

Παραπροϊόντα χλωρίωσης

Η χλωρίωση είναι το πιο κοινό μέσο απολύμανσης του πόσιμου νερού.

Ξεκίνησε στις αρχές του 1900 και είναι μια φθηνή και αποτελεσματική επεξεργασία για την οποία τότε δεν υπήρχαν υπόνοιες ότι προκαλούσε ανεπιθύμητα αποτελέσματα για την ανθρώπινη υγεία. Το 1974 εντοπίστηκε το πρώτο παραπροϊόν χλωρίωσης, το χλωροφόρμιο. Επειδή το χλωροφόρμιο διαπιστώθηκε ότι προκαλεί καρκινογένεση σε ζώα, άρχισε να δημιουργείται μία ανησυχία για τον κίνδυνο καρκίνου που σχετίζεται με τα παραπροϊόντα του χλωρίου. Από τότε έως σήμερα έχουν βρεθεί δεκάδες παραπροϊόντα χλωρίωσης και έχουν γίνει αρκετές μελέτες για να διερευνηθούν όλες οι αρνητικές επιπτώσεις που ενδεχομένως προκαλούν στην υγεία του ανθρώπου.

Τα παραπροϊόντα του χλωρίου (CBPs), δημιουργούνται κατά την διαδικασία της χλωρίωσης στην επεξεργασία νερού. Οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλουν στην δημιουργία τους είναι η ποιότητα του ανεπεξεργαστου νερού και η δόση του χλωρίου. Τα επιφανειακά νερά (ποτάμια και λίμνες) περιέχουν ποικίλη οργανική ύλη, (ιδιαίτερα χουμικά οξέα) που είναι η κύρια πηγή δημιουργίας των παραπροϊόντων. Συγκεκριμένα η οργανική ύλη που συντελεί στο σχηματισμό των CBPs προέρχεται κυρίως από :

- τη διάσπαση των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στη φύση .
- τις οικιακές και βιομηχανικές εκροές .
-

Η πρώτη ομάδα είναι η μεγαλύτερη και αποτελείται από χουμικά υλικά, τους μεταβολίτες τους και υψηλού μοριακού βάρους αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάθρακες. Μερικές από αυτές τις ενώσεις είναι γνωστές για αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία .

Οι οργανικές ενώσεις οικιακής και βιομηχανικής προέλευσης προκαλούνται από τις απορροές αστικών περιοχών, από τα υγρά απόβλητα και από έκπλυση μολυσμένων εδαφών. Οι περισσότερες χημικές ενώσεις αυτής της ομάδας έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Συμπεριλαμβάνουν φυτοφάρμακα, διαλύτες, πλαστικοποιητές, απορρυπαντικά κ.α.

Ειδικότερα τα CBPs σχηματίζονται είτε με οξείδωση των οργανικών, που υπάρχουν στο νερό από το χλώριο, είτε με αντίδραση αντικατάστασης, όπου το άτομο χλωρίου αντικαθιστά ένα άτομο υδρογόνου . Τα παραπροϊόντα χλωρίωσης που έχουν προσδιοριστεί μέχρι και σήμερα παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένα στον επόμενο Πίνακα .

Από τα CBPs μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα τριαιλογονομένα παράγωγα του μεθανίου (THMs), γιατί σχηματίζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες και είναι τοξικά. Επομένως έχει αναπτυχθεί μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα για την κατανόηση του σχηματισμού τους και για την εφαρμογή πρακτικών διαδικασιών για την απαλλαγή του νερού από αυτά.

Πίνακας - Παραπροϊόντα ρλωρίωση

Τριαλογονοπαράγωγα του μεθανίου (THMs).

Χλωροφόρμιο CHCl₃

Διχλωροβρωμομεθάνιο CHCl_2Br
Διβρωμοχλωρομεθάνιο CHBr_2Cl
Τριβρωρομεθάνιο ή Βρωμοφόρμιο CHBr_3

Αλογονοπαράγωγα του οξικού οξέος (HAAs)

Μονοχλωροοξικό οξύ (MCA)
Μονοβρωμοοξικό οξύ (MBA)
Διχλωροοξικό οξύ (DCA)
Βρωμοχλωροοξικό οξύ (BCA)
Τριχλωροοξικό οξύ (TCA)
Διβρωμοοξικό οξύ (DBA)
Διβρωμοχλωροοξικό οξύ (DBCA)
Τριβρωμοοξικό οξύ (TBA)

Αλογονοακετονιτρίλια (HANs)

Μονο χλωροακετονιτρίλιο (MCAN)
Τριχλωροακετονιτρίλιο (TCAAN)
Διχλωροακετονιτρίλιο (DCAN)
Μονοβρωμοακετονιτρίλιο (MBAN)
Βρωμοχλωροακετονιτρίλιο (BCAN)
Διβρωμοακετονιτρίλιο (DBAN)

Αλογονοκετόνες (HKs)

1.1. - Διχλωροπροπανόνη (1,1- DCP)
1.3. - Διχλωροπροπανόνη (1,3 - DCP)
1.1.1. - Τριχλωροπροπανόνη (1,1,1 - TCP)

Η τοξικότητα της χλωρίωσης εμφανίζεται να είναι η έμμεση τοξικότητα των παραπροϊόντων που παράγονται από τις αντιδράσεις του χλωρίου με τις οργανικές ενώσεις , παρά μία άμεση τοξικότητα του χλωρίου.

Τα παραπροϊόντα χλωρίωσης (CBPs), είναι ένα σύνθετο μίγμα περισσότερων από 100 ενδεχομένως τοξικών ενώσεων. Σήμερα μόνο για τα τριαλογονομεθάνια (THMs) και για κάποια αλογοακετονιτρίλια (HAAs) έχουν θεσπισθεί όρια και κανονισμοί για τον έλεγχο τους. Διάφορα παραπροϊόντα χλωρίωσης χαρακτηρίζονται ως πιθανές καρκινογόνες ουσίες για τον άνθρωπο (βρωμοδιχλωρομεθάνιο , βρωμοφόρμιο και διχλωροοξικό οξύ), και τα CBPs στο σύνολό τους σύμφωνα με μία πληθώρα επιστημονικών στοιχείων μπορούν να προκαλέσουν γεννητικές ανωμαλίες και να επιφέρουν ζημιά στην αναπαραγωγή.

Από το σύνολο των παραπροϊόντων χλωρίωσης μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα Τριαλογονομένα Παράγωγα του Μεθανίου (THM), γιατί σχηματίζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες και είναι τοξικά και για αυτούς τους λόγους αποτελούν το αντικείμενο μελέτης των περισσότερων τοξικολογικών και επιδημιολογικών ερευνών που έχουν γίνει.

Η τάξη των παραπροϊόντων των THM απαρτίζεται από τέσσερα ξεχωριστά χημικά είδη: το χλωροφόρμιο, το βρωμοδιχλωρομεθάνιο, το διβρωμοχλωρομεθάνιο και το βρωμοφόρμιο.

Μια πληθώρα επιστημονικών στοιχείων, σχεδόν 30 επιδημιολογικές μελέτες,

συνδέουν τα παραπροϊόντα χλωρίωσης με τους αυξανόμενους κινδύνους για εμφάνιση καρκίνου, τις αποβολές και τις γεννητικές ανωμαλίες, συμπεριλαμβανομένων των δυσλειτουργιών του νευρικού συστήματος και το χαμηλό βάρος γέννησης στα νεογέννητα. Οι επιδημιολογικές μελέτες βρίσκουν συχνά δυσμενή αποτελέσματα σε επίπεδα που θεωρούνται αποδεκτά βάσει των νομικών ρυθμίσεων για το πόσιμο νερό. Οι πληροφορίες για τις επιδράσεις που προκαλεί κάθε παραπροϊόν στον άνθρωπο ξεχωριστά παραμένουν ανεπαρκείς για την εξαγωγή κάποιων ασφαλών συμπερασμάτων.

Υπάρχουν κάποιες τεχνολογίες επεξεργασίας που αν εφαρμοστούν, μπορούν να παρέχουν ασφαλές πόσιμο νερό και συγχρόνως να μειώσουν σημαντικά τους κινδύνους υγείας που σχετίζονται με τα παραπροϊόντα χλωρίωσης.

Οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην δημιουργία των παραπροϊόντων χλωρίωσης είναι η ποιότητα του ανεπεξέργαστου νερού και η δόση του χλωρίου. Η δημιουργία των παραπροϊόντων χλωρίωσης μπορεί να μειωθεί με απομάκρυνση όσο το δυνατό περισσότερης οργανικής ύλης από το νερό, πριν την χλωρίωση και βελτιστοποιώντας την δόση του χλωρίου, ώστε να είναι αποτελεσματική αλλά όχι περισσευούμενη.

Οι διαδικασίες οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην μείωση των παραπροϊόντων χλωρίωσης είναι :

α. Απορρόφηση .

Η οργανική ύλη που είναι κύρια πηγή δημιουργίας των παραπροϊόντων, μπορεί να απομακρυνθεί με την βοήθεια ενός φίλτρου ενεργού άνθρακα μέσω της προσρόφησης ή μέσω της βιολογικής δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα στο φίλτρο. Ακόμη το φίλτρο ενεργού άνθρακα είναι σε θέση να απομακρύνει σε μεγάλο ποσοστό αρκετά παραπροϊόντων χλωρίωσης και κυρίως τα THM και HAA.

β. Τεχνολογία μεμβρανών .

Οι μεμβράνες χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού, η χρήση τους όμως καταδεικνύει και άριστη αφαίρεση της φυσικής οργανικής ουσίας. Η λειτουργία των μεμβρανών στηρίζεται στην υδραυλική πίεση που ωθεί το νερό μέσα από ημιπερατές μεμβράνες οι οποίες απορρίπτουν τους περισσότερους μολυσματικούς παράγοντες του νερού.

γ. Βελτίωση της συμβατικής επεξεργασίας .

Όταν το χλώριο χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό, οι διεργασίες για την συμβατική επεξεργασία του νερού (καθίζηση, διύλιση) μειώνουν τις τελικές συγκεντρώσεις των περισσότερων παραπροϊόντων χλωρίωσης, επειδή περιορίζουν τη συγκέντρωση του ολικού οργανικού άνθρακα πριν το στάδιο της χλωρίωσης.

Πάνω από το 50% της απομάκρυνσης των παραπροϊόντων της απολύμανσης, μπορεί να επιτευχθεί με την προσαρμογή του pH, την αλλαγή ή μεγαλύτερη δόση του κροκιδωτικού και την βελτίωση των συνθηκών ανάμειξης .



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Αχαρνών 364 & Γλαράκι 10B, Αθήνα, 11145

Τηλ: 211 1820 163-4-5 Φαξ: 211 1820 166

e-mail: enerchem@enerchem.gr

web site: www.enerchem.gr