

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΨΥΞΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ – Α΄

Τα φρούτα και λαχανικά έχουν το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, ότι συνεχίζουν να ζουν και μετά τη κοπή τους. Τούτο σημαίνει ότι συνεχίζονται λειτουργίες μεταβολισμού, οι οποίες αναλώνουν οξυγόνο και εσωτερικά συστατικά και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θερμική ενέργεια. Οι λειτουργίες αυτές είναι γνωστές σαν «αναπνοή» (respiration), ενώ η θερμότητα που παράγεται ονομάζεται «θερμότητα αναπνοής» (respiration heat). Η διεργασία της αναπνοής οδηγεί σε ωρίμανση – αλλοίωση και σε απώλεια βάρους (αφυδάτωση του προϊόντος), είναι δε οι παράγοντες αυτοί της υποβάθμισης ανάλογοι με τη ταχύτητα της αναπνοής. Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα, ότι πρέπει να μπουν σε λειτουργία μηχανισμοί επιβράδυνσης της αναπνοής, ώστε να επιμηκυνθεί η ωφέλιμη ζωή του προϊόντος. Ο βασικότερος μηχανισμός επιβράδυνσης της αναπνοής είναι πτώση της θερμοκρασίας στα ιδανικά επίπεδα **το ταχύτερο δυνατόν**. Η θερμοκρασία αυτή, είναι εκείνη που συνδυάζει τη διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών, την ελαχιστοποίηση του ρυθμού αναπνοής, την ελαχιστοποίηση της απώλειας βάρους (αφυδάτωση) και την ελαχιστοποίηση ευνοϊκών παραγόντων ανάπτυξης μικροοργανισμών και μυκήτων. Εδώ πρέπει να προστεθεί, ότι τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πολύ ευπαθή προϊόντα, όσον αφορά τις μηχανικές τους αντοχές. Είναι αναπόφευκτο, κάποια τεμάχια να υποστούν επιφανειακές παραποιήσεις κατά τις διαδικασίες συγκομιδής. Πολλές φορές, όσο και επιμελώς να γίνεται ο ποιοτικός έλεγχος, ένα μικρό ποσοστό υποβαθμισμένων θα διαφύγει. Οι διεργασίες αλλοίωσης στα προϊόντα αυτά είναι ταχύτερες και μεταδίδονται σε υγιή προϊόντα, με εξαιρετικά μεγάλη ταχύτητα **σε υψηλές θερμοκρασίες**. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση της βέλτιστης ποιότητας φρούτων και λαχανικών, είναι η όσο το δυνατόν ταχύτερη πρόψυξη. Ιδανικά, η διεργασία αυτή πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή. Ο παραγωγός έχει οικονομικό συμφέρον, να ολοκληρώσει τη πρόψυξη όσο γίνεται ταχύτερα, ώστε να παραδώσει γρήγορα (αν είναι δυνατόν αυθημερόν) την παραγωγή του στον επόμενο φορέα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Είναι λογικό, το κόστος της επένδυσης του εξοπλισμού πρόψυξης, να είναι ανάλογο με την επιθυμητή ταχύτητα πρόψυξης. Στο παρόν θα εξετάσουμε τρεις μεθοδολογίες πρόψυξης, τη «συμβατική» με ψυχρό αέρα (σχετικά αργή), τη μέθοδο με ψυχρό νερό (πολύ ταχύτερη) και τη πιο γρήγορη, που είναι η μέθοδος ψύξης υπό κενό.

ΠΡΟΨΥΞΗ ΜΕ ΑΕΡΑ

Ο υπολογισμός του ακριβούς χρόνου πρόψυξης με ψυχρό αέρα είναι αρκετά περίπλοκος. Μια πρακτική συμβουλή, είναι η τήρηση μιας βάσης πληροφοριών από πραγματικά

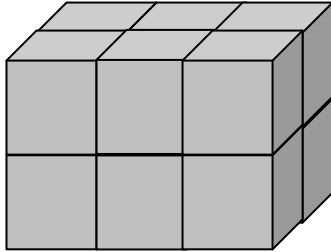
περιστατικά. Η βάση αυτή, αν είναι αρκούντως εμπλουτισμένη, βοηθάει για πρόβλεψη χρόνων πρόψυξης παρόμοιων περιστατικών. Καλό είναι ο λειτουργός της ψυκτικής εγκατάστασης να γνωρίζει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο πρόψυξης είναι οι εξής :

- Η επιθυμητή θερμοκρασία στο κέντρο του προϊόντος (παλέτας).
- Η θερμοκρασία του αέρα.
- Η αρχική θερμοκρασία του κέντρου του προϊόντος (παλέτας).
- Η θερμική αγωγιμότητα του προϊόντος (W/m.K).
- Η πυκνότητα του προϊόντος (kg/m^3).
- Η ειδική θερμότητα του προϊόντος (KJ/kg.K).
- Η ακτίνα του προς πρόψυξη προϊόντος (με την έννοια μιας ιδεατής, ισοδύναμης σφαίρας).
- Ο συντελεστής θερμικής αγωγής (convection coefficient) μεταξύ αέρα και επιφάνειας προϊόντος ($\text{W/m}^2.\text{K}$).

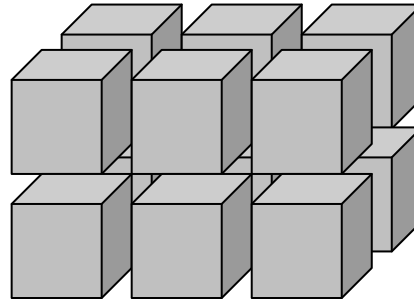
Ο ακριβής υπολογισμός των ως άνω παραμέτρων δεν είναι απλός. Όμως, υπάρχουν μερικά ποιοτικά κριτήρια, που αν τα γνωρίζει ο λειτουργός, επιταχύνει κατά πολύ τη πρόψυξη. Αυτά έχουν ως εξής :

Συντελεστής θερμικής αγωγής (ΣΘΑ) : Ο συντελεστής αυτός αυξάνεται μόνο με την αύξηση της ταχύτητας του αέρα. Αν π.χ. διπλασιαστεί ο ΣΘΑ, ο χρόνος πρόψυξης μεταβάλλεται (μειώνεται) κατά συντελεστή περίπου 0,6 (1). Όμως, για να διπλασιαστεί ο ΣΘΑ, η ταχύτητα του αέρα (παροχή) πρέπει να αυξηθεί κατά ένα συντελεστή περίπου 2,5. Τούτο με τη σειρά του απαιτεί μια αύξηση της ισχύος του ανεμιστήρα κατά ένα συντελεστή περίπου 15! (η ισχύς αυξάνεται κατά συντελεστή ίσο με το κύβο του λόγου νέας προς παλιά παροχή $\rightarrow 2,5^3 = 15,6$) (1). Είναι φανερό, ότι οι αυξήσεις στη ταχύτητα (παροχή) του αέρα πρέπει να γίνεται με σύνεση (στάθμιση του οφέλους).

Ακτίνα προϊόντος : Αν η ακτίνα του προϊόντος μειωθεί κατά το ήμισυ, ο χρόνος πρόψυξης μεταβάλλεται (μειώνεται) κατά συντελεστή περίπου 0,40 (1). Τούτο είναι μια σημαντική μείωση, που ευτυχώς επιτυγχάνεται σχετικά εύκολα (οικονομικά) : Με αραιώση των συσκευασιών, ώστε κάθε μεμονωμένη συσκευασία να περιβάλλεται από ψυχρό αέρα, αντί της «σμιχτής» παλέτας, όπου οι συσκευασίες είναι «κολλημένες» και δεν υπάρχει ψυχρός αέρας γύρω από αυτές, παρά μόνο γύρω από τη παλέτα. Έτσι, η ακτίνα μειώνεται από ακτίνα της παλέτας σε ακτίνα της συσκευασίας (κιβωτίου), που είναι πολλές φορές μικρότερη. Η διάταξη «αραιώματος» φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



(α) Σμιχτή διάταξη



(β) Αραιωμένη διάταξη

Σχήμα 1 : Μείωση του χρόνου πρόψυξης κιβωτιοποιημένου προϊόντος, με αραιώση των κιβωτίων.

Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος της πρόψυξης με αέρα είναι η πιο βραδεία, σε σχέση με τις άλλες δυο που ακολουθούν.

Ακολουθεί συνέχεια.

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.