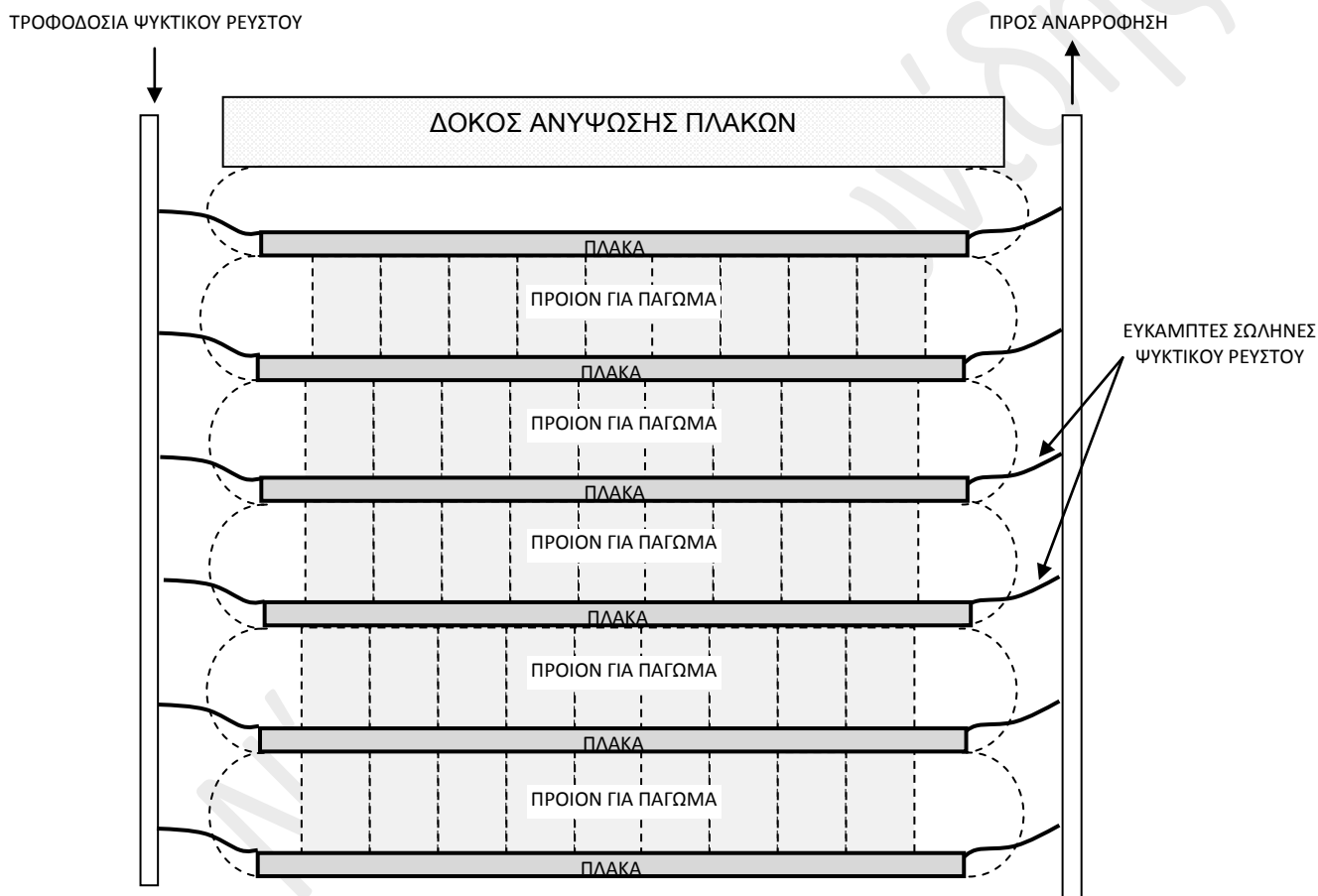


ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΓΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΤΑΨΥΞΗ (FREEZING) – Β΄

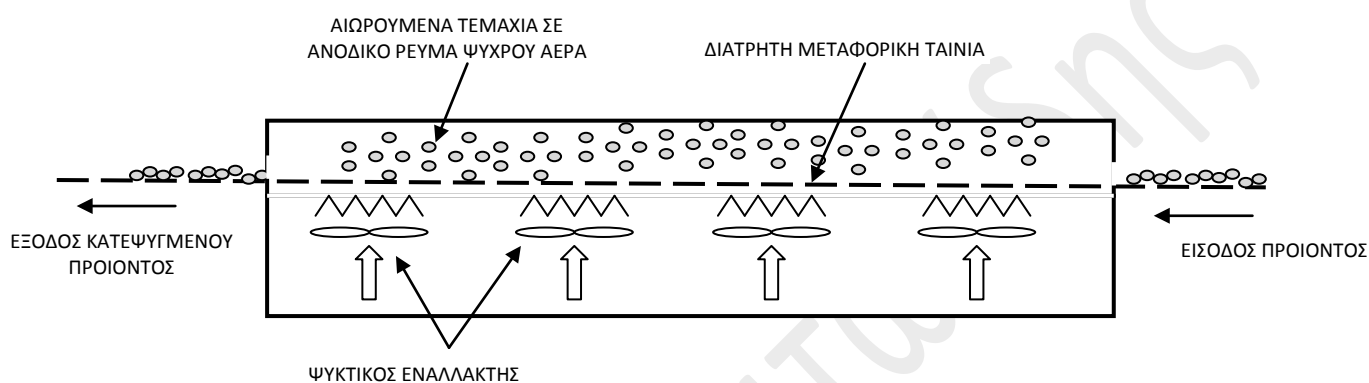
Πλακοειδείς καταψύκτες επαφής (contact plate freezers): Τα κιβώτια «στριμώνονται» ανάμεσα από «παγωμένες» πλάκες, εντός των οποίων κυκλοφορεί ψυκτικό ρευστό. Οι πλάκες παραμένουν κλειστές μέχρι να παγώσει το προϊόν. Κατόπιν ανοίγουν και αποσύρεται το προϊόν, συνήθως πάνω σε μια μεταφορική ταινία. Η κατευθείαν επαφή του προϊόντος με τη κρύα πλάκα επιταχύνει πολύ το πάγωμα. Από την άλλη πλευρά, ένα μειονέκτημα είναι η περιπλοκή του όλου μηχανισμού. Η διάταξη φαίνεται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4 : Διάταξη πλακοειδούς καταψύκτη επαφής (contact plate freezer).

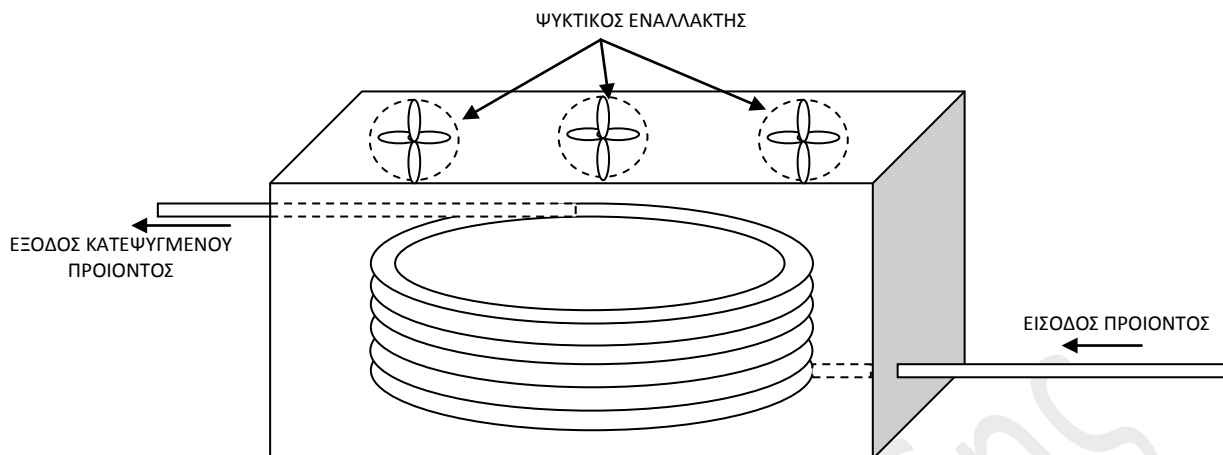
Ταχυκαταψύκτες μεμονωμένων τεμαχίων με μεταφορική ταινία (Individually Quick Frozen – IQF – conveyor freezers): Με το σύστημα αυτό, καταψύχονται μεμονωμένα ένα – ένα τα τεμάχια του τροφίμου (π.χ. αρακάς, προτηγανισμένες πατάτες). Το προϊόν μεταφέρεται με μια ταινία, που είναι διάτρητη. Καθώς το προϊόν μετακινείται οριζόντια, φυσάει από κάτω κατακόρυφα

προς τα πάνω ρεύμα ψυχρού αέρα. Η ταχύτητα του αέρα είναι τέτοια, ώστε τα τεμάχια ανασηκώνονται (αιωρούνται). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι τα τεμάχια δεν συγκολλώνται μεταξύ τους. Ο χρόνος παραμονής στο ψυχρό διαμέρισμα είναι μερικά λεπτά. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό σαν "IQF" (Individually Quick Frozen) και είναι κατάλληλο για προϊόντα μικρών τεμαχίων, όπως ο αρακάς, το καλαμπόκι, αλλά και μεγαλύτερα, όπως πατάτες και γαρίδες. Η διάταξη του καταψύκτη IQF φαίνεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5 : Διάταξη ταχυκαταψύκτη μεμονωμένων τεμαχίων με μεταφορική ταινία (Individually Quick Frozen – IQF – conveyor freezer).

Σπироειδείς καταψύκτες (spiral freezers): Ο τύπος αυτός είναι δημοφιλής, λόγω του μικρού του όγκου. Τα ασυσκεύαστα τεμάγια «ταξιδεύουν» σε ένα ελικοειδή σπироειδή ταινία. Λόγω της σπироειδούς διάταξης, τα τεμάχια διανύουν μεγάλο μήκος εντός μικρού σχετικά όγκου. Η σπироειδής ταινία βρίσκεται ολόκληρη μέσα σε θάλαμο, εντός του οποίου κυκλοφορεί ο ψυχρός αέρας με μεγάλη ταχύτητα. Η διάταξη του σπироειδούς καταψύκτη επιτρέπει ένα χρόνο παραμονής για πάγωμα από μισή μέχρι δυο ώρες. Η διάταξη του σπироειδούς καταψύκτη φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6 : Σπυροειδής καταψύκτης

Κρυογενικοί καταψύκτες : Μια εύκολη μέθοδος, που μάλιστα επιτυγχάνει ταχύτατη κατάψυξη, είναι ο καυευθείαν ψεκασμός των προϊόντων με υγρό άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα (κρυογενικά αέρια). Κάποιες φορές, η κρυογενική κατάψυξη χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια άλλη συμβατική μέθοδο κατάψυξης: Σε ένα πρωκαταρκτικό στάδιο, ψεκάζεται το προϊόν με κρυογενικό αέριο, ώστε να σχηματιστεί μια παγωμένη κρούστα. Κατόπιν το προϊόν εισάγεται σε ένα συμβατικό καταψύκτη, σαν αυτούς που περιγράφηκαν στα προηγούμενα. Η κρούστα προστατεύει το προϊόν από αφυδάτωση. Το άζωτο και το διοξείδιο του άνθρακα φυλάσσονται σε υγρή μορφή, σε δοχεία ψηλής πίεσης. Κατά τη ψυρογενική κατάψυξη, τα υγρά αυτά εκτονώνονται και ψεκάζονται επί του προϊόντος σε μια μορφή υγρού – αερίου, το οποίο για το άζωτο έχει θερμοκρασία -196°C (η θερμοκρασία κορεσμού στην ατμοσφαιρική πίεση). Η συντριπτική πλειοψηφία της ποσότητας της αφαιρούμενης θερμότητας οφείλεται στην εξάτμιση του υγρού αζώτου (λανθάνουσα), ενώ ένα μικρό ποσοστό οφείλεται στο ζέσταμα του αερίου (αισθητή). Όταν όμως χρησιμοποιείται διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχει μια ιδιαιτερότητα : Όταν εκτονώνεται σε ατμοσφαιρική πίεση, βρίσκεται σε μια κατάσταση μίγματος στερεού – αερίου. Κατόπιν, η θερμότητα αφαιρείται με την εξαχνωση του στερεού διοξειδίου και με το ζέσταμα του ψυχρού αερίου.

Η κρυογενική κατάψυξη απαιτεί επένδυση πολύ χαμηλότερου κόστους, σε σχέση με τις άλλες συμβατικές μεθόδους. Όμως, το κόστος λειτουργίας είναι 2 ως 6 φορές μεγαλύτερο (1). Αυτά τα χαρακτηριστικά οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η κρυογενική κατάψυξη χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις μικροποσοτήτων ή όταν η ευαισθησία του προϊόντος επιβάλλει πολύ γρήγορη κατάψυξη. Να σημειωθεί πάντως, ότι υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα, όσον αφορά την επίδραση της κρυογενικής κατάψυξης επί των προϊόντων:

- Σύμφωνα με την αναφορά (2), όταν η κατάψυξη γίνεται με κατευθείαν εμβαπτισμό του προϊόντος σε υγρό άζωτο για μικρό διάστημα, η κατάψυξη επιτυγχάνεται ταχύτατα, **αλλά μπορεί να σχηματίζονται ρωγμές στην επιφάνεια του προϊόντος**, αν δεν λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα. Στην ίδια αναφορά συνιστάται να ελέγχεται η ταχύτητα κατάψυξης, ώστε να αποφεύγεται η πολύ μεγάλη ταχύτητα κατάψυξης, που μπορεί να καταλήξει σε εύθραυστα προϊόντα.
- Στην ίδια αναφορά συνιστάται να προηγείται μια πρόψυξη με αέριο άζωτο και κατόπιν ένας ήπιος ψεκασμός με υγρό άζωτο. Έτσι έχουμε μια οπωσδήποτε ταχεία κατάψυξη, αλλά με ένα πιο ελεγχόμενο τρόπο. Ανάλογα με τον εξοπλισμό, οι ταχύτητες κατάψυξης έχουν ως εξής :

ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ (ΕΚΑΤΟΣΤΑ ΑΝΑ ΩΡΑ)
Θάλαμος "blast freezer"	< 0,5 cm/h
Τούνελ blast freezer / σπироειδής καταψύκτης	0,5 – 1,5 cm/h
Πλακοειδής καταψύκτης επαφής	1,2 – 2,5 cm/h
Ταχυκαταψύκτες μεμονωμένων τεμαχίων	1,5 – 3 cm/h
Κρυογενικοί καταψύκτες	3 – 10 cm/h

Αναφορές

1. Wilbert F. Stoecker "Industrial Refrigeration Handbook", McGraw Hill, 1998
2. «Recommendations for the processing and Handling of Frozen Foods», International Institute of Refrigeration (IIR), 4th edition 2006