαίρι προς ψύξη τροφίμων και κυρίως ποτών. Σχετικές μαρτυρίες υπάρχουν πολλές, όπως στην Παλαιά Διαθήκη, σε κινεζικές γραφές (10 και 11 π.Χ. αιώνας) κ.ά. Είναι γνωστό π.χ. ότι ο Μ. Αλέξανδρος γιόρταζε τα επινίκια στις περσικές μάχες με συμπόσια, στα οποία τα ποτά ήταν παγωμένα με χιόνι. Η χρήση χιονιού και πάγου ήταν



Εικ.1 Ψύξη δι'εξατμίσεως στην Αίγυπτο (2500 π.Χ.)

προσφιλής και στους ρωμαίους αυτοκράτορες. Στην Αίγυπτο αντίθετα, λόγω του ζεστού και ξηρού κλίματος και της ανυπαρξίας χιονιού, στρέφονται από πολύ νωρίς στην αξιοποίηση του φαινομένου της παραγωγής ψύξης δι'εξατμίσεως (Evaporating cooling). Σε τοιχογραφίες (εικ. 1) του 2500 π.Χ. διακρίνονται δούλοι... τεχνικοί, που κρατώντας μεγάλα ριπίδια αερίζουν πορώδεις, πήλινους αμφορείς με νερό, το οποίο τελικά δι'εξατμίσεως ψύχεται. Πρόκειται για την πρώτη συνειδητή αξιοποίηση φυσικού φαινομένου από τον άνθρωπο για την παραγωγή τεχνητής ψύξης.

Η χρησιμοποίηση του πάγου ως ψυκτικού μέσου, συνεχίστηκε και συνεχίζεται μέχρι και των ημερών μας. Τα οικιακά ψυγεία πάγου ήταν σε χρήση μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του

1960, ενώ ο πάγος χρησιμοποιείται ως μέσον ψύξης και σήμερα π.χ. για την συντήρηση αλιευμάτων αλλά και για την υπό ψύξη μεταφορά ευπαθών αγροτικών προϊόντων σε σιδηροδρομικά οχήματα ψυγεία (Interfrigo).

Ο φυσικός πάγος από τις λίμνες και τα ποτάμια της Νέας Αγγλίας στην Αμερική, αποτελούσε μέχρι και τις αρχές του εικοστού αιώνα την κύρια πηγή ψύξης (εικ. 2 έως 5).

Πάγος αποθηκευμένος σε ειδικές αποθήκες (Ice house) χρησιμοποιεσε κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών για τη συντήρηση ευαλοώτων τροφίμων και ποτών και παράλληλα και ως εξαγωγίμο προϊόν προς γειτονικές χώρες, που δε διέθεταν, λόγω ήπιου κλίματος, φυσικό πάγο. Την ίδια περίοδο διακινούνταν μεγάλες ποσότητες πάγου από την Σκανδιναβία προς τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης για τις ανάγκες



Εικ.2 Συλλογή φυσικού πάγου, Boston 1850

Ο Σ. Χατζηδάκης είναι αναπληρωτής καθηγητής στο Τμ. Μηχαν/γων Μηχ/κών Ε.Μ.Π.



Εικ.3 Συλλογή φυσικού πάγου, Massachusetts 1850

της βιομηχανίας και ιδιαίτερα της βιομηχανίας ζύθου (εικ. 6).

Όμως, από τις αρχές του εικοστού αιώνα, οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις σε ψύξη και ιδιαίτερα οι απαιτήσεις της βιομηχανίας για παροχή ψύξης υπό συνεχώς χαμηλότερες θερμοκρασίες, δίνουν το προβάδισμα στην ψύξη διά μηχανικής συμπίεσης ατμού. Με την κατασκευή το 1876 από τον Carl Linde της πρώτης αξιόπιστης ψυκτικής μηχανής, που λειτουργούσε με μηχανική συμπίεση ατμού αμμωνίας, αρχίζει και εδραιώνεται πλέον, η εφαρμογή της μηχανικά παραγόμενης ψύξης (εικ. 7).

Με την εμφάνιση, τη δεκαετία του 1930, των χλωριωμένων και φθοριωμένων παραγώγων του μεθανίου και του αιθανίου, των γνωστών CFC, που χαρακτηρίστηκαν ως ψυκτικά μέσα ασφαλείας λόγω των ευνοϊκών ψυκτικών, οικονομικών και φυσιολογικών τους ιδιοτήτων, επισφραγίζεται η επικράτηση της μηχανικής ψύξης, που είναι πλέον καθολική.

Εδώ πρέπει να γίνει μία σύντομη αναφορά σε ότι αφορά στην, αλυσιδωτής μορφής, καταστρεπτική για το περιβάλλον συμπεριφορά των ψυκτικών μέσων CFC, αφού σημειωθεί ότι το γεγονός αυτό έγινε γνωστό μόλις τα τελευταία χρόνια. Οι δεσμεύσεις του



Εικ.4 Συλλογή και αποθήκευση φυσικού πάγου, Hudsonriver 1870

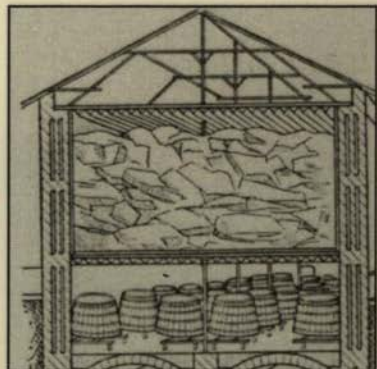
Πρωτοκόλλου του Montreal του Καναδά του 1987 αποτέλεσαν την αρχή του τέλους της χρήσης των CFC, δεδομένου ότι η συμμετοχή τους στην καταστροφή της προστατευτικής στοιβάδας του όζοντος της στρατόσφαιρας, καθώς επίσης και η συμβολή τους στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι σημαντική έως καθοριστική. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η καταστρεπτική επίδραση επί του όζοντος, που δίνεται με το χαρακτηριστικό αριθμό RODP (Relative Ozon Depletion Potential), καθώς και η συμμετοχή των CFC στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, που δίνεται με τον αριθμό RGE (Relative Greenhouse Effect), είναι για το ψυκτικό μέσο R-12 (CCl_2F_2) αντίστοιχα $\text{RODP}=0,9$ και $\text{RGE}=1,0$ και έχει διάρκεια επίδρασης περίπου 100-150 χρόνια, για το ψυκτικό μέσο R-13 (CCl_2F_2) είναι $\text{RODP}=0,45$ και



Εικ.5 Συλλογή και αποθήκευση φυσικού πάγου στην Β. Αμερική

$\text{RGE}=2,4$ και διάρκεια επίδρασης περίπου 400 χρόνια και για το R-22 (CHClF_2) είναι $\text{RODP}=0,05$ και $\text{RGE}=0,07$ και διάρκεια επίδρασης περίπου 16-22 χρόνια. Για το R-12, που έχει χαρακτηριστεί ως το πλέον επικίνδυνο για το περιβάλλον ψυκτικό μέσο, αναμένεται απόφαση της ΕΟΚ περί σταδιακής απαγορεύσεως της παραγωγής και κυκλοφορίας του στις χώρες της ΕΟΚ εντός του 1994, δέσμευση που είναι κατά πολύ πιο αυστηρή από την προβλεπόμενη στο Πρωτόκολλο του Montreal του 1987. Για τα υπόλοιπα ψυκτικά μέσα HCFC, όπως είναι π.χ. το R-22, προβλέπεται κατ' αρχήν η παραγωγή μέχρι το έτος 2020, όριο το οποίο συνεχώς αναθεωρείται.

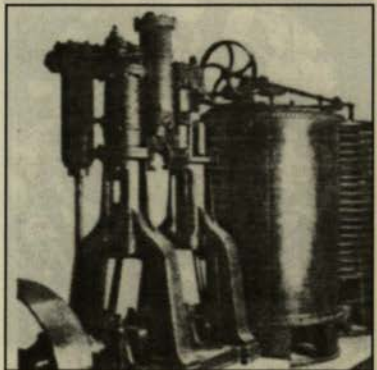
Σήμερα η βιομηχανική ψύξη και οι ψυκτικές μηχανές χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών και οι θερμοκρασίες παραγωγής ψύ-



Εικ.6 Ψύξη με φυσικό πάγο χώρων αποθήκευσης και ωρίμανσης ζύθου

ξης εκτείνονται από τις κρουγονικές θερμοκρασίες, που φθάνουν μέχρι την περιοχή του απολύτου μηδενός (μαγνητική ψύξη), έως τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος ή και υψηλότερες, για ειδικές τεχνολογικές εφαρμογές (κλιματισμός, αντλίες θερμότητας, ξήρανση).

Η με ψύξη συντήρηση φθαρτών ζωικών και φυτικών προϊόντων και γενικά τροφίμων, είναι μία από τις βασικότερες και πλέον διαδεδομένες εφαρμογές της βιομηχανικής ψύξης. Ειδικά για τον ελληνικό χώρο, λόγω των υφισταμένων κλιματολογικών συνθηκών, της μεγάλης αγροτικής παραγωγής και των μεγάλων αποστάσεων από τις ευρωπαϊκές αγορές προορισμού των εξαγωγών αλλά και προελεύσεως των εισαγόμενων ευαλλοιώτων τροφίμων, η χρησιμοποίηση ψύξης, τόσο στην αποθήκευση όσο και στη διακίνηση φθαρτών προϊόντων, είναι απολύτως αναγκαία, αποτελεί δε απαραίτητη



Εικ.7 Η πρώτη ψυκτική μηχανή του Carl v. Linde 1876.



Εικ.8 Κατάψυξη βοείου κρέατος με υγροποιημένο άζωτο

προϋπόθεση για τη στήριξη της αγροτικής οικονομίας της χώρας.

Ψύξη ζωικών και φυτικών προϊόντων

Η μακροχρόνια συντήρηση ευπαθών προϊόντων σε περιβάλλον χαμηλών θερμοκρασιών βασίζεται στο γεγονός ότι η ψύξη επιδρά ανασταλικά στην ανάπτυξη των υπευθύνων για τις αλλοιώσεις στα ζωικά και φυτικά προϊόντα μικροοργανισμών. Στην περίπτωση των ζωικών προϊόντων δεν υπάρχουν θεωρητικά τουλάχιστον όρια για την εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μακροχρόνια αποθήκευση σε βιομηχανικούς ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης κατεψυγμένων προϊόντων.

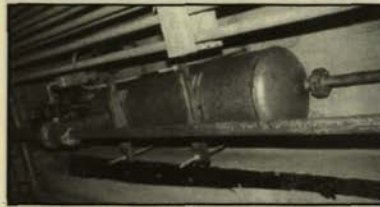
Η με ψύξη συντήρηση φυτικών προϊόντων αντίθετα, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, δεδομένου ότι εδώ και μετά τη συγκομιδή παρατηρούνται χαρακτηριστικές βιολογικές διεργασίες, όπως η αναπνοή, η διαπνοή, η παραγωγή CO₂ και αιθυλενίου αλλά και θερμο-



Εικ.9 Κατάψυξη βοείου κρέατος εντός θαλάμου βραδείας κατάψυξης στους -18°C.

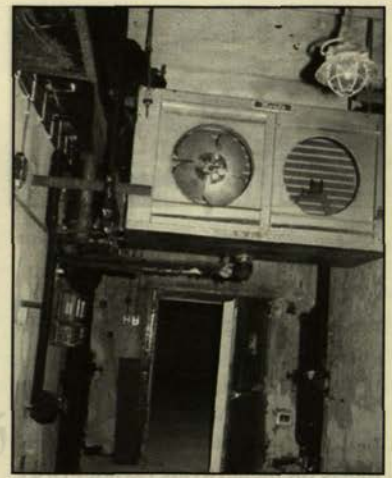
τητος. Οι διεργασίες αυτές υπό την επίδραση της ψύξης, επιβραδύνονται σημαντικά. Στην περίπτωση των φυτικών προϊόντων η θερμοκρασία συντήρησης δεν μπορεί να είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας σταθεροποίησης, προς αποφυγή καταστροφής των ιστών του προϊόντος και διακοπή των πιο πάνω διεργασιών.

Στην κατάψυξη, που εφαρμόζεται κυρίως στα ζωικής προελεύσεως προϊόντα, χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες σημαντικά χαμηλότερες της θερμοκρασίας στερεοποίησης και επιδιώκεται η διά της στερεοποίησης δέμευσή του για την ανάπτυξη των διαφόρων μικροοργανισμών απαραίτητου ύδατος, γεγονός που οδηγεί τελικά στην καλύτερη μακροχρόνια συντήρηση του προϊόντος. Η ταχύτητα μεταβάσεως από τη νοπή κατάσταση στην κατάσταση κατάψυξης, είναι βασικής σημασίας για την ποιότητα των κατεψυγμένων προϊόντων, γιατί ε-



πιδρά άμεσα στο μέγεθος των σχηματιζόμενων παγοκρυστάλλων και βεβαίως, εξαρτάται από την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη μέθοδο κατάψυξης.

Η χρησιμοποίηση υγροποιημένου αζώτου π.χ. οδηγεί στον σχηματισμό πολύ μικρών παγοκρυστάλλων, που είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι εντός και εκτός των μυικών ινών. Αντίθετα, κατάψυξη εντός ψυκτικού θαλάμου ηρέμου ψύξεως, θερμοκρασίας -18°C, οδηγεί στον σχηματισμό μεγάλων παγοκρυστάλλων και εκτός των μυικών ινών, καθώς και σε παραμορφώσεις των ιστών. Η διαφορά στη διεργασία κατάψυξης φαίνεται αργότερα κατά την απόψυξη του κατεψυγμένου προϊόντος. Στη δεύτερη περίπτωση, το νερό που προέρχεται από τους παγοκρυστάλλους, δεν είναι δυνατόν να επαναπορροφηθεί από το προϊόν και εκκρίνει υπό μορφή κοκκινωπού ορού, συμπαρασύροντας διάφορα θρεπτικά συστατικά. Τελικό αποτέλεσμα είναι η



σημαντική υποβάθμιση του προϊόντος λόγω μειωμένης ποιότητας, γευστικότητας και κακής εξωτερικής εμφάνισης. Έτσι σήμερα, η βραδεία κατάψυξη εντός θαλάμων χαμηλών μέν θερμοκρασιών αλλά φυσικής κυκλοφορίας διακίνηση του ψυχρού αέρα έχει πλήρως εγκαταληφθεί και αντ'αυτής χρησιμοποιείται η ταχεία κατάψυξη εντός σφραγών κατάψυξεως, με κυκλοφορία ψυχρού αέρα κατά αντιστροφή ή εγκάρσια ροή, και επιφανειακές ταχύτητες αρκετά υψηλές. Πρέπει εδώ να τονισθεί ιδιαίτερα ότι η ελπινοκατάψυξη αποψυχθέντος προϊόντος, όπως αυτό συχνά συμβαίνει-ηθελήμενα ή όχι-σε καταστήματα και υπαίθριες αλλά και κεντρικές αγορές πώλησεως κατεψυγμένων προϊόντων και ιδιαίτερα αλιευμάτων και κρέατος, θα οδηγήσει στο σχηματισμό μεγάλων παγοκρυστάλλων και επομένως, υποβάθμιση του προϊόντος. Η ψυκτική άλυσος, που περιλαμβάνει και την εμπορία και τη διάθεση των κατεψυγμένων προϊόντων, πρέπει να παραμείνει άθικτος μέχρι και τον τελικό αποδέκτη, που είναι ο καταναλωτής.

Σε αντίθεση με ότι ισχύει για τα προϊόντα ζωικής προελεύσεως, στην





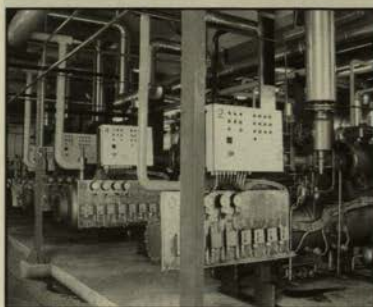
περίπτωση των φυτικών προϊόντων, εκτός του ότι υπάρχει κατώτατο και ανυπερέβλητο όριο για τη θερμοκρασία συντηρήσεως (θερμοκρασία στερεοποίησης), η επιτυχής έκβαση της μακροχρόνιας συντηρήσεως αυτών, εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως ο βαθμός ωριμάσεως του προϊόντος, οι κλιματολογικές συνθήκες του τόπου καλλιέργειας, η φυσιολογική και βιοχημική συμπεριφορά του προς αποθήκευση προϊόντος ένταντι των χαμηλών θερμοκρασιών κ.α., με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή καθ'αρχήν η μακροχρόνια αποθήκευση όλων των νωπών φυτικών προϊόντων.

Η προσπάθεια παράτασης του χρόνου συντηρήσεως και στην περίπτωση των προϊόντων αυτών, οδήγησε στην ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών αποθήκευσης, των ευπαθών αυτών προϊόντων, που ξεκινούν από την απλή αποθήκευση σε ψυχρούς, υπόγειους π.χ. χώρους και φθάνουν στην αποθήκευση σε μηχανικά ψυχόμενους χώρους υπό πλήρως ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Στην υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα αποθήκευση, που καλείται και CA-αποθήκευση (Controlled Atmosphere Storage), τα προϊόντα αποθηκεύονται εντός αεροστεγανών ψυκτικών θαλάμων, των οποίων η μέν περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO₂ έχει αυξηθεί, η δε περιεκτικότητάσε O₂ έχει ελατωθεί, συγκριτικά πάντοτε ως προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η ελάττωση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε O₂ και η ταυτόχρονη αύξηση του CO₂, μέχρι ωρισμένα εκάστοτε επιτρεπτά όρια, σε συνδυασμό και με την εφαρμοζόμενη ψύξη, οδηγεί σε εντονότερη ανάσχεση των βιολογικών διεργασιών που παρατηρούνται στα νωπά φυτικά προϊόντα.

Αποτέλεσμα της νέας αυτής τεχνικής αποθήκευσεως, είναι η σημαντική επιβράδυνση του ρυθμού ωριμάσεως των

αποθηκευμένων προϊόντων, η επιβράδυνση ή και αναστολή της δραστηριότητας των υπευθύνων για τις αλλοιώσεις μικροοργανισμών, η δυνατότητα αυξήσεως της σχετικής υγρασίας εντός του θαλάμου, και επομένως, ο περιορισμός των απωλειών βάρους του αποθηκευμένου προϊόντος, ιδιαίτερα δε κατά την μακροχρόνια αποθήκευση, η επιμήκυνση του χρόνου αποθηκεύσεως και τέλος η επίτευξη καλύτερης συμπεριφοράς των προϊόντων και μετά την έξοδό τους από τους ψυκτικούς θαλάμους, γεγονός που διευκολύνει στη συνέχεια τη διακίνηση και διάθεσή τους στην αγορά.

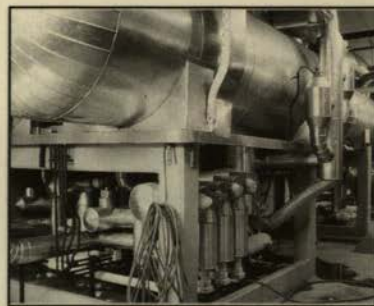
Η ταχύτητα δημιουργίας της εκάστοτε απαιτούμενης χαμηλής περιεκτικότητας του χώρου σε O₂ είναι καθοριστική για το αποτέλεσμα της αποθηκεύσεως και γι' αυτό σήμερα στις σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες αποθηκεύσεως υπό νωπών αγροτικών προϊό-



ντων, χρησιμοποιούνται αναγωγείς καταλυτικές καύσεως O₂, συσκευές εκτοξεύσεως N₂ ή ημιπερατές μεμβράνες. Η διατήρηση του CO₂ στα επιθυμητά όρια επιτυγχάνεται με τη βοήθεια υγρών απορροφητών ή ξηρών προσροφητών ενεργού άνθρακα, η αναγωγή των οποίων γίνεται με θερμό αέρα περιβάλλοντος.

Πρόψυξη-Μεταφορά υπό ψύξη

Η ποιοτική και ποσοτική βελτίωση της αγροτικής παραγωγής οδηγεί σε περιόδους παραγωγικής αιχμής σε υπερπαραγωγή και υπερπροσφορά προϊόντων, με τα γνωστά αποτελέσματά. Η ανάγκη εξομάλυνσης της αγοράς με αντίστοιχη προσαρμογή της προσφοράς στην εκάστοτε ζήτηση, ώστε να επιτυγχάνεται σταθερότητα τιμών και διασφάλιση και του αγροτικού εισοδήματος αλλά και των καταναλω-



τών, οδήγησε αφ'ενός μόν στην εντατικοποίηση των εξαγωγικών προσπαθειών και αφ'ετέρου στην υπό ψύξη μακροχρόνια αποθήκευση του πλεονάζοντος προϊόντος. Με δεδομένες τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού και τον επίσης συνεχώς αυξανόμενο διεθνή ανταγωνισμό, η επιτυχής διάθεση ενός προϊόντος στις αγορές του εξωτερικού αλλά και του εσωτερικού, εξαρτάται άμεσα από την τελική ποιότητα του προσφερομένου προϊόντος. Έτσι, και κατά τη διακίνηση των ευπαθών νωπών αγροτικών προϊόντων προς τα διάφορα απομακρυσμένα κέντρα διάθεσής τους στο εξωτερικό, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη χρησιμοποίησης ενδεδειγμένης πρόψυξης και σωστών συνθηκών ψύξης κατά τη μεταφορά. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι όπως προκύπτει από στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, το χαρακτηριστικό έτος 1984 π.χ. διακινήθηκαν προς τις διάφορες αγορές του εξωτερικού, συνολικά περίπου 650.000 τόνοι ευπαθών νωπών αγροτικών προϊόντων. Η μεταφορά των προϊόντων αυτών έγινε οδικά, σιδηροδρομικά, διά θαλάσσης, και για σχετικά μικρό μέρος, αεροπορικά. Προσορισμός ήταν κυρίως η Δ. Ευρώπη (67,5%), η Α. Ευρώπη (27,5%) και οι αραβικές χώρες της Μ. Ανατολής (4,5%). Οι πρόσφατες πολιτικές εξελίξεις στα βόρεια σύνορα της χώρας, επιδρούν επιβαρυντικά στις εξαγωγές λόγω, επιμήκυνσης των χερσαίων διαδρομών και κατ'επέκταση του χρόνου μεταφοράς και η ψύξη είναι αυτή που μπορεί να συνδράμει και εδώ στην αντιμετώπιση της κατάστασης.

Είναι γνωστό ότι με τη βοήθεια της πρόψυξης ταχεία μετάβαση από τη θερμοκρασία παραγωγής στη θερμοκρασία συντηρήσεως ενός προϊόντος συμβάλλει στην καλύτερη διατήρησή



Υφιστάμενη κατάσταση - Προοπτικές

Οι κλιματικές συνθήκες, ο διεθνής ανταγωνισμός και οι συνεχώς αυξανόμενες ποιοτικές απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού, σε συνδυασμό και με τις υφιστάμενες διεθνείς προδιαγραφές σχετικά με την παραγωγή, διακίνηση και συντήρηση ευαλλοίωτων προϊόντων, οδήγησαν στην ευρύτετη εφαρμογή της ψύξης για βραχυχρόνια και μακροχρόνια αποθήκευση νωπών και κατεψυγμένων ευπαθών ζωικών και φυτικών προϊόντων αλλά και για τη συντήρηση ευαλλοίωτων προϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων, τόσο στους χώρους παραγωγής, τυποποίησης και αποστολής, όσο και στους χώρους αποθηκεύσεως πρώτης ύλης και έτοιμου προϊόντος.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία η χώρα παρουσιάζει επάρκεια σε βιομη-

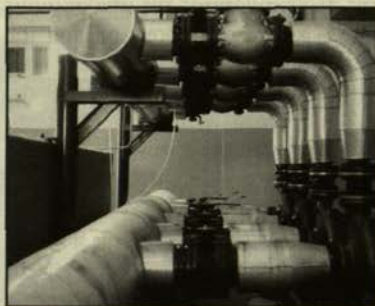


χανικούς ψυκτικούς θαλάμους ψύξης και κατάψυξης. Η επάρκεια όμως αυτή είναι μόνο θεωρητική και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα, αποφάσεις και εφηνσυχασμούς, γιατί δεν έχουν ληφθεί υπόψη διάφοροι παράγοντες και παράμετροι, που επηρεάζουν καίρια το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, που τελικά είναι η διάθεση του προϊόντος στις αγορές του εσωτερικού και ιδιαίτερα του εξωτερικού. Η στατιστική θεώρηση δεν λαμβάνει υπόψη τον παράγοντα διεθνής ανταγωνισμός, που διαρκώς αυξάνει στις αγορές του εξωτερικού, προς τις οποίες και στρέφεται κατά κύριο λόγο η αγροτική παραγωγή και οι προσπάθειες της δυναμικά αναπτυσσόμενης βιομηχανίας τροφίμων. Ο ανταγωνισμός, που τελευταία άρχισε να γίνεται αισθητός και εμφανής και στην εσωτερική αγορά, επιβάλλει τη συνεχή βελτίωση και ανανέωση των εγκαταστά-

σεων και του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Είναι γνωστό ότι η ποιοτική στάθμη αρκετών από τις υφιστάμενες ψυκτικές εγκαταστάσεις, ιδιωματικές και συνεταιριστικές, ευρίσκεται είτε λόγω ανεπτυχούς έως κακής μελέτης-αρχιτεκτονικής και μηχανολογικής-είτε λόγω ηλικίας και πλημμελούς συντηρήσεως, σε χαμηλό έως απαράδεκτα χαμηλό επίπεδο. Οι εγκαταστάσεις αυτές λειτουργούν λόγω της υφισταμένης ελλείψεως σε ψυκτικούς χώρους, κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα και εξυπηρετούν την εσωτερική αγορά, που δυστυχώς συχνά εμφανίζεται σχετικά ελαστική σε θέματα προδιαγραφών.

Χαρακτηριστική είναι η εικόνα που παρουσιάζει το ψυχοστάσιο βιομηχανικού ψυγείου μικρής σχετικής ηλικίας (εικ.10 και 11), που λειτουργούσε λόγω της κεντρικής του θέσης μέχρι πρόσφατα. Διακρίνονται τα έντονα σημεία της διάβρωσης των επιμέρους στοιχείων, ως αποτέλεσμα των ατελειών της μελέτης και της κατασκευής αλλά στη συνέχεια και της πλημμελούς συντηρήσεως της εγκαταστάσεως. Την ίδια κακή εικόνα παρουσιάζουν και οι θάλαμοι καταψύξεως του ψυγείου αυτού (Εικ.12). Η διάβρωση των στοιχείων ψύξης είναι έντονη και η θερμομόνωση της οροφής έχει αποκολληθεί λόγω συμπυκνωμάτων, ως αποτέλεσμα των ατελειών της μελέτης για την θερμομόνωση και υγροπροστασία των οικοδομικών και μηχανολογικών στοιχείων του θαλάμου. Η ανεπάρκεια της μελέτης για ψυγείο κατασκευής της δεκαετίας του '70 φαίνεται και από την ανεπίτρεπτη διαστασιολόγηση και κατασκευή των θυρών προσπέλασης των αποθηκευτικών χώρων του ψυγείου (εικ.13). Οι πόρτες με το πολύ μικρό άνοιγμά τους δεν επιτρέπουν την διέλευση περνοφόρων οχημάτων, που



της αρχικής του ποιότητας τόσο κατά τη μακροχρόνια, όσο και κατά τη βραχυχρόνια συντήρηση αλλά και κατά την υπό ψύξη διακίνησή του. Η σχετικά μεγάλη ψυκτική ισχύς, που απαιτείται κατά τη διεργασία της πρόψυξης, επέβαλε σήμερα τη χρησιμοποίηση ιδιαίτερης ψυκτικής μονάδας και ιδιαίτερων χώρων πρόψυξης, καθώς επίσης και την εφαρμογή συγκεκριμένων τεχνικών.

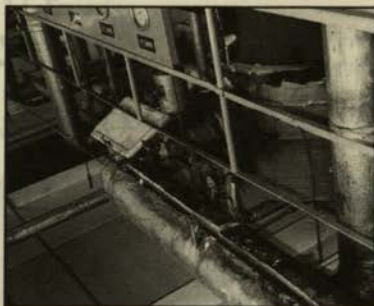
Η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής για την πρόψυξη, βασίζεται στο είδος του εκάστοτε προϊόντος και στις συνθήκες και συνήθειες της αγοράς προορισμού εσωτερικού ή εξωτερικού. Ενδεικτικά αναφέρονται οι πιο γνωστές μέθοδοι πρόψυξης, που κυρίως χρησιμοποιούνται σήμερα και οι οποίες είναι η υδροψύξη (Hydrocooling), η ψύξη υπό κενό (Vacuumcooling), η ψύξη βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα (Forced air cooling) και η ψύξη βεβιασμένης κυκλοφορίας υγρού αέρα (Wet forced air cooling). Η μέθοδος της πρόψυξης με συγκέντρωση της ψυκτικής ισχύος του κεντρικού συστήματος ψύξης στον εκάστοτε θάλαμο, που θα χρησιμοποιηθεί για πρόψυξη, δεν ενδείκνυται για πολλούς λόγους, κυρίως δε γιατί λόγω εφαρμοζομένης γεωμετρίας στους κοινούς θαλάμους αποθηκεύσεως και της σχετικά μικρής και ανομοιόμορφης διακίνησης του ψυχρού αέρα, η πρόψυξη του προϊόντος που τελικά επιτυγχάνεται, είναι ανομοιόμορφη και απαιτεί άνωικονομικά μεγάλο χρόνο (βραδεία πρόψυξη). Πρόψυξη εντός των οχημάτων μεταφοράς κατά τη διάρκεια της διακίνησης των προϊόντων, είναι επίσης ανεπίτρεπτη λόγω της σχετικής ανεπάρκειάς τους σε ψυκτική ισχύ, που βαιικά είναι προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις για ψύξη κατά τη μεταφορά.



κατά κανόνα χρησιμοποιούνται για την ταχεία διακίνηση των αγαθών, επιβαρύνοντας έτσι, το λειτουργικό κόστος της μονάδας. Επιπλέον, πόρτες του τύπου αυτού δεν διασφαλίζουν τη στεγανοποίηση των ανοιγμάτων, ιδίως δε στις χαμηλές θερμοκρασίες της κατάψυξης.

Η πλειονότητα όμως των ψυκτικών εγκαταστάσεων βιομηχανικής ψύξης και ιδιαίτερα εκείνων που κατασκευάστηκαν πρόσφατα, ανταποκρίνονται πλήρως στις διεθνείς προδιαγραφές και απαιτήσεις. Οι επενδύσεις που έγιναν και γίνονται τελευταία, από ιδιώτες και συνεταιριστικούς φορείς, στην περιοχή αυτή της βιομηχανίας τροφίμων προς απόκτηση σύγχρονου εξοπλισμού και εγκαταστάσεων και εναρμονισμό προς τις κοινοτικές οδηγίες, είναι σημαντικές. Έτσι, η εικόνα που παρουσιάζει σήμερα η ελληνική βιομηχανική ψύξη συγκριτικά και ως προς τους ανταγωνιστές του εξωτερικού, είναι πολύ ικανοποιητική

και με βελτιωτικές τάσεις. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις σύγχρονων ψυκτικών εγκαταστάσεων και στοιχείων αυτών από διάφορες ιδιωτικές (εικ.14 και 15) και συνεταιριστικές βιομηχανίες (εικ.16 έως 20), δίνονται στα επόμενα. Το επίπεδο των κατασκευών αυτών αποδεικνύει την εμπειρία και την υψηλή τεχνολογική στάθμη των ελληνικών τεχνικών και κατασκευαστικών εταιριών, των οποίων η δραστηριοποίηση επεκτείνεται ήδη στον ευρωπαϊκό χώρο.



Η προσπάθεια αυτή πρέπει να υποστηριχθεί και από την πλευρά των τεχνικών, πανεπιστημιακών και ερευνητικών φορέων και να επιδιωχθεί η διεξαγωγή κοινών ερευνητικών προγραμμάτων εφαρμοσμένης έρευνας με την συνδρομή και της πολιτείας.

Το Εργαστήριο Ψύξης και Κλιματισμού του ΕΜΠ δραστηριοποιείται προς την κατεύθυνση αυτή, ιδιαίτερα

δε στις περιοχές ψυκτικές εγκαταστάσεις μηχανικής συμπίεσεως ατμού και απορροφήσεως, συντήρηση ευπαθών προϊόντων, θερμοδυναμική συμπεριφορά ψυκτικών μέσων και μυγμάτων, καθώς και θερμοδυναμική συμπεριφορά θερμομονωτικών υλικών και οικοδομικών στοιχείων. Υπάρχουν επίσης προγράμματα παροχής τεχνολογικών υπηρεσιών προς κατασκευαστικές βιομηχανίες και βιοτεχνίες. Με την ολοκλήρωση προγραμματισμένων εργασιών συμπλήρωσης και βελτίωσης της υφιστάμενης υποδομής του Εργαστηρίου, θα είναι δυνατή η διεξαγωγή και μετρήσεων διερεύνησης της λειτουργικής συμπεριφοράς ψυκτικών εγκαταστάσεων με νέα φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά μέσα αμγή, καθώς και ζεοτροπικά μίγματα αυτών.

Κλείνοντας την σύντομη αυτή αναφορά στην ψύξη, που βέβαια δεν ήταν δυνατόν να συμπεριλάβει όλους τους τομείς και τις εφαρμογές της, πρέπει να τονισθεί ότι με τη συντονισμένη προσπάθεια όλων των εμπλεκομένων κρατικών και ιδιωτικών φορέων, είναι δυνατόν και πρέπει να ξεπεραστούν οι ανασταλτικοί παράγοντες και τα εμπόδια και αντικίνητρα που τυχόν υπάρχουν, ώστε να συνεχισθεί και διευρυνθεί η ανάπτυξη του κλάδου και η πρόσβαση στις αγορές του εξωτερικού.

