

8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΔΙΑΛΥΜΑ ΧΛΩΡΙΟΥ

Το διάλυμα χλωρίου είναι η πιο συνήθης μέθοδος απολύμανσης. Τα προϊόντα «πλένονται» με διάλυμα συγκέντρωσης χλωρίου 50 – 200 ppm, ενώ το pH του διαλύματος πρέπει να διατηρείται κάτω από 8. Ο χρόνος επαφής του διαλύματος με το προϊόν είναι 1 – 2 min. Η μικροβιοκτόνος ικανότητα του διαλύματος χλωρίου, οφείλεται στο σχηματισμό του υποχλωριώδους οξέως (HOCl), το οποίο σχηματίζεται με την ανάμιξη χλωρίου – νερού και την υδρόλυση :



Για καλύτερη αποτελεσματικότητα του διαλύματος, το pH πρέπει να διατηρείται σε τιμές 6 – 7,5, με βέλτιστη τιμή το 6, όπου μεγιστοποιείται η σχηματιζόμενη ποσότητα υποχλωριώδους οξέως. Η θερμοκρασία του διαλύματος απολύμανσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του προϊόντος, για να αποτρέπεται η μετανάστευση νερού και βακτηριδίων προς το εσωτερικό του προϊόντος⁷.

Η προσθήκη του χλωρίου στο νερό γίνεται είτε με τη μορφή αμιγούς χλωρίου σε αέρια μορφή, είτε σε υγρό, με τη μορφή αλάτων χλωρίου (υποχλωριώδες νάτριο NaOCl ή υποχλωριώδες ασβέστιο Ca(OCl)₂). Στον επόμενο πίνακα φαίνεται μια δοσολογία για το σχηματισμό απολυμαντικού διαλύματος :

Για το σχηματισμό τις διαλύματος 50 – 75 ppm χλωρίου με ταμπλέτες υποχλωριώδους ασβεστίου (Ca(OCl)₂) με περιεκτικότητα ενεργού συστατικού (a.i. = active ingredient) 65%, η δοσολογία είναι η εξής :

Στα 1000 λίτρα νερού προστίθενται 80 – 120 γραμμάρια υποχλωριώδους ασβεστίου 65%. Αν το pH του διαλύματος διατηρείται γύρω στο 6,5, αρκεί χρόνος αγωγής 3 – 5 min για ικανοποιητική καταστροφή παθογόνων τις περισσότερες περιπτώσεις.

Ένθετο 2 : Παράδειγμα δοσολογίας απολυμαντικού διαλύματος σε υποχλωριώδες ασβέστιο.

Και τις δυο περιπτώσεις, επιτυγχάνεται σχηματισμός υποχλωριώδους οξέως. Η παρουσία οργανικών ενώσεων, εξασθενίζει γρήγορα το διάλυμα, όσον αφορά τις μικροβιοκτόνες ιδιότητές του. Τούτο συμβαίνει στα ελάχιστα επεξεργασμένα λαχανικά, όπου εκρέουν οργανικές ενώσεις από τις τομές τις το απολυμαντικό διάλυμα. Σύμφωνα πάντως με έρευνες (17), η αποτελεσματικότητα τις μεθόδου στα ελάχιστα επεξεργασμένα λαχανικά είναι πολύ μικρότερη από ότι στα ολόκληρα προϊόντα, λόγω τις έντονης «προσκόλλησης» των μικροοργανισμών στη περιοχή γύρω από τις τομές (τεμαχισμός προϊόντος) : Σε

⁷ Όταν το νερό είναι ψυχρότερο από το προϊόν, το προϊόν αρχίζει να ψύχεται, από έξω προς τα μέσα. Καθώς ψύχεται, συστέλλονται οι εσωτερικές κυψέλες αέρα και δημιουργείται μια υποπίεση, η οποία «έλκει» τα μόρια του νερού και των βακτηριδίων προς το εσωτερικό του προϊόντος (μετανάστευση προς τα μέσα). Το φαινόμενο αυτό αποφεύγεται, αν το νερό είναι θερμότερο από το προϊόν (συνήθως γύρω στους 10⁰ C)

μετρήσεις που έγιναν, η μέγιστη μείωση μικροοργανισμών που παρατηρήθηκε σε ΠΕΚ, μετά από επεξεργασία 3 min, ήταν 2 log CFU/g (= 99%), (17), που δεν κρίνεται πολύ ικανοποιητική.

9. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΔΙΑΛΥΜΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ

Το διοξείδιο του χλωρίου (ClO₂) είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό αέριο (2,5 φορές πιο οξειδωτικό από το χλώριο. Σε διάλυμα μεγάλης συγκέντρωσης (200 ppm) χρησιμοποιείται για την απολύμανση εξοπλισμών και εργαλείων, ενώ σε συγκέντρωση 3 ppm και τιμές pH 6-10, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απολύμανση ολόκληρων (όχι τεμαχισμένων) προϊόντων, με τη προϋπόθεση ότι ακολουθεί πλύση με πόσιμο νερό ή ζεμάτισμα ή μαγείρεμα ή κονσερβοποίηση. Η κατεργασία με διάλυμα ClO₂ ενέχει κινδύνους με κάποιες προϋποθέσεις (π.χ. σε συγκεντρώσεις > 10% είναι εκρηκτικό, καθώς και σε θερμοκρασίες > 130⁰ C). Η χρήση της μεθόδου απαιτεί διαδικασίες ασφάλειας προσωπικού. Σαν απολυμαντικό, το ClO₂ είναι πιο αποτελεσματικό από το χλώριο και παράγει λιγότερο βλαβερά υποπροϊόντα. Όμως, η δυσκολία εφαρμογής, λόγω της τεχνογνωσίας και των αυξημένων μέτρων ασφάλειας, αυξάνει το κόστος της εφαρμογής. Από μετρήσεις που έχουν γίνει, αποδείχθηκε η μεγάλη του αποτελεσματικότητα στην εξόντωση μικροοργανισμών (*Listeria monocytogenes* και *E. Coli*) από την επιφάνεια ολόκληρων προϊόντων, αλλά η αποτελεσματικότητα ήταν μειωμένη σε ελάχιστα επεξεργασμένα (τεμαχισμένα) προϊόντα (17).

10. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΟΖΟΝ

Το όζον (O₃) είναι ένα ασταθές στοιχείο και παρασκευάζεται επί τόπου της χρήσης. Αποσυντίθεται πολύ γρήγορα σε οξυγόνο (O₂). Η οξειδωτική δυνατότητα του όζοντος είναι 1,5 φορές μεγαλύτερη από του χλωρίου και 3000 φορές μεγαλύτερη από αυτή του υποχλωριώδους οξέως (20). Τούτο όμως αποτελεί και μειονέκτημα, λόγω του κινδύνου οξείδωσης των εκτεθειμένων μεταλλικών επιφανειών και άλλων υλικών. Η επίδρασή του στον άνθρωπο φαίνεται στον επόμενο πίνακα :

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ O ₃ (ppm)	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ
0,01 – 0,04	Αντιληπτό με την οσμή
1	Τσουχτερή, δυσάρεστη οσμή, ερεθισμός στα μάτια και την αναπνευστική
4	Κώμα μετά από παρατεταμένη έκθεση

Πίνακας 3 : Η επίδραση του όζοντος στον άνθρωπο

Η απολυμαντική ιδιότητα του όζοντος οφείλεται στη καταστροφική επίδρασή του, σε διάφορα σημεία του κυττάρου των μικροοργανισμών (προοδευτική οξείδωση σημαντικών κυτταρικών ουσιών). Η απολυμαντική ικανότητα του όζοντος έχει τεκμηριωθεί από διάφορους ερευνητές (17), όπου επετεύχθησαν μειώσεις μικροοργανισμών μεταξύ 1,3 και 7 log, για διαλύματα όζοντος συγκεντρώσεων από 0,12 ως 3,8 ppm (μg/ml). Η αποτελεσματικότητα της αγωγής με όζον, εξαρτάται από το πλήθος και το είδος των προς εξόντωση μικροοργανισμών, από τη φυσιολογία των προϊόντων (π.χ. επιφανειακές ατέλειες), από τη

ποιότητα του νερού, από τη θερμοκρασία, από το pH, από τη διάρκεια της αγωγής και από το σχεδιασμό της διαδικασίας αγωγής. Έχει αποδειχθεί πειραματικά (17), ότι η αποτελεσματικότητα αυξάνεται θεαματικά, αν το όζον εισάγεται στο νερό με φυσαλίδες και το νερό αναδεύεται (τυρβώδες). Οι μετρήσεις επίσης έδειξαν μια μειωμένη επίδραση του όζοντος στους αερόβιους μικροοργανισμούς. Σε κάθε περίπτωση, όσον αφορά την απολύμανση προϊόντων ελάχιστης κατεργασίας, οι μειώσεις των μικροοργανισμών που επέρχονται με **τρίλεπτη αγωγή** όζοντος (διάστημα που θεωρείται μέγιστο για πρακτικές εφαρμογές), φαίνεται να μην είναι επαρκείς ($\leq 1,8 \text{ logs}$) (17). Η χρήση του όζοντος στην απολύμανση προϊόντων, ολόκληρων ή κατεργασμένων, καθώς και του νερού πρόψυξης, αποτελεί μια σχετικά πρόσφατη τεχνολογία. Η δυνατότητα εφαρμογής πρέπει να διερευνάται από την ισχύουσα Νομοθεσία. Περισσότερα για τη τεχνολογία αυτή αναφέρονται στο παράρτημα 10.

11. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ

Η μέθοδος αυτή είναι μια παραλλαγή της χλωρίωσης. Η διαφορά έγκειται στο ότι, αντί να προστίθεται χλώριο στο νερό, τούτο παράγεται κατευθείαν στο νερό, με κάποια διεργασία : Διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl, το κοινό αλάτι) υποβάλλεται σε **ηλεκτρόλυση**. Η διεργασία αυτή διαχωρίζει το διάλυμα σε δυο κατηγορίες : Στο ανοδικό ηλεκτρόδιο παράγεται το **όξινο νερό**, ενώ στο καθοδικό ηλεκτρόδιο παράγεται το **αλκαλικό νερό**. Και οι δυο αυτές κατηγορίες είναι χρήσιμες στις διαδικασίες απολύμανσης : Το αλκαλικό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν (ελαφρό) προκαταρκτικό καθαριστικό μέσον, ενώ το όξινο νερό, το οποίο έχει ψηλή τιμή ORP (περίπου 1100 mV), σαν απολυμαντικό. Οι απολυμαντικές ιδιότητες του τελευταίου οφείλονται στο χαμηλό pH, στη μεγάλη οξειδωτική ικανότητα (ORP~1100 mV) και στις εξουδετερωτικές ικανότητες χλωριούχων ενώσεων και ριζών (οι συγκεντρώσεις τους ποικίλουν από 10 ως 90 ppm). Μετρήσεις έδειξαν ότι η επάλληλη αγωγή με αλκαλικό και όξινο ηλεκτρολυτικό νερό (δηλαδή πλύση με αλκαλικό νερό και κατόπιν απολύμανση με όξινο νερό), οδήγησαν σε αυξημένη αποτελεσματικότητα (π.χ. 1 min με αλκαλικό νερό + 1 min με όξινο νερό είχαν σχεδόν το ίδιο αποτέλεσμα με 10 min μόνο σε όξινο νερό). Διάφορες μετρήσεις που έγιναν από διαφορετικούς ερευνητές και με διαφορετικές αγωγές οξειδωτικού νερού ηλεκτρόλυσης (πλύση με αλκαλικό νερό, απολύμανση με όξινο νερό, συνδυασμοί και των δυο), όσον αφορά την απολύμανση προϊόντων ελάχιστης κατεργασίας, έδειξαν ότι η μέγιστη μείωση μικροοργανισμών για **τρίλεπτη αγωγή** (διάστημα που θεωρείται μέγιστο για πρακτικές εφαρμογές) έφθασε κατά μέγιστο τα 2,65 logs (17). Από την άποψη αυτή, η αγωγή με οξειδωτικό νερό ηλεκτρόλυσης θεωρείται σχεδόν ισοδύναμη με την αγωγή χλωρίου.

12. ΛΟΙΠΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι απολύμανσης, που όμως ελέγχονται από τις τοπικές Νομοθεσίες. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) , η χρήση οργανικών οξέων (ξύδι, οξικό οξύ, υπεροξικό οξύ), η χρήση φυτικών ελαίων (έλαιο βασιλικού), χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται στα στοματικά διαλύματα (Cetylpyridinium chloride $\text{C}_{21}\text{H}_{38}\text{NCl}$, γνωστό και σαν **CPC**) και η ακτινοβολία. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα διαφορετικών αγωγών από πειραματικές

μετρήσεις (17). Επαναλαμβάνεται, ότι για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών, πρέπει να διερευνείται η δυνατότητα από την ισχύουσα Νομοθεσία :

ΕΙΔΟΣ ΑΠΟΛΥΜ/ΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ	ΠΡΟΙΟΝ	ΜΕΙΩΣΗ ΜΙΚΡΟΒΙΩΝ
2% H ₂ O ₂ / 50 ⁰ C	Μαρούλι	3 log E. Coli O157:H7
80 ppm Υπεροξικό οξύ, 4 ⁰ C, 15 s	Τεμαχισμένο μαρούλι	1 log L. monocytogenes
2% Οξικό οξύ, 15 min	Μαρούλι	3,37 log αερόβια μεσόφιλα
4% Οξικό οξύ 15 min	Μαρούλι	3,91 log αερόβια μεσόφιλα
80 ppm Υπεροξικό οξύ, 15 min	Μαρούλι	1,85 log αερόβια μεσόφιλα
6% ξύδι , 15 min	Μαρούλι	1,83 log αερόβια μεσόφιλα
25% ξύδι , 15 min	Μαρούλι	2,4 log αερόβια μεσόφιλα
50% ξύδι , 15 min	Μαρούλι	2,9 log αερόβια μεσόφιλα
200 ppm CTP, 5 min	Διάφορα	4,8 log E.coli – 5,1 log L. monocyt.
0,1% έλαιο Βασιλικού	Μαρούλι	2 log ζώντων βακτηρίων
1% έλαιο Βασιλικού	Μαρούλι	2,3 log ζώντων βακτηρίων
Ακτινοβολία γάμμα 1 KGy	Πιπεριές	4 log L. monocytogenes
Ακτινοβολία γάμμα 1 KGy	Τεμάχια καρότου	5 log L. monocytogenes
Ακτινοβολία γάμμα 0,35 KGy	Τεμαχισμένο μαρούλι	1,5 log αερόβιων

Πίνακας 4 : Αποτελέσματα διαφόρων απολυμαντικών αγωγών από πειραματικές μετρήσεις

13. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ (HURDLE TECHNOLOGY)

Η ανάπτυξη των μικροβίων εξαρτάται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως τα συστατικά, η δραστικότητα του νερού, το pH, η παρουσία συντηρητικών (π.χ. αλατιού), η σύσταση του αέρα που περιβάλλει το προϊόν, η οξειδοαναγωγική ικανότητα, η θερμοκρασία, η παρουσία ανταγωνιστικών μικροβίων και ο χρόνος. Με το μεμονωμένο έλεγχο κάθε παράγοντα, μπορούμε να μειώσουμε την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ελέγχοντας ένα συνδυασμό παραγόντων, μπορούμε να μειώσουμε την ανάπτυξη των μικροοργανισμών με αποτελεσματικότερο τρόπο. Η εξήγηση είναι η συνεργειακή επίδραση των αγωγών : Το συνολικό αποτέλεσμα της συνδυασμένης αγωγής είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των αποτελεσμάτων των μεμονωμένων αγωγών. Η λογική αυτή οδήγησε στην ιδέα της «**τεχνολογίας των εμποδίων**» (hurdle technology), που βασίζεται στη προσκόμιση επαλλήλων εμποδίων στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών, με στόχο τη παράταση της ζωής των τροφίμων (αύξηση διατηρησιμότητας). Το ουσιαστικό όφελος της τεχνολογίας των εμποδίων είναι η εφαρμογή των διαφόρων αγωγών με πιο ήπιο

τρόπο, λόγω της συνεργειακής επίδρασής τους. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται οικονομία και καλύτερη διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών.

Το πιο βασικό «εμπόδιο» μικροοργανισμών στη τεχνολογία συντήρησης των τροφίμων είναι η **ψύξη**. Επιπρόσθετα με αυτό το εμπόδιο και ανάλογα το είδος, εφαρμόζονται και πρόσθετα εμπόδια (μικροβίων), όπως η συσκευασία, η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Η επιλογή του συνδυασμού των εμποδίων εξαρτάται από το είδος και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Συνηθισμένα εμπόδια, που εφαρμόζονται στη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και **επικουρούν** τη ψύξη είναι η ενεργότητα του νερού⁸ (a_w) και το pH (οξύτητα – αλκαλικότητα). Στον επόμενο πίνακα φαίνεται η επίδραση αυτών των εμποδίων στους μικροοργανισμούς :

Δραστικότητα νερού a_w	Η δυνατότητα ανάπτυξης μικροοργανισμών μειώνεται όσο μειώνεται η τιμή a_w . Η συνδυασμένη αγωγή μειωμένης τιμής a_w και χαμηλής θερμοκρασίας μεγιστοποιεί το αποτέλεσμα της διατηρησιμότητας. Η θερμική αντίσταση ορισμένων μικροοργανισμών αυξάνεται σε μειωμένες τιμές a_w .
Οξύτητα – αλκαλικότητα pH	Η ικανότητα των μικροοργανισμών να αναπτύσσονται σε μειωμένες τιμές pH (όξινο περιβάλλον) ποικίλει ανάλογα το είδος. Η ικανότητα ανάπτυξης των παθογόνων βακτηρίων μειώνεται με τη μείωση του pH. Επίσης, η θερμική τους αντοχή μειώνεται σε χαμηλότερα pH.

Πίνακας 5 : Η επίδραση δεικτών a_w και pH στη διατηρησιμότητα τροφίμων

Το βασικότερο εμπόδιο (hurdle) ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών, είναι η ψύξη. Τούτο διότι η συντριπτική πλειοψηφία των μικροοργανισμών αδρανοποιείται με τη ψύξη. Επιπρόσθετα με τη ψύξη, στα προϊόντα ελάχιστης κατεργασίας τα εμπόδια που χρησιμοποιούνται είναι η απολύμανση με ένα ισχυρό οξειδωτικό (χλώριο, όζον κλπ), η χαμηλή ακτινοβολία, η κατεργασία με ελαφρά οξέα (π.χ γαλακτικό οξύ), με υποροξείδιο του υδρογόνου και η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP). Σε κάθε συνδυασμό εμποδίων (hurdles), πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής ενός εκάστου εμποδίου από τη Νομοθεσία. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα πειραμάτων από την εφαρμογή διαφόρων συνδυασμών εμποδίων :

⁸ Οι δραστηριότητες των κυττάρων των παθογόνων μικροβίων χρειάζονται νερό για να εκτελέσουν τις βιοχημικές λειτουργίες τους. Το νερό πρέπει να είναι σε κανονική μορφή και όχι σε μορφή πάγου ή να είναι «δεσμευμένο» σε διαλύματα ζάχαρου ή αλατιού, διότι τότε δεν είναι διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς. Η διαθεσιμότητα του νερού για τους μικροοργανισμούς ονομάζεται **ενεργότητα νερού** και εκφράζεται από το δείκτη a_w , που έχει τιμές από 0 ως 1. Η τιμή a_w ορίζεται σαν ο λόγος της πίεσης ατμών του νερού του τροφίμου, προς τη πίεση ατμών αμιγούς νερού στην ίδια θερμοκρασία. Ψηλές τιμές a_w υποστηρίζουν τη διαβίωση μικροοργανισμών. Τα βακτήρια απαιτούν $a_w > 0,91$, ενώ οι μύκητες $> 0,70$. Διατηρώντας τη τιμή a_w σε τιμές χαμηλότερες από τις οριακές, αποτελεί εμπόδια (hurdle) ανάπτυξης μικροοργανισμών, ως εκ τούτου η μέτρηση της a_w αποτελεί μέτρο ελέγχου της διατηρησιμότητας

1. Απολύμανση με χλώριο 2. Χαμηλή ακτινοβολία (0,2 KGy) 3. Συσκευασία MPA	Τεμαχισμένο μαρούλι Iceberg	
1. 1,5% Γαλακτικό οξύ 2. 1,5% υπεροξειδίο του υδρογόνου	Μήλα, πορτοκάλια, τομάτες	5 log μείωση E. Coli O157:H7 και Salmonella
1. 150 ppm χλώριο 2. 7,5 ppm όζον	Τεμαχισμένο μαρούλι	1,4 log μείωση σε αερόβιους

Πίνακας 6 : Αποτελεσματικότητα τεχνικών «εμποδίων» (Hurdle Technology)

Σημειώνεται ότι ένα σημαντικό έμμεσο όφελος της τεχνικής των εμποδίων, ειδικά στις μεθοδολογίες με χρήση χλωρίου, είναι ότι αν γίνεται συνδυασμένη αγωγή χλωρίου – όζοντος, η απαιτούμενη συγκέντρωση του χλωρίου στο απολυμαντικό διάλυμα είναι πολύ μικρότερη (μέχρι 50%), από ότι αν η αγωγή ήταν μεμονωμένη με χλώριο. Τούτο έχει σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή υποπροϊόντων χλωρίου (π.χ. της οικογενείας των τριαλομεθανίων όπως το χλωροφόρμιο), τα οποία έχουν αναφερθεί σαν καρκινογόνα (18).

14. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε, τα λαχανικά αναπνέουν (αναλώνουν οξυγόνο και εκλύουν διοξείδιο), καθώς και παράγουν αιθυλένιο. Ο τεμαχισμός που γίνεται στα ΠΕΚ επιταχύνει κατά πολύ αυτές τις διεργασίες, οδηγώντας ταχύτατα το προϊόν σε αλλοίωση. Είναι λοιπόν ζωτικής σημασίας, να επιβραδυνθεί όσο γίνεται ο ρυθμός της αναπνοής στα προϊόντα αυτά, ώστε να έχουν μια εμπορικά αποδεκτή χρήσιμη ζωή. Το ρόλο αυτό παίζει η συσκευασία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, η οποία ελέγχει τις περιεκτικότητες σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα στο μικροπεριβάλλον του προϊόντος, ώστε να μειωθεί όσο περισσότερο γίνεται ο ρυθμός της αναπνοής, χωρίς όμως να σταματήσουν οι ζωτικές λειτουργίες στα κύτταρα του προϊόντος. Το θέμα των συσκευασιών ελεγχόμενης ατμόσφαιρας εξετάστηκε στο κεφάλαιο 7.3 «Συσκευασίες Ελεγχόμενης Ατμόσφαιρας». Ιδιαίτερα για τα προϊόντα ελάχιστης κατεργασίας, σημειώνονται τα εξής (17) :

- Οι Gram-negative μικροοργανισμοί είναι πιο ευαίσθητοι στο διοξείδιο
- Η ανάπτυξη του *L. monocytogenes* σταματάει σε περιεκτικότητα διοξειδίου 70-100%, ενώ το βακτηρίδιο πολλαπλασιάζεται σε 100% Αζωτο.
- Η περιεκτικότητα του διοξειδίου στα φρούτα και λαχανικά δεν πρέπει να ξεπερνάει το 15%

Τονίζεται, ότι η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας ποτέ δεν υποκαθιστούν τους κανόνες θερμοκρασίας. Η τήρηση των κανόνων ψυκτικής αλυσίδας παραμένει ο πρωταρχικός παράγοντας αναστολής της αλλοίωσης και η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας έχει επικουρικό ρόλο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. International Institute of Refrigeration, "Recommendations for chilled storage of perishable produce", edition 2000
2. International Institute of Refrigeration, "Cold Store Guide", 3rd edition 1993
3. Mercantila Publishers, "Guide to food transport, fruit and vegetables", 1989
4. Roy J. Dossat "Principles of Refrigeration", 4th edition, Prentice Hall
5. 1990 ASHRAE HANDBOOK "REFRIGERATION SYSTEMS AND APPLICATIONS" SI Ed.
6. ΕΦΕΤ «Οδηγός Υγιεινής Νο 9 για τις επιχειρήσεις αποθήκευσης και διανομής τροφίμων σε συνθήκες περιβάλλοντος, ψύξης και κατάψυξης»
7. India Agronet, Agriculture Resource Center www.indiaagronet.com
8. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, www.fao.org
9. P. C. Koelet "Industrial Refrigeration", Macmillan 1992
10. International Institute of Refrigeration, "Guide to Refrigerated Transport", edition 1995
11. International Institute of Refrigeration, "Manual of refrigerated storage in the warmer developing countries", edition 1990
12. Adel A. Kader, "Recent Developments in Fresh Produce Handling", WFLO Showcase, "Food Science trends – trade – technology", 27-4-2003, Tuscon, Arizona, USA
13. Adel A. Kader, "Handling Organic Fruits and Vegetables", IARW-WFLO-IRTA annual convention and trade show, April – May 2005, Las Vegas, USA.
14. Dennis R. Heldman, "The latest packaging innovations", IARW – WFLO – IRTA Annual Convention and Trade Show, 22 to 26-4-06, Florida, USA
15. Donald L. Fenton, Kansas State University, "Energy Costs for Food Product Cooling & Freezing: Refrigeration System Factors", IARW – WFLO – IRTA Annual Convention and Trade Show, 21 to 26-4-07, Arizona, USA
16. World Food Logistics Organization, "Successful Refrigerated warehousing" 7nd edition.
17. EDWIN VELEZ RIVERA "A REVIEW OF CHEMICAL DISINFECTION METHODS FOR MINIMALLY PROCESSED LEAFY VEGETABLES", B.S., University of Maryland University College, 2002
18. Trevor Suslow, "Postharvest Chlorination", University of California, Division of Agricultural & natural recourses, <http://danrcs.ucdavis.edu/>
19. EUROPEAN COMMISSION, HEALTH & CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, "Risk Profile on the Microbiological Contamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw", Report of the Scientific Committee on Food (adopted on the 24th of April 2002)
20. Trevor Suslow, "Ozon Applications for Postharvest Disinfection of Edible Horticultural Crops", University of California, Division of Agricultural & natural recourses, <http://danrcs.ucdavis.edu/>
21. Trevor Suslow, "Oxidation – Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control and Documentation", University of California, Division of Agricultural & natural recourses, <http://danrcs.ucdavis.edu/>
22. CODE OF HYGIENIC PRACTICE FOR FRESH FRUITS AND VEGETABLES, CAC/RCP 53 – 2003
23. <http://www.safefood.net.au/AudienceHierarchy/TheBugBible/Clostridium+botulinum.htm>
24. <http://www.rhtubs.com/ORP.htm>
25. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario, "Minimally Processed Fruit and Vegetables Good Manufacturing Practices Guidebook", Omafra Staff, May 2006
26. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 2073/2005 περί μικροβιολογικών κριτηρίων για τα τρόφιμα
27. Mullan, W. M. A. (2002). "Science and technology of modified atmosphere packaging". [On-line] UK: Available: <http://www.dairyscience.info/map-science.asp>.
28. Wilbert F. Stoecker "Industrial Refrigeration Handbook", McGraw Hill, 1998