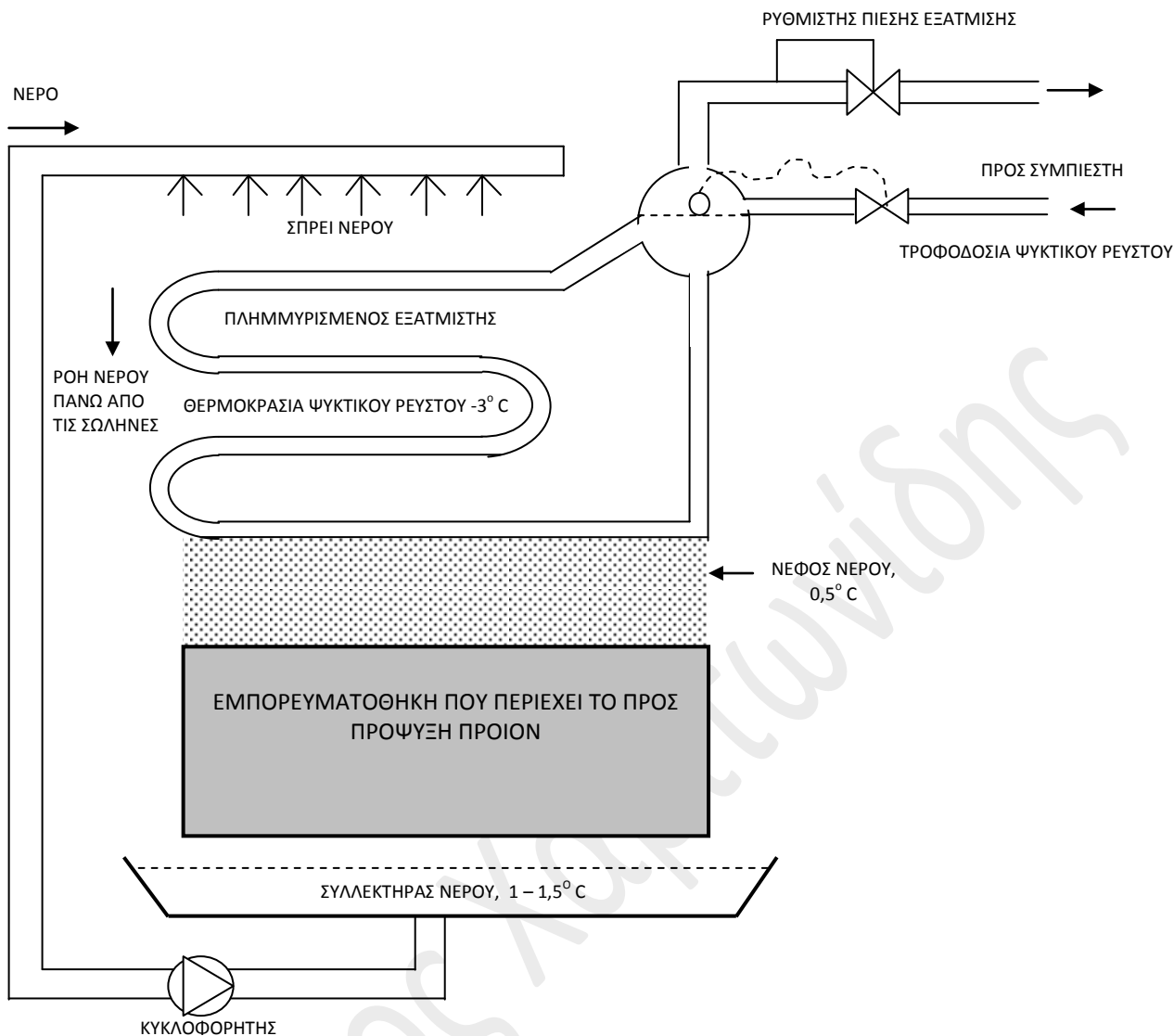


ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΨΥΞΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ – Β΄

ΠΡΟΨΥΞΗ ΜΕ ΕΜΒΑΠΤΙΣΜΟ Ή ΨΕΚΑΣΜΟ ΜΕ ΨΥΧΡΟ ΝΕΡΟ (HYDROCOOLING)

Η μέθοδος "HYDROCOOLING" φέρνει το προϊόν σε κατευθείαν επαφή με ψυχρό νερό, είτε με ψεκασμό, είτε με βύθιση στο νερό. Τυπικά προϊόντα που προψύχονται με αυτή τη μέθοδο είναι τα αχλάδια, τα νεκταρίνια, τα κεράσια, τα δαμάσκηνα, το γλυκό καλαμπόκι, το σέληνο, τα ραπανάκια και τα καρρότα (1). Η μέθοδος HYDROCOOLING συνήθως επιτρέπει την αυθημερόν με τη συγκομιδή πρόψυξη και παραλαβή της συγκομιδής, που είναι σημαντικό εμπορικό πλεονεκτήμα. Η μοναδική μεταβλητή, που επηρεάζει το χρόνο πρόψυξης και βρίσκεται υπό τον έλεγχο του λειτουργού του ψυκτικού συγκροτήματος, είναι η θερμοκρασία του νερού. Η ταχύτητα του νερού δεν παίζει ουσιαστικό ρόλο, όπως στη περίπτωση του αέρα. Ο συντελεστής θερμικής αγωγής μεταξύ νερού και επιφάνειας προϊόντος είναι τόσο ψηλός, ώστε πρακτικά η θερμοκρασία του νερού και η θερμοκρασία της επιφάνειας του προϊόντος είναι ίδιες. Κατόπιν των ανωτέρω, γίνεται φανερό ότι η θερμοκρασία του νερού στην είσοδο – έξοδο της διεργασίας HYDROCOOLING πρέπει να είναι όσο γίνεται χαμηλότερη. Ειδικά η θερμοκρασία εισόδου πρέπει να είναι όσο γίνεται κοντύτερα στους 0° C, ενώ η θερμοκρασία εξόδου γύρω στον 1° C. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται μια διάταξη HYDROCOOLING με ψεκασμό νερού.

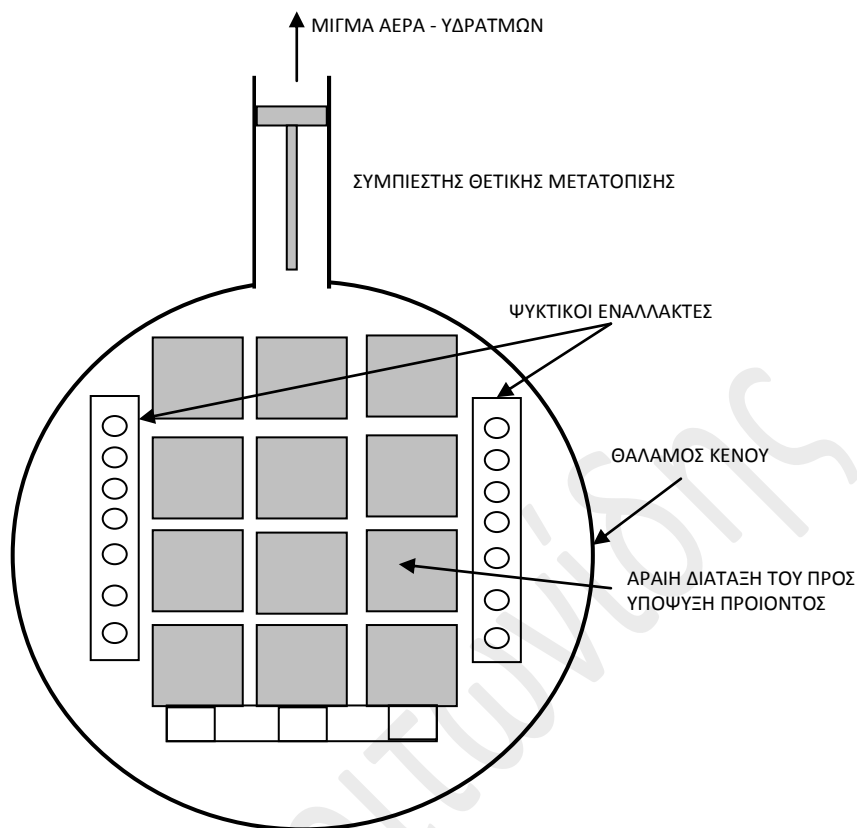


Σχήμα 2 : Διάταξη πρόψυξης που παρέχει νερό κοντά στο σημείο παγώματος (0° C).

Το ψυκτικό κύκλωμα που ενδείκνυται, είναι του τύπου «πλημμυρισμένου εναλλάκτη» (flooded evaporator), ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη θερμοκρασία κατά μήκος ολόκληρου του εξατμιστή. Η εξάτμιση γίνεται μερικώς βαθμούς κάτω από τους 0° C. Έτσι, στην εξωτερική επιφάνεια του εναλλάκτη σχηματίζεται ένα λεπτό στρώμα πάγου, που είναι επιθυμητό, δεδομένου ότι εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια του εναλλάκτη ακριβώς 0° C. Πράγματι, η εξωτερική επιφάνεια του πάγου δεν μπορεί να είναι ούτε μικρότερη ούτε μεγαλύτερη από 0° C (ενώ η εσωτερική του επιφάνεια, δηλαδή αυτή που βρίσκεται σε επαφή με τον εναλλάκτη είναι < 0° C). Με άλλα λόγια, το πάχος του στρώματος του πάγου αυξάνεται προοδευτικά, μέχρι η θερμοκρασία της εξωτερικής του επιφάνειας να φθάσει τους 0ο C. Περεταίρω αύξηση του πάχους είναι αδύνατη.

ΠΡΟΨΥΞΗ ΜΕ ΚΕΝΟ (VACUUM COOLING)

Η μέθοδος πρόψυξης με κενό είναι διαδομένη στα πλατύφυλλα λαχανικά, όπως μαρούλια, σπανάκι, αντίδια, μαιντανό κ.α. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, το προϊόν τοποθετείται σε ένα απόλυτα στεγανό θάλαμο, στον οποίο κατόπιν εφαρμόζεται κενό. Όταν η μερική πίεση των ατμών του νερού στο περιβάλλον του θαλάμου φθάσει στη τιμή της πίεσης του νερού στην επιφάνεια και τον ιστό του προϊόντος, το νερό του προϊόντος εξατμίζεται και το προϊόν ψύχεται. Φυσικά, υπάρχει απώλεια νερού από το προϊόν, η οποία ποικίλει από 0,5% μέχρι 5%. Η απώλεια αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά τη ποιότητα του προϊόντος. Μεγαλύτερες όμως απώλειες οδηγούν σε «μαραμμένα» προϊόντα. Το μέγεθος των μονάδων κενού ποικίλει, από χωρητικότητα μιας παλέτας (φορητές μονάδες), μέχρι μέγεθος 1 – 2 φορτίων. Ο απαιτούμενος χρόνος πρόψυξης, για την επίτευξη θερμοκρασίας 0 – 1° C, κυμαίνεται από μισή ώρα για τα λεπτόφυλλα λαχανικά (π.χ. μαρούλια), μέχρι 1-2 ώρες για τα πιο «χοντρά» προϊόντα (1). Η βασική διάταξη για πρόψυξη με κενό αποτελείται από ένα στεγανό θάλαμο, όπου τοποθετείται το προς πρόψυξη προϊόν και μια αντλία κενού, η οποία αφαιρεί τον αέρα (και την υγρασία) που περιέχεται στο θάλαμο και περιβάλλει το προϊόν. Αρχικά, το προϊόν περιβάλλεται από πολύ αέρα και λίγη υγρασία, όσο όμως προχωράει το κενό, φεύγει ο αέρας και το προϊόν περιβάλλεται κύρια από υδρατμούς. Η πίεση αυτών των υδρατμών εξακολουθεί να μειώνεται, όσο λειτουργεί η αντλία κενού. Εφόσον η μερική πίεση των ατμών που περιβάλλουν το προϊόν είναι μικρότερη από την πίεση των ατμών του νερού που περιέχεται στο προϊόν, υπάρχει μετανάστευση (εξατμηση) νερού από το προϊόν προς το περιβάλλον. Η εξατμηση αυτή γίνεται σε όλο και χαμηλότερη θερμοκρασία, καθώς μειώνεται η πίεση. Φθάνει κάποια στιγμή, όπου η (μερική) πίεση των ατμών του νερού πέφτει στο επίπεδο της πίεσης κορεσμού, που αντιστοιχεί π.χ. στους 0° C (610,8 pa). Το νερό της επιφάνειας και του ιστού του προϊόντος εξατμίζεται πλέον υπό θερμοκρασία 0° C ή μικρότερη (αν πέσει και άλλο η πίεση), ενώ η αφαιρούμενη λανθάνουσα θερμότητα εξατμησης κατεβάζει τη θερμοκρασία του προϊόντος στο επιθυμητό επίπεδο. Αν μάλιστα η μάζα του προϊόντος είναι μικρή (όπως π.χ. στα λεπτόφυλλα λαχανικά), η πτώση της θερμοκρασίας γίνεται πολύ γρήγορα. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος πρόψυξης με κενό, είναι εκείνη που συνδυάζει τη ψύξη με εναλλάκτη και τη δημιουργία κενού με παλινδρομική ή περιστροφική αντλία θετικής μετατόπισης (positive displacement), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα :



Σχήμα 3 : Διάταξη πρόψυξης που συνδυάζει τη ψύξη με εναλλάκτη και τη δημιουργία κενού με παλινδρομική ή περιστροφική αντλία θετικής μετατόπισης.

Αν η θερμοκρασία της επιφάνειας του ψυκτικού εναλλάκτη είναι χαμηλότερη από το σημείο δρόσου του μίγματος αέρα - υδρατμών που περιβάλλει το προϊόν, οι υδρατμοί υγροποιούνται επί της επιφάνειας του εναλλάκτη. Αν επίσης, το ως άνω σημείο δρόσου είναι χαμηλότερο από τη θερμοκρασία του νερού εντός του προϊόντος, λαμβάνει χώρα εξατμισμό του νερού του προϊόντος. Έτσι τελικά, έχουμε μια μετανάστευση νερού, από το προϊόν προς τον εναλλάκτη. Τούτο σημαίνει, ότι ίσως δεν χρειάζεται η αντλία κενού, αφού με την ως άνω μετανάστευση επιτυγχάνεται η διεργασία της εξατμιστικής ψύξης, ακόμα και με τη παρουσία του αέρα. Ο αέρας όμως παρεμποδίζει κατά κάποιο τρόπο τη μετανάστευση του νερού, καθώς επίσης παρεμποδίζει και τη μεταφορά θερμότητας στην επιφάνεια του εναλλάκτη. Επίσης, η αντλία κενού αφαιρεί κάποια ποσότητα νερού μαζί με τον αέρα, πράγμα που επιταχύνει τη διεργασία της εξατμιστικής ψύξης.

Αναφορές :

1. Wilbert F. Stoecker "Industrial Refrigeration Handbook", McGraw Hill, 1998
2. International Institute of Refrigeration, "Recommendations for chilled storage of perishable produce", edition 2000.
3. Νίκος Χαριτωνίδης «Κανόνες Ψυχρής Εφοδιαστικής Αλυσίδας για Φρούτα και Λαχανικά», Ν. ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ - Ε. ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΟΥ ΕΕ, 2009.