


Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας  
ΤΜΗΜΑ: Τεχνολογία Γεωργικών Προϊόντων

# Μικροβιακοί κίνδυνοι φρέσκων φρούτων και λαχανικών

Σιδηρά Χρυσούλα



Καλαμάτα  
2008



## Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή, εκπονήθηκε με τη συμβολή της αξιότιμης καθηγήτριας εφαρμογών Κας Παπαδέλλη Μαρίας, του τμήματος ΤΕ.ΓΕ.Π του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω θερμά για τις πολύτιμες υποδείξεις της, που συντέλεσαν κατά ένα μεγάλο βαθμό στη συγγραφή αυτής της εργασίας και στην ολοκλήρωση του ρόλου μου ως φοιτήτρια του τμήματος αυτού.

Επιπλέον, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους δικούς μου ανθρώπους, στην οικογένειά μου και ειδικότερα στους γονείς μου Βασίλη και Ιουλία, που βρίσκονται δίπλα μου και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα και απόφαση. Έφτασε η ώρα να τους ανταμείψω αφιερώνοντάς τους αυτή την εργασία και το πτυχίο μου που ακολουθεί.

## ΣΚΟΠΟΣ

Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, λόγω της σύστασής τους, επιτρέπουν την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών οι οποίοι στη συνέχεια μεταφέρονται στον ανθρώπινο οργανισμό. Κάποιοι από τους μικροοργανισμούς αυτούς είναι παθογόνοι και αν ξεφύγουν από τους μηχανισμούς της άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού, μπορούν να προκαλέσουν από ελαφρές τοξικές λοιμώξεις έως, πολύ σοβαρές ασθένειες.

Η εκτίμηση των κινδύνων επιτρέπει στους ειδικούς της ασφάλειας των τροφίμων να τους προσδιορίσουν και να τους ελαχιστοποιήσουν. Η ασφάλεια των τροφίμων εξασφαλίζεται κυρίως μέσω των μέτρων που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια των χειρισμών των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Τα μέτρα αυτά πρέπει να τηρούνται από το στάδιο της παραγωγής των νωπών προϊόντων έως και τη στιγμή της κατανάλωσής τους, προκειμένου να εξαλειφθεί ή να μειωθεί ο κίνδυνος στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο.

Σκοπός της εργασίας αυτής, είναι η καταγραφή των μικροβιακών κινδύνων που σχετίζονται με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, μέσα από τη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας καθώς και των ερευνητικών και πειραματικών δεδομένων που έχουν καταγραφεί και δημοσιευτεί. Σκοπό επίσης της μελέτης αυτής αποτέλεσε η διερεύνηση των μέτρων που απαιτούνται προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι αυτοί.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
<b>ΣΚΟΠΟΣ .....</b>	<b>4</b>
Περιεχόμενα .....	5
Συνοτμεύσεις.....	8
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....</b>	<b>9</b>
<b>1. ΟΙ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΕΙΛΟΥΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥΣ ΤΑ ΦΡΕΣΚΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ.....</b>	<b>11</b>
1.1 Εισαγωγή.....	11
1.2 Συσχέτιση μικροοργανισμών και επιδημιών από την κατανάλωση φρέσκων φρούτων και λαχανικών .....	12
1.2.1 Παθογόνα που εμπλέκονται επιδημιολογικά με τις ασθένειες που σχετίζονται με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά .....	14
1.3 Παθογένεια και χαρακτηριστικά των μικροβιακών κινδύνων.....	18
1.3.1 Βακτήρια.....	18
• Οικογένεια Enterobacteriaceae.....	18
➤ <i>Escherichia</i> .....	19
➤ <i>Salmonella</i> .....	20
➤ <i>Shigella</i> .....	21
• <i>Listeria monocytogenes</i> .....	23
1.3.2 Πρωτόζωα .....	24
• <i>Cryptosporidium</i> .....	24
• <i>Giardia</i> .....	26
• <i>Cyclospora</i> .....	27
1.3.3 Ιοί.....	28
1.3.4 Μύκητες .....	30
<b>2. Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ .....</b>	<b>32</b>
2.1 Εισαγωγή.....	32
2.2 Πιθανά σημεία μόλυνσης .....	32
2.2.1 Ο κίνδυνος ξεκινά από το χωράφι .....	33
• Έδαφος .....	33
• Νερό .....	35
• Οργανικά λικάσματα .....	37
• Άλλοι παράγοντες.....	38
2.2.2 Κατά τη συλλογή.....	39
2.2.3 Μετασυλλεκτικό στάδιο .....	40

<b>3. Προγράμματα διασφάλισης της ασφάλειας και της ποιότητας των φρέσκων φρούτων και λαχανικών.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Ορθές Γεωργικές Πρακτικές (GAP's).....</b>	<b>42</b>
3.1.1 Η μείωση του κινδύνου ξεκινά πριν από τη φύτευση.....	43
• Επιλογή της περιοχής φύτευσης.....	43
• Χειρισμός της κοπριάς και η εφαρμογή της στο χωράφι.....	44
• Προσεκτικός σχεδιασμός του χρόνου εφαρμογής της κοπριάς.....	45
• Ενσωμάτωση της κοπριάς στο έδαφος.....	46
• Σωστή επιλογή των καλλιεργούμενων φυτών.....	46
3.1.2 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας/παραγωγής.....	47
• Ποιότητα του νερού άρδευσης και μέθοδοι.....	47
• Έλεγχος του νερού άρδευσης.....	48
• Μέθοδος της άρδευσης.....	48
• Εφαρμογή της κοπριάς κοντά στις ρίζες των φυτών.....	49
• Υγιεινή του χωραφιού και ζωικός αποκλεισμός.....	49
• Εγκαταστάσεις και υγιεινή των εργαζομένων.....	50
3.1.3 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη συγκομιδή.....	50
• Πλύσιμο και εξυγίανση των δοχείων συλλογής και συγκομιδής.....	50
• Εκπαίδευση και υγιεινή των εργαζομένων.....	51
• Εξυγίανση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης.....	51
3.1.4 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια των μετασυλλεκτικών χειρισμών.....	52
• Υγιεινή των εργαζομένων.....	52
• Καθαρισμός και εξυγίανση του χώρου του συσκευαστηρίου.....	52
• Διαδικασίες πλύσης και γραμμές συσκευασίας.....	53
• Ψύξη των προϊόντων και αποθήκευση υπό ψύξη.....	54
• Μεταφορά.....	54
• Ιχνηλασιμότητα.....	55
<b>3.2 Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές (GMP's).....</b>	<b>55</b>
3.2.1 Καθαρισμός και Επεξεργασία των Προϊόντων.....	55
• Πλύσιμο.....	57
• Απολύμανση.....	61
3.2.2 Συσκευασία, Αποθήκευση και Μεταφορά.....	66
• Εγκαταστάσεις συσκευασίας και αποθήκευσης.....	66
• Εξοπλισμός.....	67
• Εμπορευματοκιβώτια.....	68
• Χειρισμός απορριμμάτων και αποβλήτων.....	69
• Αποθήκευση των υλικών συσκευασίας.....	69

• Αποθήκευση των προϊόντων .....	70
• Μεταφορά.....	70
3.2.3 Πλύσιμο και απολύμανση του εξοπλισμού .....	71
• Πλύσιμο.....	71
• Απολύμανση.....	72
<b>3.3 Ιχνηλασιμότητα .....</b>	<b>73</b>
<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>75</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>77</b>

## Συντομεύσεις

<b>ACMSF</b>	Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food
<b>CDC</b>	Centers for Disease Control and Prevention
<b>CFR</b>	Code of Federal Regulations
<b>CFSAN</b>	Center for Food Safety and Applied Nutrition
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>FPS</b>	Fresh Produce Subcommittee
<b>GAP</b>	Good Agricultural Practices
<b>GMP</b>	Good Agricultural Practices
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis Critical Control Point
<b>ICMSF</b>	International Commission on Microbiological Specifications for Foods
<b>IDD</b>	Infectious Intestinal Disease
<b>JIFSAN</b>	Joint Institute for Food Safety and Applied Nutrition
<b>NACMCF</b>	National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods
<b>NLV</b>	Norwalk-like viruses
<b>RTU</b>	Ready To Use
<b>SCF</b>	Scientific Committee on Food



## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τα νωπά φρούτα και λαχανικά συγκαταλέγονται στις θρεπτικές ύλες που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για τη διατροφή του και φέρουν πολύ μεγάλο μικροβιακό φορτίο. Η εξήγηση έγκειται στο γεγονός ότι, μια ουσία που είναι κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί ως τροφή από τον άνθρωπο είναι εξίσου κατάλληλη να αποτελέσει τροφή και για τα μικρόβια (Μπαλατσούρας, 2006).

Τα νωπά φρούτα και λαχανικά, χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (50-90%), παρουσιάζουν έντονη αναπνευστική δραστηριότητα και είναι φθαρτά γιατί δεν μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και η φυσική τους "ζωή στο ράφι" διαρκεί από λίγες ημέρες (φράουλα, νωπά σύκα) έως και μερικούς μήνες (μήλα, πατάτες). Τα νωπά προϊόντα, μετά τη συγκομιδή τους εξακολουθούν να ζουν με έντονη μεταβολική δραστηριότητα. Η φύση των αναγκαίων μεταβολικών δραστηριοτήτων ευθύνεται κατά ένα μεγάλο μέρος για τις μετασυλλεκτικές απώλειες των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Οι μετασυλλεκτικές απώλειες των νωπών φρούτων και λαχανικών προξενούνται από περιβαλλοντικούς (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, αιθυλένιο, φως, διάφορες χημικές ουσίες) και βιολογικούς παράγοντες (αναπνοή, αιθυλένιο, μεταβολές στη σύσταση των οπωροκηπευτικών, αύξηση και ανάπτυξη, διαπνοή, φυσιολογική κατάρρευση, μηχανικές ζημιές, μικροβιακές αλλοιώσεις) (Σφακιωτάκης, 2004).

Στην εργασία αυτή, θα μας απασχολήσουν οι μικροβιακές αλλοιώσεις που προκαλούνται από τις προσβολές παθογόνων μικροοργανισμών, κυρίως βακτηρίων και μυκήτων. Οι προσβολές από παθογόνους οργανισμούς ακολουθούν τις μηχανικές ζημιές (τραυματισμούς των επιφανειακών κυττάρων) και τη φυσιολογική κατάρρευση των ιστών των προϊόντων. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι παθογόνοι οργανισμοί μπορεί να προσβάλλουν υγιείς ιστούς και να προκαλούν σοβαρές απώλειες. Τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά προβάλλουν αντίσταση σε προσβολές των παθογόνων κατά τη μετασυλλεκτική τους ζωή και μόνο με την ωρίμανση και το γηρασμό γίνονται ευαίσθητα. Άλλες καταστάσεις από καταπόνηση (stress) που προκαλούνται από έκθεση σε ακραίες θερμοκρασίες, μειώνουν την αντίσταση των φρούτων και των λαχανικών στα παθογόνα (Σφακιωτάκης, 2004).

Οι μικροβιακοί κίνδυνοι μπορούν να κάνουν την εμφάνισή τους σε όλα τα στάδια από πριν τη συλλογή μέχρι και την κατανάλωση των νωπών φρούτων και λαχανικών δηλαδή, προσυλλεκτικά, συλλεκτικά και μετασυλλεκτικά. Στους κινδύνους αυτούς, εκτός από τους μικροοργανισμούς (βακτήρια, μύκητες) ανήκουν και οι ιοί. Οι μικροβιακοί κίνδυνοι μπορεί να προέρχονται από το περιβάλλον (έδαφος, νερό, αέρας), τα μηχανήματα καλλιέργειας, συγκομιδής, μεταφοράς, τα μηχανήματα επεξεργασίας, συσκευασίας, τυποποίησης, μεταποίησης καθώς και, από τα έντομα, τα τρωκτικά, τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα. Τα μικρόβια που αναπτύσσονται πάνω στην επιφάνεια των φρούτων και των λαχανικών, μπορούν να πολλαπλασιασθούν και να φέρουν σε πέρας σοβαρές μεταβολές στη χημική αλλά και στη μηχανική σύσταση του υποστρώματος (Μπαλατσούρας, 2006).

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, θα αναφερθούμε σε είδη ή ομάδες μικροβίων που αποτελούν κίνδυνο προσβολής για κάποιες ποικιλίες ή είδη οπωρολαχανικών, σε τυχόν τροφικές ασθένειες για τις οποίες μπορεί αυτά να ευθύνονται και τέλος, σε τρόπους αποφυγής ή μείωσης της μόλυνσης.

# 1. ΟΙ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΕΙΛΟΥΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥΣ ΤΑ ΦΡΕΣΚΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ

## 1.1 Εισαγωγή

Οι μικροοργανισμοί, έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται πάνω στην επιφάνεια των φρούτων και των λαχανικών σε όλα τα στάδια από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση. Η πλειονότητα των βακτηρίων που έχουν βρεθεί στην επιφάνεια των φυτών είναι συνήθως Gram (-) και ανήκουν είτε στην οικογένεια *Pseudomonadaceae* είτε, στην οικογένεια *Enterobacteriaceae* (Lund, 1992). Πολλοί από τους οργανισμούς αυτούς είναι φυσιολογικά μη παθογόνοι για τον άνθρωπο. Ο αριθμός των βακτηρίων που εμφανίζονται, ποικίλλει ανάλογα με τις κλιματικές και τις εποχιακές μεταβολές μεταξύ του  $10^4$  με  $10^8$  κύτταρα ανά γραμμάριο. Οι εσωτερικοί ιστοί των φρούτων και των λαχανικών θεωρούνται συνήθως στείροι (Lund, 1992). Παρόλα αυτά όμως, ένας μικρός αριθμός βακτηρίων μπορεί να υπάρχει λόγω της απορρόφησης νερού κατά τη διάρκεια της άρδευσης ή της έκπλυσης. Αν το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε μία από αυτές τις τεχνικές έχει μολυνθεί με ανθρώπινα παθογόνα, μπορεί αυτά να μεταφερθούν στους εσωτερικούς ιστούς των φρούτων και των λαχανικών.

Περίπου τα δυο τρίτα της μόλυνσης των σπαρολαχανικών οφείλεται στους μύκητες (ICMSF, 1998). Είδη των γενών *Penicillium*, *Aspergillus*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Rhizopus*, εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή. Η αλλοίωση συνήθως συνδέεται με κυτταρινολυτική ή πηκτινολυτική δραστηριότητα με αποτέλεσμα να προκαλείται μαλάκωμα και εξασθένιση των δομών του φυτού. Οι δομές αυτές αποτελούν σημαντικά φράγματα στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μικροβίων στα προϊόντα.

Η επιβίωση και η ανάπτυξη των μολυσματικών μικροοργανισμών, επηρεάζονται από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες καθώς και από τη διαδικασία της επεξεργασίας. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι η σύσταση, το pH, η θερμοκρασία και η περιεκτικότητα της συσκευασίας σε αέρια ( $O_2$ ,  $CO_2$ , αιθυλένιο). Τα μικρόβια διεισδύουν στις επιφάνειες των προϊόντων που έχουν τραυματιστεί από τις μηχανικές διεργασίες του τεμαχισμού και της αποφλοιώσης (SCF, 2002).

## 1.2 Συσχέτιση μικροοργανισμών και επιδημιών από την κατανάλωση φρέσκων φρούτων και λαχανικών

Στην Αμερική, τις δυο τελευταίες δεκαετίες σημειώθηκε μία σημαντική αύξηση της κατανάλωσης των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Το γεγονός αυτό, αποδίδεται στο ότι διατροφολόγοι και ειδικοί σε θέματα υγείας, θέλησαν να αποδείξουν ότι η κατανάλωση των προϊόντων αυτών –έως και πέντε γεύματα την ημέρα- μπορεί να προστατέψει το καταναλωτικό κοινό της Αμερικής, από κάποιες μορφές καρκίνου και να μειώσει τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων (NACMCF, 1999a). Όπως αποδείχθηκε, η αλλαγή στις συνήθειες του διαιτολογίου αντιπροσωπεύει σήμερα μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις στη δημόσια υγεία (Kennedy at al., 1996, Kushi et al., 1995, National Research Council, 1989). Οι αρμόδιοι στα θέματα δημόσιας υγείας εντόπισαν και τεκμηρίωσαν τη σημαντική αύξηση επιδημιών, που είχαν άμεση σχέση με την ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης των φρέσκων φρούτων και λαχανικών.

Σύμφωνα με τους επιστήμονες των Κέντρων Ελέγχου και Πρόληψης Ασθενειών (Centers for Disease Control and Prevention, CDC), ανάμεσα στις περιόδους 1973-1987 και 1988-1992, ο αριθμός των τροφικών δηλητηριάσεων διπλασιαζόταν χρόνο με το χρόνο. Σημαντική αύξηση του αριθμού των επιδημιών από τροφικές ασθένειες, παρατηρήθηκε επίσης το 1995. Οι επιδημίες συνδέθηκαν με τα βακτήρια *Salmonella enterica* ορότυπος Hartford σε μη παστεριωμένο χυμό πορτοκαλιού, *Shigella* spp. σε μαρούλι, κρεμμυδάκι φρέσκο, κρεμμύδι ξερό και πράσο, *Escherichia coli* O157:H7 σε ορισμένες ποικιλίες μαρουλιού καθώς και με τον ιό Hepatitis A σε τομάτες και τεμαχισμένες και κατεψυγμένες φράουλες. Έδειξαν ακόμα, το *Cryptosporidium* να συνδέεται με μη παστεριωμένο χυμό μήλου και το *Cyclospora* με βατόμουρα, μαρούλι, βασιλικό καθώς και με προϊόντα που περιείχαν βασιλικό (NACMCF, 1999a).

Το 1995, η αντίδραση του Οργανισμού Διαχείρισης Τροφίμων και Φαρμάκων (Food and Drug Administration, FDA) στην αντιμετώπιση των φρούτων και λαχανικών ως πηγές τροφικών μολυσματικών ασθενειών, ήταν να ορίσει την Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για τα Μικροβιολογικά Κριτήρια των Τροφίμων (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods, NACMCF), υπεύθυνη να ερευνήσει και να χαρακτηρίσει την σχέση που παρουσιάζουν οι τροφικές ασθένειες

και τα παθογόνα μικρόβια, με τα φρέσκα προϊόντα. Η Υποεπιτροπή Φρέσκων Προϊόντων (Fresh Produce Subcommittee, FPS) ανέπτυξε και τεκμηρίωσε, τη σχετική επιδημιολογία, τη μικροβιακή οικολογία των οργανισμών που συνδέονται με τα κρούσματα και, αναθεώρησε τις ισχύουσες βιομηχανικές πρακτικές σε όσα αφορά την καλλιέργεια, τη συγκομιδή, τη συσκευασία και τη διακίνηση των προϊόντων. Εκτίμησε τα δεδομένα για να προσδιορίσει τους κινδύνους και του σχετικού ελέγχου, συζήτησε για τις ανάγκες της έρευνας και παρείχε προτάσεις για την αποτροπή μελλοντικών ασθενειών που θα είχαν άμεση σχέση με τα φρούτα και τα λαχανικά (NACMCF, 1999a).

Η FPS και η NACMCF πρότειναν κυρίως, να επαναπροσδιοριστούν οι Ορθές Γεωργικές Πρακτικές (Good Agricultural Practices, GAP's) και οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές (Good Agricultural Practices, GMP's) ώστε να ελέγχονται εκείνα τα στάδια παραγωγής και επεξεργασίας, που μπορούν να μειώσουν τους κινδύνους της μικροβιακής ασφάλειας που σχετίζεται με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά. Στο στάδιο της παραγωγής, οι GAP's θα πρέπει να καθιερώσουν κατάλληλα πρωτόκολλα που σχετίζονται με τη χρήση του νερού, την κατεργασία της κοπριάς, την ασφάλεια των καλλιεργητών/εργαζομένων και τη μεταφορά των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Η εξέλιξη των GAP's και των GMP's θα πρέπει να βασιστεί στα διαθέσιμα επιστημονικά στοιχεία αλλά και στον κίνδυνο που σχετίζεται με το κάθε φρούτο και λαχανικό ξεχωριστά (NACMCF, 1999a).

Επίσης, η FPS και η NACMCF πρότειναν να δημιουργηθούν εκπαιδευτικά προγράμματα ειδικά για τους καλλιεργητές, τους χειριστές τροφίμων, τους μεταφορείς, τους πωλητές και τους καταναλωτές, ώστε να ενημερωθούν για τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται από τον καθένα ξεχωριστά για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των τροφίμων. Μια άλλη πρότασή τους, αφορούσε στη συνεργασία που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των αρμόδιων υπηρεσιών τροφίμων και των βιομηχανιών για την ορθή εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας και της έρευνας των τροφικών επιδημιών (NACMCF, 1999a).

Πολλά είναι τα ερωτήματα για τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρονται οι μικροοργανισμοί στα φρούτα και τα λαχανικά και για τους φορείς που εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία. Κάθε φρούτο και λαχανικό έχει έναν μοναδικό συνδυασμό συστατικών και φυσικών χαρακτηριστικών, πρακτικών καλλιέργειας και συγκομιδής,



τεχνικών συντήρησης με ψύξη και άριστες θερμοκρασίες αποθήκευσης. Τα σαρκώδη φρούτα για παράδειγμα, όπως οι φράουλες και τα βατόμουρα, διακρίνονται από μεγάλη ευπάθεια και φθαρτότητα και για το λόγο αυτό δεν πλένονται μετά την συγκομιδή. Οι τομάτες συνήθως συλλέγονται σε πρόωρο στάδιο, ενώ είναι ακόμα πράσινες και ξεπλένονται με άφθονο νερό στο χώρο του χωραφιού. Τα μήλα διαθέτουν πιο ευαίσθητη επιδερμίδα και ευπαθή υφή από τα εσπεριδοειδή, η επιδερμίδα των οποίων είναι σκληρή και τραχιά. Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά την εξέταση των πιθανών μικροβιολογικών κινδύνων και των ελέγχων αυτών (NACMCF, 1999a).

### 1.2.1 Παθογόνα που εμπλέκονται επιδημιολογικά με τις ασθένειες που σχετίζονται με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά

Το 1996, τα CDC των ΗΠΑ αναφέρθηκαν στους υπεύθυνους μικροβιακούς παράγοντες των επιδημιών που σχετίζονται με τα φρούτα και τα λαχανικά (Πίνακας 1.). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, βακτήρια του γένους *Salmonella* είναι υπεύθυνα για τον μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων ανάμεσα στις περιόδους 1983-1987 και 1988-1992 (NACMCF, 1999a).

**Πίνακας 1.** Αριθμός τροφικών κρουσμάτων που σχετίστηκαν με φρέσκα προϊόντα κατά τις περιόδους 1973-1987 και 1988-1992 στις Η.Π.Α, και τους αποδόθηκε συγκεκριμένη αιτιολογία. (NACMCF, 1999a)

Μικροοργανισμοί	1973-1987	1988-1992	Σύνολο
<i>Salmonella sp.</i>	9	9	18
<i>Shigella sp.</i>	3	0	3
<i>Staphylococcus aureus</i>	4	0	4
<i>Bacillus cereus</i>	3	0	3
Άλλα βακτήρια	5	2	7
<i>Giardia</i>	1	2	3
Hepatitis A virus	1	4	5
Norwalk/like virus	3	0	3
Άγνωστοι	35 (55% )	23 (58% )	58 (56% )
<b>Σύνολο</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>104</b>

Σε στοιχεία που παρουσίασαν τα CDC το 2004 για τα έτη 1973-1997, φαίνεται ότι υπήρξαν 103 περιπτώσεις επιδημιών που σχετίστηκαν με φρέσκα φρούτα και λαχανικά (Πίνακας 2.). Από τις επιδημίες αυτές, οι 48 οφείλονταν σε παθογόνα

ζωικής προέλευσης, οι 34 σε ανθρώπινα παθογόνα και οι 21 σε παθογόνα αγνώστου προελεύσεως. Οι επιδημίες αυτές συνδέθηκαν άμεσα με ναπά σπωρολαχανικά και σαλάτες. Και εδώ φαίνεται ξεκάθαρα ότι κυρίαρχη θέση κατέχουν βακτήρια του γένους *Salmonella* (Lynch, 2004).

**Πίνακας 2.** Επιδημίες που σχετίστηκαν με φρέσκα προϊόντα κατά το 1973-1997. (Lynch, 2004)

<b>Μικροοργανισμοί</b>	<b>Αριθμός κρουσμάτων</b>
➤ <b>Βακτήρια</b>	<b>62</b>
• <i>Salmonella</i>	30
• <i>E. coli</i> O157:H7	13
• <i>Shigella</i>	10
• <i>Campylobacter</i>	8
• <i>Campylobacter</i>	4
➤ <b>Ιοί</b>	<b>21</b>
• Hepatitis A	12
• Norovirus	9
➤ <b>Παράσιτα</b>	<b>16</b>
• <i>Cyclospora</i>	8
• Άλλα	8
➤ <b>Χημικές ουσίες</b>	<b>4</b>

Ο Brackett (1998), αναφέρει ότι από τους διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς που μολύνουν τους ανθρώπους, σχετικά λίγοι είναι αυτοί που θεωρούνται υψηλής σημασίας για τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά. Παρόλα αυτά, η

λίστες είναι αρκετά μεγάλη και περιλαμβάνει και Gram (-) και Gram (+) βακτήρια (Πίνακας 3). Σημειώνει δε, ότι τα βακτήρια αυτά δεν τα συναντάμε με ιδιαίτερα μεγάλη συχνότητα, αλλά ούτε σε υψηλούς πληθυσμούς (Brackett, 1998).

**Πίνακας 3.** Παθογόνα που έχουν απομονωθεί ή συσχετιστεί με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά. (Brackett, 1998)

<u>Gram αρνητικά βακτήρια</u>	<u>Gram θετικά βακτήρια</u>
<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Salmonella</i> sp	<i>Listeria monocytogenes</i>
<i>Shigella</i> sp	
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	
<i>Vibrio cholerae</i>	

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παραθέτει ο Beuchat (1996) και παρατίθενται στον πίνακα 4, τα παθογόνα βακτήρια που εμφανίζονται με τη μεγαλύτερη συχνότητα σε φρούτα και λαχανικά είναι τα *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *Aeromonas*, *Shigella* και *L. monocytogenes*. Φαίνεται να προσβάλλουν κυρίως τα λαχανικά και δευτερευόντως τα φρούτα, δείχνοντας προτίμηση στους χυμούς τους (Brackett, 1998).

**Πίνακας 4.:** Παραδείγματα φρέσκων φρούτων και λαχανικών και των παθογόνων βακτηρίων που έχουν απομονωθεί από αυτά. (Beuchat, 1996)

Προϊόν	Παθογόνο	Προϊόν	Παθογόνο
Χυμός μήλου	<i>E. coli</i> O157:H7	Αντίδι	<i>Salmonella</i>
Αγκινάρα	<i>Salmonella</i>	Μάραθος	<i>Salmonella</i>
Σπαράγγι	<i>Aeromonas</i>	Κρεμμυδάκι πράσινο	<i>Shigella</i>
Βλαστός φασολιού	<i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i>	Μαρούλι	<i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Shigella</i> , <i>E. coli</i> O157:H7
Φύλλα παντζαριού	<i>Salmonella</i>	Βλαστός φασολιού (mungbean sprouts)	<i>Salmonella</i>
Μπρόκολο	<i>Aeromonas</i>	Μανιτάρια	<i>Campylobacter jejuni</i>
Λάχανο	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes</i> , <i>V. cholerae</i> , <i>Salmonella</i>	Χυμός πορτοκαλιού	<i>Salmonella</i>
Πράσινη σαλάτα	<i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i>	Σαλάτα λαχανικών	<i>Shigella</i> , <i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>
Πεπόνι cantaloupe	<i>Salmonella</i>	Ραδίκι	<i>Staphylococcus</i> , <i>L. monocytogenes</i>
Καρτότο	<i>Staphylococcus</i>	Μαϊντανός	<i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Salmonella</i>
Κουνουπίδι	<i>Aeromonas</i> , <i>Salmonella</i>	Πιπεριά	<i>Aeromonas</i> , <i>Salmonella</i>
Σέλινο	<i>Aeromonas</i> , <i>E. coli</i> O157:H7	Πατάτες	<i>L. monocytogenes</i>



Πυρεράκια καντερά	<i>Salmonella</i>	Βλαστός σόγιας	<i>B.cereus</i>
Βλαστός κάρδαμου	<i>E. coli</i> O157:H7	Σπανάκι	<i>Aeromonas, Salmonella</i>
Αγγούρι	<i>L. monocytogenes</i>	Τομάτα	<i>L. monocytogenes, Salmonella</i>
Μελιτζάνα	<i>Salmonella</i>	Καρπούζι	<i>Salmonella</i>

Εν τούτοις, η παρουσία ενός παθογόνου βακτηρίου δεν συνεπάγεται πάντοτε και την εκδήλωση ασθένειας. Παρόλο που η ποικιλία των προϊόντων από τα οποία έχουν απομονωθεί παθογόνα βακτήρια είναι μεγάλη, μόνο μερικά από αυτά έχουν προκαλέσει τροφικές λοιμώξεις. Έτσι, ο Brackett (1998) στον πίνακα 5, μας παρουσιάζει τα πιο κοινά παθογόνα που θεωρούνται πρόξενοι τροφικών ασθενειών καθώς και τα προϊόντα με τα οποία αυτά συνδέονται (Brackett, 1998).

**Πίνακας 5.** Παθογόνα βακτήρια που συνδέονται με την πρόκληση ασθενειών από κατανάλωση φρέσκων φρούτων και λαχανικών. (Brackett, 1998)

Παθογόνο	Προϊόντα
<i>Shigella spp.</i> <i>Salmonella spp.</i>	Μαρούλι, κρεμμυδάκια πράσινα Τεμαχισμένες τομάτες, βλαστοί, τεμαχισμένο κετόνι και κετόνι capitaloupe, μη παστεριωμένος χυμός πορτοκαλιού
<i>E. coli</i> O157:H7	Μη παστεριωμένος μηλίτης και χυμός μήλου, ποικιλίες μαρουλιού
<i>Enterotoxigenic E.coli</i> (ETEC)	Καρότα
<i>V. cholerae</i> <i>L. monocytogenes</i>	Γάλα καρύδας Λάχανο
<i>B. cereus</i>	Βλαστοί

Ως ελαφρώς επεξεργασμένα προϊόντα (minimally processed products), χαρακτηρίζονται τα φρούτα και τα λαχανικά που πριν διοχετευτούν στην αγορά έχουν υποστεί μια μικρή επεξεργασία, όπως είναι η αποφλοιώση, ο τεμαχισμός (σε φέτες ή σε μικρά κομμάτια) και η χυμοποίηση. Έχουν υποστεί δηλαδή μια μερική επεξεργασία με στόχο την παραγωγή προϊόντων που προσομοιάζουν με τα νωπά και επιπλέον χαρακτηρίζονται από μια διασφαλισμένη ποιότητα χωρίς να μειώνεται η αξία και η οργανοληπτική ποιότητά τους (Reyes, 1996, Wiley, 1994).

Ωστόσο, ο τεμαχισμός, η αποφλοιώση και το ξεφλούδισμα, απομακρύνει ή καταστρέφει την προστατευτική επιδερμίδα του φρούτου ή του φυτού, με διάφορες

επιπτώσεις στην ασφάλεια των τροφίμων αυτής της κατηγορίας. Επίσης, κατά τη διάρκεια του πλυσίματος, κάποιοι μικροοργανισμοί θα απομακρυνθούν από τα προϊόντα, περισσότερα θρεπτικά συστατικά θα είναι πλέον διαθέσιμα και τα παθογόνα θα μπορούν να διασπαρθούν από μολυσμένα τμήματα σε μη μολυσμένα (SCF, 2002).

Ο πίνακας 6, αναφέρει μικροοργανισμούς που συνδέθηκαν με ελαφρώς επεξεργασμένα προϊόντα κατά την πρόκληση τροφικών ασθενειών (SCF, 2002). Κυριαρχεί και πάλι το βακτήριο *Salmonella* σε διάφορους τύπους.

**Πίνακας 6.** Κρούσματα τροφικών ασθενειών που σχετίστηκαν με κομμένα, τεμαχισμένα και αποφλοιωμένα φρούτα και λαχανικά. (SCF, 2002)

Οργανισμός	Προϊόν
<i>Salmonella java PT Dundee</i>	Τεμαχισμένη καρύδα
<i>Salmonella poona</i>	Σαλάτα πεπονιού cantaloupe
<i>Salmonella</i>	Καρπούζι
<i>Shigella spp.</i>	Τεμαχισμένο μαρούλι
<i>E. coli O157:H7</i>	Λαχανοσαλάτα
<i>Listeria</i>	Λάχανο
<i>Giardia lamblia</i>	Τεμαχισμένα ωμά λαχανικά
<i>Giardia lamblia</i>	Φρουτοσαλάτα

Οι μικροοργανισμοί που αποικούν σε έτοιμα προς κατανάλωση φρούτα και λαχανικά σύμφωνα με τους Guerzoni et al. (1996) περιλαμβάνουν πρωτόζωα, βακτήρια των γενών *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Chromobacterium*, ζύμες, γαλακτικά βακτήρια, το είδος *Aeromonas hydrophila* αλλά με μικρότερη συχνότητα και περιστασιακά το βακτήριο *L. monocytogenes* (Guerzoni et al., 1996).

### 1.3 Παθογένεια και χαρακτηριστικά των μικροβιακών κινδύνων

#### 1.3.1 Βακτήρια

- **Οικογένεια Enterobacteriaceae**

Περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό γενών και ειδών βακτηρίων, αρνητικών κατά Gram, που διαβιούν κατά κύριο λόγο στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπου και των ανωτέρων ζώων και κατά δεύτερο λόγο στο έδαφος, στο νερό και στην αποσυντηθέμενη οργανική ουσία. Μεταδίδονται με τα τρόφιμα και το μολυσμένο νερό των υδραγωγείων και των εργοστασίων τροφίμων (Μπαλατσούρας, 2006).

Το ισχυρότερο παθογόνο για τον άνθρωπο της οικογένειας αυτής είναι το *Yersinia enterocolitica* και προξενεί ουρολοιμώξεις. Το *Yersinia pestis* είναι το παθογόνο αίτιο της βουβωνικής πανώλης (Μπαλατσούρας, 2006).

Τα τρία παθογόνα γένη των Εντεροβακτηρίων για τον άνθρωπο είναι το *Escherichia*, το *Salmonella* και το *Shigella*. Οι κυριότεροι παράγοντες παθογένειας είναι η ενδοτοξίνη και η εντεροτοξίνη. Η πρώτη είναι λιποπολυσακχαρίτης που, όταν εκχυλισθεί από το κύτταρο και εισαχθεί με ένεση σε πειραματόζωο, προξενεί πυρετό, θανατηφόρο σοκ και λευκοκυτταρική αλλοίωση. Αντίθετα, η εντεροτοξίνη δρα στο λεπτό έντερο και ουσιαστικά εκχυλίζει υγρά από τα τοιχώματα του εντέρου προς τον αυλό (Μπαλατσούρας, 2006).

#### ➤ *Escherichia*

Στο γένος *Escherichia* ανήκουν τα Εντεροπαθογόνα (EEC) και τα Εντεροτοξινογόνα στελέχη του *E. coli*. Τα Εντεροπαθογόνα στελέχη, όπως είναι το *E. coli* O157:H7 και το *E. coli* O26:11, προκαλούν εντερίτιδα, διαρροϊκή εντερίτιδα και είναι φοβερά παθογόνα της αιμορραγικής κολίτιδας. Τα Εντεροτοξινογόνα στελέχη, εκκρίνουν τοξίνες ευαίσθητες (LH) και τοξίνες ανθεκτικές (SH) στη θέρμανση. Η έκκριση εντεροτοξίνης φαίνεται ότι ελέγχεται από πλασμίδια (Echeverría et al., 1985).

Όσον αφορά το στέλεχος *E. coli* O157:H7, οι μολύνσεις του συνδέονται συνήθως με το βόειο κρέας. Παρόλα αυτά, άλλα τρόφιμα και το πόσιμο νερό, έχουν επίσης συνδεθεί με επιδημίες και μολύνσεις που προκλήθηκαν από αυτό το παθογόνο. Το 1991, 23 περιστατικά στη Μασαχουσέτη συνδέθηκαν με την κατανάλωση μη παστεριωμένου χυμού μήλου που είχε προετοιμαστεί σε έναν αποχυματή (Besser et al., 1993). Το 90% των μήλων που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν συλλεχθεί από το έδαφος και όχι από το δένδρο. Η μόλυνση πιθανώς έλαβε χώρα πριν ή κατά τη διάρκεια της συγκομιδής. Οι χαμηλές τιμές pH και θερμοκρασίας δρουν ως εμπόδια στην επιβίωση και αύξηση του *E. coli* O157:H7. Εν τούτοις, παρατεταμένη επιβίωση έχει παρατηρηθεί σε pH μικρότερο του 4.0 και σε θερμοκρασία ψυγείου (8° C) σε πειραματικά εμβολιασμένο χυμό μήλου (Zhao et al., 1993).

Το 1995, μία επιδημία από μόλυνση του βακτηρίου που περιελάμβανε τουλάχιστον 29 άτομα στην Μοντάνα, συνδέθηκε επιδημιολογικά με την

κατανάλωση φύλλων μαρουλιού (CDC, 1995a). Τον Οκτώβριο και το Νοέμβριο του 1996 στη Βορειοδυτική Αμερική, επιδημία από μόλυνση του *E. coli* O157:H7 συνδέθηκε με την κατανάλωση επώνυμου μη-παστεριωμένου χυμού πορτοκαλιού (CDC, 1996).

#### ➤ *Salmonella*

Η γαστρεντερίτιδα από Σαλμονέλα (*Salmonella enteritidis*), προκαλείται από κατάποση ζωντανών μικροβίων που έχουν αναπτυχθεί και μολύνει διάφορα τρόφιμα και εκδηλώνεται μετά από επώαση 8-24 και κατά μέσο όρο 18 ωρών (Μπαλατσούρας, 2006).

Η ανθρώπινη Σαλμονέλωση έχει συσχετιστεί με διάφορα τρόφιμα όπως είναι τα πουλερικά, τα αυγά και το κρέας, αλλά οι μεγαλύτερες επιδημίες της ασθένειας έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, αναφέρθηκαν 143 επιδημίες μετά από κατανάλωση βλαστών φασολιών που μολύνθηκαν από το βακτήριο *Salmonella* sp. (ορότυπος saint-paul) (O'Mahony et al., 1990). Στην Ιταλία, διάφοροι ορότυποι του βακτηρίου *Salmonella* απομονώθηκαν από μάραθο, μαρούλι, σέλινο και μαϊντανό (Salleh et al., 2002). Από τις ετήσιες αναφορές των CDC προέκυψε ότι, από τα ομαδικά κρούσματα σαλμονελώσεων κατά τα έτη 1977 – 1981, οι σαλάτες κατείχαν το 5,1 %. Είδη του βακτηρίου, έχουν απομονωθεί από μία μεγάλη ποικιλία λαχανικών (Garcia-Villanova Ruiz et al., 1987).

Το 1955, 1979 και 1991, επιδημίες σαλμονέλωσης αποδόθηκαν σε τεμαχισμένα καρπούζια (Blostein, 1993, CDC, 1979). Το 1990, πεπόνια της ποικιλίας cantaloupe από διάφορες περιοχές του Μεξικού και της Κεντρικής Αμερικής, συνδέθηκαν με 295 μολύνσεις που προκλήθηκαν από το βακτήριο *Salmonella* sp. (ορότυπος Chester) σε 30 πολιτείες (Ries et al., 1990). Το 1991, περισσότερες από 400 περιπτώσεις από μόλυνση του *Salmonella* sp. (ορότυπος Roopa) με προέλευση το Τέξας ή και το Μεξικό, συνδέθηκαν με προ-τεμαχισμένα πεπόνια ποικιλίας cantaloupe που προήλθαν από το Τέξας ή/και το Μεξικό (CDC, 1991). Μία έρευνα του FDA αποκάλυψε ότι, τα 35 από τα 3.660 (0,9%) πεπόνια που εισήχθησαν από το Μεξικό, έφεραν το βακτήριο *Salmonella* στην επιφάνειά τους (Madden, 1992). Το 1991, ο FDA πρότεινε να πλένουν οι μικρέμποροι τροφίμων όλα τα πεπόνια πριν τον

τεμαχισμό τους, να απομακρύνουν τη φλούδα τους, να διατηρούν τα τεμαχισμένα πεπόνια σε θερμοκρασία < 7° C και να περιορίσουν τη διατήρησή τους μέχρι την πώλησή τους για διάστημα όχι μεγαλύτερο από 4 ώρες εάν δεν είναι κατεψυγμένα (Golden et al., 1993).

Το 1990, μια επιδημία από το βακτήριο *Salmonella* sp. (ορότυπος Javiana), που αφορούσε 176 περιστατικά σε Ιλινόις, Μίσιγκαν, Μινεσότα και Γουισκόνσιν, συνδέθηκε επιδημιολογικά με την κατανάλωση φρέσκων καρπών τομάτας (Wood et al., 1991). Το 1993, σε 100 κρούσματα που αφορούσαν επιδημία από το βακτήριο *Salmonella* sp. (ορότυπος Montevideo) σε Ιλινόις, Μίσιγκαν, Μινεσότα και Γουισκόνσιν, βρέθηκε ότι ήταν και πάλι εμπλεκόμενες οι τομάτες ως ο πιθανός φορέας μόλυνσης (CDC, 1993). Οι τομάτες και στις δύο επιδημίες ανιχνεύτηκαν σε έναν συσκευαστή στη Νότια Καρολίνα. Οι καρποί τομάτας μετά τη συγκομιδή τους είχαν βυθιστεί σε μια δεξαμενή νερού που ήταν ανεπαρκώς χλωριωμένη. Ο τρόπος με τον οποίο βρέθηκαν οι Σαλμονέλες μέσα στη δεξαμενή, παραμένει άγνωστος. Παρόλα αυτά, η δεξαμενή λειτούργησε ως μέσον για τη διάδοση των Σαλμονέλων στις τομάτες που βυθίστηκαν μέσα σε αυτή (Hedberg et al., 1999).

Το 1995, μια επιδημία από βακτήρια *Salmonella* sp. (ορότυποι Hartford, Gaminara και Rubislaw), εμφανίστηκε σε 62 ταξιδιώτες που δεν είχαν σχέση μεταξύ τους, σε ένα πάρκο στο Ορλάντο της Φλόριδας (CDC, 1995a). Επιδημιολογικές έρευνες αποκάλυψαν ότι η επιδημία συσχετιζόταν με την κατανάλωση μη παστεριωμένου χυμού πορτοκαλιού από την ίδια βιομηχανία (NACMCF, 1999a).

#### ➤ *Shigella*

Τα είδη που ευθύνονται κατά κύριο λόγο για δυσεντερίες κακοήθους, τις περισσότερες φορές μορφής, είναι τα *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii* και *Shigella sonnei*. Η δυσεντερία εκδηλώνεται με διάρροια, παράταση της οποίας οδηγεί σε αφυδάτωση και σε θάνατο, ιδιαίτερα στην παιδική ηλικία. Το παθογόνο μεταδίδεται από άνθρωπο σε άνθρωπο με απλή επαφή (άμεσα) ή με μόλυνση των τροφίμων ή του πόσιμου νερού (έμμεσα) (Μπαλατσούρας, 2006).

Διάφορα κρούσματα για τα οποία είναι υπεύθυνο το βακτήριο *Shigella*, έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση μολυσμένων νωπών λαχανικών. Μια εγκατάσταση επεξεργασίας μαρουλιού ήταν η κοινή πηγή των προϊόντων που ευθύνονταν για τις



επιδημίες που προκάλεσε το *S. sonnei* ταυτόχρονα σε δυο πανεπιστημιούπολεις του Τέξας. Και στις δυο πανεπιστημιούπολεις οι φοιτητές που ασθένησαν είχαν φάει έτοιμες σαλάτες που περιείχαν ως μοναδικό συστατικό το μαρούλι. Ένα άλλο κρούσμα του *S. sonnei* που προκάλεσε γαστρεντερίτιδα, συνδέθηκε με την κατανάλωση τεμαχισμένου μαρουλιού. Όσα εστιατόρια ενεπλάκησαν σε αυτήν την επιδημία, είχαν λάβει τα τεμαχισμένα μαρούλια από τον ίδιο προμηθευτή. Μία έρευνα που διεξήχθη, υπέδειξε ότι η πηγή της μόλυνσης ήταν ένας εργαζόμενος των εγκαταστάσεων και πως η μέθοδος της επεξεργασίας επέτρεψε τη μόλυνση των μαρουλιών (Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003).

Το 1998, κρούσματα μολύνσεων προκλήθηκαν σε μαϊντανό από το εντεροπαθογόνο *S. sonnei* σε τέσσερις πολιτείες των Η.Π.Α. και σε δυο επαρχίες του Καναδά και ανιχνεύθηκαν σε μία φάρμα του Μεξικό. Το νερό που χρησιμοποιήθηκε για το πλύσιμο του προϊόντος προερχόταν από δημοτικό σύστημα άρδευσης χωρίς να υποστεί τις κατάλληλες επεξεργασίες, το οποίο πιθανώς να είχε μολυνθεί με μη επεξεργασμένα βοθρολύματα ανθρώπινης προέλευσης (CDC, 1999a).

Για την ασθένεια της Σιγκέλωσης είναι υπεύθυνο το βακτήριο *S. dysenteriae*. Το παθογόνο διαπερνά το επιθήλιο του παχέος εντέρου και εγκαθίσταται στα κυττοπλασματικά κενοτόπια. Έτσι δημιουργούνται φλεγμονές, τραυματισμοί και έλκη στα οποία οφείλουν τη γένεσή τους το αίμα και η βλέννα του ασθενούς. Άλλα συμπτώματα είναι οι πόνοι στο υπογάστριο, οι σπασμοί, η ανορεξία και ο πυρετός. Η εξέλιξη της ασθένειας διαφέρει κατά περίπτωση και εξαρτάται από την ανοχή του ασθενούς και την τοξικότητα του βακτηρίου (Μπαλατσούρας, 2006).

Το 1994, μια επιδημία Σιγκέλωσης, που εμφανίστηκε σε πολλές πολιτείες των ΗΠΑ, συνδέθηκε επιδημιολογικά με την κατανάλωση φρέσκων κρεμμυδιών (Cook et al., 1995). Τα κρεμμύδια ανιχνεύθηκαν σε μεταφορείς στην Καλιφόρνια οι οποίοι προμηθεύτηκαν τα περισσότερα από τα πράσινα κρεμμυδάκια από την ίδια φάρμα στο Μεξικό. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι η μόλυνση εμφανίστηκε στο Μεξικό κατά τη συγκομιδή ή κατά την διάρκεια της συσκευασίας. Η επιδημία αυτή εντοπίστηκε λόγω του ότι παρατηρήθηκε αύξηση των κρουσμάτων από *S. flexneri* στο Ιλινόις, κατά επτά φορές (NACMCF, 1999a).

- *Listeria monocytogenes*

Είναι παθογόνο βακτήριο για τον άνθρωπο ευρείας διαδόσεως ή ορθότερα παθογόνο που βρίσκεται παντού (Myers et al., 1993). Είναι το παθογόνο αίτιο της λιστερίωσης. Πρόκειται για έναν μικρό ασποριογόνο θετικό κατά Gram βάκιλο που αγγίζει τα όρια του κόκκου (κοκκοβάκιλος). Σε σύγκριση με άλλα παθογόνα και με άλλα τροφομεταφερόμενα μικρόβια παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες και συγκεκριμένα:

- Αναπτύσσεται σε εύρος θερμοκρασιών από 1°C έως 44°C.
- Αντέχει στο αλάτι και αναπτύσσεται όταν η συγκέντρωση στο τρόφιμο φτάνει μέχρι και 10 %. Το ίδιο παθογόνο βρέθηκε να επιβιώνει σε υπόστρωμα με 20 % αλάτι για 8 εβδομάδες στους 4°C.
- Είναι ψυχρότροφο και αναπτύσσεται στη θερμοκρασία των ψυγείων (4°C).
- Επιβιώνει κατά την κατάψυξη και την ξήρανση των τροφίμων.
- Πολλαπλασιάζεται σε εύρος pH από 5,6 ως 9 στα τρόφιμα αλλά και μέχρι 4,3 σε ζωμούς εργαστηρίου. Η άριστη τιμή pH για την ανάπτυξή του είναι 7,0 (Wederquist et al., 1994). Το ίδιο παθογόνο αναπτύσσεται και σε υπόστρωμα αυξημένης αλκαλικότητας.

Το βακτήριο *L. monocytogenes* είναι υπεύθυνο για τη Λιστερίωση. Προσβάλλει με ιδιαίτερη προτίμηση τις εγκύους γυναίκες, παιδιά μικρής ηλικίας, αλλά και άτομα προχωρημένης ηλικίας. Στην περίπτωση των εγκύων γυναικών, προσβάλλει το βρέφος, είτε στο στάδιο του εμβρύου μέσω του πλακούντα είτε κατά την ώρα του τοκετού. Η νέκρωση του εμβρύου είναι σχεδόν αναπόφευκτη.

Στόχος της *Listeria* είναι ακόμα άτομα ανοσοκατασταλμένα, δηλαδή αλκοολικοί, διαβητικοί, πάσχοντες από λευχαιμία, καρδιαγγειακές παθήσεις, ηπατίτιδα, καρκινώματα, μυέλωμα (Conner et al., 1989), για τα οποία η θνησιμότητα φτάνει το 30%. Υπεύθυνα για τη μετάδοση του παθογόνου είναι τα τρόφιμα, γιατί η μόλυνση από πηγές του περιβάλλοντος είναι σπάνια. Υπάρχουν ακόμα νοσούντες

άνθρωποι ήπιας μορφής, υγιείς φορείς του μικροβίου, θηλαστικά, πτηνά, ιχθυηρά, περιττώματα ζώων ακόμη και το έδαφος, που φέρουν το παθογόνο της λιστερίωσης.

Το βακτήριο *L. monocytogenes* έχει απομονωθεί από αρκετά έτοιμα προς χρήση (Ready To Use, RTU) λαχανικά σε ποσοστά που κυμαίνονται από 0 (Fenlon et al., 1996) μέχρι 44% (Doris and Seah, 1995). Παρουσιάζεται σε μικρούς αριθμούς σε αρκετά τρόφιμα και απαιτεί ευαίσθητες μεθόδους εμπλουτισμού για την ανίχνευσή του. Μια προηγούμενη μελέτη που έγινε στη Βόρεια Ιρλανδία, έδειξε ότι το 2% από έτοιμα προς κατανάλωση καλλιεργημένα φυτικά προϊόντα περιείχε *Listeria* spp. (Wilson, 1995). Επιδημίες της Λιστερίωσης έχουν συνδεθεί επιδημιολογικά με την κατανάλωση ωμής σαλάτας λαχανικών (Ho et al., 1986).

Η πρώτη τεκμηριωμένη επιδημία ξέσπασε σε παραθαλάσσιες περιοχές (Prince Edward Island, Nova Scotia, New Brunswick) του Καναδά το 1981 και περιελάμβανε 34 περιγεννητικές υποθέσεις και 7 υποθέσεις με ενήλικα άτομα. Το μέσο μεταφοράς της μόλυνσης ήταν η λαχανοσαλάτα που καταναλώθηκε και η πηγή του βακτηρίου *L. monocytogenes*, ήταν το αποθηκευμένο λάχανο (Schlech et al., 1983).

Οι Ho et al. (1986), ανέφεραν ότι το 1979 κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μολύνθηκαν 23 ασθενείς από το βακτήριο *L. monocytogenes* σε 8 νοσοκομεία της Βοστώνης. Η επιδημία αυτή, αποδόθηκε στην κατανάλωση ωμών λαχανικών (σέλινο, τομάτες, μαρούλι), αλλά, δεν έγινε καμιά προσπάθεια να απομονωθεί το βακτήριο κατά τη στιγμή του ξεσπάσματος. Υποπίο βρέθηκε ένας ηλικιωμένος ασθενής σε νοσοκομείο του Λονδίνου που απέκτησε λιστερική σηψαιμία μετά από κατανάλωση μολυσμένου μαρουλιού (Fain, 1996).

### 1.3.2 Πρωτόζωα

- *Cryptosporidium*

Το *Cryptosporidium*, προέκυψε ως απειλή στις παροχές νερού στη δεκαετία του 1980, ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο Ηνωμένο Βασίλειο και από τότε είχαν και άλλες χώρες αναγνωρισμένα κρούσματα της υδάτινης προελεύσεως ασθένειας, την κρυπτοσποριδίωση. Το *Cryptosporidium* προκάλεσε πιθανώς την μεγαλύτερη επιδημία γαστρεντερικής ασθένειας σε μια ανεπτυγμένη χώρα. Η



επιδημία αυτή συνέβη στο Μίλγουοκι, στο Γουισκόνσιν και στις Η.Π.Α, το 1993, κατά τη διάρκεια της οποίας υπήρξαν κατά εκτίμηση 403.000 περιστατικά της ασθένειας ως αποτέλεσμα μιας μολυσμένης παροχής πόσιμου νερού (Mackenzie et al., 1994).

Πολυάριθμες επιδημίες, έχουν συνδεθεί με το μολυσμένο νερό από διάφορες πηγές. Παραδείγματος χάριν, μία επιδημία σε περιοχή του Βόρειου Τάμεση στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1997, συνδέθηκε με μια μολυσμένη παροχή νερού από γεώτρηση, η οποία μόλυνε 345 ανθρώπους (Gray, 1998). Στις ΗΠΑ το 1994, μια επιδημία κρυπτοσποριδίωσης που συνδέθηκε με μολυσμένο νερό λίμνης, μόλυνε κατά εκτίμηση 2.070 ανθρώπους (Kramer et al., 1998). Αρκετές επιδημίες έχουν συνδεθεί με το μολυσμένο νερό πισινών. Μια από αυτές, έλαβε χώρα στο Σύδνεϋ της Αυστραλίας το 1994, όταν προσβλήθηκαν 70 άνθρωποι από την ασθένεια της κρυπτοσποριδίωσης (Lemmon et al., 1996).

Λίγες επιδημίες έχουν συνδεθεί με άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Παραδείγματος χάριν, το 1993 μια επιδημία κρυπτοσποριδίωσης στις ΗΠΑ συνδέθηκε με την κατανάλωση μη παστεριωμένου χυμού, που παρασκευάστηκε σε αποχυωτή από φρέσκα μήλα. Τα μήλα που χρησιμοποιήθηκαν στον χυμό, μολύνθηκαν πιθανώς από περιττώματα βοοειδών όταν έπεσαν στο έδαφος ενός λιβαδιού με αγελάδες (Millard et al., 1994). Το 1996, εμφανίστηκε στο Μέιν (ΗΠΑ) μια επιδημία στην οποία τα παιδιά ανέπτυξαν την ασθένεια της κρυπτοσποριδίωσης ύστερα από κατανάλωση χυμού μήλου. Ο χυμός παρασκευάστηκε από μήλα που μολύνθηκαν πιθανώς από νερό πηγής (CDC, 1997). Οι επιδημίες αυτές, υποδηλώνουν ότι το χαμηλό pH των προϊόντων αυτών (συνήθως 3.4 - 4.2) δεν επαρκεί για την πλήρη αδρανοποίηση των μολυσμένων ωοκυστών του *Cryptosporidium*.

Παρόλο που τα περισσότερα κρούσματα της κρυπτοσποριδίωσης είναι υδάτινης προελεύσεως, η μόλυνση μπορεί να προκληθεί και με την κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων με το *Cryptosporidium* spp. (Smith, 1993, MacKenzie et al., 1994, Guerrant, 1997). Οι ωοκύστες του *Cryptosporidium* είναι ανθεκτικές στις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, ακόμη και στο χλώριο που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία απολύμανσης στις παροχές νερού.

Η διάρροια είναι το πιο κοινό σύμπτωμα της ασθένειας που προκαλεί το *Cryptosporidium parvum*, η οποία ακολουθείται από οξύ πόνο και εμετό. Η ασθένεια

αυτή έχει μεγαλύτερη διάρκεια από τις περισσότερες βακτηριακές γαστρεντερικές λοιμώξεις, διαρκεί συνήθως 1-2 εβδομάδες και μπορεί να χρειαστεί να γίνει εισαγωγή στο νοσοκομείο (Dawson, 2005).

- ***Giardia***

Το *Giardia*, ήταν το πρώτο πρωτόζωο που συνδέθηκε ευρέως με την πρόκληση ασθένειας σε άνθρωπο και από το 1970 και μετά, έχουν υπάρξει πολλές τεκμηριωμένες περιπτώσεις πρόκλησης της ασθένειας γκιαρντίασης από κατανάλωση μολυσμένου νερού (Graun, 1986). Το είδος *Giardia* που μολύνει τους ανθρώπους (και άλλα θηλαστικά) και προκαλεί την γκιαρντίαση, είναι το *Giardia duodenalis* το οποίο συχνά αναφέρεται ως *Giardia lamblia* ή *Giardia intestinalis* (Dawson, 2005).

Η γκιαρντίαση προκαλείται κυρίως από τη μεταφορά των κύστεων του *Giardia intestinalis* μέσω των λερωμένων χεριών, του μολυσμένου πόσιμου νερού και των τροφίμων που μολύνονται με περιττώματα. Οι κύστες επιζούν καλά στο περιβάλλον και είναι ανθεκτικές στη χλωρίωση των παροχών νερού. Η γκιαρντίαση μπορεί να προκαλέσει χρόνια διάρροια, ελλιπή απορρόφηση τροφής και απώλεια βάρους, με συμπτώματα που εμμένουν για αρκετούς μήνες (Hill, 1993).

Η γκιαρντίαση τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά στο Άσπεν του Κολοράντο, (ΗΠΑ) το 1965/1966 και τα CDC ξεκίνησαν την παρακολούθηση της ασθένειας αυτής το 1971. Μεταξύ του 1979 και του 1988, το *Giardia* ήταν ο οργανισμός που εμπλεκόταν με μεγαλύτερη συχνότητα στις ασθένειες υδάτινης προελεύσεως. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, μεταξύ του 1965 και του 1984, αναφέρθηκαν περίπου 90 επιδημίες που αφορούσαν συνολικά 23.776 περιστατικά (Flanangan, 1992). Μεταξύ του 1992 και του 1997, η παρακολούθηση που πραγματοποιήθηκε από 42 πολιτείες των ΗΠΑ εμφάνισε ότι, ετησίως συμβαίνουν τουλάχιστον 2.5 εκατομμύρια περιπτώσεις γκιαρντίασης (Furness et al., 2000). Η γκιαρντίαση, είναι ευρέως γνωστή μεταξύ των ταξιδιωτών στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και της πρώην Σοβιετικής Ένωσης.

Έχουν τεκμηριωθεί η σύνδεση διαφόρων τροφικών επιδημιών γκιαρντίασης με την προετοιμασία των τροφίμων, και συγκεκριμένα με μολυσμένους χειριστές τροφίμων. Παραδείγματος χάριν, ένα κρούσμα γκιαρντίασης εμφανίστηκε μετά από ένα οικογενειακό πάρτι για 25 άτομα. Εννέα άτομα που έφαγαν φρουτοσαλάτα στο

πάρτι, αρρώστησαν. Το άτομο που προετοίμασε τη φρουτοσαλάτα, είχε στο σπίτι του ένα κατοικίδιο κουνέλι και ένα μωρό παιδί που ήταν και τα δύο θετικά στο *Giardia lamblia* (Porter et al., 1990). Το 1990, ένα κρούσμα μεταξύ των υπαλλήλων μιας ασφαλιστικής εταιρείας οδήγησε σε 18 εργαστηριακά επιβεβαιωμένες υποθέσεις γκιαρντίασης και σε εννέα περιπτώσεις που υπήρχαν υποψίες για γκιαρντίαση. Η πιθανή πηγή του κρούσματος ήταν τα νωπά τεμαχισμένα λαχανικά που καταναλώθηκαν στην καφετέρια των υπαλλήλων και ο χειριστής τροφίμων που τα προετοίμασε (Mintz et al., 1993). Καμία τροφική επιδημία σχετική με την ασθένεια της γκιαρντίασης δεν έχει αναφερθεί σχετικά με τα βιομηχανικά μεταποιημένα τρόφιμα.

- *Cyclospora*

Ένα άλλο πρωτόζωο, το *Cyclospora*, έχει αναφερθεί ως σημαντικό ανθρώπινο παθογόνο μόλις στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Έχει αναγνωρισθεί σε ανεπτυγμένες χώρες ως ο υπεύθυνος παράγοντας μερικών γαστρεντερικών κρουσμάτων που συνδέονται με νωπά μη επεξεργασμένα προϊόντα όπως είναι τα μαλακά φρούτα και τα φυλλώδη λαχανικά (Dawson, 2005).

Πολλά είδη του *Cyclospora* έχουν βρεθεί στα ζώα. Το *Cyclospora cayetanensis* είναι το μόνο είδος που βρέθηκε στους ανθρώπους και προφανώς περιορίζεται σε αυτόν τον ξενιστή. Το παράσιτο αυτό, αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά σαν ανθρώπινο παθογόνο το 1977 (Ashford, 1979).

Οι ωοκύστες του *Cyclospora cayetanensis* φαίνονται να έχουν μια παρόμοια αντοχή στις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες και τις επεξεργασίες με τις ωοκύστες των *Cryptosporidium* (SCF, 2002).

Διάφορες μικρές επιδημίες της υδάτινης προελεύσεως ασθένειας κυκλοσπορίαση έχουν προσδιοριστεί, αλλά δεν έχουν εμφανιστεί μεγάλες επιδημίες παρόμοιες με εκείνες που προκαλούνται από τα άλλα δύο πρωτόζωα, *Cryptosporidium* και *Giardia*. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί ο οργανισμός είναι λιγότερο συνδεδεμένος με την ανθρώπινη διαρροϊκή ασθένεια και η πιθανή δεξαμενή της μόλυνσης είναι μικρότερη. Η πρώτη τεκμηριωμένη επιδημία στις Ηνωμένες Πολιτείες, εμφανίστηκε το 1990 στο Σικάγο, όπου 23 περιστατικά συνδέθηκαν με μία παροχή νερού νοσοκομείων (Huang et al., 1995).

Το *Cyclospora* έχει συνδεθεί με διάφορες επιδημίες τροφικών ασθενειών μεγάλης κλίμακας από μολυσμένα βατόμουρα στις Ηνωμένες Πολιτείες και στον Καναδά. Τα βατόμουρα μπορεί να μολύνθηκαν μέσω του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων ή μέσω των αδραχτιών των συλλεκτικών μηχανών (Sterling and Ortega, 1999, Sathyanarayanan and Ortega, 2004).

### 1.3.3 Ιοί

Οι ιοί που συνδέονται με την πρόκληση τροφογενών ασθενειών προέρχονται από τα ανθρώπινα περιττώματα. Πολλές μολύνσεις από εντερικούς ιούς είναι ήπιες και έχουν σχετικά σύντομη διάρκεια (Appleton, 1991, ACMSF, 1998). Οι περισσότερες μολύνσεις από τέτοιους ιούς πιθανώς δεν έχουν ταυτοποιηθεί, επειδή τα δείγματα σπάνια εξετάζονται για ιούς και οι μέθοδοι ανίχνευσης χρησιμοποιούνται συνήθως για να προσδιορίσουν μόνο μερικούς από τους ιούς που είναι γνωστοί για την πρόκληση των μολυσματικών εντερικών ασθενειών (IID). Η μετάδοση γίνεται κυρίως από άνθρωπο σε άνθρωπο με την εισπνοή των αερομεταφερόμενων σταγονιδίων και την περιττωματική μόλυνση. Έχουν περιγραφεί πολλές επιδημίες στις οποίες συνδέονται οι εντερικοί ιοί με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά (Hedberg and Osterholm, 1993, ACMSF, 1998).

Με βάση τα επιδημιολογικά κριτήρια που περιγράφονται από τους Karlan et al. (1982), υπολογίζεται ότι το 32-42% των τροφογενών εντερικών μολύνσεων στις ΗΠΑ προκαλούνται από τους ιούς και ειδικότερα από τους εντερικούς ιούς. Οι ιοί Hepatitis A και Norwalk-like viruses (NLV) αναφέρονται ως οι πιο κοινοί μολυντές των τροφίμων (ACMSF, 1998).

Ο ιός της Ηπατίτιδας Α συνδέεται συχνά με την πρόκληση τροφογενών ασθενειών. Έχει συσχετιστεί με τα οστρακόδερμα που συγκομίζονται από τα μολυσμένα νερά, με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, τα μαγειρεμένα τρόφιμα και τα άψητα τρόφιμα που δεν αναθερμαίνονται μετά από την επαφή τους με έναν μολυσμένο χειριστή τροφίμων (ACMSF, 1998). Σε πολλές περιπτώσεις, οι βελτιωμένες συνθήκες υγιεινής έχουν μειώσει τη μόλυνση με αυτόν τον ιό.

Οι επιδημίες που προκαλούνται από τον ιό της Ηπατίτιδας Α και τους Norwalk-like viruses (NLV) έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση των φρέσκων



φρούτων και λαχανικών. Οι επιδημίες αυτές έχουν συνδεθεί με τις κατεψυγμένες φράουλες ή τα κατεψυγμένα βατόμουρα, το μαρούλι, τα πεπόνια, τις σαλάτες, τις τεμαχισμένες σε κύβους τομάτες και τα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Κάποιες από αυτές τις επιδημίες προκλήθηκαν από έναν μολυσμένο χειριστή τροφίμων κατά τη διάρκεια της τελικής προετοιμασίας. Από τις 14 αναφορές σε επιδημίες που προκλήθηκαν από ιούς που αναφέρθηκαν από τους Hedberg και Osterholm (1993), ένας χειριστής τροφίμων που ήταν άρρωστος πριν ή ενώ μεταχειριζόταν τα εμπλεκόμενα τρόφιμα, προσδιορίστηκε ως πηγή μόλυνσης σε 8 κρούσματα.

Από το 1990 μέχρι το 1998, τα 54 (29%) από τα 188 κρούσματα που συνδέθηκαν με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, περίπου το 60% οφειλόταν σε NLV. Οι NLV, είναι μια ομάδα ιών που προκαλούν μία ασθένεια με συμπτώματα τον εμετό και τη διάρροια, την οποία θα αναγνώριζαν πολλοί ως "γρίπη του στομάχου". Εντούτοις, τα CDC υπολογίζουν ότι τα 2/3 όλων των τροφογενών ασθενειών με γνωστή αιτιολογία, έχουν προκληθεί από τους NLV (Mead et al., 1999).

Σε μία έρευνα που έγινε από τους Widdowson et al., (2005) στις ΗΠΑ κατά τις περιόδους 1998-2000, προέκυψε ότι το 56% από τις 76 επιδημίες που προκλήθηκαν από NLV, το 26% συνδέθηκε με σαλάτες, το 13% με σάντουιτς και το 13% με φρέσκα φρούτα και λαχανικά. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν ότι η μόλυνση των προϊόντων που απαιτούν κάποια μεταχείριση η οποία δεν ακολουθείται από θερμική επεξεργασία, αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία για πρόκληση ασθενειών από τους Norwalk-like ιούς ( Widdowson et al., 2005)

Οι επιδημίες των NLV είναι κοινές στα παιδιά και στους ενήλικους όλων των ηλικιών σε νοσοκομεία, οίκους ευγηρίας, σε ξενοδοχεία και σε ιδρύματα όπου ο ιός μεταφέρεται από άνθρωπο σε άνθρωπο. Ο ιός μπορεί να διαδοθεί στα αερολύματα και η μολυσματική δόση θεωρείται ότι είναι πολύ χαμηλή (10-100 άτομα ιού). Επιδημίες από τον ιό λόγω κατανάλωσης μολυσμένων τροφίμων, έχουν συνδεθεί με τα τρόφιμα που χειρίστηκαν μολυσμένα άτομα, καθώς και με οστρακόδερμα και λαχανικά που είχαν μολυνθεί με ανθρώπινα λύματα (Hedberg and Osterholm, 1993, ACMSF, 1998).

### 1.3.4 Μύκητες

Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, οι έτοιμες για κατανάλωση σαλάτες και οι διάφοροι τύποι βλαστών, μπορούν εύκολα να μολυνθούν από διάφορους μυκήτες και ζύμες κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της συγκομιδής, της μεταφοράς και της εμπορίας τους, καθώς και στα χέρια των καταναλωτών. Μερικοί από τους τοξινογόνους μύκητες, όπως είναι οι *Fusarium* και *Alternaria* είναι φυτικά παθογόνα, μπορούν να μεταφερθούν από τα προσβεβλημένα μέρη των φυτών και να μολύνουν και τα υγιή μέρη. Άλλοι μύκητες μολύνουν και προκαλούν φθορές στους φυτικούς ιστούς μετά τη συγκομιδή, όπου μπορούν να παράγουν τους τοξικούς μεταβολίτες τους, δηλαδή μυκοτοξίνες. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές σχετικά με τις απώλειες των λαχανικών που προκαλούνται από τους μύκητες. Οι Ryall και Lipton (1979), περιέγραψαν λεπτομερώς την μόλυνση και την υποβάθμιση πολλών λαχανικών από διάφορους μύκητες όπως *Botrytis*, *Altermaria*, *Penicillium*, *Cladosporium* και άλλους. Ο Brackett (1987) και ο Mundt (1978), συνόψισαν τα αποτελέσματα της μόλυνσης των μυκήτων στα φρέσκα λαχανικά και στα προϊόντα που σχετίζονται με τα λαχανικά. Ο Banwart (1979), ανέφερε τη μόλυνση σε καρότα, λάχανο και άλλα λαχανικά από *Altermaria*, *Rhizopus* και *Aspergillus*, ενώ οι Pitt και Hocking (1985), ανέφεραν την αποσύνθεση των κρεμμυδιών από το είδος *Aspergillus niger* και από τον μύκητα *Fusarium*.

Έχει παρατηρηθεί αύξηση του πληθυσμού διαφόρων ζυμών και μυκήτων κατά τη διάρκεια της βλάστηση και της εμπορίας φρέσκων φυτικών προϊόντων. Ο Toumas (2005), σημείωσε ότι η ανάπτυξη του μύκητα *Penicillium* σε βλαστούς αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της ψύξης. Μερικοί από τους μύκητες που βρέθηκαν στα φρέσκα λαχανικά και στους βλαστούς είναι ενδεχομένως τοξινογόνοι και μπορούν να παράγουν μυκοτοξίνες καθώς αναπτύσσονται σε αυτά τα προϊόντα. Επιπλέον, κάποιοι άλλοι είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο αποτελώντας έναν κίνδυνο υγείας για τον καταναλωτή (Toumas 2005).

Αν και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως υπάρχουν αρκετές αναφορές για την βακτηριακή μόλυνση των φρέσκων και των ελαφρώς επεξεργασμένων φρούτων και λαχανικών δεν έχει γίνει μεγάλη έρευνα στον τομέα της μόλυνσης των προϊόντων αυτών από μύκητες (Toumas 2005).

Οι Ασπέργιλλοι (*Aspergillus* sp.) αποτελούν ένα γένος μυκήτων με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή είναι το περισσότερο κοσμοπολίτικο γένος μυκήτων με μεγάλο αριθμό ειδών και με ικανότητα να αναπτύσσονται σε όλη την υφήλιο από τις αρκτικές μέχρι τις τροπικές χώρες, σε κάθε υπόστρωμα που περιέχει υγρασία και κάποια οργανική ουσία (Μπαλατσούρας, 2006).

Τα τρόφιμα τα οποία αλλοιώνουν είναι οι λιπαρές ουσίες, τα τριγλυκερίδια τα οποία υδρολύουν και έτσι αυξάνουν την ελεύθερη οξύτητά τους, τα κρεμμύδια και τα σκόρδα τα οποία αλλοιώνουν με μαύρη σήψη, οι σπόροι των δημητριακών που με τη μυκητίαση, χάνουν τη βλαστική τους ικανότητα κ.ά. Συνθέτουν ένζυμα που μπορούν να παραχθούν σε βιομηχανική κλίμακα, οργανικά οξέα και αμινοξέα. Τα ένζυμα είναι πηκτινολυτικά, λιπάσες, πρωτεάσες και γλυκοαμυλάση (*Aspergillus awamori*). Τα οξέα είναι κιτρικό, γλυκονικό και γαλλικό, καθώς και αμινοξέα, όπως η θρυπτοφάνη. Συνθέτουν επικίνδυνες για τον άνθρωπο και για τα ανώτερα ζώα μυκοτοξίνες, όπως είναι η αφλατοξίνη του *Aspergillus flavus*, η ωχρατοξίνη των *Aspergillus parasiticus* και *Aspergillus ochraceous*, η πατουλίνη ειδών του *Aspergillus* κ.ά (Μπαλατσούρας, 2006).

Ορισμένα είδη και κυρίως το είδος *Aspergillus fumigates* μπορεί να εξελιχθεί σε ευκαιριακό παθογόνο για τον άνθρωπο και για τα ανώτερα ζώα. Ο *Aspergillus niger* είναι το περισσότερο διαδεδομένο είδος, σαπρόφυτο το οποίο μεταξύ των άλλων, αλλοιώνει τα αποθηκευμένα οπωρολαχανικά (κυρίως οι μαύροι Ασπέργιλλοι). Συνθέτει την ωχρατοξίνη Α, η οποία είναι τρομερά επικίνδυνη για τον άνθρωπο και τα ανώτερα ζώα. Ο *Aspergillus parasiticus* αναπτύσσεται στα αποθηκευμένα αγροτικά προϊόντα, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν και τα ρυπαίνει με την αφλατοξίνη την οποία εκκρίνει. Οι *Aspergillus glaucus* και *Aspergillus repens*, είναι σαπρόφυτα είδη και αναπτύσσονται σε οπωρολαχανικά και σε τρόφιμα γενικά και προκαλούν αλλοιώσεις γνωστές με το όνομα ευρωτιάσεις (Μπαλατσούρας, 2006).

## 2. Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

### 2.1 Εισαγωγή

Οι πηγές μόλυνσεως είναι οι τόποι στους οποίους σημειώνεται το μέγιστο της μικροβιακής ανάπτυξης, με αποτέλεσμα να φτάνει ο μικροβιακός πληθυσμός σε υψηλά επίπεδα και να μολύνει τα τρόφιμα που έρχονται σε άμεση επαφή μαζί του.

Οι σπουδαιότερες πηγές μόλυνσεων των τροφίμων γενικά, είναι ο άνθρωπος με το ιδιαίτερα βεβαρημένο πεπτικό του σύστημα (εντεροβακτήρια, Σταφυλόκοκκοι), το βεβαρημένο πεπτικό σύστημα των αγροτικών ζώων (εντεροβακτήρια, Στρεπτόκοκκοι), οι μύγες οι οποίες είναι κατάφορες από μικρόβια στο πεπτικό τους σύστημα, στα φτερά, στις κεραίες τους και μεταφέρουν βακτήρια, ζύμες αλλά και μύκητες. Επίσης, οι κατσαρίδες και άλλα κολεόπτερα που μεταφέρουν πλήθος μικροβίων από τα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων, στα τρόφιμα. Τα ποντίκια και οι αρουραίοι που είναι φορείς ακόμα και φοβερών παθογόνων για τον άνθρωπο, όπως είναι το παθογόνο της πανώλης, η Τριχίνη (*Trichinella spiralis*), η *Listeria monocytogenes*, το *Campylobacter* κ.ά. Ακόμα είναι τα βοθρολύματα και οι παραλίες στις οποίες αυτά εκχύνονται· το φορτίο τους μολύνει ιδιαίτερα τα λαχανικά, αν συμβεί να χρησιμοποιούνται για άρδευση. Η κοπριά των ζώων η οποία είναι φορτωμένη με πολλά μικρόβια (Κλωστηρίδια, Βάκιλλοι) και ο κονιορτός που είναι φορτωμένος με πλήθος μικροβίων που ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο προελεύσεως, τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, τη θερμοκρασία κ.λπ. Είναι το έδαφος που περιέχει διάφορους τύπους μικροβίων, ο αριθμός των οποίων ποικίλλει ανάλογα με τη φυσική και χημική του σύσταση αλλά κυρίως επηρεάζεται από την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία (Κλωστηρίδια, Βάκιλλοι, ζύμες, μύκητες). Τέλος, το νερό από πηγές ή δίκτυο αρδεύσεως, ιδιαίτερα αν δεν είναι χλωριωμένο (Μπαλατσούρας, 2006).

### 2.2 Πιθανά σημεία μόλυνσης

Υπάρχουν διάφορα στάδια στην παραγωγική αλυσίδα των φρέσκων φρούτων και λαχανικών και πολλά τα σημεία για την πιθανή μικροβιακή μόλυνση σε κάθε ένα από αυτά (Beuchat, 1996).



### 2.2.1 Ο κίνδυνος ξεκινά από το χωράφι

Γνωρίζουμε ότι, ουσιαστικά, κάθε στάδιο από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση μπορεί να έχει δραματικό αντίκτυπο στη μικροβιολογική ασφάλεια των τροφίμων (Brackett et al., 1993, Beuchat and Ryu, 1997). Στην περίπτωση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, η μικροβιακή ποιότητα και ασφάλεια των τελικών προϊόντων επηρεάζεται ακόμα και από διαδικασίες ή γεγονότα που έλαβαν χώρα πριν από τη φύτευση.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη μικροβιακή ποιότητα και ασφάλεια των φρέσκων φρούτων και λαχανικών από το χωράφι ακόμη, αναλύονται παρακάτω.

- Έδαφος

Το έδαφος αποτελεί πλούσια πηγή μιας μεγάλης ποικιλίας μικροοργανισμών με τους μη παθογόνους να είναι απαραίτητοι για την ανοργανοποίηση των νεκρών φυτικών και ζωικών ιστών, μετά το θάνατό τους (SCF, 2002).

Η επιλογή της καλλιεργούμενης περιοχής, είναι πιθανότατα ο πρωταρχικός παράγοντας που θα επηρεάσει την ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Παρόλα αυτά, η προηγούμενη χρήση του χωραφιού στο οποίο γίνεται η καλλιέργεια των φυτών, είναι ένας παράγοντας που συνήθως αγνοείται. Τα χωράφια στα οποία έχουν βοσκήσει αγροτικά ή άγρια ζώα, είναι πολύ πιθανό να έχουν μολυνθεί με εντερικά παθογόνα (Tauxe, 1997).

Το έδαφος εξάλλου είναι μια δεξαμενή πλούσια σε παθογόνα που σχετίζονται με τα τρόφιμα. Τέτοια παθογόνα είναι τα βακτήρια *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* και *Clostridium perfringens* (Lund, 1986). Τα σποριογόνα αυτά βακτήρια συγκεντρώνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως οι δυναμικότεροι παράγοντες αλλοιώσεως των τροφίμων γενικά και των κονσερβοποιημένων ειδικότερα.

Παθογόνοι μικροοργανισμοί από τον οργανισμό των ανθρώπων και των ζώων μπορούν να βρεθούν στο έδαφος λόγω της άρδευσης αλλά και της λίπανσης με κοπριά ή λόγω των περιττωμάτων των ζώων στο χώρο του αγροκτήματος. Μερικά βακτήρια, μπορούν να επιβιώσουν σε περιττώματα για μήνες ή ακόμη για χρόνια. Οι Watkins και Sleath (1981), για παράδειγμα, απέδειξαν ότι τα βακτήρια *Salmonella*

και *Listeria monocytogenes* μπορούσαν να επιβιώσουν για μήνες σε βοθρολύματα που είχαν εφαρμοστεί στα γεωργικά εδάφη (Brackett, 1998).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τη μικροβιακή ποιότητα του χωραφιού, είναι η πιθανή προηγούμενη πλημμύρα στο χωράφι. Σε περίπτωση ισχυρών βροχοπτώσεων, αν η συνεκτικότητα του εδάφους δεν είναι καλή, δε θα απορροφηθεί όλο το νερό της βροχής με αποτέλεσμα το χωράφι να πλημμυρίσει. Το γεγονός αυτό είναι ανεπιθύμητο γιατί στην έκταση αυτή μπορεί να γίνεται εκτροφή ζώων ή κάποια άλλη καλλιέργεια φυτών. Τα νερά της πλημμύρας μπορεί να μολυνθούν από τα απόβλητα των ζώων ή από μικροοργανισμούς της καλλιέργειας. Οι μικροοργανισμοί που έχουν αποτεθεί σε πλημμυρισμένα χωράφια, μπορούν να παραμείνουν για μήνες ή χρόνια μετά την πλημμύρα (Beuchat and Ryu, 1997). Σημαντικό λοιπόν είναι, να αποφεύγεται η καλλιέργεια σε εδάφη που έχουν πρόσφατα πληγεί από πλημμύρες ή έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτροφή ζώων, ιδιαίτερα αν πρόκειται για ευαίσθητα προϊόντα ή προϊόντα με μικρή διάρκεια ζωής τα οποία πρόκειται να καταναλωθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της συγκομιδής τους.

Ανάμεσα στους μικροοργανισμούς που απαντώνται στο έδαφος είναι τα βακτήρια της οικογένειας Pseudomonadaceae, τα οποία λαμβάνουν ενεργό μέρος στην ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας και του γένους *Flavobacterium* που ανευρίσκονται πολύ συχνά στα λαχανικά κατά τη διάρκεια της εμπορικής τους επεξεργασίας. Το βακτήριο *Serratia marcescens* της οικογένειας Enterobacteriaceae αλλά και το *Enterobacter aerogenes*, που προέρχεται από εστίες σπρόμενων φύλλων και άλλων οργανικών ουσιών που απαντούν στο έδαφος. Επίσης, είδη της οικογένειας Actinomycetaceae που απαντούν στο έδαφος και από εκεί μεταφέρονται στα τρόφιμα. Δεν μπορούμε βέβαια να παραλείψουμε τους Στρεπτομύκητες, οι οποίοι έχουν μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, λόγω του ότι εκκρίνουν πολλά και εξεζητημένα ένζυμα μέσω των οποίων αποικοδομούν πλήθος οργανικών ουσιών. Απαντούν σε αφθονία στο έδαφος και συνθέτουν πτητική ουσία στην οποία οφείλεται η ειδική οσμή, γνωστή με το όνομα "χωματίλα". Τα είδη του γένους *Streptomyces* μεταφέρονται με το χώμα στα τρόφιμα και όταν βρεθούν υπό κατάλληλες συνθήκες αναπτύσσονται και εκκρίνουν ουσίες υπεύθυνες για την οσμή αυτή. Πολλά είδη εκκρίνουν αμυλάσες, όπως και άλλα ένζυμα μέσω των οποίων απεργάζονται την αλλοίωση των τροφίμων (Μπαλατσούρας, 2006).

Η επιβίωση των μικροοργανισμών στο έδαφος επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο τύπος του εδάφους, τα επίπεδα υγρασίας και η μεταβλητότητά τους, η θερμοκρασία και η μικροχλωρίδα του εδάφους (Bryan, 1977, Tierney et al., 1977, Dowe et al., 1997).

- **Νερό**

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας των φρούτων και των λαχανικών, το νερό χρησιμοποιείται για πολυάριθμες δραστηριότητες στο χωράφι, οι οποίες περιλαμβάνουν την άρδευση και την εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (FDA, 1998). Άλλες χρησιμότητες του νερού κατά τον χειρισμό των φρέσκων φρούτων και λαχανικών είναι η ψύξη, το πλύσιμο, το κέρωμα και η μεταφορά. Σε αντίθεση με τις δραστηριότητες όπου το νερό έρχεται σε άμεση επαφή με τα προϊόντα, οι εργαζόμενοι στο χωράφι και στο συσκευαστήριο χρησιμοποιούν το νερό για πόση και για το πλύσιμο των χεριών τους.

Το νερό χαμηλής ποιότητας μπορεί να είναι μια άμεση πηγή της μόλυνσης καθώς επίσης και ένα σημαντικό μέσο για την εξάπλωση των μικροοργανισμών στο χωράφι (Benn et al., 1999). Κάθε φορά που το νερό έρχεται σε άμεση επαφή με τα φρούτα και τα λαχανικά, υπάρχει η πιθανότητα να τα μολύνει με παθογόνα. Η σοβαρότητα του κινδύνου που είναι συνακόλουθη της χαμηλής ποιότητας του νερού, θα εξαρτηθεί από το είδος και τον αριθμό των μικροοργανισμών μέσα στο νερό και από την ικανότητά τους να επιβιώνουν στα φρέσκα φρούτα και λαχανικά.

Το νερό χρησιμοποιείται κυρίως για την άρδευση των φυτών και η ποιότητά του ποικίλλει ανάλογα με την προέλευσή του. Εάν προέρχεται από ρυάκια και λίμνες, μπορεί να έχει μολυνθεί από παθογόνα πρωτόζωα, βακτήρια και ιούς. Έχει αναφερθεί η παρουσία του είδους *Listeria monocytogenes*, βακτηρίων του γένους *Salmonella* και κάποιων ιών (Nguyen-the and Carlin, 1994, 2000).

Η μεταφορά των παθογόνων μικροοργανισμών από το νερό στα φρούτα και τα λαχανικά εξαρτάται από την τεχνική άρδευσης που εφαρμόζεται αλλά και από τη φύση του προϊόντος (NACMCF, 1999a). Για παράδειγμα η στάγδην άρδευση μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης μικροβίων, με την οποία τα φυλλώδη λαχανικά που διαθέτουν μεγάλη φυλλική επιφάνεια, όπως είναι το μαρούλι, διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο.

Επίσης, για την άρδευση των καλλιεργειών σε άnuδρες περιοχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Αυτά αποτελούν σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών, ειδικότερα για τα φτωχά εδάφη που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια των γεωργικών προϊόντων (Jiménez-Cisneros, 1995). Υπάρχει περίπτωση βέβαια, να φέρουν πλήθος παθογόνων μικροοργανισμών, όπως είναι διάφορα κολιβακτήρια, με αποτέλεσμα αυτά τα νερά να ευθύνονται πολλές φορές για την μεταφορά και διάδοση ασθενειών (Al-Nakshabandi et al., 1997).

Ακόμα, τα επεξεργασμένα απόβλητα μπορεί ενδεχομένως να περιέχουν διάφορα τοξικά υπολείμματα από οργανικές και ανόργανες ουσίες όπως είναι, τα βαρέα μέταλλα, το βόριο, διάφορα άλατα κ.ά., που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την παραγωγικότητα του εδάφους μακροπρόθεσμα, καθώς και την υγεία των ανθρώπων και των ζώων (Bahri, 1999).

Τέλος, μπορεί να γίνεται ανακύκλωση του ήδη χρησιμοποιούμενου νερού για την άρδευση μιας καλλιέργειας. Στην περίπτωση αυτή ο παραγωγός πρέπει να γνωρίζει ότι παίρνει μεγάλο ρίσκο διότι αν δεν εφαρμόσει την κατάλληλη επεξεργασία εξυγίανσης του νερού, μπορεί να μολύνει βαρύτατα την παραγωγή του, αλλά να επηρεάσει και τις μετέπειτα καλλιέργειες (SCF, 2002).

Εκτός από την ποιότητα του νερού, άλλοι παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο της μόλυνσης των φρέσκων φρούτων και λαχανικών από το νερό, περιλαμβάνουν τα στάδια της ανάπτυξης και το είδος της καλλιέργειας, το διάστημα που μεσολαβεί από την επαφή των προϊόντων με το νερό μέχρι τη συγκομιδή τους και άλλες εφαρμογές στον χειρισμό του νερού και των προϊόντων. Τα φρούτα και τα λαχανικά με μεγάλες επιφάνειες, όπως είναι τα φυλλώδη λαχανικά ή αυτά που η δομή της επιφάνειάς τους επιτρέπει στα παθογόνα να διεισδύουν εύκολα, διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να μολυνθούν από το νερό. Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να αυξηθεί παραπάνω όταν η επαφή με το μολυσμένο νερό γίνεται κοντά στο στάδιο της συγκομιδής ή κατά τη διάρκεια του μετασυλλεκτικού χειρισμού (FDA/JIFSAN, 2002).

Κάποιοι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να μολύνουν το νερό που χρησιμοποιείται στις γεωργικές δραστηριότητες είναι τα βακτήρια *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, τα πρωτόζωα *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanensis*, *Gardia lamblia*, το *Toxoplasma gondii*, ο ιός Hepatitis A κ.ά. (FDA/JIFSAN, 2002).



- **Οργανικά λιπάσματα**

Τα χωράφια που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια των φυτών, απαιτούν γενικώς την προσθήκη των φυτικών διατροφικών συμπληρωμάτων για τον εμπλουτισμό του εδάφους. Τα λιπάσματα είναι φυτικές ή συνθετικές ουσίες που προστίθενται στο έδαφος ή στα φυτά, για να εφοδιαστούν τα φυτά με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξή τους. Η χρήση των λιπασμάτων είναι μια κοινή τεχνική για την αύξηση της ποιότητας του εδάφους και συνεπώς, για την αύξηση της ποσότητας και ποιότητας των φρούτων και των λαχανικών που μεγαλώνουν σε αυτό το έδαφος (SCF, 2002).

Τα λιπάσματα ανάλογα με την πηγή του υλικού, μπορούν να διαιρεθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τα οργανικά και τα ανόργανα.

Τα επεξεργασμένα βοθρολύματα, η κοπριά, η λάσπη κατεργασμένων αποβλήτων και τα *composts* ανθρώπινης και ζωικής προέλευσης, χρησιμοποιούνται συχνά σαν οργανικά λιπάσματα για την παραγωγή φρούτων και λαχανικών. Η κοπρώδης προέλευση αυτών των λιπασμάτων, υποδηλώνει πιθανό κίνδυνο μόλυνσης από ιούς, βακτήρια και παράσιτα παθογόνα για τον άνθρωπο (SCF, 2002).

Βακτήρια της οικογένειας *Enterobacteriaceae*, όπως είναι τα γένη *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Campylobacter* και το είδος *Escherichia coli*, μπορεί να βρεθούν στο εντερικό σύστημα των αγροτικών ή των άγριων ζώων. Στο Βέλγιο και στη Φινλανδία, το βακτήριο *Listeria monocytogenes* βρέθηκε στο 6.7 με 20 % των δειγμάτων που αναλύθηκαν (Husu, 1990, Van Renterghem et al., 1991). Οι De Luca et al. (1998), βρήκαν βακτήρια του γένους *Listeria* σε λάσπη κατεργασμένων αποβλήτων και κατέληξαν στο ότι η χρήση τους σαν οργανικό λίπασμα σε καλλιέργεια λαχανικών, θα μπορούσε να αποτελέσει κίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή.

Γενικότερα, όσο καθυστερούμε τη συγκομιδή μετά την εφαρμογή των οργανικών λιπασμάτων, τόσο περισσότερο μειώνουμε τον κίνδυνο παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών στα φρούτα και τα λαχανικά.

Σε κάποια κρούσματα τροφικών ασθενειών που οφειλόταν στην κατανάλωση ναπών φρούτων και λαχανικών, αποδείχθηκε μετά από επιδημιολογικές έρευνες που διεξήχθησαν, ότι η κοπριά ήταν η πηγή της μόλυνσης. Το βακτήριο *L. monocytogenes*

βρέθηκε σε λάχανο στον Καναδά και τα *Salmonella* και *Escherichia coli* O157:H7 σε μήλα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή χυμού, στην Αμερική (Tauхе et al., 1997, Nguyen-the and Carlin, 2000). Επίσης, η παρουσία του *E. coli* O157:H7 σε φρέσκα προϊόντα μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μόλυνσης του εδάφους του χωραφιού από το νερό που έφτασε σε αυτό, μέσω κάποιου καναλιού από δυτλανό βοσκοτόπι το οποίο είχε πριν εκτεθεί σε περιττώματα άγριων ζώων (Hilborn et al., 1999, Rice et al., 1995). Συνήθως, τα παθογόνα βακτήρια και οι ιοί που αναπτύσσονται στα τρόφιμα εξασθενούν μέσα σε μερικές μέρες μετά την εισαγωγή τους στο έδαφος (Van Renterghem et al., 1991, Dowe et al., 1997) ή στις επιφάνειες των φυτών (Ward and Irving, 1987), παρόλα αυτά όμως, μπορούν να επιζήσουν (σε μικρό αριθμό) για αρκετές εβδομάδες ή μήνες (Watkins and Sleath, 1981, Al-Ghazali and Al-Azawi, 1990, Dowe et al., 1997). Το *E. coli* O157:H7 κατάφερε να επιβιώσει σε κοπριά από πρόβατα και βοοειδή για διάστημα που διήρκησε από μερικές εβδομάδες μέχρι και 12 μήνες, συντηρούμενο από τις κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (Kudva et al., 1998).

Τα ανόργανα λιπάσματα λαμβάνονται μέσω των εμπορικών χημικών διαδικασιών. Αν και τα ίδια αυτά τα προϊόντα γενικά δεν αποτελούν από μόνα τους πηγή μικροβιακής μόλυνσης, πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση λόγω χρήσης μολυσμένου νερού για την ανάμιξη των προϊόντων ή μολυσμένου εξοπλισμού για την εφαρμογή τους (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Άλλοι παράγοντες**

Η παρέμβαση των εντόμων (μέλισσες, μύγες, *Drosophila*, κ.τ.λ.), που είναι φορείς μικροβίων (κυρίως ζυμών και δευτερευόντως μυκήτων και βακτηρίων), των τρωκτικών (αρουραίων) και των πτηνών, η εναπόθεση κονιορτού, που είναι πολλές φορές φορτωμένος με μικρόβια καθώς και η ανθρώπινη μεταχείριση, αποτελούν μερικές ακόμα πηγές μόλυνσης (NACMCF, 1999a).

Τα πουλιά μπορεί να είναι μια ιδιαίτερα σημαντική πηγή μόλυνσης, λόγω της ικανότητάς τους να μεταφέρουν βακτήρια για μεγάλες αποστάσεις. Έχει αναφερθεί ότι, γλάροι που τρέφονταν σε βοθρολύματα μετέφεραν το βακτήριο *Listeria monocytogenes* και άλλα εντεροβακτήρια, σε γεωργικό περιβάλλον (Fenlon, 1985). Επίσης τα έντομα, επειδή βρίσκονται συχνά σε βοθρολύματα ή σε σωρούς κοπριάς

ζωικής προέλευσης, μπορούν να μεταφέρουν μικροοργανισμούς στις καλλιέργειες (NACMCF, 1999a).

Ο άνθρωπος με τη σειρά του, μπορεί να μεταφέρει μικροοργανισμούς κοπρανώδους προέλευσης στην καλλιέργεια, εάν δεν τηρεί τους κανόνες υγιεινής σε όλα τα στάδια της παραγωγής, ξεκινώντας από το σχολαστικό πλύσιμο των χεριών.

### 2.2.2 Κατά τη συλλογή

Τα φρούτα και τα λαχανικά μπορούν να μολυνθούν με παθογόνους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της συγκομιδής με την ανθρώπινη μεταχείριση, τα μηχανήματα συγκομιδής, τα οχήματα μεταφοράς (containers), με τα αγροτικά και τα άγρια ζώα, τον αέρα, τα μηχανήματα μεταφοράς και το νερό ή τον πάγο (Beuchat, 1995). Κύριος υπεύθυνος είναι ο άνθρωπος που μεταφέρει με τα χέρια του εκατομμύρια μικρόβια και μπορεί να μολύνει την πρώτη ύλη.

Σε μια έρευνα που έγινε για διάφορες τροφικές ασθένειες που σχετίζονταν με τα νοπά προϊόντα (NACMCF, 1999a), διαπιστώθηκε ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις η πιθανότερη πηγή παθογόνων ήταν τα άτομα που εργάζονταν στην παραγωγή των προϊόντων. Η έλλειψη των κατάλληλων εγκαταστάσεων για το πλύσιμο των χεριών στον τόπο παραγωγής, μπορεί πιθανότατα να δημιουργήσει υγειονομικό πρόβλημα. Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά τη μεταφορά των εντερικών ιών, όπως είναι ο ιός Hepatitis A και οδήγησε τη NACMCF να καταλήξει στο ότι, τα άτομα που παίρνουν μέρος στη συγκομιδή και/ή στην επεξεργασία των φρέσκων προϊόντων θα πρέπει να θεωρούνται ως χειριστές τροφίμων και όχι ως γεωργοί (NACMCF, 1999a). Ο Beuchat (1995) αναφέρει ότι σε περιπτώσεις μολύνσεων από το βακτήριο *Shigella flexneri* και τον ιό Hepatitis A τα αίτια μπορούν να αναζητηθούν σε άτομα που εργάζονταν στα χωράφια ή σε εγκαταστάσεις συσκευασίας (συσκευαστήρια) (SCF, 2002).

Επίσης, εργάτες σε χωράφια αποτέλεσαν την πιθανότερη πηγή μόλυνσης σε ένα κρούσμα χολέρας που είχε άμεση σχέση με τεμαχισμένο πεπόνι (Ackers et al., 1997).

Η καθαριότητα και ο καλά σχεδιασμένος και συντηρημένος εξοπλισμός, είναι δύο παράγοντες που μειώνουν τις πιθανότητες να προκληθεί ζημιά στα φρέσκα προϊόντα, καθώς και να προκληθεί η μόλυνσή τους με παθογόνους μικροοργανισμούς

(Brackett, 1992). Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης με πλημμελή καθαριότητα και η παρουσία τρωκτικών, πουλιών και εντόμων, μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο μόλυνσης με παθογόνα που συνδέονται με τροφικές δηλητηριάσεις (FDA, 1998).

Τέλος, η συγκομιδή στον κατάλληλο χρόνο και η διατήρηση των συγκομισθέντων προϊόντων σε ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι δύο βασικές προϋποθέσεις οι οποίες αν τηρηθούν θα επιτευχθεί καθυστέρηση της ανάπτυξης της μετασυλλεκτικής μόλυνσης (Brackett, 1992) και των παθογόνων μικροοργανισμών (SCF, 2002).

### 2.2.3 Μετασυλλεκτικό στάδιο

Η μετασυλλεκτική επεξεργασία των φρούτων και των λαχανικών περιλαμβάνει το χειρισμό, την αποθήκευση, τη μεταφορά και το πλύσιμο. Κατά τη διάρκεια αυτών των ενεργειών, μπορούν να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για τη μόλυνση της παραγωγής. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες και ο κατάλληλος χρόνος μεταφοράς θα επηρεάσουν επίσης την υγιεινή ποιότητα των προϊόντων πριν από την επεξεργασία τους ή την κατανάλωσή τους.

Ο ελλιπής χειρισμός μπορεί να βλάψει τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, καθιστώντας τα ευαίσθητα στην ανάπτυξη/επιβίωση των μολυσματικών και των παθογόνων μικροοργανισμών. Αυτή η ζημιά μπορεί επίσης να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της συσκευασίας και της μεταφοράς. Η παρουσία των τεμαχισμένων και κατεστραμμένων επιφανειών παρέχει μια ευκαιρία για τη μόλυνση και την αύξηση των μικροοργανισμών και την είσοδό τους στους φυτικούς ιστούς (SCF, 2002).

Οι κρίσιμοι παράγοντες, που μπορεί να ευθύνονται για την μόλυνση της παραγωγής, είναι η χρήση μολυσμένου νερού ή πάγου, η ανθρώπινη μεταχείριση, η παρουσία ζώων, η ακατάλληλη επεξεργασία, αποθήκευση, συσκευασία, θερμοκρασία και η μόλυνση μεταξύ των ίδιων των προϊόντων (NACMCF, 1999a).

Ένας άλλος παράγοντας που ευθύνεται για τη μόλυνση της παραγωγής, είναι η μόλυνση στα μέσα μεταφοράς (φορτηγά αυτοκίνητα, καφάσια, κοφίνια, πλαστικά κιβώτια κ.λπ.). Επιβάλλεται σχολαστική έκπλυση των μέσων μεταφοράς με νερό υπό πίεση, αλλιώς μένουν υπολείμματα πρώτης ύλης (σπασμένες τομάτες, σπασμένες ρόγες σταφυλιών κ.λπ.) μέσα στα αυτοκίνητα και στα μέσα συσκευασίας, πάνω στα οποία πολλαπλασιάζονται μικρόβια (κυρίως ζύμες και μύκητες), που μολύνουν



βαρύτητα κάθε νέο φορτίο, πριν προλάβει να φτάσει στο εργοστάσιο. Το νερό εκκλύσεως πρέπει να προέρχεται από δίκτυα αρδεύσεως. Αν όχι, πρέπει, πριν χρησιμοποιηθεί στα εργοστάσια τροφίμων, να περνάει μέσα από φίλτρα άμμου ή άλλων τύπων και να χλωριώνεται (Μπαλατσούρας, 2006).

### **3. Προγράμματα διασφάλισης της ασφάλειας και της ποιότητας των φρέσκων φρούτων και λαχανικών**

Ένα τέτοιο πρόγραμμα διασφάλισης θα πρέπει να επικεντρώνεται στην πρόληψη των προβλημάτων και όχι απλά στην αντιμετώπισή τους. Η διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας, θα πρέπει να είναι μια συνεχής διαδικασία που να ενσωματώνει δραστηριότητες ξεκινώντας με την επιλογή και την προετοιμασία του εδάφους και την επεξεργασία μέχρι και την κατανάλωση του προϊόντος.

Τέτοια προγράμματα είναι οι GAP's, οι GMP's, οι Τυποποιημένες Λειτουργικές Διαδικασίες Υγιεινής (Sanitation Standard Operating Procedures, SSOP's), το σύστημα Ανάλυσης Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP) και άλλες παρόμοιες δραστηριότητες αυτού. Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται σε διάφορα στάδια από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση, με σκοπό να βελτιωθεί η ασφάλεια των φρέσκων φρούτων και λαχανικών (FDA/JIFSAN, 2002).

#### **3.1 Ορθές Γεωργικές Πρακτικές (GAP's)**

Σύμφωνα με τον FDA και τα CFSAN (FDA/CFSAN, 1998), οι Ορθές Γεωργικές Πρακτικές (Ο.Γ.Π.) είναι γενικές διαδικασίες που έχουν ως σκοπό τη μείωση των κινδύνων και σχετίζονται με την ασφάλεια του προϊόντος στο επίπεδο της γεωργικής εκμετάλλευσης. Οι Ο.Γ.Π. αφορούν τους χειρισμούς που λαμβάνουν χώρα τόσο πριν από την καλλιέργεια όσο και κατά την καλλιέργεια, την ανάπτυξη των φυτών αλλά και τη συγκομιδή και την αποθήκευση των προϊόντων. Οι Ο.Γ.Π. θεωρούνται αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός συστήματος HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), στο επίπεδο της γεωργικής εκμετάλλευσης. Η σπουδαιότητα των Ο.Γ.Π, έχει αναγνωριστεί σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Μία από τις χώρες αυτές είναι η Χιλή όπου, το 2000, η Ένωση Εξαγωγέων Χιλής προώθησε τις Ο.Γ.Π εντείνοντας την προσοχή της σε έναν αποτελεσματικό έλεγχο των κανόνων για την ασφάλεια και την υγιεινή των τροφίμων (Seaton, 2001).

Τα θέματα στα οποία αναφέρονται οι Ο.Γ.Π. περιλαμβάνουν τις πηγές και τις τοποθεσίες όπου το προϊόν θα μπορούσε να μολυνθεί και την αποφυγή ή την

ελαχιστοποίηση των κινδύνων που ήδη υπάρχουν. Περιλαμβάνουν επίσης, τον καθορισμό τεκμηριωμένων διαδικασιών για όλα τα στάδια, ώστε να διασφαλιστεί η ασφάλεια του προϊόντος, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις η εφαρμογή των ισχυόντων κανονισμών είναι αρκετή, όπως στην κατασκευή των αποχωρητηρίων για τους χειριστές τροφίμων, όπου τηρούνται οι κανόνες υγιεινής και στη χρήση των οργανικών λιπασμάτων που έχουν πριν κομποστοποιηθεί, προκειμένου να μειωθεί το μικροβιακό φορτίο (Pabua, 1999). Ο De Roever (1998), ενίσχυσε την ιδέα αυτή, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη για καθιέρωση τεκμηριωμένων πρωτοκόλλων που αφορούν το νερό της άρδευσης, τη χρήση των λιπασμάτων, την υγιεινή των εργαλείων και των χειριστών τροφίμων καθώς και τη μεταφορά των προϊόντων.

Η εφαρμογή των Ο.Γ.Π. κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, της συγκομιδής, της ταξινόμησης, της συσκευασίας και της αποθήκευσης των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, είναι το κλειδί για την αποφυγή της μόλυνσης με παθογόνα. Τα κρίσιμα σημεία κατά την εφαρμογή ενός προγράμματος Ο.Γ.Π. είναι η προηγούμενη χρήση της καλλιεργούμενης γης, η χρήση της παρακείμενης καλλιεργούμενης γης, η ποιότητα και η πρακτική χρήσης του νερού, η διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους, τα άγρια ζώα, τα κατοικίδια ζώα, ο παρασιτικός έλεγχος, η υγιεινή των εργαζομένων, η απολύμανση των εγκαταστάσεων και οι πρακτικές συγκομιδής και ψύξης (FDA/JIFSAN, 2002).

### 3.1.1 Η μείωση του κινδύνου ξεκινά πριν από τη φύτευση

- **Επιλογή της περιοχής φύτευσης**

Η καλλιεργούμενη περιοχή και το έδαφος που έχει χρησιμοποιηθεί προηγουμένως για άλλες δραστηριότητες εκτός των γεωργικών, μπορεί να έχουν μολυνθεί με παθογόνους οργανισμούς ή ρυπανθεί με τοξικές χημικές ουσίες. Η γνώση του ιστορικού της προγενέστερης χρήσης του εδάφους είναι σημαντική, επειδή θα βοηθήσει στον προσδιορισμό αυτών των πιθανών κινδύνων. Επιπλέον, η αποτυχία των προγενέστερων καλλιεργητών να ακολουθήσουν τους Κώδικες Ο.Γ.Π., μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο να μολυνθούν τα προϊόντα που αναπτύσσονται στο έδαφος (FDA/JIFSAN, 2002).

Η επιλογή του χωραφιού για την καλλιέργεια των φρούτων και των λαχανικών πρέπει να γίνεται με βάση το ιστορικό του εδάφους, τις προηγούμενες

εφαρμογές της κοπριάς και την εναλλαγή των καλλιεργειών. Πρέπει οι καλλιεργούμενες περιοχές να είναι μακριά από βοσκοτόπια ή από αυλές αγροτικών αποθηκών. Επίσης, πρέπει να μελετηθεί η πορεία του νερού στο έδαφος για να εξασφαλιστεί ότι δεν θα απορρέουν ή δεν θα παρασυρθούν ζωικά απόβλητα από τις διπλανές αυλές αγροτικών αποθηκών, στην καλλιεργούμενη περιοχή (Rangarajan, 2000).

- **Χειρισμός της κοπριάς και η εφαρμογή της στο χωράφι**

Η κοπριά των ζώων, μπορεί να είναι μια πολύτιμη πηγή θρεπτικών συστατικών, αλλά μπορεί επίσης να αποτελέσει πηγή ανθρώπινων παθογόνων αν δεν γίνουν οι σωστοί χειρισμοί. Τα προγράμματα πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων περιλαμβάνουν τις ακριβείς απαιτήσεις στον χειρισμό της ακατέργαστης κοπριάς. Ακόμα και αν οι απαιτήσεις αυτές σχεδιάστηκαν για την μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται οι Κώδικες Ο.Γ.Π. από όλες τις φάρμες που χρησιμοποιούν κοπριά για τη μείωση οποιουδήποτε μικροβιακού κινδύνου που μπορεί να υπάρχει. Η σωστή κομποστοποίηση της κοπριάς, ενσωματώνοντάς την στο έδαφος πριν από τη φύτευση και η αποφυγή της εφαρμογής της απευθείας πάνω στο φυτό, είναι σημαντικά βήματα για τη μείωση του κινδύνου της μικροβιακής μόλυνσης (Rangarajan, 2000).

Πρέπει επίσης να εξετάζεται η πηγή, η αποθήκευση και ο τύπος της κοπριάς που χρησιμοποιείται στο χωράφι. Πιο συγκεκριμένα προτείνεται:

- Η κοπριά να αποθηκεύεται όσο πιο μακριά γίνεται από την περιοχή όπου καλλιεργούνται και διακινούνται τα προϊόντα. Εάν δεν έχει κομποστοποιηθεί, να παλαιώνεται για έξι μήνες τουλάχιστον πριν από την εφαρμογή της στα καλλιεργούμενα χωράφια.
- Όπου είναι δυνατόν, να ανυψώνονται φυσικά φράγματα ή ανεμοφράγματα για να αποφευχθεί να παρασυρθεί το λίπασμα από τον αέρα ή από το νερό.
- Η κοπριά να αποθηκεύεται για τουλάχιστον 60 μέρες το καλοκαίρι και 90 μέρες τον χειμώνα, πριν από την εφαρμογή της στην καλλιεργούμενη περιοχή.

- Η κομποστοποίηση κοπριάς. Οι υψηλές θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται από ένα σωστό σύστημα αερόβιας κομποστοποίησης κοπριάς μπορούν να θανατώσουν τα περισσότερα παθογόνα. Προτείνεται λοιπόν η βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας, της περιστροφής του λιπάσματος καθώς και του χρόνου κομποστοποίησης ώστε να παραχθεί υψηλής ποιότητας, σταθερό λίπασμα (Rangarajan, 2000).

Η συνεχής εφαρμογή μη κομποστοποιημένης κοπριάς σε μια περιοχή φύτευσης, θα μπορούσε να οδηγήσει σε εκτεταμένη επιβίωση των παθογόνων και σε σταδιακή ανάπτυξή τους. Αυτό, θα αύξανε τον κίνδυνο τόσο της μόλυνσης αυτής της καλλιεργούμενης περιοχής, όσο και της διάδοσης της μόλυνσης στις παρακείμενες περιοχές (FDA/JIFSAN, 2002).

Η κομποστοποίηση είναι μια φυσική, βιολογική επεξεργασία με την οποία η οργανική ύλη αποσυντίθεται. Επειδή η διαδικασία της ζύμωσης παράγει αρκετή θερμότητα, αφαιρεί/ελαχιστοποιεί τους βιολογικούς κινδύνους στην οργανική ύλη (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Προσεκτικός σχεδιασμός του χρόνου εφαρμογής της κοπριάς**

Λόγω του ότι οι πληροφορίες για τις συνθήκες κομποστοποίησης που είναι απαραίτητες για τη μείωση των παθογόνων είναι λιγοστές, προκειμένου να μειωθεί ο υψηλός κίνδυνος μόλυνσης από την εφαρμογή της κοπριάς, οι καλλιεργητές θα πρέπει να ενσωματώνουν την κοπριά στο έδαφος πριν από τη φύτευση ή, θα πρέπει να αυξάνουν το διάστημα μεταξύ της εφαρμογής της κοπριάς και της συγκομιδής των προϊόντων (Howard and Gonzalez, 2001). Είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν πειράματα ώστε να καθοριστούν οι σωστές συνθήκες της θερμοκρασίας και του χρόνου εφαρμογής της κοπριάς που είναι απαραίτητες για τις τοπικές εδαφολογικές συνθήκες, προκειμένου να αυξηθεί η αποδοτικότητα της διαδικασίας (Da Cruz, 2006).

Για το σωστό σχεδιασμό του χρόνου εφαρμογής της κοπριάς, οι καλλιεργητές θα πρέπει να ακολουθούν τα εξής :

- Η εφαρμογή της κοπριάς πρέπει να γίνεται το φθινόπωρο ή στο τέλος της εποχής φύτευσης σε όλη την επιφάνεια του εδάφους που πρόκειται

να καλλιεργηθούν τα φρούτα ή τα λαχανικά, κατά προτίμηση όταν το έδαφος είναι θερμό και στεγνό.

- Η συγκομιδή των φρούτων και των λαχανικών να μην πραγματοποιείται μέχρι και 120 ημέρες μετά από την εφαρμογή του λιπάσματος.
- Πρέπει να γίνεται καταγραφή των ποσοτήτων, των ημερομηνιών και των θέσεων εφαρμογής του λιπάσματος (Rangarajan, 2000).

- **Ενσωμάτωση της κοπριάς στο έδαφος**

Επειδή οι περισσότερες ετήσιες καλλιέργειες φρούτων και λαχανικών χρειάζονται περισσότερο από 60 ημέρες για να φτάσουν στο στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας, αυτό το ελάχιστο προτεινόμενο διάστημα των 60 ημερών μπορεί να επιτευχθεί σχετικά εύκολα (ή να ξεπεραστεί) από την ενσωμάτωση της κοπριάς πριν από τη φύτευση (FDA/JIFSAN, 2002). Προτείνεται λοιπόν στους καλλιεργητές να ακολουθούν τα εξής:

- Η ενσωμάτωση της κοπριάς να γίνεται αμέσως μετά την εφαρμογή της. Αν και είναι γνωστό ότι πολλά επιβλαβή παθογόνα δεν επιζούν πολύ στο έδαφος, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τις αλληλεπιδράσεις των μικροοργανισμών του εδάφους με τα παθογόνα.
- Εάν είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί η κοπριά στην περιοχή του εδάφους όπου θα καλλιεργηθούν τα φρούτα ή τα λαχανικά, να ενσωματώνεται τουλάχιστον δύο εβδομάδες πριν από τη φύτευση και να τηρείται το προτεινόμενο μετασυλλεκτικό διάστημα των 120 ημερών.
- Εάν η περίοδος αναμονής των 120 ημερών δεν είναι εφικτή, όπως συμβαίνει με τις ετήσιες καλλιέργειες όπως είναι το μαρούλι ή τα φυλλώδη πράσινα λαχανικά, θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνο σωστά κομποστοποιημένη κοπριά (Rangarajan, 2000).

- **Σωστή επιλογή των καλλιεργούμενων φυτών**

Για να αξιολογηθεί σωστά η σοβαρότητα του κινδύνου της βιολογικής μόλυνσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο τύπος του φρούτου ή του λαχανικού που καλλιεργείται. Ενδεικτικά, στους καλλιεργητές προτείνονται τα εξής:



- Η καλλιέργεια ριζωδών και φυλλωδών λαχανικών να αποφεύγεται τη χρονιά που εφαρμόστηκε η κοπριά στο χωράφι.
- Στις πολυετείς καλλιέργειες να εφαρμόζεται η κοπριά μόνο τη χρονιά της φύτευσης. Ισχύει πάντα ότι η μεγάλη περίοδος μεταξύ της εφαρμογής και της συγκομιδής μειώνει τους κινδύνους (Rangarajan, 2000).

### 3.1.2 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας/παραγωγής

- **Ποιότητα του νερού άρδευσης και μέθοδοι**

Εάν το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών ή για τον ψεκασμό των φυτοπροστατευτικών προϊόντων μολυνθεί με επιβλαβείς μικροοργανισμούς, μπορεί να μεταφέρει τα παθογόνα στις καλλιέργειες. Το νερό που προέρχεται από δημοτικά δίκτυα αρδύσεως και το πόσιμο νερό, παρέχουν τον χαμηλότερο κίνδυνο για την άρδευση των καλλιεργειών. Εντούτοις, η χρησιμοποίηση αυτών των πηγών νερού συχνά δεν είναι εφικτή, λόγω της θέσης και του μεγέθους του χωραφιού. Το επιφανειακό νερό είναι η πιο κοινή πηγή για την άρδευση των καλλιεργειών των φρούτων και των λαχανικών. Για καλύτερα αποτελέσματα, οι ιδιοκτήτες των παρακείμενων περιοχών θα πρέπει να κρατούν τα ζώα τους μακριά από νεροσυρμές και να εμποδίζουν την απορροή από τις εγκαταστάσεις των κτηνοτροφικών μονάδων πάχυνσης ζώων, από την είσοδο των ρεμάτων. Είναι εφικτό να βελτιωθεί η ποιότητα του νερού άρδευσης σε όλα τα αγρόκτημα και να μειωθούν οι περαιτέρω μικροβιακοί κίνδυνοι στο αγρόκτημα εάν οι ιδιοκτήτες των γεωργικών εκμεταλλεύσεων συνεργαστούν μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατασκευή υδροκριτών για την καλύτερη μεταχείριση των υδάτινων αυτών πόρων (Rangarajan, 2000).

Οι Howard και Gonzalez (2001), δήλωσαν ότι η ποιότητα του νερού θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε όλες τις διαδικασίες στις οποίες χρησιμοποιείται (άρδευση, εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, ψύξη) και ότι οι πηγές από τις οποίες προέρχεται το νερό που χρησιμοποιείται στην άρδευση, θα πρέπει περιοδικά να αναλύονται μικροβιολογικά για κολιβακτήρια κοπρανώδους προέλευσης και για το βακτήριο *E. coli*.

- **Έλεγχος του νερού άρδευσης**

Ανάλογα με την πηγή του νερού άρδευσης, συστήνονται έλεγχοι ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Πρέπει να γίνεται σωστή δειγματοληψία του νερού και να στέλνονται τα δείγματα σε ένα αξιόπιστο εργαστήριο για ανάλυση κολιβακτηρίων κοπρανώδους προέλευσης. Η παρουσία αυτών των κολιβακτηρίων υποδηλώνει πιθανότητα μόλυνσης του νερού με κοπριά και με επιβλαβή παθογόνα.

Η ποιότητα νερού μπορεί να είναι σημαντικότερη για το νερό που έρχεται σε άμεση επαφή με το εδάδιμο μέρος των φυτών, ειδικότερα κοντά στην περίοδο της συγκομιδής. Η επίγνωση της σημασίας της ποιότητας του νερού άρδευσης θα βοηθήσει στην επιλογή εκείνων των πρακτικών άρδευσης που ελαχιστοποιούν τους κινδύνους διάδοσης των παθογόνων στα φρέσκα προϊόντα (Rangarajan, 2000).

- **Μέθοδος της άρδευσης**

Οι μέθοδοι άρδευσης επιλέγονται σύμφωνα με το περιβάλλον, την πηγή του νερού, το κλίμα, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και το κόστος. Ο τύπος του συστήματος άρδευσης που επιλέγεται είναι σημαντικός για την ασφάλεια των προϊόντων δεδομένου ότι αυτό καθορίζει τη δυνατότητα επαφής μεταξύ του νερού άρδευσης και των προϊόντων (FDA/JIFSAN, 2002). Πιο συγκεκριμένα:

- Η στάγδην άρδευση προτείνεται να χρησιμοποιείται όποτε είναι δυνατόν. Αυτή η μέθοδος ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο μόλυνσης των καλλιεργειών επειδή τα εδάδιμα μέρη των περισσότερων φυτών δεν βρέχονται άμεσα. Τα επίπεδα ασθeneιών των φυτών μπορούν επίσης να μειωθούν και με αυτήν τη μέθοδο η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού μεγιστοποιείται.
- Οι μικροβιακοί κίνδυνοι στην άρδευση με καταιονισμό ελαχιστοποιούνται με τη χρησιμοποίηση πόσιμου νερού. Η συντήρηση των φρεατίων και η σωστή μεταχείρισή τους εάν παρουσιαστούν κολιβακτήρια, μπορεί να εξασφαλίσει καθαρό νερό για την άρδευση. Εάν χρησιμοποιείται επιφανειακό νερό στην άρδευση με καταιονισμό, πρέπει να εξεταστεί η προέλευσή του. Με την εφαρμογή της άρδευσης με καταιονισμό τις πρωινές ώρες, η αποδοτικότητα χρήσης του νερού μεγιστοποιείται και μειώνεται ο χρόνος απώλειας νερού από τα φύλλα.

Η γρήγορη απομάκρυνση του νερού και η υπεριώδης ακτινοβολία θα μειώσει την επιβίωση των φυτικών και των ανθρώπινων παθογόνων στις καλλιέργειες.

- Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να διατηρούνται αρχεία από τις μεθόδους, την ποσότητα, και της ημερομηνίας εφαρμογής (Rangarajan, 2000).

- **Εφαρμογή της κοπριάς κοντά στις ρίζες των φυτών**

Όσον αφορά την εφαρμογή της κοπριάς κοντά στις ρίζες των φυτών κατά τη διάρκεια της παραγωγής, προτείνονται τα εξής:

- Η φρέσκια κοπριά ή λάσπη κοπριάς να μην εφαρμόζεται κοντά στις ρίζες των φρούτων και των λαχανικών.
- Εάν απαιτείται αυτή η εφαρμογή, πρέπει να γίνεται χρήση καλά κομποστοποιημένης κοπριάς ή τουλάχιστον κοπριάς ενός έτους (Rangarajan, 2000).

- **Υγιεινή του χωραφιού και ζωικός αποκλεισμός**

Προκειμένου να διασφαλιστούν όσο το δυνατό καλύτερα οι συνθήκες υγιεινής στο χωράφι προτείνονται τα ακόλουθα:

- Οι καλλιεργητές πρέπει να παραμένουν έξω από βρεγμένα χωράφια για να μειωθεί η εξάπλωση των φυτικών ή των ανθρώπινων παθογόνων.
- Οι γεωργικοί ελκυστήρες που χρησιμοποιήθηκαν στην επεξεργασία του λιπάσματος πρέπει να καθαρίζονται, πριν εισέλθουν στον χώρο του χωραφιού.
- Δεν πρέπει να επιτρέπεται στα ζώα, συμπεριλαμβανομένων των πουλερικών ή των κατοικίδιων ζώων, να περιπλανιούνται στις καλλιεργούμενες περιοχές ειδικότερα κοντά στην εποχή συγκομιδής.
- Πρέπει να ελαχιστοποιηθεί η κυκλοφορία των άγριων ζώων και των πουλιών στα λιμνάζοντα νερά και μέσα στο χωράφι, όπου αυτό είναι δυνατό (Rangarajan, 2000).

- **Εγκαταστάσεις και υγιεινή των εργαζομένων**

Μέσα στο χωράφι θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για εγκαταστάσεις που να εξασφαλίζουν την προσωπική υγιεινή των εργαζομένων. Συγκεκριμένα:

- Πρέπει να εξασφαλιστούν καθαρές, καλά διατηρημένες και συντηρημένες τουαλέτες στο χωράφι.
- Στις τουαλέτες πρέπει να υπάρχουν δοχεία με υγρό σαπούνι, πόσιμο νερό και χάρτινες πετσέτες της μιας χρήσης για το πλύσιμο των χεριών. Όλα τα παραπάνω πρέπει να αποκαθίστανται τακτικά.
- Απαιτείται να δοθεί έμφαση στη σημασία του χώρου ανάπαυσης των εργαζομένων.
- Επιβάλλεται ο έλεγχος και η παρότρυνση για τη χρήση αυτών των εγκαταστάσεων.
- Τα καθήκοντα των άρρωστων υπαλλήλων πρέπει να περιοριστούν σε εργασίες που δεν απαιτούν την άμεση επαφή με τα προϊόντα.
- Πρέπει να παρέχεται εκπαίδευση για να κατανοήσουν οι εργαζόμενοι την άμεση εξάρτηση της ασφάλειας των τροφίμων και της προσωπικής τους υγιεινής.
- Οι επόπτες οφείλουν να αναδεικνύουν την καλή προσωπική υγιεινή (Rangarajan, 2000).

### 3.1.3 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη συγκομιδή

- **Πλύσιμο και εξυγίανση των δοχείων συλλογής και συγκομιδής**

Τα δοχεία συλλογής θα πρέπει να πλένονται σε καθημερινή βάση και να απολυμαίνονται με κάποιο απολυμαντικό μέσο πριν έλθουν σε επαφή με τα προϊόντα, λόγω του ότι μπορεί να συμβάλλουν στην απώλεια της μικροβιολογικής τους ποιότητας (FDA/CFSAN, 1998).

Οι Κώδικες Ο.Γ.Π. αναφέρουν ότι:

- Όλα τα δοχεία συλλογής πριν από τη συγκομιδή, συμπεριλαμβανομένων των ξύλινων δοχείων, πρέπει να πλένονται με

νερό με υψηλή πίεση και κατά διαστήματα να γίνεται χρήση κατάλληλων απολυμαντικών.

- Τα καθαρά δοχεία πρέπει να καλύπτονται αμέσως όταν δεν χρησιμοποιούνται για να αποφευχθεί η μόλυνση από τα πουλιά και τα ζώα.
- Δεν πρέπει να επιτρέπεται στους ανθρώπους να πατάνε μέσα στα δοχεία πριν από την συλλογή. Οι μπότες και τα παπούτσια μπορεί να μεταφέρουν παθογόνα και να μολύνουν τα δοχεία συλλογής και τα συγκομισμένα προϊόντα.
- Το χώμα πρέπει να αφαιρείται από την εξωτερική επιφάνεια των δοχείων πριν μεταφερθούν στους χώρους συσκευασίας (Rangarajan, 2000).

- **Εκπαίδευση και υγιεινή των εργαζομένων**

Η σωστή προσωπική υγιεινή είναι ιδιαίτερα σημαντική κατά τη διάρκεια της συγκομιδής των προϊόντων. Οι άρρωστοι υπάλληλοι ή εκείνοι που έχουν μολυσμένα χέρια μπορούν να μεταφέρουν τα παθογόνα στα προϊόντα. Η συνειδητοποίηση των υπαλλήλων, η κατάρτιση και οι προσβάσιμες εγκαταστάσεις ανάπαυσης με δυνατότητα πλύσης των χεριών, συμβάλλουν στην καλή υγιεινή (Rangarajan, 2000).

- **Εξυγίανση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης**

Οι εξυγιασμένες εγκαταστάσεις αποθήκευσης προστατεύουν τη συγκομιδή από τη μόλυνση με παθογόνους μικροοργανισμούς και βοηθούν στην παράταση της μετασυλλεκτικής ζωής των προϊόντων. Για να προστατευθούν τα προϊόντα κατά την αποθήκευσή τους αμέσως μετά τη συγκομιδή από τους μικροβιακούς κινδύνους, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Απαιτείται καλό πλύσιμο, ξέπλυμα και εξυγίανση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης, του εξοπλισμού και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με τα προϊόντα πριν τη συγκομιδή και την αποθήκευσή τους.
- Απαιτείται σωστός καθαρισμός των εγκαταστάσεων του εξοπλισμού και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα προτού να απολυμανθούν. Οι ακαθαρσίες και η οργανική ουσία στις επιφάνειες, εμποδίζουν το απολυμαντικό να θανατώσει τα βακτήρια και τους ιούς.



- Πρέπει να γίνεται χρήση εγκεκριμένων προϊόντων για την απολύμανση των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα.
- Πρέπει να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του μηχανισμού ψύξης, να μετράται και να καταγράφεται η θερμοκρασία στους θαλάμους ψύξης τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα (Rangarajan, 2000).

### 3.1.4 Ελαχιστοποίηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια των μετασυλλεκτικών χειρισμών

Ο σωστός χειρισμός των φρέσκων φρούτων και λαχανικών μετά την απομάκρυνσή τους από τον αγρό, μπορεί να αποτρέψει τη μόλυνση με τα παθογόνα (Rangarajan, 2000).

- **Υγιεινή των εργαζομένων**

Τα χέρια των εργαζομένων μπορούν να μολύνουν τους ναπούς καρπούς των φρούτων και των λαχανικών με επιβλαβή μικρόβια. Οι χειριστές τροφίμων πρέπει να διατηρούν τα χέρια τους καθαρά σε όλα τα στάδια της παραγωγής και της συσκευασίας. Κατά συνέπεια πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για εγκαταστάσεις που να εξασφαλίζουν την προσωπική υγιεινή των εργαζομένων, όπως περιγράφηκε παραπάνω για την υγιεινή των εργαζομένων στην παραγωγή των προϊόντων. Επιπλέον, πρέπει να ενθαρρύνεται η σωστή χρήση των γαντιών μίας χρήσης στις γραμμές συσκευασίας και να παρέχονται επίδεσμοι, καθαρά γάντια, δίχτυ μαλλιών και ποδιές όταν χρειάζεται (Rangarajan, 2000).

- **Καθαρισμός και εξυγίανση του χώρου του συσκευαστηρίου**

Για τη διατήρηση της καθαριότητας και της εξυγίανσης του χώρου του συσκευαστηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα. Συγκεκριμένα:

- Θα πρέπει να αποκλειστεί η είσοδος μολυσμένου νερού και μολυσμένων ζωικών αποβλήτων στο χώρο του συσκευαστηρίου μέσω της απορροής ή της κλίσης του εδάφους.
- Στο τέλος κάθε ημέρας, πρέπει να πλένονται, να ξεπλένονται και να απολυμαίνονται οι χώροι συσκευασίας και τα πατώματα του συσκευαστηρίου.

- Ο αποκλεισμός όλων των πουλιών και των ζώων και ειδικότερα των τρωκτικών από το χώρο του συσκευαστηρίου είναι μεγάλης σημασίας. Προτείνεται να χρησιμοποιείται δίχτυ σήτας όπου είναι απαραίτητο.
  - Οι εργαζόμενοι του συσκευαστηρίου δεν πρέπει να τρώνε και να καπνίζουν στο χώρο της συσκευασίας, γιατί μπορεί να μολύνουν τα χέρια τους με τα βακτήρια ή τους ιούς από το στόμα τους. Πρέπει να παρέχεται μια χωριστή περιοχή για το διάλειμμα εργασίας όπου οι εργαζόμενοι μπορούν να φάνε, να καπνίσουν και να αποθηκεύσουν τα προσωπικά τους αντικείμενα. Οι εργαζόμενοι οφείλουν να πλένουν τα χέρια τους πριν επιστρέψουν στο πόστο εργασίας τους μετά από το διάλειμμα, ή τη χρήση του χώρου ανάπαυσης.
  - Οι εργαζόμενοι του συσκευαστηρίου δεν πρέπει να εισέρχονται με τα ενδύματα που φορούν στο χωράφι, ειδικότερα με τα παπούτσια και τις μπότες, στο χώρο του συσκευαστηρίου (Rangarajan, 2000).
- **Διαδικασίες πλύσης και γραμμές συσκευασίας**

Για να αποτραπεί η μόλυνση με τα παθογόνα, πρέπει οι γραμμές συσκευασίας να διατηρούνται καθαρές και να εξυγιαίνονται. Συγκεκριμένα πρέπει:

- Να χρησιμοποιείται χλωριωμένο νερό και άλλα απολυμαντικά που ενδείκνυνται για το πλύσιμο των προϊόντων.
- Να μετράται επακριβώς η δοσολογία του χλωρίου (υποχλωριώδες άλας νατρίου) που προστίθεται στο νερό του πλυσίματος. Πολλά φρούτα και λαχανικά είναι ευαίσθητα στα υψηλά επίπεδα χλωρίου. Σε μερικές περιπτώσεις, 200 ppm χλωρίου είναι επαρκή για να βλάψουν κάποια ευαίσθητα προϊόντα.
- Το νερό να αλλάζει όταν βρωμίσει ή μετά από μερικές ώρες χρήσης.
- Το νερό πλυσίματος να διατηρείται το πολύ μέχρι 12°C ψυχρότερο από τα προϊόντα.
- Να πλένονται, να ξεβγάζονται και να απολυμαίνονται οι μάντες της γραμμής συσκευασίας, οι μεταφορείς και οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα στο τέλος της κάθε ημέρας, για την αποφυγή της συγκέντρωσης των επιβλαβών μικροοργανισμών.
- Να αποθηκεύονται τα υλικά συσκευασίας σε μια καθαρή περιοχή.

- Να διατηρούνται τα αρχεία τα σχετικά με τον καθαρισμό και την απολύμανση των προϊόντων σε μια θέση προσιτή για όλους τους υπαλλήλους (Rangarajan, 2000).

- **Ψύξη των προϊόντων και αποθήκευση υπό ψύξη**

Όταν τα φρούτα και τα λαχανικά ψύχονται αμέσως μετά τη συγκομιδή, η διάρκεια ζωής τους επιμηκώνεται, η εμφάνισή τους γίνεται ελκυστικότερη και τα προϊόντα είναι υψηλότερης ποιότητας. Η ποσότητα της θερμότητας που χρειάζεται να αφαιρεθεί στο στάδιο της ψύξης εξαρτάται από το βάρος, την ειδική θερμότητα καθώς και από την αρχική και τελική θερμοκρασία του προϊόντος (FDA/JIFSAN, 2002). Κατά τη διάρκεια της ψύξης των προϊόντων προτείνονται τα εξής:

- Να ψύχονται γρήγορα τα φρούτα και τα λαχανικά για την ελαχιστοποίηση της αύξησης των παθογόνων και τη διατήρηση της καλής ποιότητας των προϊόντων.
- Ο πάγος που τυχόν χρησιμοποιείται για την ψύξη των προϊόντων πρέπει να προέρχεται μόνο από πόσιμο νερό.
- Το νερό ψύξης δεν πρέπει να έχει μεγαλύτερη από 12°C διαφορά από τη θερμοκρασία του εδάδιμου μέρους των προϊόντων. Κάποια προϊόντα παρασύρουν το νερό στις περιοχές των μίσχων τους όταν η θερμοκρασία του νερού ψύξης είναι πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία των προϊόντων. Εάν υπάρχει ένα παθογόνο στα προϊόντα ή στο νερό, θα μπορέσει να παρασυρθεί στο εσωτερικό των προϊόντων μαζί με το νερό. Αυτός ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος για τις τομάτες, τις πιπεριές, τα μήλα και τις πατάτες.
- Οι θάλαμοι ψύξης δεν πρέπει να φορτώνονται πέρα από τη δυναμικότητά τους (Rangarajan, 2000).

- **Μεταφορά**

Κατά τη μεταφορά των φρέσκων φρούτων και λαχανικών από το χωράφι μέχρι τα σημεία πώλησης, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι:

- Τα οχήματα μεταφοράς είναι καθαρά και έχουν εξυγιανθεί. Τα βρώμικα οχήματα μπορεί να μολύνουν τα προϊόντα με επιβλαβή μικρόβια.
- Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά δεν έχουν φορτωθεί σε φορτηγά τα οποία έχουν μεταφέρει ζωντανά ζώα ή βλαβερές ουσίες. Παρόλα αυτά, αν τα φορτηγά αυτά πρέπει να χρησιμοποιηθούν, να γίνει επιμελές πλύσιμο, ξέπλυμα και απολύμανση πριν μεταφέρουν τα φρέσκα προϊόντα.
- Να χρησιμοποιούνται ψυκτικά οχήματα όποτε είναι πιθανό (Rangarajan, 2000).

- **Ιχνηλασιμότητα**

Για την ορθή εφαρμογή του συστήματος ιχνηλασιμότητας, πρέπει να επιβεβαιώνεται ότι:

- Σε κάθε συσκευασία που απομακρύνεται από το χωράφι μπορεί να ανιχνευθεί το χωράφι από το οποίο προέρχεται και η ημερομηνία που συσκευάστηκε.
- Τα αρχεία με τους αριθμούς των παρτίδων, διατηρούνται για όλα τα φορτία και τα συσκευασμένα προϊόντα που απομακρύνονται από το χωράφι (Rangarajan, 2000).

### 3.2 Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές (GMP's)

Ένα άλλο πρόγραμμα διασφάλισης της ασφάλειας και της ποιότητας των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, είναι οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές, οι οποίες αφορούν προϊόντα τα οποία παράγονται σε βιομηχανική κλίμακα και έχουν ως στόχο τη μείωση της μόλυνσης των προϊόντων κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, της συσκευασίας, της αποθήκευσης και της μεταφοράς (FDA/JIFSAN, 2002).

#### 3.2.1 Καθαρισμός και Επεξεργασία των Προϊόντων

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών σε ολόκληρα και σε τεμαχισμένα φρούτα και λαχανικά. Κάθε μέθοδος έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τον

τύπο του προϊόντος και το πρωτόκολλο που ακολουθείται. Η καλύτερη μέθοδος για την εξάλειψη των παθογόνων από τα προϊόντα είναι να αποτραπεί η αρχική μόλυνση. Ωστόσο, αυτό δεν είναι πάντα εφικτό και η ανάγκη να πλυθούν και να απολυμανθούν πολλοί τύποι προϊόντων, παραμένει υψίστης σημασίας για την αποτροπή της εκδήλωσης ασθενειών. Πρέπει να σημειωθεί ότι, η πλύση και η απολύμανση είναι απίθανο να αποβάλουν συνολικά όλα τα παθογόνα αφότου μολυνθεί η παραγωγή. Ως εκ τούτου, πρέπει να εφαρμοστούν σωστά και αποδοτικά πρωτόκολλα πλύσης και απολύμανσης. Ένα άλλο σημαντικό σημείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι, ορισμένα προϊόντα δεν μπορούν να πλυθούν εξαιτίας της ευαίσθητης δομής τους καθώς και των προβλημάτων που εμφανίζουν από τον πολλαπλασιασμό των μυκήτων. Αυτά και κάποια άλλα προϊόντα συσκευάζονται συχνά στον αγρό με ελάχιστο μετασυλλεκτικό χειρισμό ή πλύσιμο (FDA/CFSAN, 2001).

Οι παραδοσιακές μέθοδοι, για τη μείωση των μικροβιακών πληθυσμών στην παραγωγή, περιλαμβάνουν χημικές και φυσικές κατεργασίες. Ο έλεγχος της μόλυνσης προϋποθέτει την εφαρμογή των επεμβάσεων αυτών στον εξοπλισμό και στις εγκαταστάσεις καθώς επίσης και στα προϊόντα. Οι μέθοδοι του καθαρισμού και της απολύμανσης των επιφανειών των προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν τη χρήση νερού, χημικών καθαριστικών (για παράδειγμα τα απορρυπαντικά) καθώς και τη μηχανική κατεργασία της επιφάνειας των προϊόντων, με τα πλυντήρια βουρτσών ή ψεκασμού, ακολουθούμενη από έκπλυση με πόσιμο νερό. Το στάδιο του ξεβγάλματος μπορεί να περιλαμβάνει μια κατεργασία απολύμανσης. Είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι το νερό που χρησιμοποιείται για τον σκοπό του πλυσίματος και της απολύμανσης είναι καθαρό, έτσι ώστε να μην γίνει ένας φορέας για τη μόλυνση (FDA/CFSAN, 2001).

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου που χρησιμοποιείται για την μείωση των μικροβιακών πληθυσμών συνήθως εξαρτάται από το είδος της κατεργασίας, το είδος και την φυσιολογία των μικροοργανισμών-στόχων, τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του προϊόντος (ρωγμές, υδροφοβική τάση, υφή), τον χρόνο έκθεσης, τη συγκέντρωση του προϊόντος καθαρισμού ή απολύμανσης, του pH και της θερμοκρασίας (FDA/CFSAN, 2001).

Η σχέση μεταξύ των ανθρώπινων παθογόνων και της γηγενούς μικροχλωρίδας των προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των μετασυλλεκτικών μολυσματικών



οργανισμών, παρουσιάζει ενδιαφέρον για δυο τουλάχιστον λόγους. Κατ' αρχάς, έχει αναφερθεί ότι μειώνοντας/ελέγχοντας τους γηγενείς μικροβιακούς πληθυσμούς με το πλύσιμο και την απολύμανση ή με την αποθήκευση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, μπορεί να επιτραπεί στα ανθρώπινα παθογόνα να αναπτυχθούν στις επιφάνειες των φρέσκων φρούτων και λαχανικών (Brackett, 1992). Έχει εκφραστεί η ανησυχία ότι, οι μειώσεις στους επιφανειακούς πληθυσμούς μειώνει τον ανταγωνισμό για την εξεύρεση χώρου και θρεπτικών συστατικών, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα στους παθογόνους μολυσματικούς παράγοντες να αναπτυχθούν ευκολότερα. Θεωρητικά, το σενάριο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ένα προϊόν που να μην αλλοιώνεται αλλά είναι επισφαλές για κατανάλωση. Οι Berrang et al. (1989a, b) έδειξαν ότι τα παθογόνα αυξάνονται σε υψηλότερα επίπεδα στα προϊόντα που αποθηκεύονται σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα για παράταση της διάρκειας συντήρησής τους από ότι στα παραδοσιακά αποθηκευμένα προϊόντα. Ενώ η βιομηχανία τεμαχισμένης σαλάτας χρησιμοποιεί παραδοσιακά τη φυσική αλλοίωση ως μέτρο ελέγχου της ασφάλειας των τροφίμων, η παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος δεν θα ήταν επιθυμητή εάν αυτό αύξανε τον κίνδυνο ανάπτυξης των παθογόνων πριν γίνει αντιληπτή η αλλοίωση. Κατά δεύτερον, ένας πολλαπλασιασμός των μετασυλλεκτικών μολυσματικών οργανισμών, ενδέχεται να θέσει σε κίνδυνο την ακεραιότητα της επιδερμίδας και να μεταβάλλει το pH του προϊόντος ενισχύοντας έτσι την επιβίωση και την ανάπτυξη των ανθρώπινων παθογόνων (Conway et al., 2000).

Αυτά τα ζητήματα, σε συνδυασμό με πρωτογενείς μεθόδους ελέγχου των παθογόνων μικροοργανισμών για τα ολόκληρα και τα τεμαχισμένα φρέσκα φρούτα και λαχανικά περιγράφονται πιο αναλυτικά παρακάτω (FDA/CFSAN, 2001).

- **Πλύσιμο**

Το πρώτο πλύσιμο των λαχανικών μετά τη συγκομιδή αφαιρεί ένα μεγάλο μέρος του προσκολλημένου χώματος και της ακαθαρσίας. Εντούτοις, πρέπει να αναγνωριστεί ότι η πλύση μπορεί επίσης να είναι μια πηγή μικροβιακής μόλυνσης. Ένα παράδειγμα είναι η μόλυνση των καρπών τομάτας με το βακτήριο *Salmonella javania* και του μαϊντανού με το βακτήριο *Shigella sonnei*, το οποίο προκάλεσε μεγάλες επιδημίες στις ΗΠΑ (NACMCF, 1999a, b, CDC, 1999a). Καρποί μάνγκο που εισήχθησαν στις ΗΠΑ από τη Βραζιλία, ήταν υπεύθυνοι για τη μόλυνση καταναλωτών με σαλμονέλα (Sivapalasingam et al., 2000). Παρόλα αυτά, δεν υπήρξε

κανένα στοιχείο μόλυνσης των καταναλωτών στην Ευρώπη. Η πηγή της μόλυνσης ανιχνεύθηκε στο ζεστό νερό που χρησιμοποιήθηκε για να θανατώσει τις μύγες φρούτων στους καρπούς των μάνγκο. Για τα μάνγκο που εξήχθησαν στην Ευρώπη, χρησιμοποιήθηκε το αιθυλενοβρωμίδιο για τον ίδιο σκοπό (SCF, 2002).

Παρότι η ανακύκλωση του νερού είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των υδάτινων πόρων, ο καθαρισμός αυτού του νερού, που περιέχει συχνά υψηλό οργανικό φορτίο, είναι δύσκολος. Περισσότερη έρευνα απαιτείται για τις συνέπειες στην υγιεινή από την επαναχρησιμοποίηση του νερού στα φρούτα και τα λαχανικά (SCF, 2002).

Σε ορισμένα φρούτα χρησιμοποιείται ζεστό νερό για τον έλεγχο των εντόμων και των μετασυλλεκτικών φυτοπαθογόνων που επιφέρουν αλλοίωση στα φρέσκα φρούτα και λαχανικά. Φρούτα τα οποία μελετήθηκαν για τη χρήση ζεστού νερού είναι το μήλο, το κεράσι, το γκρέιπφρουτ, το λεμόνι, το μάνγκο, το πεπόνι, η παπάγια, το αχλάδι ή η τομάτα (Breidt et al., 2000). Αν και οι δυσμενείς επιδράσεις στο χρώμα, στην υφή και στη γεύση περιορίζουν τη χρησιμότητα αυτής της εφαρμογής, το ζεστό νερό μπορεί να εφαρμοστεί για την απολύμανση των προϊόντων, ειδικά στα τεμαχισμένα νωπά προϊόντα ή στους μη παστεριωμένους χυμούς όπου οι μη εδάδιμοι εξωτερικοί φλοιοί, οι επιδερμίδες και οι φλούδες απομακρύνονται κατά την επεξεργασία. Οι Pao και Davis (1999) βρήκαν ότι η εμβάπτιση πορτοκαλιών σε ζεστό νερό στους 70 °C για 2 λεπτά ή στους 80 °C για 1 λεπτό μείωνε αποτελεσματικά το βακτήριο *E. coli* στη συνολική επιφάνεια των φρούτων μέχρι και 5 log CFU/cm<sup>2</sup>, αν και οι μειώσεις στους ιστούς γύρω από το μίσχο των καρπών δεν ήτανε τόσο μεγάλες. Ένα μειονέκτημα είναι ότι, τα φρούτα και τα λαχανικά που υπόκεινται σε θερμική επεξεργασία μπορεί να μην θεωρηθούν πλέον φρέσκα (CFR, 2000).

Η θερμοκρασία και η υγιεινή του νερού που χρησιμοποιείται κατά το χειρισμό του προϊόντος, είναι πρωταρχικής σημασίας. Η εμβάπτιση των ολόκληρων ή τεμαχισμένων φρέσκων φρούτων και λαχανικών με μεγάλη θερμοκρασία σε διαλύματα με χαμηλή θερμοκρασία, μπορεί να προκαλέσει διείσδυση του διαλύματος (συμπεριλαμβανομένων των μολυσματικών μικροοργανισμών) στο προϊόν μέσω ανοιγμάτων στον φλοιό όπως είναι ο ιστός γύρω από το μίσχο, οι πόροι στο μίσχο, τα στομάτια, οι τραυματισμένοι ιστοί ή, να επιφέρει άλλες φυσικές διαταραχές. Ερευνητικές εργασίες που διεξήχθησαν από τους Bartz (1982), Bartz και Showalter

(1981) και Showalter (1979) έδειξαν ότι τα βακτήρια διαπερνούν τον ιστό των μίσχων των θερμών καρπών τομάτας μετά από 10 λεπτά έκθεσης σε δροσερό νερό 20-22° C. Μια αρνητική διαφορά θερμοκρασίας των 15° C επέτρεψε τη διείσδυση του *Salmonella* sp. (ορότυπος Montevideo) στον πυρήνα των καρπών τομάτας σε σημαντικά υψηλότερα ποσοστά από ότι συνέβη στην περίπτωση που δεν υπήρχε διαφορά στη θερμοκρασία (Zhuang et al., 1995). Το θέμα της διείσδυσης των μικροοργανισμών προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία κατά τη βύθιση των προϊόντων σε κρύο νερό, όπου το νερό χρησιμοποιείται για την ψύξη του προϊόντος. Είναι επιτακτικό το νερό που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό να εξυγιαίνεται και να απαλλάσσεται από ανθρώπινα παθογόνα.

Οι Buchanan et al. (1999) βρήκαν ότι το βακτήριο *E. coli* O157:H7 μπορεί να διεισδύσει μέσα στον πυρήνα των θερμών μήλων που τοποθετούνται σε ψυχρό νερό το οποίο περιέχει το παθογόνο. Τα αποτελέσματα των Burnett et al. (2000) δείχνουν ότι το ίδιο παθογόνο μπορεί να διεισδύσει μέσω των ανθικών σωλήνων του μήλου ανεξάρτητα από τις θερμοκρασιακές διαφορές αν και η διείσδυση ήταν μεγαλύτερη στην περίπτωση που η αρνητική διαφορά θερμοκρασίας ήταν μεγάλη. Οι μελέτες αυτές επισημαίνουν τη σημασία που έχει η διατήρηση των απολυμαντικών σε επαρκή επίπεδα για τη μείωση των παθογόνων στο νερό πριν τους δοθεί η ευκαιρία να διεισδύσουν στο εσωτερικό του προϊόντος. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι θερμοκρασίες στις δεξαμενές αποθήκευσης του ζεστού νερού που χρησιμοποιείται για τη θανάτωση των εντόμων, μπορεί να ενισχύσουν την επιβίωση κάποιων παθογόνων. Σε μια πρόσφατη επιδημία σαλμονέλλωσης από καρπούς μάνγκο που είχαν προέλευση τη Βραζιλία, η αγωγή με ζεστό νερό που εφαρμόστηκε για να θανατωθούν οι μύγες των φρούτων έγινε στους 46 έως 47° C για 65 έως 90 λεπτά (FDA/CFSAN, 2001). Ακολούθησε μια διαδικασία ψύξεως των προϊόντων που θα μπορούσε κάλλιστα να οδηγήσει στη διείσδυση των σαλμονελλών στο εσωτερικό των φρούτων. Εναλλακτικά οι σαλμονέλες μπορεί απλά να προσκολλήθηκαν στην επιδερμίδα χωρίς να διαπεράσουν τα φράγματα του φλοιού και να διεισδύσουν στο εσωτερικό του φρούτου.

Για το πλύσιμο των φρούτων και των λαχανικών, προτείνεται μια διαδικασία που αποτελείται από τέσσερα στάδια :

1. Απομάκρυνση του χώματος από την επιφάνεια των προϊόντων με στεγνό καθάρισμα (βούρτσες).
2. Αρχικό πλύσιμο με νερό για την αφαίρεση της ακαθαρσίας από την επιφάνεια.
3. Πλύσιμο με κάποιο απολυμαντικό.
4. Τελικό ξέπλυμα.

Ορισμένα ανθεκτικά προϊόντα καθαρίζονται με βούρτσες υπό ταλάντευση που τρίβουν τις επιφάνειες και απομακρύνουν φυσικά το χώμα και τους μικροοργανισμούς. Αυτό γίνεται συχνά σε συνδυασμό με ένα απορρυπαντικό και εν συνεχεία ξέπλυμα με πόσιμο νερό. Ωστόσο, το βούρτσισμα απομακρύνει επίσης ένα μέρος του φυσικού κεριού της επιδερμίδας που λειτουργεί σαν φράγμα για τους μικροοργανισμούς. Ενίοτε, κεριά του εμπορίου προστίθενται στην επιφάνεια του προϊόντος μετά το πλύσιμο για να αντικαταστήσουν το φυσικό κεριό που έχει αφαιρεθεί. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μικροοργανισμοί μπορεί να παγιδευτούν μέσα στα κηρώδη υλικά στην επιφάνεια των προϊόντων καθιστώντας δυσκολότερη την απομάκρυνσή τους (Kenney et al., 2001). Επίσης, η προσθήκη ζεστού κεριού (50° C για 2 λεπτά) πάνω στις επιφάνειες των πορτοκαλιών είχε μια αντιμικροβιακή επίδραση (Pao et al., 1999). Ορισμένα προϊόντα που μπορούν να υποστούν βλάβη από τις βούρτσες, πλένονται σε λουτρό ή ψεκάζονται. Αυτό μπορεί να συνοδεύεται και από μια απαλή ανάδευση ή/και απορρυπαντικά για την ενίσχυση της απομάκρυνσης των χωμάτων.

Η αποδοτικότητα του πλυσίματος ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, τον τύπο του συστήματος πλύσης, τον τύπο του χώματος, τον χρόνο επαφής, το απορρυπαντικό και την θερμοκρασία του νερού. Σε μία μελέτη, το πλύσιμο πορτοκαλιών με βούρτσες σε καθαρό νερό, μείωσε τον επιφανειακό μικροβιακό πληθυσμό περίπου 60 με 70% έναντι της μείωσης του 90% που παρατηρήθηκε όταν συμπεριλήφθηκε ένα μέσο απολύμανσης. Σε διάφορες μελέτες για απολυμαντικά βρέθηκε ότι η απλή έκπλυση του προϊόντος με καθαρό νερό, μειώνει τους επιφανειακούς πληθυσμούς αν και η μείωση αυτή είναι συνήθως πολύ λιγότερη από μια λογαριθμική μονάδα. Βασικής σημασίας παράγοντας για την αποδοτικότητα του συστήματος πλύσης είναι η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού, ειδικότερα εάν το νερό είναι ανακυκλώσιμο και δεν γίνονται οι κατάλληλοι χειρισμοί πριν από την



επαναχρησιμοποίησή του. Τέλος, η χρήση απολυμαντικών χημικών ουσιών στο νερό πλυσίματος, αποτελεί ένα εμπόδιο για τη διασταυρούμενη μόλυνση των προϊόντων (FDA/CFSAN, 2001).

- **Απολύμανση**

Τα απολυμαντικά πρέπει να εφαρμόζονται στα προϊόντα αφού αυτά πλυθούν και απομακρυνθεί το χώμα από την επιφάνειά τους. Η ακαθαρσία και τα υπολείμματα μπορούν να λειτουργήσουν προστατευτικά στους μικροοργανισμούς κατά την επαφή τους με ένα απολυμαντικό μέσο ή να αντιδράσουν με το χλώριο ή άλλα μέσα απολύμανσης και να μειώσουν την αντιμικροβιακή τους δραστηριότητα. Το νερό είναι το μέσο καθαρισμού που χρησιμοποιείται με μεγαλύτερη συχνότητα για την απομάκρυνση του χώματος από την επιφάνεια των προϊόντων. Το νερό αυτό πρέπει να είναι καθαρό δεδομένου ότι οποιαδήποτε ακαθαρσία σε αυτό μπορεί να επηρεάσει δραστικά την αποτελεσματικότητα ενός απορρυπαντικού ή κάποιου μέσου απολύμανσης. Το νερό που χρησιμοποιείται στην απολύμανση πρέπει να είναι πόσιμο και απαλλαγμένο από παθογόνα (FDA/JIFSAN, 2002).

Τα μέσα απολύμανσης είναι χημικές ουσίες που μπορούν να θανατώσουν ή να μειώσουν σημαντικά τους αριθμούς των μικροοργανισμών στο νερό που χρησιμοποιείται για την πλύση και την ψύξη, μειώνοντας έτσι τη διασταυρούμενη μόλυνση. Μπορούν επίσης να μειώσουν τα παθογόνα στην επιφάνεια των προϊόντων, αλλά όχι να τα αφαιρέσουν τελείως. Τα απολυμαντικά, παύουν να είναι αποτελεσματικά όταν τα παθογόνα διεισδύσουν στο εσωτερικό των προϊόντων (FDA/JIFSAN, 2002).

Αν και ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών ουσιών είναι διαθέσιμο για την απολύμανση/εξυγίανση των φρέσκων προϊόντων η αποτελεσματικότητά τους είναι μεταβλητή και καμία δεν είναι σε θέση να εξασφαλίσει την εξάλειψη των παθογόνων. Συνεπώς δεν είναι δυνατό να στηριχθούμε απλώς στην απολύμανση για τον έλεγχο της μόλυνσης από τα παθογόνα. Ο Beuchat (1998) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η πρόληψη της μόλυνσης σε όλα τα σημεία της τροφικής αλυσίδας έχει καλύτερα αποτελέσματα από την εφαρμογή των απολυμαντικών (SCF, 2002).



Διάφορα απολυμαντικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μειώσουν το μικροβιακό φορτίο στα φρούτα και τα λαχανικά. Ωστόσο, η αποτίμηση της ασφάλειας αυτών των ουσιών και οι νομικές απαιτήσεις σχετικά με τη χρήση τους πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ο σκοπός της χρήσης αυτών των ουσιών είναι να ελεγχθούν οι παθογόνοι για το φυτό μικροοργανισμοί (φυτοπροστασία) ή οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν τροφογενείς ασθένειες ή οι αλλοιωγόνοι μικροοργανισμοί (συντηρητικά). Η επίδραση των απολυμαντικών στους μικροοργανισμούς εξαρτάται από πολλές παραμέτρους συμπεριλαμβανομένης της χρησιμοποιούμενης συγκέντρωσης, του χρόνου εφαρμογής, της θερμοκρασίας, του pH και της ευαισθησίας των μικροοργανισμών-στόχων (SCF, 2002).

Χρησιμοποιούνται πολλές ουσίες συμπεριλαμβανομένων του χλωρίου, των οργανικών οξέων, του διοξειδίου του χλωρίου, του υπεροξειδίου του υδρογόνου και του όζοντος (Beuchat, 1998). Τα οργανικά οξέα από μόνα τους, ή σε συνδυασμό με το χλώριο, έχουν αποδειχθεί σε πειράματα ότι μειώνουν αποτελεσματικά τον αριθμό των παθογόνων όπως για παράδειγμα, τα βακτήρια *Yersinia enterocolitica* και *L. monocytogenes* στο μαϊντανό (Karapinar and Gonul, 1992, Zhang and Farber, 1996).

**Χλώριο.** Το χλώριο είναι η σημαντικότερη ένωση που χρησιμοποιείται για την απολύμανση των φρέσκων προϊόντων. Η αποτελεσματικότερη μορφή του είναι το υποχλωριώδες οξύ (HOCl) (Simons and Sanguansri, 1997) και χρησιμοποιείται συχνά χλώριο σε συγκέντρωση 100 ppm. Εντούτοις, η χρήση του χλωρίου δεν εξασφαλίζει την εξάλειψη ή έστω και μια δραστική μείωση του πληθυσμού των παθογόνων. Λόγω του ότι το χλώριο αντιδρά με οργανικές ουσίες, τα συστατικά που ελευθερώνονται από τους ιστούς των κομμένων επιφανειών των προϊόντων μπορεί να εξουδετερώνουν κάποια ποσότητα του χλωρίου πριν φτάσει αυτό στα μικροβιακά κύτταρα, μειώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητά του. Επιπλέον, λόγω της υδροφοβικής φύσης του κηρώδους υλικού πάνω στην επιφάνεια πολλών φρούτων και λαχανικών, μπορεί να αποτρέψουν το χλώριο και άλλα μέσα απολύμανσης να φτάσουν στους μικροοργανισμούς. Επιφανειοδραστικές ουσίες (απολυμαντικά), απορρυπαντικά και διαλύτες από μόνα τους ή σε συνδυασμό με επιδέξιους φυσικούς χειρισμούς όπως είναι το βούρτσισμα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να μειώσουν την υδροφοβικότητα ή για να αφαιρέσουν μέρος του κεριού ώστε να αυξήσουν την έκθεση των μικροοργανισμών στα μέσα απολύμανσης (FDA/CFSAN, 2001).

**Διοξειδίο του χλωρίου (ClO<sub>2</sub>)**. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά του έναντι του υποχλωριώδους οξέος (HOCl) περιλαμβάνουν μειωμένη αδρανοποίηση από την οργανική ύλη και μεγαλύτερη δραστηριότητα σε ουδέτερο pH. Ωστόσο, η σταθερότητα του διοξειδίου του χλωρίου μπορεί να είναι ένα πρόβλημα. Η μέγιστη δόση των 200 ppm ClO<sub>2</sub> επιτρέπεται για την απολύμανση του εξοπλισμού επεξεργασίας και 3 ppm το ανώτερο, επιτρέπεται για επαφή με τα ολόκληρα προϊόντα. Μόνο 1 ppm το ανώτερο επιτρέπεται για τις αποφλοιωμένες πατάτες. Η επεξεργασία των προϊόντων με διοξειδίο του χλωρίου πρέπει να ακολουθείται από έκπλυση με πόσιμο νερό ή ζεμάτισμα, μαγείρεμα ή κονσερβοποίηση (CFR, 2000).

Οι Roberts και Reymond (1994), απέδειξαν τη θνησιμότητα των μυκήτων στο ClO<sub>2</sub>. Παρατηρήθηκε θανάτωση σε ποσοστό μεγαλύτερο από 99% σε κονίδια και σποριάγγεια μετά από 1 λεπτό σε νερό που περιείχε 3 ή 5 ppm ClO<sub>2</sub>. Οι πληθυσμοί των μυκήτων στον εξοπλισμό μειώθηκαν μετά από εφαρμογή αφρού που περιείχε 14 με 18 ppm ClO<sub>2</sub>. Οι Costilow et al. (1984) ανέφεραν ότι 2.5 ppm ClO<sub>2</sub> ήταν αποτελεσματικά έναντι των μικροοργανισμών στο νερό της έκπλυσης, αλλά συγκεντρώσεις τόσο υψηλές όσο τα 105 ppm δε μείωσαν τη μικροχλωρίδα μέσα ή πάνω σε αγγούρια. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν από τους Reina et al. (1995). Εμβάπτιση πορτοκαλιών σε 100 ppm διοξειδίου του χλωρίου 30° C για 8 λεπτά οδήγησε σε μείωση της τάξεως των 3 log του πληθυσμού του *E. coli* ενώ η αντίστοιχη μείωση όταν τα πορτοκάλια βυθίστηκαν μόνο σε απιονισμένο νερό ήταν της τάξεως των 2 log (Pao and Davis, 1999).

**Υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**. Η δυνατότητα εφαρμογής του υπεροξειδίου του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) για την εξυγίανση φρέσκων φρούτων και λαχανικών εναλλακτικά του χλωρίου, μελετήθηκε από τους Sapers και Simmons (1998). Η επεξεργασία αυτή προτάθηκε για τα φρεσκοκομμένα πεπόνια και άλλα παρόμοια φρούτα, δεδομένου ότι παρέτεινε τη ζωή του προϊόντος στο ράφι σε 4-5 ημέρες σε σύγκριση με τη χρήση χλωρίου. Κατάλοιπα του H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> στα φρούτα και λαχανικά που έχουν υποστεί κατεργασία με αυτό μπορούν να αποβληθούν παθητικά από τη δράση της ενδογενούς καταλάσης (αυτό όμως απαιτεί χρόνο), ή ενεργά ξεπλένοντας τα προϊόντα αμέσως μετά από την επεξεργασία για να την αποφυγή αντιδράσεων μεταξύ του H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και των συστατικών αυτών που μπορεί να έχουν

επιπτώσεις στην ποιότητα ή την ασφάλεια των προϊόντων (Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003).

**Όζον (O<sub>3</sub>).** Η χρήση του όζοντος είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την απολύμανση του πόσιμου νερού και αδρανοποιεί τα βακτήρια, τους μύκητες, τους ιούς και τα πρωτόζωα (Korich et al., 1990, Finch and Fairbairn, 1991, Restaino et al., 1995). Σύμφωνα με τους Restaino et al. (1995) τα παθογόνα βακτήρια όπως τα *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *L. monocytogenes* και *Salmonella typhimurium* είναι ευαίσθητα στην επεξεργασία με 20 ppm όζοντος σε νερό. Οι Finch και Fairbairn (1991) εξέτασαν την ευαισθησία των εντερικών ιών στο όζον, ενώ οι Korich et al. (1990) ανέφεραν ότι το όζον αδρανοποιεί τα πρωτόζωα όπως είναι το *Cryptosporidium parvum*. Η επεξεργασία των κυστών του *Cryptosporidium parvum* με 1 ppm όζοντος για 5 λεπτά είχε ως αποτέλεσμα την αδρανοποίηση για < 1 log. Στην ίδια έρευνα, οι κύστες του *Giardia* spp. ήταν πιο ευαίσθητες στην επεξεργασία με όζον από ότι του *Cryptosporidium parvum* (FDA/CFSAN, 2001).

Σε αντίθεση με τη χρήση του όζοντος ως αρχική επεξεργασία για τη μείωση των μικροβιακών πληθυσμών στις επιφάνειες των προϊόντων, το όζον στην αέρια φάση του έχει επίσης ερευνηθεί για τη χρήση του κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης διάφορων τροφίμων. Μήλα που αποθηκεύτηκαν σε ατμόσφαιρα που περιείχε όζον είχαν μειωμένα περιστατικά μόλυνσης (Bazarova, 1982). Η ανάπτυξη των μυκήτων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης βατόμουρων παρεμποδίστηκε από 0.1 έως 0.3 ppm όζοντος (Barth et al., 1995). Η επεξεργασία σταφυλιών με όζον αύξησε τη διάρκεια ζωής και μείωσε την ανάπτυξη των μυκήτων (Sarig et al., 1996). Η μόλυνση των λαχανικών όπως κρεμμύδια, πατάτες και ζαχαρότευτλα μειώθηκε κατά την αποθήκευσή τους σε ατμόσφαιρα που περιείχε όζον (Kim et al., 1999).

Λόγω της έντονης οξειδωτικής δράσης του, το όζον μπορεί να προκαλέσει φυσιολογική βλάβη στα προϊόντα (Horvath et al., 1985). Μπανάνες που μεταχειρίστηκαν με όζον ανέπτυξαν μαύρες κηλίδες μετά από 8 ημέρες έκθεσης σε 25-30 ppm αέριου όζοντος. Καρότα που εκτέθηκαν σε αέριο όζον κατά τη διάρκεια αποθήκευσης είχαν ένα ελαφρύτερο, λιγότερο έντονο χρώμα από τα καρότα που δεν εκτέθηκαν (Liew and Prange, 1994). Το όζον μπορεί ακόμα να προκαλέσει διάβρωση των μετάλλων και άλλων υλικών στον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία. Όπως με τα άλλα απολυμαντικά, πρέπει να εξασφαλιστεί η ασφάλεια

των υπαλλήλων και να ληφθούν κατάλληλα μέτρα προστασίας όταν χρησιμοποιείται το όζον σαν απολυμαντικό μέσο. Δεδομένου ότι το όζον παράγει τοξικές αναθυμιάσεις, ο επαρκής εξαερισμός είναι απαραίτητος για την ασφάλεια των υπαλλήλων. Παρόλα αυτά, επειδή έχει εξαιρετική ικανότητα να διεισδύει και δεν αφήνει κατάλοιπα, το όζον μπορεί να έχει χρησιμότητα για την κατεργασία του ανακυκλωμένου νερού, των επιφανειών που έρχονται σε άμεση επαφή με τα τρόφιμα ή των ολόκληρων προϊόντων. Σύμφωνα με τους εκπρόσωπους των βιομηχανιών, η μετασυλλεκτική χρήση του όζοντος για την κατεργασία των προϊόντων, αυξάνεται (FDA/CFSAN, 2001).

**Ακτινοβολία.** Η ακτινοβολία γενικά εφαρμόζεται για τον έλεγχο των παθογόνων που εμφανίζονται μετά τη συγκομιδή και για να προστατεύσει την ποιότητα των προϊόντων. Η ακτινοβολία μπορεί να είναι αποτελεσματική για την αφαίρεση των παθογόνων μικροοργανισμών από τις επιφάνειες των προϊόντων. Δυστυχώς, δόσεις ακτινοβολίας πολύ μεγαλύτερες από 1 kGy είναι απαραίτητες για την καταστροφή των σπορίων, των ιών, των ζυμών και των μυκήτων και αυτές οι υψηλότερες δόσεις μπορούν να προκαλέσουν μαλάκωμα και απώλεια γεύσης στα φρέσκα προϊόντα (FDA/JIFSAN, 2002).

Συμπληρωματικοί παράγοντες που πρέπει να μελετηθούν κατά τη χρήση της ακτινοβολίας στην απολύμανση, είναι η αντίσταση συγκεκριμένων μικροοργανισμών σε αυτή την επεξεργασία, άλλες μετασυλλεκτικές κατεργασίες, η υγρασία και η θερμοκρασία των προϊόντων. Μια ανησυχία κατά την ακτινοβόληση προϊόντων σε κλειστές συσκευασίες είναι ότι, η ακτινοβολία μπορεί να οδηγήσει στην εξάλειψη της ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας επιτρέποντας την εκβλάστηση των παθογόνων βακτηριακών σπορίων (FDA/JIFSAN, 2002).

Η χρήση της ακτινοβολίας στην απολύμανση των επιφανειών τεμαχισμού των φρούτων πρέπει επίσης να ερευνηθεί, δεδομένου ότι έχει παρουσιάσει καλά αποτελέσματα στην καθυστέρηση της ωρίμανσης των ολόκληρων φρούτων (Kader, 1986). Οι Gunes et al. (2000 και 2001) ανέφεραν μια αύξηση στα επίπεδα της αναπνοής καθώς επίσης και μια παρεμπόδιση της παραγωγής αιθυλενίου στις ακτινοβολημένες φέτες των φρεσκοκομμένων μήλων. Εντούτοις, οι ανεπιθύμητες αλλαγές στη σύσταση που προκλήθηκαν από την ακτινοβολία είναι ακόμα ένας περιοριστικός παράγοντας για τη χρήση της στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Οι



επεξεργασίες με τη χρήση του όζοντος ή της υπεριώδους ακτινοβολίας έχουν προταθεί ως εναλλακτικές λύσεις για τα νωπά φρούτα, και η εφαρμογή τους στα φρεσκοκομμένα προϊόντα πρέπει να εξεταστεί (Hampson and Fiori, 1994, Hurst, 1995, Larson and Johnson, 1999).

### 3.2.2 Συσκευασία, Αποθήκευση και Μεταφορά

Οι πλημμελώς καθαρισμένες και εξυγιασμένες εγκαταστάσεις συσκευασίας και αποθήκευσης, καθώς και οι εργαζόμενοι αυτών των εγκαταστάσεων, μπορούν να αποτελέσουν σοβαρή πηγή μόλυνσης των φρέσκων φρούτων και λαχανικών και του νερού που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία αυτών των προϊόντων. Η σωστή μεταφορά των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, μπορεί να συντελέσει στη μείωση της πιθανότητας για μικροβιακή μόλυνση (FDA/CFSAN, 1998).

- **Εγκαταστάσεις συσκευασίας και αποθήκευσης**

Οι εγκαταστάσεις συσκευασίας και αποθήκευσης θα πρέπει να τηρούν κάποιες προδιαγραφές. Συγκεκριμένα:

- Πρέπει να είναι σχεδιασμένες και κατασκευασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν το εύκολο καθάρισμα και την απολύμανση.
- Τα κτίρια πρέπει να είναι καλά καλυμμένα με φράγματα προμελετημένα για να αποκλείσουν τα παράσιτα, τα οικιακά και άγρια ζώα καθώς επίσης τα πουλιά και τα έντομα.
- Τα παράθυρα θα πρέπει να είναι κλειστά ή καλυμμένα με σήτα.
- Οι τοίχοι, τα πατώματα και οι οροφές θα πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και να διευκολύνουν τον καθαρισμό και την απολύμανση.
- Οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες θα πρέπει να είναι καλυμμένοι έτσι ώστε, εάν σπάσουν, το προϊόν και ο χώρος εργασίας δε θα μολυνθούν με σπασμένο γυαλί.
- Το πάτωμα θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο με μια ελαφριά κλίση ώστε να αποφεύγεται η συγκέντρωση του νερού στους θαλάμους συσκευασίας και αποθήκευσης (FDA/JIFSAN, 2002).

Οι εγκαταστάσεις συσκευασίας και αποθήκευσης διαφέρουν ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των προϊόντων. Το συσκευαστήριο μπορεί να είναι ένα μικρό



υπόστεγο κοντά στο χωράφι ή, ένα κτίριο μεγάλης κλίμακας με πολλούς διαφορετικούς χώρους κατεργασίας και αποθήκευσης. Ανεξάρτητα από το μέγεθος της διαδικασίας, οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές είναι απαραίτητες για να εμποδίσουν τη φυσική εγκατάσταση να γίνει μια πηγή μικροβιακής, φυσικής ή, χημικής μόλυνσης και για να διασφαλίσουν συνεπή ποιότητα στα φρέσκα φρούτα και λαχανικά (FDA/JIFSAN, 2002).

Οι χώροι συσκευασίας και αποθήκευσης θα πρέπει να βρίσκονται σε διαφορετικά κτίρια. Ιδανικά, θα πρέπει να υπάρχει διαφορετικό προσωπικό σε κάθε έναν από αυτούς τους χώρους για να αποφεύγεται η διασταυρούμενη μόλυνση. Είναι σημαντικό να διατηρούνται όλοι οι χώροι συσκευασίας και αποθήκευσης απαλλαγμένοι από χημικές ουσίες, απορρίμματα, μηχανήματα, υπολείμματα συγκομιδής και απόβλητα, ώστε να αποτραπούν τα παράσιτα και να προληφθεί η μόλυνση των προϊόντων (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Εξοπλισμός**

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στο πλύσιμο και στην ταξινόμηση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, θα πρέπει να τηρεί τις απαραίτητες προδιαγραφές προκειμένου να εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες υγιεινής. Δηλαδή:

- Όλος ο εξοπλισμός και τα εμπορευματοκιβώτια που έρχονται σε άμεση επαφή με τα προϊόντα ή τα συστατικά τους θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο ατσάλι ή από πλαστικό, εάν αυτό είναι δυνατό, δεδομένου ότι τα υλικά αυτά μπορούν εύκολα να πλυθούν, να απολυμανθούν και να διατηρηθούν υγιεινά συντηρημένα.
- Ο εξοπλισμός πρέπει να έχει ομαλές επιφάνειες και να τοποθετείται σε θέσεις που μπορούν να διευκολύνουν τον επαρκή καθαρισμό.
- Ο εξοπλισμός δεν θα πρέπει να έχει λασκαρισμένες βίδες, προεξοχές ή κινητά μέρη που θα μπορούσαν τυχαία να αποκολληθούν.
- Εάν ο εξοπλισμός έχει κάποιο χρώμα πάνω του, το χρώμα θα πρέπει να είναι εγκεκριμένο για εξοπλισμό κατεργασίας τροφίμων και δεν θα πρέπει να ξεφτίζει εύκολα. Η σκουριά θα πρέπει να αφαιρείται ώστε να μην πέσει κάποιο κομμάτι πάνω στο προϊόν.

- Οι διαρροές ελαίου και η υπερβολική λίπανση πρέπει να αποφεύγεται. Μόνο λάδι κατάλληλο για τρόφιμα και λιπαντικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται.

Όσον αφορά στον εξοπλισμό συσκευασίας των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, ένα πλήρες πρόγραμμα καθαρισμού και συντήρησης θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εκτελεσθεί. Ένα τέτοιο πρόγραμμα αποτρέπει τους κινδύνους στο χειριστή και τον καταναλωτή. Οι δυσλειτουργίες του εξοπλισμού θα πρέπει να αναφερθούν μόλις αρχίζουν να εμφανίζονται, έτσι ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα προτού ένα μικρό πρόβλημα μπορέσει να εξελιχθεί σε κάτι σοβαρότερο. Είναι μια ορθή πρακτική να διοριστεί ένα υπεύθυνο άτομο για κάθε τμήμα του εξοπλισμού, έτσι ώστε το άτομο αυτό να μπορέσει να εξοικειωθεί με τον εξοπλισμό και τη σωστή λειτουργία του (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Εμπορευματοκιβώτια**

Οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές προτείνουν για τα εμπορευματοκιβώτια τα εξής:

- Τα εμπορευματοκιβώτια θα πρέπει να κατασκευάζονται από μη τοξικά υλικά και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται εύκολα.
- Τα κατεστραμμένα εμπορευματοκιβώτια θα πρέπει να αποσύρονται όταν ο καθαρισμός καθίσταται δύσκολος ή, όταν η φθορά είναι τέτοια που μπορεί αυτά να σπάσουν και τεμάχια να πέσουν στα προϊόντα.
- Τα εμπορευματοκιβώτια που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των προϊόντων θα πρέπει να πλένονται και να απολυμαίνονται μετά από κάθε χρήση.
- Τα εμπορευματοκιβώτια που ήρθαν σε άμεση επαφή με χώμα, λάσπη, λίπασμα ή περιττώματα, θα πρέπει να σημαδευτούν σωστά και να μην εισέρχονται στην παραλαβή και στην εγκατάσταση συσκευασίας οποιαδήποτε στιγμή. Μία δεύτερη ομάδα τελάρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τα προϊόντα που εισέρχονται στο συσκευαστήριο.
- Αυτά που χρησιμοποιούνται για τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για άλλα αντικείμενα

συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων, των καυσίμων, των φυτοφαρμάκων ή οποιοδήποτε άλλων υλικών. Οι πρακτικές αυτές μπορεί να προκαλέσουν χημικούς ή μικροβιακούς κινδύνους στον καταναλωτή. Μια ορθή πρακτική είναι να χρωματίζονται διαφορετικά ή να μπαίνουν ετικέτες στα εμπορευματοκιβώτια, που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των προϊόντων πριν και μετά το πλύσιμο και να διατηρούνται χωριστά για να αποφευχθεί η διασταυρούμενη μόλυνση.

- Κατά τη διάρκεια των ελέγχων πρέπει να γίνεται και παρασιτικός έλεγχος στα εμπορευματοκιβώτια (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Χειρισμός απορριμμάτων και αποβλήτων**

Τα απορρίματα και τα απόβλητα που προκύπτουν από τις παραπάνω διεργασίες κατά την κατεργασία των φρούτων ή των λαχανικών μπορεί να είναι μια πηγή μικροβιακής μόλυνσης. Η αποσυντιθέμενη οργανική ύλη μπορεί να διευκολύνει τη μεταφορά των μικροοργανισμών γύρω από το κτίριο, να παράγει δυσάρεστες οσμές και να προσελκύσει έντομα και άλλα παράσιτα που μεταφέρουν παθογόνους οργανισμούς. Τα απορρίματα και τα απόβλητα θα πρέπει να αποθηκεύονται στις καθορισμένες περιοχές και να απομακρύνονται καθημερινά. Η περιοχή συλλογής πρέπει να κατασκευαστεί έτσι ώστε να διευκολύνει τον καθαρισμό, να χρησιμοποιεί κλειστά εμπορευματοκιβώτια και να εγκατασταθεί έτσι ώστε οι άνεμοι να μη μεταφέρουν τις οσμές μέσα στις εγκαταστάσεις της παραγωγής και της συσκευασίας ή στην περιοχή γύρω από τις εγκαταστάσεις. Προτείνεται ο διαχωρισμός των οργανικών και των ανόργανων αποβλήτων καθώς και η σωστή ανακύκλωση (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Αποθήκευση των υλικών συσκευασίας**

Τα υλικά συσκευασίας όπως είναι τα χαρτοκιβώτια και οι πλαστικές σακούλες, πρέπει να αποθηκεύονται σε ένα χώρο που έχει οριστεί για το σκοπό αυτό. Ο χώρος αυτός θα πρέπει να είναι καθαρός, στεγνός και απαλλαγμένος από απορρίματα, έντομα και ζώα. Τα υλικά συσκευασίας θα πρέπει να διατηρούνται μακριά από οποιαδήποτε πηγή μόλυνσης.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συσκευασίας είναι σημαντικό να αποφεύγεται η φθορά των εμπορευματοκιβωτίων. Τα κιβώτια δεν θα πρέπει να συρράπτονται διότι τα συρραπτικά μπορεί να φθείρουν τις συσκευασίες και ενδέχεται να μολύνουν τα προϊόντα. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντα καινούργια κιβώτια και συσκευασίες (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Αποθήκευση των προϊόντων**

Όπως με όλους τους χώρους μεταχείρισης των προϊόντων, η υγιεινή και ο έλεγχος της θερμοκρασίας στους θαλάμους αποθήκευσης είναι κρίσιμοι παράγοντες για την ελαχιστοποίηση της μόλυνσης και τη διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας των προϊόντων. Θα πρέπει να υπάρχει ένα καθιερωμένο πρόγραμμα καθαρισμού και εξυγίανσης για όλους τους αποθηκευτικούς χώρους των προϊόντων (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Μεταφορά**

Ο σωστός χειρισμός των φρούτων και των λαχανικών κατά τη μεταφορά είναι κρίσιμος για την ασφάλειά τους. Όλος ο χρόνος και οι ενέργειες που απαιτήθηκαν για τη μείωση της μικροβιακής μόλυνσης και για τον έλεγχο της ποιότητας κατά τη διάρκεια της παραγωγής των προϊόντων στο χωράφι, της συγκομιδής, του πλυσίματος και της συσκευασίας θα έχουν χαθεί άδικα, εάν οι συνθήκες για τη μεταφορά δεν είναι κατάλληλες.

Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά μεταφέρονται συνήθως σε ρυμουλκούμενα οχήματα ή σε φορτηγά πλοία. Δε θα πρέπει να μεταφέρονται σε εμπορευματοκιβώτια που έχουν χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρουν ιχθυηρά, ωμά κρέατα, αυγά και άλλα προϊόντα που είναι σημαντικές πηγές των τροφικών παθογόνων, εκτός και αν, τα εμπορευματοκιβώτια αυτά έχουν επαρκώς καθαριστεί και απολυμανθεί (FDA/JIFSAN, 2002).

Σε μια ιδανική κατάσταση η μεταφορική μονάδα θα έπρεπε να απολυμαίνεται μετά από κάθε φορτίο. Εντούτοις, δεδομένου ότι οι μεταφορικές εταιρείες έχουν άλλες προτεραιότητες, μπορεί να είναι απληροφόρητες για τις απαιτήσεις υγιεινής των φρέσκων προϊόντων. Η συχνότητα εξυγίανσης καθορίζεται, μεταξύ άλλων, και

από το προηγούμενο ιστορικό του φορτίου, τον τύπο των προϊόντων και τον τύπο της συσκευασίας (FDA/JIFSAN, 2002).

Εάν το προηγούμενο ιστορικό του φορτίου δείξει ότι η μεταφορική μονάδα έχει χρησιμοποιηθεί πρόσφατα για να μεταφέρει ζώα, ωμά τρόφιμα ή χημικές ουσίες, τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά δε θα πρέπει να τοποθετηθούν στη μονάδα έως ότου ληφθούν τα σωστά μέτρα καθαρισμού και απολύμανσης. Τα ρυμουλκά και τα εμπορευματοκιβώτια πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ορατά υπολείμματα ακαθαρσίας και τροφής. Οι μυρωδιές είναι μια ένδειξη ότι χρειάζεται επιπλέον καθαρισμός, δεδομένου ότι οι δυσάρεστες οσμές μπορεί να είναι ένα τεκμήριο της μικροβιακής μόλυνσης και των ανεπαρκών διαδικασιών καθαρισμού. Πολλές από τις χημικές ουσίες καθαρισμού και εξυγίανσης που περιγράφηκαν για χρήση στην απολύμανση των προϊόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, εφόσον δεν προκαλούν διάβρωση της μονάδας (FDA/JIFSAN, 2002).

### 3.2.3 Πλύσιμο και απολύμανση του εξοπλισμού

Για τη μείωση του κινδύνου μόλυνσης των φρούτων και των λαχανικών, αυστηρές διαδικασίες καθαρισμού και απολύμανσης πρέπει να ακολουθούνται σε όλο τον εξοπλισμό, τα εργαλεία, τα εμπορευματοκιβώτια και τις εγκαταστάσεις κατεργασίας.

- **Πλύσιμο**

Το πλύσιμο περιλαμβάνει τη χρήση τόσο φυσικών μεθόδων, όπως είναι το τρίψιμο, όσο και χημικών μεθόδων όπως είναι τα απολυμαντικά, τα οξέα ή τα αλκάλια για να αφαιρεθεί ο ρύπος, η σκόνη, τα υπολείμματα τροφών και άλλα θραύσματα από τις επιφάνειες. Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωριστά ή σε συνδυασμό (FDA/JIFSAN, 2002).

Για την αποφυγή της μόλυνσης των προϊόντων, όλος ο εξοπλισμός και τα εργαλεία πρέπει να πλένονται και να απολυμαίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες και την συχνότητα που ορίζουν οι SSOP's ή, όποτε το απαιτεί η περίπτωση.

Για τον αποτελεσματικότερο καθαρισμό, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εργαλεία. Παραδείγματα από εργαλεία που



χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό του εξοπλισμού επεξεργασίας και συσκευασίας καθώς και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας τροφίμων, περιλαμβάνουν σφουγγάρια, σκούπες, ξύστρες κ.α.

Τα εργαλεία καθαρισμού μπορεί να είναι μια σημαντική πηγή βιολογικών κινδύνων όταν δεν μεταχειρίζονται σωστά. Πρέπει να ξεπλένονται και να εξυγιαίνονται μετά από κάθε χρήση και να αντικαθίστανται τακτικά ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη μικροοργανισμών στην επιφάνειά τους.

Οι διαδικασίες πλυσίματος δεν μπορούν να εγγυηθούν τη μείωση των μικροοργανισμών, ωστόσο, μπορούν να μειώσουν τον σχηματισμό του βιοφίλμ. Για τη μείωση των μικροοργανισμών, είναι απαραίτητο να καθαρίζονται οι επιφάνειες με χημικά μέσα γνωστά ως χημικά μέσα απολύμανσης ή απορρυπαντικά (FDA/JIFSAN, 2002).

- **Απολύμανση**

Η απολύμανση δεν αντικαθιστά το πλύσιμο. Η οργανική και η ανόργανη ύλη επηρεάζει τη μικροβιοκτόνο δράση πολλών απολυμαντικών, επομένως, το πλύσιμο για να αφαιρεθούν τα υπολείμματα της σκόνης, της ακαθαρσίας και των τροφίμων θα πρέπει πάντα να γίνεται πριν από την εφαρμογή ενός απολυμαντικού. Οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές επίσης, μπορούν να εμποδίσουν το σχηματισμό βιοφίλμ που τα βακτήρια μπορούν να αναπτύξουν για να προστατέψουν τους εαυτούς τους από τη δράση των απολυμαντικών (FDA/JIFSAN, 2002).

Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή ενός απολυμαντικού είναι οι εξής :

- Ο τύπος του εξοπλισμού και το είδος της επιφάνειας που απολυμαίνεται.
- Η σκληρότητα του νερού.
- Η διαθεσιμότητα του απολυμαντικού μέσου.
- Η αποτελεσματικότητα του απολυμαντικού έναντι των σημαντικών παθογόνων που σχετίζονται με τον τύπο των προϊόντων που κατεργάζονται ή με το περιβάλλον κατεργασίας.
- Η αποτελεσματικότητα κάτω από πρακτικές συνθήκες.

Ένα απολυμαντικό με ένα ευρύ δραστικό φάσμα προτείνεται για τη θανάτωση των παθογόνων μικροοργανισμών σε διαφορετικές επιφάνειες εξοπλισμού. Για κάποιες απολυμαντικές δραστηριότητες είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά μέσα. Η ανάπτυξη ενός εναλλακτικού προγράμματος για τα καθαριστικά και τα απολυμαντικά μέσα πρέπει να μειώσει τη δυνατότητα των παθογόνων να αναπτύξουν αντίσταση σε ένα συγκεκριμένο απολυμαντικό (FDA/JIFSAN, 2002).

Το υπεριώδες φως, εφαρμόζεται μερικές φορές σαν ένα επιφανειακό απολυμαντικό. Ωστόσο, λόγω της χαμηλής διεισδυτικής του ικανότητας, χρησιμοποιείται κυρίως στη θανάτωση αερόβιων μικροοργανισμών ιδιαίτερα των σπορίων των μυκήτων σε συστήματα κυκλοφορίας αέρα, πάνω από τους χώρους συσκευασίας, σε ψυκτικούς θαλάμους, κ.λπ.

Το νερό, είναι το κύριο συστατικό των διαλυμάτων απολύμανσης και πρέπει να είναι καλής ποιότητας. Το οργανικό φορτίο, η θολότητα και η παρουσία των παθογόνων στο νερό που χρησιμοποιείται σε διαλύματα απολύμανσης, μπορεί να μεταβάλλουν την αποτελεσματικότητά τους (FDA/JIFSAN, 2002).

### 3.3 Ιχνηλασιμότητα

Η ιχνηλασιμότητα αφορά τον προσδιορισμό της πηγής προέλευσης και της διακίνησης των προϊόντων που ενεπλάκησαν σε μια τροφική επιδημία και για να προσδιορίσουν τα πιθανά σημεία όπου η μόλυνση έλαβε χώρα (Guzewich and Salsbury, 2000).

Παρά τις καλύτερες προσπάθειες από τους χειριστές τροφίμων, τα προϊόντα μπορεί να μην είναι ποτέ τελείως απαλλαγμένα από μικροβιακούς κινδύνους. Παρόλα αυτά, ένα αποτελεσματικό σύστημα ιχνηλασιμότητας μπορεί να οδηγήσει στον εντοπισμό της πηγής του προβλήματος που μπορεί να αφορά μια συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία, μια συγκεκριμένη εγκατάσταση συσκευασίας, ακόμα και σε μια συγκεκριμένη καλλιεργητική περιοχή. Το σύστημα ιχνηλασιμότητας μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα σημαντικό συμπλήρωμα στις Ορθές Γεωργικές και Βιομηχανικές Πρακτικές δεδομένου ότι οι πληροφορίες που λαμβάνονται από ένα τέτοιο σύστημα ιχνηλασιμότητας, μπορεί να είναι χρήσιμες στον προσδιορισμό και στη μείωση μιας επικινδυνότητας (FDA/JIFSAN, 2002).

## Συμπεράσματα

Τα βακτήρια, τα πρωτόζωα, οι ιοί και οι μύκητες αποτελούν τους μικροβιακούς κινδύνους των φρέσκων φρούτων και λαχανικών σε όλα τα στάδια από πριν τη συλλογή, δηλαδή προσυλλεκτικά, συλλεκτικά και μετασυλλεκτικά, μέχρι την κατανάλωση αυτών των προϊόντων, προκαλώντας σοβαρές αλλαγές στη μεταβολική τους δραστηριότητα αλλά και στη χημική και μηχανική τους σύσταση. Η δράση των μικροβίων ως πρόξενοι τροφικών λοιμώξεων αλλά και επιδημιών, άρχισε να μελετάται στα μέσα της δεκαετίας του '90, όταν συσχετίστηκαν με την κατανάλωση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Οι έρευνες που άρχισαν να διεξάγονται τη δεκαετία αυτή από οργανισμούς όπως ο FDA, CFSAN αλλά και κέντρα όπως τα CDC, έδειξαν ότι τα βακτήρια *Salmonella*, *Shigella* και τα είδη *E.coli* O157:H7 και *L. monocytogenes*, τα πρωτόζωα *Giardia*, *Cryptosporidium* και *Cyclospora*, οι ιοί Hepatitis A και Norwalk-like viruses και από τους μύκητες κυρίως οι Ασπέργιλλοι, φάνηκαν να συνδέονται με μεγαλύτερη συχνότητα με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά και να προκαλούν τροφικές λοιμώξεις αλλά και επιδημίες. Δεν έχουν καταγραφεί θάνατοι ασθενών διότι, η δράση αυτών των μικροβίων είναι συνυφασμένη κυρίως με γαστρεντερίτιδες και δυσεντερίες που η μορφή τους εξαρτάται από την αντοχή του ανθρώπινου οργανισμού. Μεγαλύτερης επικινδυνότητας θεωρείται το είδος *L. monocytogenes* λόγω του ότι τα χαρακτηριστικά του καθιστούν δύσκολη τη θανάτωσή του και επειδή προσβάλλει στις εγκύους το έμβρυο, η θανάτωση του οποίου είναι σχεδόν αναπόφευκτη.

Εκτός από τη μικροχλωρίδα των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, τα μικρόβια τα συναντούμε κυρίως στο έδαφος, στο νερό και στα λιπάσματα προσυλλεκτικά, συλλεκτικά και μετασυλλεκτικά. Μεταφέρονται στα νωπά προϊόντα κυρίως με το νερό, τα έντομα, τα τρωκτικά, τα ζώα, τον άνθρωπο και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας αυτών των προϊόντων.

Από την προετοιμασία του εδάφους που προορίζεται για την καλλιέργεια των φρέσκων φρούτων και λαχανικών και σε όλα τα στάδια που ακολουθούν μέχρι την κατανάλωσή τους, πρέπει να τηρούνται ορισμένοι κανόνες ώστε να προμηθευτούν τελικά οι καταναλωτές προϊόντα ασφαλή και απαλλαγμένα από μικροβιακούς κινδύνους. Δε φτάνει όμως μόνο αυτό. Ο ενστερνισμός κανόνων υγιεινής από τους καλλιεργητές, τους χειριστές τροφίμων, τους εργαζομένους σε όλες τις φάσεις

παραγωγής και επεξεργασίας αλλά και σε λειτουργίες της εμπορίας (συσκευασία, τυποποίηση, μεταφορά, αποθήκευση), είναι απαραίτητος για την ασφάλεια των νοσούντων οπωροκηπευτικών. Οι κανόνες αυτοί περιλαμβάνονται σε προγράμματα διασφάλισης της ασφάλειας και της ποιότητας τροφίμων όπως είναι οι Ορθές Γεωργικές Πρακτικές και οι Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές. Τα προγράμματα αυτά αν τηρηθούν σωστά από όλους τους υπευθύνους, τότε κάνουμε λόγο για ασφαλή φρέσκα φρούτα και λαχανικά και απαλλαγμένα από μικροβιακούς κινδύνους. Επειδή όμως κάτι τέτοιο είναι πρακτικά δύσκολο, μια μικρή συμμόρφωση των υπευθύνων στους κανόνες σε όλα τα στάδια, θα καταστήσει ευκολότερη την ελαχιστοποίηση των κινδύνων αυτών. Τέλος, η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας σε όλες τις λειτουργίες που εφαρμόζονται μετά τη συγκομιδή έχει αποδειχθεί μέσα από έρευνες να συμβάλλει στη διαλεύκανση τροφικών επιδημιών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ackers M., Pagaduan R., Hart G., Greene K.D., Abbott S., Mintz E., Tauxe R.V. 1997. Cholera and sliced fruit: probably secondary transmission from an asymptomatic carrier in the United States. *Int. J. Infect. Dis.* 1, 212–214.
- ACMSF. 1998. Report on Foodborne Viral Infections. London : HMSO.
- Al-Ghazali M. and Al-Azawi S.K. 1990. *Listeria monocytogenes* contamination of crops grown on soil treated with sewage sludge cake. *J Appl Bacteriol.*, 69: 642-647.
- Al-Naksabandi G.A., Saqqar M.M., Shatanawi M.R., Fayyad M., Al-Horani H. 1997. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. *L. Agric. Water Manage.* 1997, 34, 81-94.
- Appleton H. 1991. Foodborne viruses. In *Foodborne illness – a Lancet review*. London : s.n.
- Arts A.M. 2001. Initiatives for food safety in the fresh produce industry in New Zealand. *Food Technology in New Zealand*, June/July.
- Ashford R.W. 1979. Occurrence of an undescribed coccidian in man in Papua New Guinea. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 73, pp. 497– 500.
- Bahri A. 1999. Agricultural reuse of wastewater and global water management. *Water Sci. Technol.* 40, 339–346.
- Banwart G.I. 1979. *Basic Food Microbiology*. Westport, CT : AVI Publishing.
- Barth M.M., Zhou C., Mercier M., Payne F.A. 1995. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *J Food Sci.*, 60:1286-7.
- Bartz J.A. 1982. Infiltration of tomatoes immersed at different temperatures to different depths in suspensions of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Plant Disease*, 66(4):302-6.
- Bartz J.A. and Showalter R.K. 1981. Infiltration of tomatoes by aqueous bacterial suspensions. *Phytopathology*, 71(5):515-8.
- Bazarova V.I. 1982. Use of ozone in storage of apples. *Food Sci Technol Abstr.*, 14(11):J1653.
- Bern C., Hernández B., Lopez M.B., Arrowood M.J., Alvarez M., De Merida A.M., Hightower A.W., Venczel L., Herwaldt B.L. and Klein R.E. 1999. Epidemiologic Studies of *Cyclospora cayetanensis* in Guatemala. *Emerging Infectious Diseases*. 1999, Vol 5. No6.
- Berrang M.E., Brackett R.E. and Beuchat L.R. 1989a. Growth of *Listeria monocytogenes* on fresh vegetables stored under controlled atmosphere. *J Food Prot.*, 52(10):702-5.



- Berrang M.E., Brackett R.E. and Beuchat L.R. 1989b. Growth of *Aeromonas hydrophila* on fresh vegetables stored under a controlled atmosphere. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55(9):2167-71.
- Besser R.E., Lett S.M., Weber J.T., Doyle M.P., Barrett T.J., Wells J.G. and Griffin P.M. 1993. An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from *Escherichia coli* O157:H7 in fresh pressed apple cider. *JAMA*, 269, 2217-2220.
- Beuchat C.R. 1995. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*, 59(2): 204-216.
- Beuchat L.R. 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J. Food Prot.* 59, 204-216.
- Beuchat L.R. 1998. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: A review. s.l. : Food Safety Unit, World Health Organisation. WHO/FSF/FOS/98.2.
- Beuchat L.R. and Ryu J.H. 1997. Produce Handling and processing practices. *Emerg. Infect. Dis.*, 3, 459-465.
- Blostein J. 1993. An outbreak of *Salmonella javiana* associated with consumption of watermelon. *J. Environ. Health*, 56, 29-31.
- Brackett R.E. 1987. Vegetables and related products. [book auth.] Beuchat L.R. *Food and Beverage Mycology*. New York : AVI Publishing, pp. 129-150.
- Brackett R.E. 1992. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *Journal of Food Protection*, 10(55): 808-814.
- Brackett R.E. 1998. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. *Postharvest Biology and Technology* 15 (1999) 305-311.
- Brackett R.E., Horton D.A., Fletcher S.M., Smallwood D., 1993. Food Safety: critical points within the production and distribution system. [book auth.] Shewfelt R.L. and Prussia S.E. *Postharvest Handling: A Systems Approach*. New York, pp. 269-312 : Academic Press
- Breidt R., Hayes J.S. and Fleming H.P. 2000. Reduction of microflora on whole pickling cucumbers by blanching. *J. Food Sci.*, 65:1354-8.
- Bryan E.L. 1997. Diseases transmitted by foods contaminated by wastewater. *J. Food Prot.*, 40, 45-46.
- Buchanan R.L., Edelson S.G, Miller R.L, Sapers G.M. 1999. Contamination of intact apples after immersion in an aqueous environment containing *Escherichia coli* O157:H7. *J. Food Prot.*, 62(5):444-50.
- CDC. 1991. Multistate outbreak of *Salmonella poona* infections - US and Canada, 1991. *Morbid. Mortal. Weekly Rep.*, 40: 549-552.
- CDC. 1993. Multistate outbreak of *Salmonella* serotype Montevideo infections. *EPI-AID.*, pp. 93-79.

CDC. 1979. *Salmonella oranienburg* gastroenteritis associated with consumption of precut watermelons. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 28: 522-523.

CDC. 1995a. Outbreak of *E. coli* O157:H7, Northwestern Montana. *EPI-AID* 95-68.

CDC. 1995b. Outbreak of *Salmonella* Hartford among travelers to Orlando, Florida, May 1995. *EPI-AID* 95-62.

CDC. 1996. Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with drinking unpasteurized commercial apple juice-British Columbia, California, Colorado, and Washington, October 1996. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 45: 975.

CDC. 1997. Outbreaks of *Escherichia coli* O157:H7 infection and cryptosporidiosis associated with drinking unpasteurized apple cider-Connecticut and New York, October 1996. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 46, pp. 4 – 8.

CDC. 1999a. Outbreaks of *Shigella sonnei* infection associated with eating fresh parsley – United States and Canada, July-August 1998. *JAMA*, 281(19): 1785-1787.

CDC. 1999b. Outbreaks of *Shigella sonnei* infection associated with eating fresh parsley, United States and Canada, July-August, 1998. *MMWR* 48 :. 1999, pp. 285-9.

CFR. 2000. Title 21, Part 173.300. Secondary Direct Food Additives Permitted in Food for Human Consumption: Chlorine dioxide. Accessed 2001 Sept 6. <http://www.access.gpo.gov>.

Conner D. E., Scott V. N., Summer S. S. and Bernar D.T. 1989. Pathogenicity of foodborne, environmental and clinical isolates of *Listeria monocytogenes* in mice. *J. Food Sci.* . pp. 1553-1556.

Conway W.S., Leverentz B., Saftner R.A. 2000. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on fresh-cut apple slices and its interaction with *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*. *Plant Dis.* 84:177-81.

Cook K.A., Boyce T., Langkop C., Kuo K., Schwartz M., Ewert D., Sowers E., Wells J., Tauxe R. 1995. Scallions and shigellosis: A multistate outbreak traced to imported green onions. *Epidemiology and Infection* 115: 363-371. Atlanta, GA, : CDC, 1995.

Costilow R.N., Uebersax M.A. and Ward P.J. 1984. Use of chlorine dioxide for controlling microorganisms during handling and storage of fresh cucumbers. *J Food Sci.*, 49:396-401.

Craun G.F. 1986. Waterborne giardiasis in the United States, 1965–1984. *Lancet* II (8505), pp. 513– 514.

Da Cruz A.G., Cenci S.A. and Maia M.C.A. 2006. Quality assurance requirements in produce processing *Trends in Food Science & Technology* 17, 406–411.

Da Cruz A.G, Cenci S.A. and Maia M.C.A. 2006. Good Agricultural practices in a Brazilian produce plant. *Food Control*. 2006, 17, 781-788.

Dawson D. 2004. Foodborne protozoan parasites. *International Journal of Food Microbiology* 103, pp. 207–227.

De Luca G., Zanetti F., Fateh-Moghadm P. and Strampi S. 1998. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in Sewage Sludge. *Zent. Bl. Hyg. Umweltmed.* 201: 269-177.

De Roever C. 1998. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food Control.* 1998, 9(6), 321–347.

Doris L.K.Ng., Seah H.I. 1995. Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from a range of foods in Singapore. *Foods Control.*, pp. 171–173.

Dowe M.J., Jackson E.D., Mori J.G. and Bell C.R. 1997. *Listeria monocytogenes* survival in soil and incidence in agricultural soils. *J. Food Prot.*, 60, 1201-1207.

Echeverria P., Seriwatana J., Taylor D.N., Tirapat C., Rowe B. 1985. *Escherichia coli* contains plasmids coding for heat stable B, other enterotoxins and antibiotic resistance. *Infec. Immunity* 48.

Fain A.R. 1996. A review of the microbiological safety of fresh salads. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 16, pp. 146-149.

FDA/CFSAN. 1998. Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. <http://www.cfsan.fda.gov>.

FDA/CFSAN. 2002. Analysis and Evaluation of Preventative Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce. <http://cfsan.fda.gov>

FDA/JIFSAN. 2002. Improving the safety and quality of fresh fruit and vegetables : A training manual for trainers. s.l. : University of Meryland.

Fenlon D.R. 1985. Wild birds and silage as reservoirs of *Listeria* in the agricultural environment. *J. Appl. Bacteriol.*, 59, 537-543.

Finch G.R. and Fairbairn N. 1991. Comparative inactivation of poliovirus type 3 and MS2 coliphage in demand-free phosphate buffer by using ozone. *Appl Environ Microbiol.*, 57(11):3121-6.

Flanagan P.A. 1992. Giardia: a review. *Epidemiology and Infection* 109, pp. 23–33.

Furness B.W., Beach M.J., Roberts J.M. 2000. Giardiasis surveillance—United States, 1992–1997. s.l. : Morbidity and Mortality Weekly Report. *CDC Surveillance* 49 (7), 1-13. (Summer 2000). pp. 1–13.

Garcia-Villanova Ruiz B., Galvez Vargas R., Garcia-Villanova R. 1987. Contamination of fresh vegetables during cultivation and marketing. *Int. J. Microbiol.* 4, 285–291.

Gillian A.F., Christopher T., O'Beirne D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Inter. J. of Food Sci. and Tec.* 34, pp. 1-22.

- Golden D.A., Rhodehamel E.J., Kautter D.A. 1993. Growth of *Salmonella* spp. in cantaloupe, watermelon, and honeydew melons. *Journal of Food Protection* 56, 194–196.
- Gray M.J. 1998. Assessment of water supply and associated matters in relation to the incidence of cryptosporidiosis in West Hertfordshire and North London in February and March 1997. Drinking Water Inspectorate: Department of the Environment, Transport and the Regions, Welsh Office, Appendix 1, pp. 17–26.
- Guerrant R.L. 1997. Cryptosporidiosis: an emerging, highly infectious threat. *Emerging Infectious Disease* 3(1):51-57.
- Guerzoni M.E., Gianotti A., Corbo M.R., Sinigaglia M. 1996. Shelf-life modeling for fresh-cut vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 9, 195-207.
- Gunes G., Watkins C.B. and Hotchkiss J.H. 2000. Effects of irradiation on respiration and ethylene production of apple slices. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 80, 1169–1175.
- Gunes G., Hotchkiss J.H. and Watkins C.B. 2001. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*, 66, 63–67.
- Guzewich J.J. and Salsbury P.A. 2000. FDA's role in traceback investigations for produce. *Food Safety Magazine*. December, 2000/January, 2001.
- Hampson B.C. and Fiori S. 1994. A pilot-scale system for ozone treatment of fruits and vegetables ripeness. In IFT Annual Meeting: book of abstracts. (p. 36C-3) Atlanta, GA : s.n., 25–29 June 1994.
- Hedberg C.W. 2000. Global surveillance needed to prevent foodborne disease. *California Agriculture*, Volume 54, Number 5, pp. 54-61.
- Hedberg C.V, Angulo F.J., White K.E. 1999. Outbreaks of salmonellosis associated with eating uncooked tomatoes: Implications for public health. *Epidemiol. Infect.* 122: pp. 385-93.
- Hedberg C.W. and Osterholm M.T. 1993. Outbreaks of food-borne and waterborne viral gastroenteritis. *Clinical Microbiology Reviews*. 6(3), pp. 199–210.
- Hilborn E.D., Mermin J.H., Mshar P.A., Hadler J.L., Voetsch A., Wojtkunski C., Swartz M., Mshar R., Lambert-Fair J.A., Farrar M., Glynn M.K. and Slutsker L. 1999. A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with consumption of mesclun lettuce. *Arch. Intern. Med.* 159: 1758-1764.
- Hill D. 1993. Giardiasis: issues in diagnosis and management. *Infectious Disease Clinical North America* 7:503-25.
- Ho J.L., Shands K.N., Freidland G., Eckind P., Fraser D.W. 1986. An outbreak of type 4b *Listeria monocytogenes* infection involving patients from eight Boston hospitals. *Arch. Intern. Med.* 146, pp. 520–524.



Horvath M., Bilitzky L. and Huttner J. 1985. Ozone. Amsterdam: Elsevier, 68-74, 304-31 p.

Howard L.R. and Gonzalez A.R. 2001. Food safety and produce operation: What is the future? Hortscience., 36(1), 33-39.

Huang P., Weber J.T., Sosin D.M., Griffin P.M., Long E.G., Murphy J.J., Kocka F., Peters C., Kallick C. 1995. The first reported outbreak of diarrheal illness associated with *Cyclospora* in the United States. Annals of Internal Medicine 123 (6), pp. 409-414.

Hurst W.C. 1995. Disinfection methods. A comparison of chlorine dioxide, ozone, and ultraviolet light alternatives. Cutting Edge Produce Association, 9, 4-5.

Husu J.R. 1990. Epidemiological studies on the occurrence of *Listeria monocytogenes* in the faeces of dairy cattle. J. Vet. Med. B., 37: 276-282.

ICMSF. 1998. Microbial Ecology of Food Commodities. Microorganisms in Foods. Blackie Academic & Professional.

Jiménez-Cisneros B. 1995. Wastewater reuse to increase soil productivity. J. Water Sci. Technol., 32 (12), 173-180.

Kaplan J.E, Feldman R., Campbell D.S., Lookabaugh C., en Gary G.W. 1982. The frequency of a Norwalk-like pattern of illness in outbreaks of acute gastro-enteritis. American Journal of Public Health 72:1329-1332.

Karapinar M. and Gonul S.A. 1992. Removal of *Yersinia enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar. International Journal of Food Microbiology, 16: 261-264.

Kenney S.J., Burnett S.J. and Beuchat L.R. 2001. Location of *Escherichia coli* O157:H7 on and in apples as affected by bruising, washing, and rubbing. J Food Prot., 64(9):1328-33.

Kennedy E., Meyers L. and Layden W. 1996. The 1995 Dietary Guidelines for Americans: an overview. J. Am. Diet. Assoc., 96, 234-237.

Kim J.G., Yousef A.E. and Chism G.W. 1999. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. J Food Safety., 19:17-34.

Korich D.G., Mead J.R., Madore M.S., Sinclair N.A., Sterling C.R. 1990. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. Appl Environ Microbiol., 56(5):1423-8.

Kramer M.H., Sorhage F.E., Goldstein S.T., Dalley E., Wahlquist S.P., Herwaldt B.L. 1998. First reported outbreak in the United States of cryptosporidiosis associated with a recreational lake. Clinical Infectious Disease 26 (1), pp. 27-33.

Kudva I.T., Blanch K. and Hovde. C.J. 1998. Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine and bovine manure and manure slurry. Appl. Environ. Microbiol., 64: 3166-3174.



Kushi, L.H., Lenart, E.B. and Willet, W.C. 1995. Health implications of Mediterranean diets in light of contemporary knowledge. 1. Plant food and dairy products. *Am. J. Clin. Nutr.*, 61 (Suppl.): 1407S-1415S.

Larson A.E and Johnson E.A. 1999. Evaluation of botulinal toxin production in packaged fresh-cut cantaloupe and honeydew melons. *Journal of Food Protection*, 62, 948-952.

Lemmon J.M., McAnulty J.M., Bawden-Smith J. 1996. Outbreak of cryptosporidiosis linked to an indoor swimming pool. *Medical Journal of Australia* 165, p. 613.

Liew C.L., Prange R.K. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). *J. Am. Soc. Hortic Sci.*, 119:563-7.

Lucho-Constantino C.A., Prieto-Garcia F., Del Razo L.M., Rodriguez-Vasquez R., Poggi-Varaldo H.M. 2005. Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108, 57-71

Lund B.M. 1986. Anaerobes in relation to foods of plant origin. [book auth.] Barnes E.M. and Mead G.C. *Anaerobic Bacteria in Habitats other than Man*. Oxford, pp. 351-372 : Blackwell Scientific Publications.

Lund B.M. 1992. Ecosystems in vegetable foods. *J. Appl. Bact.*, Vol. 73, Supplement 21; 115S-135S.

Lynch M. 2004. Produce Related Foodborne Infections: Review of the Centers for Disease Control Foodborne Outbreak Surveillance. FDA Public Meeting on Proposed Produce Safety Action Plan June 29, 2004. <http://www.fda.gov>

MacKenzie W.R., Hoxie N.J., Proctor M.E., Gradus M.S., Blair K.A., Peterson D.E., Kazmierczak J.J., Addiss D.G., Fox K.R., Rose J.B., Davis J.P. 1994. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *New England Journal of Medicine* 331: pp. 161-7.

MacMahon M.A.S., Wilson I.G. 2001. The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* species in organic vegetables. *International Journal of Food Microbiology* 70, 155-162.

Madden J.M. 1992. Microbial pathogens in fresh produce-the regulatory perspective. *J. Food Prot.* 55, 821-823.

Mead P.S., Slutsker L., Dietz V. 1999. Food-related illness and death in the United States. *Emerg. Infect. Dis.* 5, pp. 607-25.

Millard P.S., Gensheimer K.F., Addiss D.G., Sosin D.M., Beckett G.A., Houck-Janowski A., Hudson A. 1994. An outbreak of cryptosporidiosis from fresh-pressed apple cider. *Journal of the American Medical Association* 272, pp. 592- 1596.

- Mintz E.D., Hudson-Wragg M., Mshar P., Cartter M.L., Hadler J.L. 1993. Foodborne giardiasis in a corporate office setting. *Journal of Infectious Diseases* 167 (1), pp. 250–253.
- Mundt J.O. 1978. Fungi in the spoilage of vegetables. [book auth.]. Beuchat L.R., Food and Beverage Mycology. Westport, CT : AVI Publishing.
- Myers E. R., Dallmier A. W. and Martin S.E. 1993. Sodium chloride, potassium chloride and virulence in *Listeria monocytogenes*. *Appl. Environ. Microbiol.* 59,7. pp. 2082-2086.
- NACMCF. 1999a. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food Control* 10, 117-143.
- NACMCF. 1999b. Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. *International Journal of Food Microbiology*, 52: 123-153.
- National Research Council. 1989. Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk. National Academy Press, Washington, DC.
- Nguyen-the C. and Carlin F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 34: 371-401.
- Nguyen-the C. and Carlin F. 2000. Fresh and Processed vegetables. [book auth.] Lund B.M., Baid-Parker T.C. and Gould G.W. The microbiological safety and quality of foods. Gaithersburg, pp: 620-684 : Aspen Publication.
- O'Mahony M., Cowden J., Smyth B., Lynch D., Hall M., Rowe B., Teare E.L., Tettmar R.E., Coles A.M., Gilbert R.J., Kingcott E., Bartlett C.L.R. 1990. An outbreak of *Salmonella saintpaul* infection associated with bean sprouts. *Epidemiology and Infection* 104, 229–235.
- Pabrua F.P. 1999. Good agricultural practices: Methods to minimize microbial risk. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 19(7), 523–526.
- Pao S. and Davis C.L. 1999. Enhancing microbiological safety of fresh orange juice by fruit immersion in hot water and chemical sanitizers. *J. Food Prot.*, 62(7):756-60.
- Pao S., Davis C.L., Kelsey D.F., Petracek P.D. 1999b. Sanitizing effects of fruit waxes at high pH and temperature on orange surfaces inoculated with *Escherichia coli*. *J. Food Sci.*, 64(2):359-62.
- Pitt J.I., Hocking A.D. 1985. Fungi and Food Spoilage. Sydney: Academic Press.
- Porter J.D., Gaffney C., Heymann D., Parkin W. 1990. Foodborne outbreak of *Giardia lamblia*. *American Journal of Public Health* 80 (10), pp. 1259–1260.
- Rangarajan A, Bihn E.A., Gravani R.B., Scott D.L. and Pritts M.P. 2000. Food Safety begins on the Farm, A Grower's Guide: Good Agricultural Practices for Fresh Fruits and Vegetables. Cornell University: Cooperative State Research, Education, and Extension Service, United States Department of Agriculture, United States Food and Drug Administration, 99-41560-0821.

- Restaino L., Frampton E.W., Hemphill J.B., Palnikar P. 1995. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61(9):3471-5.
- Reyes V.G. 1996. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. *Food in Australia*, 48(2), 87-90.
- Rice D.H., Hancock D.D. and Besser T.E. 1995. Verotoxigenic *E.coli* O157 colonisation of wild deer and range cattle. *Vet. Rec.* 137: 524.
- Ries A.A., Zasa S., Langkop C., Tauxe R.V., Blake P.A. 1990. A multistate outbreak of *Salmonella chester* linked to imported cantaloupe. p.238. abst. 915. Thirtieth Interscience Conf. Antimicrob. Agents Chemother., Am. Soc. Microbiol., Washington, DC.
- Roberts R.G. and Reymond S.T. 1994. Chlorine dioxide for reduction of postharvest pathogen inoculum during handling of tree fruits. *Appl Environ Microbiol.*, 60(8):2864-8.
- Ryall A.L. and Lipton W.J. 1979. *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*. Westport, CT : AVI Publishing.
- Salleh N.A., Rusul G., Hassan Z., Reezal A., Isa S.H., Nishibushi M., Radu S. 2002. Incidence of *Salmonella* spp. in raw vegetables in Selangor, Malaysia. *Food Control* 14, 475-479.
- Sapers G.M. and Miller R.L. 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. *Journal of Food Science*, 63, 342-346.
- Sarig P., Zahavi T., Zutkhi Y., Yannai S., Lisker N., Ben-Arie R. 1996. Ozone for control of postharvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.*, 48:403-15.
- Sathyanarayanan L. and Ortega Y. 2004. Effects of pesticides on sporulation of *Cyclospora cayetanensis* and viability of *Cryptosporidium parvum*. *Journal of Food Protection* 67, pp. 1044-1049.
- SCF. 2002. Risk Profile on the Microbiological Contamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw: European Commission-Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Schlech W.F., Lavigne P.M., Bortollusi R.A., Allen A.C., Haldane E.V., Wort A.J., Hightower A.W. 1983. Epidemic listeriosis-evidence for transmission by food. *New England Journal of Medicine*, 308, pp. 203-206.
- Seaton L. 2001. Retailers assured by produce schemes. *Fresh produce Journal*, Summer Suppl.
- Simons L.K. and Sanguansri P. 1997. Advances in the washing of minimally processed vegetables. *Food Australia*, 49: 75-80.

Sivapalasingam S., Kimura A., Ying M., Frisch A., Barrett E., Phan Q., Sillam P., Reddy S., Breslowsky T., Gould E., Van Duyne M.S. and Slutsker L. 2000. A multistate outbreak of Salmonella Newport infections linked to mango consumption, November-December 1999. Infectious Diseases Society of America Annual Conference in 2000. Abstract 52.

Showalter R.K. 1979. Postharvest water intake by tomatoes. Hort. Sci., 14(2):125.

Smith J.L. 1993. *Cryptosporidium* and *Giardia* as agents of foodborne disease. J. Food Protection 56:451-461.

Soliva-Fortuny R.C., Martin-Belloso O. 2003. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science & Technology 14, 341-353.

Sterling C.R. and Ortega Y.R. 1999. *Cyclospora*: an enigma worth unravelling. Emerging Infectious Diseases 5 (1), 48-53.

Tauxe R.V. 1997. Emerging foodborne diseases: an evolving public health challenge. Emerg. Infect. Dis., 3, 425-434.

Tierney J.T., Sullivan R. and Larkin E.P. 1977. Persistence of Poliovirus 1 in soil and on vegetables grown in soil previously flooded with inoculated sewage sludge or effluent. Appl. Environ. Microbiol., 33, 109-113.

Tournas V.H. 2005. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables and sprouts. Int. Journal of Food Microbiol., 99, 71-77.

Van Renterghem, B., Huysman, F., Rygole, R. and Verstraete, W. 1991. Detection and prevalence of *Listeria monocytogenes* in the agricultural ecosystem. J. Appl. Bacteriol. 71: 211-217.

Ward B.K. and Irving L.G. 1987. Virus survival on vegetables spray irrigated with wastewater. Wat. Res. 21: 57-63.

Watkins J. and Sleath K.P. 1981. Isolation and enumeration of *Listeria monocytogenes* from sewage, sewage sludge and river water. J. Ateriol.ppl. Bac., 13, 311-321.

Wederquist J., Sofos J. N. and Schmidt G. R. 1994. *Listeria monocytogenes* inhibition in refrigerated vacuum packaged turkey bologna by chemicals additives. J. Food Sci. 59. pp. 498-500.

Widdowson M.A., Sulka A., Bulens S.N., Beard R.S., Chaves S., Hammond R., Salehi E. 2005. Norovirus and foodborne disease, United States, 1991-2000. Emerging Infectious Diseases. Vol. 11, No 1,. <http://www.cdc.gov/eid>.

Wiley R.C. 1994. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Εκδόσεις Chapman & Hall : London.

Wilson I.G. 1995. Occurrence of *Listeria* species in ready to eat foods. Epidemiol. Infect. 115, pp. 519-526.

Wood R.C., Hedberg C., White K. 1991. A multistate outbreak of *Salmonella javiana* associated with raw tomatoes. p. 69. Abst., Epidemic Intelligence Service 40th Annu. Conf., CDC, Atlanta, GA.

Zhang S. and Farber J.M. 1996. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. *Food Microbiology*, 13: 311-321.

Zhao, T., Doyle, M.P. and Besser, R.E. 1993. Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservatives. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 2526-2530.

Μπαλατσούρας Γ. 2006. Μικροβιολογία Τροφίμων. Εκδόσεις Έμβρυο :Αθήνα.

Σφακιωτάκης Ε. 2004. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις τυροMAN :Θεσσαλονίκη.