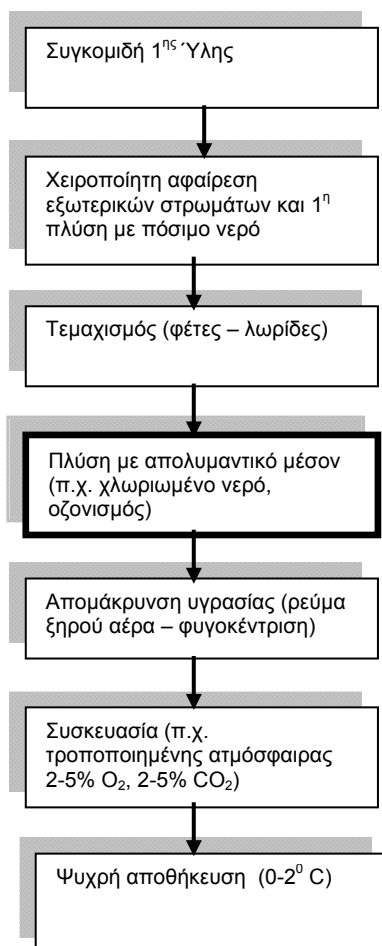


5. ΣΕΙΡΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι εργασίες αρχίζουν με τη συγκομιδή του προϊόντος και τελειώνουν με τη ψυχρή αποθήκευση του έτοιμου προς κατανάλωση προϊόντος. Οι κανόνες υγιεινής πρέπει να ακολουθούνται αυστηρά, λόγω της ιδιαίτερης ευπάθειας αυτών των προϊόντων, που οφείλεται σε αρκετούς λόγους, όπως :

- Τα προϊόντα – Α΄ ύλης που προορίζονται για ελάχιστη επεξεργασία, είναι συνήθως από τη φύση τους ευάλωτα σε μικροοργανισμούς, λόγω της μεγάλης επιφάνειας και λεπτής σάρκας (μαρούλια, λάχανο, σπανάκι)
- Η ίδια η επεξεργασία προσδίδει πρόσθετους κινδύνους (κοπή, χρήση εργαλείων, επέμβαση ανθρώπων, αύξηση έκλυσης αιθυλενίου, διάχυση χυμών)
- Επιμηκύνεται ο χρόνος παραμονής του προϊόντος εκτός ψύξης (διάρκεια επεξεργασίας)

Ένα τυπικό διάγραμμα ροής, για την ελάχιστη επεξεργασία πλατύφυλλων λαχανικών (π.χ. μαρουλιού) φαίνεται στο επόμενο σχήμα :



Σχήμα 2 : Τυπικό διάγραμμα ροής, για την ελάχιστη επεξεργασία πλατύφυλλων λαχανικών

6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός όλων των μεθόδων απολύμανσης των ΠΕΚ, είναι να μειώσουν τον αριθμό των μικροβίων, σε αριθμούς που δεν ενέχουν κίνδυνο για το καταναλωτή. Οι μικροοργανισμοί σε ένα προϊόν μετρώνται με μονάδες CFU/g³, ενώ η αποτελεσματικότητα μιας μεθόδου απολύμανσης μετράται με το ποσοστό μείωσης που επιτυγχάνει στους μικροοργανισμούς. Η μείωση αυτή μετράται σε μονάδες log CFU/g, π.χ. μείωση 1 log CFU/g, 2 log CFU/g κ.ο.κ. και ορίζεται διεθνώς σαν «*Log reduction in bacteria*». Η ορολογία 1 log σημαίνει μείωση 90%, 2 log 99%, 3 log 99,9%, 4 log 99,99%, 5 log 99,999% κ.ο.κ. (δηλαδή όσα είναι τα «log» τόσα είναι και τα «9» στο ποσοστό της μείωσης). Οι μέθοδοι απολύμανσης είναι όμοιες, για τα ολόκληρα προϊόντα και τα ελάχιστα επεξεργασμένα (κομμένα). Η διαφορά είναι, ότι η απολύμανση είναι πολύ πιο δύσκολη στα κομμένα προϊόντα, λόγω της μεγαλύτερης δυσκολίας εξουδετέρωσης των μικροοργανισμών σε αυτά : Στα κομμένα προϊόντα υπάρχουν ευνοϊκότερες συνθήκες «προσκόλλησης» των μικροοργανισμών στις επιφάνειες τομής. Για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών χρησιμοποιούνται διάφορες χημικές μέθοδοι, η αποτελεσματικότητα των οποίων συζητείται στα επόμενα. Για την επιλογή της μεθόδου απολύμανσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη και η ισχύουσα Νομοθεσία, δεδομένου ότι κάποια υλικά ή διαδικασίες είναι απαγορευμένα σε κάποιες Χώρες. Οι μέθοδοι απολύμανσης βασίζονται στη καταστροφή των μικροοργανισμών, με την εφαρμογή επί της επιφάνειας του προϊόντος κάποιου χημικού στοιχείου (συνήθως με τη μορφή διαλύματος), το οποίο καταστρέφει τα κύτταρα των μικροοργανισμών. Οι μέθοδοι αυτές ονομάζονται «χημικές μέθοδοι απολύμανσης». Εκτός από τις χημικές μεθόδους, υπάρχει η μέθοδος της ακτινοβολίας, καθώς και μεθοδολογίες πρόσφατης εξέλιξης, που επιτυγχάνουν απολύμανση χωρίς αύξηση της θερμοκρασίας. Τέτοιες μεθοδολογίες είναι η εφαρμογή ανταγωνιστικών βακτηριδίων, τα οποία καταστρέφουν τα παθογόνα βακτηρίδια⁴ και η αγωγή με ψηλή πίεση (High Pressure Treatment). Στο παράρτημα 9 αναφέρονται στοιχεία για τις νέες αυτές τεχνολογίες. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται συνοπτικά οι μέθοδοι απολύμανσης που χρησιμοποιούνται παγκόσμια. Σε επόμενα κεφάλαια εξετάζεται λεπτομερέστερα κάθε μέθοδος χωριστά.

Πλύση με διάλυμα χλωρίου (αμιγές χλώριο Cl ₂ ή ενώσεις αυτού NaOCl – Ca(OH) ₂)
Πλύση με διάλυμα διοξειδίου του χλωρίου (ClO ₂)
Πλύση με όζοντος (O ₃)
Πλύση με οξειδωτικό νερό ηλεκτρόλυσης
Διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου (H ₂ O ₂)
Υπεροξικό οξύ (C ₂ H ₄ O ₃) γνωστό και σαν «TSUNAMI 100»
Οξικό οξύ (CH ₃ COOH)

³ Colony Forming Unit (CFU) = Αριθμός σχηματισμένων μονάδων αποικιών. Αποτελεί ένα μέτρο του πλήθους των ζώντων βακτηριδίων. Σε αντίθεση με τις κατευθείαν μετρήσεις με το μικροσκόπιο, όπου μετράται το σύνολο ζώντων και νεκρών βακτηριδίων, με τη μέθοδο CFU μετρώνται μόνο τα ζώντα βακτηρίδια. Το αποτέλεσμα δίνεται σε μονάδες CFU ανά mg, ml, g, cm² κλπ

⁴ Τα βακτηρίδια αυτά ανήκουν στην οικογένεια των βακτηριδίων Γαλακτικού Οξέως και είναι γνωστά σαν LAB (Lactic Acid Bacteria). Επίσης είναι γνωστά σαν **Bacteriocins**.

Ξύδι (περιέχει περίπου 5% οξικό οξύ)
Διχλωροισοκυανικό νάτριο ($C_3Cl_2N_3NaO_3$)
Έλαιο βασιλικού
Διάλυμα CPC (Cetylpyridinium chloride) ($C_{21}H_{38}NCl$), το γνωστό στοματικό διάλυμα
Ακτινοβολία χαμηλής έντασης (< 1 kGy)
Αγωγή σε θάλαμο υψηλής πίεσης
Προσθήκη ανταγωνιστικών βακτηριδίων (LAB)

Πίνακας 2 : Μέθοδοι απολύμανσης Φρέσκων Φρούτων και Λαχανικών και Προϊόντων Ελάχιστης Επεξεργασίας

7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των απολυμαντικών μεθόδων σε φρέσκα προϊόντα και ΠΕΚ, είναι η θερμοκρασία, η οξύτητα του διαλύματος (pH), δυσκολία αποκόλλησης των μικροοργανισμών από την επιφάνεια του προϊόντος (σχηματισμός βιοφίλμ) και η οξειδωτική ικανότητα του απολυμαντικού υλικού

Θερμοκρασία απολυμαντικού διαλύματος

Ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνει εκθετικά με τη θερμοκρασία. Επιπρόσθετα, η διαλυτότητα του χλωρίου μεγιστοποιείται σε χαμηλή θερμοκρασία ($4^{\circ} C$). Τα δεδομένα αυτά, οδηγούν στο πρώτο συμπέρασμα, ότι είναι καλύτερα η θερμοκρασία του απολυμαντικού διαλύματος να είναι χαμηλή. Υπάρχει όμως ένα σοβαρό πρόβλημα : Αν η θερμοκρασία του διαλύματος είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του προϊόντος, τότε ψύχονται οι εξωτερικές στοιβάδες του προϊόντος, με επακόλουθη συστολή του αέρα που υπάρχει στη μάζα του προϊόντος. Η συστολή αυτή προκαλεί ένα μερικό κενό, με αποτέλεσμα τη δημιουργία δυνάμεων, οι οποίες «απορροφούν» το νερό κατεργασίας προς τα μέσα. Μαζί με το νερό, διεισδύουν και βακτηρίδια, τα οποία εγκαθίστανται στο εσωτερικό του προϊόντος και είναι πλέον πολύ δύσκολο να εξοντωθούν. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν internalization και είναι πιο έντονο, αν στο προϊόν υπάρχουν οπές από εκδορές ή φυσικά ανοίγματα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, το διάλυμα πρέπει να έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτή του προϊόντος.

Οξύτητα διαλύματος (pH)

Ο βαθμός οξύτητας (ή αλκαλικότητας) ενός διαλύματος, μετράται με το δείκτη pH. Η κλίμακα είναι 0 – 14, η τιμή 7 σημαίνει ουδέτερο, τιμές <7 σημαίνουν όξινο διάλυμα (όσο πιο μικρό από 7 τόσο περισσότερο όξινο) και τιμές >7 αλκαλικό διάλυμα (όσο πιο μεγάλο από 7 τόσο περισσότερο αλκαλικό). Τα διαλύματα χλωρίου, που είναι και τα πιο διαδομένα στην απολύμανση φρέσκων φρούτων και λαχανικών, επηρεάζονται

σημαντικά από το pH, όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους. Τούτο οφείλεται στις μεταβολές της ποσότητας του υποχλωριώδους οξέως (HOCl), το οποίο προκύπτει από την αντίδραση χλωρίου – νερού και στο οποίο οφείλονται οι απολυμαντικές ιδιότητες της μεθόδου. Η μέγιστη ποσότητα του HOCl σχηματίζεται όταν οι τιμές pH είναι μεταξύ 6 και 7,5, άρα στις τιμές αυτές το διάλυμα είναι «δραστικότερο».

Μικροβιακή προσκόλληση και Βιοφίλμ

Τα βακτηρίδια προσπαθούν να προσκολληθούν στις επιφάνειες των τροφίμων. Όσο πιο λεία είναι η επιφάνεια, τόσο πιο δύσκολη είναι η προσκόλληση. Αντίθετα, όταν η επιφάνεια φέρει ατέλειες, οπές, εγκοπές και λοιπές ατέλειες, οι μικροοργανισμοί συγκεντρώνονται μέσα και γύρω από αυτά τα σημεία, δημιουργώντας σταδιακά ισχυρούς δεσμούς προσκόλλησης. Σε σημεία μάλιστα που υπάρχει δίοδος προς το εσωτερικό του προϊόντος, τα μικρόβια σταδιακά μεταναστεύουν προς τα μέσα, γνωστό σαν φαινόμενο internalization. Επιπρόσθετα, όπου υπάρχουν τομές, εκρέουν χυμοί, οι οποίοι αφενός αποτελούν «τροφή» για τους μικροοργανισμούς, αφετέρου αποτελούνται από οργανικές ενώσεις, οι οποίες «εξουδετερώνουν» τη δραστηριότητα των απολυμαντικών διαλυμάτων (βλέπε επόμενη παράγραφο). Τα μικρόβια πληθαίνουν και η προσκόλληση ενισχύεται με τη πάροδο του χρόνου. Έτσι σχηματίζονται αποικίες μικροοργανισμών γύρω από τις ατέλειες της επιφάνειας, που είναι γνωστές σαν «βιοφίλμ⁵».

Δεδομένου ότι το βιοφίλμ ενισχύεται με τη πάροδο του χρόνου, είναι πολύ βασικό, η διεργασία της απολύμανσης να γίνεται στα πρώιμα στάδια, σύντομα μετά τη συγκομιδή, ώστε να «μη προλάβουν» να σχηματιστούν ενισχυμένα βιοφίλμ. Το μαρούλι και οι φράουλες, λόγω του ανάγλυφου και τραχύτητας της επιφάνειάς τους (πόροι, ατέλειες, εσοχές), αποτελούν άριστη βάση για την ανάπτυξη βιοφίλμ. Οι Seo και Franks (1999) εντόπισαν E. coli σε εσοχές στην επιφάνεια μαρουλιών, όπου είχε αρχίσει η μετανάστευση προς το εσωτερικό του προϊόντος και είχαν γίνει απρόσιτα στη δράση των απολυμαντικών.

Οξειδωτική ικανότητα διαλύματος (ORP)

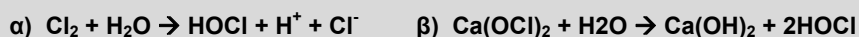
Οξειδωτική ικανότητα διαλύματος (γνωστή σαν ORP από το **Oxidation / Reduction Potential**) είναι η τάση μιας χημικής οντότητας να προσελκύει ηλεκτρόνια από μια άλλη χημική οντότητα. Η ουσία που προσελκύει τα ηλεκτρόνια ανάγεται (αναγωγή), ενώ η ουσία που αποβάλλει τα ηλεκτρόνια οξειδώνεται (οξειδωση). Είναι ευνόητο, ότι κάθε δράση αναγωγής, συνοδεύεται από μια δράση οξειδωσης. Τούτο οδήγησε στην ορολογία της **οξειδοαναγωγής**. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάση προσέλκυσης ηλεκτρονίων, τόσο πιο αναγωγική είναι η ουσία (άρα τόσο περισσότερο οξειδώνεται η αντίστοιχη ουσία που χάνει τα ηλεκτρόνια). Στα διαλύματα, η αναγωγική δυνατότητα είναι η τάση του διαλύματος, να προσελκύει ή να αποβάλλει ηλεκτρόνια, όταν έρχεται σε επαφή με άλλες ουσίες. Ένα διάλυμα με μεγάλη αναγωγική δυνατότητα, έχει τη τάση να «κερδίζει» ηλεκτρόνια από άλλες ουσίες, άρα να τις οξειδώνει, ενώ ένα διάλυμα με χαμηλή αναγωγική δυνατότητα έχει τη τάση να «χάνει» ηλεκτρόνια προς άλλες ουσίες, άρα να τις ανάγει (και αυτή να οξειδώνεται). Πίσω από τη δυνατότητα μιας ουσίας να «οξειδώνει» το περιβάλλον της (δηλαδή να

⁵ Ο σχηματισμός του βιοφίλμ ξεκινάει με τη προσκόλληση ελεύθερων – μεμονωμένων μικροοργανισμών σε κατάλληλα σημεία, με καταρχήν ασθενικές δυνάμεις Van der Waals. Αν οι πρώτοι σχηματισμοί δεν απομακρυνθούν, αγκυρώνονται χρησιμοποιώντας μόρια προσκόλλησης κυττάρων (pili). Προοδευτικά, προσελκύνονται και άλλα βακτηρίδια και όσο αυξάνεται η αποικία, τόσο ευκολότερα προσκολλώνται νέες μονάδες. Παράλληλα, τα αρχικά βακτηρίδια πολλαπλασιάζονται, επιταχύνοντας το σχηματισμό. Όσο «ωριμάζει» το βιοφίλμ, τόσο πιο ανθεκτικό γίνεται και στη δράση των αντιβιοτικών.

προσελκύει ηλεκτρόνια), κρύβεται η απολυμαντική ιδιότητα κάποιων ουσιών (π.χ. του χλωρίου) : Οι ουσίες αυτές είναι έντονα οξειδωτικές και «κλέβουν» ηλεκτρόνια από τη κυτταρική μεμβράνη των παθογόνων μικροοργανισμών. Έτσι αδυνατίζει η μεμβράνη και διαρρηγνύεται, οδηγώντας σε καταστροφή το μικροοργανισμό. Η δυνατότητα οξειδωσης / αναγωγής μετράται με τη τιμή ORP του διαλύματος, σε μονάδες mV. Τούτο βασίζεται στην αρχή της ηλεκτρόλυσης : Υπάρχουν δυο ηλεκτρόδια : ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς (συνήθως από άργυρο) και ένα ηλεκτρόδιο μέτρησης (συνήθως από λευκοσίδηρο). Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι η κάθοδος (αρνητικό φορτίο), ενώ το ηλεκτρόδιο μέτρησης είναι η άνοδος (θετικό φορτίο). Όταν βυθιστούν τα ηλεκτρόδια σε ένα διάλυμα που περιέχει μια οξειδωτική ουσία (π.χ. με βάση των χλώριο όπως το υποχλωριώδες οξύ HOCl), η τελευταία «κλέβει» ηλεκτρόνια (οξειδώνει) από το ηλεκτρόδιο της ανόδου, αυξάνοντας έτσι το θετικό της φορτίο⁶. Η αύξηση αυτή δημιουργεί μια διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου – καθόδου, η οποία μπορεί να μετρηθεί με κατάλληλο όργανο. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά δυναμικού, τόσο μεγαλύτερη οξειδωτική ικανότητα έχει το διάλυμα (δηλαδή αφαίρεσε περισσότερα ηλεκτρόνια από την άνοδο). Η μονάδα μέτρησης αυτής της τάσης (που είναι μικρή) είναι το mV (1/1000 του Volt) και ονομάζεται **τιμή ORP**. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή ORP, τόσο μεγαλύτερη είναι η οξειδωτική δυνατότητα του διαλύματος. Τούτο οδήγησε σε ένα σύγχρονο τρόπο διαχείρισης των διαλυμάτων απολύμανσης, όπου με ειδικά αισθητήρια, τα οποία έχουν ενσωματωμένες την άνοδο και τη κάθοδο, βυθιζόμενα στο διάλυμα, μετράται η τιμή ORP. Η μέτρηση μπορεί να γίνεται και συνέχεια, με προβολή της ένδειξης σε Η/Υ (on line μετρήσεις). Σημειώνεται όμως εδώ, ότι για τη καλή διαχείριση της σύστασης του απολυμαντικού διαλύματος, είναι απαραίτητο να μετράται και το pH. Ο λόγος εξηγείται στο επόμενο ένθετο.

⁶ Τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο. Έτσι, όταν ένα στοιχείο «χάνει» ηλεκτρόνια, δημιουργείται έλλειμμα αρνητικού φορτίου, άρα πλεόνασμα θετικού φορτίου.

Τα απολυμαντικά διαλύματα με βάση το χλώριο σχηματίζονται είτε με προσθήκη στο νερό ελεύθερου χλωρίου, είτε με τη προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου ή ασβεστίου. Και στις δυο περιπτώσεις, το ζητούμενο προϊόν της αντίδρασης (υδρόλυσης) είναι ο σχηματισμός **υποχλωριώδους οξέως (HOCl)**, βάσει των χημικών αντιδράσεων :



Το υποχλωριώδες οξύ είναι ισχυρό οξειδωτικό και σε αυτό οφείλεται η απολυμαντική ικανότητα. Το επιδιωκόμενο είναι, να σχηματιστεί η μέγιστη δυνατή ποσότητα υποχλωριώδους οξέως, με την ελάχιστη δυνατή προσθήκη χλωριούχου ουσίας. Η ποσότητα του υποχλωριώδους οξέως που σχηματίζεται στο διάλυμα, εξαρτάται από το pH του διαλύματος : Σε μεγάλες τιμές pH (>7,5), η ποσότητα είναι μικρή, ενώ αυξάνεται, όσο μειώνεται το pH. Σε ψηλές τιμές pH, μια ποσότητα, αντί να γίνει HOCl, παραμένει σε μορφή OCl⁻, βάσει της αμφίδρομης αντίδρασης $\text{HOCl} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OCl}^-$. Όταν pH=7,5, οι ποσότητες HOCl και OCl⁻ είναι ίσες (50/50). Όταν pH=8,5, η ποσότητα του HOCl είναι μόλις το 25% του συνολικού ελεύθερου χλωρίου, ενώ όταν pH=6, η ποσότητα του HOCl είναι το **96,5%** του συνολικού ελεύθερου χλωρίου. Τα παραπάνω μας οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι για να είναι αποτελεσματικό ένα απολυμαντικό διάλυμα (από οικονομική, υγιεινή και οικολογική άποψη), πρέπει να επιτυγχάνεται η μέγιστη απολυμαντική (οξειδωτική) ικανότητα, με την ελάχιστη προσθήκη χλωρίου. Τούτο επιτυγχάνεται με τη μεγιστοποίηση της σχηματιζόμενης ποσότητας υποχλωριώδους οξέως (HOCl), το οποίο, όπως είδαμε «κάνει τη δουλειά». Η μεγιστοποίηση αυτή επιτυγχάνεται με τη διατήρηση του pH σε τιμές 6-7, οπότε το ποσοστό σχηματιζόμενου HOCl κυμαίνεται από 95% ως 65%. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η μέγιστη αποτελεσματικότητα του διαλύματος, με την ελάχιστη προσθήκη χλωριούχου ουσίας. Έτσι επιτυγχάνεται οικονομία, προστασία του περιβάλλοντος και ελαχιστοποίηση των παραγόμενων υποπροϊόντων χλωρίου, όπως το χλωροφόρμιο (CHCl₃), τα οποία βλάπτουν την υγεία. Όσον αφορά το δείκτη ORP, η μέτρησή του προσφέρει μια γρήγορη εικόνα, της απολυμαντικής ικανότητας του διαλύματος. **Τιμές ORP μεταξύ 650 και 700 mV** αρκούν για την εξόντωση των περισσότερων ελεύθερα κινούμενων παθογόνων μικροβίων (όχι όμως των βιοφίλμ, ορισμένων βακτηριακών σπόρων και ανθρώπινων παρασίτων) εντός 30 sec. Τονίζεται, ότι μια ικανοποιητική τιμή ORP (π.χ. 700 mV), δεν εγγυάται ότι η δοσολογία του χλωριούχου απολυμαντικού είναι και η βέλτιστη. Είναι πιθανό, σε ψηλές τιμές pH, να έχει γίνει υπερδοσολογία ελεύθερου χλωρίου, για να σχηματιστεί η απαιτούμενη ποσότητα HOCl, όπως εξηγήθηκε παραπάνω. Για να εξασφαλίζεται η βέλτιστη δοσολογία, πρέπει να μετράται παράλληλα με το ORP και το pH, το οποίο πρέπει να διατηρείται μεταξύ 6 και 7. Η τιμή ORP μεταβάλλεται με το pH : Όσο ανεβαίνει η τιμή του pH, τόσο πέφτει η τιμή του ORP, δείχνοντας έτσι τη πτώση της δραστηριότητας του απολυμαντικού μέσου. Για να ανέβει η τιμή ORP (δραστηριότητα), πρέπει είτε να μειωθεί το pH, είτε να προστεθεί και άλλη απολυμαντική ουσία. Σημειώνεται ότι η μέτρηση ORP είναι αντικειμενική και ισχύει για όλα τα απολυμαντικά μέσα (χλώριο, όζον κλπ), δεδομένου ότι αναφέρεται στην οξειδωτική δυνατότητα του διαλύματος, ανεξάρτητα από τη χημική ουσία.

Ένθετο 1 : Βελτιστοποίηση δοσολογίας απολυμαντικού διαλύματος