

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Απολύμανση - Καθαρισμός – Σύγχρονες  
απαιτήσεις υγιεινής στη βιομηχανία τροφίμων**

**Καραπαναγιώτης Γεώργιος**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:  
Τζιά Κωνσταντίνα**

**Αθήνα, 2012**



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	9
----------------	---

Εισαγωγή .....	11
----------------	----

### Κεφάλαιο 1. Ενώσεις καθαρισμού – Αποστειρωτικά

1.1. Καθαρισμός βιομηχανιών τροφίμων - Ενώσεις καθαρισμού (Cleaning Compounds) .....	13
1.1.1. Ο ρόλος του μέσου καθαρισμού .....	13
1.1.2. Ιδιότητες καθαριστικών .....	14
1.1.3. Χημικές λειτουργίες καθαριστικών .....	14
1.1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των καθαριστικών .....	15
1.1.5. Κατάταξη καθαριστικών .....	15
1.1.5.1. Αλκαλικά καθαριστικά .....	16
1.1.5.1.1. Ισχυρά αλκαλικά καθαριστικά (Strongly Alkaline Cleaners).....	16
1.1.5.1.2. Αλκαλικά καθαριστικά υψηλής απόδοσης (Heavy-Duty Alkaline Cleaners).....	16
1.1.5.1.3. Ήπια αλκαλικά καθαριστικά (Mild Alkaline Cleaners).....	17
1.1.5.2. Όξινα καθαριστικά .....	18
1.1.5.2.1. Ισχυρά όξινα καθαριστικά (Strongly Acid Cleaners) .....	18
1.1.5.2.2. Ήπια όξινα καθαριστικά (Mildly Acid Cleaners) .....	19
1.1.5.3. Καθαριστικά με ενεργό χλώριο (Cleaners with Active Chlorine).....	19
1.1.5.4. Συνθετικά απορρυπαντικά (Synthetic Detergents).....	20
1.1.5.5. Σάπωνες (Alkaline Soaps) .....	21
1.1.5.6. Ενζυμικά καθαριστικά (Enzyme-based cleaners) .....	21
1.1.5.7. Υποκατάστατα φωσφορικού άλατος για απορρυπαντικά πλυντηρίου (Phosphate Substitutes for Laundry Detergents) .....	22
1.1.5.8. Διαλύτες (Solvent cleaners).....	22
1.1.5.9. Βοηθητικά προστασίας (Protection Auxiliaries).....	22
1.1.5.9.1. Όξινες ενώσεις (Acid Compounds).....	22
1.1.5.9.2. Προστατευτικά κολλοειδή και παράγοντες απομάκρυνσης (Protective Colloids and Suspending Agents) .....	23
1.1.6. Βοηθητικά καθαριστικά (Cleaning Auxiliaries) .....	23
1.1.6.1. Απομονωτικά (Sequestrants) .....	23
1.1.6.2. Απολυμαντικά (Surfactants).....	25
1.1.7. Στιλβωτικά (Abrasives).....	26
1.1.8. Κίνδυνοι καθαριστικών για το προσωπικό .....	26

1.2. Αποστειρωτικά (Sanitizers).....	27
1.2.1. Επιθυμητές ιδιότητες αποστειρωτικών .....	27
1.2.2. Ενώσεις χλωρίου (Chlorine Compounds).....	28
1.2.3. Ενώσεις ιωδίου (Iodine Compounds) .....	30
1.2.4. Ενώσεις βρωμίου (Bromine Compounds) .....	31
1.2.5. Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου (Quaternary Ammonium Compounds).....	31
1.2.6. Όξινα αποστειρωτικά (Acid Sanitizers).....	32
1.2.7. Ανιονικά όξινα αποστειρωτικά (Acid Anionic Sanitizers).....	33
1.2.8. Υπεροξείδιο του υδρογόνου (Hydrogen Peroxide).....	35
1.2.9. Όζον (Ozone) .....	35
1.2.10. Φωτοκαταλύτες διοξειδίου του τιτανίου (Titanium dioxide photocatalysts) .....	36
1.2.11. Βακτηριοφάγοι (Bacteriophages) .....	36

## **Κεφάλαιο 2. Τεχνικές καθαρισμού – αποστείρωσης**

2.1. Εισαγωγή.....	39
2.2. Πρόγραμμα υγιεινής (Sanitation Program) .....	39
2.3. Διαδικασία καθαρισμού .....	40
2.3.1. Εξειδικευμένες διεργασίες καθαρισμού και εξοπλισμός (Specialized Cleaning Procedures and Equipment).....	41
2.3.2. Καθαρισμός σε βιομηχανικούς φούρνους (Baking Equipment).....	42
2.3.3. Καθαρισμός εις βάθος (Deep Cleaning) .....	43
2.3.4. Καθαρισμός πατωμάτων και αποχετεύσεων (Floor and Floor Drain Cleaning) .....	43
2.4. Μέθοδοι αποστείρωσης.....	44
2.4.1. Φυσική αποστείρωση.....	44
2.4.1.1. Θερμική αποστείρωση (Thermal Sanitizing) .....	44
2.4.1.1.1. Ατμός (Steam).....	44
2.4.1.1.2. Θερμό νερό (Hot Water) .....	45
2.4.1.2. Στεγνό καθάρισμα (Dry cleaning).....	45
2.4.1.3. Ακτινοβολία (Radiation) .....	45
2.4.1.4. Ηλεκτρολυμένο νερό (Electrolyzed water) .....	46
2.4.1.5. Καθαρισμός με υπέρηχους (Ultrasound Cleaning) .....	47
2.4.1.6. Αποστείρωση με ψυχρό πλάσμα (Disinfection by cold plasma)....	47
2.4.2. Χημική αποστείρωση.....	48

## **Κεφάλαιο 3. Μέσα καθαρισμού**

3.1. Εξοπλισμός καθαρισμού (Cleaning equipment) .....	51
3.1.1. Μηχανικά λειαντικά (Mechanical abrasives) .....	51

3.1.2. Μάνικες νερού (Water hoses) .....	51
3.1.3. Βούρτσες (Brushes) .....	52
3.1.4. Ξέστρες, Σφουγγάρια και Ελαστικά μάκτρα (Scrappers, Sponges and Squeegees) .....	52
3.1.5. Αντλίες νερού υψηλής πίεσης (High-pressure water pumps) .....	52
3.1.6. Μονάδες ψεκασμού χαμηλής πίεσης – υψηλής θερμοκρασίας (Low-Pressure, High-Temperature Spray Units) .....	53
3.1.7. Μονάδες υψηλής πίεσης – θερμού νερού (High-Pressure Hot-Water Units) .....	53
3.1.8. Πιστόλι Ατμού (Steam Gun).....	53
3.1.9. Φορητός εξοπλισμός καθαρισμού υψηλής πίεσης – μικρού όγκου (Portable High-Pressure, Low-Volume Cleaning Equipment) .....	53
3.1.10. Φορητή μονάδα καθαρισμού με αφρό (Portable Foam Cleaning).....	54
3.1.11. Φορητές μονάδες καθαρισμού με πήγμα (Portable Gel Cleaning).....	55
3.1.12. Πλυντήρια γυάλινων περιεκτών (Bottlewashers) .....	55

#### **Κεφάλαιο 4. Συστήματα καθαρισμού**

4.1. Κεντρικό σύστημα υψηλής πίεσης – μικρού όγκου (Centralized High-Pressure, Low-Volume Systems) .....	56
4.2. Κεντρικό σύστημα καθαρισμού με αφρό (Centralized Foam Cleaning) .....	56
4.3. Κεντρικό σύστημα ή φορητή μονάδα καθαρισμού με αραιό πήγμα (Centralized or Portable Slurry Cleaning) .....	56
4.4. Συνδυασμός κεντρικού συστήματος υψηλής πίεσης και καθαρισμού με αφρό (Combination Centralized High-Pressure and Foam Cleaning).....	57
4.5. Σύστημα καθαρισμού κλειστού κυκλώματος (Cleaning In Place).....	57
4.5.1. Συστήματα μίας χρήσης (Single-Use Systems) .....	59
4.5.2. Συστήματα επαναχρησιμοποίησης (Reuse Systems).....	60
4.5.3. Συστήματα πολλαπλών χρήσεων (Multiuse systems) .....	61
4.5.4. Συγκεντρωτικό/ Αποκεντρωτικό σύστημα CIP και αυτοματισμός.....	63
4.5.5. Μονάδα ελέγχου μικροεπεξεργαστή (Microprocessor Control Unit) .....	64
4.5.6. Διαδικασία καθαρισμού .....	65
4.5.6.1. Απομάκρυνση μεγάλου όγκου υλικών (ανάκτηση προϊόντος) .....	66
4.5.6.2. Αρχικό πλύσιμο .....	66
4.5.6.3. Επανακυκλοφορία καθαριστικού .....	66
4.5.6.4. Ενδιάμεσο πλύσιμο.....	67
4.5.6.5. Δεύτερη επανακυκλοφορία καθαριστικού (προαιρετικό) .....	67
4.5.6.6. Ενδιάμεσο πλύσιμο.....	67
4.5.6.7. Αποστείρωση .....	67
4.5.6.8. Τελικό πλύσιμο.....	67
4.5.7. Βασικές αρχές .....	67
4.5.8. Εφαρμογή CIP.....	68
4.5.8.1. Καθαρισμός σωληνώσεων.....	68

4.5.8.2. Καθαρισμός δοχείων .....	68
4.5.8.3. Καθαρισμός ταινιών μεταφοράς.....	68
4.5.9. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων CIP .....	69
4.5.9.1. Τα πλεονεκτήματα του εξοπλισμού κλειστού κυκλώματος.....	69
4.5.9.2. Τα μειονεκτήματα των συστημάτων καθαρισμού κλειστού κυκλώματος.....	69

## **Κεφάλαιο 5. Τεχνικές ελέγχου**

5.1. Εισαγωγή .....	71
5.2. Βιοφωταύγεια (ATP Bioluminescence).....	71
5.3. Φασματοσκοπία ακτίνων X φωτοηλεκτρονίων (X-ray photoelectron spectroscopy) .....	72
5.4. Μικροσκοπία ατομικής δύναμης (Atomic Force Microscopy) .....	72
5.5. Υπεριώδης ακτινοβολία (UV illumination) .....	72
5.6. Αισθητήρας επιφάνειας (Mechatronic Surface Sensor) .....	73
5.7. Μικροσκόπιο ηλεκτρονικής σάρωσης – Μικροσκόπιο φθορισμού (scanning electron microscopy - epifluorescence microscopy).....	73
5.8. Μικροβιολογικές δοκιμές.....	74
5.9. Άλλες μετρήσεις .....	75
5.10. Ταχείες τεχνικές ελέγχου.....	76
5.11. Σύγκριση μεθόδων.....	77
5.12. Έλεγχος δεξαμενών, σωληνώσεων, βαλβίδων, αντλιών .....	78
5.13. Βασικά ζητήματα κατά τον έλεγχο .....	78
5.13.1. Πού θα γίνει η δειγματοληψία; .....	78
5.13.2. Πότε θα γίνει η δειγματοληψία;.....	79
5.13.3. Πώς θα γίνει η δειγματοληψία; .....	79
5.13.4. Πώς θα ερμηνευθούν τα αποτελέσματα; .....	79
5.14. Έλεγχος και επιθεώρηση εξοπλισμού .....	81
5.15. Έλεγχος νερού στις βιομηχανίες τροφίμων.....	81

## **Κεφάλαιο 6. Υγιεινή – HACCP**

6.1. Ασφάλεια στην επεξεργασία τροφίμων .....	83
6.2. Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) .....	83
6.2.1. Αρχές του HACCP.....	84
6.3. Προαπαιτούμενα προγράμματα υγιεινής – Προϋποθέσεις για την εφαρμογή του HACCP .....	86
6.3.1. Ορθή βιομηχανική/υγιεινή πρακτική (GMPs – GHPs) .....	87
6.3.2. Τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής (SSOPs) .....	88
6.4. Επιθεώρηση υγιεινής.....	88

## **Κεφάλαιο 7. Νομοθεσία και κανονισμοί καθαριότητας**

7.1. Νομοθεσία και κανονισμοί καθαριότητας εγκαταστάσεων τροφίμων.....	90
7.2. Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) .....	91
7.2.1. Κώδικας Ομοσπονδιακών Κανονισμών (Code of Federal Regulations)....	91
7.3. Υπουργείο Γεωργίας (USDA) - Υπηρεσία Ασφάλειας και Επίβλεψης Τροφίμων (FSIS) .....	93
7.3.1. Πρότυπα απόδοσης υγιεινής - Sanitation Performance Standards (SPSs).....	95

## **Κεφάλαιο 8. Βιομηχανίες τροφίμων**

8.1. Βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων .....	97
8.2. Βιομηχανίες κρεάτων και πουλερικών .....	100
8.3. Βιομηχανίες θαλασσινών .....	101
8.4. Βιομηχανίες φρούτων και λαχανικών .....	104
8.5. Βιομηχανίες ροφημάτων και ποτών .....	107

<b>Συμπεράσματα – Προτάσεις .....</b>	<b>110</b>
---------------------------------------	------------

<b>Παράρτημα .....</b>	<b>112</b>
------------------------	------------

## Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά αλκαλικών καθαριστικών .....	18
Πίνακας 1.2: Επιλογή καθαριστικού σύμφωνα με το είδος της ακαθαρσίας .....	24
Πίνακας 1.3: Επιλογή καθαριστικού σύμφωνα με το υλικό που θα καθαριστεί .....	24
Πίνακας 1.4: Χαρακτηριστικά αποστειρωτικών.....	34
Πίνακας 4.1: Σύγκριση συστημάτων CIP .....	63
Πίνακας 5.1: Ανίχνευση τροφίμων με ATP.....	72
Πίνακας 5.2: Συγκέντρωση (%) και βέλτιστο μήκος κύματος οργανικών υλικών.....	73
Πίνακας 5.3: Συσχέτιση μεθόδων ελέγχου .....	78
Πίνακας 6.1: Κίνδυνοι για την ασφάλεια τροφίμων .....	83
Πίνακας 8.1: Καθαρισμός γαλακτοβιομηχανιών .....	97
Πίνακας 8.2: Συνθήκες καθαρισμού .....	98
Πίνακας 8.3: Δραστικότητα αποστειρωτικών στη γαλακτοβιομηχανία .....	99
Πίνακας 8.4: Συγκεντρώσεις καθαριστικών σε εφαρμογές καθαρισμού.....	100
Πίνακας 8.5: Αποτελεσματικότητα καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm <sup>2</sup> ].....	100
Πίνακας 8.6: Αποτελεσματικότητα επιπρόσθετου καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm <sup>2</sup> ].....	101
Πίνακας 8.7: Διαφορά τεχνικής καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm <sup>2</sup> ].....	101
Πίνακας 8.8: Καθαρισμός βιομηχανιών θαλασσινών.....	101
Πίνακας 8.9: Αποτελεσματικότητα κατεργασίας με ηλεκτρολυμένο νερό για 5min ενάντια στη <i>L. Monocytogenes</i> .....	102
Πίνακας 8.10: Καθαρισμός επιφάνειας σε βιομηχανία θαλασσινών με ηλεκτρολυμένο νερό (ΕΟ) .....	102
Πίνακας 8.11: Καθαρισμός επιφάνειας σε βιομηχανία θαλασσινών με ηλεκτρολυμένο νερό (ΕΟ) .....	103
Πίνακας 8.12: Εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας σε βιομηχανία θαλασσινών ...	103
Πίνακας 8.13: Εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας για την αντιμετώπιση <i>L. Monocytogenes</i> .....	104
Πίνακας 8.14: Κατεργασία με ηλεκτρολυμένο νερό .....	105
Πίνακας 8.15: Αποτελεσματικότητα κατεργασίας επιφανειών με ηλεκτρολυμένο νερό .....	106
Πίνακας 8.16: Συνθήκες καθαρισμού γυάλινων περιεκτών .....	107
Πίνακας 8.17: Καθαρισμός μπουκαλιών .....	108



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μελέτη των παραμέτρων που υφίστανται στον καθαρισμό και την απολύμανση, αλλά και των σύγχρονων απαιτήσεων υγιεινής στις βιομηχανίες τροφίμων. Εξετάζονται ο ρόλος, οι ιδιότητες και οι λειτουργίες των ενώσεων καθαρισμού και των αποστειρωτικών που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες καθαρισμού-αποστείρωσης των βιομηχανιών τροφίμων και γίνεται κατηγοριοποίηση αυτών ανάλογα με τις παραπάνω παραμέτρους. Παρουσιάζονται νέα καθαριστικά και αποστειρωτικά καθώς και η έως τώρα εφαρμογή τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στάδια που ακολουθούνται κατά τον καθαρισμό και την αποστείρωση του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων. Γίνεται αναφορά στις τεχνικές καθαρισμού-αποστείρωσης και στο πεδίο εφαρμογής τους.

Ακολουθούν τα μέσα που χρησιμοποιούνται στον καθαρισμό και την αποστείρωση με χειρωνακτική εργασία αλλά και με αυτόματα συστήματα καθαρισμού, με έμφαση στα συστήματα καθαρισμού εσωτερικού δικτύου (CIP).

Για τη σωστή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού που πραγματοποιείται εφαρμόζονται τεχνικές ελέγχου. Οι τεχνικές αυτές διαφέρουν τόσο στο κόστος όσο και στην πολυπλοκότητα. Υπάρχουν φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές τεχνικές ελέγχου. Μελετώνται και νέες ταχείες τεχνικές.

Ο καθαρισμός των βιομηχανιών τροφίμων συνδέεται άμεσα με την Ανάλυση Επικινδυνότητας στα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (HACCP), η οποία καθορίζει τις απαραίτητες ενέργειες για την παραγωγή ασφαλούς προϊόντος. Για τη σωστή λειτουργία του συστήματος HACCP είναι αναγκαία η ύπαρξη και εφαρμογή προαπαιτούμενων προγραμμάτων υγιεινής όπως η ορθή βιομηχανική/υγιεινή πρακτική (GMPs – GHPs) και οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής (SSOPs).

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να έρχονται σε συμφωνία με την υπάρχουσα νομοθεσία και τους κανονισμούς για τη σωστή και ασφαλή παραγωγή προϊόντων τροφίμων.

Από τις βιομηχανίες τροφίμων που μελετώνται, προκύπτουν ποσοτικά δεδομένα και γίνεται αξιολόγησή τους.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Απαραίτητο κομμάτι για τη σωστή λειτουργία των βιομηχανιών τροφίμων και την παραγωγή ασφαλών προϊόντων αποτελεί ο καθαρισμός του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων των βιομηχανιών. Για την επίτευξη σωστού καθαρισμού πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα καθαριστικά και αποστειρωτικά. Για την επιλογή του κατάλληλου καθαριστικού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά του, από τις ιδιότητες του ίδιου του καθαριστικού μέχρι την επιφάνεια που θα καθαριστεί.

Η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής καθαρισμού ενισχύει την απόδοση του καθαρισμού, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την αποτελεσματικότητα των διεργασιών παραγωγής. Η τεχνική που θα εφαρμοστεί θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο οικονομική και φιλική προς το περιβάλλον, αλλά και ασφαλής για το προσωπικό που θα πραγματοποιήσει τον καθαρισμό.

Το καθαριστικό και η τεχνική καθαρισμού που θα εφαρμοστεί θα πρέπει να συνδυαστούν με τα κατάλληλα μέσα καθαρισμού. Ο καθαρισμός μπορεί να επιτευχθεί είτε χειρωνακτικά, είτε με χρήση αυτόματων συστημάτων. Σημαντικοί παράγοντες στην επιλογή του μέσου καθαρισμού που θα χρησιμοποιηθεί αποτελεί τόσο η έκταση του καθαρισμού, όσο και το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του μέσου (συστήματος) που θα χρησιμοποιηθεί. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις όπου κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση ενός αυτόματου συστήματος καθαρισμού για αποτελεσματικότερο καθαρισμό.

Μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του, ώστε να συνεχιστεί ομαλά η παραγωγική διαδικασία. Βασική παράμετρος στην επιλογή της μεθόδου ελέγχου αποτελεί ο χρόνος που μεσολαβεί για τη λήψη των αποτελεσμάτων. Εκτός από τις κλασσικές μεθόδους ελέγχου, έχουν αναπτυχθεί και νέες ταχείες τεχνικές για πιο άμεσα αποτελέσματα. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων κατά τον έλεγχο του καθαρισμού προκύπτουν επιπρόσθετες πληροφορίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση του καθαρισμού.

Για να επιτευχθεί η διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων εφαρμόζεται το σύστημα HACCP. Για τη σωστή και αποτελεσματική εφαρμογή του HACCP, είναι απαραίτητη η εφαρμογή ορθών βιομηχανικών/υγιεινών πρακτικών.

Όλες οι ενέργειες που πραγματοποιούνται για τον καθαρισμό και την απολύμανση των βιομηχανιών τροφίμων θα πρέπει να έρχονται σε συμφωνία με τις αντίστοιχες νομοθετικές ρυθμίσεις που έχουν καθοριστεί. Οι κανονισμοί σχετικά με την υγιεινή των τροφίμων καθορίζουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων.

Κάθε βιομηχανία παρουσιάζει συγκεκριμένες απαιτήσεις κατά τον καθαρισμό, καθώς εμφανίζονται διαφορετικοί κίνδυνοι, ανάλογα με το είδος του προϊόντος που παράγεται.



## Κεφάλαιο 1. Ενώσεις καθαρισμού – Αποστειρωτικά

### 1.1. Καθαρισμός βιομηχανιών τροφίμων - Ενώσεις καθαρισμού (Cleaning Compounds)

Μία από τις πιο σημαντικές διεργασίες στη βιομηχανία τροφίμων είναι ο καθαρισμός και η απομάκρυνση των ανεπιθύμητων υλικών (ρύπων), από τον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις των βιομηχανιών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενώσεων καθαρισμού (καθαριστικών). Εάν ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις δεν είναι κατάλληλα καθαρισμένοι, παρέχουν ιδανικό περιβάλλον για ανάπτυξη μικροοργανισμών, οι οποίοι μπορεί να μεταφερθούν στο τρόφιμο, καθώς και να προσελκύσουν τρωκτικά και έντομα.

Οι συνήθεις εφαρμογές καθαρισμού, δεν είναι ποτέ απολύτως αποτελεσματικές. Ακόμη και μετά από επαναλαμβανόμενες διεργασίες καθαρισμού, ένα ποσοστό ρύπων παραμένει. Με την αύξηση των ρύπων η αποτελεσματικότητα του καθαρισμού μειώνεται. Οι ενώσεις καθαρισμού, δεν θα πρέπει απλώς να απομακρύνουν τις προσμίξεις, αλλά και να μειώνουν ένα μέρος των μικροοργανισμών.<sup>[1]</sup>

Τα καθαριστικά παρασκευάζονται για συγκεκριμένες εργασίες, όπως για πλύσιμο πατωμάτων, για χρήση σε πλυντήριο υψηλής πίεσης, για καθαρισμό εσωτερικού δικτύου (CIP) και για άλλους σκοπούς. Οι απαιτήσεις για τις ενώσεις καθαρισμού ποικίλουν ανάλογα με το χώρο της εγκατάστασης ή τον εξοπλισμό που θα καθαριστεί. Η επιλογή των ενώσεων που θα αναμιχθούν για να δημιουργηθεί ένα ικανοποιητικό καθαριστικό απαιτεί εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις. Κύρια κριτήρια για την επιλογή των ενώσεων καθαρισμού είναι η φύση του ρύπου που θα καθαριστεί, τα χαρακτηριστικά του νερού που θα χρησιμοποιηθεί στον καθαρισμό, η μέθοδος εφαρμογής, καθώς και η περιοχή και ο τύπος του εξοπλισμού που θα καθαριστεί.

Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας καθαρισμού, εφαρμόζεται αποστειρωτικό (sanitizer) για την καταστροφή των μικροοργανισμών που παραμένουν μετά την εφαρμογή του καθαριστικού.<sup>[2]</sup>

#### 1.1.1. Ο ρόλος του μέσου καθαρισμού

Για την εφαρμογή των καθαριστικών χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα. Το νερό είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέσο καθαρισμού. Άλλο μέσο καθαρισμού είναι ο αέρας, για απομάκρυνση τεμαχίων υλικών συσκευασίας, σκόνης και άλλων θραυσμάτων, όπου το νερό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επίσης, μέσα καθαρισμού μπορεί να περιλαμβάνουν διαλύτες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση λιπαντικών. Οι βασικές λειτουργίες του νερού ως μέσο καθαρισμού περιλαμβάνουν:

- Αρχικό ξέπλυμα για την απομάκρυνση μεγάλων σωματιδίων ρύπων.
- Διαπότιση των ρύπων στην επιφάνεια όπου απαιτείται απομάκρυνση.
- Απομάκρυνση των ρύπων.
- Μεταφορά των ρύπων από την επιφάνεια που καθαρίστηκε.
- Ξέπλυμα του καθαριστικού από την επιφάνεια που καθαρίστηκε.

- Μεταφορά του αποστειρωτικού στην επιφάνεια που καθαρίστηκε.

Το νερό θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς, καθαρό, διαυγές, μη διαβρωτικό και χωρίς άλατα (γνωστό και ως μαλακό νερό). Το σκληρό νερό, το οποίο περιέχει άλατα, μπορεί να παρέμβει στη δράση κάποιων καθαριστικών, περιορίζοντας έτσι την αποτελεσματικότητά τους (αν και κάποια καθαριστικά μπορούν να εξισορροπήσουν τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά του σκληρού νερού).<sup>[2]</sup>

### **1.1.2. Ιδιότητες καθαριστικών**

Οι κύριες ιδιότητες ενός καθαριστικού είναι η μείωση της επιφανειακής τάσης του νερού, αλλά και η διείδυση στους ρύπους, έτσι ώστε αυτοί να απομακρυνθούν εύκολα και να αποτρέψουν την επακόλουθη εμφάνισή τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις ωστόσο, υπάρχει ανάγκη για παροχή μηχανικής ενέργειας όπως τρίψιμο ή υψηλή πίεση σε συνδυασμό με τα καθαριστικά. Η απαιτούμενη ποσότητα μηχανικής ενέργειας βέβαια θα είναι πολύ μικρότερη από ότι στην περίπτωση του απλού νερού. Ένα καλό καθαριστικό θα πρέπει να έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- Να διαλύεται πλήρως και γρήγορα στο νερό.
- Να μειώνει την επιφανειακή τάση του νερού.
- Να διαλύει και/ή να απομακρύνει τους ρύπους, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας δημιουργίας γαλακτώματος στα λίπη.
- Να είναι συμβατό με το σκληρό νερό.
- Να απομακρύνει τη σκουριά.
- Να μην είναι διαβρωτικό για τον εξοπλισμό και τις επιφάνειες της εγκατάστασης.
- Να είναι ασφαλές για το προσωπικό.
- Να ξεπλένεται εύκολα, ώστε να αποτρέπεται η επανατοποθέτηση ακαθαρσιών.
- Να είναι άοσμο, ώστε να μην προσβάλλονται τα προϊόντα με ανεπιθύμητες οσμές.

Μπορεί να μην υπάρχει χημική ένωση που να πληροί όλες αυτές τις προϋποθέσεις, ωστόσο τα περισσότερα εμπορικά καθαριστικά είναι μίγματα δύο ή περισσότερων χημικών.

### **1.1.3. Χημικές λειτουργίες καθαριστικών**

Οι χημικές λειτουργίες τις οποίες μπορεί να εκτελέσει ένα καθαριστικό είναι οι ακόλουθες:

- Παραγωγή γαλακτώματος: Η διάσπαση λιπών και ελαίων, ώστε να είναι δυνατή η ανάμιξή τους με το νερό. Όταν επιτευχθεί η διάσπαση, παραμένουν διεσπαρμένα στο νερό μέχρι να ξεπλυθούν.
- Σαπωνοποίηση: Η διαδικασία διαλυτοποίησης των λιπών, ώστε να είναι ευκολότερη η απομάκρυνσή τους.

- Απομόνωση: Η διαδικασία απομάκρυνσης των μεταλλικών ιόντων του νερού, ώστε να μειωθεί η σκληρότητά του. Τα πολυφωσφορικά άλατα είναι παράγοντες απομόνωσης, χηλικοί παράγοντες.
- Διαπότιση: Μείωση της επιφανειακής τάσης του νερού. Βοηθά έτσι, ώστε το νερό να έρθει σε επαφή με όλες τις επιφάνειες των ρύπων και του εξοπλισμού.
- Διείσδυση: Είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική διαπότιση των ρύπων και επιτυγχάνεται με την είσοδο υγρών στα διάφορα υλικά μέσω πόρων.
- Διαλυτοποίηση: Χημική αντίδραση κατά την οποία παράγεται υδατοδιαλυτό προϊόν από υδατοδιαλυτούς ρύπους. Μερικοί ρύποι, όπως τα αλκαλικά αποθέματα, σχηματίζουν ισχυρούς δεσμούς με τις επιφάνειες. Τα οξέα διαλυτοποιούν αυτούς τους ρύπους.
- Διασπορά: Η διάσπαση μεγάλων μαζών σε μικρότερα σωματίδια τα οποία μπορούν να απομακρυνθούν πιο εύκολα.
- Απομάκρυνση: Μετά τη διαλυτοποίηση των ρύπων, η απομάκρυνσή τους αποτρέπει την εκ νέου εγκατάστασή τους και τη δημιουργία νέας εστίας μόλυνσης.
- Δημιουργία κολλοειδών: Αφορά τους πρωτεϊνικούς ρύπους. Δημιουργία διαλυμάτων από ρύπους που διαλύονται μερικώς.
- Ξέπλυμα: Η διαδικασία απομάκρυνσης των ρύπων από την επιφάνεια. Επιτυγχάνεται, αφού έχει μειωθεί η επιφανειακή τάση του νερού (διαπότιση).<sup>[3]</sup>

#### **1.1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των καθαριστικών**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός καθαριστικού είναι:

- Ο χρόνος επαφής του καθαριστικού με την επιφάνεια που καθαρίζεται.
- Δράση: η φυσική δύναμη (ταχύτητα ή ροή), με την οποία εφαρμόζεται το καθαριστικό στην επιφάνεια.
- Συγκέντρωση: ποσότητα του καθαριστικού που χρησιμοποιείται.
- Θερμοκρασία διαλύματος καθαρισμού (χαμηλή, υψηλή).
- Νερό: ποιότητα νερού (σκληρό, μαλακό), που χρησιμοποιείται για την προετοιμασία του διαλύματος καθαρισμού.
- Προσωπικό: εργάτες που εκτελούν τη διαδικασία καθαρισμού.
- Φύση: σύνθεση του ρύπου.
- Επιφάνεια: το είδος του υλικού που καθαρίζεται.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5. Κατάταξη καθαριστικών**

Τα περισσότερα καθαριστικά τα οποία χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων κατατάσσονται ως προϊόντα ανάμιξης. Συστατικά συνδυάζονται για την παραγωγή ενός προϊόντος με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, το οποίο εκτελεί μία συγκεκριμένη λειτουργία για μία ή περισσότερες εφαρμογές καθαρισμού. Τα καθαριστικά που

ακολουθούν είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων.

#### **1.1.5.1. Αλκαλικά καθαριστικά**

Τα αλκαλικά καθαριστικά είναι ενώσεις με  $pH > 7,0$ , όταν διαλυθούν στο νερό. Ουσιαστικά παρουσιάζουν ικανότητα καθαρισμού σε  $pH > 8,3$ . Σ' αυτό το σημείο είναι που τα ελεύθερα ιόντα υδροξυλίου είναι διαθέσιμα στο διάλυμα. Σύμφωνα με την ικανότητα καθαρισμού η αλκαλικότητα των καθαριστικών χωρίζεται σε 4 κατηγορίες.<sup>[4]</sup>

- $7,0 < pH < 8,3$ : ακατέργαστο νερό, ουδέτερα καθαριστικά.
- $8,3 < pH < 10$ : ήπια αλκαλικότητα.
- $10 < pH < 12$ : μέση αλκαλικότητα.
- $12 < pH < 14$ : μέγιστη αλκαλικότητα.

##### **1.1.5.1.1. Ισχυρά αλκαλικά καθαριστικά (Strongly Alkaline Cleaners)**

Παραδείγματα ισχυρά αλκαλικών ενώσεων είναι το υδροξείδιο του νατρίου (καυστική σόδα) και άλατα πυριτικού οξέος με μεγάλη αναλογία  $N_2O:SiO_2$ . Η προσθήκη αλάτων πυριτικού οξέος έχει την τάση να μειώνει τη διαβρωτικότητα και να βελτιώνει την ικανότητα διείσδυσης και ξεπλύματος του υδροξειδίου του νατρίου. Τα καθαριστικά αυτά χρησιμοποιούνται για να απομακρύνουν βαρείς ρύπους, οργανικής φύσης, όπως αυτές από εμπορικούς φούρνους και εργοστάσια καπνιστών προϊόντων και έχουν μικρή επίδραση στις αποθέσεις ανόργανων υλικών. Η καυστική σόδα έχει υψηλή μικροβιοκτόνα δραστηριότητα, γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες και διαλύει τις πρωτεΐνες. Χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση βαρέων ρύπων. Η ανάμιξη ισχυρά αλκαλικών καθαριστικών με το νερό προκαλεί εξώθερμη αντίδραση. Η θερμότητα που παράγεται μπορεί να οδηγήσει σε βρασμό ή εξάτμιση του διαλύματος. Εξαιτίας της πιθανής βλάβης στον άνθρωπο και τον εξοπλισμό, η καυστική σόδα δεν χρησιμοποιείται για χειρωνακτικό καθαρισμό.<sup>[2]</sup>

##### **1.1.5.1.2. Αλκαλικά καθαριστικά υψηλής απόδοσης (Heavy-Duty Alkaline Cleaners)**

Αυτές οι ενώσεις έχουν μέτρια διαλυτική δύναμη. Τα ενεργά συστατικά τέτοιων καθαριστικών μπορεί να είναι το νιτρικό εξαμεταφωσφορικό άλας, το νιτρικό πυροφωσφορικό άλας, το ανθρακικό νάτριο και το φωσφορικό νάτριο, το οποίο είναι γνωστό για την καλή γαλακτωματοποιητική του δραστηριότητα.<sup>[2]</sup>

Το μεταπυριτικό νάτριο (sodium metasilicate) είναι αποτελεσματικό καθαριστικό για πολλές περιπτώσεις και είναι μη διαβρωτικό. Έχει εξαιρετική ικανότητα απομάκρυνσης και δημιουργίας γαλακτώματος και ξεπλένεται εύκολα. Αν και είναι λιγότερο αποτελεσματικό από το υδροξείδιο του νατρίου, είναι λιγότερο διαβρωτικό και πιο ασφαλές.



Τα φωσφορικά άλατα εμποδίζουν το σχηματισμό αδιάλυτων αλάτων, τα οποία προκαλούνται από την αντίδραση του σκληρού νερού με το καθαριστικό. Με αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η ευκολία απομάκρυνσης των ρύπων από τις μεταλλικές επιφάνειες. Το πυροφωσφορικό νάτριο (tetrasodium pyrophosphate) χρησιμοποιείται περισσότερο, αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματικό από άλλα. Παρά το γεγονός ότι είναι σταθερό σε θερμό αλκαλικό διάλυμα, διαλύεται αργά και τα καθαριστικά που το περιέχουν θα πρέπει να διαλύονται σε θερμό διάλυμα. Το τριπολυφωσφορικό και τετραφωσφορικό νάτριο είναι καλύτερα από το πυροφωσφορικό όσον αφορά στις δυνάμεις διαχωρισμού στη σκληρότητα ασβεστίου σε σκληρά νερά, ενώ και τα δύο διαλύονται εύκολα στο θερμό νερό. Το εξαμεταφωσφορικό νάτριο είναι το πιο αποτελεσματικό στην παρεμπόδιση σχηματισμού αποθέσεων, αλλά είναι ασταθές σε θερμά αλκαλικά διαλύματα.

Τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργηθεί αντιπαράθεση στη χρήση φωσφορικών στα εμπορικά καθαριστικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μεγάλες ποσότητες φωσφορικών καταλήγουν σε υδάτινες πηγές, κυρίως λίμνες, και προκαλούν ταχεία ανάπτυξη φυκιών, τα οποία στη συνέχεια σήπτονται και αποσυντίθενται, δημιουργώντας δυσάρεστες οσμές και μειώνοντας το οξυγόνο. Δημιουργείται δηλαδή το φαινόμενο του ευτροφισμού. Ωστόσο, η κύρια πηγή φωσφορικών προέρχεται από τα λιπάσματα, παρά από τα εμπορικά καθαριστικά. Πιθανά υποκατάστατα των φωσφορικών είναι το κιτρικό άλας νατρίου και το άλας νατρίου του γλυκονικού οξέος, αλλά κανένα από τα δύο δεν είναι οικονομικά αποτελεσματικό όσο τα φωσφορικά.

Αυτού του τύπου καθαριστικά είναι καλά για την απομάκρυνση πρωτεϊνών και λιπών και χρησιμοποιούνται για γενικό καθαρισμό στα εργοστάσια τροφίμων. Είναι μη διαβρωτικά, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε διάβρωση.

Τα καθαριστικά αυτά χρησιμοποιούνται συχνά σε συστήματα υψηλής πίεσης ή άλλα μηχανικά συστήματα. Είναι ιδανικά για την απομάκρυνση λιπών, αλλά δεν έχουν αξία στον έλεγχο αποθέσεων ανόργανων υλικών. Το ανθρακικό νάτριο, το οποίο είναι από τα πιο παλιά αλκαλικά καθαριστικά, λειτουργεί κυρίως ως παράγοντας ουδετεροποίησης. Νιτρικό άλας βορικού οξέος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας ουδετεροποίησης. Το ανθρακικό νάτριο, το οποίο είναι σχετικά φθινό, χρησιμοποιείται ως παράγοντας ουδετεροποίησης σε μεγάλο εύρος χρήσεων σε χειρωνακτικές εφαρμογές καθαρισμού.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.1.3. Ήπια αλκαλικά καθαριστικά (Mild Alkaline Cleaners)**

Τα ήπια καθαριστικά συχνά υπάρχουν σε διαλύματα και χρησιμοποιούνται για καθαρισμό με το χέρι σε ελαφρώς ακάθαρτες περιοχές. Παραδείγματα ήπιων καθαριστικών είναι το όξινο ανθρακικό νάτριο και το πυροφωσφορικό νάτριο. Οι ενώσεις αυτές έχουν καλή ικανότητα αποσκλήρυνσης νερού, αλλά δεν παρέχουν έλεγχο των αποθέσεων ανόργανων υλών.

Στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων αλκαλικών καθαριστικών.<sup>[2]</sup>

Πίνακας 1.1 Χαρακτηριστικά αλκαλικών καθαριστικών<sup>[2]</sup>

Αλκαλικό καθαριστικό	pH διαλύματος 0,5%	Καθαριστική ισχύς*	Διαβρωτικότητα*	Γαλακτοματοποιητική ιδιότητα*
Υδριξείδιο του νατρίου (Sodium hydroxide)	12,7	2,5	3,5	2,0
Ορθοπυριτικό νάτριο (Sodium orthosilicate)	12,6	3,0	4,0	3,0
Πυριτικό νάτριο (Sodium sesquisilicate)	12,6	2,0	3,2	2,5
Μεταπυριτικό νάτριο (Sodium metasilicate)	12,0	3,8	0,8	4,0
Φωσφορικό νάτριο (Trisodium phosphate)	11,8	3,5	4,0	3,5
Ανθρακικό νάτριο (Sodium carbonate)	11,3	1,5	4,0	2,8
Πυροφωσφορικό νάτριο (Tetrasodium pyrophosphate)	10,1	3,5	3,0	0,0
Τριπολυφωσφορικό νάτριο (Sodium tripolyphosphate)	8,8	2,0	2,0	0,0
Τετραφωσφορικό νάτριο (Sodium tetraphosphate)	8,4	3,0	1,0	0,0
Όξινο ανθρακικό νάτριο (Sodium bicarbonate)	8,2	1,5	2,3	1,5

\*κλίμακα (0 = καμία ιδιότητα και 4 = μέγιστη ιδιότητα)

### 1.1.5.2. Όξινα καθαριστικά

Τα όξινα καθαριστικά χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση επικαλυμμένων επιφανειών και για τη διάλυση ανόργανων υπολειμμάτων. Είναι αποτελεσματικά, ειδικά στην απομάκρυνση ανόργανων υπολειμμάτων που έχουν δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα χρήσης αλκαλικών ή άλλων καθαριστικών. Μέρος των ανόργανων υλών που βρίσκονται στο νερό μπορεί να εναποτεθεί, μετά από θέρμανση στους 80°C ή περισσότερο. Αυτά τα υπολείμματα προσκολλώνται στις μεταλλικές επιφάνειες και εμφανίζονται ως σκουριά. Η δράση των όξινων καθαριστικών εκφράζεται μέσα από τη χημική αντίδραση με τα ανόργανα που υπάρχουν στα υπολείμματα, κάνοντάς τα διαλυτά στο νερό για εύκολη απομάκρυνση.

Τα όξινα καθαριστικά δεν αναγνωρίζονται ως αποτελεσματικά παντός σκοπού καθαριστικά. Δεν είναι τόσο αποτελεσματικά έναντι ρύπων από λίπη, έλαια και πρωτεΐνες, όσο τα αλκαλικά καθαριστικά.<sup>[2]</sup>

#### 1.1.5.2.1. Ισχυρά όξινα καθαριστικά (Strongly Acid Cleaners)

Οι ενώσεις αυτές είναι διαβρωτικές για το τσιμέντο, τα περισσότερα μέταλλα και τα υφάσματα. Τα ισχυρά όξινα καθαριστικά χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση

υλικών επικολλημένων σε επιφάνειες και ανόργανων που εμφανίζονται συχνά σε εξοπλισμό παραγωγής ατμού, βραστήρες και εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων. Όταν η θερμοκρασία διάλυσης είναι πολύ υψηλή, ανόργανα υπολείμματα μπορεί να προσκολληθούν εκ νέου και να δημιουργήσουν ένα θαμπό ή υπόλευκο στρώμα στον εξοπλισμό που καθαρίζεται.

Ισχυρά όξινα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται σε διεργασίες καθαρισμού εγκαταστάσεων τροφίμων είναι το υδροχλωρικό, το υδροφθορικό, το σουλφαμικό, το θειικό και το φωσφορικό οξύ. Το νιτρικό και το θειικό οξύ δεν χρησιμοποιούνται σε χειρωνακτικούς καθαρισμούς λόγω τις διαβρωτικής τους ιδιότητας. Μπορούν να προστεθούν παρεμποδιστές διάβρωσης, όπως χρωμικό άλας καλίου για διαλύματα νιτρικού οξέος, ή βουτυλαμίνη για καθαριστικά υδροχλωρικού οξέος.

Το φωσφορικό και το υδροφθορικό οξύ καθαρίζουν αλλά και γυαλίζουν ορισμένα μέταλλα. Ωστόσο, το υδροφθορικό οξύ είναι επικίνδυνο στο χειρισμό, εξαιτίας της τάσης αναγωγής του υδρογόνου κατά τη χρήση. Το φωσφορικό οξύ είναι ελαφρώς διαβρωτικό, συμβατό με πολλά απορρυπαντικά και χρησιμοποιείται για χειρωνακτικές και υψηλής απόδοσης εργασίες.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.2.2. Ήπια όξινα καθαριστικά (Mildly Acid Cleaners)**

Παραδείγματα ήπιων όξινων καθαριστικών είναι το γλυκολικό, το οξικό και το γλουκονικό οξύ. Μπορούν να προστεθούν παράγοντες διαπότισης (wetting agents) και παρεμποδιστές διάβρωσης. Τα οργανικά οξέα που χρησιμοποιούνται ως προϊόντα χειροκίνητου καθαρισμού έχουν υψηλότερο κόστος από τα υπόλοιπα όξινα καθαριστικά. Τα ήπια όξινα καθαριστικά μπορούν να λειτουργήσουν και ως αποσκληρυντικά νερού.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.3. Καθαριστικά με ενεργό χλώριο (Cleaners with Active Chlorine)**

Τα καθαριστικά που περιέχουν ενεργό χλώριο, όπως το υποχλωριώδες άλας νατρίου ή καλίου, είναι αποτελεσματικά στην απομάκρυνση υδατανθράκων και/ή πρωτεϊνικών ρύπων καθώς επιτίθενται σε τέτοιου είδους υλικά και τα τροποποιούν χημικά. Τα προϊόντα ενεργού χλωρίου είναι ιδιαίτερα χρήσιμα, όταν γίνεται καθαρισμός μίας επιφάνειας στην οποία οι ρύποι έχουν προέλθει από κάποια πηγή τροφίμου αποτελούμενη από άμυλο ή πρωτεΐνη. Επίσης είναι αποτελεσματικά στην απομάκρυνση μούχλας από τις επιφάνειες.

Εξαιτίας των χημικών δεσμών (cross-linking), πολλοί υδατάνθρακες ενώνονται μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση, δεν μπορούν να διαλυθούν, με συνέπεια ο καθαρισμός τους από την επιφάνεια να είναι πολύ δύσκολος. Όταν τα υλικά που περιέχουν υδατάνθρακες θερμανθούν, αυξάνεται ο αριθμός των δεσμών, περιπλέκοντας έτσι τον καθαρισμό. Τα καθαριστικά με ενεργό χλώριο έχουν την ικανότητα να διασπών χημικούς δεσμούς, οδηγώντας σε σχηματισμό μικρότερων και περισσότερο διαλυτών μορίων, καθώς και σε αύξηση της ταχύτητας και της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού.

Το ενεργό χλώριο, όπως το υποχλωριώδες άλας νατρίου ή καλίου, επιτίθεται στα μεγάλα και σύνθετα μόρια υδατανθράκων και τα διασπά σε παράγωγα πιο εύκολα στον καθαρισμό. Επειδή το ενεργό χλώριο δρα γρήγορα, μόνο ένα μέρος των μορίων χρειάζεται να τροποποιηθεί για πιο εύκολη απομάκρυνση. Μικρές ποσότητες ενεργού χλωρίου παρέχουν αποτελεσματικό καθαρισμό.

Το υποχλωρικό νάτριο, κατά την αντίδρασή του με υδατάνθρακες, μπορεί να μειώσει το μοριακό βάρος του αμύλου, αυξάνοντας τη διαλυτότητα. Με αύξηση της θερμοκρασίας, ο ρυθμός της αντίδρασης αυξάνεται. Επειδή το υποχλωρικό είναι αποτελεσματικό σε τιμές  $pH < 8,5$ , ο ρυθμός αντίδρασης καθαρισμού αυτής της ένωσης είναι μεγαλύτερος σε τιμή  $pH = 8$  απ' ό τι σε  $pH = 10$ . Σε μικρότερες τιμές  $pH$  το υποχλωρικό ιόν σε μορφή υποχλωρικού οξέος, διαχέεται στα βακτήρια και στα υπολείμματα υδατανθράκων γρηγορότερα από το υποχλωρικό ιόν, αυξάνοντας το ρυθμό αντίδρασης του καθαρισμού.<sup>[2]</sup>

Οι πρωτεΐνες συνδέονται με δεσμούς που ενώνουν τα μεγάλα μόρια μεταξύ τους. Παρουσιάζονται δεσμοί υδρογόνου καθώς συγκεκριμένα άτομα στο μόριο παρουσιάζουν μεγαλύτερη έλξη ηλεκτρονίων από άλλα άτομα. Έτσι, προκαλείται μία ηλεκτροστατική αλληλεπίδραση, η οποία δυσκολεύει την απομάκρυνση των πρωτεϊνών με συμβατικά μέσα. Επίσης οι πρωτεΐνες μπορούν να αλληλεπιδράσουν μέσω του δεσμού υδρογόνου για να μειώσουν τη διαλυτότητά τους. Τα καθαριστικά που περιέχουν ενεργό χλώριο αντιδρούν με τις δυσδιάλυτες πρωτεΐνες και τις καθιστούν διαλυτές και/ή εύκολα διασκορπίσιμες με αναγωγή των δεσμών σουλφιδίου. Επειδή η υποβάθμιση πρέπει να ολοκληρωθεί, ώστε να επιτευχθεί διαλυτότητα, ένα μικρό μέρος των υποχλωρικών θα απομακρύνει μια σχετικά μεγάλη ποσότητα πρωτεϊνών.

Τα άτομα υδρογόνου που είναι προσκολλημένα στο άζωτο στις αμίνες, αντικαθίστανται από χλώριο, όταν αυτά τα μόρια αντιδρούν με το υποχλωρικό. Συνεπώς η αντικατάσταση των υδρογόνων από χλώριο θα μειώσει τους δεσμούς των υδρογόνων και θα βελτιώσει τη διαλυτότητα. Αυτό εξηγεί επιπλέον γιατί το ενεργό χλώριο υποβαθμίζει τις πρωτεΐνες, ώστε να είναι διαλυτές και βελτιώνει την απομάκρυνσή τους από τις επιφάνειες, ή τουλάχιστον τις τροποποιεί τόσο, ώστε να επιτευχθεί επιταχυνόμενη αλληλεπίδραση με τα καθαριστικά. Τα καθαριστικά που περιέχουν υποχλωρικό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα από την παραγωγή τους καθώς παρουσιάζονται ασταθή κατά την αποθήκευση.

#### **1.1.5.4. Συνθετικά απορρυπαντικά (Synthetic Detergents)**

Το κύριο συστατικό των συνθετικών απορρυπαντικών εξυπηρετεί ουσιαστικά τον ίδιο σκοπό με τους σάπωνες: παραγωγή γαλακτώματος από λίπη, έλαια και γράσα.<sup>[2]</sup> Τα συνθετικά απορρυπαντικά είναι αποτελεσματικά καθώς η προσθήκη τους μειώνει την επιφανειακή τάση του διαλύματος, με αποτέλεσμα την πλήρη διαπότιση της επιφάνειας και τη διείδυση στους ρύπους. Αυτό επιτρέπει στα υπόλοιπα συστατικά του καθαριστικού να εκτελέσουν τη λειτουργία τους πιο αποτελεσματικά.

Οι παράγοντες διαπότισης μπορούν να ταξινομηθούν σε 3 κύριες κατηγορίες:

- *Κατιονικοί παράγοντες διαπότισης* (όπως το τεταρτογενές αμμώνιο): Θεωρούνται περισσότερο αποστειρωτικά, παρά παράγοντες διαπότισης. Παράγουν θετικά φορτισμένα ενεργά ιόντα σε υδατικό διάλυμα. Τα απορρυπαντικά αυτής της κατηγορίας δεν αποτελούν καλούς παράγοντες διαπότισης, αν και είναι ισχυρά βακτηριοκτόνα.
- *Ανιονικοί παράγοντες διαπότισης*: Έχουν ένα αρνητικά φορτισμένο ενεργό ιόν, όταν βρίσκονται σε διάλυμα. Είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι παράγοντες διαπότισης στα καθαριστικά λόγω της συμβατότητας με τους αλκαλικούς παράγοντες καθαρισμού και της καλής ικανότητας διαπότισης. Διαφέρουν από τους κατιονικούς παράγοντες καθώς δεν παρουσιάζουν βακτηριοκτόνες ιδιότητες.
- *Μη ιονικοί παράγοντες διαπότισης*: Δεν έχουν φορτίο, όταν βρίσκονται σε υδατικά διαλύματα. Επομένως, είναι αποτελεσματικά τόσο σε όξινο όσο και σε αλκαλικό περιβάλλον. Ένα καθαριστικό δεν χρειάζεται να παράγει αφρό για να είναι αποτελεσματικό. Ένα πλεονέκτημα των μη ιονικών παραγόντων διαπότισης είναι το γεγονός ότι αυτά δεν επηρεάζονται από τη σκληρότητα του νερού.

Οι παράγοντες διαπότισης εξυπηρετούν μία σημαντική λειτουργία ως συστατικά των καθαριστικών. Τα περισσότερα έχουν υψηλή ικανότητα παραγωγής γαλακτώματος, διασποράς, και ικανότητα διαπότισης. Είναι μη διαβρωτικά και ξεπλένονται εύκολα από τον εξοπλισμό και τις επιφάνειες. Οι ιδιότητες των συνθετικών καθαριστικών επηρεάζονται από το υδατοδιαλυτό μέρος του μορίου (υποχλωρικού) και από το μη υδατοδιαλυτό κομμάτι.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.5. Σάπωνες (Alkaline Soaps)**

Σάπωνες, που δημιουργούνται από την αντίδραση μιας αλκαλικής ένωσης με ένα λιπαρό οξύ, θεωρούνται αλκαλικά άλατα καρβοξυλικών οξέων. Οι περισσότεροι εμπορικοί σάπωνες κατασκευάζονται από λιπαρά οξέα, λαυρικό (C12) έως στεατικό (C18), ναφθενικά οξέα, κολοφώνιο (πρώτη ύλη βερνικιών) και τα μονοσθενή αλκάλια (όπως νάτριο, κάλιο, αμμώνιο). Οι σάπωνες δεν χρησιμοποιούνται πολύ στο βιομηχανικό καθαρισμό καθώς είναι λιγότερο αποτελεσματικοί στο σκληρό νερό και αδρανοποιούνται από τα όξινα διαλύματα.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.6. Ενζυμικά καθαριστικά (Enzyme-based cleaners)**

Η αυξημένη γνώση της βακτηριακής προσκόλλησης υποδηλώνει ότι τα ενζυμικά καθαριστικά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη καθώς μπορούν να διασπάσουν τους ρύπους σε μικρότερα κομμάτια και να βοηθήσουν στην απομάκρυνσή τους, καταστρέφοντας τα σημεία προσκόλλησης.<sup>[2]</sup> Τα καθαριστικά αυτά κατατάσσονται ως πρωτεάσες καθώς υδρολύουν τις πρωτεΐνες σε αμινοξέα και λειτουργούν καλύτερα στην αλκαλική πλευρά. Για βέλτιστη λειτουργία χρησιμοποιούνται σε pH=8-9 και σε θερμοκρασία 45-50°C. Μπορούν να μειώσουν το pH των αποβλήτων.

Το μειονέκτημα των ενζυμικών καθαριστικών είναι ότι τα υγρά καθαριστικά απαιτούν εξοπλισμό έγχυσης και σύστημα ενεργοποίησης. Επίσης δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικά σε όλους τους τύπους ρύπων όπως τα καθαριστικά χλωρίου.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.7. Υποκατάστατα φωσφορικού άλατος για απορρυπαντικά πλυντηρίου (Phosphate Substitutes for Laundry Detergents)**

Μερικά από τα υποκατάστατα τα οποία χρησιμοποιούνται, όπως τα άλατα ανθρακικού οξέος, παρέχουν λιγότερο αποδεκτά αποτελέσματα. Σκόνη με φωσφορικό άλας είναι περισσότερο αποτελεσματική στην απομάκρυνση ρύπων σε σχέση με τη σκόνη με άλας ανθρακικού οξέος. Τα καθαριστικά με άλατα ανθρακικού οξέος έχουν την τάση να δίνουν λιγότερο αποδεκτά αποτελέσματα, εξαιτίας της συσσώρευσης υπολειμμάτων στα πλυμένα υλικά, ειδικά όταν χρησιμοποιείται σκληρό νερό.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.8. Διαλύτες (Solvent cleaners)**

Τα διαλυτικά καθαριστικά είναι αιθέρες και αλκοόλες, ικανές να διαλύσουν υπολείμματα ρύπων. Αυτά τα καθαριστικά χρησιμοποιούνται περισσότερο για τον καθαρισμό ρύπων από λιπαντικά, γράσα και έλαια. Επειδή οι περισσότεροι οργανικοί ρύποι μπορούν να σαπωνοποιηθούν από αλκαλικά καθαριστικά, ένα αλκαλικό ή ουδέτερο καθαριστικό χρησιμοποιείται συνήθως.

Τα διαλυτικά καθαριστικά παράγονται από διάφορα πτητικά υλικά από τη βιομηχανία πετρελαίου και συνδυάζονται με παράγοντες διαπύκνωσης, αποσκληρυντικά νερού και άλλα πρόσθετα. Τα υψηλής απόδοσης διαλυτικά καθαριστικά είναι μη διαλυτά με το νερό και συχνά σχηματίζουν γαλάκτωμα κατά την προσθήκη νερού. Παράγονται για χρήση χωρίς νερό, ενώ μερικά διαλυτικά καθαριστικά με χαμηλό διαλυτικό περιεχόμενο μπορούν να συνδυαστούν με το νερό και να διατηρήσουν την ικανότητα καθαρισμού των λιπών.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.9. Βοηθητικά προστασίας (Protection Auxiliaries)**

##### **1.1.5.9.1. Όξινες ενώσεις (Acid Compounds)**

Τα βοηθητικά απορρυπαντικά είναι πρόσθετα που περιέχονται στα καθαριστικά για να προστατεύουν ευαίσθητες επιφάνειες, όπως επιφάνειες επικαλυμμένες με βερνίκια, και για καθαρισμό μετάλλων. Τα ακόλουθα οξέα είναι χρήσιμα στην προστασία των επιφανειών.

- *Φωσφορικό οξύ*: χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό μετάλλων πριν το βάνιμο, επειδή απομακρύνει τις σκουριές και κατ' επέκταση παθητικοποιεί την επιφάνεια.
- *Οξαλικό οξύ*: απομακρύνει αποτελεσματικά την σκουριά οξειδίου του σιδήρου χωρίς να προσβάλλει το μέταλλο, αν και προληπτικά μέτρα είναι απαραίτητα

καθώς αυτό το οξύ μπορεί να αντιδράσει με συστατικά του σκληρού νερού παράγοντας εστέρα οξαλικού οξέος ασβεστίου, ένα δηλητηριώδες ίζημα.

- *Κιτρικό οξύ*: δεν παράγει τοξικές ενώσεις, αλλά δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικό με το οξαλικό οξύ στην απομάκρυνση της σκουριάς.
- *Γλυκονικό οξύ*: απομακρύνει τις αλκαλικές και πρωτεϊνικές επικαλύψεις, χωρίς να είναι τοξικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό νερού.
- *Όξινο ανθρακικό νάτριο*: Χαμηλού κόστους επιλογή για υψηλής απόδοσης κονιοποιημένα όξινα καθαριστικά.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.5.9.2. Προστατευτικά κολλοειδή και παράγοντες απομάκρυνσης (Protective Colloids and Suspending Agents)**

Τα υδρόφιλα κολλοειδή που αποτρέπουν την εναπόθεση σωματιδίων στην καθαρισμένη επιφάνεια αναφέρονται ως προστατευτικά κολλοειδή, πηκτικά και παράγοντες απομάκρυνσης. Παραδείγματα είναι η ζελατίνη, η κόλλα, το άμυλο, το θειικό άλας κυτταρίνης νατρίου, η υδροξυ-αιθυλική αλκοόλη και η καρβοξυ-αιθυλική κυτταρίνη. Άλλοι παράγοντες με προστατευτικές ιδιότητες είναι:

- Ενώσεις μικρού αλκαλικού περιεχομένου και υψηλού σε διοξείδιο του πυριτίου, όπως κολλοειδείς εστέρες πυριτικού οξέος και χρωμικό άλας νατρίου.
- Χρωμικό και διχρωμικό άλας νατρίου, βόρακας, νιτρικό άλας σε ουδέτερα απορρυπαντικά παρεμποδίζουν αποτελεσματικά τη διάβρωση του χάλυβα.
- Κολλοειδείς εστέρες πυριτικού οξέος, οι οποίοι προστατεύουν τις γυάλινες επιφάνειες από καυστική εγχάραξη.
- Νιτρικό άλας θειώδους οξέος, είναι παράγοντας μείωσης σε ένα απορρυπαντικό και προστατεύουν τις επικασσιτερωμένες επιφάνειες, απομακρύνοντας το διαλυμένο οξυγόνο από το διάλυμα καθαρισμού.<sup>[2]</sup>

Στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται συνοπτικά τα καθαριστικά που επιλέγονται ανάλογα με το είδος του ρύπου και την επιφάνεια που πρόκειται να καθαριστεί.

#### **1.1.6. Βοηθητικά καθαριστικά (Cleaning Auxiliaries)**

Διάφορα βοηθητικά προστατεύουν τις ευαίσθητες επιφάνειες ή βελτιώνουν τις ιδιότητες καθαρισμού μίας ένωσης. Μερικά περιγράφονται παρακάτω.

##### **1.1.6.1. Απομονωτικά (Sequestrants)**

Αυτά τα βοηθητικά, τα οποία ονομάζονται και χηλικοί παράγοντες (chelating agents) και παράγοντες απομόνωσης (sequestering agents), σχηματίζουν χηλικούς δεσμούς κατά την αντίδρασή τους με ιόντα μαγνησίου και ασβεστίου, παράγοντας ενώσεις. Αυτή η δράση μειώνει αποτελεσματικά την απενεργοποίηση των συστατικών του σκληρού νερού. Τα απομονωτικά αποτελούνται από πολυφωσφορικά άλατα ή παράγωγα οργανικής αμίνης. Τα φωσφορικά άλατα διαφέρουν στη σταθερότητα κατά

τη θέρμανση, στις ιδιότητες διαπότισης και καθαρισμού, τη βελτίωση του νερού και τη δύναμη απομόνωσης.

Πίνακας 1.2 Επιλογή καθαριστικού σύμφωνα με το είδος της ακαθαρσίας<sup>[1]</sup>

Είδος ρύπου	Διαλυτότητα	Καθαριστικό
Ζάχαρη, οργανικά οξέα, αλάτι	Υδατοδιαλυτά	Ήπια αλκαλικά καθαριστικά
Υψηλής περιεκτικότητας πρωτεΐνες (κρέας, πουλερικά, ψάρια)	Υδατοδιαλυτά σε Διαλυτά σε αλκαλικό διάλυμα Διαλυτά σε ελαφρώς όξινο διάλυμα	Χλωριωμένο αλκαλικό καθαριστικό
Αμυλούχα τρόφιμα, τομάτες, φρούτα	Μερικώς υδατοδιαλυτά Διαλυτά σε αλκαλικό διάλυμα	Ήπια αλκαλικά καθαριστικά
Λιπαρά τρόφιμα (λίπη, βούτυρο, μαργαρίνη, έλαια)	Μη υδατοδιαλυτά Διαλυτά σε αλκαλικό διάλυμα	Ήπια αλκαλικά καθαριστικά, Ισχυρά αλκαλικά καθαριστικά
Υπολείμματα γάλακτος, πρωτεϊνικά υπολείμματα	Μη υδατοδιαλυτά Αδιάλυτα σε αλκαλικό διάλυμα Διαλυτά σε όξινο διάλυμα	Όξινα καθαριστικά σε περιοδική βάση

Πίνακας 1.3 Επιλογή καθαριστικού σύμφωνα με το υλικό που θα καθαριστεί

Υλικό	Καθαριστικό
Ανοξείδωτος χάλυβας	Όλα τα αλκαλικά ασφαλή Χρήση οξέων και χλωρίου με προσοχή
Ήπιος χάλυβας	Όλα τα αλκαλικά ασφαλή Τα οξέα είναι διαβρωτικά
Αλουμίνιο	Χρήση μόνο ήπιων αλκαλικών
Κράματα νικελίου	Όλα τα αλκαλικά ασφαλή Χρήση οξέων με προσοχή
Τσιμέντο	Τα αλκαλικά είναι ικανοποιητικά Όχι χρήση οξέων
Γυαλί	Κανένας περιορισμός
Fiberglass	Χρήση μόνο ήπιων αλκαλικών ή ήπιων οξέων
Κεραμικά	Κανένας περιορισμός
Πλαστικά	Κανένας περιορισμός, αλλά προσοχή στις υψηλές θερμοκρασίες
Καουτσούκ	Κανένας περιορισμός, αλλά προσοχή στις υψηλές θερμοκρασίες
Μπογιές	Χρήση μόνο ήπιων αλκαλικών ή ήπιων οξέων, αλλά προσοχή στις υψηλές θερμοκρασίες

Τα απορρυπαντικά αποτελούνται από ένα απομονωτικό και ένα υλικό ανάπτυξης δράσης. Τα υλικά ανάπτυξης δράσης αυξάνουν την αποτελεσματικότητα του



καθαριστικού, διατηρώντας τις ιδιότητες του διαλύματος καθαρισμού, τείνοντας να μειώσουν την αποτελεσματικότητα του απορρυπαντικού. Το φωσφορικό άλας θεωρείται εξαιρετικό υλικό ανάπτυξης δράσης, ειδικά για υψηλής απόδοσης καθαριστικά. Τα υλικά ανάπτυξης δράσης παρέχουν στα καθαριστικά:

- Αύξηση της ικανότητας διαπότισης και επακόλουθη αποτελεσματικότητα στον καθαρισμό.
- Επαρκή αλκαλικότητα για αποτελεσματικό καθαρισμό χωρίς κινδύνους.
- Διατήρηση της κατάλληλης αλκαλικότητας του διαλύματος λόγω της ιδιότητας ουδετεροποίησης.
- Παραγωγή γαλακτώματος από ρύπους γράσων και ελαίων και επακόλουθης απομάκρυνσης από την επιφάνεια που καθαρίζεται.
- Απομάκρυνση των ακαθαρσιών με την ιδιότητα παρεμπόδισης εναπόθεσης στην καθαρισμένη επιφάνεια.
- Αποσκλήρυνση νερού διαλύοντας τα ανόργανα για να μην εγκαθίστανται στην καθαρισμένη επιφάνεια.
- Μείωση των βακτηρίων στην καθαρισμένη επιφάνεια.

Υπάρχει ένας αριθμός πολυφωσφορικών αλάτων ιδιαίτερης σημασίας. Το όξινο πυροφωσφορικό άλας νατρίου έχει εξαιρετική ικανότητα ουδετεροποίησης και δημιουργίας κολλοειδούς, με περιορισμένη ωστόσο ικανότητα απομόνωσης των συστατικών του σκληρού νερού. Το πυροφωσφορικό νάτριο, το οποίο δεν απομονώνει το ασβέστιο όπως τα μεγαλύτερα φωσφορικά άλατα, είναι πολύ σταθερό πάνω από τους 60°C στα αλκαλικά διαλύματα.

Οργανικοί χηλικοί παράγοντες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στα βελτιωτικά νερού, είναι περισσότερο αποτελεσματικοί από τα φωσφορικά άλατα στην απομόνωση ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου και στη μείωση του σχηματισμού επικαθίσεων. Οι περισσότεροι οργανικοί παράγοντες είναι άλατα του αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος (EDTA). Οι χηλικοί παράγοντες είναι σταθεροί πάνω από τους 60°C, και σε διάλυμα για μεγάλο χρονικό διάστημα αποθήκευσης. Αυτές οι ιδιότητες για τα άλατα EDTA βελτιώνονται με την αύξηση του pH. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχηματισμό λιπαντικών ταινίας μεταφορών.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.6.2. Απολυμαντικά (Surfactants)**

Αυτοί οι επιφανειακά ενεργοί παράγοντες διευκολύνουν τη μεταφορά των καθαριστικών και αποστειρωτικών στην επιφάνεια που πρόκειται να καθαριστεί. Αν και η κύρια λειτουργία των απολυμαντικών είναι η διαπότιση και η διείσδυση, χαρακτηριστικά όπως η δημιουργία γαλακτώματος και η απομάκρυνση των σωματιδίων συνεισφέρουν στην αποτελεσματικότητα.

Τα απολυμαντικά κατατάσσονται ως συνθετικά απορρυπαντικά λόγω των πολυάριθμων ιδιοτήτων τους. Ως βοηθητικά, κατατάσσονται στις ίδιες τρεις ομάδες, σύμφωνα με τις ιδιότητες διαπότισης και τα ενεργά συστατικά στο διάλυμα. Αυτά τα βοηθητικά κατατάσσονται ως κατιονικά απολυμαντικά, τα οποία ιονίζονται στο διάλυμα, παράγοντας ενεργά θετικά φορτισμένα ιόντα και λειτουργούν ως εξαιρετικοί

βακτηριοκτόνοι παράγοντες και μη αποτελεσματικά καθαριστικά. Τα ανιονικά απολυμαντικά, τα οποία ιονίζονται στο διάλυμα παράγοντας αρνητικά φορτισμένα ιόντα είναι γενικά εξαιρετικά καθαριστικά και μη αποτελεσματικά βακτηριοκτόνα. Τα μη ιοντικά απολυμαντικά χωρίς θετικά ή αρνητικά ιόντα στο διάλυμα, δεν έχουν βακτηριοκτόνα ικανότητα, αλλά έχουν εξαιρετικά χαρακτηριστικά διαπότισης και διείσδυσης. Επιπλέον τα επαμφοτερίζοντα απολυμαντικά έχουν θετικό ή αρνητικό φορτίο ανάλογα με το pH του διαλύματος. Τα επαμφοτερίζοντα απολυμαντικά συμπεριφέρονται ανάλογα με τις δύο λειτουργικές ομάδες του μορίου.

Τα απολυμαντικά παρουσιάζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως:

- Διαλυτότητα σε μία τουλάχιστον φάση ενός υγρού συστήματος
- Αμφιπαθή δομή με αντίθετες τάσεις διαλυτότητας (π.χ. υδρόφιλο ή υδρόφοβο)
- Προσανατολισμό των στρωμάτων που σχηματίζονται από τα ιόντα των μορίων του απολυμαντικού κατά τη φάση αλληλεπίδρασης.<sup>[2]</sup>

#### **1.1.7. Στιλβωτικά (Abrasives)**

Είναι στερεά υλικά, όπως η ελαφρόπετρα και η ηφαιστειακή τέφρα, τα οποία μπορούν να προστεθούν στα καθαριστικά ως στιλβωτικά. Σε συνδυασμό με μηχανικό τρίψιμο, τα υλικά αυτά είναι αποτελεσματικά στην απομάκρυνση επίμονων ρύπων από τις επιφάνειες, αλλά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεκτικά, ώστε να αποφευχθούν τυχόν εκδορές στις επιφάνειες ή να παραμείνουν υπολείμματα του υλικού τα οποία θα μολύνουν το τρόφιμο.

#### **1.1.8. Κίνδυνοι καθαριστικών για το προσωπικό**

Τα ισχυρά αλκαλικά καθαριστικά έχουν ισχυρές διαλυτικές δυνάμεις και είναι πολύ διαβρωτικά. Μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα, έλκη και να δημιουργήσουν ουλή στο δέρμα. Παρατεταμένη επαφή μπορεί να καταστρέψει μόνιμα τους ιστούς. Η εισπνοή των αερίων μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο αναπνευστικό.

Τα αλκαλικά καθαριστικά υψηλής απόδοσης είναι ελαφρώς διαβρωτικά ή μη διαβρωτικά. Ωστόσο, παρατεταμένη επαφή με μέρη του σώματος μπορεί να απομακρύνει απαραίτητα για το δέρμα έλαια, κάνοντάς το ευάλωτο σε μολύνσεις.

Οργανικά οξέα όπως το κιτρικό, τρυγικό, σουλφαμικό, και γλυκονικό δεν είναι διαβρωτικά ή ερεθιστικά για το δέρμα. Αν και τα ανόργανα οξέα είναι ιδανικά για την απομάκρυνση και τον έλεγχο των ανόργανων υπολειμμάτων, μπορεί να γίνουν εξαιρετικά διαβρωτικά και ερεθιστικά για το δέρμα.

Ισχυρά όξινα καθαριστικά, όπως το υδροχλωρικό και το υδροφθορικό οξύ, όταν θερμανθούν, παράγουν διαβρωτικά τοξικά αέρια, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν έλκη στους πνεύμονες.

Τα ήπια όξινα καθαριστικά είναι ελαφρώς διαβρωτικά και μπορεί να προκαλέσουν αλλεργιογόνες αντιδράσεις. Μερικά προσβάλλουν το δέρμα και τα μάτια.

## 1.2. Αποστειρωτικά

Οι προσμίξεις που παραμένουν στον εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων μετά τη χρήση, συνήθως μολύνονται με μικροοργανισμούς οι οποίοι τρέφονται με θρεπτικά από τα υπολείμματα των ρύπων. Με αυτόν τον τρόπο οι ρύποι παρέχουν ένα μέσο στους μικροοργανισμούς για να αναπτυχθούν. Ένα υγιεινό περιβάλλον εξασφαλίζεται από την ολοκληρωτική απομάκρυνση των υπολειμμάτων αυτών και ακολούθως, εφαρμόζοντας ένα αποστειρωτικό για να καταστρέψει τους μικροοργανισμούς που έχουν απομείνει. Εάν υπάρχουν υπολείμματα ρύπων, αυτά προστατεύουν τους μικροοργανισμούς από την επαφή με τα αποστειρωτικά, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την αποτελεσματικότητα των αποστειρωτικών.<sup>[2]</sup>

### 1.2.1. Επιθυμητές ιδιότητες αποστειρωτικών

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία χημικών τα οποία έχουν την ικανότητα να καταστρέφουν ή να εμποδίζουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Πολλά από αυτά τα χημικά, δεν είναι κατάλληλα για χρήση σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα καθώς μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση, να αφήσουν υπολείμματα, να είναι τοξικά ή δαπανηρά στη χρήση.<sup>[7]</sup> Ένα αποστειρωτικό θα πρέπει να έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Σταθερή και μεγάλου εύρους δραστικότητα ενάντια σε αναπτυσσόμενα βακτήρια, ζύμες και μούχλες για γρήγορη θανάτωση.
- Αντοχή στο περιβάλλον (αποδοτικό στην παρουσία οργανικού υλικού, υπολειμμάτων καθαριστικών, στη σκληρότητα του νερού και τη διακύμανση του pH).
- Καλές καθαριστικές ιδιότητες.
- Μη τοξικό και μη ερεθιστικό.
- Διαλυτό στο νερό σε όλες τις αναλογίες.
- Αποδοχή στην παρουσία οσμής ή όχι.
- Εύκολο στη χρήση.
- Άμεσα διαθέσιμο.
- Φτηνό.
- Εύκολο στη μέτρηση.

Ένα κανονικό χημικό αποστειρωτικό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για όλες τις προϋποθέσεις αποστείρωσης. Το χημικό που επιλέγεται πρέπει να περάσει το πείραμα Chambers (γνωστό και ως το πείραμα αποτελεσματικότητας αποστειρωτικού): Τα αποστειρωτικά πρέπει να προκαλέσουν 99,9999% θάνατο σε 75 έως  $125 \times 10^6$  *Escherichia coli* και *Staphylococcus aureus* μέσα σε 30s στους 20°C. Το pH στο οποίο εφαρμόζεται η ένωση μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του αποστειρωτικού. Τα χημικά αποστειρωτικά κατατάσσονται σύμφωνα με τον παράγοντα που καταστρέφει τους μικροοργανισμούς.<sup>[2]</sup>

### 1.2.2. Ενώσεις χλωρίου (Chlorine Compounds)

Υγρό χλώριο, υποχλωριώδη, ανόργανες χλωραμίνες, οργανικές χλωραμίνες και διοξείδιο του χλωρίου λειτουργούν ως αποστειρωτικά. Η αντιμικροβιακή τους δραστηριότητα ποικίλλει. Αέριο χλώριο μπορεί να εγχυθεί αργά στο νερό, ώστε να σχηματίσει υποχλωρικό οξύ. Το υγρό χλώριο είναι διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου στο νερό. Το υποχλωρικό οξύ είναι 80 φορές πιο αποτελεσματικό ως αποστειρωτικό από αντίστοιχη συγκέντρωση υποχλωριώδους ιόντος.

Τα υποχλωριώδη, οι πιο ενεργές ενώσεις χλωρίου, είναι και αυτές που χρησιμοποιούνται περισσότερο. Το υποχλωριώδες άλας ασβεστίου και νατρίου είναι βασικά υποχλωριώδη.<sup>[2]</sup>

Το υποχλωριώδες άλας ασβεστίου βρίσκεται σε μορφή σκόνης με 70% διαθέσιμο χλώριο, ενώ το υποχλωριώδες άλας νατρίου βρίσκεται σε υδατικό διάλυμα με 2-15% διαθέσιμο χλώριο. Κατά τη χρήση τους μπορεί να παρατηρηθούν:

- Σημαντική μείωση της βακτηριοκτόνας αποτελεσματικότητας κατά την παρουσία οργανικής ύλης.
- Αλλαγές στη θερμοκρασία και το pH μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα.
- Δεν επηρεάζονται από τη σκληρότητα του νερού.
- Δεν σχηματίζουν επικαλύψεις στην επιφάνεια, αλλά μπορεί να αφήσουν οσμή ή γεύση.
- Αποτελεσματικά ενάντια σε μεγάλο εύρος μικροοργανισμών.<sup>[5]</sup>

Αυτά τα αποστειρωτικά είναι αποτελεσματικά στην απενεργοποίηση μικροβιακών κυττάρων σε υδατικό αιώρημα και απαιτούν χρόνο επαφής 1,5 με 100s. Μείωση κατά 90% του πληθυσμού των κυττάρων για τους περισσότερους μικροοργανισμούς μπορεί να επιτευχθεί σε λιγότερο από 10s, με σχετικά χαμηλά ποσοστά ελεύθερου διαθέσιμου χλωρίου (free available chlorine FAC). Τα σπόρια των βακτηρίων είναι πιο ανθεκτικά από τα φυτικά κύτταρα. Ο χρόνος για μείωση του πληθυσμού των κυττάρων κατά 90% μπορεί να κυμανθεί από 7s έως πάνω από 20min. Η συγκέντρωση του ελεύθερου διαθέσιμου χλωρίου που απαιτείται για την απενεργοποίηση των σπορίων είναι 10 έως 1000 φορές μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για τα φυτικά κύτταρα. Τα υποχλωριώδη μπορούν να προστεθούν και σε διαλύματα ενώσεων καθαρισμού, ώστε να παρέχουν ένα συνδυασμό καθαριστικού – αποστειρωτικού.

Τα διαλύματα ενεργού χλωρίου είναι πολύ αποτελεσματικά αποστειρωτικά, ειδικά ως ελεύθερο χλώριο και σε ήπια όξινα διαλύματα. Αυτές οι ενώσεις προκαλούν αλλοίωση των πρωτεϊνών και απενεργοποίηση των ενζύμων. Τα αποστειρωτικά χλωρίου είναι αποτελεσματικά ενάντια σε θετικά και αρνητικά κατά Gram βακτήρια και ενάντια σε ιούς και σπόρια σε ορισμένες περιπτώσεις. Ωστόσο το διαθέσιμο χλώριο του υποχλωρίτη και άλλων χημικών που απελευθερώνουν χλώριο, αντιδρά και απενεργοποιείται από υπολείμματα οργανικών υλών. Εάν εφαρμοστεί ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος χλωρίου σε επαρκή συγκέντρωση, είναι δυνατή η αποστείρωση. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται διαλύματα τα οποία έχουν παρασκευαστεί πρόσφατα καθώς κατά την αποθήκευση μειώνεται η ισχύς τους.

Οι ανόργανες χλωραμίνες είναι ενώσεις που σχηματίζονται από την αντίδραση χλωρίου με νιτρική αμμωνία. Οι οργανικές χλωραμίνες σχηματίζονται από αντίδραση υποχλωρικού οξέος με αμίνες και αμίδια. Τα σπόρια των βακτηρίων και τα φυτικά κύτταρα είναι περισσότερο ανθεκτικά στις χλωραμίνες απ' ό,τι στα υποχλωριώδη.<sup>[3]</sup>

Το διοξείδιο του χλωρίου ( $\text{ClO}_2$ ) είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό. Μπορεί να παραχθεί είτε με αντίδραση οξέος με χλωριούχο νάτριο, είτε με αντίδραση χλωριούχου νατρίου με αέριο χλώριο. Είναι πιο σταθερό και έχει μεγαλύτερη ισχύ οξείδωσης από το χλώριο. Ωστόσο, επειδή είναι εκρηκτικό θα πρέπει να παράγεται επί τόπου. Η αποτελεσματικότητά του διατηρείται σε μεγάλο εύρος pH. Είναι λιγότερο διαβρωτικό από το χλώριο και το όζον. Το κύριο μειονέκτημά του είναι ότι πρέπει να χρησιμοποιείται σε μέγιστη συγκέντρωση 3ppm, ενώ μελέτες έχουν δείξει ότι απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις για σημαντική μείωση του μικροβιακού φορτίου.<sup>[6]</sup>

Αποστειρωτικά ενώσεων χλωρίου σε διαλύματα ή σε επιφάνειες όπου το διαθέσιμο χλώριο μπορεί να αντιδράσει με τα κύτταρα, είναι βακτηριοκτόνα και σποριοκτόνα. Η ικανότητα αυτή ενισχύεται με αύξηση του ελεύθερου διαθέσιμου χλωρίου, μείωση του pH και αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο η διαλυτότητα του χλωρίου στο νερό μειώνεται και αυξάνεται η διαβρωτικότητα σε υψηλότερες θερμοκρασίες και διαλύματα με υψηλή συγκέντρωση και/ή χαμηλό pH μπορεί να διαβρώσουν μέταλλα. Οι ενώσεις χλωρίου έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα αποστειρωτικά:

- Είναι αποτελεσματικά ενάντια σε διάφορα βακτήρια, μύκητες και ιούς.
- Περιέχουν ενώσεις που δρουν γρήγορα.
- Είναι τα πιο οικονομικά αποστειρωτικά (εφόσον χρησιμοποιούνται φθηνές ενώσεις χλωρίου).
- Ο εξοπλισμός δεν χρειάζεται ξέπλυμα, εάν χρησιμοποιηθούν 200ppm ή λιγότερα.
- Είναι διαθέσιμα σε υγρή και κοκκώδη μορφή.
- Δεν επηρεάζονται από τα άλατα του σκληρού νερού (εξαιρούνται μικρές αποκλίσεις λόγω του pH).
- Υψηλά επίπεδα χλωρίου μπορεί να μαλακώσουν τις φλάντζες και να απομακρύνουν άνθρακα από καουτσούκ σε μέρη του εξοπλισμού.
- Δεν παράγονται παραπροϊόντα.
- Είναι λιγότερο διαβρωτικά από το χλώριο.

Ωστόσο έχουν μερικά μειονεκτήματα:

- Είναι ασταθή κατά τη θέρμανση ή τη μόλυνση με οργανικό υλικό.
- Η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται με αύξηση του pH.
- Είναι πολύ διαβρωτικά για τον ανοξειδωτο χάλυβα και άλλα μέταλλα.
- Πρέπει να είναι σε επαφή με τον εξοπλισμό τροφίμων, ειδικά με κάθε είδους πιάτα, για μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να αποφευχθεί διάβρωση.
- Η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται κατά την αποθήκευση, την έκθεση σε φως ή την έκθεση σε θερμοκρασίες άνω των 60°C.

- Διαλύματα σε χαμηλά pH μπορεί να σχηματίσουν τοξικά και διαβρωτικά αέρια χλωρίου (Cl<sub>2</sub>).
- Σε συμπυκνωμένη υγρή μορφή, μπορεί να εκραγούν.<sup>[2]</sup>

### 1.2.3. Ενώσεις ιωδίου (Iodine Compounds)

Το ιώδιο είναι ο κύριος ενεργός αντιμικροβιακός παράγοντας, ο οποίος διασπά τους δεσμούς των πρωτεϊνών του κυττάρου. Οι κύριες ενώσεις ιωδίου που χρησιμοποιούνται ως αποστειρωτικά είναι ιωδοφόρα (iodophors), διαλύματα αλκοόλης-ιωδίου και υδατικά διαλύματα ιωδίου. Τα διαλύματα χρησιμοποιούνται συνήθως ως αποστειρωτικά για το δέρμα. Τα ιωδοφόρα χρησιμοποιούνται για καθαρισμό και αποστείρωση εξοπλισμού και επιφανειών και ως αντισηπτικά δέρματος. Χρησιμοποιούνται επίσης και για επεξεργασία νερού. Τα ιωδοφόρα έχουν μεγαλύτερη βακτηριοκτόνα δραστηριότητα σε όξινες συνθήκες. Γι' αυτό πολλές φορές τροποποιούνται με φωσφορικό οξύ.

Η ποσότητα του ελεύθερου διαθέσιμου ιωδίου καθορίζει τη δραστηριότητα των ιωδοφόρων. Το απορρυπαντικό που θα χρησιμοποιηθεί δεν καθορίζει τη δραστηριότητα, αλλά μπορεί να επηρεάσει τη βακτηριοκτόνα ικανότητα του ιωδίου. Τα σπόρια είναι περισσότερο ανθεκτικά στο ιώδιο από τα φυτικά κύτταρα και οι χρόνοι θανάτωσης είναι 10 έως 1000 μεγαλύτεροι από τους αντίστοιχους για τα φυτικά κύτταρα. Είναι το ίδιο ενεργό με το χλώριο στην απενεργοποίηση των φυτικών κυττάρων, αλλά όχι το ίδιο αποτελεσματικό στην απενεργοποίηση των σπορίων.

Τα αποστειρωτικά ιωδίου είναι περισσότερο σταθερά στην παρουσία οργανικής ύλης από τις ενώσεις χλωρίου. Επειδή είναι σταθερά σε πολύ χαμηλό pH, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις των 6,25ppm και συχνά σε συγκεντρώσεις των 12,5 και 25ppm. Είναι περισσότερο αποτελεσματικά σε ιούς από άλλα αποστειρωτικά.

Σε συμπυκνωμένη μορφή, τα ιωδοφόρα έχουν μεγάλο χρόνο ζωής. Σε διαλύματα ωστόσο, το ιώδιο μπορεί να εξατμιστεί. Η απώλεια αυτή είναι ταχεία, όταν το διάλυμα ξεπερνά τους 50°C. Το ιώδιο μπορεί να απορροφηθεί από πλαστικά υλικά και φλάντζες από καουτσούκ σε εναλλάκτες θερμότητας, με αποτέλεσμα το χρωματισμό. Ο χρωματισμός από το ιώδιο μπορεί να λειτουργήσει θετικά καθώς οι περισσότεροι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι χρωματίζονται κίτρινοι, υποδεικνύοντας έτσι ανεπαρκή καθαρισμό. Το κεχριμπαρένιο χρώμα των διαλυμάτων ιωδίου παρέχει την οπτική απόδειξη παρουσίας του αποστειρωτικού, αλλά η απόχρωση του διαλύματος δεν αποτελεί αξιόπιστο παράγοντα της συγκέντρωσης ιωδίου.

Επειδή τα διαλύματα ιωδίου είναι όξινα, δεν επηρεάζονται από τη σκληρότητα του νερού και θα εμποδίσουν την συσσώρευση ιόντων μετάλλων εάν χρησιμοποιούνται συχνά. Αλλά τα ήδη υπάρχοντα αποθέματα μετάλλων δεν απομακρύνονται με τη χρήση αποστειρωτικών ιωδίου. Η οργανική ύλη (ειδικά το γάλα), απενεργοποιεί το ιώδιο στα μίγματα απελευθέρωσης ιωδίου, με ταυτόχρονη αλλαγή στο χρώμα του διαλύματος. Η απώλεια του ιωδίου στα διαλύματα είναι μικρή, εκτός και αν υπάρχει εκτεταμένη παρουσία οργανικής ύλης.

Οι ενώσεις ιωδίου κοστίζουν λίγο παραπάνω από τις ενώσεις χλωρίου και μπορεί να προκαλέσουν αλλοιώσεις στη γεύση σε μερικά προϊόντα. Άλλα μειονεκτήματα των ενώσεων χλωρίου είναι ότι εξατμίζονται στους 50°C, είναι λιγότερο αποτελεσματικές σε σπόρια βακτηρίων και βακτηριοφάγους από το χλώριο, έχουν μικρή δραστηριότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες και είναι ευαίσθητες σε αλλαγές pH. Είναι αποτελεσματικές στην αποστείρωση των χεριών, επειδή δεν ερεθίζουν το δέρμα.<sup>[2]</sup>

#### 1.2.4. Ενώσεις βρωμίου (Bromine Compounds)

Το βρώμιο χρησιμοποιείται μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλες ενώσεις, περισσότερο στην επεξεργασία νερού παρά ως αποστειρωτικό σε εξοπλισμό και εργαλεία. Σε ελαφρώς όξινο έως ουδέτερο pH, οργανικές χλωραμίνες είναι πιο αποτελεσματικές στην καταστροφή σπορίων από οργανικές ενώσεις βρωμίου, αλλά η χλωραμίνη με το βρώμιο φαίνεται να επηρεάζεται λιγότερο σε αλκαλικό pH=7,5 ή υψηλότερο. Η προσθήκη βρωμίου σε διάλυμα ενώσεων χλωρίου μπορεί συνεργιστικά να αυξήσει την αποτελεσματικότητα βρωμίου και χλωρίου.<sup>[2]</sup>

#### 1.2.5. Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου (Quaternary Ammonium Compounds)

Οι ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου χρησιμοποιούνται συνήθως για καθαρισμούς σε πατώματα, τοίχους και εξοπλισμό. Μπορούν και διεισδύουν γι' αυτό και χρησιμοποιούνται σε πορώδεις επιφάνειες. Είναι φυσικοί παράγοντες διαπότισης με απολυμαντικές ιδιότητες και αναφέρονται ως συνθετικοί, επιφανειακά ενεργοί παράγοντες. Οι πιο συνηθισμένοι παράγοντες είναι τα κατιονικά απολυμαντικά, τα οποία έχουν μικρή απολυμαντική ικανότητα, αλλά είναι εξαιρετικά μικροβιοκτόνα. Οι ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου είναι πολύ καλά αποστειρωτικά για τη *L. monocytogenes* και είναι αποτελεσματικά στη μείωση της ανάπτυξης μούχλας.

Δρουν ενάντια στους μικροοργανισμούς διαφορετικά από τις ενώσεις ιωδίου και χλωρίου. Δημιουργούν μία βακτηριοστατική επικάλυψη, αφού εφαρμοστούν στις επιφάνειες. Αν και η επικάλυψη είναι βακτηριοστατική, οι ενώσεις αυτές είναι επιλεκτικές στην καταστροφή διάφορων μικροοργανισμών. Δεν θανατώνουν σπόρια βακτηρίων αλλά μπορούν να εμποδίσουν την ανάπτυξή τους. Είναι περισσότερο σταθερά στην παρουσία οργανικής ύλης από τα αποστειρωτικά χλωρίου και ιωδίου, αν και η βακτηριοκτόνα δραστηριότητά τους επηρεάζεται από την παρουσία οργανικής ύλης.

Οι ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου δεν θα πρέπει να συνδυάζονται με ενώσεις καθαρισμού για παράλληλο καθαρισμό και αποστείρωση, επειδή μπορεί να απενεργοποιηθούν από συστατικά του απορρυπαντικού. Ωστόσο, αύξηση της αλκαλικότητας με συμβατά απορρυπαντικά μπορεί να ενισχύσει τη βακτηριοκτόνα δράση τους.<sup>[2]</sup>

Το μέγιστο επιτρεπτό όριο για τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα είναι 200ppm χωρίς ξέπλυμα. Σε ποσότητες 800 έως 1000ppm χρησιμοποιείται και για την αποστείρωση τοίχων, πατωμάτων και αποχετεύσεων.<sup>[3]</sup>

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ενώσεων τεταρτογενούς αμμωνίου είναι:

- Σταθερές στην παρουσία οργανικής ύλης.
- Ανθεκτικές στη διάβρωση των μετάλλων.
- Σταθερές στις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.
- Μη ερεθιστικές για το δέρμα.
- Αποτελεσματικές σε υψηλό pH.
- Αποτελεσματικές ενάντια στην ανάπτυξη μούχλας.
- Μη τοξικές.
- Καλά απορρυπαντικά.

Τα μειονεκτήματά τους:

- Περιορισμένη αποτελεσματικότητα (συμπεριλαμβανομένης της αναποτελεσματικότητας ενάντια στους περισσότερους αρνητικούς κατά Gram μικροοργανισμούς εκτός από τη *Salmonella* και την *E. coli*).
- Μη συμβατές με ανιονικού τύπου συνθετικά απορρυπαντικά.
- Σχηματισμός επικάλυψης στον εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων.<sup>[2]</sup>

#### 1.2.6. Οξίνα αποστειρωτικά (Acid Sanitizers)

Τα οργανικά οξέα, κυρίως το κιτρικό, το γαλακτικό και το οξικό οξύ τα οποία έχουν αναγνωριστεί ως ασφαλή (GRAS), έχουν ερευνηθεί κυρίως λόγω της βακτηριακής τους δραστηριότητας. Η αντιμικροβιακή δραστηριότητα των οργανικών οξέων, γενικά οφείλεται στη μείωση του pH και μεταβάλλεται πολύ, ανάλογα με το οξύ. Επίσης οι χρόνοι έκθεσης που απαιτούνται για σημαντική μείωση του μικροβιακού φορτίου είναι πολύ μεγάλοι (5 με 15min), γεγονός που δεν συμφέρει στη βιομηχανία τροφίμων. Επιπλέον, λόγω της χαρακτηριστικής γεύσης των οργανικών οξέων, υπάρχει πιθανότητα να έχουν αρνητικό αποτέλεσμα στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ο αντίκτυπος των οργανικών οξέων για λόγους απολύμανσης στα απόβλητα νερού, κυρίως για την εμφάνιση υψηλών τιμών COD και BOD.

Το υπεροξικό οξύ είναι αποτελεσματικό στη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών σε μικρότερες συγκεντρώσεις από το χλώριο. Τα παραπροϊόντα που δημιουργούνται κατά την αποσύνθεσή του είναι ακίνδυνα (οξικό οξύ, νερό, οξυγόνο).<sup>[6]</sup>

Επειδή τα βακτήρια έχουν θετικό επιφανειακό φορτίο και τα αρνητικά φορτισμένα απορρυπαντικά αντιδρούν με τα θετικά φορτισμένα βακτήρια, τα κυτταρικά τους τοιχώματα διαπερνώνται και διακόπτεται η κυτταρική λειτουργία. Οι ενώσεις αυτές είναι αποτελεσματικές σε ανοξείδωτο χάλυβα.

Η ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων καθαρισμού στα εργοστάσια τροφίμων, όπου είναι επιθυμητός ο συνδυασμός της αποστείρωσης με το τελικό ξέπλυμα, έχει κάνει επιθυμητή τη χρήση όξινων αποστειρωτικών. Αν και οι ενώσεις αυτές είναι ευαίσθητες στις αλλαγές pH, επηρεάζονται λιγότερο από τη σκληρότητα του νερού. Στο παρελθόν, το μειονέκτημα αυτών των συνθετικών απορρυπαντικών στα αυτόματα συστήματα καθαρισμού ήταν η δημιουργία αφρού, δημιουργώντας πρόβλημα στην καλή αποστράγγιση του αποστειρωτικού από τον εξοπλισμό. Με τη



χρήση συνθετικών απορρυπαντικών που δεν παράγουν αφρό, έγινε δυνατή η αξιοποίηση αυτών των αποστειρωτικών ακόμα μεγαλύτερη. Τα αποστειρωτικά αυτά είναι λιγότερο αποτελεσματικά σε αυξημένο pH και ενάντια σε θερμοανθεκτικούς μικροοργανισμούς. Τα οξέα δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσο η ακτινοβολία και όταν εφαρμόζονται σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν μικρή αλλαγή στο χρώμα και την οσμή στις επιφάνειες των τροφίμων όπως το κρέας.

Τα όξινα αποστειρωτικά δρουν γρήγορα και αποτελεσματικά ενάντια σε ζύμες και ιούς. Τιμές pH κάτω του 3 είναι ιδανικές για τη δράση όξινων αποστειρωτικών. Τα όξινα αποστειρωτικά μπορεί να χάσουν την αποτελεσματικότητά τους από την παρουσία αλκαλικών αποθεμάτων ή από την παρουσία κατιονικών απορρυπαντικών. Γι' αυτό, όλα τα καθαριστικά θα πρέπει να ξεπλένονται από τις επιφάνειες πριν τη χρήση όξινων αποστειρωτικών.

Αποστειρωτικά καρβοξυλικών οξέων είναι αποτελεσματικά ενάντια σε μεγάλο εύρος βακτηριακής δραστηριότητας. Είναι σταθερά σε διαλύματα, στην παρουσία οργανικής ύλης και σε υψηλές θερμοκρασίες. Δεν είναι διαβρωτικά στον ανοξείδωτο χάλυβα, έχουν καλή διάρκεια ζωής και δεν είναι δαπανηρά. Είναι λιγότερο αποδοτικά ενάντια σε ζύμες και μούχλες καθώς και τιμές pH πάνω από 3,5 με 4. Επηρεάζονται αρνητικά από κατιονικά απορρυπαντικά και είναι διαβρωτικά σε επιφάνειες όπως μη ανοξείδωτο χάλυβα, πλαστικό και καουτσούκ.<sup>[2]</sup>

#### **1.2.7. Ανιονικά όξινα αποστειρωτικά (Acid Anionic Sanitizers)**

Δρουν γρήγορα και θανατώνουν ευρύ φάσμα βακτηρίων. Έχουν καλή σταθερότητα, είναι αποτελεσματικά σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και δεν επηρεάζονται από τη σκληρότητα του νερού. Μπορεί να είναι διαβρωτικά σε μη επικαλυμμένα μέταλλα, μπορεί να δημιουργούν πολύ αφρό για εξοπλισμό CIP και είναι λιγότερο αποτελεσματικά σε υψηλά pH.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των αποστειρωτικών είναι:

- Σταθερά στη θέρμανση και στην παρουσία οργανικής ύλης, μπορούν να θερμανθούν μέχρι οποιαδήποτε θερμοκρασία κάτω των 100°C, χωρίς να χάσουν την ισχύ τους.
- Παράγουν λίγο αφρό και είναι κατάλληλα για εξοπλισμό CIP.
- Μη επιλεκτικά, καταστρέφοντας όλα τα φυτικά κύτταρα.
- Ασφαλή για χρήση στις περισσότερες επιφάνειες.
- Γρήγορη δράση με ευρύ φάσμα θανάτωσης (βακτήρια, ζύμες και μούχλες).
- Δεν επηρεάζονται από μεταβολές του pH.
- Επιτρέπουν το συνδυασμό των σταδίων αποστείρωσης-έκπλυσης.

Μειονεκτήματα αποτελούν το υψηλό κόστος, η οσμή, ο ερεθισμός και η τάση να διαβρώνουν μέταλλα.<sup>[2]</sup>

Τα γενικά χαρακτηριστικά των παραπάνω αποστειρωτικών συνοψίζονται στον πίνακα 1.4.

Πίνακας 1.4 Χαρακτηριστικά αποστειρωτικών<sup>[1]</sup>

Ιδιότητα	Χλώριο	Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου	Ενώσεις απελευθέρωσης ιωδίου	Υπεροξικό οξύ	Ανιονικά οξέα
<b>Έλεγχος μικροοργανισμού</b>					
Θετικοί κατά Gram	++	++	++	++	++
Αρνητικοί κατά Gram	++	++	++	++	++
Σπόρια	+	-	+	++	-
Ζύμες	++	++	++	++	++
Ανεπτυγμένη μικροβιακή αντίσταση	-	+	-	-	-
<b>Άλλα χαρακτηριστικά</b>					
Απενεργοποίηση από οργανική ύλη	++	+	+	+	+
Σκληρότητα νερού	-	+	-	-	-
Καθαριστικές ιδιότητες	-	++	+	-	++
Επιφανειακή ενεργότητα	-	++	+	-	-
Σχηματισμός αφρού	-	++	-	-	+
Προβλήματα με φθορές	±	-	+	±	-
Σταθερότητα	±	-	±	±	-
Διάβρωση	+	-	+	-	-
Ασφάλεια	+	-	+	++	-
Άλλα χημικά	-	+	-	-	+
Επίπτωση στο περιβάλλον	++	±	±	-	-
Κόστος	-	++	+	+	+
- Καμία / μικρή αποτελεσματικότητα + Μέτρια / καλή αποτελεσματικότητα ++ Ισχυρή / Πολύ ισχυρή αποτελεσματικότητα					

### 1.2.8. Υπεροξειδίο του υδρογόνου (Hydrogen Peroxide)

Το υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ) παρουσιάζει βακτηριοκτόνα δραστηριότητα εξαιτίας της ισχυρής οξειδωτικής του δύναμης. Αν και είναι ασφαλές, η χρήση του στη βιομηχανία τροφίμων είναι περιορισμένη σε ορισμένα προϊόντα (γάλα, τσάι, κρασί) ως αντιμικροβιακό ή ως παράγοντας λεύκανσης σε ποσοστό 0,04 – 1,25%. Ένα από τα πλεονεκτήματα χρήσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου είναι ότι δεν αφήνει υπολείμματα καθώς διασπάται σε νερό και οξυγόνο από το ένζυμο καταλάση που υπάρχει στα φυτά. Το κύριο μειονέκτημα είναι η τοξικότητα ενάντια σε μερικά προϊόντα όπως το μαρούλι και τα μούρα. Σε μικρές συγκεντρώσεις (1–2%) δεν είναι αρκετό για να μειώσει τα παθογόνα βακτήρια, ενώ σε υψηλές συγκεντρώσεις (4-5%), παρεμβαίνει στη συνολική ποιότητα του τροφίμου. Η αντιμικροβιακή δραστηριότητα του υπεροξειδίου του υδρογόνου είναι παραπλήσια με 100-200ppm χλωρίου σε θερμοκρασία δωματίου. Μεγαλύτερη μείωση του μικροβιακού φορτίου επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία 50-60°C.<sup>[6]</sup>

### 1.2.9. Όζον (Ozone)

Στη βιομηχανία τροφίμων, μετά τον καθαρισμό χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αποστειρωτικών όπως χλώριο, οξέα, ιώδιο ή ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου. Μερικές βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούν μεθόδους θερμικής αποστείρωσης ή/και ακτινοβολίας. Η θερμική αποστείρωση είναι πολύ αποτελεσματική στην καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών. Ωστόσο η παραγωγή ατμού και θερμού νερού είναι δαπανηρή και μπορεί να προκαλέσει φθορά του εξοπλισμού. Οι μέθοδοι ακτινοβολίας δεν είναι πρακτικές στη χρήση σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων, εξαιτίας των κινδύνων που σχετίζονται με ραδιενεργά υλικά. Η χημική αποστείρωση είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος αποστείρωσης στη βιομηχανία τροφίμων. Ενώσεις χλωρίου χρησιμοποιούνται για την αποστείρωση του εξοπλισμού. Αν και είναι οικονομικές και έχουν μεγάλο φάσμα καταστροφής μικροοργανισμών, οι ενώσεις χλωρίου είναι βλαβερές σε υψηλές συγκεντρώσεις, τείνουν να σχηματίζουν καρκινογενείς ενώσεις και είναι βλαβερές για το περιβάλλον.<sup>[7]</sup>

Το ενδιαφέρον για το όζον ως εναλλακτικό καθαριστικό του χλωρίου και άλλων χημικών καθαριστικών βασίζεται στην υψηλή βιοκτόνα δραστηριότητά του, το μεγάλο αντιμικροβιακό φάσμα, την απουσία παραπροϊόντων βλαβερών για την ανθρώπινη υγεία και την ικανότητα παραγωγής όταν αυτό απαιτείται, χωρίς την ανάγκη αποθήκευσης για μελλοντική χρήση. Έχει επίσης το πλεονέκτημα να αποτελεί τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον, μειώνοντας τα έξοδα της εταιρίας, καθιστώντας ευκολότερη τη συμμόρφωσή της με τη νομοθεσία. Το κόστος εγκατάστασης συστήματος με όζον είναι πιο ακριβό από αυτό του χλωρίου και άλλων χημικών καθαριστικών, αλλά το κόστος χρήσης είναι πολύ μικρότερο καθώς η μόνη απαίτηση είναι η παροχή ρεύματος για την παραγωγή όζοντος. Οι μέθοδοι καθαρισμού με όζον εξοικονομούν νερό και ενέργεια.

Το όζον μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως αέριο και σε νερό (ozonated water). Διάφορες μελέτες έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητά του σε διάφορες επιφάνειες και μικροοργανισμούς. Ποσότητες από 0,5ppm έως 3,5ppm, είναι αρκετές

τόσο σε αέρια μορφή όσο και σε χρήση με νερό, ώστε να επιτευχθεί επαρκής μείωση του μικροβιακού πληθυσμού. Αυτές οι συγκεντρώσεις είναι συμβατές με τα περισσότερα πλαστικά υλικά και συγκεκριμένους τύπους από ανοξείδωτο χάλυβα, τα οποία χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις τροφίμων. Όταν το όζον εφαρμόζεται ως αέριο, ο απαραίτητος χρόνος έκθεσης είναι αρκετά μεγαλύτερος (1 έως 4h) σε σχέση με τη χρήση σε νερό (1 έως 10min). Θεωρητικά, αυξάνοντας τη σχετική υγρασία του χώρου, μπορεί να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του αέριου όζοντος, μειώνοντας έτσι το χρόνο έκθεσης.

Μελέτες έχουν εξετάσει νέες μεθόδους εφαρμογής του όζοντος με αερολύματα και φορτίζοντάς το ηλεκτροστατικά, ώστε να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά του στις κάθετες επιφάνειες.

Η τοξικότητα του όζοντος ποικίλλει, ανάλογα με τη συγκέντρωση και το χρόνο έκθεσης. Συμπτώματα από έκθεση σε όζον 0,1 – 1,0ppm περιλαμβάνουν πονοκεφάλους, ξηρό λαιμό, ερεθισμό του αναπνευστικού και των ματιών. Έκθεση σε 1,0 – 100ppm μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως κούραση και ανορεξία. Το επιτρεπτό όριο στο χώρο εργασίας είναι 0,1ppm. Ωστόσο το όζον αποτελεί τοξικό αέριο και θα πρέπει να ελέγχεται στο χώρο εργασίας. Υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες για τη μέτρηση του όζοντος, οι οποίοι ειδοποιούν, όταν το επίπεδο του όζοντος ξεπεράσει το 0,1ppm.<sup>[8]</sup>

#### **1.2.10. Φωτοκαταλύτες διοξειδίου του τιτανίου (Titanium dioxide photocatalysts)**

Οι φωτοκαταλύτες διοξειδίου του τιτανίου (TiO<sub>2</sub>), αποτελούν έναν εναλλακτικό τρόπο απενεργοποίησης μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών. Η ανασταλτική λειτουργία του διοξειδίου του τιτανίου οφείλεται στη φωτοκαταλυτική παραγωγή ισχυρής οξειδωτικής δύναμης, όταν φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία μήκους κύματος μικρότερου από 385nm. Η πρώτη αναφορά αντιμικροβιακής δραστηριότητας φωτοκαταλυτών διοξειδίου του τιτανίου ήταν στην παρεμπόδιση *E. coli* στο νερό, ενώ φωτοκαταλυτική δραστηριότητα έχει παρατηρηθεί και ενάντια σε μύκητες και βακτήρια.

Η σκόνη TiO<sub>2</sub> είναι εμπορικά διαθέσιμη και φθηνή. Επίσης είναι εύκολο για τις βιομηχανίες να χρησιμοποιήσουν λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας σε συνδυασμό με το TiO<sub>2</sub> για αποστείρωση, όταν το εργοστάσιο δεν είναι σε λειτουργία.<sup>[9]</sup>

#### **1.2.11. Βακτηριοφάγοι (Bacteriophages)**

Η μόλυνση του εξοπλισμού, των επιφανειών και των εγκαταστάσεων από παθογόνα βακτήρια, όπως *E. Coli*, *Salmonella sp.* και *Listeria monocytogenes*, μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα. Τα υπολείμματα των τροφίμων απομακρύνονται από τις επιφάνειες, όταν εφαρμόζονται καλές πρακτικές υγιεινής, αλλά τα βακτήρια που προσκολλώνται στις επιφάνειες δεν είναι ορατά και μπορεί να μην απομακρυνθούν. Επιπλέον πολλά χημικά αποστειρωτικά μπορεί να είναι διαβρωτικά και τοξικά, συνεπώς μη αποδεκτά για τρόφιμα ή επιφάνειες που έρχονται σε άμεση

επαφή με τρόφιμα. Το ενδιαφέρον για τους βακτηριοφάγους προέκυψε από την απαίτηση για φυσικές μη-αντιβιοτικές μεθόδους που να μπορούν να μειώσουν τους παθογόνους στα τρόφιμα.<sup>[10]</sup>

Οι βακτηριοφάγοι είναι ιοί, οι οποίοι αποτελούν φυσικούς καταστροφείς βακτηρίων και έχουν ισχυρή βακτηριοκτόνα δραστηριότητα ενάντια σε ειδικά στοχευμένα είδη βακτηρίων.<sup>[11]</sup>

Ο μηχανισμός εισόδου των βακτηριοφάγων στα βακτηριακά κύτταρα έχει αποσαφηνιστεί πλήρως. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη ότι τα βακτήρια αναπτύσσουν αντίσταση στους βακτηριοφάγους. Η χρήση πολλών φάγων μπορεί να ξεπεράσει το εμπόδιο εμφάνισης αντίστασης από τα βακτήρια. Επειδή είναι γνωστό ότι οι φάγοι χρησιμοποιούν διαφορετικούς υποδοχείς στη μεμβράνη του βακτηρίου, η χρήση διαφορετικών φάγων μειώνει την πιθανότητα αντίστασης του βακτηρίου.

Η αντοχή των βακτηρίων στους φάγους και τα αντιβιοτικά διαφέρει και είναι σχεδόν αδύνατο να παρουσιάσουν αντίσταση και στα δύο. Επιπλέον οι φάγοι μπορούν να τροποποιηθούν ανάλογα με τον πληθυσμό των βακτηρίων, κάτι που δεν είναι το ίδιο εύκολο και για τα αντιβιοτικά. Η τροποποίηση ωστόσο των φάγων μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μιγμάτων που να δυσκολεύουν την εφαρμογή τους.

Ένα μίγμα βακτηριοφάγων είναι το BEC8, αποτελούμενο από οκτώ διαφορετικούς τύπους φάγων *E. coli* O157:H7 (38, 39, 41, CEV2, AR1, 42, ECA1, ECB7), με ισχυρή βακτηριοκτόνα δραστηριότητα σε κεραμικές επιφάνειες, ανοξείδωτο χάλυβα και πολυαιθυλένιο.<sup>[10]</sup>

Άλλο μίγμα βακτηριοφάγων ECP-100, αποτελούμενο από τους φάγους (ECML-4, ECML-117, ECML-134), παρουσιάζει βακτηριοκτόνα δραστηριότητα στο γυαλί.<sup>[11]</sup>

## **Βιβλιογραφία**

1. Lelieveld H. L. M., 2003, Hygiene in Food Processing, Woodhead Publishing Limited, pp. 235 - 271
2. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, pp. 141 - 189
3. Cramer M., 2006, Food Plant Sanitation - Design, Maintenance and Good Manufacturing Practices, pp. 125 - 153
4. Stanga M., 2010, Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, pp. 161 - 180
5. Hui Y. H., 2003, Food Plant Sanitation, ch. 9
6. Olmez H., Kretzschmar U., 2009, *Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact*, *LWT - Food Science and Technology* 42, 686–693
7. Guzel-Seydim Z. B. et al, 2004, *Use of ozone in the food industry*, *LWT - Food Science and Technology* 37, 453-460

8. Pascual A. et al., 2007, *Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities*, *Trends in Food Science & Technology* 18, 29-35
9. Chorianopoulos N.G. et al., 2011, *Use of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) photocatalysts as alternative means for Listeria monocytogenes biofilm disinfection in food processing*, *Food Microbiology* 28, 164-170
10. Viazis S. et al, 2011, *Reduction of Escherichia coli O157:H7 viability on hard surfaces by treatment with a bacteriophage mixture*, *International Journal of Food Microbiology* 145, 37–42
11. Abuladze T. et al, 2008, *Bacteriophages reduce experimental contamination of hard surfaces, tomato, spinach, broccoli, and ground beef by Escherichia coli O157:H7*, *Applied and Environmental Microbiology* 74, 6230-6238

## Κεφάλαιο 2. Τεχνικές καθαρισμού – αποστείρωσης

### 2.1. Εισαγωγή

Ο καθαρισμός του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων τροφίμων είναι απαραίτητος για την ασφάλεια και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των διεργασιών, την παραγωγικότητα των εργοστασίων, την ποιότητα των προϊόντων, καθώς και την ασφάλεια των εργαζομένων. Στόχος είναι η απομάκρυνση των ρύπων και των μικροοργανισμών από το περιβάλλον και τον εξοπλισμό για την αποφυγή παραγωγής τροφίμων υπό ανθυγιεινές συνθήκες. Με την επίτευξη σωστού καθαρισμού επιτυγχάνεται πρόληψη της εμφάνισης ασθενειών από τα τρόφιμα, μείωση της αλλοίωσης των τροφίμων και επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων.

Η συχνότητα καθαρισμού ενός εργοστασίου εξαρτάται κυρίως από τη λειτουργία του και τους ρύπους που παρουσιάζονται. Ο καθαρισμός του περιβάλλοντος χώρου (τοίχοι, πατώματα, ταβάνια, αποχετεύσεις), θα πρέπει να πραγματοποιείται όσο το δυνατόν πιο συχνά (π.χ. ανάμεσα στις βάρδιες), για να αποφεύγεται η μόλυνση του προϊόντος και του εξοπλισμού. Οι περιοχές εκτός παραγωγής θα πρέπει να καθαρίζονται τόσο συχνά, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν επηρεάζονται οι περιοχές της παραγωγής.<sup>[1]</sup>

### 2.2. Πρόγραμμα υγιεινής (Sanitation Program)

Στο σχεδιασμό ενός προγράμματος υγιεινής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο απαιτούμενος χρόνος καθαρισμού και η σειρά καθαρισμού του εξοπλισμού στο χώρο επεξεργασίας. Θα πρέπει να είναι αποτελεσματικό με το νερό και τα χημικά που θα χρησιμοποιηθούν, με όσο το δυνατόν λιγότερη χειρωνακτική εργασία. Με τον τρόπο αυτό θα επιτυγχάνεται επαρκής και οικονομικός καθαρισμός, φιλικός προς το περιβάλλον. Η διαδοχή σε ένα πρόγραμμα καθαρισμού καθορίζει τη σειρά με την οποία θα καθαριστεί ο εξοπλισμός και ο περιβάλλοντας χώρος. Ένα βασικό πρόγραμμα υγιεινής περιλαμβάνει τα εξής στάδια:<sup>[2]</sup>

- Απομάκρυνση του μεγάλου όγκου ρύπων από τον εξοπλισμό.
- Απομάκρυνση του μεγάλου όγκου ρύπων από τον περιβάλλοντα χώρο.
- Έκπλυση των επιφανειών του περιβάλλοντα χώρου.
- Έκπλυση του εξοπλισμού.
- Καθαρισμός των επιφανειών (τοίχοι, πατώματα, αποχετεύσεις).
- Έκπλυση των επιφανειών.
- Καθαρισμός του εξοπλισμού.
- Έκπλυση του εξοπλισμού.
- Αποστείρωση του εξοπλισμού και έκπλυση αν απαιτείται.
- Καθαρισμός του εξοπλισμού καθαρισμού.

### 2.3. Διαδικασία καθαρισμού

Τα ακόλουθα βήματα αποτελούν βασικές διαδικασίες για αποτελεσματικό καθαρισμό και αποστείρωση. Κάθε στάδιο βασίζεται στη σωστή ολοκλήρωση του προηγούμενου. Η διαδικασία καθαρισμού αρχίζει με την αποκομιδή θραυσμάτων, χαρτιών και συσκευασιών. Αυτό θα πρέπει να γίνεται καθόλη τη διάρκεια κάθε βάρδιας, για να αποφεύγεται συσσώρευση αυτών. Προτιμώνται ελαστικά μάκτρα και φαράσια και αποφεύγεται η χρήση αέρα.



Εικόνα 2.1 Αποκομιδή θραυσμάτων, χαρτιών και συσκευασιών

Ακολουθεί αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού ή άνοιγμα του πλαισίου του εξοπλισμού για εσωτερικό καθαρισμό. Οι ηλεκτρονικοί πίνακες και οι μηχανές καλύπτονται με πλαστικό για προστασία από το νερό. Απομακρύνονται τα κινούμενα μέρη, όπως αναδευτήρες, για αποφυγή τραυματισμών. Δεν τοποθετούνται μέρη του εξοπλισμού στο έδαφος, για να μην μολυνθούν. Ακολουθεί έκπλυση του εξοπλισμού για απομάκρυνση ορατών ρύπων σε συνδυασμό με μηχανική δράση. Η θερμοκρασία του νερού είναι σημαντική ανάλογα με τον ρύπο. Αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία του νερού θα πρέπει να είναι 55 - 70°C, ενώ δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 85°C καθώς καθιστά δύσκολη την απομάκρυνση των πρωτεϊνών. Η διαδικασία έκπλυσης γίνεται ως εξής:

- Έκπλυση του εξοπλισμού ή της εγκατάστασης από πάνω προς τα κάτω, ώστε οι ρύποι να απομακρύνονται από τον εξοπλισμό προς το πάτωμα.
- Μείωση της πίεσης. Είναι προτιμότερο το νερό να χρησιμοποιείται σε μεγάλο όγκο και χαμηλή πίεση παρά σε υψηλή πίεση.
- Αποφυγή ισχυρού καταιονισμού σε πατώματα και αποχετεύσεις καθώς οδηγεί σε σχηματισμό αερολύματος που αποτελεί πηγή μόλυνσης.

Πλύσιμο όλου του εξοπλισμού και των επιφανειών με καθαριστικό και θερμό νερό. Η πιο αποτελεσματική θερμοκρασία του νερού και σε αυτό το στάδιο είναι 55 - 70°C, ανάλογα με τα χημικά που χρησιμοποιούνται. Ο καθαρισμός μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα στάδια και τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται μπορεί να περιέχουν διάφορα συστατικά, ανάλογα με το είδος του ρύπου και τη σκληρότητα του νερού.



Αφού εφαρμοστεί το καθαριστικό, απαιτείται χρόνος για να διεισδύσει και να διασπάσει το ρύπο, αλλά όχι τόσο πολύ ώστε να αρχίσει να στεγνώνει. Η απομάκρυνση των ρύπων γίνεται με τρίψιμο του εξοπλισμού, το οποίο δεν θα πρέπει να είναι έντονο για να μην σχηματίζονται εκδορές στον εξοπλισμό.

Κατά τη διάρκεια έκπλυσης και εφαρμογής του καθαριστικού, οι ταινίες μεταφοράς και άλλα μέρη του εξοπλισμού θα πρέπει να είναι σε λειτουργία, σε χαμηλές ταχύτητες, ώστε να καθαρίζονται όλες οι επιφάνειες. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, ξεπλένονται όλες οι επιφάνειες με θερμό νερό για να απομακρυνθούν οι ρύποι που έχουν διαλυθεί στο καθαριστικό.<sup>[1]</sup>

### **2.3.1. Εξειδικευμένες διεργασίες καθαρισμού και εξοπλισμός (Specialized Cleaning Procedures and Equipment)**

Ο καθαρισμός εξωτερικού δικτύου (Cleaning Out of Place) εφαρμόζεται, όταν αποσυναρμολογούνται πολλά κομμάτια του εξοπλισμού. Τοποθετούνται είτε σε μία βάση στήριξης για καθαρισμό, είτε μέσα σε δεξαμενή καθαρισμού. Το πλεονέκτημα καθαρισμού σε δεξαμενή είναι ότι δεν απαιτείται ανθρώπινο δυναμικό το οποίο μεταφράζεται σε εξοικονόμηση χρόνου και εργασίας. Συνήθως η δεξαμενή είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και μεγάλου μεγέθους για να χωρά όλα τα κομμάτια. Επίσης δεν αποτελεί πηγή μόλυνσης.

Χρησιμοποιείται νερό θερμοκρασίας 50 - 55°C ή ατμός, για να επιτευχθεί αυτή η θερμοκρασία. Δημιουργείται στροβιλισμός στη δεξαμενή είτε μηχανικά είτε με ατμό για να μαλακώσουν οι ρύποι. Προστίθεται το καθαριστικό και αφού καθαριστούν όλα τα κομμάτια, ξεπλένονται με καθαρό νερό, γίνεται έλεγχος και εφαρμόζεται το αποστειρωτικό. Στη συνέχεια τα κομμάτια είτε συναρμολογούνται είτε τοποθετούνται σε βάσεις στήριξης για μελλοντική χρήση.



**Εικόνα 2.2 Χώρος αποθήκευσης καθαρισμένων αντικειμένων**

Ένας χώρος για τοποθέτηση της δεξαμενής είναι ένα δωμάτιο από υλικά ανθεκτικά σε υγρό περιβάλλον και στη χρήση καθαριστικών, με επαρκή αποχέτευση για να μην υπάρχει συσσώρευση νερού. Πρέπει να παρέχονται όλα τα απαραίτητα εργαλεία καθαρισμού, δεξαμενές ή πρόσβαση στο κεντρικό σύστημα καθαρισμού και βάσεις

στήριξης για τα καθαρισμένα αντικείμενα. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει επαρκής εξαερισμός, για να απομακρύνει τον ατμό που δημιουργείται από τον καθαρισμό.

Ο καθαρισμός εσωτερικού δικτύου (Cleaning In Place) συναντάται συχνά στην παραγωγή υγρών προϊόντων όπως χυμοί και γαλακτοκομικά. Αυτού του τύπου ο καθαρισμός πραγματοποιείται με μεγάλες δεξαμενές ή συστήματα σωληνώσεων. Ακολουθούν τα βασικά στάδια καθαρισμού: αρχικό πλύσιμο, εφαρμογή καθαριστικού, έκπλυση και αποστείρωση. Περιλαμβάνει κυκλοφορία του καθαριστικού διαμέσου του εξοπλισμού με τη χρήση μπάλας ή ακροφύσιου ψεκασμού για τη δημιουργία στροβιλισμού και απομάκρυνσης των ρύπων. Είναι αποτελεσματικό για την απομάκρυνση των ρύπων και οικονομικά αποτελεσματικό καθώς απαιτεί λιγότερη εργασία. Υπάρχουν ορισμένες προϋποθέσεις, ώστε να είναι αποτελεσματικό ένα σύστημα καθαρισμού εσωτερικού δικτύου:

- Το διάλυμα καθαρισμού πρέπει να φτάνει σε όλες τις επιφάνειες, οι οποίες θα πρέπει να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και όχι πιο μαλακό μέταλλο.
- Οι εσωτερικές επιφάνειες να είναι κοίλες ή σωληνοειδείς και όχι επίπεδες, χωρίς προεξοχές και βαθουλώματα, για να αποφεύγεται συσσώρευση ρύπων οι οποίες δεν μπορούν να απομακρυνθούν.
- Ο σχεδιασμός απαιτεί ομαλές και συνεχείς συνδέσεις.
- Το δοχείο θα πρέπει να έχει αποχέτευση για αποστράγγιση των χημικών.
- Το μέγεθος της αντλίας θα πρέπει να είναι επαρκές για το μέγεθος της δεξαμενής ή των σωληνώσεων που θα καθαριστούν.
- Το σύστημα θα πρέπει να ελέγχεται από υπολογιστή, σε προκαθορισμένο τρόπο, ώστε να ελέγχεται η ροή, η ανάμιξη, η θερμοκρασία και ο χρόνος των χημικών για τον καθαρισμό και την αποστείρωση.
- Θα πρέπει να υπάρχει επαρκής αριθμός δεξαμενών για τα διαλύματα που θα χρησιμοποιηθούν με επαρκή ποσότητα, περίπου 50% παραπάνω από το απαιτούμενο.
- Το διάλυμα καθαρισμού θα πρέπει να αλλάζεται κάθε 48h, ενώ διαλύματα που παράγουν αφρό δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα.

Το εργοστάσιο θα πρέπει να έχει πρόγραμμα για τον έλεγχο της ροής, της θερμοκρασίας, της ταχύτητας στα ανοιχτά συστήματα και της πίεσης στα κλειστά συστήματα. Ο έλεγχος καθορίζει, αν θα πρέπει να γίνουν διορθωτικές ή βελτιωτικές επεμβάσεις.<sup>[1]</sup>

### **2.3.2. Καθαρισμός σε βιομηχανικούς φούρνους (Baking Equipment)**

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε μηχανήματα που αποφλοιώνουν ή τεμαχίζουν φέτες, σε βάσεις στήριξης και τραπέζια. Αφού καθαριστούν απομακρύνονται μέρη του εξοπλισμού που επηρεάζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες, όπως τα μοτέρ, και τοποθετούνται σε φούρνους θερμοκρασίας 70°C για 20 - 30min. Η διεργασία αυτή θερμαίνει και εσωτερικές επιφάνειες που είναι δύσκολο να καθαριστούν θανατώνοντας τους μικροοργανισμούς. Έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο ελέγχου παθογόνων και αλλοιογόνων μικροοργανισμών.

### 2.3.3. Καθαρισμός εις βάθος (Deep Cleaning)

Ο καθαρισμός αυτός είναι παρόμοιος με τον καθαρισμό σε φούρνους. Και σε αυτή τη μέθοδο ο εξοπλισμός αποσυναρμολογείται και χρησιμοποιείται ξηρός ατμός. Είναι αποτελεσματική μέθοδος, καθώς ο ατμός σε υψηλή πίεση είναι πιο θερμός και ξηρός και διεισδύει ευκολότερα από το νερό και άλλα χημικά. Είναι σημαντικό να έχει καθαριστεί πρώτα ο εξοπλισμός και να θερμανθεί ο εξοπλισμός σε θερμοκρασία 85°C, ώστε να καταστραφούν οι μικροοργανισμοί.

### 2.3.4. Καθαρισμός πατωμάτων και αποχετεύσεων (Floor and Floor Drain Cleaning)

Το πάτωμα ενός εργοστασίου εκτίθεται στις περισσότερες πηγές μόλυνσης, κυρίως με τα υποδήματα. Εκτίθεται σε ακατέργαστα υλικά, χημικά και μεταβολές στις περιβαλλοντικές συνθήκες (ζέστη, κρύο). Απαιτούνται ειδικές διεργασίες καθαρισμού για την απομάκρυνση ρύπων που μπορεί να βρίσκονται σε ρωγμές και εσοχές. Ο καθαρισμός αρχίζει με αποκομιδή του μεγαλύτερου όγκου των ρύπων με ελαστικά μάκτρα και φαράσια, ενώ αποφεύγεται η χρήση αέρα. Ακολουθεί έκπλυση με νερό χαμηλής πίεσης και εφαρμογή του καθαριστικού που συνδυάζεται με τρίψιμο. Στη συνέχεια ξεπλένεται και αποστειρώνεται.

Ο καθαρισμός των αποχετεύσεων ξεκινά με αφαίρεση των φίλτρων και απομάκρυνση των θραυσμάτων και άλλων αντικειμένων που έχουν εισχωρήσει στην αποχέτευση. Γίνεται αρχικό πλύσιμο με θερμό νερό χαμηλής πίεσης. Εφαρμόζεται καθαριστικό με αφρό μέσα και γύρω από την αποχέτευση. Καυστικό καθαριστικό σε σκόνη είναι αποτελεσματικό τόσο μέσα όσο και γύρω από την αποχέτευση. Η εφαρμογή του καθαριστικού συνδυάζεται με τρίψιμο και στη συνέχεια ξεπλένεται με νερό και αποστειρώνεται.



Εικόνα 2.3 Καθαρισμός πατώματος και αποχέτευσης

Οι βούρτσες που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό αποχετεύσεων δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε άλλη διεργασία καθαρισμού και θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ξεχωριστό μέρος από τις υπόλοιπες βούρτσες που χρησιμοποιούνται σε επιφάνειες του εξοπλισμού. Όλος ο εξοπλισμός καθαρισμού και τα εργαλεία θα πρέπει να διατηρούνται σε υγιεινές συνθήκες και θα πρέπει να καθαρίζονται μετά από κάθε

χρήση. Η αποθήκευσή τους θα πρέπει να αποτρέπει την μόλυνσή τους και να είναι επαρκές το χρονικό διάστημα, ώστε να προλαβαίνουν να στεγνώσουν.<sup>[1]</sup>

## **2.4. Μέθοδοι αποστείρωσης**

Μετά τον καθαρισμό και αφού έχει γίνει ο απαραίτητος έλεγχος, το τελευταίο στάδιο είναι η εφαρμογή αποστειρωτικού στις καθαρισμένες επιφάνειες για καταστροφή των μικροοργανισμών που έχουν παραμείνει στον εξοπλισμό. Η αποστείρωση δεν αντικαθιστά τον καθαρισμό καθώς επηρεάζεται από την παρουσία οργανικής ύλης. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να έχει προηγηθεί σωστός καθαρισμός. Η επιλογή του αποστειρωτικού βασίζεται στο είδος του μικροοργανισμού που αντιμετωπίζεται καθώς και στο υλικό της επιφάνειας που αποστειρώνεται.<sup>[1]</sup>

### **2.4.1. Φυσική αποστείρωση**

Οι μικροοργανισμοί είναι ζωντανή ύλη, συνεπώς επηρεάζονται από κάθε αλλαγή στις συνθήκες που συνεισφέρουν στην επιβίωσή τους. Μέθοδοι όπως η θέρμανση και η ακτινοβολία μπορούν να καταστρέψουν μικροοργανισμούς.<sup>[3]</sup>

#### **2.4.1.1. Θερμική αποστείρωση (Thermal Sanitation)**

Η θερμική αποστείρωση είναι σχετικά ανεπαρκής/αναποτελεσματική, εξαιτίας της ενέργειας που απαιτείται. Η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την υγρασία, τη θερμοκρασία που απαιτείται και τη χρονική διάρκεια της αποστείρωσης. Οι μικροοργανισμοί μπορεί να καταστραφούν με την κατάλληλη θερμοκρασία, εφόσον το αντικείμενο θερμανθεί για επαρκές διάστημα. Επίσης σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου έχει και το σχέδιο του εξοπλισμού και της εγκατάστασης, ώστε να επιτρέπει στη θερμότητα να διεισδύει σε όλες τις περιοχές. Η θερμοκρασία θα πρέπει να μετριέται με θερμομέτρα ακριβείας, τοποθετημένα στις εξωτερικές σωληνώσεις, ώστε να διασφαλιστεί αποτελεσματική αποστείρωση. Οι δύο κύριες μέθοδοι θερμικής αποστείρωσης είναι με ατμό και θερμό νερό.<sup>[4]</sup>

##### **2.4.1.1.1. Ατμός (Steam)**

Η αποστείρωση με ατμό χρησιμοποιείται συχνά στις κλειστού κυκλώματος διεργασίες παραγωγής. Ωστόσο στις ανοιχτές επιφάνειες η χρήση ατμού είναι δαπανηρή, λόγω του υψηλού κόστους ενέργειας, επικίνδυνη, διαβρωτική για τα υλικά, δύσκολο να ελεγχθεί και συνεπώς αναποτελεσματική.<sup>[2]</sup> Εάν η επιφάνεια είναι πολύ μολυσμένη, μία συμπαγής μάζα θα σχηματιστεί στα οργανικά υπολείμματα και θα αποτρέψει επαρκή ποσότητα θερμότητας να διεισδύσει για να θανατώσει τους μικροοργανισμούς. Η εμπειρία στη βιομηχανία έχει δείξει ότι ο ατμός δεν υπόκειται σε συνεχή αποστείρωση σε ταινίες μεταφοράς. Στην πραγματικότητα, η συμπύκνωση από αυτή τη διαδικασία και άλλες εφαρμογές ατμού έχει δυσκολέψει τις διεργασίες καθαρισμού.<sup>[4]</sup>

#### **2.4.1.1.2. Θερμό νερό (Hot Water)**

Η βύθιση/εμβάπτιση μικρών εξαρτημάτων (μαχαίρια, οικιακά σκεύη, μικρά δοχεία, κ. ά.) σε νερό θερμοκρασίας 80°C ή μεγαλύτερη αποτελεί άλλη μία θερμική μέθοδο αποστείρωσης. Το θερμό νερό μπορεί να είναι αποτελεσματική, μη επιλεκτική μέθοδος αποστείρωσης για επιφάνειες επαφής με τρόφιμα. Ωστόσο σπόρια μπορεί να επιβιώσουν περισσότερο από 1h σε θερμοκρασία βρασμού. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά σε εναλλάκτες θερμότητας μεταλλικών πλακών (plate heat exchanger) και σε οικιακά σκεύη. Η θερμοκρασία του νερού καθορίζει το χρόνο έκθεσης που απαιτείται, για να εξασφαλιστεί η αποστείρωση. Μικρότερος χρόνος απαιτεί υψηλότερη θερμοκρασία. Το θερμό νερό είναι εύκολα διαθέσιμο και μη τοξικό.<sup>[4]</sup> Κατά την εμβάπτιση του εξοπλισμού, η θερμοκρασία του νερού θα πρέπει να διατηρείται τουλάχιστον στους 77°C για 1 – 5min ανάλογα με το μέγεθος του εξοπλισμού.<sup>[5]</sup>

#### **2.4.1.2. Στεγνό καθάρισμα (Dry cleaning)**

Το στεγνό καθάρισμα χρησιμοποιείται σε υγροσκοπικά προϊόντα ή σε σημεία όπου το νερό μπορεί να αντιδράσει και να σχηματίσει σκληρές αποθέσεις που είναι δύσκολο να απομακρυνθούν. Ο βασικός κίνδυνος είναι ότι η αποτυχία ελέγχου της υγρασίας μπορεί να επιτρέψει την ανάπτυξη παθογόνων, όπως *Salmonella spp.*, στον εξοπλισμό και εν συνεχεία στα τρόφιμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί πεπιεσμένος αέρας, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι μετακινεί τους ρύπους από ένα μέρος του εξοπλισμού σε ένα άλλο. Η χρήση ηλεκτρικής σκούπας δεν διασκορπίζει τους ρύπους αλλά τους μαζεύει, γι' αυτό αποτελεί και το επιθυμητό σύστημα αποστείρωσης με χρήση του κατάλληλου φίλτρου. Η αποστείρωση με στεγνό καθάρισμα δεν είναι εύκολη, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί 70% αιθανόλη πριν επανασυναρμολογηθεί ο εξοπλισμός.<sup>[2]</sup>

#### **2.4.1.3. Αποστείρωση με ακτινοβολία (Radiation)**

Ακτινοβολία σε μήκος κύματος 254nm (UVC 200-280nm) με τη μορφή υπεριώδους φωτός ή ακτίνων-γ, μπορεί να καταστρέψει μικροοργανισμούς.<sup>[4]</sup> Η υπεριώδης ακτινοβολία (UVC), έχει χρησιμοποιηθεί για τη μείωση της μικροβιακής μόλυνσης σε νοσοκομεία, στη φαρμακευτική/ιατρική βιομηχανία, σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού και έχει προταθεί ως μέθοδος μείωσης παθογόνων σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα. Η υπεριώδης ακτινοβολία δεν παράγει τοξικές ενώσεις.<sup>[6]</sup> Η ένταση της ακτινοβολίας και η ικανότητα καταστροφής των μικροοργανισμών μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση, την ανάκλαση, τα πιθανά κινούμενα μέρη του εξοπλισμού και το χρόνο.<sup>[3]</sup>

Άλλα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτεί χημικά ή θερμότητα, ενώ αποτελεί γρήγορη και οικονομική μέθοδο αποστείρωσης.<sup>[7]</sup>

Αυτά τα χαρακτηριστικά την καθιστούν ένα χρήσιμο εργαλείο αποστείρωσης. Ένα σημαντικό μειονέκτημα ωστόσο είναι η ανεπαρκής αποστείρωση, όταν υπάρχουν υπολείμματα ρύπων σε περίπτωση που έχει προηγηθεί ανεπαρκής καθαρισμός.<sup>[6]</sup>

Η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει φυσική μετακίνηση ηλεκτρονίων και διάσπαση δεσμών DNA στους περισσότερους μικροοργανισμούς όπως μύκητες, ζύμες, βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα. Στη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιείται για την αποστείρωση επιφανειών και υλικών συσκευασίας και στην αποθήκευση φρούτων και λαχανικών.<sup>[8]</sup>



Εικόνα 2.4 Χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας σε ταινία μεταφοράς<sup>[3]</sup>

Μονάδες υπεριώδους φωτός χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ευρώπη για την απολύμανση νερού σε επεξεργασία ποτών και τροφίμων. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος είναι περιορισμένη στα φρούτα, τα λαχανικά και τα καρυκεύματα και δεν είναι χρήσιμη σε εγκαταστάσεις τροφίμων, λόγω της περιορισμένης συνολικής της αποτελεσματικότητας. Το αποτελεσματικό εύρος θανάτωσης των μικροοργανισμών με τη χρήση υπεριώδους φωτός είναι αρκετά μικρό, περιορίζοντας τη χρησιμότητά του στις διεργασίες τροφίμων. Η αντοχή των βακτηρίων καθορίζει το χρόνο έκθεσης, ώστε να επέλθει θανάτωση. Οι ακτίνες του φωτός θα πρέπει ουσιαστικά να χτυπούν τους μικροοργανισμούς οι οποίες μπορεί να απορροφώνται από τη σκόνη, από λεπτά στρώματα γράσου και από θαμπά ή θολά διαλύματα. Επίσης, η ακτινοβολία ελέγχει τον παρασιτισμό των εντόμων, ανεξαρτήτως του σταδίου ζωής στο οποίο βρίσκονται.<sup>[4]</sup>

Η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική μέθοδος αποστείρωσης μετά τη χημική αποστείρωση των επιφανειών σε εγκαταστάσεις τροφίμων, ή όταν το εργοστάσιο δεν βρίσκεται σε διαδικασία παραγωγής ή για άμεση αποστείρωση κατά τη διαδικασία παραγωγής χρησιμοποιώντας ειδικό εξοπλισμό.<sup>[6]</sup>

#### **2.4.1.4. Ηλεκτρολυμένο νερό (Electrolyzed water)**

Το ηλεκτρολυμένο νερό έχει ισχυρή βακτηριοκτόνα δραστηριότητα ενάντια στα περισσότερα παθογόνα βακτήρια που είναι επικίνδυνα για την ασφάλεια των τροφίμων. Έχει χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, την ιατρική και στη βιομηχανία τροφίμων. Τα πλεονεκτήματά του έναντι άλλων αποστειρωτικών είναι η

αποτελεσματικότητά του, η ευκολία στη χρήση καθώς και το γεγονός ότι είναι οικονομικό και φιλικό προς το περιβάλλον. Σε σχέση με άλλα αποστειρωτικά απαιτεί μικρότερους χρόνους αποστείρωσης.

Το κύριο μειονέκτημά του είναι ότι το διάλυμα χάνει πολύ γρήγορα την αντιμικροβιακή του δραστηριότητα. Θεωρείται ασφαλές αποστειρωτικό για επιφάνειες από ανοξείδωτο χάλυβα και γυαλί. Δρα ικανοποιητικά ενάντια σε παθογόνους μικροοργανισμούς όπως *E. aerogenes*, *S. aureus* και *L. Monocytogenes*.<sup>[9]</sup>

#### **2.4.1.5. Καθαρισμός με υπέρηχους (Ultrasound Cleaning)**

Οι υπέρηχοι είναι κύματα των οποίων η συχνότητα ξεπερνά τα όρια της ανθρώπινης ακοής. Συχνότητες πάνω από 16kHz, δεν επηρεάζουν το ανθρώπινο αυτί και είναι κατάλληλες για χρήση σε καθαρισμό. Συγκεκριμένα, ήχοι συχνότητας από 18 έως 40kHz χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία καθαρισμού. Η μηχανική δύναμη ήχων υψηλής συχνότητας θεωρείται υπεύθυνη για τη διάλυση διαλυτών ρύπων και την απομάκρυνση αδιάλυτων ρύπων. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται ιδιαίτερα αποτελεσματική σε ανώμαλες επιφάνειες και σχισμές.<sup>[3]</sup>

Στην περίπτωση των πρωτεϊνικών ρύπων, οι οποίοι απομακρύνονται δύσκολα, μπορεί να γίνει συνδυασμός χημικού καθαρισμού με υπέρηχους. Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι η συχνότητα, η ένταση, η θερμοκρασία και η πίεση. Έχει παρατηρηθεί ότι κύματα χαμηλότερης συχνότητας παρέχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από κύματα πολύ υψηλής συχνότητας.<sup>[10]</sup>

Η τεχνολογία υπέρηχων απαιτεί επένδυση και μεγάλη εμπειρία διαχείρισης. Ωστόσο η μέθοδος αυτή μπορεί να δώσει αποτελέσματα που ξεπερνούν τις συμβατικές μεθόδους. Μπορεί να συνεισφέρει στην εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων και μπορεί να βελτιώσει τον καθαρισμό σε επίπεδο που δεν είναι εφικτό από άλλα μέσα.<sup>[3]</sup>

#### **2.4.1.6. Αποστείρωση με ψυχρό πλάσμα (Disinfection by cold plasma)**

Το πλάσμα αποτελεί την πιο υψηλή ενεργειακή κατάσταση της ύλης και χαρακτηρίζεται από την ενέργεια και την πυκνότητα των ηλεκτρονίων. Χωρίζεται σε θερμό και ψυχρό πλάσμα (hot/cold plasma), ανάλογα τον τύπο της ηλεκτρικής αποφόρτισης. Το θερμό πλάσμα μπορεί να θανατώσει αμέσως οποιοδήποτε ζωντανό κύτταρο, εξαιτίας της εξαιρετικά υψηλής του θερμοκρασίας. Ωστόσο επειδή ελέγχεται δύσκολα, δεν είναι πρακτικό για τη βιομηχανία τροφίμων. Από την άλλη μεριά, η ανάπτυξη μερικώς ιονισμένου αερίου σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία (ψυχρό πλάσμα), οδήγησε σε χρήση σε διάφορες βιομηχανικές διεργασίες καθαρισμού και αποστείρωσης επιφανειών.<sup>[3]</sup>

Η επεξεργασία και επικάλυψη επιφανειών με ψυχρό πλάσμα αποτελεί μία από τις πιο εντατικά εξεταζόμενες τεχνολογίες την τελευταία δεκαετία. Οι βασικές εφαρμογές περιλαμβάνουν προεπεξεργασία επιφανειών, καθαρισμό και ενεργοποίηση ή παθητικοποίηση, απομάκρυνση των μεμβρανών και επεξεργασία επικαλυμμένων επιφανειών για αλλαγή της χημικής τους δομής.<sup>[11]</sup>

Η αποστείρωση επιφανειών με ψυχρό πλάσμα βασίζεται στη χρήση ιονισμένων αερίων που έχουν παραχθεί σε θερμοκρασία δωματίου και ατμοσφαιρική πίεση, γι' αυτό και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς δεν απαιτούνται ακραίες συνθήκες. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου αποτελεί η αρχική συγκέντρωση των κυττάρων. Σύμφωνα με μελέτες ο ρυθμός μείωσης είναι αντιστρόφως ανάλογος με την αρχική συγκέντρωση των κυττάρων.<sup>[12]</sup>

Η επεξεργασία με ψυχρό πλάσμα παρέχει μία αποτελεσματική μέθοδο απενεργοποίησης πολλών διαφορετικών τύπων μικροοργανισμών όπως σπόρια, ιοί και μερικές ζύμες και μύκητες. Απαιτούνται περαιτέρω έρευνες σχετικά με τις θρεπτικές και χημικές αλλαγές που προκαλούνται από το ψυχρό πλάσμα, για να εξακριβωθεί πλήρως η επίδραση στην ποιότητα του τροφίμου και να επιβεβαιωθεί ότι δεν παράγονται βλαβερά παραπροϊόντα.<sup>[13]</sup>

Όσον αφορά τον καθαρισμό, το ψυχρό πλάσμα (RF και DC) είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων. Δεν μπορεί να απομακρύνει μεγάλες μάζες είτε είναι οργανικές είτε ανόργανες. Μόνο μη ορατά στρώματα ελαίων και υποσωματίδια μπορούν να απομακρυνθούν με ψυχρό πλάσμα. Γι' αυτό και η χημική απολύμανση με πλάσμα ονομάζεται καθαρισμός υψηλής ποιότητας.<sup>[3]</sup>

#### **2.4.2. Χημική αποστείρωση**

Τα διαθέσιμα χημικά αποστειρωτικά για χρήση στην επεξεργασία τροφίμων ποικίλουν στη χημική σύσταση και τη δραστηριότητα, ανάλογα με τις συνθήκες. Γενικά, όσο υψηλότερη η συγκέντρωση του αποστειρωτικού, τόσο γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη η δράση του. Θα πρέπει να υπάρχει γνώση των χαρακτηριστικών κάθε χημικού αποστειρωτικού, έτσι ώστε να επιλέγεται το κατάλληλο για μια συγκεκριμένη εφαρμογή αποστείρωσης. Επειδή τα χημικά αποστειρωτικά δεν έχουν την ικανότητα διείσδυσης και οι μικροοργανισμοί εμφανίζονται σε εσοχές, ρωγμές, θύλακες και σε ανόργανους ρύπους μπορεί να μην καταστρέφονται πλήρως. Για να είναι αποτελεσματικά τα αποστειρωτικά, όταν συνδυάζονται με καθαριστικά, η θερμοκρασία του διαλύματος καθαρισμού θα πρέπει να είναι 55°C ή μικρότερη. Η δραστηριότητα των αποστειρωτικών (ειδικά των χημικών) επηρεάζεται από φυσικοχημικούς παράγοντες όπως:

- *Χρόνος έκθεσης:* Μελέτες έχουν δείξει ότι ο θάνατος ενός μικροβιακού πληθυσμού ακολουθεί λογαριθμικό μοντέλο, υποδεικνύοντας ότι το 90% του πληθυσμού θανατώνεται σε μια μονάδα του χρόνου, το 90% του πληθυσμού που επέμεινε στην επόμενη μονάδα του χρόνου, αφήνοντας μόνο 1% του αρχικού πληθυσμού. Το μικροβιακό φορτίο και ο πληθυσμός των κυττάρων ποικίλουν ως προς την ευαισθησία σε ένα αποστειρωτικό λόγω ηλικίας, δημιουργίας σπορίων και άλλοι φυσικοί παράγοντες καθορίζουν το χρόνο που απαιτείται, ώστε να είναι αποτελεσματικό ένα αποστειρωτικό.
- *Θερμοκρασία:* Ο ρυθμός ανάπτυξης των μικροοργανισμών και ο ρυθμός θανάτου λόγω εφαρμογής χημικών θα αυξηθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας. Υψηλότερη θερμοκρασία γενικά μειώνει την επιφανειακή



τάση, αυξάνει το pH, μειώνει το ιξώδες και δημιουργεί άλλες αλλαγές οι οποίες μπορεί να βοηθήσουν τη βακτηριακή δραστηριότητα. Γενικά ο βαθμός αποστείρωσης υπερβαίνει κατά πολύ το ρυθμό ανάπτυξης των βακτηρίων, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα της αυξανόμενης θερμοκρασίας είναι να αυξήσει το ρυθμό καταστροφής των μικροοργανισμών.

- *Συγκέντρωση*: Αύξηση της συγκέντρωσης του αποστειρωτικού, αυξάνει το ρυθμό καταστροφής των μικροοργανισμών.
- *pH*: Η δραστηριότητα των αντιμικροβιακών παραγόντων μπορεί να επηρεαστεί δραματικά από μικρές μεταβολές στο pH του μέσου. Γενικά η αποτελεσματικότητα ενώσεων χλωρίου και ιωδίου μειώνεται με αύξηση του pH.
- *Καθαρότητα του εξοπλισμού*: Υποχλωριώδη, ενώσεις χλωρίου, ενώσεις ιωδίου και άλλα αποστειρωτικά μπορεί να αντιδράσουν με τα οργανικά υλικά των ρύπων τα οποία δεν έχουν απομακρυνθεί από τον εξοπλισμό και άλλες επιφάνειες. Αποτυχία σωστού καθαρισμού των επιφανειών μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα του αποστειρωτικού.
- *Σκληρότητα νερού*: Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου είναι μη συμβατές με άλατα ασβεστίου και μαγνησίου και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται πάνω από 200ppm ασβεστίου στο νερό ή χωρίς ένα απομονωτικό ή χηλικό παράγοντα. Όσο αυξάνεται η σκληρότητα του νερού, τόσο μειώνεται η αποτελεσματικότητα του αποστειρωτικού.
- *Προσκόλληση βακτηρίων*: Έχει αποδειχτεί ότι η προσκόλληση συγκεκριμένων βακτηρίων σε στερεή επιφάνεια προσδίδει αυξημένη αντίσταση στο χλώριο.<sup>[1]</sup>

Τα χημικά αποστειρωτικά εφαρμόζονται συνήθως με μία από τις ακόλουθες μεθόδους.

- *Ψεκασμός*: Σε αυτή τη μέθοδο εφαρμογής το αποστειρωτικό διαλύεται στο νερό και χρησιμοποιείται μία συσκευή ψεκασμού, για να μεταφέρει το αποστειρωτικό στην περιοχή που θα αποστειρωθεί.
- *Αερόλυμα*: Η μέθοδος αυτή εφαρμόζει το αποστειρωτικό ως αερόλυμα για αποστείρωση του αέρα και των επιφανειών.
- *Υπερχείλιση*: Το αποστειρωτικό διαλύεται στο νερό και εφαρμόζεται σε μεγάλες ποσότητες, ώστε να εξασφαλιστεί εκτεταμένη έκθεση. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος νερού και αποστειρωτικού και οι υγρές συνθήκες που δημιουργούνται.
- *Εμβάπτιση*: Η βύθιση εργαλείων και κομματιών του εξοπλισμού σε δεξαμενή που περιέχει το διάλυμα αποστείρωσης.
- *Καθαρισμός εσωτερικού δικτύου*: Αποστείρωση με κυκλοφορία του αποστειρωτικού σε σύστημα σωληνώσεων.<sup>[4]</sup>

## Βιβλιογραφία

1. Cramer M., 2006, Food Plant Sanitation - Design, Maintenance and Good Manufacturing Practices, pp. 125 - 153
2. Lelieveld H. L. M., 2003, Hygiene in Food Processing, Woodhead Publishing Limited, pp. 235 - 271
3. Stanga M., 2010 , Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, pp. 459 – 470, 473 – 475, 499 - 552
4. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, pp. 165 - 170
5. Hui Y. H., 2003, Food Plant Sanitation, ch. 9
6. Bernbom N. et al, 2011, *Listeria monocytogenes* survival of UV-C radiation is enhanced by presence of sodium chloride, organic food material and by bacterial biofilm formation *International Journal of Food Microbiology* 147, 69–73
7. Chun H.H. et al, 2010, *Effect of UV-C irradiation on the inactivation of inoculated pathogens and quality of chicken breasts during storage*, *Food Control* 21, 276–280
8. Begum M. Et al, 2009, *Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UVC) irradiation*, *International Journal of Food Microbiology* 129, 74–77
9. Huang Y. R. et al., 2008, *Application of electrolyzed water in the food industry*, *Food Control* 19, 329-345
10. Popovic S. et al., 2010, *Application of an ultrasound field in chemical cleaning of ceramic tubular membrane fouled with whey proteins*, *Journal of Food Engineering* 101, 296–302
11. Bárdos L., Baránková H., 2010, *Cold atmospheric plasma: Sources, processes, and applications*, *Thin Solid Films* 518, 6705–6713
12. Fernández A. et al., 2011, *Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of Salmonella enterica serovar Typhimurium*, *International Journal of Food Microbiology*
13. Fernández A., Thompson A., 2011, *The inactivation of Salmonella by cold atmospheric plasma treatment*, *Food Research International*

## **Κεφάλαιο 3. Μέσα καθαρισμού**

### **3.1. Εξοπλισμός καθαρισμού (Cleaning equipment)**

Ο εξοπλισμός καθαρισμού εγκαταστάσεων τροφίμων παρουσιάζει ποικιλία. Ωστόσο, δεν υπάρχουν μονάδες καθαρισμού παντός σκοπού, καθώς θα έπρεπε να έχουν πάρα πολλές φυσικές και χημικές προδιαγραφές. Γι' αυτό υπάρχουν διαφορετικοί τύποι εξοπλισμού καθαρισμού για κάθε χρήση.

Ο μηχανικός καθαρισμός και ο εξοπλισμός καθαρισμού λαμβάνονται σοβαρά υπόψη καθώς μπορούν να μειώσουν το χρόνο καθαρισμού και να αυξήσουν την αποδοτικότητά του. Ένα αποδοτικό σύστημα μπορεί να μειώσει το εργατικό κόστος μέχρι και 50%. Εκτός από την υψηλή απόδοση και τη μείωση του κόστους, μία μηχανική μονάδα καθαρισμού μπορεί να απομακρύνει τους ρύπους από τις επιφάνειες πιο εύκολα απ' ό,τι η χειρωνακτική μέθοδος.

Ο καθαρισμός γενικά επιτυγχάνεται με χειρωνακτική εργασία με βασικά εφόδια και εξοπλισμό ή με τη χρήση μηχανικού εξοπλισμού που εφαρμόζει το μέσο καθαρισμού (συνήθως νερό), το καθαριστικό και το αποστειρωτικό. Το προσωπικό καθαρισμού θα πρέπει να προμηθεύεται με τα απαραίτητα εργαλεία και εξοπλισμό, ώστε να επιτύχει τον καθαρισμό στο μικρότερο χρόνο και με τη μικρότερη προσπάθεια. Επίσης θα πρέπει να παρέχεται αποθηκευτικός χώρος για τα χημικά, τα εργαλεία και το φορητό εξοπλισμό.

Μια σωστά διοικούμενη εταιρία δεν θα έκανε μεγάλες δαπάνες σε αποδοτικό καθαρισμό και εξοπλισμό καθαρισμού χωρίς να έχει εξειδικευμένους υπαλλήλους να χειριστούν τον εξοπλισμό αυτό και κατάλληλο προσωπικό για να επιβλέπει τις διεργασίες.<sup>[1], [2]</sup>

#### **3.1.1. Μηχανικά λειαντικά (Mechanical abrasives)**

Αν και τα λειαντικά όπως το σύρμα και οι μπάλες χαλκού μπορούν να απομακρύνουν αποτελεσματικά τους ρύπους, όταν πραγματοποιείται χειρωνακτική εργασία, δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε επιφάνειες που έρχονται σε άμεση επαφή με το τρόφιμο. Μικρά κομμάτια αυτών των μέσων μπορεί να ενσωματωθούν στο υλικό κατασκευής του εξοπλισμού και να προκαλέσουν διάβρωση (ειδικά στο ανοξείδωτο χάλυβα), ή μπορεί να προσκολληθούν στα τρόφιμα. Καθαριστικά υφάσματα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα των λειαντικών ή για άλλους σκοπούς καθώς εξαπλώνουν μούχλες και βακτήρια. Εφόσον είναι απαραίτητο, θα πρέπει να βράζονται και να αποστειρώνονται πριν τη χρήση.

#### **3.1.2. Μάνικες νερού (Water hoses)**

Οι μάνικες θα πρέπει να έχουν αρκετά μεγάλο μήκος, ώστε να φτάνουν σε όλες τις περιοχές που πρόκειται να καθαριστούν, αλλά όχι μεγαλύτερο από όσο χρειάζεται. Για γρήγορο και αποτελεσματικό καθάρισμα, οι μάνικες θα πρέπει να είναι εξοπλισμένες με ακροφύσιο, ώστε να παράγουν ψεκασμό που θα καλύπτει τις

επιφάνειες που καθαρίζονται. Τα κυρτού τύπου ακροφύσια είναι πιο αποτελεσματικά για καθαρισμό γύρω και κάτω από τον εξοπλισμό. Για συνδυασμό πλύσης και σκουπίσματος απαιτείται βούρτσα ψεκασμού. Οι μάνικες καθαρισμού θα πρέπει να έχουν μια βαλβίδα ελέγχου ροής, ώστε να εξοικονομείται νερό, να μειώνεται η διασπορά του νερού και να διευκολύνεται η αλλαγή των στομιών. Επίσης οι μάνικες θα πρέπει να απομακρύνονται από το χώρο παραγωγής μετά τον καθαρισμό, αλλά και να καθαρίζονται, να αποστειρώνονται και να κρεμιούνται, ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το πάτωμα.<sup>[1]</sup>

### **3.1.3. Βούρτσες (Brushes)**

Οι βούρτσες που χρησιμοποιούνται για χειροκίνητο ή μηχανικό καθαρισμό, θα πρέπει να ταιριάζουν στο σχήμα της επιφάνειας που καθαρίζεται. Αυτές που είναι εξοπλισμένες με κεφαλή ψεκασμού είναι αποτελεσματικές στον καθαρισμό επιφανειών σε διεργασίες όπου απαιτείται συνδυασμός ψεκασμού νερού και βουρτσίσματος. Οι βούρτσες θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σκληρές, χωρίς όμως να προκαλούν ζημιά στις επιφάνειες.

Κατασκευάζονται από διάφορα υλικά όπως τρίχες αλόγου, γουρουνιού, ίνες, αλλά το πιο συνηθισμένο είναι το νάιλον. Πιο τραχείες ίνες χρησιμοποιούνται για υψηλής αντοχής τρίψιμο. Οι ίνες από φοίνικα χρησιμοποιούνται σε βούρτσες για αποτελεσματικό καθαρισμό μεταλλικών επιφανειών και τοίχων. Όλες οι βούρτσες από νάιλον έχουν δυνατές, εύκαμπτες και ανθεκτικές ίνες που δεν απορροφούν το νερό. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται βούρτσες από απορροφητικά υλικά.<sup>[1], [3]</sup>

### **3.1.4. Ξέστρες, Σφουγγάρια και Ελαστικά μάκτρα (Scrappers, Sponges and Squeegees)**

Μερικές φορές χρειάζονται ξέστρες για την απομάκρυνση ανθεκτικών αποθέσεων. Τα σφουγγάρια και τα ελαστικά μάκτρα χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό δεξαμενών, όταν δεν είναι δυνατός ο μηχανικός καθαρισμός.

### **3.1.5. Αντλίες νερού υψηλής πίεσης (High-pressure water pumps)**

Οι αντλίες νερού υψηλής πίεσης μπορεί να είναι σταθερές ή φορητές, ανάλογα με τον όγκο και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Οι φορητές μονάδες είναι συνήθως μικρότερες από τις εγκατεστημένες. Η χωρητικότητα των φορητών είναι μεταξύ 40 και 75L/min με πίεση μέχρι 41,5kg/cm<sup>2</sup>. Οι σταθερές μονάδες έχουν χωρητικότητα από 55 έως 475L/min. Οι αντλίες με πιστόνια παρέχουν μέχρι 300L/min και οι τουρμπίνες πολλαπλών βαθμίδων μέχρι 475L/min, με πιέσεις μέχρι 61,5kg/cm<sup>2</sup>. Η χωρητικότητα και η πίεση ποικίλλουν ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Σε μια σταθερή μονάδα, το νερό αντλείται από το εργοστάσιο και έξοδοι είναι τοποθετημένοι σε όλες τις περιοχές που καθαρίζονται για μεγαλύτερη ευκολία. Η επιλογή ανάμεσα σε σταθερή ή φορητή μονάδα εξαρτάται από την επιθυμητή χωρητικότητα και πίεση, καθώς και την ευκολία μετακίνησης της φορητής μονάδας.

Οι αντλίες υψηλής πίεσης – μεγάλου όγκου, χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται συμπληρωματικό θερμό νερό υψηλής πίεσης. Επειδή ο εξοπλισμός αυτός χρησιμοποιεί μεγάλο όγκο νερού και καθαριστικών, συχνά θεωρείται ανεπαρκής. Με μικρότερο όγκο και χαμηλότερη θερμοκρασία επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματικό καθάρισμα.

### **3.1.6. Μονάδες ψεκασμού χαμηλής πίεσης – υψηλής θερμοκρασίας (Low-Pressure, High-Temperature Spray Units)**

Μπορεί να είναι φορητές ή σταθερές. Οι φορητές αποτελούνται από μάνικα, ακροφύσια, δεξαμενή και αντλία. Η πίεση είναι μικρότερη από  $35\text{kg/cm}^2$ . Οι σταθερές μονάδες μπορούν να λειτουργήσουν στην κύρια παροχή θερμού νερού ή να χρησιμοποιηθεί αντλία. Η χρήση αυτών των μονάδων γίνεται, επειδή δεν υπάρχει ελεύθερος ατμός στο περιβάλλον, η διασπορά του νερού κατά τη διάρκεια της χρήσης είναι περιορισμένη, οι διεργασίες διαπότισης δεν είναι πρακτικές και το βούρτσισμα με τα χέρια είναι δύσκολο και χρονοβόρο.

### **3.1.7. Μονάδες υψηλής πίεσης – θερμού νερού (High-Pressure, Hot-Water Units)**

Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούν ατμό από  $3,5$  έως  $8,5\text{kg/cm}^2$  και νερό που δεν έχει θερμανθεί σε πιέσεις πάνω από  $1\text{kg/cm}^2$ . Μετατρέπουν την ενέργεια του ατμού σε πίεση στη γραμμή διανομής. Ταυτόχρονα, το καθαριστικό αναμιγνύεται στις επιθυμητές αναλογίες με το θερμό νερό. Ο εξοπλισμός αυτός είναι εύκολος στη χρήση, αλλά είναι το ίδιο αναποτελεσματικός με τις αντλίες νερού υψηλής πίεσης – μεγάλου όγκου.

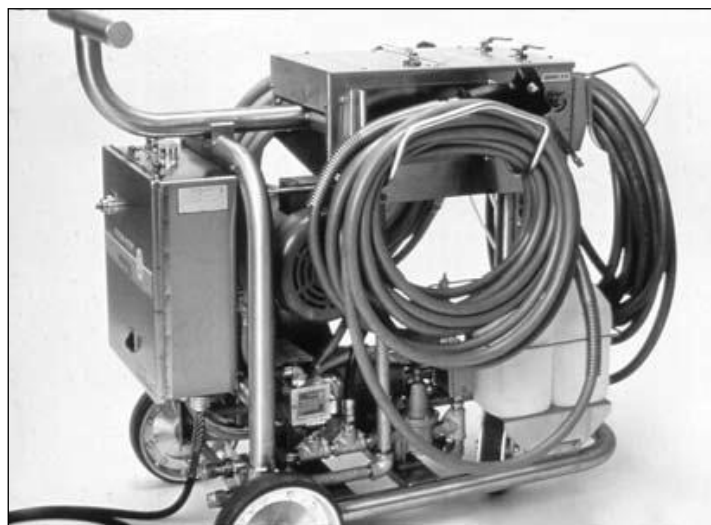
### **3.1.8. Πιστόλι Ατμού (Steam Gun)**

Διάφορα πιστόλια ατμού που αναμιγνύουν ατμό με νερό ή/και καθαριστικά με αναρρόφηση είναι διαθέσιμα. Αν και αυτός ο εξοπλισμός βρίσκει εφαρμογές, καταναλώνει πολύ μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Επίσης αυξάνει τη συμπύκνωση ατμού, γεγονός που οδηγεί σε ανάπτυξη μούχλας στους τοίχους και τις οροφές. Εξοπλισμός υψηλής πίεσης – μικρού όγκου είναι γενικά το ίδιο αποτελεσματικός με τα πιστόλια ατμού, εάν χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα καθαριστικά.

### **3.1.9. Φορητός εξοπλισμός καθαρισμού υψηλής πίεσης – μικρού όγκου (Portable High-Pressure, Low-Volume Cleaning Equipment)**

Μια φορητή μονάδα καθαρισμού υψηλής πίεσης – μικρού όγκου, περιέχει μία αντλία υψηλής πίεσης, ένα δοχείο αποθήκευσης καθαριστικού και μία γραμμή διανομής με ακροφύσιο. Η αντλία παρέχει την απαραίτητη πίεση και το ακροφύσιο ρυθμίζει την πίεση και τον όγκο. Η μονάδα μετρά αυτόματα την προκαθορισμένη ποσότητα καθαριστικού από το δοχείο και το αναμιγνύει στην επιθυμητή αναλογία νερού. Η

ιδανική μονάδα παρέχει το διάλυμα περίπου στους 55°C με 20 - 80kg/cm<sup>2</sup> πίεσης και έως 12L/min, ανάλογα με τις προδιαγραφές του εξοπλισμού και το σχεδιασμό του ακροφύσιου.



Εικόνα 3.1 Φορητή μονάδα καθαρισμού υψηλής πίεσης – μικρού όγκου

Η ταχύτητα, ή η δύναμη του διαλύματος καθαρισμού στην επιφάνεια είναι ο κύριος παράγοντας που συνεισφέρει στην αποτελεσματικότητα του καθαρισμού. Ο εξοπλισμός υψηλής πίεσης – μικρού όγκου είναι απαραίτητος για μείωση της κατανάλωσης νερού και καθαριστικού. Είναι λιγότερο επικίνδυνος από τον εξοπλισμό υψηλής πίεσης – μεγάλου όγκου, επειδή ο μικρός όγκος συνεπάγεται μικρότερη δύναμη όσο αυξάνεται η απόσταση από το ακροφύσιο.

Ο εξοπλισμός υψηλής πίεσης – μικρού όγκου είναι σχετικά φθηνός και συνδέεται γρήγορα. Απαιτεί περισσότερη εργασία από τις σταθερές μονάδες, επειδή είναι αναγκαία η μεταφορά καθόλη τη διάρκεια του καθαρισμού και παρέχεται λιγότερος αυτοματισμός χωρίς ένα κεντρικό σύστημα. Επίσης δεν είναι τόσο ανθεκτικός και μπορεί να χρειαστεί εκτεταμένη συντήρηση.

Ο εξοπλισμός αυτός συνιστάται για μικρά εργοστάσια καθώς είναι εύκολο να μετακινηθεί ανάμεσα στις εγκαταστάσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθαρισμό εξοπλισμού και επιφανειών του κτιρίου και στις ταινίες μεταφοράς, αλλά και όπου το βούρτσισμα με τα χέρια είναι δύσκολο και χρονοβόρο.

### **3.1.10. Φορητή μονάδα καθαρισμού με αφρό (Portable Foam Cleaning)**

Με αυτή τη μονάδα καθαρισμού, ο αφρός αποτελεί το μέσο για την εφαρμογή του καθαριστικού. Το καθαριστικό αναμιγνύεται με νερό και αέρα για να σχηματίσει αφρό. Ο αφρός είναι ορατός και επιτρέπει στους εργαζόμενους να βλέπουν πού έχει εφαρμοστεί καθαριστικό.

Ο καθαρισμός με αφρό παρουσιάζει πλεονέκτημα στις μεγάλες επιφάνειες, λόγω της ικανότητας του αφρού να προσκολλάται, αυξάνοντας έτσι το χρόνο επαφής του καθαριστικού. Χρησιμοποιείται συνήθως για τον καθαρισμό του εσωτερικού και

εξωτερικού εξοπλισμών μεταφοράς, τις οροφές, τους τοίχους, τις σωληνώσεις και τα δοχεία αποθήκευσης. Το μέγεθος και το κόστος του εξοπλισμού είναι αντίστοιχα με αυτά των φορητών μονάδων υψηλής πίεσης.



Εικόνα 3.2 Φορητή μονάδα καθαρισμού με αφρό

### 3.1.11. Φορητές μονάδες καθαρισμού με πήγμα (Portable Gel Cleaning)

Το σύστημα αυτό είναι παρόμοιο με τις φορητές μονάδες υψηλής πίεσης, μόνο που το καθαριστικό εφαρμόζεται ως πήγμα (λόγω περιορισμών του αέρα), παρά ως αφρός ή σπρέι υψηλής πίεσης. Είναι αποτελεσματικό στον καθαρισμό εξοπλισμού συσκευασίας τροφίμων, επειδή το πήγμα προσκολλάται στα κινητά μέρη και απομακρύνει τους ρύπους. Το κόστος του εξοπλισμού είναι συγκρίσιμο με αυτό των φορητών μονάδων αφρού και υψηλής πίεσης.<sup>[1]</sup>

### 3.1.12. Πλυντήρια γυάλινων περιεκτών (Bottlewashers)

Οι γυάλινοι περιέκτες καθαρίζονται σε πλυντήρια, τα οποία διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Απλής εισόδου: Είσοδος και έξοδος από το ίδιο σημείο. Τα πλυντήρια αυτά είναι μέσης και μικρής χωρητικότητας και καθαρίζουν έως 40000 γυάλινους περιέκτες/h.
- Εισόδου-εξόδου: Διαθέτουν διαφορετικό σημείο εισόδου-εξόδου και είναι μεγαλύτερης χωρητικότητας από τα πλυντήρια μονής εισόδου καθώς καθαρίζουν έως 100000 γυάλινους περιέκτες/h.<sup>[4]</sup>

### Βιβλιογραφία

1. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, pp.190-196
2. Hui Y. H., 2003, Food Plant Sanitation, ch. 9
3. Cramer M., 2006, Food Plant Sanitation - Design, Maintenance and Good Manufacturing Practices, pp. 125 – 153
4. Stanga M., 2010, Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, 185 - 190

## **Κεφάλαιο 4. Συστήματα καθαρισμού**

### **4.1. Κεντρικό σύστημα υψηλής πίεσης – μικρού όγκου (Centralized High-Pressure, Low-Volume Systems)**

Το σύστημα αυτό, βασίζεται στην ίδια αρχή με τη φορητή μονάδα υψηλής πίεσης – μικρού όγκου. Τα κεντρικά συστήματα χρησιμοποιούν αντλίες με πιστόνια ή τουρμπίνες πολλαπλών βαθμίδων για την παραγωγή πίεσης και όγκου. Όπως και ο φορητός εξοπλισμός η δράση της υψηλής πίεσης είναι ουσιαστικά η ενέργεια πρόσκρουσης του νερού στους ρύπους και την επιφάνεια. Οι αντλίες, οι μάνικες, οι βαλβίδες και τα ακροφύσια ενός κεντρικού συστήματος καθαρισμού υψηλής πίεσης θα πρέπει να είναι ανθεκτικά σε όξινα και αλκαλικά καθαριστικά. Το κεντρικό σύστημα είναι πιο ευέλικτο, επαρκές, ασφαλές και βολικό καθώς ο ατμός δεν εμποδίζει την ορατότητα, ούτε εγκυμονεί κινδύνους για το προσωπικό.

Εάν δεν χρησιμοποιείται σωστά, μπορεί να γίνει αντιπαραγωγικό, εκτοξεύοντας τους ρύπους προς όλες τις κατευθύνσεις. Γι' αυτό θα πρέπει να προηγείται έκπλυση με χαμηλή πίεση.

Ένα κεντρικό σύστημα καθαρισμού υψηλής πίεσης μπορεί να προσφέρει μεγάλη ευελιξία, όταν υπάρχουν διαθέσιμες υποδοχές στις περιοχές που πρόκειται να καθαριστούν. Διάφορα καθαριστικά (όξινα, αλκαλικά, ουδέτερα αλλά και αποστειρωτικά), μπορούν να διοχετευθούν στο σύστημα και μέσω μηχανικών κεφαλών ψεκασμού να επιτευχθεί καθαρισμός και έκπλυση.

Τα κεντρικά συστήματα είναι πολύ πιο ακριβά από τα φορητά καθώς συνήθως εγκαθίστανται κατά παραγγελία. Το κόστος μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και την ευελιξία του συστήματος.<sup>[1]</sup>

### **4.2. Κεντρικό σύστημα καθαρισμού με αφρό (Centralized Foam Cleaning)**

Ο εξοπλισμός αυτός εφαρμόζει τα καθαριστικά με την ίδια τεχνική που χρησιμοποιείται και στις φορητές μονάδες καθαρισμού με αφρό, με τη διαφορά ότι στο κεντρικό σύστημα υπάρχουν σημεία σε όλο το εργοστάσιο όπου μπορεί να γίνει γρήγορη σύνδεση με πιστόλια αφρού. Επίσης το κεντρικό σύστημα παρέχει όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που έχει και το κεντρικό σύστημα καθαρισμού υψηλής πίεσης. Το καθαριστικό αναμιγνύεται αυτόματα με νερό και αέρα όπως και στις φορητές μονάδες.<sup>[1]</sup>

### **4.3. Κεντρικό σύστημα ή φορητή μονάδα καθαρισμού με αραιό πήγμα (Centralized or Portable Slurry Cleaning)**

Αυτή η μέθοδος είναι ίδια με τον καθαρισμό με αφρό, μόνο που αναμιγνύεται λιγότερος αέρας με το καθαριστικό. Έτσι διαμορφώνεται ένα αραιό πήγμα που είναι πιο ρευστό από τον αφρό και διεισδύει σε ανώμαλες επιφάνειες πιο αποτελεσματικά. Οι χρόνοι επαφής είναι μικρότεροι σε σχέση με τον αφρό, αφού ο αφρός έχει μεγαλύτερη δύναμη προσκόλλησης.<sup>[1]</sup>



#### **4.4. Συνδυασμός κεντρικού συστήματος υψηλής πίεσης και καθαρισμού με αφρό (Combination Centralized High-Pressure and Foam Cleaning)**

Αυτή η διάταξη είναι η ίδια όπως το κεντρικό σύστημα υψηλής πίεσης, μόνο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αφρός. Η μέθοδος αυτή προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία από τους περισσότερους εξοπλισμούς καθαρισμού, επειδή ο αφρός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες επιφάνειες και η υψηλή πίεση σε ταινίες μεταφοράς και σε λιγότερο προσιτές περιοχές. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ακριβό με διακυμάνσεις ανάλογα το μέγεθος.<sup>[1]</sup>

#### **4.5. Σύστημα καθαρισμού κλειστού κυκλώματος (Cleaning In Place)**

Αρχικά ο καθαρισμός γινόταν χειρωνακτικά και εξακολουθεί να γίνεται με αυτό τον τρόπο σε μικρής κλίμακας καθαρισμούς. Στον καθαρισμό μεγάλης κλίμακας όπου εμπλέκονται πιο σύνθετα μέρη του εξοπλισμού ο πιο συνήθης τρόπος καθαρισμού είναι με συστήματα καθαρισμού κλειστού κυκλώματος (CIP).

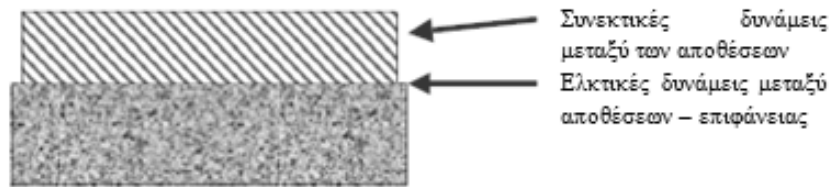
Οι μονάδες CIP αποτελούνται από δοχεία για αποθήκευση και ανάκτηση των διαλυμάτων καθαρισμού, μαζί με βαλβίδες, αντλίες και σωληνώσεις. Παρουσιάζουν ποικιλία στην πολυπλοκότητα και το βαθμό αυτοματισμού και κατά συνέπεια στην αποτελεσματικότητα και το κόστος. Για παράδειγμα ένα σύστημα μίας χρήσης (single-use) είναι συνήθως ακριβό, αλλά περισσότερο αποτελεσματικό. Συστήματα πλήρους ανάκτησης με μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης είναι οικονομικά, αλλά απαιτούν προσεκτική παρακολούθηση για την αποφυγή συσσώρευσης υπολειμμάτων στις δεξαμενές, ενώ στην περίπτωση αυτή χρειάζεται ανανέωση των διαλυμάτων καθαρισμού σε καθημερινή βάση.<sup>[2]</sup>

Εξαιτίας του κόστους εγκατάστασης και της δυσκολίας καθαρισμού ορισμένων τύπων εξοπλισμού, τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε γαλακτοβιομηχανίες και στη ζυθοποιία. Συνεπώς τα συστήματα CIP χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένους καθαρισμούς και βρίσκουν καλύτερη εφαρμογή στον καθαρισμό σωληνώσεων, εναλλακτών θερμότητας, μηχανών φυγοκέντρησης και ομογενοποιητών. Η εγκατάσταση ενός συστήματος CIP μπορεί να ποικίλλει στον αυτοματισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις καθαρισμού, από απλά συστήματα μέχρι πλήρως αυτοματοποιημένα. Η επιλογή βασίζεται στη διαθεσιμότητα κεφαλαίου, το κόστος καθαρισμού και τον τύπο του ρύπου.

Η αρχή ενός συστήματος CIP είναι συνδυασμός της χημικής δραστηριότητας του καθαριστικού και μηχανικής ενέργειας. Το διάλυμα του καθαριστικού διανέμεται στις επιφάνειες και εφαρμόζεται ο κατάλληλος χρόνος, θερμοκρασία και δύναμη. Για να είναι αποδοτικό ένα τέτοιο σύστημα, θα πρέπει να εφαρμοστεί ένας σχετικά μεγάλος όγκος διαλύματος για τουλάχιστον 5min μέχρι και 1h. Επίσης η επανακυκλοφορία του διαλύματος καθαρισμού είναι απαραίτητη για επαναλαμβανόμενη έκθεση και για εξοικονόμηση νερού, ενέργειας και καθαριστικών.

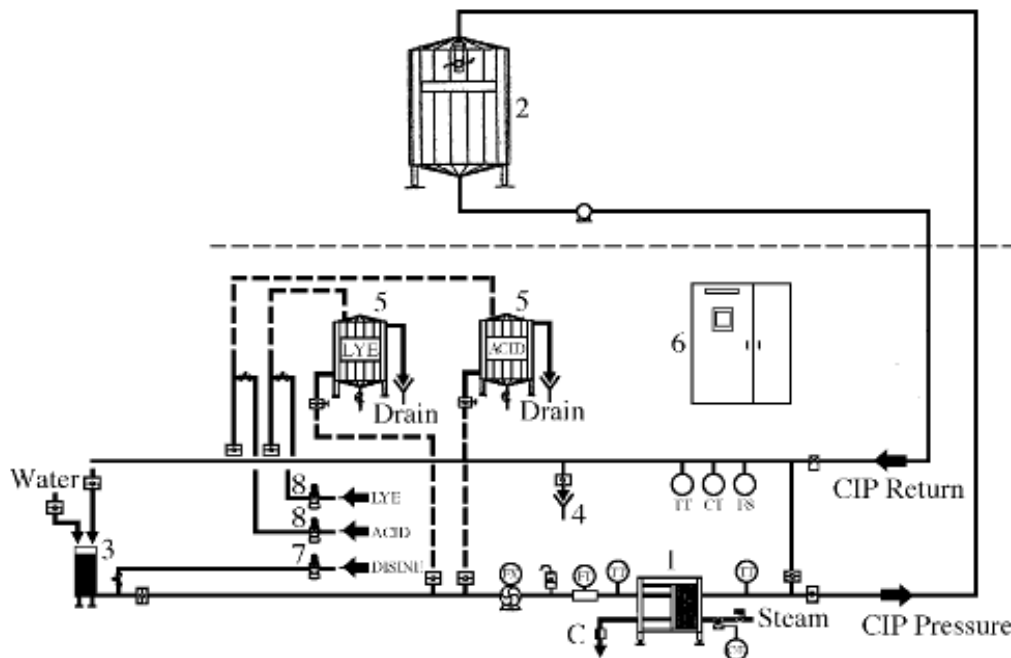
Τα συστήματα CIP ουσιαστικά περιλαμβάνουν τη ροή ενός ρευστού κατά μήκος των αποθέσεων (είτε με ψεκασμό είτε με ροή σε σωληνώσεις), χρησιμοποιώντας φυσικές και χημικές δυνάμεις. Ο καθαρισμός πρέπει να ξεπεράσει τις συνεκτικές δυνάμεις που

ενώνουν τα υλικά μεταξύ τους και τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των αποθέσεων και της επιφάνειας (σχήμα 4.1).<sup>[3]</sup>



Σχήμα 4.1 Συνεκτικές και ελκτικές δυνάμεις

Κατάλληλα σχεδιασμένα συστήματα CIP είναι ικανά για καθαρισμό συγκεκριμένου εξοπλισμού το ίδιο αποτελεσματικά με το να αποσυναρμολογηθούν και να καθαριστούν χειρωνακτικά. Σε πολλά εργοστάσια τα συστήματα CIP έχουν αντικαταστήσει ολικώς ή μερικώς τον καθαρισμό με τα χέρια.



1. Εναλλάκτης θερμότητας, 2. Κύκλωμα καθαρισμού (π.χ. δεξαμενή), 3. Δεξαμενή κυκλοφορίας, 4. Αποστράγγιση, 5. Δεξαμενές διαλυμάτων καθαρισμού, 6. Πίνακας ελέγχου, 7. Αντλία μέτρησης αποστειρωτικού, 8. Αντλία μέτρησης καθαριστικού, TT: Μετρητής θερμοκρασίας, FS: Διακόπτης ροής, CT: Μετρητής αγωγιμότητας, FX: Έλεγχος συχνότητας, FT: Μετρητής ροής

Εικόνα 4.1 Σύστημα καθαρισμού κλειστού κυκλώματος<sup>[4]</sup>

Οι σωληνώσεις και άλλα μέρη του εξοπλισμού μπορούν να καθαριστούν με ένα διάλυμα καθαρισμού υψηλής ταχύτητας το οποίο επανακυκλοφορεί στο σύστημα. Η ανάπτυξη κυκλωμάτων είναι σημαντική. Τα κυκλώματα πρέπει να είναι ευέλικτα. Η τοποθέτηση κάθε σωληνώσεως θα πρέπει να είναι μόνιμη και να βασίζεται στη λειτουργία της κατά τη διάρκεια του καθαρισμού. Οι μεγάλες διεργασίες καθαρισμού μπορεί να χωριστούν σε πιο μικρά κυκλώματα για χωριστό καθαρισμό.

Η χρήση βαλβίδων αποστράγγισης βοηθά στην απομάκρυνση του νερού και των καθαριστικών κατευθείαν στην αποχέτευση αντί να καταλήγουν στο πάτωμα. Οι βαλβίδες αποστράγγισης και οι βοηθητικές δεξαμενές καθαρισμού επιτρέπουν το πλύσιμο με καθαρό νερό, την απομάκρυνση στην αποχέτευση, την επανακυκλοφορία του διαλύματος καθαρισμού και το ξέβγαλμα με καθαρό νερό από τη δεξαμενή εφοδιασμού με ακόλουθη απομάκρυνση στην αποχέτευση.

Υπάρχουν δύο βασικά συστήματα CIP. Τα συστήματα μίας χρήσης (single-use) και τα συστήματα επαναχρησιμοποίησης (reuse). Συστήματα που χρησιμοποιούν συνδυασμό χαρακτηριστικών και των δύο συστημάτων ονομάζονται συστήματα πολλαπλών χρήσεων (multiuse).<sup>[1]</sup>

Ο εξοπλισμός ενός συστήματος κλειστού κυκλώματος, θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε:

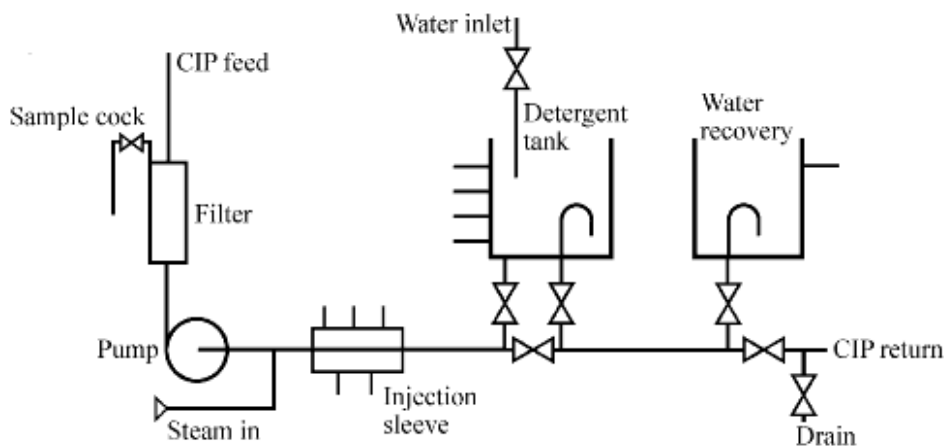
- Το διάλυμα καθαρισμού να κυκλοφορεί μέσω του κυκλώματος και να έρχεται σε επαφή με όλες τις εσωτερικές επιφάνειες.
- Να πραγματοποιείται πλήρης αποστράγγιση του διαλύματος καθαρισμού.
- Να υπάρχουν σημεία πρόσβασης, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος του καθαρισμού του κυκλώματος.
- Να έχει εύκολες συνδέσεις, ώστε να γίνεται εύκολη, γρήγορη και ασφαλής αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού.

Σημαντικό στάδιο κατά την εγκατάσταση ενός συστήματος κλειστού κυκλώματος αποτελεί ο συγχρονισμός με το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, ώστε να εξακριβωθεί ότι ο εξοπλισμός λειτουργεί σωστά.<sup>[2], [5]</sup>

#### **4.5.1. Συστήματα μίας χρήσης (Single-Use Systems)**

Τα συστήματα μίας χρήσης χρησιμοποιούν το διάλυμα καθαρισμού μόνο μία φορά. Είναι γενικά μικρές μονάδες, τοποθετημένες συνήθως δίπλα στον εξοπλισμό που πρόκειται να καθαριστεί. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα οι ποσότητες χημικών και νερού που χρησιμοποιούνται να είναι σχετικά μικρές. Για μέρη του εξοπλισμού που μαζεύουν μεγάλο όγκο ρύπων προτιμάται ένα σύστημα καθαρισμού μίας χρήσης καθώς δεν είναι εφικτή η επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος καθαρισμού. Μερικά συστήματα μίας χρήσης έχουν σχεδιαστεί, ώστε να ανακτούν το διάλυμα καθαρισμού και το νερό από προηγούμενο κύκλο καθαρισμού για να το χρησιμοποιήσουν ως αρχικό πλύσιμο του εξοπλισμού στον επόμενο κύκλο καθαρισμού.

Σε σύγκριση με άλλα συστήματα CIP, τα συστήματα μιας χρήσης είναι πιο συμπαγή και έχουν μικρότερο πάγιο κόστος. Είναι λιγότερο περίπλοκα και μπορούν να αγοραστούν μεμονωμένα για ευκολότερη εγκατάσταση.



Εικόνα 4.2 Σχηματική απεικόνιση συστήματος μίας χρήσης<sup>[4]</sup>

Η διαδικασία καθαρισμού του εξοπλισμού όπως δεξαμενές αποθήκευσης διαρκεί περίπου 20min με τα ακόλουθα στάδια:

- Τρία ξεπλύματα των 20s με ενδιάμεσα διαστήματα των 40s για απομάκρυνση των ρύπων. Το νερό οδηγείται με αντλία επιστροφής για αποστράγγιση.
- Το μέσο καθαρισμού αναμιγνύεται με ατμό (εάν χρησιμοποιείται), για να παραχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία απευθείας στο κύκλωμα. Η φάση αυτή διαρκεί 10 - 12min με ακόλουθη αποστράγγιση των χημικών ή επιστροφή τους σε δεξαμενή συγκέντρωσης.
- Δύο ενδιάμεσα πλύσιμα με κρύο νερό για 40s το καθένα με ανάκτηση του νερού ή αποστράγγιση.
- Επιπλέον πλύσιμο με πιθανή χρήση οξέος για μείωση του pH στο 4,5. Ακολουθεί κυκλοφορία σε χαμηλή θερμοκρασία για περίπου 3min, με ακόλουθη αποστράγγιση.<sup>[1]</sup>

#### 4.5.2. Συστήματα επαναχρησιμοποίησης (Reuse Systems)

Τα συστήματα αυτά είναι πολύ σημαντικά για τη βιομηχανία τροφίμων καθώς ανακτούν και επαναχρησιμοποιούν τα διαλύματα καθαρισμού. Η μόλυνση του διαλύματος καθαρισμού είναι ελάχιστη καθώς το μεγαλύτερο μέρος των ρύπων απομακρύνεται κατά την πρώτη έκπλυση του εξοπλισμού. Με αυτόν τον τρόπο τα διαλύματα καθαρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάνω από μία φορά. Για να είναι αποτελεσματικό αυτό το σύστημα, θα πρέπει να παρέχεται το διάλυμα καθαρισμού σε συγκεκριμένη συγκέντρωση.

Στα συστήματα επαναχρησιμοποίησης μαζί με κάθε χημικό παρέχεται και μία δεξαμενή. Μία δεξαμενή θερμού νερού είναι απαραίτητη για εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, εφόσον χρησιμοποιείται πλύσιμο με θερμό νερό.

Τα βασικά μέρη ενός συστήματος επαναχρησιμοποίησης είναι μία δεξαμενή όξινων καθαριστικών, μία δεξαμενή αλκαλικών καθαριστικών, δεξαμενή νερού, δεξαμενή επιστροφής νερού, σύστημα θέρμανσης, τροφοδοσία και αντλίες επιστροφής.

Ρυθμιζόμενες βαλβίδες και συσκευές μέτρησης παρέχονται μαζί με τη διάταξη των σωληνώσεων του συστήματος.

Χρησιμοποιούνται δύο δεξαμενές για επαναχρησιμοποίηση του νερού. Μία για το αρχικό πλύσιμο και μία για ανάκτηση του διαλύματος. Συστήματα με τρεις δεξαμενές χρησιμοποιούν μία για το διάλυμα καθαρισμού, μία για ανάκτηση του αρχικού διαλύματος και μία για το τελικό πλύσιμο.

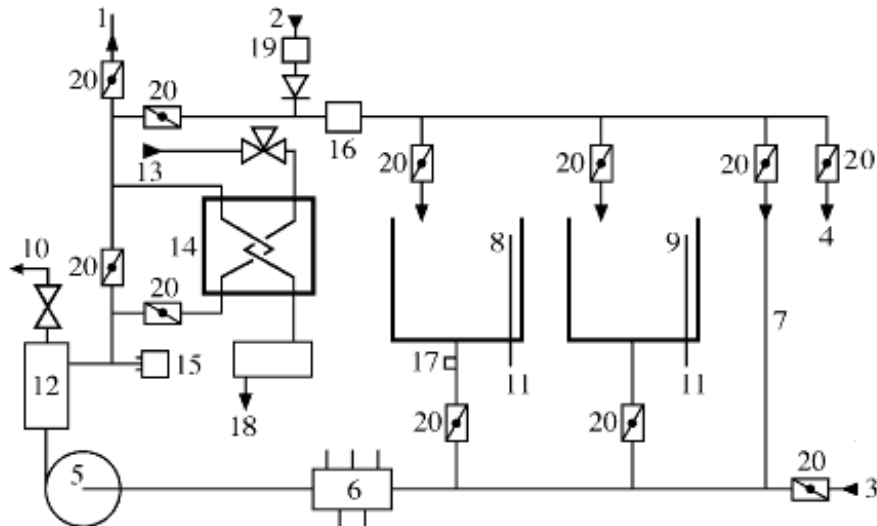
Συχνά χρησιμοποιούνται δύο δεξαμενές αλκαλικών καθαριστικών διαφορετικών συγκεντρώσεων. Το διάλυμα χαμηλότερης συγκέντρωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθαρισμό δεξαμενών και άλλων εγκαταστάσεων αποθήκευσης και σωληνώσεων. Το διάλυμα υψηλότερης συγκέντρωσης χρησιμοποιείται για καθαρισμό εναλλακτών θερμότητας.

Ο εξοπλισμός ενός συστήματος επαναχρησιμοποίησης έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος, αλλά εξοικονομεί λειτουργικές δαπάνες. Το ιδανικό σύστημα επαναχρησιμοποίησης μπορεί να γεμίσει, να αδειάσει, να επανακυκλοφορήσει, να θερμάνει και να διανείμει αυτόματα. Ένα τυπικό σύστημα καθαρισμού δεξαμενής και σωληνώσεων με ανάκτηση του διαλύματος καθαρισμού περιλαμβάνει:

- Αρχική έκπλυση: Χρήση ψυχρού νερού από τη δεξαμενή ανάκτησης με αποστράγγιση (5min).
- Πλύσιμο με καθαριστικό: Χρήση αλκαλικού διαλύματος 1% (10min).
- Ενδιάμεσο πλύσιμο: Ψυχρό νερό απομακρύνει το διάλυμα καθαρισμού στη δεξαμενή διαλύματος (3min).
- Καθαρισμός με όξινο διάλυμα: Χρήση όξινου διαλύματος 0,5-1,0% (10min).
- Τελικό πλύσιμο: Ψυχρό νερό απομακρύνει τα υπολείμματα του όξινου διαλύματος με ανάκτηση του νερού στη δεξαμενή ανάκτησης (3min).<sup>[1]</sup>

#### **4.5.3. Συστήματα πολλαπλών χρήσεων (Multiuse systems)**

Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν χαρακτηριστικά των συστημάτων μίας χρήσης και επαναχρησιμοποίησης και σχεδιάζονται για τον καθαρισμό σωληνώσεων, δεξαμενών και άλλων εξοπλισμών αποθήκευσης. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν αυτόματα με προγράμματα που απαιτούν διάφορους συνδυασμούς διαδικασίας καθαρισμού συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας του νερού, των καθαριστικών (όξινων και αλκαλικών) μέσα στο κύκλωμα για διαφορετικές χρονικές περιόδους και θερμοκρασίες.



- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Τροφοδοσία               | 11. Υπερχείλιση                     |
| 2. Επιστροφή                | 12. Φίλτρο                          |
| 3. Είσοδος νερού            | 13. Είσοδος ατμού                   |
| 4. Αποστράγγιση             | 14. Εναλλάκτης θερμότητας           |
| 5. Φυγόκεντρος αντλία       | 15. Έλεγχος θερμοκρασίας            |
| 6. Εξάρτημα έγχυσης         | 16. Έλεγχος συγκέντρωσης διαλύματος |
| 7. Βρόγχος επανακυκλοφορίας | 17. Έλεγχος αγωγιμότητας            |
| 8. Δεξαμενή καθαριστικού    | 18. Συμπύκνωμα                      |
| 9. Ανάκτηση νερού           | 19. Έλεγχος ροής                    |
| 10. Βαλβίδα δείγματος       | 20. Βαλβίδα αντεπιστροφής           |

Εικόνα 4.3 Σύστημα πολλαπλών χρήσεων<sup>[3]</sup>

Η διαδικασία καθαρισμού σε ένα σύστημα πολλαπλών χρήσεων περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Αρχικό πλύσιμο: Χρησιμοποιείται νερό που έχει ανακτηθεί ή από την παροχή νερού, στην κατάλληλη θερμοκρασία. Στη συνέχεια αποστραγγίζεται ή οδηγείται στο βρόγχο επανακυκλοφορίας για ένα χρονικό διάστημα και στη συνέχεια αποστραγγίζεται.
- Επανακυκλοφορία του διαλύματος καθαρισμού: Ο επιθυμητός συνδυασμός καθαριστικών χρησιμοποιείται για μερικούς κύκλους επανακυκλοφορίας. Το διάλυμα μπορεί να ανακτηθεί ή να αποστραγγιστεί.
- Ενδιάμεσο πλύσιμο: Σημαντικό στάδιο για την απομάκρυνση υπολειμμάτων καθαριστικού από το προηγούμενο στάδιο.
- Επανακυκλοφορία όξινου διαλύματος καθαρισμού: Προαιρετικό στάδιο παρόμοιο με τον αρχικό καθαρισμό επανακυκλοφορίας.
- Επανακυκλοφορία αποστειρωτικού: Διεργασία μείωσης του μικροβιακού πληθυσμού χωρίς την απαραίτητη χρήση θερμότητας.
- Αποστείρωση με θερμό νερό: Σε διάφορες θερμοκρασίες και χρόνους με ανάκτηση ή αποστράγγιση του νερού.
- Τελικό πλύσιμο: Χρήση νερού σε διάφορες θερμοκρασίες και χρόνους με ανάκτηση.<sup>[1]</sup>

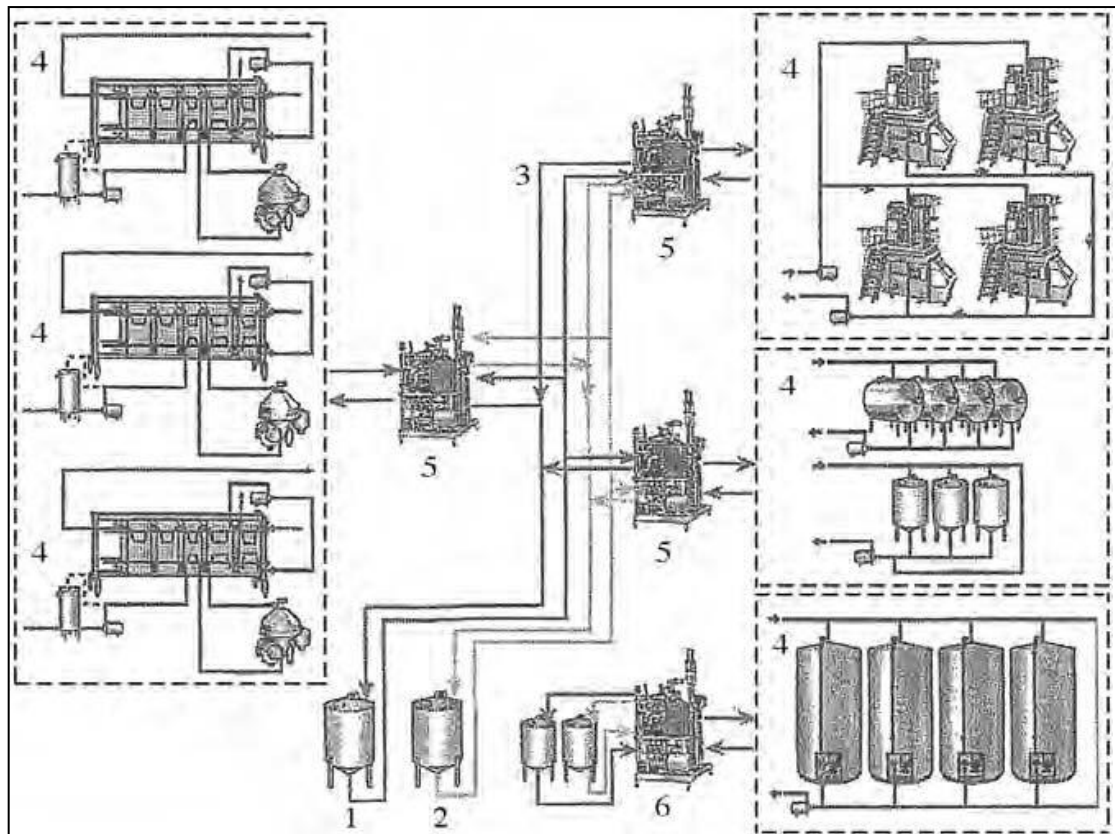
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των τριών συστημάτων CIP.<sup>[4]</sup>

Πίνακας 4.1 Σύγκριση συστημάτων CIP

Χαρακτηριστικό	Μίας χρήσης	Επαναχρησιμοποίησης	Πολλαπλών χρήσεων
Τύπος σχεδιασμού	Απλό	Σύνθετο	Σύνθετο
Προσθήκη νέου εξοπλισμού	Εύκολη	Πιο δύσκολη	Πιο δύσκολη
Ευελιξία σε διαφορετικούς τύπους καθαριστικού	Ευέλικτο	Χωρίς τροποποιήσεις	Ευέλικτο
Αλλαγή στην ισχύ του καθαριστικού	Εύκολη	Δύσκολη χωρίς τροποποίηση	Εύκολη
Μέγιστο θερμικό φορτίο	Υψηλό	Χαμηλό	Μέτριο έως υψηλό
Ρύποι που αντιμετωπίζονται	Δύσκολες	Εύκολες έως μέτριες	Μέτριες έως δύσκολες
Επαναχρησιμοποίηση νερού και καθαριστικού	Χρήση μία φορά και απομάκρυνση	Όπου είναι εφικτό	Μερικά μίας χρήσης, μερικά επαναχρησιμοποιούν
Αρχικό κόστος	Χαμηλό	Υψηλό	Χαμηλότερο από το σύστημα επαναχρησιμοποίησης
Κόστος καθαριστικών	Υψηλό	Χαμηλό	Χαμηλότερο από το σύστημα μίας χρήσης
Κόστος θερμικής ενέργειας	Υψηλό	Χαμηλό	Χαμηλότερο από το σύστημα μίας χρήσης

#### 4.5.4. Συγκεντρωτικό/ Αποκεντρωτικό σύστημα CIP και αυτοματισμός

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο ειδών συστήματα CIP. Συγκεντρωτικά και αποκεντρωτικά. Το πρώτο σύστημα χρησιμοποιείται σε μικρά εργοστάσια με μικρό σύστημα σωληνώσεων. Το αποκεντρωτικό σύστημα αποτελεί μία ελκυστική εναλλακτική για μεγάλα εργοστάσια όπου η απόσταση μεταξύ του κεντρικού σταθμού CIP και των περιφερειακών κυκλωμάτων είναι αρκετά μεγάλη. Ο μεγάλος σταθμός CIP αντικαθίσταται από έναν αριθμό μικρότερων μονάδων τοποθετημένων κοντά σε συγκεκριμένα σημεία του εξοπλισμού, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει ένας κεντρικός σταθμός για αποθήκευση των καθαριστικών τα οποία διανέμονται στους περιφερειακούς σταθμούς. Η τροφοδοσία και θέρμανση του νερού γίνεται αυτόνομα σε κάθε περιφερειακή μονάδα.<sup>[4]</sup>



Δεξαμενή αποθήκευσης αλκαλικών καθαριστικών, 2. Δεξαμενή αποθήκευσης όξινων καθαριστικών, 3. Σωληνώσεις για τα καθαριστικά, 4. Εξοπλισμός προς καθαρισμό, 5. Περιφερειακές μονάδες CIP, 6. Αποκεντρωτικό σύστημα CIP με δικές του δεξαμενές καθαριστικών

Εικόνα 4.4 Αποκεντρωτικό σύστημα CIP

#### 4.5.5. Μονάδα ελέγχου μικροεπεξεργαστή (Microprocessor Control Unit)

Πλέον είναι εφικτός ο έλεγχος ενός συστήματος CIP με πιο ακριβή τρόπο. Συστήματα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή, συνδεδεμένα με το σύστημα CIP, επιτρέπουν τον εντοπισμό παραμέτρων, παρέχοντας τη δυνατότητα εντοπισμού κάποιας βλάβης και ελέγχου της διεργασίας. Βελτιώνεται η ασφάλεια του προϊόντος, μειώνεται το κόστος και η εργασία και αυξάνεται η αποτελεσματικότητα.

Σύνθετα συστήματα CIP περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές. Η ευελιξία προγραμματισμού επιτρέπει στη μονάδα αυτή να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο εύρος συστημάτων CIP, μίας χρήσης ή επαναχρησιμοποίησης. Η βασική αρχή αυτής καινοτομίας είναι η καταγραφή παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η ροή, το pH και η αγωγιμότητα. Σε μερικά συστήματα υπάρχει ειδοποίηση, όταν συμβαίνει υπέρβαση των προκαθορισμένων ορίων μίας παραμέτρου που έχει τεθεί από το σύστημα.

Η μονάδα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή αυξάνει την αποτελεσματικότητα και μειώνει το κόστος καθαρισμού με ακριβή έλεγχο των μεταβλητών που εμπλέκονται στη διαδικασία καθαρισμού. Μια τέτοια μονάδα μπορεί να σχεδιαστεί με χωρητικότητα 200 διαφορετικών προγραμμάτων, παρέχοντας πληθώρα επιλογών και ελέγχου του καθαρισμού.<sup>[1]</sup>





Εικόνα 4.5 Σύστημα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή

Τα συστήματα CIP μπορούν να χρησιμοποιήσουν και όζον ως αποστειρωτικό. Νερό επεξεργασμένο με όζον κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα σωληνώσεων και το όζον αντιδρά με την οργανική ύλη στον εξοπλισμό.<sup>[6]</sup>



Εικόνα 4.6 Σύστημα CIP με όζον

Υπάρχουν επίσης και κινητές μονάδες απολύμανσης με όζον για διαδικασίες CIP. Οι μονάδες αυτές παρέχουν μέχρι και 35gpm με 3,0ppm όζον.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου απαιτείται καθαρισμός CIP σε εξοπλισμό που επεξεργάζεται ξηρά υλικά όπως σκόνες. Για να αποτραπεί η ανάμιξη υπολειμμάτων νερού ή διαλύματος με υλικά σε σκόνη, καθιστώντας τον καθαρισμό δυσκολότερο, έχει γίνει σχεδιασμός εξοπλισμού επεξεργασίας ξηρών προϊόντων κατάλληλος για τέτοιου είδους καθαρισμό.<sup>[7]</sup>

#### 4.5.6. Διαδικασία καθαρισμού

Η διαδικασία καθαρισμού, είτε χειροκίνητη είτε αυτόματη, σε όλη την έκταση της εγκατάστασης, ακολουθεί αντίστοιχες αρχές και συνήθως αποτελείται από μία σειρά ξεχωριστών σταδίων ή κύκλων που περιλαμβάνουν:

- Απομάκρυνση μεγάλου όγκου υλικών (ανάκτηση προϊόντος)
- Αρχικό πλύσιμο
- Επανακυκλοφορία καθαριστικού
- Ενδιάμεσο πλύσιμο
- Δεύτερη επανακυκλοφορία καθαριστικού (προαιρετικό)

- Ενδιάμεσο πλύσιμο
- Αποστείρωση
- Τελικό πλύσιμο

#### **4.5.6.1.Απομάκρυνση μεγάλου όγκου υλικών (ανάκτηση προϊόντος)**

Στις χειροκίνητες διεργασίες, αυτό αναφέρεται στην απομάκρυνση υπολειμμάτων προϊόντος με μηχανικά μέσα πριν το αρχικό πλύσιμο. Στις εφαρμογές CIP, η απομάκρυνση περιλαμβάνει αποστράγγιση του προϊόντος από το σύστημα μέσω βαρύτητας ή με διάφορα μέσα όπως πεπιεσμένος αέρας ή νερό. Το στάδιο αυτό συχνά ενσωματώνεται στο αρχικό πλύσιμο με προσθήκη συστήματος βαλβίδων για διευκόλυνση ανάκτησης προϊόντος σε κατάλληλο δοχείο ή αποστράγγισή του. Ο έλεγχος μπορεί να γίνει με αυτόματη βαλβίδα και χρονοδιακόπτη, αλλά είναι πιθανή και η χρησιμοποίηση πιο πολύπλοκων μεθόδων όπως αισθητήρες αγωγιμότητας στη γραμμή επιστροφής. Είναι σημαντικό να υπάρχουν χρονοδιακόπτες ασφαλείας, ώστε να αποφεύγεται είσοδος νερού στη δεξαμενή ανάκτησης προϊόντος σε περίπτωση που δεν ενεργοποιηθεί η βαλβίδα επιστροφής.

#### **4.5.6.2.Αρχικό πλύσιμο**

Στο αρχικό πλύσιμο συχνά χρησιμοποιείται νερό που έχει ανακτηθεί από το ενδιάμεσο πλύσιμο. Αυτό εξυπηρετεί στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης νερού, αλλά και στην αξιοποίηση οποιασδήποτε θερμότητας και πιθανών υπολειμμάτων διαλύματος καθαριστικού που ανακτάται. Αυτό το στάδιο είναι σημαντικό καθώς είναι ανεπιθύμητη η είσοδος ρύπων στη δεξαμενή καθαριστικού. Ελέγχεται μέσω χρονοδιακόπτη, μερικές φορές ξεχωριστά για την ανάκτηση προϊόντος και την αποστράγγιση και πολλές φορές ρυθμίζονται στο μέγιστο, για να εξασφαλιστεί μέγιστη απομάκρυνση.

#### **4.5.6.3.Επανακυκλοφορία καθαριστικού**

Σε αυτό το στάδιο γίνεται η απομάκρυνση των ρύπων με τη βοήθεια του κατάλληλου καθαριστικού. Θα πρέπει να δίνεται προσοχή στην αποφυγή επαναφοράς των ρύπων κατά την επανακυκλοφορία του καθαριστικού. Ο κύκλος καθαρισμού μπορεί να απαιτεί από 15min μέχρι 1h ανάλογα το κύκλωμα που καθαρίζεται. Οι χρόνοι μπορούν να μειωθούν με υψηλότερες θερμοκρασίες, υψηλότερες συγκεντρώσεις και τη χρήση πιο πολύπλοκων και αποτελεσματικών καθαριστικών. Ανάλογα με το είδος του καθαριστικού, ο σχηματισμός αφρού μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση του προϊόντος. Αυτό μπορεί να γίνει και από άλλους παράγοντες όπως εισχώρηση αέρα από διαρροή αντλίας και η χρήση πολύ μαλακού νερού. Μπορεί να γίνει χρήση όξινων καθαριστικών για το βασικό στάδιο καθαρισμού καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των αλκαλικών όπως η ικανότητα δράσης τους σε περιβάλλον CO<sub>2</sub>.

#### **4.5.6.4.Ενδιάμεσο πλύσιμο**

Με το ενδιάμεσο πλύσιμο απομακρύνονται όλα τα ίχνη καθαριστικού και ρύπων. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται πόσιμο νερό, συνήθως ψυχρό εκτός και αν πρόκειται να ακολουθήσει δεύτερο στάδιο καθαρισμού οπότε προτιμάται θερμό νερό. Το νερό από αυτό το στάδιο συνήθως ανακτάται και χρησιμοποιείται στο αρχικό πλύσιμο του επόμενου κύκλου καθαρισμού.

#### **4.5.6.5.Δεύτερη επανακυκλοφορία καθαριστικού (προαιρετικό)**

Μερικά συστήματα χρησιμοποιούν δεύτερο κύκλο καθαρισμού, συνήθως με όξινο καθαριστικό σε αντίθεση με τον πρώτο κύκλο που χρησιμοποιείται αλκαλικό καθαριστικό.

#### **4.5.6.6.Ενδιάμεσο πλύσιμο**

Σε αυτό το ενδιάμεσο πλύσιμο χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα ψυχρό νερό. Η ποιότητα του νερού σε αυτό το στάδιο είναι σημαντική, εάν δεν πρόκειται να ακολουθήσει αποστείρωση.

#### **4.5.6.7.Αποστείρωση**

Η αποστείρωση γίνεται συνήθως σε χαμηλές θερμοκρασίες με χρήση όξινου βακτηριοκτόνου. Άλλα βακτηριοκτόνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν, χωρίς όμως να δημιουργούν αφρό και με γρήγορη δράση σε ψυχρό νερό, ώστε να είναι αποτελεσματικά σε συστήματα CIP. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμό νερό αντί για κάποιο χημικό παράγοντα, αλλά απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας και είναι πιο δαπανηρό.

#### **4.5.6.8.Τελικό πλύσιμο**

Γίνεται με χρήση ψυχρού πόσιμου νερού. Και σε αυτό το στάδιο η ποιότητα του νερού είναι σημαντική καθώς μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση και αλλοίωση του προϊόντος.

#### **4.5.7. Βασικές αρχές**

Οι βασικές αρχές για να επιτευχθεί σωστός και αποτελεσματικός καθαρισμός είναι:

- Κατανόηση της φύσης και της κατασκευής του εξοπλισμού που πρόκειται να καθαριστεί.
- Κατανόηση της φύσης του ρύπου που πρέπει να απομακρυνθεί.
- Επιλογή του κατάλληλου καθαριστικού.

- Επαφή του ρύπου με το καθαριστικό με χρήση κατάλληλης θερμοκρασίας, ροής, συγκέντρωσης καθαριστικού και χρόνου.
- Απομάκρυνση καθαριστικού και ρύπων.
- Καθαρισμός του εξοπλισμού το συντομότερο δυνατό μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας παραγωγής.
- Εφαρμογή αποστείρωσης όπου αυτό απαιτείται πριν την επαναλειτουργία της παραγωγής.

#### **4.5.8. Εφαρμογή CIP**

Ανάλογα με το κομμάτι του εξοπλισμού που καθαρίζεται (σωληνώσεις, δεξαμενές, ταινίες μεταφοράς), παρουσιάζονται διαφορετικές απαιτήσεις στις παραμέτρους (πίεση, ροή, θερμοκρασία), για το διάλυμα καθαρισμού.

##### **4.5.8.1.Καθαρισμός σωληνώσεων**

Η αποτελεσματικότητα καθαρισμού των σωληνώσεων επηρεάζεται από την ταχύτητα του διαλύματος καθαρισμού, η οποία επηρεάζει και τη ροή του διαλύματος. Η στρωτή ροή (<1,4m/s) δεν παρέχει αποτελεσματικό καθαρισμό. Αντίθετα η τυρβώδης ροή (1,5m/s - 2,1m/s) παρέχει αποτελεσματικό καθαρισμό. Δεν υπάρχει επιπλέον όφελος, εάν η ταχύτητα ξεπερνά τα 2,1m/s.

##### **4.5.8.2.Καθαρισμός δοχείων**

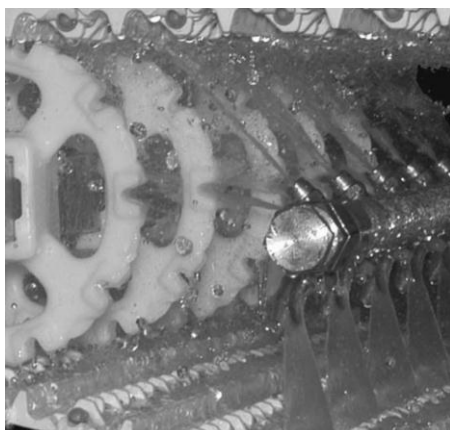
Ο καθαρισμός δοχείων με CIP μπορεί να γίνει με εφαρμογή χαμηλής ή υψηλής πίεσης. Με υψηλή πίεση οι ρύποι απομακρύνονται με μηχανική δράση και η επιφάνεια του δοχείου δέχεται διαδοχικό καθαρισμό καθώς γίνεται περιστροφή του ρεύματος πίεσης. Εάν εφαρμόζεται χαμηλή πίεση, τότε ο καθαρισμός εξαρτάται αποκλειστικά από τη χημική δράση.<sup>[2]</sup>

##### **4.5.8.3.Καθαρισμός ταινιών μεταφοράς**

Για τον καθαρισμό ταινιών μεταφοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν χειροκίνητα, ημιαυτόματα ή αυτόματα συστήματα CIP, ακολουθώντας τη βασική διαδικασία καθαρισμού. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία και ο χρόνος εξαρτώνται από το μέγεθος της μόλυνσης και το υλικό που καθαρίζεται.<sup>[8]</sup>

Οι σύνδεσμοι των ταινιών μεταφοράς θα πρέπει να ανοίγουν καθώς περιστρέφονται στους οδοντωτούς τροχούς, για να μεγιστοποιείται η πρόσβαση κατά τον καθαρισμό, αλλά να παραμένουν κλειστοί στην υπόλοιπη διάρκεια, για να εμποδίζεται η συσσώρευση ρύπων. Τα ανοίγματα θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα, ώστε το διάλυμα καθαρισμού να φτάνει τόσο στην πάνω όσο και στην κάτω επιφάνεια της ταινίας. Για καλύτερο και αποτελεσματικότερο καθαρισμό χρησιμοποιούνται συστήματα CIP τα οποία είναι εφοδιασμένα με ακροφύσια υψηλής ισχύος. Τα

ακροφύσια μειώνουν το χρόνο καθαρισμού και την κατανάλωση νερού και παρέχουν υψηλότερο επίπεδο καθαρισμού από το χειροκίνητο καθαρισμό.<sup>[9]</sup>



Εικόνα 4.7 Καθαρισμός ταινίας μεταφοράς

#### **4.5.9. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων CIP**

##### **4.5.9.1. Τα πλεονεκτήματα του εξοπλισμού κλειστού κυκλώματος είναι:**

- Μείωση της εργασίας: Η χειρωνακτική εργασία μειώνεται καθώς τα συστήματα CIP λειτουργούν αυτόματα.
- Βελτιωμένος καθαρισμός: Οι αυτόματες διεργασίες καθαρίζουν πιο αποτελεσματικά. Μέσω λογισμικών Η/Υ, οι διεργασίες καθαρισμού ελέγχονται πλήρως.
- Διατήρηση των διαλυμάτων καθαρισμού: Βέλτιστη χρήση νερού, καθαριστικών και αποστειρωτικών με αυτόματα συστήματα μέτρησης και επαναχρησιμοποίησης.
- Βελτίωση εξοπλισμού: Με τον αυτόματο καθαρισμό ο εξοπλισμός, οι δεξαμενές και οι σωληνώσεις καθαρίζονται με παύση της λειτουργίας και είναι διαθέσιμοι για χρήση το συντομότερο δυνατό.
- Βελτιωμένη ασφάλεια: Δεν είναι απαραίτητη η παρουσία εργατών όπου χρησιμοποιείται σύστημα CIP, συνεπώς μειώνεται ο κίνδυνος ατυχημάτων από ολισθηρές επιφάνειες.

##### **4.5.9.2. Τα μειονεκτήματα των συστημάτων καθαρισμού κλειστού κυκλώματος είναι:**

- Κόστος: Το κόστος σχεδιασμού, εγκατάστασης και εξοπλισμού ενός συστήματος CIP είναι υψηλό.
- Συντήρηση: Τα πιο εξελιγμένα συστήματα απαιτούν μεγαλύτερη συντήρηση.
- Απουσία ευελιξίας: Τα συστήματα αυτά είναι αποτελεσματικά μόνο στις περιοχές που εγκαθίστανται, σε σύγκριση με τις φορητές μονάδες καθαρισμού που μπορούν να καλύψουν μεγαλύτερο χώρο. Ο εξοπλισμός με μεγάλο όγκο

ρύπων δεν καθαρίζεται αποτελεσματικά και είναι δύσκολο να σχεδιαστούν μονάδες που να καλύπτουν όλο τον εξοπλισμό.<sup>[1]</sup>

### **Βιβλιογραφία**

1. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, pp. 197 - 209
2. Tamine A.Y., 2008, Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations, Blackwell Publishing, 3<sup>rd</sup> edition, pp. 1 - 8, 146 - 162
3. Fryer P.J., Asteriadou K., 2009, *A prototype cleaning map: A classification of industrial cleaning processes*, *Trends in Food Science & Technology* 20, 255 - 262
4. Lelieveld H., 2003 Hygiene in Food Processing, Woodhead Publishing, pp. 197 - 218
5. Hui Y. H., 2003, Food Plant Sanitation, ch. 9, 14
6. Pascual A. et al., 2007, *Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities*, *Trends in Food Science & Technology* 18, 29 – 35
7. Roels J., Stephan M., 2009, *Cleaning of dry material handling installations*, *Trends in Food Science & Technology* 20, 57 - 59
8. Heide O., 2007, *Hygienic design solutions for food conveyor belts*, *Trends in Food Science & Technology* 18, 89 – 92
9. Scheffler R., 2009, *Maximizing sanitation efforts in food processing; the importance of conveyor hygiene*, *Trends in Food Science & Technology* 20, 40 - 43

## Κεφάλαιο 5. Τεχνικές ελέγχου

### 5.1. Εισαγωγή

Κανένα σύστημα καθαρισμού δεν θα ήταν ολοκληρωμένο, εάν δεν υπήρχαν μέσα αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς του. Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους. Από απλές και σχετικά οικονομικές μέχρι πιο ακριβές και πολύπλοκες. Τεχνικές ελέγχου, όπως οι μικροβιολογικές δοκιμές, παρέχουν αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού, ενώ οι χημικές δοκιμές ελέγχουν την παρουσία υπολειμμάτων καθαριστικών-απολυμαντικών στις επιφάνειες που καθαρίστηκαν.<sup>[1]</sup>

Ο προσδιορισμός της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού περιλαμβάνει όλα τα μέσα με τα οποία γίνεται αξιολόγηση, επαλήθευση και παρακολούθηση ενός συστήματος καθαρισμού.<sup>[2]</sup>

### 5.2. Βιοφωταύγεια (ATP Bioluminescence)

Το τριφωσφορικό άλας αδενοσίνης (ATP) είναι ένα σύνηθες μόριο σε κάθε κύτταρο (βακτηρίων και ζώων), μεταφέροντας ενέργεια μεταξύ των κυττάρων. Συνεπώς η μέτρηση του ATP μπορεί να δώσει πληροφορίες σχετικά με το μικροβιακό φορτίο μιας επιφάνειας. Η μέτρηση βασίζεται στο σύστημα λουσιφερίνης – λουσιφεράσης, το οποίο μετατρέπει το ATP σε ADP και AMP (δι- και μονο-φωσφορικό άλας), απελευθερώνοντας ενέργεια με τη μορφή φωτονίων. Η διαδικασία είναι γνωστή ως βιοφωταύγεια και πραγματοποιείται με φασματοφωτόμετρο. Η αντίδραση πραγματοποιείται με έτοιμα αντιδραστήρια και είναι άμεση (έως 1h). Η μεθοδολογία αυτή δεν έχει δυνατότητα να διακρίνει τα ζωντανά από τα νεκρά κύτταρα και τα μικροβιακά από τα ζωικά (στην περίπτωση επεξεργασίας ζωικών προϊόντων), γι' αυτό οι τιμές μπορεί να είναι παραπλήσιες ή μεγαλύτερες από τις αναμενόμενες. Ωστόσο, μία αυξημένη τιμή θα πρέπει να εξετάζεται ως πιθανή μικροβιακή μόλυνση. Για το λόγο αυτό η συγκεκριμένη μέθοδος δεν αντικαθιστά την κλασσική εργαστηριακή μέθοδο καλλιέργειας, αλλά χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο γρήγορης αξιολόγησης που επιτρέπει και άμεση αντιμετώπιση μη επαρκούς καθαρισμού. Μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της αποστείρωσης επιφανειών, έχοντας ως πλεονέκτημα την ταχύτητα και την απλότητα που επιτρέπει ακόμα και σε ανειδίκευτο προσωπικό να πραγματοποιήσει αυτού του είδους τη μέτρηση.<sup>[3]</sup>

Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της υγιεινής σε επιφάνειες διάφορων χώρων όπως οι γαλακτοβιομηχανίες, ενώ εξετάζει και τη μικροβιακή μόλυνση σε προϊόντα όπως το ακατέργαστο γάλα, το χοιρινό και βοδινό κρέας αλλά και τη μόλυνση στους μαστούς των αγελάδων. Με αυτή τη μέθοδο εντοπίζεται βακτηριακή μόλυνση, αλλά και οργανικά υπολείμματα τα οποία υποδηλώνουν ανεπαρκή καθαρισμό και μπορεί να λειτουργήσουν ως θρεπτικά για μικροβιακή ανάπτυξη.<sup>[4]</sup> Τα όρια εντοπισμού υπολειμμάτων διαφόρων τροφίμων σε επιφάνειες εξοπλισμού με τη μέθοδο της βιοφωταύγειας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.<sup>[5]</sup>

Πίνακας 5.1 Ανίχνευση τροφίμων με ATP

Τρόφιμο	Ποσότητα (mg)
Κιμάς κρέατος	94
Κιμάς γαλοπούλα	549
Φιλέτο βακαλάου	8
Μπρόκολο	2459
Πατάτα	5249
Παστεριωμένο γάλα	179
Γιαούρτι	394
Ανθότυρο	8
Μαγιονέζα	24153
Μπύρα από λυκίσκο	145
Μπύρα lager	5
Χυμός πορτοκάλι	3
Τοματοπολτός	15

### 5.3. Φασματοσκοπία ακτίνων X φωτοηλεκτρονίων (X-ray photoelectron spectroscopy)

Η φασματοσκοπία ακτίνων X φωτοηλεκτρονίων (XPS) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο επιφανειών από ανοξείδωτο χάλυβα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει υψηλής ευκρίνειας σάρωση ενός σήματος από ένα μεμονωμένο στοιχείο, επιτρέποντας τον καθορισμό της χημικής σύστασης της επιφάνειας που ελέγχεται. Επίσης για τον καθορισμό της καθαρότητας μιας επιφάνειας μπορεί να γίνει σύγκριση της αναλογίας άνθρακα/οξυγόνου με υδατάνθρακες. Όσο μικρότερη η αναλογία τόσο πιο καθαρή είναι η επιφάνεια.<sup>[6]</sup>

### 5.4. Μικροσκοπία ατομικής δύναμης (Atomic Force Microscopy)

Η μικροσκοπία ατομικής δύναμης (AFM) αποτελεί μέθοδο αξιολόγησης της καθαρότητας των επιφανειών. Χρησιμοποιείται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Άμεση επαφή και μικρές δονήσεις. Κατά την άμεση επαφή απομακρύνεται ένα συγκεκριμένο μέγεθος των αποθέσεων, ενώ με τις μικρές δονήσεις λαμβάνονται υψηλής ευκρίνειας τρισδιάστατες εικόνες της τοπογραφίας της επιφάνειας. Με τη διασταύρωση όλων των πληροφοριών μπορεί να προσδιοριστεί το πάχος των αποθέσεων. Η μέθοδος αυτή αποτελεί επίσης έναν εναλλακτικό τρόπο εκτίμησης των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ των αποθέσεων και των επιφανειών.<sup>[7], [3]</sup>

### 5.5. Υπεριώδης ακτινοβολία (UV illumination)

Η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό κυττάρων και υπολειμμάτων σε επιφάνειες, αν και όπως και στη μέθοδο ATP δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός μεταξύ των δύο. Η διαμόρφωση των μορίων των οργανικών υλικών επιτρέπει το φθορισμό, όταν αυτά φωτίζονται με υπεριώδη ακτινοβολία. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτεί άμεση επαφή με την επιφάνεια. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα οργανικά υλικά, η



συγκέντρωση (%), στην οποία μπορούν να ανιχνευτούν και το βέλτιστο μήκος κύματος που απαιτείται για τον εντοπισμό τους.<sup>[9]</sup>

Πίνακας 5.2 Συγκέντρωση (%) και βέλτιστο μήκος κύματος οργανικών υλικών<sup>[7]</sup>

Οργανικό υλικό	Συγκέντρωση (%)	Βέλτιστο μήκος κύματος (nm)
<b>Κρέας</b>	0,1	330 – 380
<b>Ψάρι</b>	0,1	510 – 560
<b>Τυρί</b>	0,01	330 – 380
<b>Χοληστερίνη</b>	0,001	510 – 560
<b>Καζεΐνη</b>	0,001	330 – 380
<b>Άμυλο</b>	0,1	330 – 380
<b>Λακτόζη</b>	0,05	590 – 650
<b>Λιπαρά οξέα</b>	0,001	510 - 560

### 5.6. Αισθητήρας επιφάνειας (Mechatronic Surface Sensor)

Η αρχή της μεθόδου είναι οι αλλαγές στις ιδιότητες των κυμάτων (συχνότητα, πλάτος), μίας επιφάνειας, που παράγονται κατά τη δόνηση, όταν προσκολλούνται αποθέσεις πάνω σε αυτή. Οι δονήσεις που γίνονται σε σταθερά διαστήματα καταγράφονται από αισθητήρες. Οι μετρήσεις συλλέγονται και επεξεργάζονται ψηφιακά. Κάποια από τα χαρακτηριστικά που μπορούν να προσδιοριστούν με την ψηφιακή επεξεργασία είναι η συχνότητα, το πλάτος και ο παράγοντας απόσβεσης, με το πλάτος να αποτελεί τον πιο αξιόπιστο παράγοντα για τον έλεγχο σχηματισμού αποθέσεων. Ο παράγοντας απόσβεσης βοηθά στον καθορισμό της δομής των αποθέσεων. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του παράγοντα απόσβεσης τόσο πιο ελαστική η δομή των αποθέσεων. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παρέχει αρκετή ανάλυση και ακρίβεια στον προσδιορισμό αποθέσεων.
- Είναι αρκετά ανθεκτική για εφαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα.
- Μπορεί να εφαρμοστεί σε βιομηχανικές επιφάνειες όλων των ειδών (μέταλλο, πλαστικό, γυαλί).
- Μπορεί να πραγματοποιηθεί από μη εξειδικευμένα άτομα.
- Είναι οικονομική.
- Μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το είδος του υλικού που έχει προσκολληθεί στην επιφάνεια.
- Δεν έρχεται σε άμεση επαφή με την επιφάνεια, αποτρέποντας πιθανή μόλυνση.<sup>[10]</sup>

### 5.7. Μικροσκόπιο ηλεκτρονικής σάρωσης – Μικροσκόπιο φθορισμού (scanning electron microscopy - epifluorescence microscopy)

Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) μπορούν να εξεταστούν οι αλληλεπιδράσεις του υποστρώματος και να γίνει απεικόνιση της κατανομής των

υλικών σε μία επιφάνεια. Παρά το γεγονός ότι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατανομή των υλικών και των κυττάρων σε μία επιφάνεια, αποτελεί ποιοτική μέθοδο και δεν μπορεί να δώσει ποσοτικά αποτελέσματα. Επίσης απαιτεί ειδικό εξοπλισμό, εκπαίδευση και διεξοδική προετοιμασία δειγμάτων.

Η μικροσκοπία φθορισμού χρησιμοποιείται για την προβολή των κυττάρων, εξετάζοντας την προσκόλληση και κατακράτηση του υποστρώματος κατά την παρουσία και απουσία ρύπων. Η ανάπτυξη νέων μεθόδων χρώσης επιτρέπουν τον ποσοτικό και ξεχωριστό προσδιορισμό κυττάρων και αποθέσεων τροφίμων (οργανικού υλικού) στις επιφάνειες. Επίσης με τη μικροσκοπία φθορισμού είναι εφικτός ο εντοπισμός αποθέσεων σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, σε αντίθεση με τη μικροσκοπία ηλεκτρονικής σάρωσης όπου παρουσιάζεται δυσκολία εντοπισμού αποθέσεων σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 10%. Η μικροσκοπία φθορισμού αποτελεί μία από τις πιο γρήγορες μεθόδους ελέγχου, παρέχοντας αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα.<sup>[11], [12], [13]</sup>

### **5.8. Μικροβιολογικές δοκιμές**

Ο κυριότερος λόγος χρησιμοποίησης μικροβιολογικών δοκιμών είναι η αξιολόγηση της καθαρότητας του εξοπλισμού. Ωστόσο τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις μπορούν να δώσουν επιπρόσθετες πληροφορίες, όπως για περιοχές του εξοπλισμού που παρουσιάζουν δυσκολία στον καθαρισμό, είτε λόγω σχεδιασμού είτε λόγω της διαδικασίας καθαρισμού που εφαρμόζεται.

Το είδος των μικροβιολογικών δοκιμών που θα διεξαχθούν καθορίζεται από τον εξοπλισμό και το προϊόν επεξεργασίας. Μπορεί να χρειάζεται συνδυασμός κάποιων μεθόδων και υλικών. Μερικές από τις μεθόδους είναι οι παρακάτω:

- Πλάκες επαφής: Πλάκες οι οποίες περιέχουν μέσο καλλιέργειας. Αυτό αποτελεί και το πλεονέκτημά τους καθώς δεν χρειάζεται προετοιμασία. Ο χρήστης πιέζει την πλάκα στην επιφάνεια και στη συνέχεια γίνεται η καλλιέργεια του δείγματος και υπολογίζεται το μικροβιακό φορτίο της επιφάνειας. Ο περιορισμός αυτής της μεθόδου είναι ότι εφαρμόζεται σε επίπεδες συμπαγείς επιφάνειες.
- Ράβδος μέτρησης: Όπως και οι πλάκες επαφής έτσι και οι ράβδοι μέτρησης δεν απαιτούν προετοιμασία καθώς περιέχουν το μέσο καλλιέργειας σε μία εύκαμπτη ράβδο. Οι ράβδοι αποθηκεύονται σε κατάλληλους σωλήνες που βιδώνουν στο πάνω μέρος. Για τη μέτρηση ξεβιδώνεται το πάνω μέρος, τοποθετείται η ράβδος στην επιφάνεια και στη συνέχεια τοποθετείται πάλι στο σωλήνα και βιδώνεται. Γίνεται η καλλιέργεια του δείγματος και υπολογίζεται το μικροβιακό φορτίο της επιφάνειας. Είναι εύκολο στη χρήση και δεν χρειάζεται μεγάλο χρόνο εκπαίδευσης.
- Δίσκος καλλιέργειας: Αποτελεί μία σχετικά εύκολη μέθοδο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δείγματα αέρα, διαλυμάτων αλλά και σε άμεση επαφή με

επιφάνειες, όπως επίσης και για τον έλεγχο της υγιεινής του προσωπικού (πλύσιμο χεριών).

- **Ανάλυση πρωτεϊνών:** Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιούνται ταινίες οι οποίες έρχονται σε επαφή με τις επιφάνειες και στη συνέχεια αντιδρούν με χημικά. Ανάλογα με το χρώμα που αποκτούν κατά την αντίδρασή τους με τα χημικά υποδηλώνεται και η παρουσία/απουσία πρωτεϊνών.  
Η ανάλυση πρωτεϊνών δίνει άμεσα αποτελέσματα και είναι πρακτική και απλή στη χρήση. Ταινίες που αντιδρούν με πρωτεΐνες υπάρχουν διαθέσιμες και δίνουν άμεση ποσοτική ένδειξη παρουσίας ή απουσίας μικροαποθέσεων σε περιορισμένη έκταση της επιφάνειας. Η παρουσία πρωτεϊνικών υπολειμμάτων υποδηλώνει την ανάγκη επανάληψης της διαδικασίας καθαρισμού. Ο συνδυασμός βιοφωταύγειας και ανάλυσης πρωτεϊνών μπορεί να δώσει γρήγορο και αξιόπιστο αποτέλεσμα για την αποστείρωση μιας επιφάνειας.
- **Πλύσιμο:** Γίνεται για τον έλεγχο ολόκληρης της επιφάνειας μικρού εξοπλισμού με πλύσιμο ή εμβάπτισή του και στη συνέχεια συλλογή και ανάλυση του νερού πλύσης. Είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα μέρη του εξοπλισμού, εκτός και αν είναι δυνατή η συλλογή του νερού. Θα πρέπει να συλλέγεται όλη η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιήθηκε.
- **Έλεγχος αέρα:** Οι μικροοργανισμοί μπορεί να βρίσκονται στην ατμόσφαιρα μέσω της σκόνης ή της υγρασίας. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κλιματολογικές συνθήκες καθώς και το είδος του προϊόντος επεξεργασίας. Για τον έλεγχο χρησιμοποιούνται συσκευές δειγματοληψίας σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης.<sup>[1], [3]</sup>

## 5.9. Άλλες μετρήσεις

Η παρακολούθηση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η ροή, η θολότητα και η αγωγιμότητα του διαλύματος καθαρισμού, μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με την απομάκρυνση των αποθέσεων. Η θολότητα του διαλύματος καθαρισμού αποτελεί μέτρο απομάκρυνσης του οργανικού υλικού. Η μέτρηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου υποδηλώνει την απομάκρυνση ανόργανων αποθέσεων. Επίσης μετρώντας την αγωγιμότητα μπορεί να καθοριστεί ο διαχωρισμός των επιμέρους σταδίων της διαδικασίας καθαρισμού, παρέχοντας παράλληλα ένδειξη για τη συγκέντρωση του διαλύματος καθαρισμού. Οι απότομες κλίσεις μεταξύ των φάσεων, στο διάγραμμα της αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου, υποδηλώνουν τη σωστή εναλλαγή των φάσεων καθαρισμού.

Μόνο από το διάγραμμα της αγωγιμότητας δεν μπορούν να ληφθούν επαρκή δεδομένα για την αποτελεσματικότητα του καθαρισμού, καθώς δεν μπορεί να καθοριστεί η απομάκρυνση των αποθέσεων. Αυτό γίνεται από τα διαγράμματα θολότητας και συγκέντρωσης ασβεστίου. Συνδυάζοντας τις παραπάνω πληροφορίες, είναι εφικτή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού.

Παράγοντες όπως το pH, η αγωγιμότητα και η θολότητα μπορούν να μετρηθούν και in-line, γεγονός που αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα, ειδικά σε εγκαταστάσεις όπου

είναι απαραίτητος συχνός καθαρισμός. Έτσι δεν παρεμποδίζεται και η παραγωγική διαδικασία. Ωστόσο θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα αποτελέσματα καθώς παράγοντες όπως η θολότητα φαίνεται να επηρεάζονται από την παρουσία αφρού κατά την in-line παρακολούθηση, ενώ και η παρακολούθηση της συγκέντρωσης ασβεστίου φαίνεται να επηρεάζεται από τις αλλαγές στο pH.<sup>[14]</sup>

### 5.10. Ταχείες τεχνικές ελέγχου

Εκτός από τις κλασσικές μικροβιολογικές μεθόδους, οι οποίες είναι πολύπλοκες και απαιτούν μεγάλο χρόνο, έχουν αναπτυχθεί ταχείες μικροβιολογικές μέθοδοι ελέγχου.

- Ανίχνευση ενζύμου καταλάσης: Το ένζυμο αυτό συναντάται σε τρόφιμα και αερόβια βακτήρια, συνεπώς, με τη μέτρησή του μπορεί να υπολογιστεί το βακτηριακό φορτίο. Η συσκευή ανίχνευσης του ενζύμου μπορεί να εντοπίσει έως 10000 βακτήρια/mL εντός λίγων λεπτών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί και σε ρευστά.
- Τεχνική επιφθορίζοντος φίλτρου (Direct Epifluorescence Filter Technique – DEFT): Άμεση μέθοδος υπολογισμού μικροοργανισμών σε ένα δείγμα. Συνδυάζει τη διήθηση με την μικροσκοπία φθορισμού. Μικροοργανισμοί εγκλωβίζονται στη μεμβράνη και τα ζωντανά βακτήρια χρωματίζονται πορτοκαλί, ενώ τα νεκρά πράσινα με χρήση ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Παρέχει αποτελέσματα εντός 24h.
- Θερμιδομετρία (Microcalorimetry): Η θερμότητα που παράγεται ως αποτέλεσμα βιολογικών αντιδράσεων, μπορεί να μετρηθεί με θερμιδόμετρο, ανιχνεύοντας έτσι μικροοργανισμούς σε επιφάνειες. Τα αποτελέσματα του θερμογραφήματος συγκρίνονται με θερμογραφήματα αναφοράς και λαμβάνονται τα αποτελέσματα.
- Τεχνική ELISA (Enzyme-linked immunoassays): Είναι μία βιοχημική τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως στην ανοσολογία για να ανιχνεύσει την παρουσία ενός αντισώματος ή ενός αντιγόνου σε ένα δείγμα. Ένα άγνωστο ποσό αντιγόνου τοποθετείται πάνω σε μια επιφάνεια, και στη συνέχεια ένα συγκεκριμένο αντίσωμα εφαρμόζεται πάνω από την επιφάνεια ώστε να μπορεί να συνδεθεί με το αντιγόνο. Το αντίσωμα συνδέεται με ένα ένζυμο, και στο τελικό βήμα προστίθεται μία ουσία, την οποία το ένζυμο μπορεί να μετατρέψει σε κάποιο ανιχνεύσιμο σήμα, πιο συχνά με την αλλαγή χρώματος σε ένα χημικό υπόστρωμα. Η εκτέλεση ενός ELISA περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα αντίσωμα για ένα συγκεκριμένο αντιγόνο.
- Τεχνική Rapid ONE System: Η τεχνική αυτή βασίζεται σε προσχηματισμένα ένζυμα. Γίνεται εμβολιασμός σε ένα στάδιο και παρέχει αποτελέσματα εντός 4h. Απαιτείται έμπειρος μικροβιολόγος για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Τεχνική Crystal Identification System: Βασίζεται σε προσχηματισμένα ένζυμα. Πραγματοποιείται εμβολιασμός σε ένα στάδιο και τα αποτελέσματα λαμβάνονται εντός 3h.

- Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Polymerase Chain Reaction - PCR): Η τεχνική αυτή ανιχνεύει πολύ μικρά επίπεδα παθογόνων, ενισχύοντας το επίπεδο DNA, με μία σειρά αντιδράσεων και μπορεί να μετρηθεί με ηλεκτροφόρηση. Η χρήση της ωστόσο είναι περιορισμένη καθώς είναι πολύπλοκη.<sup>[15]</sup>

### 5.11. Σύγκριση μεθόδων

Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών που μπορεί να βρίσκονται σε μία επιφάνεια, είναι απαραίτητη η εφαρμογή αξιόπιστων μεθόδων. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι δειγματοληψίας όπως ξέστρο με βαμβάκι, οι πλάκες επαφής, ταινίες ακόμα και η χρήση μικροσκοπίου στην επιφάνεια.

Η αποτελεσματικότητα ενός ξέστρου με βαμβάκι εξαρτάται από την ικανότητα του δειγματολήπτη να διεξάγει τρία ξεχωριστά στάδια. Την απομάκρυνση των βακτηρίων από την επιφάνεια, την απομάκρυνση των βακτηρίων από το ξέστρο και την καλλιέργεια των βακτηρίων. Επίσης τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας (π.χ. πορώδες), αλλά και η παρουσία οργανικού υλικού μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Σε επιφάνειες όπως το γυαλί η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται αρκετά αποτελεσματική. Υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές μέθοδοι αλλά όλες έχουν τους περιορισμούς τους.

Οι πλάκες επαφής είναι περισσότερο αποτελεσματικές εάν χρησιμοποιείται επιλεκτικό μέσο καλλιέργειας για συγκεκριμένους μικροοργανισμούς. Ωστόσο εάν η επιφάνεια είναι τραχεία ή υγρή δεν μπορεί να ληφθεί αντικειμενικό δείγμα. Με τις πλάκες επαφής μπορεί να γίνει έλεγχος τόσο σε επιφάνεια όσο και στην ατμόσφαιρα, για εντοπισμό μικροοργανισμών, μούχλας και συνολικού βακτηριακού φορτίου. Για έλεγχο σε επιφάνεια χρησιμοποιείται άμεσα η πλάκα τόσο πριν (τυφλό δείγμα) όσο και μετά τον καθαρισμό, με το κατάλληλο μέσο καλλιέργειας. Ακολουθεί επώαση των δειγμάτων και καταμέτρηση των αποικιών. Για έλεγχο της ατμόσφαιρας προσαρμόζεται ειδική αντλία στην πλάκα. Μία ενδεικτική δειγματοληψία αέρα περιλαμβάνει 5 δείγματα των 3min με όγκο αέρα 450L. Εκτός από την αντλία παροχής αέρα, ο εξοπλισμός δειγματοληψίας μπορεί να περιλαμβάνει βάση στήριξης της πλάκας επαφής ( τρίποδα), για ρύθμιση του ύψους και μετακίνηση στο χώρο.

Έλεγχος του αέρα μπορεί να γίνει και με συσκευές μέτρησης σωματιδίων, όπου υπολογίζεται η κατανομή των σωματιδίων που περιέχονται στον αέρα σύμφωνα με το μέγεθός τους.

Μέθοδοι όπως η βιοφωταύγεια και η υπεριώδης ακτινοβολία δεν διαχωρίζουν ρύπους και μικροοργανισμούς. Ανάλογα με τις συνθήκες (επιφάνεια, μικροοργανισμοί) θα πρέπει να επιλέγεται και η κατάλληλη μέθοδος, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που παρουσιάζει.<sup>[16]</sup>

Στον επόμενο πίνακα γίνεται σύγκριση μεταξύ της βιοφωταύγειας και των μικροβιολογικών δοκιμών. Όπως φαίνεται και στον επόμενο πίνακα η συσχέτιση των μεθόδων μπορεί να ποικίλει κατά τον έλεγχο και αυτό οφείλεται στις διαφορές που παρουσιάζουν οι μέθοδοι μεταξύ τους.

Πίνακας 5.3 Συσχέτιση μεθόδων ελέγχου

Μέθοδος		Ποσοστό συσχέτισης
Βιοφωτάγεια (RLU)	Μικροβιολογικές (cfu)	
>500	>300	36,4
<500	<300	30,2
>500	<300	22,8
<500	>300	10,5

### 5.12. Έλεγχος δεξαμενών, σωληνώσεων, βαλβίδων, αντλιών

Περιοχές του εξοπλισμού όπως οι δεξαμενές, παρουσιάζουν δυσκολία τόσο στον καθαρισμό όσο και στον έλεγχο και τη δειγματοληψία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελούν κλειστά μέρη του εξοπλισμού, που τα καθιστούν μη προσβάσιμα, ενώ ο μεγάλος όγκος καθιστά δύσκολη τη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος. Αντίστοιχους περιορισμούς παρουσιάζουν και οι σωληνώσεις, οι βαλβίδες και οι αντλίες.

Η αξιολόγηση της καθαρότητας των δεξαμενών μπορεί να γίνει με οπτικό έλεγχο. Ο οπτικός έλεγχος μπορεί να είναι ακόμα πιο αποτελεσματικός, εάν χρησιμοποιηθεί μία φθορίζουσα ουσία στη δεξαμενή, όπως η ριβοφλαβίνη, πριν τον καθαρισμό. Στη συνέχεια με χρήση υπεριώδους φωτός είναι δυνατός ο εντοπισμός ακάθαρτων περιοχών. Επειδή περιστασιακά μπορεί να είναι δύσκολη η αξιολόγηση λόγω ανακλάσεων κυρίως στις πλαστικές επιφάνειες, απαιτείται η παρουσία ενός έμπειρου παρατηρητή.

Ο έλεγχος του εξοπλισμού με μία μόνο μέθοδο μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Έτσι και στην περίπτωση των δεξαμενών ο οπτικός έλεγχος θα πρέπει να συμπληρώνεται με δειγματοληψία και καλλιέργεια μικροοργανισμών κυρίως από το κάτω μέρος της δεξαμενής όπου εντοπίζεται η μεγαλύτερη δυσκολία καθαρισμού.<sup>[17]</sup>

### 5.13. Βασικά ζητήματα κατά τον έλεγχο

Εκτός από την επιλογή της μεθόδου που θα εφαρμοστεί για τον έλεγχο του καθαρισμού υπάρχουν και κάποια ζητήματα που προκύπτουν σχετικά με τον έλεγχο. Τα τέσσερα βασικά ζητήματα κατά τον έλεγχο είναι:

- Πού θα γίνει η δειγματοληψία;
- Πότε θα γίνει η δειγματοληψία;
- Πώς θα γίνει η δειγματοληψία;
- Πώς θα ερμηνευθούν τα αποτελέσματα;

#### 5.13.1. Πού θα γίνει η δειγματοληψία;

Συνήθως γίνεται δειγματοληψία σε μέρη του εξοπλισμού που έρχονται σε άμεση επαφή με το προϊόν και σε σημεία που είναι πιο δύσκολο να καθαριστούν. Εάν

εντοπιστεί κάποιο πρόβλημα, τότε θα πρέπει να γίνει επιπλέον δειγματοληψία για να καθοριστεί η φύση του προβλήματος και η προέλευσή του.

Πολλές επιφάνειες που δεν βρίσκονται σε άμεση επαφή με το προϊόν μπορεί να περιέχουν μικροοργανισμούς οι οποίοι μεταφέρονται με τον αέρα και τη σκόνη. Η δειγματοληψία του περιβάλλοντος εργασίας παρέχει πληροφορίες σχετικά με την παρουσία παθογόνων και την κατανομή τους στη γραμμή παραγωγής, ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή πιθανής μόλυνσης.

#### **5.13.2. Πότε θα γίνει η δειγματοληψία;**

Η δειγματοληψία μπορεί να γίνει πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την παραγωγή ανάλογα το σκοπό. Συνήθως πραγματοποιείται μετά την παραγωγή (και μετά τον καθαρισμό) για να διαπιστωθεί εάν το πρόγραμμα καθαρισμού είναι αποτελεσματικό. Η δειγματοληψία πριν και μετά τον καθαρισμό επίσης βοηθά στην αξιολόγηση του καθαρισμού που πραγματοποιήθηκε.

#### **5.13.3. Πώς θα γίνει η δειγματοληψία;**

Ο καθαρισμός ελέγχεται μέσω φυσικών και μικροβιολογικών μεθόδων. Οι φυσικές μετρήσεις επικεντρώνονται στις κρίσιμες μετρήσεις ελέγχου ενός προγράμματος καθαρισμού και περιλαμβάνουν μετρήσεις του χρόνου επαφής του καθαριστικού, της θερμοκρασίας του νερού καθαρισμού, του καθαριστικού και του αποστειρωτικού, της συγκέντρωσης των καθαριστικών και της κάλυψης της επιφάνειας από τα χημικά. Ο μικροβιολογικός έλεγχος χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του συνολικού αριθμού μικροοργανισμών που παρέμεινε μετά τον καθαρισμό.

#### **5.13.4. Πώς θα ερμηνευθούν τα αποτελέσματα;**

Για την καλύτερη αξιολόγηση ενός προγράμματος καθαρισμού είναι χρήσιμο να ελέγχονται τα αποτελέσματα σε εβδομαδιαία, μηνιαία, τριμηνιαία βάση καθώς τα μεμονωμένα αποτελέσματα παρέχουν πληροφορίες για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό εξασφαλίζει ότι το πρόγραμμα καθαρισμού παραμένει αποτελεσματικό και βοηθά στη βελτίωσή του.<sup>[19]</sup>

#### **5.14. Έλεγχος και επιθεώρηση εξοπλισμού**

Η αποτελεσματικότητα του καθαρισμού πρέπει να αξιολογείται και να καταγράφεται. Αυτό μπορεί να γίνεται μετά την αποστείρωση και πριν τον επόμενο κύκλο λειτουργίας. Οι επιθεωρήσεις γίνονται προγραμματισμένα και κατά την επιθεώρηση χρησιμοποιούνται «έντυπα/ λίστες υγιεινής», που περιλαμβάνουν τα προς επιθεώρηση πεδία, στάδια ή διαδικασίες και τα αποτελέσματα διατηρούνται σε αρχεία.<sup>[18]</sup>

Για πιο εύκολο έλεγχο οι περιοχές επεξεργασίας θα πρέπει να έχουν επαρκή φωτισμό. Άλλα χρήσιμα εργαλεία είναι ο καθρέφτης σε επεκτεινόμενη ράβδο για έλεγχο κάτω

από τον εξοπλισμό. Για τις πιο υψηλές περιοχές όπως υπερυψωμένες σωληνώσεις χρησιμοποιείται σκάλα ή ανελκυστήρας. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου συμβάλλουν και οι υπόλοιπες αισθήσεις, εκτός από τη γεύση και την ακοή. Με την αφή μπορούν να εντοπιστούν λιπαρά υπολείμματα, ενώ στις λείες επιφάνειες μπορεί να έχουν αναπτυχθεί βακτήρια. Δυσάρεστες οσμές γύρω από τον εξοπλισμό μπορεί επίσης να υποδηλώνουν περιοχές που δεν έχουν καθαριστεί αποτελεσματικά.

Οι προδιαγραφές για τις επιφάνειες από ανοξείδωτο χάλυβα είναι ότι θα πρέπει να μην έχουν υπολείμματα και μικροαποθέσεις και να είναι λείες και λαμπερές. Η παρουσία οποιουδήποτε υπολείμματος θα πρέπει να καταγράφεται, ενώ και η πιθανή συσσώρευση νερού στο κάτω μέρος δεξαμενών θα πρέπει να εντοπίζεται.

Ο κατάλληλα καθαρισμένος εξοπλισμός, όπως δεξαμενές, σωληνώσεις, βαλβίδες, θα πρέπει να έχει καθαρή και φρέσκια οσμή χωρίς την παρουσία δυσάρεστων ή έντονων οσμών από χλώριο ή άλλα καθαριστικά. Οι δυσάρεστες οσμές μπορεί να οφείλονται σε ανεπαρκή καθαρισμό (χαμηλή συγκέντρωση καθαριστικού), ενώ η οσμή από κάποιο καθαριστικό μπορεί να οφείλεται σε ανεπαρκές πλύσιμο στο τελευταίο στάδιο του καθαρισμού ή από μεγάλη συγκέντρωση του καθαριστικού στο διάλυμα καθαρισμού.<sup>[1], [2]</sup>

#### **5.15. Έλεγχος νερού στις βιομηχανίες τροφίμων**

Το νερό που χρησιμοποιείται στις διεργασίες ενός εργοστασίου θα πρέπει να είναι στα πρότυπα του πόσιμου νερού (οδηγία 98/83/EK, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης). Η ποιότητά του παρακολουθείται συνεχώς και ελέγχεται είτε από τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής (SSOPs) είτε από ορθές βιομηχανικές τεχνικές (GMPs). Μερικοί από τους παράγοντες ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του νερού είναι:

- Συνολικό βακτηριακό φορτίο: Απομάκρυνση ή απενεργοποίηση των μικροοργανισμών.
- Συνολικά κολοβακτηρίδια: Ένδειξη μικροβιακής μόλυνσης του νερού, εύκολα ανιχνεύσιμη.
- Θερμοκρασία: Καθορισμός βέλτιστης θερμοκρασίας ανάλογα με την εφαρμογή (ζεστό/κρύο νερό).
- Αντιμικροβιακά χημικά: Προσθήκη του κατάλληλου χημικού (π.χ. χλώριο) ανάλογα τις συνθήκες.
- pH: Προσαρμογή του pH σε συγκεκριμένες τιμές.
- Χρόνος επαφής ή ρυθμός ροής: Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας καθαρισμού.
- Πίεση: Καθορισμός πίεσης ανάλογα την διεργασία.<sup>[20]</sup>



## Βιβλιογραφία

1. Cramer M., Food Plant Sanitation - Design, Maintenance and Good Manufacturing Practices, 2006, pp. 155 - 186
2. Tamime A.Y., Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations, Blackwell Publishing, 3<sup>rd</sup> edition, 2008, pp. 164 - 176
3. Stanga M., Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, 2010, pp. 499 - 551
4. Vilar M. J. et al, Application of ATP bioluminescence for evaluation of surface cleanliness of milking equipment, 2008, *International Journal of Food Microbiology* 125, 357–361
5. Corbitt, A.J., Bennion, N., Forsythe, S.J., 2000, Adenylate kinase amplification of ATP bioluminescence for hygiene monitoring in the food and beverage industry, *Letters in Applied Microbiology* 30, 443 – 447
6. Boyd R.D. et al., The cleanability of stainless steel as determined by X-ray photoelectron spectroscopy, 2001, *Applied Surface Science* 172, 135 – 143
7. Handojo A. et al., Measurement of adhesion strengths between various milk products on glass surfaces using contact angle measurement and atomic force microscopy, 2009, *Journal of Food Engineering* 92, 305 – 311
8. Sigua G. et al., The use of atomic force microscopy to measure the efficacies of various chemical sanitizers in removing organic matter from glass surfaces, 2010, *Journal of Food Engineering* 100, 139 – 144
9. Whitehead K.A. et al., The detection of food soils and cells on stainless steel using industrial methods: UV illumination and ATP bioluminescence, 2008, *International Journal of Food Microbiology* 127, 121 – 128
10. Pereira A., Rosmaninho R., Mendes J., Melo L. F., Monitoring Deposit Build-up using a Novel Mechatronic Surface Sensor (MSS), 2006, *Food and Bioproducts Processing* 84, 366 – 370
11. Whitehead K.A. et al., The detection and influence of food soils on microorganisms on stainless steel using scanning electron microscopy and epifluorescence microscopy, 2010, *International Journal of Food Microbiology* 141, 125 – 133
12. Montañez - Izquierdo V.Y. et al., Use of epifluorescence microscopy to assess the effectiveness of phage P100 in controlling *Listeria monocytogenes* biofilms on stainless steel surfaces, 2012, *Food Control* 23, 470 – 477
13. Whitehead K.A. et al., Differential fluorescent staining of *Listeria monocytogenes* and a whey food soil for quantitative analysis of surface hygiene, 2009, *International Journal of Food Microbiology* 135, 75 – 80
14. Van Asselt et al., Monitoring System for Improving Cleaning Efficiency of Cleaning-in-Place Processes in Dairy Environments, 2002, *Food and Bioproducts Processing* 80, 276 – 280
15. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, pp. 60 - 66
16. J. Verran J., Redfern J., Smith L.A., Whitehead K.A., A critical evaluation of sampling methods used for assessing microorganisms on surfaces, 2010, *Food and bioproducts processing* 88, 335 – 340

17. Salo S., Friis A., Wirtanen G., *Cleaning validation of fermentation tanks*, 2008, *Food and bioproducts processing* 86, 204 – 210
18. Τζιά Κ., Ωραιοπούλου Β., *Σχεδιασμός Βιομηχανιών Τροφίμων – Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων*, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008, σ. 239
19. Lelieveld H., *Hygiene in Food Processing*, Woodhead Publishing, 2003, pp. 235 - 271
20. Hui Y. H., *Food Plant Sanitation*, 2003, ch. 11

## Κεφάλαιο 6. Υγιεινή – HACCP

### 6.1. Ασφάλεια στην επεξεργασία τροφίμων

Είναι βασική προϋπόθεση για κάθε διεργασία τροφίμων, το τρόφιμο το οποίο παράγεται να είναι ασφαλές για κατανάλωση. Υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια του τροφίμου κατά την παραγωγή:

- Ασφαλής σχεδιασμός της διεργασίας.
- Ορθές βιομηχανικές πρακτικές για τον έλεγχο του περιβάλλοντος της παραγωγής.
- Χρήση συστήματος HACCP για διαχείριση της ασφάλειας του τροφίμου.

Κίνδυνοι για την ασφάλεια ενός τροφίμου είναι αυτοί που μπορεί να προκαλέσουν την παραγωγή ενός μη ασφαλούς προϊόντος. Ως κίνδυνος ορίζεται «μία βιολογική, χημική ή φυσική ιδιότητα ή παράγοντας που μπορεί να καταστήσει το τρόφιμο μη ασφαλές για κατανάλωση». Οι κίνδυνοι μπορεί να εισέλθουν στο τρόφιμο από τα συστατικά του ή μπορεί να το μολύνουν κατά την επεξεργασία και παραγωγή. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μερικοί από τους πιο πιθανούς κινδύνους.

Πίνακας 6.1 Κίνδυνοι για την ασφάλεια τροφίμων

Βιολογικοί	Χημικοί	Φυσικοί
<b>Παθογόνα βακτήρια</b> <i>Escherichia coli</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>C. perfringens</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>Shigella</i> spp. <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Μυκοτοξίνες Βομιτοξίνη Μικροβιοκτόνα Αλλεργιογόνα υλικά Βαρέα μέταλλα PCBs Διοξίνες Καθαριστικά χημικά Σκομβροτοξίνη Ιχθυοτοξίνες	Γυαλί Μέταλλα Ξύλο Πλαστικό Επιβλαβή έντομα/φυτά Πέτρες Κόκκαλα Ρύποι προσωπικού
<b>Ιοί</b>	Τοξίνες μανιταριών	
<b>Παράσιτα</b> <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Giardia intestinalis</i> <i>Cyclospora cayetanensis</i>	Αλκαλοειδή Φυτοαιμογλουτινίνες	

Είναι σημαντική η γνώση των κινδύνων που μπορεί να παρουσιαστούν καθώς αυτό δίνει τη δυνατότητα να ελεγχθούν πιο αποτελεσματικά, είτε αποτρέποντας την είσοδό τους, είτε καταστρέφοντάς τους.<sup>[1], [2]</sup>

### 6.2. Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)

Κατά το σχεδιασμό ενός νέου προϊόντος τροφίμου είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό εάν μπορεί να παραχθεί με ασφάλεια. Ένα σύστημα HACCP θα μπορέσει να ελέγξει αποτελεσματικά την ασφάλεια ενός τροφίμου, αλλά δεν μπορεί να καταστήσει ασφαλές ένα εκ φύσεως μη ασφαλές προϊόν.

Συνεπώς είναι σημαντική η κατανόηση των κριτηρίων που εμπλέκονται στο σχεδιασμό και την παραγωγή ενός ασφαλούς προϊόντος. Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν:

- Κατανόηση των πιθανών κινδύνων που μπορεί να παρουσιαστούν.
- Τους ουσιαστικούς παράγοντες που περιλαμβάνονται στην ανάπτυξη ασφαλούς διαδικασίας.
- Πλήρη γνώση της επιλεγμένης τεχνολογίας επεξεργασίας και συσκευασίας.
- Παραγωγή σε εγκαταστάσεις όπου ακολουθούνται ορθές βιομηχανικές πρακτικές.
- Διαχείριση της παραγωγής μέσα στα πλαίσια ενός αξιολογημένου συστήματος HACCP.<sup>[1]</sup>

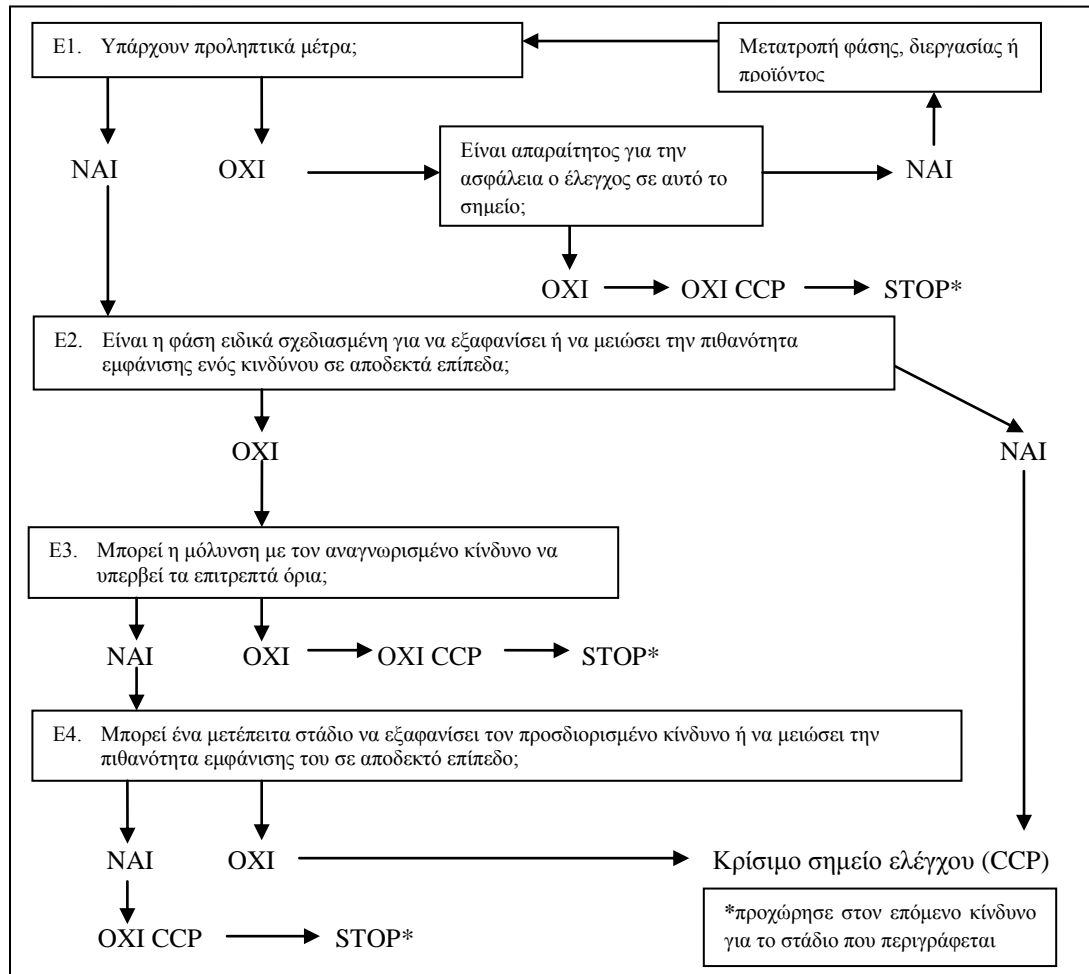
Το HACCP αποτελεί ένα σύστημα διασφάλισης της ασφάλειας των τροφίμων. Με το σύστημα HACCP γίνεται συστηματική προσέγγιση στην αναγνώριση, την εκτίμηση της επικινδυνότητας και της σοβαρότητας, καθώς και τον έλεγχο των μικροβιολογικών, χημικών και φυσικών κινδύνων που σχετίζονται με όλα τα στάδια παραγωγής ενός τροφίμου. Μόνο όταν εντοπιστεί ένας κίνδυνος και καθοριστούν τα όρια ασφαλείας μπορεί να μετρηθεί η διεργασία, ώστε να παραμένει εντός των ορίων ασφαλείας.

Το HACCP, ακολουθεί τη ροή του προϊόντος μέσα από τη διαδικασία επεξεργασίας, παρέχοντας ένα μηχανισμό παρακολούθησης των διεργασιών καθορίζοντας ποια σημεία είναι κρίσιμα για τον έλεγχο κινδύνων. Ένα κρίσιμο σημείο ελέγχου (CCP), είναι μία διεργασία ή στάδιο στο οποίο έχουν ληφθεί προληπτικά μέτρα τα οποία θα εξαλείψουν, περιορίσουν ή ελαχιστοποιήσουν έναν κίνδυνο (κινδύνους) που έχει (έχουν) παρουσιαστεί σε προηγούμενο στάδιο. Τα κρίσιμα σημεία ελέγχου καθορίζονται από ένα διάγραμμα αποφάσεων (σχήμα 6.1). Στα κρίσιμα σημεία καθορίζονται προδιαγραφές και ελέγχονται ώστε να πληρούν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις.

Είναι σημαντικός ο καθορισμός σωστών κρίσιμων σημείων για αποτελεσματικό έλεγχο των κινδύνων. Εάν εντοπιστεί κίνδυνος σε ένα στάδιο όπου χρειάζεται έλεγχος για διατήρηση της ασφάλειας και δεν υπάρχει μέτρο ελέγχου σε αυτό το στάδιο ή σε κάποιο προηγούμενο από αυτό, τότε η διαδικασία θα πρέπει να τροποποιηθεί στο στάδιο αυτό ορίζοντας ένα κρίσιμο σημείο.<sup>[3], [4], [5]</sup>

### **6.2.1. Αρχές του HACCP**

Οι βασικές αρχές που χαρακτηρίζουν το σύστημα HACCP, περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό των κινδύνων που μπορεί να εμφανιστούν από το στάδιο της συγκομιδής μέχρι την κατανάλωση, τον καθορισμό κρίσιμων σημείων ελέγχου και κρίσιμων ορίων, τις σωστές διορθωτικές κινήσεις σε περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται αποκλίσεις, καθώς και διατήρηση αρχείου και διαδικασιών επαλήθευσης της σωστής λειτουργίας του συστήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι επτά βασικές αρχές του HACCP.<sup>[2], [4], [6]</sup>



Σχήμα 6.1 Δέντρο αποφάσεων κρίσιμων σημείων ελέγχου<sup>[2]</sup>

- 1<sup>η</sup> αρχή: Προσδιορισμός των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με την παραγωγή των τροφίμων σε όλα τα στάδια, από την ανάπτυξη και συγκομιδή των πρώτων υλών, την παραγωγική διαδικασία, επεξεργασία και διανομή, μέχρι την τελική προετοιμασία και κατανάλωσή τους. Αξιολόγηση της πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων και προσδιορισμός των προληπτικών μέτρων για τον έλεγχό τους.
- 2<sup>η</sup> αρχή: Προσδιορισμός των σημείων/διεργασιών/φάσεων λειτουργίας που μπορούν να ελεγχθούν, για να εξαφανίσουν έναν κίνδυνο ή να ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα εμφάνισής του (κρίσιμο σημείο ελέγχου). Ο όρος «φάση λειτουργίας» σημαίνει κάθε στάδιο στην παραγωγή του τροφίμου, συμπεριλαμβανομένης της συγκομιδής και της παραλαβής των πρώτων υλών, της επεξεργασίας του τροφίμου, της μεταφοράς και αποθήκευσής του και της μεταχείρισής του από τον καταναλωτή.
- 3<sup>η</sup> αρχή: Καθορισμός των κρίσιμων ορίων (critical limits), τα οποία πρέπει να ικανοποιούνται, ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε κρίσιμο σημείο βρίσκεται υπό έλεγχο.
- 4<sup>η</sup> αρχή: Παρακολούθηση των κρίσιμων σημείων ελέγχου και των κρίσιμων ορίων τους. Καθιέρωση των διαδικασιών επεξεργασίας των αποτελεσμάτων

της παρακολούθησης, με σκοπό τη ρύθμιση της παραγωγής και τη διατήρηση αυτής υπό έλεγχο.

- 5<sup>η</sup> αρχή: Καθορισμός των διορθωτικών ενεργειών, οι οποίες πρέπει να πραγματοποιούνται όποτε το σύστημα παρακολούθησης δείχνει ότι ένα συγκεκριμένο κρίσιμο σημείο βρίσκεται εκτός ελέγχου, δηλαδή ότι εμφανίζεται απόκλιση από ένα καθορισμένο κρίσιμο όριο.
- 6<sup>η</sup> αρχή: Εγκατάσταση ενός αποτελεσματικού συστήματος αρχειοθέτησης και καταγραφής του σχεδίου HACCP.
- 7<sup>η</sup> αρχή: Προσδιορισμός των διαδικασιών επαλήθευσης που επιβεβαιώνουν ότι το σύστημα HACCP λειτουργεί σωστά και αποτελεσματικά.

Η αλληλουχία των βημάτων που ακολουθείται για την εφαρμογή του HACCP, βασισμένη στις επτά αρχές, είναι η εξής:

1. Σύσταση της ομάδας HACCP.
2. Περιγραφή του προϊόντος (τροφίμου).
3. Αναγνώριση επιδιωκόμενης χρήσης.
4. Κατασκευή διαγράμματος ροής.
5. Επαλήθευση του διαγράμματος ροής.
6. Καταγραφή όλων των πιθανών κινδύνων σε όλα τα στάδια της παραγωγής και των αντίστοιχων προληπτικών μέτρων (Αρχή 1<sup>η</sup>).
7. Καθορισμός κρίσιμων σημείων (Αρχή 2<sup>η</sup>).
8. Καθορισμός κρίσιμων ορίων για κάθε κρίσιμο σημείο (Αρχή 3<sup>η</sup>).
9. Καθορισμός ενός συστήματος παρακολούθησης για κάθε κρίσιμο σημείο (Αρχή 4<sup>η</sup>).
10. Καθορισμός διορθωτικών ενεργειών (Αρχή 5<sup>η</sup>).
11. Καθορισμός διαδικασιών επαλήθευσης (Αρχή 6<sup>η</sup>).
12. Καθορισμός διαδικασιών καταγραφής και αρχειοθέτησης (Αρχή 7<sup>η</sup>).

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα εφαρμογής του συστήματος HACCP είναι τα εξής:

- Επικεντρώνεται στον εντοπισμό και περιορισμό των κινδύνων που μπορεί να μολύνουν το τρόφιμο.
- Επιτρέπει πιο αποτελεσματική παρακολούθηση, κυρίως από τα αρχεία που διατηρούνται, όχι μόνο σε μία δεδομένη χρονική στιγμή αλλά σε βάθος χρόνου.
- Επιτρέπει στις εταιρείες να συμμετάσχουν πιο αποτελεσματικά στην αγορά.
- Μειώνει τους περιορισμούς στις διεθνείς συναλλαγές.

### **6.3. Προαπαιτούμενα προγράμματα υγιεινής – Προϋποθέσεις για την εφαρμογή του HACCP**

Όπως ορίζεται και από το Διεθνές Σύστημα διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων, ISO 22000, προαπαιτούμενα είναι «οι βασικές συνθήκες και ενέργειες που είναι απαραίτητες για τη διατήρηση υγιεινού περιβάλλοντος σε όλο το εύρος της τροφικής

αλυσίδας, κατάλληλου για παραγωγή, διακίνηση και προμήθεια ασφαλών προϊόντων και ασφαλών τροφίμων για κατανάλωση».<sup>[7]</sup>

Η βιομηχανία τροφίμων, προκειμένου να προχωρήσει στην εφαρμογή του συστήματος HACCP, πρέπει να ικανοποιεί γενικές απαιτήσεις υγιεινής. Ως «υγιεινή» χαρακτηρίζονται όλα τα μέτρα/απαιτήσεις που θεωρούνται προϋποθέσεις/προαπαιτούμενα και είναι αποφασιστικής σημασίας για την παραγωγή ασφαλών προϊόντων τροφίμων και την εφαρμογή του HACCP.

Όσον αφορά τις προϋποθέσεις/προαπαιτούμενα υγιεινής που έχουν αποφασιστική σημασία για την παραγωγή ασφαλών προϊόντων τροφίμων, έχουν αναπτυχθεί πρακτικές για τις βιομηχανίες τροφίμων (Good Manufacture Practices - GMPs, Good Hygiene Practices – GHPs) και έχει γίνει κωδικοποίηση των απαιτήσεων σχεδιασμού και λειτουργίας της βιομηχανίας τροφίμων και εισαγωγή τους σε σχετικά προγράμματα (Prerequisite Programs – PRPs).<sup>[2]</sup>

Οι σωστές πρακτικές υγιεινής, δεν απαιτούνται μόνο από οικονομικής αλλά και από νομικής πλευράς. Εκτός όμως από το νομικό πλαίσιο, η υγιεινή θα πρέπει να αποτελεί μέρος της καθημερινής τακτικής μιας βιομηχανίας και κάθε εργαζομένου.

Προσαρμοσμένη στη βιομηχανία τροφίμων, η υγιεινή ορίζεται ως «η δημιουργία και διατήρηση υγιεινών συνθηκών». Η υγιεινή τροφίμων είναι ουσιαστικό στοιχείο κατά την προετοιμασία και επεξεργασία των τροφίμων, συνεισφέροντας στην παραγωγή ενός ολοκληρωμένου προϊόντος σε καθαρό περιβάλλον, χωρίς μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς.<sup>[8]</sup>

### **6.3.1. Ορθή βιομηχανική/υγιεινή πρακτική (GMPs – GHPs)**

Οι στόχοι των GMPs – GHPs είναι η προφύλαξη της υγείας των καταναλωτών, η παραγωγή ενός ομοιόμορφου προϊόντος καθορισμένης αξίας και η προστασία των εργαζομένων. Αποτελούν τις ελάχιστες απαιτήσεις υγιεινής και επεξεργασίας που είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενός υγιεινού τροφίμου. Υπάρχουν ορθές βιομηχανικές/υγιεινές πρακτικές για το προσωπικό, τις εγκαταστάσεις, τον εξοπλισμό και για όλους τους υπόλοιπους τομείς που εμπλέκονται στην παραγωγή ενός τροφίμου. Οι ορθές βιομηχανικές/υγιεινές πρακτικές θα πρέπει να επιλέγονται και να εφαρμόζονται πριν την εφαρμογή του HACCP, καθώς χωρίς την εφαρμογή τους δεν μπορεί να καθοριστεί ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα HACCP. Συσχετίζονται με τις τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής και αποτελούν σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας ελέγχου.<sup>[4]</sup>

Παρέχουν υγιεινές υποδομές για κάθε διεργασία επεξεργασίας τροφίμων. Διάφορες ομάδες έχουν προτείνει ορισμούς σχετικά με τις ορθές βιομηχανικές τεχνικές από τις οποίες οι πιο διαδεδομένες είναι:

- Οι πρακτικές και οι συνθήκες που απαιτούνται πριν και κατά τη διάρκεια εφαρμογής του HACCP και είναι απαραίτητες για την ασφάλεια του τροφίμου (World Health Organisation – WHO).
- Ολοκληρωμένα βήματα ή διεργασίες που ελέγχουν τις συνθήκες επεξεργασίας σε μία εγκατάσταση τροφίμων, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές

συνθήκες που είναι ευνοϊκές για την παραγωγή ασφαλούς τροφίμου (Canadian Food Inspection Agency).

- Διαδικασίες που καθορίζουν τις συνθήκες επεξεργασίας, δημιουργώντας τη βάση για την εφαρμογή του HACCP (USA National Advisory Committee for Microbiological Criteria for Foods).

### **6.3.2. Τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής (SSOPs)**

Αν και οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής συσχετίζονται με τις ορθές βιομηχανικές/υγιεινές πρακτικές, παρουσιάζουν μία συγκεκριμένη ακολουθία γεγονότων, απαραίτητων για τη διεξαγωγή ενεργειών, ώστε να εξασφαλιστούν υγιεινές συνθήκες. Στις εγκαταστάσεις κρεάτων και πουλερικών οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής καλύπτουν προπαρασκευαστικές και παρασκευαστικές διαδικασίες καθαρισμού που εφαρμόζονται για την αποφυγή μόλυνσης των προϊόντων. Θα πρέπει να καθορίζονται υπεύθυνοι για τον καθημερινό έλεγχο των διαδικασιών καθαρισμού, να αξιολογούν την αποτελεσματικότητα και να λαμβάνουν τα κατάλληλα διορθωτικά μέτρα, όταν αυτό χρειάζεται. Οι τυποποιημένες διαδικασίες αποτελούν προοίμιο του HACCP και βασικό στοιχείο κατά το σχεδιασμό ενός προγράμματος HACCP.<sup>[4]</sup>

### **6.4. Επιθεώρηση υγιεινής**

Κατά τη λειτουργία της βιομηχανίας πρέπει να διενεργούνται επιθεωρήσεις για τον έλεγχο της σωστής εφαρμογής των διαδικασιών, των χειρισμών και των μέτρων υγιεινής σύμφωνα με τις διαδικασίες. Οι επιθεωρήσεις γίνονται προγραμματισμένα και κατά την επιθεώρηση χρησιμοποιούνται έντυπα/λίστες υγιεινής που περιλαμβάνουν τα προς επιθεώρηση πεδία, στάδια ή διαδικασίες και τα αποτελέσματα διατηρούνται σε αρχεία.<sup>[2]</sup>

### **Βιβλιογραφία**

1. Brennan J., Food Processing Handbook, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006, pp. 351 - 370
2. Τζιά Κ., Ωραιοπούλου Β., Σχεδιασμός Βιομηχανιών Τροφίμων – Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008, σς . 214 - 335
3. Stanga M., Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, 2010, pp. 575 - 576
4. Marriott N. G., Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, 2006, pp. 101 - 111
5. Domenech E. et al., *Assessing the effectiveness of critical control points to guarantee food safety*, 2008, *Food Control* 19, 557 – 565



6. *Codex Alimentarius Commission, Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application, CAC/RCP 1-1969 (Rev.2003). Rome (Italy)*
7. *International Standardization Organization (ISO), Food safety management systems d Requirements for any organization in the food chain, 2005, Geneva (Switzerland)*
8. Vasconcellos J., *Quality Assurance for the Food Industry*, 2004, [κεφ. 7, 9]

## Κεφάλαιο 7. Νομοθεσία και κανονισμοί καθαριότητας

### 7.1. Νομοθεσία και κανονισμοί καθαριότητας εγκαταστάσεων τροφίμων

Η νομοθεσία και οι κανονισμοί σχετικά με τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων μεταβάλλονται συνεχώς, ανάλογα με τις απαιτήσεις, τις τεχνολογικές και επιστημονικές ανακαλύψεις, τους πιθανούς κινδύνους που παρουσιάζονται (βιολογικούς, χημικούς, φυσικούς) και όλους τους υπόλοιπους παράγοντες που εμπλέκονται στο σωστό και αποτελεσματικό καθαρισμό μίας βιομηχανίας τροφίμων.

Κάθε νόμος, περιλαμβάνει συγκεκριμένους κανονισμούς που θα θέσουν σε εφαρμογή τις δράσεις για την εκπλήρωση του σκοπού του συγκεκριμένου νόμου. Οι κανονισμοί σχεδιάζονται, ώστε να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα των απαιτήσεων και είναι πιο συγκεκριμένοι και αναλυτικοί από τους νόμους. Οι κανονισμοί για τα τρόφιμα παρέχουν πρότυπα για το σχεδιασμό των κτιρίων και του εξοπλισμού, τα προϊόντα, τα όρια των χημικών και των προσθέτων και τις πρακτικές υγιεινής.<sup>[1]</sup>

Σκοπός της νομοθεσίας τροφίμων είναι η προστασία του κοινού, καθώς οι καταναλωτές δεν είναι σε θέση να εντοπίσουν μια πιθανή μόλυνση στα τρόφιμα μόνο μέσω της όρασης, της οσμής, της γεύσης και της αφής. Οι καταναλωτές πρέπει να βασίζονται στις βιομηχανίες τροφίμων αλλά και στις κυβερνήσεις για παραγωγή ασφαλών προϊόντων.<sup>[2]</sup>

Οι υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για τη νομοθεσία και τους κανονισμούς σχετικά με οποιοδήποτε είδος επεξεργασίας τροφίμων (Ηνωμένες Πολιτείες) είναι οι παρακάτω:<sup>[3]</sup>

- Ομοσπονδία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA)
- Αντιπροσωπία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA - FIFRA)
- Υπουργείο Γεωργίας (USDA)
- Πολιτειακοί και τοπικοί κανονισμοί
- Στρατιωτικά πρότυπα

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει οριστεί αντίστοιχα νομοθεσία για την εξασφάλιση προδιαγραφών για την προστασία της υγείας των καταναλωτών. Σε κάθε περίπτωση, λόγω της τεράστιας παραγωγής και διανομής τροφίμων παγκοσμίως, ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να αναζητά τους πιο πρόσφατους κανονισμούς και τροποποιήσεις στη νομοθεσία τροφίμων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αρχικά δημοσίευσε την οδηγία (93/43/EEC), σχετικά με την υγιεινή των τροφίμων. Η συγκεκριμένη οδηγία αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό (ΕΚ) 852/2004, στα πλαίσια της αναθεώρησης της νομοθεσίας σχετικά με την υγιεινή των τροφίμων, ώστε να καταρτιστεί μια σφαιρική και ολοκληρωμένη πολιτική που θα εφαρμόζεται για όλα τα τρόφιμα, από το αγρόκτημα έως τα σημεία πώλησης στον καταναλωτή. Ο συγκεκριμένος κανονισμός αποτελεί μέρος του «πακέτου υγιεινής», ενός συνόλου κανονισμών, που θεσπίζει κανόνες υγιεινής για τα τρόφιμα. Περιλαμβάνονται οι ακόλουθες νομοθετικές πράξεις:

- Κανονισμός (ΕΚ) 852/2004: Υγιεινή των τροφίμων.

- Κανονισμός (ΕΚ) 853/2004: Καθορισμός ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, ώστε να εξασφαλίζεται υψηλό επίπεδο ασφάλειας τροφίμων και δημόσιας υγείας.
- Κανονισμός (ΕΚ) 854/2004: Θέσπιση κοινοτικού πλαισίου για την οργάνωση των επίσημων ελέγχων στα προϊόντα ζωικής προέλευσης που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, ο οποίος καθορίζει ειδικές διατάξεις για το νωπό κρέας, τα δίθυρα μαλάκια, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα.

Επιπλέον, οι ακόλουθες νομοθετικές πράξεις συμπληρώνουν την κοινοτική νομοθεσία στον τομέα της υγιεινής των τροφίμων:

- Κανονισμός (ΕΚ) 178/2002: ο οποίος περιέχει γενικές αρχές της νομοθεσίας τροφίμων. Ο εν λόγω κανονισμός επεξηγεί τις διαδικασίες σχετικά με την ασφάλεια τροφίμων και ιδρύει την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων.
- Κανονισμός (ΕΚ) 882/2004: ο οποίος αναδιοργανώνει τους επίσημους ελέγχους των τροφίμων και των ζωοτροφών, κατά τρόπον ώστε να ενσωματώνονται οι έλεγχοι σε όλες τις φάσεις της παραγωγής και σε όλους τους τομείς.
- Οδηγία 2002/99/ΕΚ: η οποία θεσπίζει τις προϋποθέσεις κυκλοφορίας προϊόντων ζωικής προέλευσης στην αγορά και τους περιορισμούς που εφαρμόζονται στα προϊόντα προέλευσης τρίτων χωρών ή περιφερειών, που υπόκεινται σε περιορισμούς υγειονομικού ελέγχου.<sup>[4], [5], [6], [7]</sup>

## **7.2. Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA)**

Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων, υπεύθυνη για τα τρόφιμα, τα φάρμακα, τα καλλυντικά και άλλα καταστατικά. Βρίσκεται υπό την δικαιοδοσία του υπουργείου υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών και έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία τροφίμων, ειδικά στον έλεγχο των νοθευμένων τροφίμων. Ένα τρόφιμο θεωρείται νοθευμένο εάν περιέχει ρύπους, είναι αλλοιωμένο ή περιέχει ανεπιθύμητα υλικά ή είναι κατά οποιοδήποτε τρόπο ακατάλληλο για κατανάλωση. Ο κώδικας ομοσπονδιακών κανονισμών (Απρίλιος 2011, αναθεωρημένη έκδοση), περιλαμβάνει τις ορθές βιομηχανικές πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται για την παραγωγή ασφαλών προϊόντων.<sup>[1]</sup>

### **7.2.1. Κώδικας Ομοσπονδιακών Κανονισμών (Code of Federal Regulations)**

#### ***Κεφάλαιο 21 – Ορθές Βιομηχανικές Πρακτικές***

##### ***Τομέας 110.35 – Διεργασίες καθαρισμού***

- a. Γενική Συντήρηση. Τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου θα πρέπει να διατηρούνται σε υγιεινές συνθήκες και θα πρέπει να επιδιορθώνονται επαρκώς ώστε να αποτρέπουν την αλλοίωση των τροφίμων. Ο καθαρισμός και η αποστείρωση εργαλείων και εξοπλισμού πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπο

- που να προστατεύει τα τρόφιμα από μολύνσεις, όπως επίσης και τις επιφάνειες του εξοπλισμού και τα υλικά συσκευασίας.
- b. Ενώσεις που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό και την αποστείρωση. Αποθήκευση τοξικών ουσιών.
1. Τα καθαριστικά και τα αποστειρωτικά που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες καθαρισμού και αποστείρωσης πρέπει να μην περιέχουν ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και να είναι ασφαλή υπό τις συνθήκες χρήσης τους. Η συμμόρφωση με αυτή την απαίτηση μπορεί να επιβεβαιωθεί με οποιονδήποτε αποτελεσματικό τρόπο, όπως την αγορά τους με εγγύηση ή πιστοποιητικό από τον προμηθευτή, ή έλεγχο των ουσιών για πιθανή μόλυνση. Μόνο τα ακόλουθα τοξικά υλικά μπορούν να αποθηκεύονται σε ένα εργοστάσιο επεξεργασίας τροφίμων:
    - i. Αυτά που χρειάζονται για τη διατήρηση καθαρών συνθηκών.
    - ii. Αυτά που είναι απαραίτητα για χρήση σε εργαστηριακούς ελέγχους.
    - iii. Αυτά που είναι απαραίτητα για τη συντήρηση και λειτουργία του εξοπλισμού.
    - iv. Αυτά που είναι απαραίτητα για χρήση στις διεργασίες του εργοστασίου.
  2. Τα τοξικά καθαριστικά, αποστειρωτικά και εντομοκτόνα, θα πρέπει να αναγνωρίζονται και να αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποτρέπεται πιθανή μόλυνση των τροφίμων, των επιφανειών και των υλικών συσκευασίας. Οποιοσδήποτε σχετικός κανονισμός από άλλες ομοσπονδίες και κυβερνήσεις θα πρέπει να ακολουθείται.
- c. Έλεγχος παρασίτων. Δεν θα πρέπει να υπάρχουν παράσιτα σε κανένα χώρο ενός εργοστασίου τροφίμων. Πρέπει να λαμβάνονται αποτελεσματικά μέτρα, ώστε να αποκλείονται τα έντομα από το χώρο επεξεργασίας και να προστατεύονται τα τρόφιμα από αυτά στα υπόλοιπα τμήματα των εγκαταστάσεων. Η χρήση εντομοκτόνων επιτρέπεται μόνο με τη λήψη προληπτικών μέτρων και περιορισμών που θα προστατεύουν από πιθανή μόλυνση των τροφίμων, των επιφανειών και των υλικών συσκευασίας.
- d. Καθαρισμός επιφανειών επεξεργασίας τροφίμων. Όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα και τα εργαλεία, θα πρέπει να καθαρίζονται τόσο συχνά, ώστε να αποτρέπεται η μόλυνση των τροφίμων.
1. Οι επιφάνειες που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία τροφίμων με μικρό ποσοστό υγρασίας, θα πρέπει να διατηρούνται στεγνές και σε υγιεινές συνθήκες κατά τη χρήση. Όταν πραγματοποιείται υγρός καθαρισμός αυτών των επιφανειών, θα πρέπει να αποστειρώνονται και να στεγνώνονται πλήρως πριν την επόμενη χρήση.
  2. Στην υγρή επεξεργασία, όταν είναι απαραίτητος ο καθαρισμός για την προστασία από μικροοργανισμούς, όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα θα πρέπει να καθαρίζονται και να αποστειρώνονται πριν την χρήση και μετά από κάθε διακοπή κατά την οποία μπορεί να επέλθει μόλυνση. Όπου ο εξοπλισμός και τα εργαλεία χρησιμοποιούνται σε διεργασίες συνεχούς παραγωγής, τα εργαλεία και οι επιφάνειες του εξοπλισμού θα πρέπει να καθαρίζονται και να αποστειρώνονται ξεχωριστά.

3. Οι επιφάνειες του εξοπλισμού που δεν έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα θα πρέπει να καθαρίζονται τόσο συχνά, όσο είναι απαραίτητο για την προστασία ενάντια στις μολύνσεις.
  4. Προϊόντα μίας χρήσης (χαρτοπετσέτες, ποτήρια), θα πρέπει να αποθηκεύονται σε κατάλληλους χώρους και να διανέμονται, χρησιμοποιούνται και απομακρύνονται με τέτοιο τρόπο που να εξασφαλίζει προστασία από μολύνσεις των τροφίμων και των επιφανειών.
  5. Τα αποστειρωτικά θα πρέπει να είναι επαρκή και ασφαλή κατά τη χρήση τους. Οποιαδήποτε διεργασία ή μηχανήμα είναι αποδεκτό για καθαρισμό και αποστείρωση του εξοπλισμού και των εργαλείων, εφόσον είναι σε θέση να παρέχουν επαρκή καθαρισμό και αποστείρωση.
- e. Αποθήκευση και χειρισμός καθαρισμένου φορητού εξοπλισμού και εργαλείων. Τα καθαρισμένα και αποστειρωμένα εργαλεία και ο εξοπλισμός με επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε χώρο και συνθήκες που αποτρέπουν την μόλυνση των επιφανειών.

Στον τομέα 178 (κεφάλαιο 21), του Κώδικα Ομοσπονδιακών Κανονισμών περιέχονται όλοι οι κανονισμοί που αφορούν τα πρόσθετα των τροφίμων (βοηθητικά, προστατευτικά, καθαριστικά, αποστειρωτικά). Στην υποενότητα Β (παράγραφοι 1005 και 1010) περιλαμβάνονται ουσίες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των μικροοργανισμών (διαλύματα H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, διαλύματα αποστείρωσης). Στην υποενότητα C περιλαμβάνονται τα αντιοξειδωτικά και οι σταθεροποιητές (παράγραφοι 2010 – 2650) και στην υποενότητα D συγκεκριμένα βοηθητικά και προστατευτικά (παράγραφοι 3010 – 3950).

Επίσης η Ομοσπονδία Τροφίμων, Φαρμάκων και Καλλυντικών (FD&C Act), περιλαμβάνει περιπτώσεις στις οποίες ένα τρόφιμο θεωρείται αλλοιωμένο (τομέας 402).<sup>[8]</sup>

### **7.3. Υπουργείο Γεωργίας (USDA) - Υπηρεσία Ασφάλειας και Επίβλεψης Τροφίμων (FSIS)**

Ενώ ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων έχει πρωταρχική ευθύνη για την επίβλεψη των τροφίμων, το Υπουργείο Γεωργίας (Ηνωμένων Πολιτειών - USDA), και συγκεκριμένα η Υπηρεσία Ασφάλειας και Επίβλεψης Τροφίμων (FSIS), είναι υπεύθυνο για την επίβλεψη, βαθμονόμηση και καθορισμό προτύπων για το κρέας, τα πουλερικά και τα αυγά. Τον Ιανουάριο 1997, η Υπηρεσία Ασφάλειας και Επίβλεψης Τροφίμων (FSIS), ξεκίνησε την αξιολόγηση των υποχρεωτικών τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SSOPs), με σκοπό την αναγνώριση ασθενειών που προέρχονται από τα τρόφιμα, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα υγείας στις Ηνωμένες Πολιτείες. Στον τομέα 416 των κανονισμών περιγράφονται οι απαιτήσεις τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής για μια εγκατάσταση.<sup>[2]</sup>

#### **Τομέας 416.11 – Γενικοί κανόνες**

Κάθε επίσημη εγκατάσταση θα πρέπει να αναπτύξει, εφαρμόσει και διατηρήσει γραπτές τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής σύμφωνα με τις απαιτήσεις αυτού του τομέα.

#### **Τομέας 416.12 – Ανάπτυξη τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SOPs)**

- a. Οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής θα πρέπει να περιγράφουν όλες τις διαδικασίες τις οποίες θα πρέπει να πραγματοποιεί καθημερινά ο υπεύθυνος, πριν και κατά την διάρκεια των διεργασιών, ώστε να αποτρέπεται άμεση μόλυνση ή αλλοίωση των προϊόντων.
- b. Οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής θα πρέπει να υπογράφονται και να καταχωρούνται από τον υπεύθυνο υπό την επίβλεψη ανώτερου στελέχους. Η υπογραφή θα υποδηλώνει ότι η εγκατάσταση θα εφαρμόσει τις τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής όπως προβλέπεται και θα τις διατηρήσει σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παρόντος τομέα. Οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής θα πρέπει να υπογράφονται και να καταχωρούνται από την αρχική τους εφαρμογή καθώς και μετά από οποιαδήποτε τροποποίηση.
- c. Διεργασίες που πραγματοποιούνται πριν τις τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής θα πρέπει να διαχωρίζονται και να συμβαδίζουν με τον καθαρισμό του εξοπλισμού και των εργαλείων.
- d. Οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής θα πρέπει να καθορίζουν τη συχνότητα εφαρμογής κάθε διαδικασίας καθώς και τον (τους) υπάλληλο (-ους) για την εφαρμογή τους.

#### **Τομέας 416.13 – Εφαρμογή τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής**

- a. Κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να εφαρμόζει τις προαπαιτούμενες διεργασίες πριν την εφαρμογή των τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής.
- b. Κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να εφαρμόζει τις όλες τις υπόλοιπες διεργασίες με συχνότητα που έχει καθοριστεί.
- c. Κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να ελέγχει καθημερινά την εφαρμογή των διαδικασιών υγιεινής.

#### **Τομέας 416.14 – Διατήρηση τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής**

Κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να αξιολογεί συστηματικά την αποτελεσματικότητα των τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής και των διαδικασιών σε συγκεκριμένα σημεία που αποτρέπουν την άμεση μόλυνση ή αλλοίωση των προϊόντων και θα πρέπει να τις αναθεωρεί, ώστε να παραμένουν αποτελεσματικές, ανάλογα με τις αλλαγές στις εγκαταστάσεις, τον εξοπλισμό, τα εργαλεία, τις διεργασίες και το προσωπικό.<sup>[9], [10]</sup>

### 7.3.1. Πρότυπα απόδοσης υγιεινής - Sanitation Performance Standards (SPSs)

Σε μια προσπάθεια συμπλήρωσης των τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SSOPs), η Υπηρεσία Ασφάλειας και Επίβλεψης Τροφίμων (FSIS), εξέδωσε την οδηγία 5000.1 το 2003 (αντικαθιστώντας την οδηγία 11000.1), για να καλύψει τα ζητήματα που δεν περιλαμβάνονταν στις τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής έμμεσες επιφάνειες επαφής, ποιότητα νερού, κ.ά. Τόσο οι τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής όσο και τα πρότυπα απόδοσης υγιεινής παρέχουν στα εργοστάσια ευελιξία για καινοτομίες, ώστε να εξασφαλίσουν υγιεινές συνθήκες, απαιτώντας ωστόσο πρόληψη για αποφυγή μόλυνσης ή αλλοίωσης των προϊόντων.<sup>[2]</sup>

#### Τομέας 416.4 – Διαργασίες υγιεινής

- a. Όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα, τόσο για τον εξοπλισμό όσο και για τα εργαλεία, θα πρέπει να καθαρίζονται και να αποστειρώνονται τόσο συχνά όσο είναι απαραίτητο, ώστε να μην δημιουργούνται ανθυγιεινές συνθήκες που θα οδηγήσουν σε αλλοίωση των προϊόντων.
- b. Οι επιφάνειες που της εγκατάστασης, του εξοπλισμού και των εργαλείων που δεν έρχονται σε επαφή με τρόφιμα, θα πρέπει να καθαρίζονται και να αποστειρώνονται τόσο συχνά όσο είναι απαραίτητο, ώστε να μην δημιουργούνται ανθυγιεινές συνθήκες που θα οδηγήσουν σε αλλοίωση των προϊόντων.
- c. Τα καθαριστικά, αποστειρωτικά και άλλα χημικά θα πρέπει να είναι αποτελεσματικά και ασφαλή κατά τη χρήση. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται και αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην προκαλούν αλλοίωση των προϊόντων ούτε να δημιουργούν ανθυγιεινές συνθήκες. Θα πρέπει επίσης να υπάρχουν έγγραφα που να υποδηλώνουν την ασφάλεια των ουσιών αυτών.
- d. Το προϊόν θα πρέπει να προστατεύεται από αλλοίωση κατά την επεξεργασία, αποθήκευση, φόρτωση, εκφόρτωση και διανομή με επίσημη τεκμηρίωση.<sup>[9], [10]</sup>

#### Βιβλιογραφία

1. Marriott N. G., Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall, 2006 pp. 1-10
2. Cramer M., Food Plant Sanitation - Design, Maintenance and Good Manufacturing Practices, 2006, pp. 1 - 29
3. Hui Y. H., Food Plant Sanitation, 2003, ch. 4, 36
4. Forsythe J. S., Food Hygiene Microbiology and HACCP, 3<sup>rd</sup> edition, 1998, pp. 380 - 428
5. Lelieveld H., Hygiene in Food Processing, Woodhead Publishing, 2003, pp. 22 - 41
6. European Union, General Food Hygiene Directive, <http://europa.eu>
7. Τζιά Κ., Ωραιοπούλου Β., Σχεδιασμός Βιομηχανιών Τροφίμων – Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008, σσ. 216 - 225

8. U.S. Food and Drug Administration, Code of Federal Regulations,  
[www.fda.gov/default.htm](http://www.fda.gov/default.htm)
9. U.S. Department of Agriculture, Sanitation Standard Operating Procedures,  
[www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome)
10. U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service,  
<http://www.fsis.usda.gov/>



## Κεφάλαιο 8. Βιομηχανίες τροφίμων

### 8.1. Βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων

Παρά το σχεδιασμό και την εφαρμογή πρακτικών υγιεινής, παθογόνοι μικροοργανισμοί συνεχίζουν να μολύνουν τις εγκαταστάσεις γαλακτοκομικών προϊόντων. Στις γαλακτοβιομηχανίες, οι βασικότεροι μικροοργανισμοί που αποτελούν κίνδυνο είναι η *Listeria monocytogenes*, η *Escherichia coli O157:H7* και η *Salmonella*.

Στις γαλακτοβιομηχανίες, οι ρύποι αποτελούνται κυρίως από ανόργανες ενώσεις, λιπίδια, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και νερό. Άλατα μαγνησίου και ασβεστίου από το γάλα και το νερό προσκολλώνται στις επιφάνειες του εξοπλισμού. Επίσης μπορεί να περιέχουν σκόνη, καθαριστικά και διάφορους μικροοργανισμούς.<sup>[1]</sup>

Ένας από τους πιο ανθεκτικούς ρύπους είναι ο γαλακτόλιθος (milkstone) και απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες (80°C) και μεγάλους χρόνους καθαρισμού (>30min).<sup>[2]</sup>

Το βασικό συστατικό των περισσότερων καθαριστικών που χρησιμοποιούνται στις γαλακτοβιομηχανίες είναι το νερό. Είναι σημαντικό το νερό που χρησιμοποιείται να αυξάνει την αποτελεσματικότητα του καθαριστικού. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να μην περιέχει ξένα σώματα και να έχει όσο το δυνατόν χαμηλότερη σκληρότητα.

Τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται στις γαλακτοβιομηχανίες, είναι περίπλοκα μίγματα ενώσεων, κατάλληλα για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως αρχική απομάκρυνση ρύπων, διείδυση, σαπυνοποίηση και απομάκρυνση ρύπων.

Πίνακας 8.1 Καθαρισμός γαλακτοβιομηχανιών

Καθαρισμός	Καθαριστικό	Μέσο καθαρισμού	Εξοπλισμός
Πάτωμα, τοίχοι, οροφές	Μέσης – Υψηλής απόδοσης καθαριστικά	Αφρός (με υψηλή πίεση, μικρό όγκο)	Φορητό ή κεντρικό σύστημα καθαρισμού με αφρό
Εξοπλισμός επεξεργασίας και ταινίες μεταφοράς	Μέσης – Υψηλής απόδοσης αλκαλικά καθαριστικά (με χλώριο)	Υψηλή πίεση, μικρού όγκου ψεκασμός	Φορητό ή κεντρικό σύστημα καθαρισμού υψηλής πίεσης χαμηλού όγκου
Κλειστός εξοπλισμός	Μέσης – Υψηλής απόδοσης αλκαλικά καθαριστικά με περιοδική χρήση όξινων καθαριστικών	CIP	Αντλίες, ψεκασμό, δεξαμενές CIP

Στις γαλακτοβιομηχανίες, η αποστείρωση επιτυγχάνεται με τη χρήση ατμού πάνω στην επιφάνεια του εξοπλισμού για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Έχει υπολογιστεί ότι για αποτελεσματική αποστείρωση με ατμό απαιτείται χρόνος 15min, όταν το συμπύκνωμα που απομακρύνεται από τον εξοπλισμό είναι 80°C. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος έχει περιορισμένη εφαρμογή, λόγω της δυσκολίας διατήρησης της απαιτούμενης θερμοκρασίας και του υψηλού ενεργειακού κόστους.

Εναλλακτικά μπορεί να εφαρμοστεί αποστείρωση με θερμό νερό. Κατά την αποστείρωση με θερμό νερό απαιτείται διάρκεια 5min με θερμό νερό θερμοκρασίας 77°C. Βάσει του Διεθνούς Οργανισμού Γαλακτοκομικών Προϊόντων (International

Dairy Federation), απαιτούνται 85°C για 15min, ενώ σύμφωνα με τον κανονισμό 21 CFR 129.80 του Οργανισμού Τροφίμων και Φαρμάκων (Απρίλιος 2011, αναθεωρημένη έκδοση), απαιτείται θερμοκρασία 77°C για 15min ή 94°C για 5min. Το θερμό νερό είναι σχετικά φθηνό και αποτελεσματικό. Ωστόσο, απαιτείται μεγάλη διάρκεια εφαρμογής (θέρμανση, διατήρηση, ψύξη), ενώ μπορεί να προκαλέσει και βλάβη του εξοπλισμού λόγω συστολής-διαστολής.

Αποστείρωση στις γαλακτοβιομηχανίες γίνεται και με τη χρήση αποστειρωτικών όπως οι ενώσεις χλωρίου και ιωδίου, για τουλάχιστον 1min. Εφαρμόζεται η απαιτούμενη ποσότητα αποστειρωτικού που έχει παρασκευαστεί και αντλείται από δεξαμενή ή εφαρμόζεται με κυκλοφορία στο σύστημα σωληνώσεων. Εναλλακτικά μπορεί να γίνει εμβάπτιση μικρών εξαρτημάτων σε δεξαμενές αποστείρωσης για διάστημα 2min. Στις κλειστές δεξαμενές εφαρμόζεται ψεκασμός για τουλάχιστον 5min. Στους χώρους ωρίμανσης τυριών, αναπτύσσονται μούχλες, οι οποίες αντιμετωπίζονται με όζον. Με αυτό τον τρόπο αντιμετωπίζονται οι μούχλες της ατμόσφαιρας, γι' αυτό και απαιτείται χρήση αποστειρωτικού για τις μούχλες στις επιφάνειες.<sup>[1]</sup>

Επίσης μπορεί να γίνει χρήση όξινων καθαριστικών για υπολείμματα ακατέργαστου γάλακτος. Η εφαρμογή όξινου καθαριστικού (νιτρικό οξύ 0,5%, 15min, 60°C), με επακόλουθη ενζυματική κατεργασία έχει μελετηθεί για χρήση σε εναλλάκτες θερμότητας γάλακτος. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί φωσφορικό οξύ, σε συγκεντρώσεις 0,5 -3,0%.<sup>[2]</sup>

Υποχλωριώδες διάλυμα (200ppm, pH=11,5), παρέχει πλήρη απομάκρυνση πρωτεϊνικών υπολειμμάτων και λειτουργεί τόσο ως καθαριστικό όσο και ως αποστειρωτικό.<sup>[3]</sup>

Πολύ καλή ικανότητα καθαρισμού/αποστείρωσης, ενάντια στη *Listeria*, έχουν οι παράγοντες T99, T66 και GL (Henkel Ecolab), καθώς και οι DD και BP (Langlois), σε συνθήκες που περιγράφονται στον επόμενο πίνακα.<sup>[4]</sup>

Πίνακας 8.2 Συνθήκες καθαρισμού

Παράγοντας	pH	Συγκέντρωση [mg/mL]	Χρόνος [min]	Θερμοκρασία [°C]
T99	9,0	19,8 – 29,7	10 – 20	25
T66	11,8	22,6 – 56,5	15	40 - 60
DD	12,4	5,0 – 20,0	10 - 15	70 – 80
BP	1,7	5,7 – 11,5	10 -15	50 – 70
GL	6,0	5,1 – 10,3	-	25

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 8.2, προκύπτει ότι δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μεγάλοι χρόνοι καθαρισμού (10-20min). Ωστόσο οι συγκεκριμένοι παράγοντες δρουν σε πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές τιμές pH και μερικοί από αυτούς απαιτούν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες (έως και 80°C).

Όταν πρόκειται να εφαρμοστεί χειρωνακτικός καθαρισμός ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

- Αρχικό πλύσιμο με νερό θερμοκρασίας 37-38°C.

- Χρήση καθαριστικού με pH<10, ελαχιστοποίηση του ερεθισμού του δέρματος και θερμοκρασία του διαλύματος καθαρισμού στους 45°C.
- Ξέβγαλμα με νερό θερμοκρασίας 37-38°C.
- Εφαρμογή αποστειρωτικού με χλώριο.

Στις μεγάλες εγκαταστάσεις ο καθαρισμός γίνεται με τη χρήση συστημάτων κλειστού κυκλώματος (CIP). Εφαρμόζεται στις σωληνώσεις, στις μηχανές γάλακτος, στις δεξαμενές αποθήκευσης και στο μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού παραγωγής. Η αποτελεσματικότητα του κλειστού κυκλώματος καθαρισμού εξαρτάται από το χρόνο, τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση του καθαριστικού. Ένα αποτελεσματικό σύστημα CIP μπορεί να μειώσει το κόστος καθαρισμού κατά 35% με 40% λιγότερη ενέργεια.

Οι δεξαμενές καθαρίζονται αποτελεσματικά με ψεκασμό 4-10L/min/m<sup>2</sup>. Οι κατακόρυφες δεξαμενές τύπου σιλό, απαιτούν ροή περιφέρειας 27-36L/m<sup>2</sup>. Ο καθαρισμός μεγάλων δεξαμενών με ψεκασμό, γίνεται σε στάδια, όπου το νερό απελευθερώνεται σε τρία ή περισσότερα στάδια των 15-30s, με πλήρη αποστράγγιση της δεξαμενής πριν το κάθε στάδιο.

Ο καθαρισμός ήπιων ρύπων σε δεξαμενές, όπως είναι το γάλα χαμηλών λιπαρών μπορεί να επιτευχθεί με πλύσιμο τριών κύκλων με νερό και στη συνέχεια εφαρμογή καθαριστικού με χλώριο για 5-7min στους 55°C. Ακολουθούν δύο κύκλοι έκπλυσης.

Τα καμένα υπολείμματα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και ανόργανα συστατικά, απαιτούν θερμοκρασίες έως και 82°C για χρονικό διάστημα μέχρι και 60min.<sup>[1]</sup>

Πίνακας 8.3 Δραστηκότητα αποστειρωτικών στη γαλακτοβιομηχανία<sup>[5]</sup>

Αποστειρωτικό	Μικροοργανισμοί					
	Θετικά κατά Gram	Αρνητικά κατά Gram	Ζύμες	Μούχλες	Σπόρια	Ιοί
Χλώριο/Ιώδιο	++	++	++	+	+	++
Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου	++	+	++	+	-	+/-
Υπεροξικό οξύ	++	++	+	+	+	++
Αλκοόλες	++	++	+	+	-	+/-
Ανιονικά οξέα	+	++	+/-	+/-	-	-
++ πολύ δραστικό, + ελαφρώς δραστικό, - μη δραστικό, +/- αμφίβολης δραστηκότητας						

Ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα παρουσιάζουν τα αποστειρωτικά χλωρίου/ιωδίου, τα οποία εμφανίζονται πολύ δραστικά ενάντια σε θετικούς/αρνητικούς κατά Gram μικροοργανισμούς, αλλά και ενάντια σε ζύμες και ιούς. Η δραστηκότητά του ενάντια σε μούχλες και σπόρια είναι επίσης αποτελεσματική. Παρόμοια δραστηκότητα εμφανίζει το υπεροξικό οξύ. Οι ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου έχουν επίσης αυξημένη δραστηκότητα, όχι όμως και ενάντια σε σπόρια και ιούς. Τη χαμηλότερη δραστηκότητα παρουσιάζουν οι αλκοόλες, έχοντας ωστόσο υψηλή δραστηκότητα ενάντια σε θετικούς και αρνητικούς κατά Gram μικροοργανισμούς. Τα ανιονικά οξέα έχουν χαμηλή έως αμφίβολη δραστηκότητα.

Πίνακας 8.4 Συγκεντρώσεις καθαριστικών σε εφαρμογές καθαρισμού

Καθαρισμός	Καθαριστικά με χλώριο (ppm)	Όξινα καθαριστικά (ppm)
Δεξαμενές γάλακτος	1500-2000	100
Δεξαμενές κρέμας, συμπυκνωμένου γάλακτος, παγωτού	2500-3000	100-130
Δοχεία επεξεργασίας μέτριας θερμικής κατεργασίας	4000-5000	100-200

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει η ανάγκη για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις καθαριστικών κατά τον καθαρισμό δεξαμενών κρέμας, συμπυκνωμένου γάλακτος και παγωτού και ακόμα υψηλότερες κατά τον καθαρισμό δοχείων επεξεργασίας μέτριας θερμικής κατεργασίας σε σύγκριση με τον καθαρισμό δεξαμενών γάλακτος. Αυτό ισχύει τόσο κατά τον καθαρισμό με χλώριο όσο και κατά τον καθαρισμό με όξινα καθαριστικά.

Στις γαλακτοβιομηχανίες έχει εφαρμοστεί και όζον για αποστείρωση επιφανειών από ανοξείδωτο χάλυβα (0,5ppm για 10min ή 2ppm για 4h), καθώς και σε συστήματα CIP.<sup>[6]</sup>

## 8.2. Βιομηχανία κρεάτων και πουλερικών

Για τον καθαρισμό του εξοπλισμού βιομηχανιών κρεάτων και πουλερικών χρησιμοποιείται πλύση με θερμό νερό, υψηλή πίεση, καθαρισμός με αφρό και συστήματα κλειστού κυκλώματος (CIP).

Τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται στις συγκεκριμένες βιομηχανίες είναι όξινα και αλκαλικά, από ήπια έως πολύ ισχυρά.

Για την αποστείρωση χρησιμοποιείται ατμός, ο οποίος δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιοχές ψύξης λόγω συμπύκνωσης, ενώ από τα χημικά αποστειρωτικά χρησιμοποιούνται υποχλωριώδη νατρίου και ασβεστίου, διοξειδίο του χλωρίου, διαλύματα ιωδίου και όζοντος.<sup>[1]</sup>

Αποτελέσματα καθαρισμού με αλκαλικό και όξινο καθαριστικό σε επιφάνεια βιομηχανίας κρεάτων παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα. Διαφορές εμφανίζονται τόσο στην περίπτωση επιπρόσθετου καθαρισμού όσο και στη μέθοδο καθαρισμού που θα εφαρμοστεί.

Πίνακας 8.5 Αποτελεσματικότητα καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm<sup>2</sup>]<sup>[7]</sup>

Βακτηριακό φορτίο/cm <sup>2</sup>	Αλκαλικός καθαρισμός <sup>a</sup>	Όξινος καθαρισμός <sup>b</sup>
<1	64%	40%
1 - <10	25%	31%
10 - <100	5%	17%
100 - <1000	2%	6%
1000 – 10000	4%	6%
Συνολικά δείγματα	55	52

<sup>a</sup>Kombinon special (Αλκαλικό καθαριστικό) + Blegeesens (υποχλωριώδες διάλυμα)  
<sup>b</sup>Alka 32FF (Αλκαλικό καθαριστικό) + Surklar (Όξινο καθαριστικό) + Oxivit Plus (όξινο καθαριστικό)  
 Κατασκευαστής: SFK, Δανία

**Πίνακας 8.6 Αποτελεσματικότητα επιπρόσθετου καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm<sup>2</sup>]<sup>[7]</sup>**

Βακτηριακό φορτίο/cm <sup>2</sup>	Αλκαλικός καθαρισμός [επιπλέον καθαρισμός με χλώριο]		Όξινο καθαρισμός [επιπλέον καθαρισμός με υπεροξικό οξύ]	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
<1	64%	58%	40%	27%
1 - <10	25%	29%	31%	35%
10 - <100	5%	11%	17%	23%
100 - <1000	2%	2%	6%	12%
1000 – 10000	4%	0%	6%	2%
Συνολικά δείγματα	55	55	52	52

Ο αλκαλικός καθαρισμός εμφανίζει καλύτερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με τον όξινο σε χαμηλότερο βακτηριακό φορτίο. Ο επιπρόσθετος καθαρισμός δίνει καλύτερα αποτελέσματα, ωστόσο τα επίπεδα βακτηριακού φορτίου παραμένουν ίδια. Συνεπώς δεν κρίνεται πρακτικός ο επιπρόσθετος καθαρισμός σε καμία από τις δύο περιπτώσεις.

**Πίνακας 8.7 Διαφορά τεχνικής καθαρισμού σε βιομηχανία κρεάτων [αερόβιο cfu/cm<sup>2</sup>]<sup>[7]</sup>**

Βακτηριακό φορτίο/cm <sup>2</sup>	Συνήθης καθαρισμός	Τρίψιμο, καθαρισμός, πλύσιμο
<1	47%	59%
1 - <10	16%	19%
10 - <100	22%	22%
100 - <1000	13%	0%
1000 – 10000	3%	0%
Συνολικά δείγματα	32	32

Ο μηχανικός καθαρισμός δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τον επιπρόσθετο καθαρισμό, ωστόσο δεν αποτελεί πρακτική λύση στη βιομηχανία τροφίμων.

### 8.3. Βιομηχανία θαλασσινών

Για τον καθαρισμό και την αποστείρωση βιομηχανιών θαλασσινών, χρησιμοποιούνται κυρίως ενώσεις χλωρίου, ιωδίου και τεταρτογενούς αμμωνίου με τις ακόλουθες συγκεντρώσεις.<sup>[1]</sup>

**Πίνακας 8.8 Καθαρισμός βιομηχανιών θαλασσινών**

Εφαρμογή	Χλώριο (ppm)	Ιώδιο (ppm)	Ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου (ppm)
Νερό πλύσης	2 – 10	Δεν συστήνεται	Δεν συστήνεται
Χέρια	Δεν συστήνεται	8 – 12	150
Λείες επιφάνειες	50 – 100	10 – 35	Δεν συστήνεται
Εξοπλισμός/εργαλεία	300	12 – 20	200
Πάτωμα, τοίχοι	1000 - 5000	125 - 200	500 - 800

Για το νερό πλύσης χρησιμοποιείται χλώριο σε χαμηλές συγκεντρώσεις (2-10ppm). Αντίστοιχα για τα χέρια χρησιμοποιείται ιώδιο σε χαμηλές συγκεντρώσεις (8-12ppm), ή ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου σε υψηλότερες συγκεντρώσεις (150ppm). Για τον

εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις (πατώματα, τοίχοι) μπορεί να εφαρμοστούν όλα τα παραπάνω αλλά σε πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις (έως και 5000ppm για τις ενώσεις χλωρίου).

Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται κατεργασία με ηλεκτρολυμένο νερό. Αποτελέσματα ενάντια στη *Listeria monocytogenes* παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.<sup>[8]</sup>

**Πίνακας 8.9 Αποτελεσματικότητα κατεργασίας με ηλεκτρολυμένο νερό για 5min ενάντια στη *L. Monocytogenes*<sup>[9]</sup>**

Υλικό	Αποτελεσματικότητα	Ιδιότητες ηλεκτρολυμένου νερού		
		pH	Χλώριο [mg/L]	Θερμοκρασία [°C]
Ανοξειδωτος χάλυβας με υπολείμματα θαλασσινών	+++	2,50	50	23
Κεραμικό με υπολείμματα θαλασσινών	+++	2,50	50	23
Πλακάκι πατώματος με υπολείμματα θαλασσινών	++	2,50	50	23
Γάντια από καουτσούκ με υπολείμματα θαλασσινών	+++	2,60	40	23
Γάντια latex με υπολείμματα θαλασσινών	++	2,60	40	23
Γάντια νιτριλίου με υπολείμματα θαλασσινών	++	2,60	40	23
Γάντια latex μιας χρήσεως με υπολείμματα θαλασσινών	+++	2,60	40	23
Γάντια νιτριλίου μιας χρήσεως με υπολείμματα θαλασσινών	+++	2,60	40	23
Καθαρά γάντια	++++	2,60	40	23
++++ μείωση βακτηρίων περισσότερο από 4 log CFU/ per unit +++ μείωση βακτηρίων ανάμεσα από 2 και 4 log CFU/ per unit ++ μείωση βακτηρίων ανάμεσα από 1 και 2 log CFU/ per unit + μείωση βακτηρίων λιγότερο από 1 log CFU/ per unit				

Το ηλεκτρολυμένο νερό εμφανίζει ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα σε πολύ μικρούς χρόνους (5min) και σε διαφορετικές επιφάνειες (ανοξειδωτο χάλυβα, κεραμικές επιφάνειες).

Η χρήση ηλεκτρολυμένου νερού σε βιομηχανία θαλασσινών, παρουσιάζει αποτελεσματικότητα ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις (50mg/L), αλλά και σε σύντομο χρονικό διάστημα (1min), σε σχέση με το αποστειρωμένο νερό (πιν. 8.10). Μεγαλύτερος χρόνος εφαρμογής οδηγεί σε πλήρη απομάκρυνση των μικροοργανισμών, όπως φαίνεται και στους ακόλουθους πίνακες.

**Πίνακας 8.10 Καθαρισμός επιφάνειας σε βιομηχανία θαλασσινών με ηλεκτρολυμένο νερό (EO)<sup>[10]</sup>**

Κατεργασία	Συνολικό βακτηριακό φορτίο [log (cfu/cm <sup>2</sup> )]			
	0min	1min	5min	10min
Αποστειρωμένο νερό	4,86 ± 0,02	3,83 ± 0,27	3,83 ± 0,06	3,35 ± 0,23
EO (200mg/L)	5,05 ± 0,07	1,44 ± 0,91	<1,0	ND
EO (100mg/L)	5,02 ± 0,76	1,23 ± 0,11	<1,0	ND
EO (50mg/L)	4,35 ± 0,37	1,98 ± 0,28	1,56 ± 0,64	1,76 ± 0,81
[ND] μη ανιχνεύσιμο, [-] μη ανιχνεύσιμο μη μετρήσιμο				

Πίνακας 8.11 Καθαρισμός επιφάνειας σε βιομηχανία θαλασσινών με ηλεκτρολυμένο νερό (ΕΟ)<sup>[10]</sup>

Κατεργασία	Συνολικό βακτηριακό φορτίο [log (cfu/cm <sup>2</sup> )]			
	0min	1min	5min	10min
Νερό βρύσης	4,71 ± 0,23	4,39 ± 0,28	4,76 ± 0,15	4,70 ± 0,15
Θαλασσινό νερό	5,66 ± 0,23	5,11 ± 0,83	5,02 ± 0,64	5,23 ± 0,28
ΕΟ (200mg/L)	4,37 ± 0,03	<1,0	< 1,0	< 1,0
ΕΟ (100mg/L)	5,17 ± 0,04	4,07 ± 0,44	2,74 ± 0,28	2,12 ± 0,58
ΕΟ (50mg/L)	4,72 ± 0,16	3,32 ± 0,63	3,27 ± 0,57	3,53 ± 0,38
[+] ανιχνεύσιμο μη μετρήσιμο, [-] μη ανιχνεύσιμο μη μετρήσιμο				

Αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν και με τη χρήση νερού βρύσης και θαλασσινού νερού. Το ηλεκτρολυμένο νερό παρουσιάζει αυξημένη αποτελεσματικότητα ακόμα και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (50mg/L).

Στις βιομηχανίες θαλασσινών χρησιμοποιείται ως μέθοδος καθαρισμού και η υπεριώδης ακτινοβολία. Η ένταση της ακτινοβολίας, η απόσταση από την επιφάνεια καθαρισμού, το είδος της επιφάνειας, αλλά και ο χρόνος εφαρμογής αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εφαρμογής υπεριώδους ακτινοβολίας σε βιομηχανία θαλασσινών, σε σχέση με τις παραπάνω παραμέτρους.

Πίνακας 8.12 Εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας σε βιομηχανία θαλασσινών<sup>[11]</sup>

Ακτινοβολία UV	Πεδίο	Αριθμός δειγμάτων	Μείωση αερόβιου πληθυσμού [log(cfu/δείγμα)]
Υψηλή	1	10	2,7±1,4
Υψηλή	2	13	2,8±1,1
Υψηλή	3	3	3,7±0,4
Μέση	1	2	0,0±0,6
Μέση	2	4	0,9±0,7
Μέση	3	24	1,5±1,5
Χαμηλή	2	11	0,7±1,3
Χαμηλή	3	1	0,4
Υψηλή ακτινοβολία: <5m από την πηγή ακτινοβολίας Μέση ακτινοβολία: >5m από την πηγή ακτινοβολίας Χαμηλή ακτινοβολία: Όχι άμεση έκθεση στην πηγή Πεδίο 1: Επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα Πεδίο 2: Επιφάνειες σε μικρή απόσταση από τα τρόφιμα Πεδίο 3: Λοιπές επιφάνειες του χώρου επεξεργασίας			

Από τον πίνακα 8.12, διαπιστώνεται ότι κύρια παράμετρος για την αποτελεσματικότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας αποτελεί η ένταση της ακτινοβολίας (απόσταση από την πηγή). Σε υψηλή ένταση (<5m από την πηγή ακτινοβολίας) εμφανίζεται μείωση του αερόβιου πληθυσμού σχεδόν έως 4 log(cfu/δείγμα). Αντίθετα σε μέση και χαμηλή ένταση παρατηρείται πολύ μικρή μείωση του αερόβιου πληθυσμού, έως 1,5 log(cfu/δείγμα).

Πίνακας 8.13 Εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας για την αντιμετώπιση *L. Monocytogenes*<sup>[11]</sup>

Ακτινοβολία UV	Πεδίο	Αριθμός δειγμάτων	Θετικά δείγματα σε <i>L. monocytogenes</i>			
			0h	7h UV	0h	48hUV
Υψηλή	1	10	2	2	4	0
Υψηλή	2	13	3	3	5	1
Υψηλή	3	3	2	1	2	0
Μέση	1	2	0	0	2	0
Μέση	2	4	1	0	2	0
Μέση	3	24	12	10	9	6
Χαμηλή	2	11	3	2	6	1
Χαμηλή	3	1	0	0	0	0
Σύνολο δειγμάτων		68	23	18	30	8

Η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας παρουσιάζει αυξημένη αποτελεσματικότητα σε μεγαλύτερους χρόνους (48h). Επίσης, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα του πίνακα 8.13, υψηλή ένταση υπεριώδους ακτινοβολίας (μικρή απόσταση από την πηγή ακτινοβολίας) παρέχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα τόσο σε κοντινές όσο και σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

#### 8.4. Βιομηχανία φρούτων και λαχανικών

Στις βιομηχανίες φρούτων και λαχανικών μπορεί να γίνει καθαρισμός με θερμό νερό, υψηλή πίεση, αφρό, καθώς και χρήση συστημάτων κλειστού κυκλώματος (CIP). Τα καθαριστικά και αποστειρωτικά που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις βιομηχανίες είναι αλογόνα, διοξείδιο του χλωρίου (1 - 10ppm), ενώσεις τεταρτογενούς αμμωνίου (pH>6), όξινα αποστειρωτικά, όζον, καθώς και υπεριώδης ακτινοβολία.<sup>[1]</sup>

Παραδείγματα κατεργασίας με ηλεκτρολυμένο νερό για την απενεργοποίηση διαφόρων βακτηρίων (θετικών και αρνητικών κατά Gram) παρουσιάζονται στον πίνακα 8.14, ενώ στον πίνακα 8.15, παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα κατεργασίας με ηλεκτρολυμένο νερό σε συγκεκριμένες επιφάνειες. Η χρήση ηλεκτρολυμένου νερού μειώνει αποτελεσματικά τον πληθυσμό των βακτηρίων. Ενδεικτικά, σε χρόνο 10min παρατηρείται πλήρης απενεργοποίηση βακτηρίων όπως η *Escherichia coli O157:H7*, η *Salmonella Enteritidis*, η *Salmonella Typhimurium* και η *Listeria monocytogenes*. Πλήρης απενεργοποίηση σε χρόνο 30s εμφανίζει η χρήση ηλεκτρολυμένου νερού ενάντια στα βακτήρια *Pseudomonas aeruginos*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Flavobacter sp.*, *Proteus vulgaris*, *Alcaligenes faecalis*, *Aeromonas liquefaciens*, *Campylobacter jejuni*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* και *Enterobacter aerogenes*.

Αυξημένη αποτελεσματικότητα παρουσιάζει η χρήση ηλεκτρολυμένου και σε διαφορετικές επιφάνειες. Μείωση έως και 6log CFU/μονάδα επιφάνειας παρατηρείται στην κατεργασία επιφανειών κοπής, ανοξείδωτου χάλυβα, κεραμικών, γυαλιού σε χρόνους 1-20min, ενάντια στα βακτήρια *Escherichia coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacter aerogenes* και *Staphylococcus aureus*.<sup>[8]</sup>



Πίνακας 8.14 Κατεργασία με ηλεκτρολυμένο νερό<sup>[8]</sup>

Βακτήριο	Πληθυσμός βακτηρίων μετά την κατεργασία [μέσος log CFU/mL]						Ιδιότητες ηλεκτρολυμένου νερού		
	0s	30s	1min	5min	10min	15min	pH	Χλώριο [mg/L]	Θερμοκρασία [°C]
Θετικά κατά Gram									
<i>Escherichia coli O157:H7</i>	7,98 ± 0,04	-	-	<1,0	0	0	2,36	86,3	4
<i>Escherichia coli O157:H7</i>	8,04 ± 0,07	-	-	<1,0	0	0	2,37	82,3	23
<i>Salmonella Enteritidis</i>	7,74 ± 0,08	-	-	1,06 ± 0,15	0	0	2,48	83,5	4
<i>Salmonella Enteritidis</i>	7,76 ± 0,08	-	-	<1,0	0	0	2,45	82,0	23
<i>Salmonella Typhimurium</i>	5,20 ± 1,00	-	-	5,13 ± 1,20	3,37 ± 0,70	3,32 ± 0,50	2,30	50,0	4
<i>Salmonella Typhimurium</i>	5,11 ± 1,60	-	-	3,46 ± 1,40	0	0	2,60	50,0	23
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8,04 ± 0,07	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Escherichia coli</i>	8,21 ± 0,04	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Citrobacter freundii</i>	7,63 ± 0,06	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Flavobacter sp.</i>	8,12 ± 0,02	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Proteus vulgaris</i>	8,01 ± 0,04	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Alcaligenes faecalis</i>	7,80 ± 0,03	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Aeromonas liquefaciens</i>	7,90 ± 0,04	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Campylobacter jejuni</i>	7,42 ± 0,26	<1	-	-	-	-	2,95	25,7	4
<i>Campylobacter jejuni</i>	7,47 ± 0,13	<1	-	-	-	-	2,67	53,9	23
<i>Campylobacter jejuni</i>	7,42 ± 0,26	0	-	-	-	-	2,67	53,3	4
<i>Campylobacter jejuni</i>	7,47 ± 0,13	0	-	-	-	-	2,57	51,6	23
<i>Enterococcus faecalis</i>	8,23 ± 0,03	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
Αρνητικά κατά Gram									
<i>Listeria monocytogenes</i>	7,91 ± 0,05	-	-	1,34 ± 0,37	0	0	2,63	43,0	4
<i>Listeria monocytogenes</i>	7,89 ± 0,10	-	-	1,23 ± 0,33	0	0	2,63	48,5	23
<i>Listeria monocytogenes</i>	5,89 ± 0,40	-	-	5,36 ± 0,80	5,12 ± 0,80	4,60 ± 1,10	2,60	50,0	4
<i>Listeria monocytogenes</i>	5,10 ± 1,40	-	-	2,66 ± 1,10	0	0	2,60	50,0	23
<i>Staphylococcus aureus</i>	8,36 ± 0,08	0	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Staphylococcus aureus</i>	8,03 ± 0,03	0	-	-	-	-	2,53	53,1	23
<i>Staphylococcus aureus</i>	8,03 ± 0,03	0	-	-	-	-	2,79	26,9	23
<i>Staphylococcus aureus</i>	8,03 ± 0,03	3,92 ± 0,11	-	-	-	-	3,18	11,3	23
<i>Bacillus cereus</i>	6,72 ± 0,02	3,76 ± 0,02	-	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Bacillus cereus (spores)</i>	7,98 ± 0,06	-	0	-	-	-	2,84	43,0	23
<i>Enterobacter aerogenes</i>	7,98 ± 0,04	0	-	-	-	-	2,53	53,1	23
<i>Enterobacter aerogenes</i>	7,98 ± 0,04	0	-	-	-	-	2,79	26,9	23
<i>Enterobacter aerogenes</i>	7,98 ± 0,04	0	-	-	-	-	3,18	11,3	23

[0] πλήρης απενεργοποίηση βακτηρίων, [-] χωρίς μέτρηση

Πίνακας 8.15 Αποτελεσματικότητα κατεργασίας επιφανειών με ηλεκτρολυμένο νερό<sup>[8]</sup>

Υλικό	Συνθήκες εμβάπτισης	Βακτήριο	Αποτελεσματικότητα	Ιδιότητες ηλεκτρολυμένου νερού		
				pH	Χλώριο [mg/L]	Θερμοκρασία [°C]
Επιφάνεια κοπής	10min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	++	2,50	87	23
Επιφάνεια κοπής	20min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	++	2,56	80	23
Επιφάνεια κοπής	10min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	+++	2,58	87	35
Επιφάνεια κοπής	20min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	+++	2,56	90	35
Επιφάνεια κοπής	5min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	++	2,46	87	45
Επιφάνεια κοπής	10min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	+++	2,51	93	45
Επιφάνεια κοπής	5min	<i>Escherichia coli O157:H7</i>	+++	2,29	45	55
Επιφάνεια κοπής	20min	<i>Listeria monocytogenes</i>	+++	2,50	72	23
Επιφάνεια κοπής	10min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,38	66	35
Επιφάνεια κοπής	10min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,33	52	45
Γυαλί	5min	<i>Enterobacter aerogenes</i>	++	2,53	53	23
Γυαλί	5min και 50rpm	<i>Enterobacter aerogenes</i>	+++	2,53	53	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	5min	<i>Enterobacter aerogenes</i>	++	2,53	53	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	5min και 50rpm	<i>Enterobacter aerogenes</i>	+++	2,53	53	23
Επικαλυμμένο κεραμικό	5min	<i>Enterobacter aerogenes</i>	++	2,53	53	23
Επικαλυμμένο κεραμικό	5min και 50rpm	<i>Enterobacter aerogenes</i>	+++	2,53	53	23
Μη επικαλυμμένο κεραμικό	5min	<i>Enterobacter aerogenes</i>	++	2,53	53	23
Μη επικαλυμμένο κεραμικό	5min και 50rpm	<i>Enterobacter aerogenes</i>	+++	2,53	53	23
Πορσελάνη	5min	<i>Enterobacter aerogenes</i>	++	2,53	53	23
Πορσελάνη	5min και 50rpm	<i>Enterobacter aerogenes</i>	+++	2,53	53	23
Γυαλί	5min	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	2,53	53	23
Γυαλί	5min και 50rpm	<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	2,53	53	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	5min	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	2,53	53	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	5min και 50rpm	<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	2,53	53	23
Επικαλυμμένο κεραμικό	5min	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	2,53	53	23
Επικαλυμμένο κεραμικό	5min και 50rpm	<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	2,53	53	23
Μη επικαλυμμένο κεραμικό	5min	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	2,53	53	23
Μη επικαλυμμένο κεραμικό	5min και 50rpm	<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	2,53	53	23
Πορσελάνη	5min	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	2,53	53	23
Πορσελάνη	5min και 50rpm	<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	2,53	53	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	0,5min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,40	47	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	1min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,40	47	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	2min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,40	47	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	0,5min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,38	84	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	1min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,38	84	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	2min	<i>Listeria monocytogenes</i>	++	2,38	84	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	1min	<i>Listeria monocytogenes</i>	+++	2,60	56	23
Ανοξείδωτος χάλυβας	5min	<i>Listeria monocytogenes</i>	+++	2,60	56	23

+++ μείωση βακτηρίων περισσότερο από 6 log CFU/ per unit, ++ μείωση βακτηρίων ανάμεσα από 2 και 6 log CFU/ per unit, + μείωση βακτηρίων λιγότερο από 2 log CFU/ per unit

### 8.5. Βιομηχανία ροφημάτων και ποτών

Περισσότερο αποτελεσματικός καθαρισμός στη βιομηχανία ποτών επιτυγχάνεται με χρήση ψεκασμού. Τα αποστειρωτικά που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ενώσεις χλωρίου, ιωδίου.

Συχνά χρησιμοποιείται θερμική αποστείρωση (κυρίως στην παραγωγή μπίρας), ενώ συχνή είναι και η εφαρμογή συστημάτων κλειστού κυκλώματος (CIP). Άλλες τεχνικές όπως η υψηλή πίεση χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό γυάλινων περιεκτών. Στις εγκαταστάσεις παραγωγής κρασιού θα πρέπει να αποφεύγονται καθαριστικά με έντονες οσμές. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως φωσφορικό νάτριο. Ο καθαρισμός στις εγκαταστάσεις παραγωγής κρασιού γίνεται με ψεκασμό για επίτευξη υψηλής ταχύτητας και δύναμης, ενώ χρησιμοποιούνται και βούρτσες για πιο μικρές δεξαμενές. Αυξημένη είναι και η χρήση του όζοντος στην αποστείρωση οινοποιείων. Ο καθαρισμός βαρελιών γίνεται με χρήση ήπιων διαλυμάτων (πυριτικού νατρίου ή ανθρακικού νατρίου), ή όξινων καθαριστικών, όπως το φωσφορικό οξύ, συγκέντρωσης 0,5%. Θα πρέπει επίσης να γίνεται πλύση με θερμό νερό (50°C) και αποστείρωση με διάλυμα χλωρίου 400ppm.

Οι γυάλινοι περιέκτες, συνήθως καθαρίζονται σε πλυντήρια απλής εισόδου (με χωρητικότητα 40000 γυάλινοι περιέκτες/h) ή εισόδου – εξόδου (με χωρητικότητα 100000 γυάλινοι περιέκτες/h), με χρήση καυστικού διαλύματος.<sup>[2]</sup>

Πίνακας 8.16 Συνθήκες καθαρισμού γυάλινων περιεκτών

Χρόνος επαφής (min)	Θερμοκρασία (°C)					
	43,5	49,0	55,0	60,0	67,0	71,0
	Συγκέντρωση NaOH (%)					
1	11,9	7,9	5,3	3,5	2,4	1,6
3	6,4	4,3	2,9	1,9	1,3	0,9
5	4,8	3,2	2,2	1,4	1,0	0,6
7	4,0	2,7	1,8	1,2	0,8	0,5
9	3,5	2,3	1,6	1,0	0,7	0,5
11	3,1	2,1	1,4	0,9	0,6	0,4
13	2,8	1,9	1,3	0,8	0,6	0,4
15	2,6	1,7	1,2	0,8	0,5	0,3

Αυξημένος χρόνος καθαρισμού απαιτεί μικρότερη συγκέντρωση καυστικού διαλύματος. Επίσης με την αύξηση της θερμοκρασίας απαιτούνται μικρότεροι χρόνοι καθαρισμού με μικρότερη συγκέντρωση καθαριστικού.

Για τις φιάλες από χυμούς, τσάι και γάλα χρησιμοποιείται υπεροξικό οξύ (PAA). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση. Αυξημένη ποσότητα υπεροξικού οξέος απαιτείται για τον καθαρισμό των φιαλών συγκριτικά με τον καθαρισμό των καπακιών. Μεγαλύτερη δυσκολία στον καθαρισμό παρουσιάζουν οι φιάλες γάλακτος και τσαγιού σε σχέση με τις φιάλες χυμών.

Πίνακας 8.17 Καθαρισμός μπουκαλιών<sup>[2]</sup>

Κατηγορία	Καθαρισμός φιάλης (ψεκασμός) [ppm ΡΑΑ/ppm παράγοντα διαπότισης]	Καθαρισμός πώματος (εμβάπτιση) [ppm ΡΑΑ]
Χυμοί	1000/200	800
	2000/800	1000
Χυμοί με έντονο χρώμα/γεύση	2000/400	1000
	2000/800	1300
Τσάι	4000/800	1000
	2000/1000	1800
Γάλα	4000/800	1500
	3000/1200	1800

### Βιβλιογραφία

1. Marriott N. G., 2006, Principles of Food Sanitation, Chapman & Hall pp. 283 - 368
2. Stanga M., 2010, Cleaning and Disinfection in the Food Industry, Wiley VCH, pp. 183 – 242, 301 - 359
3. Paugam L., Delaunay D., Rabiller-Baudry M., 2010, Cleaning efficiency and impact on production fluxes of oxidising disinfectants on a pes ultrafiltration membrane fouled with proteins, *Food and bioproducts processing* 88, 425 – 429
4. Lourenco A. et al, 2009, Susceptibility of *Listeria monocytogenes* from traditional cheese-dairies to in-use sanitizers, *Food Control* 20, 585 – 589
5. Tamine A.Y., 2008, Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations, Blackwell Publishing, 3<sup>rd</sup> edition, pp. 56 - 79
6. A. Pascual et al., 2007, Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities, *Trends in Food Science & Technology* 18, 29 – 35
7. B. Jessen, L. Lammert, 2003, Biofilm and disinfection in meat processing plants, *International Biodeterioration & Biodegradation* 51, 265 – 269
8. Y.-R. Huang et al., 2008, Application of electrolyzed water in the food industry, *Food Control* 19, 329 – 345
9. Liu, C., & Su, Y. C., 2006, Efficiency of electrolyzed oxidizing water on reducing *Listeria monocytogenes* contamination on seafood processing gloves, *International Journal of Food Microbiology* 110, 149 – 154
10. Y.-R. Huang et al., 2006, Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood, *Food Control* 17, 987 – 993
11. Bernbom N. et al., 2011, *Listeria monocytogenes* survival of UV-C radiation is enhanced by presence of sodium chloride, organic food material and by bacterial biofilm formation, *International Journal of Food Microbiology* 147, 69 – 73



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο καθαρισμός και η απολύμανση των βιομηχανιών τροφίμων αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι για την παραγωγή ασφαλών προϊόντων. Το πρώτο στοιχείο που εξετάστηκε είναι οι ενώσεις καθαρισμού και τα αποστειρωτικά. Η εφαρμογή καθαριστικών και αποστειρωτικών είναι απαραίτητη για την πλήρη απομάκρυνση των ρύπων και των προσμίξεων. Τα πιο ισχυρά καθαριστικά εμφανίζονται και πιο διαβρωτικά για τον εξοπλισμό και το προσωπικό, ενώ άλλα παρουσιάζουν δυσκολία στην απομάκρυνση μετά τον καθαρισμό. Οι δύο βασικές κατηγορίες καθαριστικών είναι τα αλκαλικά και τα όξινα καθαριστικά. Αντίστοιχα, το κάθε αποστειρωτικό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις περιπτώσεις αποστείρωσης καθώς η αποτελεσματικότητά του επηρεάζεται από παράγοντες όπως το pH και η φύση του ρύπου. Ως αποστειρωτικά χρησιμοποιούνται ενώσεις χλωρίου, ιωδίου, βρωμίου και όξινα αποστειρωτικά. Ως αποστειρωτικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το υπεροξείδιο του υδρογόνου. Άλλο αποστειρωτικό με ευρεία χρήση είναι το όζον με κυριότερα πλεονεκτήματα την υψηλή βιοκτόνα δραστηριότητά του, το χαμηλό κόστος χρήσης και την ικανότητα παραγωγής όταν αυτό απαιτείται. Νέα αποστειρωτικά αποτελούν οι φωτοκαταλύτες διοξειδίου του τιτανίου ( $\text{TiO}_2$ ) και οι βακτηριοφάγοι, με ανάγκη για περαιτέρω έρευνα.

Το είδος του μικροοργανισμού που αντιμετωπίζεται καθώς και το υλικό της επιφάνειας που καθαρίζεται, καθορίζουν και τη μέθοδο καθαρισμού-αποστείρωσης που θα εφαρμοστεί. Μέθοδοι αποστείρωσης όπως η θερμική, κρίνεται ανεπαρκής/αναποτελεσματική λόγω της υψηλής ενέργειας που απαιτείται. Πιο αποτελεσματική μέθοδο αποστείρωσης αποτελεί η χρήση ακτινοβολίας και ηλεκτρολυμένου νερού, καθώς παρουσιάζουν βακτηριοκτόνα δραστηριότητα ενάντια στα περισσότερα παθογόνα βακτήρια και ιούς.

Για την εφαρμογή του καθαρισμού χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα. Μπορεί να γίνει χρήση μηχανικών μέσων για χειρωνακτικό καθαρισμό, είτε εγκατάσταση αυτόματων συστημάτων καθαρισμού. Τα αυτόματα συστήματα μειώνουν το χρόνο και αυξάνουν την αποτελεσματικότητα του καθαρισμού, ωστόσο έχουν μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.

Μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος και η αξιολόγηση του καθαρισμού που πραγματοποιήθηκε. Αυτό γίνεται με χρήση μεθόδων ελέγχου. Οι μικροβιολογικές δοκιμές παρέχουν αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού, ενώ οι χημικές δοκιμές ελέγχουν την παρουσία υπολειμμάτων καθαριστικών στις επιφάνειες που καθαρίστηκαν. Έχουν επίσης αναπτυχθεί νέες ταχείες τεχνικές που μπορούν να δώσουν αποτελέσματα εντός λίγων λεπτών, όπως η τεχνική επιφθορίζοντος φίλτρου, η τεχνική ELISA και η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR). Επιπρόσθετη μελέτη στις ταχείες τεχνικές μπορεί να προσφέρει νέες πληροφορίες και να διευκολύνει ακόμα περισσότερο τον έλεγχο και την αξιολόγηση του καθαρισμού των βιομηχανιών.

Για την παραγωγή ασφαλούς προϊόντος έχει σχεδιαστεί το σύστημα HACCP, το οποίο βασίζεται σε συγκεκριμένες αρχές και για την εφαρμογή του κρίνεται

απαραίτητη η ύπαρξη προαπαιτούμενων υγιεινής, ώστε να εξαλειφθεί κάθε πιθανός κίνδυνος για τα τρόφιμα. Αντίστοιχα, θα πρέπει να γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες, ώστε να πραγματοποιείται σωστός καθαρισμός σύμφωνα με τις νομοθετικές ρυθμίσεις.

Για τις επιμέρους βιομηχανίες μελετήθηκε ο τρόπος καθαρισμού και τα μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται. Η κάθε βιομηχανία παρουσιάζει ιδιαιτερότητες ως προς τις απαιτήσεις καθαρισμού, καθώς εμφανίζονται διαφορετικοί ρύποι ανάλογα με το προϊόν που παράγεται.

Τα δεδομένα και οι απαιτήσεις στις βιομηχανίες τροφίμων αλλάζουν καθημερινά. Νέες τεχνολογικές ανακαλύψεις παρουσιάζονται για αποτελεσματικότερο, οικονομικότερο και φιλικότερο προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο καθαρισμό, ενώ και οι κίνδυνοι που προκύπτουν στις βιομηχανίες τροφίμων απαιτούν νέες προσεγγίσεις. Συνεπώς οποιαδήποτε επιπρόσθετη έρευνα στον καθαρισμό και την απολύμανση των βιομηχανιών τροφίμων, αλλά και στις σύγχρονες απαιτήσεις των βιομηχανιών τροφίμων κρίνεται απαραίτητη.

# Παράρτημα

Πίνακας Ι. Κανονισμός 852/2004 - Υγιεινή των τροφίμων

<b>Κεφάλαιο Ι – Γενικές διατάξεις</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Άρθρο 1: Πεδίο εφαρμογής</li><li>• Άρθρο 2: Ορισμοί</li></ul>
<b>Κεφάλαιο ΙΙ – Υποχρεώσεις των υπευθύνων επιχειρήσεων τροφίμων</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Άρθρο 3: Γενική υποχρέωση</li><li>• Άρθρο 4: Γενικές και ειδικές απαιτήσεις υγιεινής</li><li>• Άρθρο 5: Ανάλυση κινδύνων και κρίσιμα σημεία ελέγχου</li><li>• Άρθρο 6: Επίσημοι έλεγχοι, καταχώριση και έγκριση</li></ul>
<b>Κεφάλαιο ΙΙΙ – Οδηγοί ορθής πρακτικής</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Άρθρο 7: Κατάρτιση, διάδοση και χρήση των οδηγών</li><li>• Άρθρο 8: Εθνικοί οδηγοί</li><li>• Άρθρο 9: Κοινοτικοί οδηγοί</li></ul>
<b>Κεφάλαιο ΙV – Εισαγωγές και εξαγωγές</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Άρθρο 10: Εισαγωγές</li><li>• Άρθρο 11: Εξαγωγές</li></ul>
<b>Κεφάλαιο V – Τελικές διατάξεις</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Άρθρο 12: Εκτελεστικά μέτρα και μεταβατικές ρυθμίσεις</li><li>• Άρθρο 13: Τροποποίηση και προσαρμογή των παραρτημάτων Ι και ΙΙ</li><li>• Άρθρο 14: Διαδικασία επιτροπής</li><li>• Άρθρο 15: Διαβουλεύσεις με την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας των Τροφίμων</li><li>• Άρθρο 16: Έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο</li><li>• Άρθρο 17: Κατάργηση</li><li>• Άρθρο 18: Έναρξη ισχύος</li></ul>
<b>Παράρτημα Ι - Πρωτογενής παραγωγή</b>
<b>Παράρτημα ΙΙ – Γενικές απαιτήσεις υγιεινής για όλους τους υπεύθυνους επιχειρήσεων τροφίμων (πλην των περιπτώσεων κατά τις οποίες εφαρμόζεται το παράρτημα Ι)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Κεφάλαιο Ι: Γενικές απαιτήσεις για τους χώρους τροφίμων (εκτός όσων ορίζονται στο κεφάλαιο ΙΙΙ)</li><li>• Κεφάλαιο ΙΙ: Ειδικές απαιτήσεις για τους χώρους παρασκευής, επεξεργασίας ή μεταποίησης τροφίμων (εξαιρουμένων των τραπεζαριών και των χώρων που ορίζονται στο κεφάλαιο ΙΙΙ)</li><li>• Κεφάλαιο ΙΙΙ: Απαιτήσεις για κινητούς ή/και προσωρινούς χώρους (όπως σκηνές πανηγυριών, περίπτερα σε αγορές, οχήματα πώλησης τροφίμων), για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως ως ιδιωτικές κατοικίες, αλλά όπου παρασκευάζονται</li><li>• συνήθως τρόφιμα για τη διάθεση στην αγορά, και για αυτόματους πωλητές</li><li>• Κεφάλαιο ΙV: Μεταφορά</li><li>• Κεφάλαιο V: Απαιτήσεις εξοπλισμού</li><li>• Κεφάλαιο VI: Απορρίμματα τροφίμων</li><li>• Κεφάλαιο VII: Παροχή νερού</li><li>• Κεφάλαιο VIII: Ατομική υγιεινή</li><li>• Κεφάλαιο IX: Διατάξεις που εφαρμόζονται στα τρόφιμα</li><li>• Κεφάλαιο X: Διατάξεις που εφαρμόζονται στην πρώτη και δεύτερη συσκευασία των τροφίμων</li><li>• Κεφάλαιο XI: Θερμική επεξεργασία</li><li>• Κεφάλαιο XII: Εκπαίδευση</li></ul>



Πίνακας II. Κανονισμός 853/2004 – Καθορισμός ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης

<p><b>Κεφάλαιο I – Γενικές διατάξεις</b>                  Άρθρο 1: Πεδίο εφαρμογής                  Άρθρο 2: Ορισμοί</p>
<p><b>Κεφάλαιο II – Υποχρεώσεις των υπευθύνων επιχειρήσεων τροφίμων</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 3: Γενικές υποχρεώσεις</li> <li>• Άρθρο 4: Καταχώρηση και έγκριση εγκαταστάσεων</li> <li>• Άρθρο 5: Σήμανση καταλληλότητας και αναγνώρισης</li> <li>• Άρθρο 6: Εξωκοινοτικά προϊόντα ζωικής προέλευσης</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο III – Εμπορία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 7: Έγγραφα</li> <li>• Άρθρο 8: Ειδικές εγγυήσεις</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο IV – Τελικές διατάξεις</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 9: Εκτελεστικά μέτρα και μεταβατικές ρυθμίσεις</li> <li>• Άρθρο 10: Τροποποίηση και προσαρμογή των παραρτημάτων II και III</li> <li>• Άρθρο 11: Ειδικές αποφάσεις</li> <li>• Άρθρο 12: Διαδικασία επιτροπής</li> <li>• Άρθρο 13: Διαβούλευση με την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας των Τροφίμων</li> <li>• Άρθρο 14: Έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο</li> </ul>
<p><b>Παράρτημα I - Ορισμοί</b></p>
<p><b>Παράρτημα II – Απαιτήσεις για διάφορα προϊόντα ζωικής προέλευσης</b></p>
<p><b>Παράρτημα III – Ειδικές απαιτήσεις</b></p>

Πίνακας III. Κανονισμός 854/2004 – Καθορισμός ειδικών διατάξεων για την οργάνωση των επίσημων ελέγχων στα προϊόντα ζωικής προέλευσης που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο

<p><b>Κεφάλαιο I – Γενικές διατάξεις</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 1: Πεδίο εφαρμογής</li> <li>• Άρθρο 2: Ορισμοί</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο II – Επίσημοι έλεγχοι των κοινοτικών εγκαταστάσεων</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 3: Έγκριση εγκαταστάσεων</li> <li>• Άρθρο 4: Γενικές αρχές για επίσημους ελέγχους όσον αφορά όλα τα προϊόντα ζωικής προέλευσης που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος κανονισμού</li> <li>• Άρθρο 5: Νωπό κρέας</li> <li>• Άρθρο 6: Ζώντα δίθυρα μαλάκια</li> <li>• Άρθρο 7: Αλιευτικά προϊόντα</li> <li>• Άρθρο 8: Νωπό γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα</li> <li>• Άρθρο 9: Μέτρα σε περίπτωση μη συμμόρφωσης</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο III – Διαδικασίες εισαγωγής</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 10: Γενικές αρχές και προϋποθέσεις</li> <li>• Άρθρο 11: Κατάλογοι τρίτων χωρών και τμημάτων τρίτων χωρών από τις οποίες επιτρέπεται η εισαγωγή συγκεκριμένων προϊόντων ζωικής προέλευσης</li> <li>• Άρθρο 12: Κατάλογος εγκαταστάσεων από τις οποίες επιτρέπονται οι εισαγωγές συγκεκριμένων προϊόντων ζωικής προέλευσης</li> <li>• Άρθρο 13: Ζώντα δίθυρα μαλάκια, εχινόδερμα, χιτωνόζωα και θαλάσσια γαστερόποδα</li> <li>• Άρθρο 14: Έγγραφα</li> <li>• Άρθρο 15: Ειδικές διατάξεις για τα αλιευτικά προϊόντα</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο IV – Τελικές διατάξεις</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 16: Εκτελεστικά μέτρα και μεταβατικές ρυθμίσεις</li> <li>• Άρθρο 17: Τροποποίηση και προσαρμογή των παραρτημάτων</li> <li>• Άρθρο 18: Ειδικές αποφάσεις</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 19: Μόνιμη επιτροπή</li> <li>• Άρθρο 20: Διαβούλευση με την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας των Τροφίμων</li> <li>• Άρθρο 21: Έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο</li> <li>• Άρθρο 22: Έναρξη ισχύος</li> </ul>
<b>Παράρτημα I – Νωπό κρέας</b>
<b>Παράρτημα II – Ζώντα δίδυρα μαλάκια</b>
<b>Παράρτημα III – Αλιευτικά προϊόντα</b>
<b>Παράρτημα IV – Νωπό γάλα και γαλακτομικά προϊόντα</b>
<b>Παράρτημα V – Εγκαταστάσεις μη υποκείμενες στην απαίτηση του καταλόγου του άρθρου 12, παράγραφος 1</b>

Πίνακας IV. Κανονισμός 178/2002 - Καθορισμός των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και καθορισμός διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων

<p><b>Κεφάλαιο I – Πεδίο εφαρμογής και ορισμοί</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 1: Στόχος και πεδίο εφαρμογής</li> <li>• Άρθρο 2: Ορισμός των «τροφίμων»</li> <li>• Άρθρο 3: Άλλοι ορισμοί</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο II – Γενική νομοθεσία για τα τρόφιμα</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 4: Πεδίο εφαρμογής</li> <li>• Άρθρο 5: Γενικοί στόχοι</li> <li>• Άρθρο 6: Ανάλυση του κινδύνου</li> <li>• Άρθρο 7: Αρχή της προφύλαξης</li> <li>• Άρθρο 8: Προστασία των συμφερόντων των καταναλωτών</li> <li>• Άρθρο 9: Δημόσια διαβούλευση</li> <li>• Άρθρο 10: Ενημέρωση του κοινού</li> <li>• Άρθρο 11: Εισαγωγή τροφίμων και ζωοτροφών στην Κοινότητα</li> <li>• Άρθρο 12: Τρόφιμα και ζωοτροφές που εξάγονται από την Κοινότητα</li> <li>• Άρθρο 13: Διεθνή πρότυπα</li> <li>• Άρθρο 14: Απαιτήσεις της ασφάλειας των τροφίμων</li> <li>• Άρθρο 15: Απαιτήσεις ως προς την ασφάλεια των ζωοτροφών</li> <li>• Άρθρο 16: Παρουσίαση</li> <li>• Άρθρο 17: Υποχρεώσεις</li> <li>• Άρθρο 18: Ανιχνευσιμότητα</li> <li>• Άρθρο 19: Ευθύνη για τα τρόφιμα: υπεύθυνοι επιχειρήσεων τροφίμων</li> <li>• Άρθρο 20: Ευθύνη για τις ζωοτροφές: υπεύθυνοι επιχειρήσεων ζωοτροφών</li> <li>• Άρθρο 21: Ευθύνη</li> </ul>
<p><b>Κεφάλαιο III – Ευρωπαϊκή αρχή για την ασφάλεια των τροφίμων</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 22: Αποστολή της Αρχής</li> <li>• Άρθρο 23: Καθήκοντα της Αρχής</li> <li>• Άρθρο 24: Όργανα της Αρχής</li> <li>• Άρθρο 25: Διοικητικό Συμβούλιο</li> <li>• Άρθρο 26: Διευθύνων σύμβουλος</li> <li>• Άρθρο 27: Συμβουλευτικό Σώμα</li> <li>• Άρθρο 28: Επιστημονική επιτροπή και επιστημονικές ομάδες</li> <li>• Άρθρο 29: Επιστημονικές γνώμες</li> <li>• Άρθρο 30: Διυστάμενες επιστημονικές γνώμες</li> <li>• Άρθρο 31: Επιστημονική και τεχνική βοήθεια</li> <li>• Άρθρο 32: Επιστημονικές μελέτες</li> <li>• Άρθρο 33: Συλλογή δεδομένων</li> </ul>

- Άρθρο 34: Προσδιορισμός των αναδυόμενων κινδύνων
- Άρθρο 35: Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης
- Άρθρο 36: Σύνδεση σε δίκτυο των οργανισμών που ασκούν δραστηριότητες σε τομείς συναφείς με εκείνους της αποστολής της Αρχής
- Άρθρο 37: Ανεξαρτησία
- Άρθρο 38: Διαφάνεια
- Άρθρο 39: Εμπιστευτικότητα
- Άρθρο 40: Κοινοποιήσεις από την Αρχή
- Άρθρο 41: Πρόσβαση στα έγγραφα
- Άρθρο 42: Καταναλωτές, παραγωγοί και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη
- Άρθρο 43: Έγκριση του προϋπολογισμού της Αρχής
- Άρθρο 44: Εκτέλεση του προϋπολογισμού της Αρχής
- Άρθρο 45: Τέλη που εισπράττει η Αρχή
- Άρθρο 46: Νομική προσωπικότητα και προνόμια
- Άρθρο 47: Ευθύνη
- Άρθρο 48: Προσωπικό
- Άρθρο 49: Συμμετοχή τρίτων χωρών

**Κεφάλαιο IV – Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης, διαχείριση κρίσεων και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης**

- Άρθρο 50: Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης
- Άρθρο 51: Μέτρα εφαρμογής
- Άρθρο 52: Κανόνες εμπιστευτικότητας για το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης
- Άρθρο 53: Μέτρα έκτακτης ανάγκης για τρόφιμα και ζωοτροφές που προέρχονται από την Κοινότητα ή εισάγονται από τρίτη χώρα
- Άρθρο 54: Άλλα μέτρα έκτακτης ανάγκης
- Άρθρο 55: Γενικό σχέδιο για τη διαχείριση κρίσεων
- Άρθρο 56: Μονάδα κρίσης
- Άρθρο 57: Καθήκοντα της μονάδας κρίσης

**Κεφάλαιο V – Διαδικασίες και τελικές διατάξεις**

- Άρθρο 58: Επιτροπή
- Άρθρο 59: Καθήκοντα που ανατίθενται στην επιτροπή
- Άρθρο 60: Διαδικασία διαμεσολάβησης
- Άρθρο 61: Ρήτρα επανεξέτασης
- Άρθρο 62: Αναφορές στην Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων και στην μόνιμη επιτροπή για την τροφική αλυσίδα και την υγεία των ζώων
- Άρθρο 63: Αρμοδιότητες του ευρωπαϊκού οργανισμού αξιολόγησης φαρμακευτικών προϊόντων
- Άρθρο 64: Έναρξη λειτουργίας της Αρχής
- Άρθρο 65: Έναρξη ισχύος

Πίνακας V. Κανονισμός 882/2004 – Διενέργεια επισήμων ελέγχων της συμμόρφωσης προς τη νομοθεσία περί ζωοτροφών και τροφίμων και προς τους κανόνες για την υγεία και την καλή διαβίωση των ζώων

<b>Τίτλος I – Αντικείμενο, πεδίο εφαρμογής και ορισμοί</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 1: Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής</li> <li>• Άρθρο 2: Ορισμοί</li> </ul>
<b>Τίτλος II – Επίσημοι έλεγχοι από τα κράτη μέλη</b>
<b>Κεφάλαιο I – Γενικές υποχρεώσεις</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 3: Γενικές υποχρεώσεις όσον αφορά την οργάνωση των επισήμων ελέγχων</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο II – Αρμόδιες αρχές</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 4: Ορισμός των αρμόδιων αρχών και κριτήρια λειτουργίας</li> <li>• Άρθρο 5: Ανάθεση συγκεκριμένων καθηκόντων σχετικών με τους επισήμους ελέγχους</li> <li>• Άρθρο 6: Προσωπικό που διεξάγει επισήμους ελέγχους</li> <li>• Άρθρο 7: Διαφάνεια και εμπιστευτικότητα</li> <li>• Άρθρο 8: Διαδικασίες ελέγχου και επαλήθευσης</li> <li>• Άρθρο 9: Εκθέσεις</li> <li>• Άρθρο 10: Δραστηριότητες, μέθοδοι και τεχνικές ελέγχου</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο III – Δειγματοληψία και ανάλυση</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 11: Μέθοδοι δειγματοληψίας και ανάλυσης</li> <li>• Άρθρο 12: Επίσημα εργαστήρια</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο IV – Διαχείριση κρίσεων</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 13: Σχέδια έκτακτης ανάγκης για τις ζωοτροφές και τα τρόφιμα</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο V – Επίσημοι έλεγχοι σχετικά με την είσοδο ζωοτροφών και τροφίμων από τρίτες χώρες</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 14: Επίσημοι έλεγχοι στις ζωοτροφές και τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης</li> <li>• Άρθρο 15: Επίσημοι έλεγχοι σε ζωοτροφές και σε τρόφιμα μη ζωικής προέλευσης</li> <li>• Άρθρο 16: Τύποι ελέγχων σε ζωοτροφές και τρόφιμα μη ζωικής προέλευσης</li> <li>• Άρθρο 17: Σημεία εισόδου και προηγούμενη κοινοποίηση</li> <li>• Άρθρο 18: Ενέργειες σε περίπτωση υπόνοιας</li> <li>• Άρθρο 19: Ενέργειες ύστερα από τη διενέργεια επισήμων ελέγχων σε ζωοτροφές και σε τρόφιμα από τρίτες χώρες</li> <li>• Άρθρο 20: Ειδική μεταχείριση</li> <li>• Άρθρο 21: Επαναποστολή φορτίων</li> <li>• Άρθρο 22: Δαπάνες</li> <li>• Άρθρο 23: Έγκριση των ελέγχων τρίτων χωρών πριν από την εξαγωγή</li> <li>• Άρθρο 24: Αρμόδιες αρχές και τελωνειακές υπηρεσίες</li> <li>• Άρθρο 25: Μέτρα εφαρμογής</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο VI – Χρηματοδότηση των επισήμων ελέγχων</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 26: Γενική αρχή</li> <li>• Άρθρο 27: Τέλη ή επιβαρύνσεις</li> <li>• Άρθρο 28: Δαπάνες λόγω πρόσθετων επισήμων ελέγχων</li> <li>• Άρθρο 29: Επίπεδο δαπανών</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο VII – Λοιπές διατάξεις</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 30: Επίσημη πιστοποίηση</li> <li>• Άρθρο 31: Καταχώριση/έγκριση των εγκαταστάσεων των επιχειρήσεων ζωοτροφών και τροφίμων</li> </ul>
<b>Τίτλος III – Εργαστήρια αναφοράς</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 32: Κοινοτικά εργαστήρια αναφοράς</li> <li>• Άρθρο 33: Εθνικά εργαστήρια αναφοράς</li> </ul>
<b>Τίτλος IV – Διοικητική συνδρομή και συνεργασία στον τομέα των ζωοτροφών και των τροφίμων</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 34: Γενικές αρχές</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 35: Φορείς-σύνδεσμοι</li> <li>• Άρθρο 36: Συνδρομή κατόπιν αιτήσεως</li> <li>• Άρθρο 37: Συνδρομή χωρίς αίτηση</li> <li>• Άρθρο 38: Συνδρομή σε περίπτωση μη συμμόρφωσης</li> <li>• Άρθρο 39: Σχέσεις με τρίτες χώρες</li> <li>• Άρθρο 40: Συντονισμένη συνδρομή και συνέχεια από την Επιτροπή</li> </ul>
<b>Τίτλος V – Σχέδια ελέγχου</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 41: Πολυετή εθνικά σχέδια ελέγχου</li> <li>• Άρθρο 42: Αρχές για την κατάρτιση πολυετών εθνικών σχεδίων ελέγχου</li> <li>• Άρθρο 43: Κατευθυντήριες γραμμές για τα πολυετή εθνικά σχέδια ελέγχου</li> <li>• Άρθρο 44: Ετήσιες εκθέσεις</li> </ul>
<b>Τίτλος VI – Κοινοτικές δραστηριότητες</b>
<b>Κεφάλαιο I – Κοινοτικοί έλεγχοι</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 45: Κοινοτικοί έλεγχοι σε κράτη μέλη</li> <li>• Άρθρο 46: Κοινοτικοί έλεγχοι σε τρίτες χώρες</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο II – Όροι εισαγωγής</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 47: Γενικοί όροι εισαγωγής</li> <li>• Άρθρο 48: Ειδικοί όροι εισαγωγής</li> <li>• Άρθρο 49: Ισοδυναμία</li> <li>• Άρθρο 50: Υποστήριξη για τις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο III – Κατάρτιση του ελεγκτικού προσωπικού</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 51: Κατάρτιση του ελεγκτικού προσωπικού</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο IV – Άλλες κοινοτικές δραστηριότητες</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 52: Έλεγχοι τρίτων χωρών στα κράτη μέλη</li> <li>• Άρθρο 53: Συντονισμένα σχέδια ελέγχου</li> </ul>
<b>Τίτλος VII – Μέτρα επιβολής</b>
<b>Κεφάλαιο I – Εθνικά μέτρα επιβολής</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 54: Ενέργειες σε περίπτωση μη συμμόρφωσης</li> <li>• Άρθρο 55: Κυρώσεις</li> </ul>
<b>Κεφάλαιο II – Κοινοτικά μέτρα επιβολής</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 56: Μέτρα διασφάλισης</li> </ul>
<b>Τίτλος VIII – Προσαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 57: Τροποποίηση της οδηγίας 96/23/EK</li> <li>• Άρθρο 58: Τροποποίηση της οδηγίας 97/78/EK</li> <li>• Άρθρο 59: Τροποποίηση της οδηγίας 2000/29/EK</li> <li>• Άρθρο 60: Τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) 854/2004</li> <li>• Άρθρο 61: Κατάργηση κοινοτικών πράξεων</li> </ul>
<b>Τίτλος IX – Γενικές διατάξεις</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 62: Διαδικασία επιτροπής</li> <li>• Άρθρο 63: Μέτρα εφαρμογής και μεταβατικά μέτρα</li> <li>• Άρθρο 64: Τροποποίηση των παραρτημάτων και των παραπομπών σε ευρωπαϊκά πρότυπα</li> <li>• Άρθρο 65: Έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο</li> <li>• Άρθρο 66: Κοινοτική χρηματοδοτική στήριξη</li> </ul>
<b>Τίτλος X – Τελική διάταξη</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άρθρο 67: Έναρξη ισχύος</li> </ul>
<b>Παράρτημα I – Εδάφη που αναφέρονται στο άρθρο 2, παράγραφος 15</b>
<b>Παράρτημα II – Αρμόδιες αρχές</b>
<b>Παράρτημα III – Χαρακτήρας των μεθόδων ανάλυσης</b>
<b>Παράρτημα IV – Δραστηριότητες και κατώτατα τέλη ή επιβαρύνσεις για τους επίσημους ελέγχους κοινοτικών εγκαταστάσεων</b>
<b>Παράρτημα V - Δραστηριότητες και κατώτατα τέλη ή επιβαρύνσεις για τους επίσημους</b>

<b>ελέγχους προϊόντων και ζώντων ζώων που εισάγονται στην κοινότητα</b>
<b>Παράρτημα VI – Κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό των τελών</b>
<b>Παράρτημα VII – Κοινοτικά εργαστήρια αναφοράς</b>
<b>Παράρτημα VIII – Κανόνες εφαρμογής που παραμένουν σε ισχύ σύμφωνα με το άρθρο 61</b>

**Πίνακας VI. Ορθές βιομηχανικές πρακτικές**

<b>Κεφάλαιο 21 – Τρόφιμα και φάρμακα</b>
<b>Τομέας 110 - Ισχύουσες ορθές βιομηχανικές πρακτικές στην κατασκευή, συσκευασία και διαχείριση τροφίμων</b>
Παράγραφος 110.3 - Ορισμοί
Παράγραφος 110.5 - Ορθές βιομηχανικές πρακτικές
Παράγραφος 110.10 - Προσωπικό
Παράγραφος 110.19 - Εξαιρέσεις διεργασιών
Παράγραφος 110.20 - Εργοστάσιο και περιβάλλον χώρος
Παράγραφος 110.35 - Διεργασίες καθαρισμού
Παράγραφος 110.37 - Εγκαταστάσεις και έλεγχος υγιεινής
Παράγραφος 110.40 - Εξοπλισμός και εργαλεία
Παράγραφος 110.80 - Διεργασίες και έλεγχοι
Παράγραφος 110.93 - Αποθήκευση και διανομή

**Πίνακας VII. Τυποποιημένες διαδικασίες υγιεινής**

<b>Κεφάλαιο 9 – Ζώα και προϊόντα ζωικής προέλευσης</b>
<b>Τομέας 416 – Υγιεινή</b>
Παράγραφος 412.1 – Γενικοί κανόνες
Παράγραφος 412.2 – Χώρος και εγκαταστάσεις
Παράγραφος 412.3 - Εξοπλισμός και εργαλεία
Παράγραφος 412.4 - Διεργασίες υγιεινής
Παράγραφος 412.5 - Υγιεινή προσωπικού
Παράγραφος 412.6 - Επισήμανση ανθυγιεινού εξοπλισμού, εργαλείων, χώρου
Παράγραφος 412.11 – Γενικοί κανόνες
Παράγραφος 412.12 – Σχεδιασμός τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SSOPs)
Παράγραφος 412.13 – Εφαρμογή τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SSOPs)
Παράγραφος 412.14 – Διατήρηση τυποποιημένων διαδικασιών υγιεινής (SSOPs)
Παράγραφος 412.15 – Διορθωτικές ενέργειες
Παράγραφος 412.16 – Απαιτήσεις καταγραφής αρχείων
Παράγραφος 412.17 - Επικύρωση