
Η σωστή επιλογή και συντήρηση των φίλτρων παρέχει διαυγές, καθαρό νερό για την παρασκευή αναψυκτικών και ποτών, καθώς και για άλλες εφαρμογές.

Μετάφραση άρθρου του C.R. Roast στο περιοδικό "SOFT DRINKS MANAGEMENT INTERNATIONAL"



Η ΔΙΗΘΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Παραδοσιακά, το νερό που χρησιμοποιούνταν για εμφιάλωση ή παραγωγή ποτών ή αναψυκτικών προερχόταν από κάποια κοντινή πηγή ή γεώτρηση. Σήμερα, με την αύξηση του μεγέθους των φιαλών και τις αυξημένες ταχύτητες παραγωγής, απαιτούνται ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες νερού. Αυτό σημαίνει ότι το νερό του αστικού δικτύου ύδρευσης χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα.

Η πιο συνηθισμένη επεξεργασία του νερού του δικτύου από τους παρασκευαστές ποτών είναι η χημική επεξεργασία για την απολύμανση του δικτύου της μονάδας παραγωγής και την οξείδωση των μικροοργανισμών που αιωρούνται μέσα σ' αυτό. Επιπλέον επεξεργασίες μπορεί να περιλαμβάνουν την προσθήκη σιδηρούχων αλάτων, ως πυρήνων κροκιδώσης και ασβέστου, για ρύθμιση της αλκαλικότητας. Το

επόμενο στάδιο περιλαμβάνει πέρασμα μέσα από φίλτρα άμμου, για τη συγκράτηση των αδιάλυτων στερεών και, κατόπιν, μέσα από φίλτρα ενεργού άνθρακα, τα οποία απομακρύνουν το εναπομένον χλώριο καθώς και μερικές χλωριούχες οργανικές ενώσεις.

Το νερό που έχει υποστεί τις παραπάνω επεξεργασίες χρειάζεται περαιτέρω διήθηση για δύο λόγους:

1. Για να απομακρυνθούν μικροσωματίδια (όπως ίνες άνθρακα από τα φίλτρα ενεργού άνθρακα).
2. Για να απομακρυνθούν οι εναπομείναντες μικροοργανισμοί.

Ας εξετάσουμε αυτές τις δύο εφαρμογές με περισσότερες λεπτομέρειες:

Απομάκρυνση Μικροσωματιδίων

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που καθιστούν επιβεβλημένη τη διήθηση του νερού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για εμφιάλωση ή παραγωγή ποτών ή αναψυκτικών. Πρώτον, για να επιτευχθεί *ικανοποιητική διάλυση του ανθρακικού οξέος* στα αεριούχα ποτά. (Όσο περισσότερα μικροσωματίδια απομακρυνθούν, τόσο υψηλότερο θα είναι το ποσοστό διάλυσης.) Δεύτερον, για να απομακρυνθούν *σωματίδια που μπορεί να φράζουν τα στόμια των γεμιστικών μηχανών*. Τρίτον, για να παραχθεί ένα διαυγές, "λαμπερό" τελικό προϊόν.

Το πρώτο φίλτρο άμμου θα απομακρύνει την μεγαλύτερη ποσότητα από τα μεγάλα σωματίδια, αλλά μερικά από τα μικρότερα σωματίδια θα περάσουν. Επιπλέον,



τόσο τα φίλτρα άμμου όσο και τα φίλτρα ενεργού άνθρακα αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα διηθητικών μέσων μεγάλου βάθους με χαμηλή συνεκτικότητα διηθητικού υλικού. Τέτοια διηθητικά μέσα (που συνήθως αναφέρονται ως **μη απόλυτα**) είναι πολύ ευαίσθητα σε μεταβολές της ροής και της διαφορικής πίεσης. Έτσι, όταν ο ρυθμός ροής ή η διαφορική πίεση αυξηθεί, τότε και το μέγεθος των πόρων του διηθητικού υλικού μπορεί να αυξηθεί, με συνέπεια να κατακρατηθέντα σωματίδια να απελευθερώνονται. Τέτοιου είδους προβλήματα αντιμετωπίζονται με την τοποθέτηση ενός επιπρόσθετου φίλτρου -μετά από το φίλτρο άμμου ή ενεργού άνθρακα- για την απομάκρυνση των ινών και των σωματιδίων που έχουν απελευθερωθεί. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται σ' αυτό το τρίτο στάδιο είναι κάπως διαφορετικά. Κατασκευάζονται από διηθητικά υλικά που όχι μόνο έχουν κάποιο ικανοποιητικό βάθος για αυξημένη ικανότητα συγκράτησης, αλλά και η δομή των πόρων τους είναι δεδομένα και σταθερή. (Συνήθως αναφέρονται ως φίλτρα **απόλυτης συγκράτησης**.)

Αυτό σημαίνει ότι η λειτουργία του φίλτρου δεν επηρεάζεται από μεταβολές της ροής ή της διαφορικής πίεσης και παραμένει σταθερή έως ότου το φίλτρο βουλώσει εντελώς, οπότε και πρέπει να αντικατασταθεί. Τέτοια φίλτρα (όπως το «Profile II» του Οίκου PALL) εξασφαλίζουν την απομάκρυνση μικροσωματιδίων ταυτόχρονα με μεγάλους ρυθμούς ροής (παροχές).

Περιορισμός Μικροβιακού Φορτίου

Οι ζύμες είναι, φυσικά, οι μικροοργανισμοί που αποτελούν τον μεγαλύτερο κίνδυνο για αλλοιώσεις των (μη αλκοολούχων) ποτών, αν και σε μερικές περιπτώσεις συγκεκριμένα βακτήρια μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το χρόνο ζωής (shelf-life) των προϊόντων. Οι ίδιοι οι μικροοργανισμοί-δείκτες, όπως αποκαλούνται, (π.χ. *Escherichia coli*) δεν είναι γενικά επικίνδυνος, αλλά αποτελούν ένδειξη για την πιθανή ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών. Ενδεικτικά, υπάρχουν τέσσερις μέθοδοι για τον περιορισμό του μικροβιακού φορτίου του νερού:

1. Θερμική επεξεργασία (π.χ. παστερίωση).
2. Προσθήκη χημικών (χλώριο, όζον κλπ.).
3. Ακτινοβολήση UV.
4. Απόλυτη μικροβιοκρατής διήθηση.

Από αυτές, η πρώτη χρησιμοποιείται σπανίως, λόγω του υψηλού ενεργειακού της κόστους. Η δεύτερη χρησιμοποιείται ευρέως, επειδή τα χημικά είναι εξαιρετικοί απολυμαντικοί και οξειδωτικοί παράγοντες. Δυστυχώς, το χλώριο αντιδρά με άλλες χημικές ουσίες που βρίσκονται στο νερό (όπως διάφορα οργανικά οξέα) σχηματίζοντας τρι-αλο-μεθάνια (THMs - π.χ. χλωροφόρμιο ή δι-βρωμο-χλωρο-μεθάνιο). Έτσι είναι σημαντική η ύπαρξη ενός φίλτρου ενεργού άνθρακα για την κατακράτηση αυτών των ενώσεων. Η επεξεργασία με όζον (οζονισμός) είναι μία πολύ καλή εναλλακτική λύση, μια και δεν σχηματίζονται THMs (εκτός και αν υπάρχουν στο νερό ιόντα βρωμίου).

Η απολύμανση του νερού με ακτίνες UV είναι αποδοκτή μέθοδος για την παραγωγή προϊόντος της επιθυμητής μικροβιολογικής ποιότητας. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στηρίζεται στην ακτινοβολήση των μικροοργανισμών με υπεριώδες φως (UV), με μήκος κύματος περίπου 260nm. Η μέθοδος αυτή, όπως και η παστερίωση, εξαρτάται από μία σχέση δόσης/χρόνου και κάθε παράγοντας που επηρεάζει αυτή τη σχέση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αποτελεσματικότητάς της.

Τυπικά συστήματα UV επεξεργάζονται περίπου 25m³/hr με κατανάλωση της τάξης του 1kW. Αυτό με την προϋπόθεση ότι το νερό εμφανίζει μετάδοση της ακτινοβολίας κατά περίπου 80%. Αν παρ' όλα αυτά η μετάδοση μειωθεί στο 20% (πράγμα σύνηθες στα κοινά νερά), τότε πρέπει να μειωθεί η ροή (παροχή) ή να αυξηθεί η ισχύς. Οι προσπάθειες για να αντιμετωπιστεί αυτό συνίστανται στην εγκατάσταση ενός αυτόματου μηχανισμού παρακολούθησης, ο οποίος σταματάει τη λειτουργία του συστήματος όταν ανιχνεύσει διακύμανση του μήκους κύματος ή βλάβη της λυχνίας UV. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποιο στάδιο προ-διήθησης -

χρησιμοποιώντας προϊόντα όπως το «Profile II» του Οίκου PALL- το οποίο μπορεί πολύ αποτελεσματικά να εξασφαλίζει τη διαύγεια του νερού πριν αυτό οδηγηθεί στον θάλαμο του UV.

Η αποτελεσματικότητα ενός σωλήνα UV μειώνεται κατά περίπου 10% για κάθε 1000 ώρες λειτουργίας και συνήθως συνιστάται η αντικατάστασή του μετά από 3000 ώρες (δηλ. στο 70% της αρχικής του αποτελεσματικότητας). Ο ρυθμός θανάτωσης των μικροοργα-νισμών εξαρτάται από τους ίδιους τους μικροοργανισμούς και την έκλυση ενέργειας από την λάμπα. Έτσι, για παράδειγμα, τα κύτταρα μιας ζύμης χρειάζονται 2-3 φορές περισσότερη ενέργεια (για μία κατά 90% θανάτωση) από αυτά της *E.coli*.

Η αποτελεσματικότητα της απόλυτης διήθησης στηρίζεται στην ολοκληρωτική απομάκρυνση των μικροοργανισμών, χωρίς την προσθήκη οποιασδήποτε ουσίας στο νερό και χωρίς την κατανάλωση μεγάλου ποσού ενέργειας. Ως τεχνική, η διήθηση είναι *εξέλικτη*, διότι από τη στιγμή που κατανοείται και σχεδιάζεται η λειτουργία μιας συγκεκριμένης εγκατάστασης, μπορεί εύκολα να επιλεγεί η σωστή τιμή συγκράτησης.

Η συνιστώμενη συγκράτηση, για τις περισσότερες απαιτήσεις στείρου νερού, είναι της τάξεως του 0.2μm και η λειτουργία καθο-ρίζεται επακριβώς ελέγχοντας τα αποτελέσματα με τον συγκεκριμένο τύπο μικροοργανισμού που πρόκειται να απομακρύνεται.

Πάντως, αν ο παρασκευαστής επιθυμεί την απομάκρυνση μόνο των ζυμών και των μυκήτων από το νερό, τότε μια συγκράτηση της τάξεως του 1μm μπορεί να είναι η πλέον ενδεδειγμένη. Από τη στιγμή που έχει επιλεγεί κάποιος βαθμός συγκράτησης, δεν χρειάζεται άλλο φίλτρο για να εξασφαλιστεί ο επιθυμητός βαθμός λειτουργίας. Αρκετά συχνά πάντως, εφαρμόζεται κάποιο στάδιο προ-διήθησης για να προστατευτεί το τελικό φίλτρο από υπερβολικά υψηλά φορτία μικροσωματιδίων ή για τη μείωση της περιεκτικότητας κολλοειδών στο νερό. Ένα πεδίο στο οποίο η μικροβιοκρατής διήθηση νερού παρέχει πραγματικά πλεονεκτήματα σχετίζεται με την



μετατροπή διάφορων χημικών ενώσεων, που υπάρχουν στο νερό, σε περισσότερο τοξικά προϊόντα. Οι μικροοργανισμοί-δείκτες (όπως η *E. Coli* που προαναφέρθηκε) έχουν την ικανότητα να ανάγουν τα νιτρικά άλατα που υπάρχουν στο νερό (συνήθως ως κατάλοιπα λιπασμάτων) σε νιτρώδη. Αυτά με τη σειρά τους μπορούν να αντιδράσουν με άλλες αζωτούχες ενώσεις, που επίσης υπάρχουν στο νερό, σχηματίζοντας τοξικές νιτροζαμίνες. Ένας απλός τρόπος για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού είναι η απομάκρυνση -με μικροβιοκρατή διήθηση- των βακτηρίων εκείνων που μπορούν να μεταβολίζουν τα νιτρικά άλατα κατ' αυτόν τον τρόπο. Η διήθηση παρέχει τον μεγαλύτερο βαθμό εξασφάλισης. Αυτά τα επικίνδυνα βακτήρια, αφού κατακρατηθούν πλήρως πάνω στο φίλτρο, μπορούν κατόπιν να καταστραφούν με "ζωντανό" ατμό ή με απολύμανση με ζεστό νερό.

Ο Οίκος PALL παρέχει φίλτρα θετικά φορτισμένης μεμβράνης Nylon 66 (*Posidyne*), με τιμές συγκράτησης που κυμαίνονται από 0.2μm-1.2μm για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών. Όλη αυτή η σειρά μπορεί να αποστειρώνεται με ατμό. Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η δυνατότητα *in-situ* ελέγχου της ακεραιότητας των ηθμών. Τα φίλτρα N₆₆ Posidyne

"Τα επικίνδυνα βακτήρια, αφού κατακρατηθούν πλήρως πάνω στο φίλτρο, μπορούν κατόπιν να καταστραφούν με "ζωντανό" ατμό."

απομακρύνουν αποτελεσματικά κολλοειδείς πυριτικές ενώσεις, μικροσωματίδια και μικροοργανισμούς και η λειτουργία τους επιβεβαιώνεται με ελέγχους με το συγκεκριμένο σωματίδιο που πρόκειται να απομακρύνεται και κατά την πραγματική λειτουργία τους.

Η θερμική επεξεργασία, η προσθήκη χημικών και η ακτινοβολήση UV επιτρέπουν το πέρασμα των μικροσωματιδίων. Αντιθέτως, η απόλυτη διήθηση απομακρύνει τα σωματίδια αφήνοντας ένα προϊόν, το οποίο δεν βουλώνει τα στόμια των γεμιστικών μηχανών, είναι διαυγές και "λαμπερό", αεριώνεται με τον αποτελεσματικότερο τρόπο και ικανοποιεί τις απαιτούμενες μικροβιολογικές προδιαγραφές.

Τα μεγέθη των ηθμών που παρέχονται από τον Οίκο PALL είναι κατά βαθμίδες (*modular*). Έτσι, η σωστή, για κάθε περίπτωση, διαστασιολόγηση γίνεται εύκολα, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή παροχή ρευστού.

Η διήθηση είναι μία εύκολη μέθοδος για τη διαύγαση και τον μικροβιακό έλεγχο του νερού και, γενικώς, γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής διότι δεν προσθέτει τίποτα στο προϊόν και δεν προϋποθέτει υψηλές καταναλώσεις ενέργειας. □

