

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ ΘΑΛΑΜΟΥΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ

Νίκος Χαριτωνίδης, Πολιτικός Μηχ/κός ΕΜΠ, M.Eng Univ. of Sheffield, Πρόεδρος ΔΣ ΨΥΓΕΙΑ ΑΛΑΣΚΑ food logistics, Διευθυντής Cryologic Εκπαιδευτική – Συμβουλευτική, Πρόεδρος ΔΣ Ελληνικής Ένωσης Βιομηχανιών Ψύχους.

26-6-10

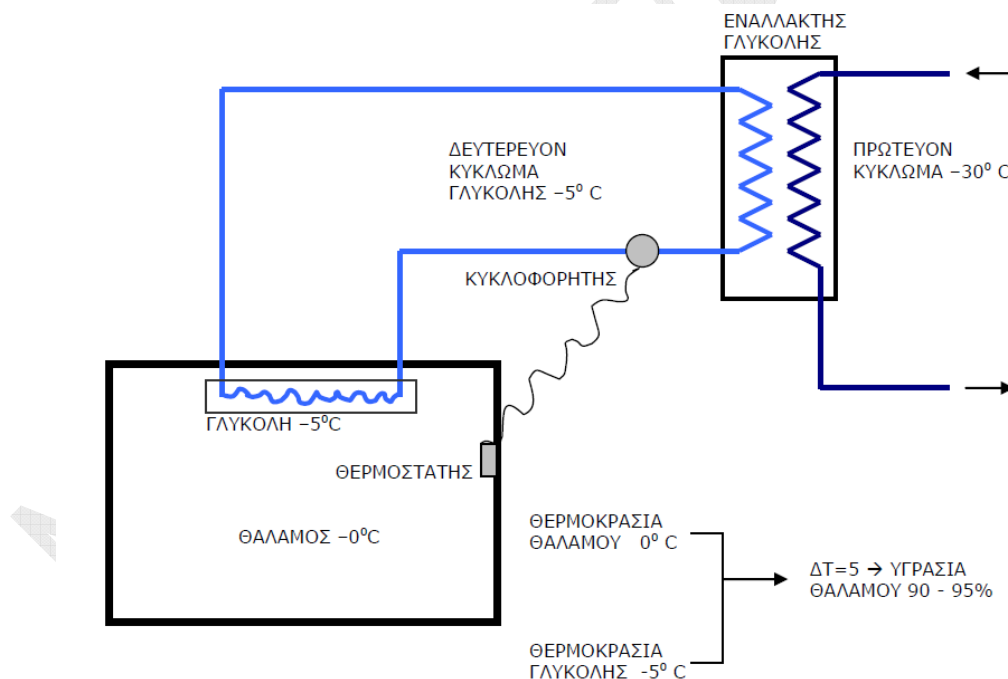
Ο προορισμός της Ψυχρής Αποθήκευσης στα φρούτα και λαχανικά, είναι η διατήρηση της φρεσκάδας (εικόνα, γεύση, οσμή, βάρος) για όσο γίνεται περισσότερο χρόνο. Ο έλεγχος και η εξασφάλιση των συνθηκών αποθήκευσης πρέπει να γίνεται με τη προσέγγιση «συστήματος» θερμοκρασίας και υγρασίας¹. Οι δυο αυτές παράμετροι αποθήκευσης είναι αλληλένδετες και αλληλοεπηρεαζόμενες. Η ταχύτητα της κυκλοφορίας του αέρα και ο ρυθμός ανακυκλοφορίας του, παίζουν επίσης σημαντικό (συμπληρωματικό) ρόλο.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΑΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κατά τη φάση σχεδιασμού ενός θαλάμου φρούτων και λαχανικών, πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ιδιαιτερότητες των προϊόντων. Οι δυο παράμετροι σχεδιασμού, θερμοκρασία και υγρασία, είναι εξίσου σημαντικές και αλληλοεπηρεαζόμενες και πρέπει να αντιμετωπίζονται σαν ενιαίο σύστημα. Ξεκινώντας από την απαίτηση της υγρασίας, στις περισσότερες περιπτώσεις πρέπει να είναι ψηλή, συχνά κοντά στο επίπεδο κορεσμού (100%). Κατά τη φάση σχεδιασμού του ψυκτικού στοιχείου του θαλάμου (εναλλάκτη), η βασικότερη παράμετρος σχεδιασμού που χαρακτηρίζει τη σχετική υγρασία, είναι η διαφορά των θερμοκρασιών του ψυκτικού στοιχείου (εναλλάκτη) και του αέρα του θαλάμου. Η διαφορά αυτή (γνωστή σαν ΔΤ), για να πετύχουμε υψηλή σχετική υγρασία, πρέπει να είναι μικρότερη των 4-5 C και σε περιπτώσεις ψηλών απαιτήσεων ακόμα και 2 C. Για να πετύχουμε αυτή τη (πολύ χαμηλή) διαφορά θερμοκρασιών, πρέπει να γίνει επιλογή μεγάλης επιφάνειας εναλλάκτη. Σε συστήματα όμως που δεν υπάρχει δυνατότητα κυκλοφορίας ψυκτικού μέσου σε αυτά τα θερμοκρασιακά επίπεδα (π.χ. παραγωγή ψύξης με κεντρικό μηχανοστάσιο και μονό κύκλωμα κατάψυξης, όπου το ψυκτικό μέσον κυκλοφορεί σε θερμοκρασία περίπου -30 C), είναι αδύνατον να

¹ Στα επόμενα, με τον όρο «υγρασία» εννοούμε τη Σχετική Υγρασία.

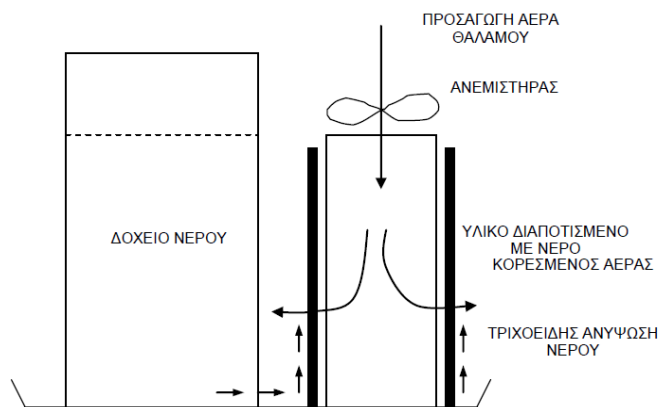
πετύχουμε $\Delta T < 5 \text{ C}$, με απευθείας εκτόνωση στο ψυκτικό θάλαμο. Κάτι τέτοιο θα οδηγούσε σε «σοκ» χαμηλής υγρασίας, ταχεία μετανάστευση του νερού από το προϊόν προς την επιφάνεια του εναλλάκτη υπό μορφή πάγου, ο οποίος με τη σειρά του απομακρύνεται από το θάλαμο με την απόψυξη. Η λύση στις περιπτώσεις αυτές είναι η χρήση δευτερεύοντος ψυκτικού κυκλώματος, το οποίο λειτουργεί στην επιθυμητή θερμοκρασία (π.χ. για θερμοκρασία θαλάμου 0 C , θερμοκρασία δευτερεύοντος ψυκτικού μέσου -5 C). Σαν δευτερεύοντα ψυκτικά μέσα χρησιμοποιούνται υγρά μίγματα χαμηλής θερμοκρασίας πήξης (αρκετά κάτω του 0), τα οποία συνήθως είναι διαλύματα γλυκόλης. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα των κυκλωμάτων αυτών, είναι ότι δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής πρωτεύοντος ψυκτικού μέσου (π.χ. αμμωνίας) εντός του ψυκτικού θαλάμου, πράγμα επικίνδυνο για ανθρώπους και προϊόντα. Η αρχή λειτουργίας του δευτερεύοντος ψυκτικού κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1 : Εξασφάλιση ψηλής σχετικής υγρασίας με δευτερεύον κύκλωμα γλυκόλης

ΥΓΡΑΝΣΗ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΟΥΣ ΘΑΛΑΜΟΥΣ

Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις, είναι πολύ πιθανό το ΔT του εναλλάκτη να είναι δεδομένο και πολύ μεγαλύτερο από αυτό που απαιτείται για μεγάλη υγρασία. Μπορούμε στις περιπτώσεις αυτές να πετύχουμε ψηλές υγρασίες ; Η απάντηση είναι ναι, αν αποκαταστήσουμε μια διεργασία προσαγωγής και εξάτμισης νερού. Τούτο επιτυγχάνεται με ειδικές συσκευές, που ονομάζονται υγραντήρες. Υγραντήρες υπάρχουν διαφόρων ειδών. Στο παρόν θα εξετάσουμε μόνο τη γενική αρχή λειτουργίας του **εξατμηστικού υγραντήρα**. Στο σχήμα 2 φαίνεται η αρχή λειτουργίας του :



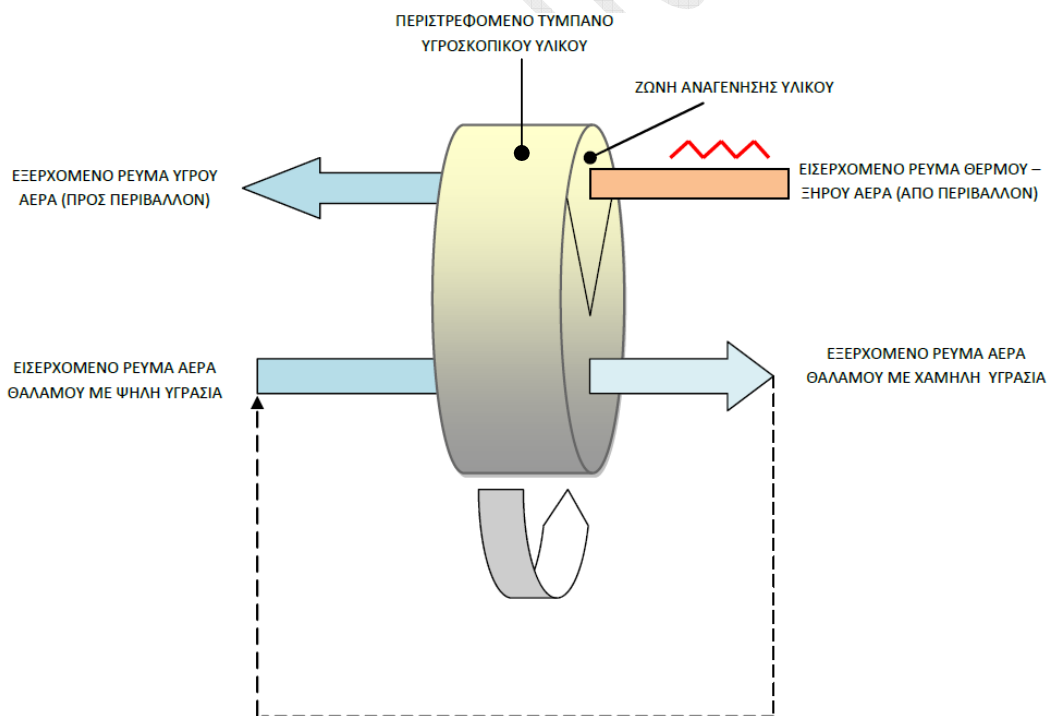
Σχήμα 2 : Αρχή λειτουργίας εξατμηστικού υγραντήρα

Ο έλεγχος της υγρασίας επιτυγχάνεται με διακοπή της λειτουργίας του ανεμιστήρα, εφόσον επιτευχθεί η επιθυμητή σχετική υγρασία.

ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΟΥΣ ΘΑΛΑΜΟΥΣ

Υπάρχουν προϊόντα, που πρέπει να αποθηκεύονται σε χαμηλή σχετική υγρασία. Τα προϊόντα αυτά σε περιβάλλον ψηλής υγρασίας «μουχλιάζουν». Μερικά τέτοια προϊόντα είναι οι ξηροί καρποί, τα αποξηραμένα φρούτα, τα ξερά σκόρδα και κρεμμύδια, οι κολοκύθες και το τζίντζερ. Η απαίτηση σχετικής υγρασίας στα προϊόντα αυτά είναι της τάξης 50 - 70%. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αφύγρανσης. Ένας τρόπος, είναι η αφύγρανση με ψύξη και επαναθέρμανση : Ο «υγρός» αέρας περνάει πρώτα από ένα εναλλάκτη ψύξης, όπου ένα ποσοστό

υδρατμών απομακρύνεται μέσω συμπύκνωσης στο ψυκτικό στοιχείο. Κατόπιν ο αέρας επαναθερμαίνεται στο επιθυμητό επίπεδο, περνώντας μέσα από ένα εναλλάκτη θέρμανσης. Μια πιο σύγχρονη μεθοδολογία είναι η χρήση αφυγραντή με αφυδατικό - αναγεννώμενο υλικό (desiccant type): Ο «υγρός» αέρας περνάει μέσα από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο πλήρες με αφυδατικό υλικό, όπου συγκρατείται ένα ποσοστό της υγρασίας του, χωρίς να μεταβάλλεται η θερμοκρασία του. Το υλικό προοδευτικά χάνει την αποτελεσματικότητά του, λόγω κορεσμού με νερό. Για τούτο, το νερό πρέπει με κάποιο τρόπο να απομακρύνεται (αναγέννηση του υλικού): Σε κάποια περιοχή του κυκλικού και περιστρεφόμενου τυμπάνου, γίνεται η αναγέννηση του υλικού με δίοδο θερμού - ξηρού αέρα, ο οποίος προσάγεται από το περιβάλλον, θερμαίνεται (ξηραίνεται) με ηλεκτρική αντίσταση και αφού διέλθει μέσα από το αφυδατικό υλικό (όπου αφαιρεί την υγρασία), διοχετεύεται (φορτισμένος με υγρασία) στο περιβάλλον. Η αρχή λειτουργίας φαίνεται στο σχήμα 3 :



Σχήμα 3 : Αρχή λειτουργίας αφυγραντή με υγροσκοπικό υλικό (Desiccant type).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πολύ ευαίσθητα προϊόντα και απαιτούν ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Η τελευταία είναι πολύ κρίσιμη, δεδομένης της έλλειψης στεγανής συσκευασίας. Η ιδανική υγρασία επιτυγχάνεται με σωστό σχεδιασμό εναλλάκτη. Σε περιπτώσεις όπου ο εναλλάκτης είναι ακατάλληλος, η υγρασία μπορεί να διορθωθεί με εγκατάσταση συσκευών ύγρυνσης ή αφύγρυνσης. Η ιδανική υγρασία είναι καθοριστικός παράγων για τη διατήρηση βέλτιστης ποιότητας.