



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Θ. Α. Κουϊμτζής Καθηγητής
Εργαστήριο Ελέγχου Περιβάλλοντος - Τμήμα Χημείας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ι. Α. Στρατής Αναπλ. Καθηγητής
Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας - Τμήμα Χημείας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Έκθεση αποτελεσμάτων του χημικού ελέγχου που αφορά τις συσκευές καθαρισμού πόσιμου ύδατος **IMPERIAL**, του Διεθνούς Οργανισμού Υγείας **CAMELOT**.

Η μελέτη της αποτελεσματικότητας της παραπάνω συσκευής αφορά στο κατά πόσο έχει την ικανότητα να κατακρατά κατιόντα, ανιόντα, υπολειμματικό χλώριο, χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, αιωρούμενα στερεά καθώς και ίνες αμιάντου.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

Στον πίνακα 1 δίδονται τα πειραματικά αποτελέσματα που αφορούν την κατακράτηση από τη συσκευή των διαφόρων κατιόντων, τόσο τοξικών όσο και απαραίτητων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

| Επιμολυσμένο ύδωρ | | | |
|-------------------|------|------|-------|
| Κατιόν | Πρίν | Μετά | %Κατ. |
| Μόλυβδος (ppb) | 2000 | 4,0 | 99,8 |
| Μαγγάνιο (ppb) | 13,8 | 2,4 | 82,6 |
| Σίδηρος (ppb) | 18,7 | 2,3 | 87,2 |
| Χαλκός (ppb) | 27,2 | 4,3 | 84,2 |
| Κάδμιο (ppb) | 4,0 | 0,6 | 85,0 |
| Υδράργυρος (ppb) | 10,2 | 0,5 | 95,1 |

| Κατιόν | Ύδωρ Θεσ/νίκης | | Ύδωρ γεώτρησης | |
|-------------------|----------------|------|----------------|------|
| | Πρίν | Μετά | Πρίν | Μετά |
| Ψευδάργυρος (ppb) | 0,33 | 0,12 | 0,11 | 0,05 |
| Ασβέστιο (ppb) | 84,5 | 84,5 | 54,0 | 54,0 |
| Μαγνήσιο (ppb) | 20,2 | 17,5 | 44,2 | 43,5 |
| Κάλιο(ppb) | 2,8 | 2,8 | 1,7 | 1,7 |
| Νάτριο (ppb) | 38,0 | 36,0 | 50 | 50 |

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 1, φαίνεται ότι οι συσκευές καθαρισμού **IMPERIAL** του "Οργανισμού Υγείας Camelot" κατακρατούν ικανοποιητικά τα τοξικά κατιόντα όπως π.χ. τα κατιόντα του υδραργύρου, του μόλυβδου και του καδμίου, ενώ αντίθετα δεν κατακρατάει, πρακτικά, τα κατιόντα του ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και καλίου τα οποία είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο και καθορίζουν τις οργανοληπτικές ιδιότητες του πόσιμου ύδατος.

2. ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

Στον πίνακα 2 δίδονται οι κατακρατήσεις των διαφόρων ανιόντων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

| Ανιόν | Ύδωρ Θεσ/νίκης | | Ύδωρ γεώτρησης | |
|-----------------|----------------|------|----------------|------|
| | Πρίν | Μετά | Πρίν | Μετά |
| Χλωριούχα (ppm) | 68,0 | 59,6 | 49,6 | 49,6 |
| Νιτρικά (ppm) | 2,1 | 0,4 | 2,9 | 0,6 |
| θειικά | 19,9 | 15,0 | 19,6 | 14,8 |

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι οι συσκευές **IMPERIAL** του "Διεθνής Οργανισμού Υγείας Camelot" κατακράτησαν πλήρως το ελεύθερο χλώριο, που συνήθως υπολείπεται (υπολειμματικό χλώριο) στα πόσιμα ύδατα των δικτύων που υφίστανται προληπτική χλωρίωση.

3. ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΑΛΟΓΟΝΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ (Φυτοφαρμάκων)

Για τη μελέτη της ικανότητας κατακράτησης των τοξικών αλογονωμένων υδρογονανθράκων, (φυτοφαρμάκων) δοκιμάστηκαν ορισμένες ενώσεις που ανευρίσκονται στα φυσικά ύδατα, ως υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων. Ελέγχθηκε δείγμα ύδατος το οποίο είχε επιμολυνθεί με τις ενώσεις του πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

| Ενώσεις | Συγκέντρωση (ppb) | |
|--------------|-------------------|------|
| | Πρίν | Μετά |
| Aldrin | 25 | <0,1 |
| Dieldrin | 2,75 | <0,1 |
| Endosulfan | 25 | <0,1 |
| Lindane | 25 | <0,1 |
| Mexthoychlor | 25 | <0,1 |

Όπως έδειξαν οι μετρήσεις, οι τοξικές ενώσεις κατακρατήθηκαν από τις συσκευές καθαρισμού **IMPERIAL** σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό (πρακτικά πλήρως), αφού στο εξερχόμενο από τη συσκευή νερό δεν ανευρέθησαν ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις α λ ο γ ο ν ω μ έ ν ω ν υ δ ρ ο γ ο ν α ν θ ρ ά κ ω ν (φυτοφαρμάκων)(<0,1) ppb).

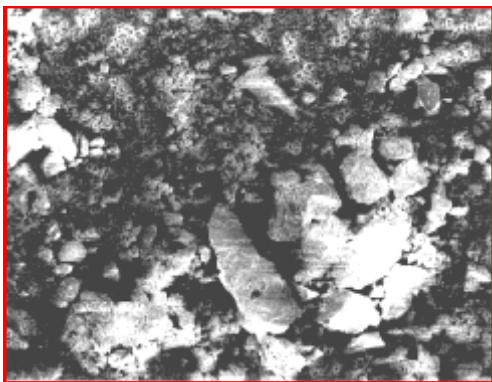
4. ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΙΝΩΝ ΑΜΙΑΝΤΟΥ

Οι συσκευές καθαρισμού IMPERIAL του “Διεθνούς Οργανισμού ΥΓΕΙΑΣ CAMELOT” όπως περιγράφεται στο έντυπο αποτελείται: 1) Εξωτερικά από 10 μεμβράνες ειδικών φίλτρων, 2) Εσωτερικά από ειδικό ενεργό φαρμακευτικό άνθρακα που η δυνατότητα απορρόφησης του ισούται με 405.000 τετρ.μέτρα, 3) Στην καρδιά του συστήματος υπάρχουν δυο ειδικές μεμβράνες 0,1 Micron ώστε να επιτυγχάνει ταυτόχρονα την κατακράτηση τόσο με μηχανικό όσο και με φυσικοχημικό τρόπο τους ρύπους διαφόρων τύπων καθώς και μικροοργανισμούς. Για το λόγο αυτό δοκιμάστηκε η ικανότητα κατακράτησης αιωρούμενων στερεών καθώς και η ικανότητα κατακράτησης ινών αμιάντου. Συγκεκριμένα, έγινε έλεγχος σε δείγμα ύδατος το οποίο είχε επιμολυνθεί κατάλληλα. Όπως έδειξαν οι σχετικές μετρήσεις, τα

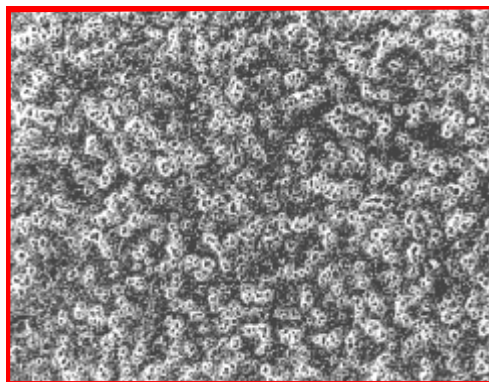
αιωρούμενα στερεά κατακρατούνται σε ποσοστό περισσότερο από 99,5% και συγκεκριμένα από 200+ 5 ppm αιωρούμενων που περιέχει το εισερχόμενο νερό, το εξερχόμενο περιέχει λιγότερο από 1 ppm.

Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται χαρακτηριστικά στις φωτογραφίες που ελήφθησαν με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Αναλυτικά, στη φωτογραφία Α δίνεται το σύνολο των αιωρούμενων του ύδατος πριν τη διέλευσή του από το φίλτρο, ενώ στη φωτογραφία Β το σύνολο των αιωρούμενων του ύδατος μετά τη διέλευσή του από το φίλτρο.

Στις φωτογραφίες δίνονται σε μεγέθυνση ίνες αμιάντου που προσδιορίστηκαν στο επιμολυσμένο νερό. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι η κατακράτηση είναι της τάξεως του 99,9%.



A. ΠΡΙΝ



B. ΜΕΤΑ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αποτελέσματα της όλης δοκιμής που αφορά τις ιδιότητες των συσκευών καθαρισμού του νερού IMPERIAL του “Διεθνούς Οργανισμού ΥΓΕΙΑΣ CAMELOT”:

- 1.0-Κατακρατάει σε ικανοποιητικό βαθμό τα βαρέα και τοξικά μέταλλα.
- 2.0-Κατακρατάει πρακτικά, πλήρως το ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο.
- 3.0-Κατακρατάει πρακτικά, πλήρως τους οργανοχλωριωμένους υδρογονάνθρακες (φυτοφάρμακα).
- 4.0-Κατακρατάει πρακτικά, πλήρως τα αιωρούμενα σωματίδια και τις ίνες αμιάντου.
- 5.0-Δεν κατακρατάει τα κοινά ιόντα που είναι απαραίτητα συστατικά του πόσιμου νερού και ως εκ τούτου δεν επενεργεί στις οργανοληπτικές ιδιότητες του πόσιμου νερού των δικτύων.

Συνοψίζοντας τα δεδομένα όλων των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν και αφορούν την αποτελεσματικότητα των συσκευών καθαρισμού του νερού IMPERIAL του “Διεθνούς Οργανισμού Υγείας CAMELOT”, βεβαιώνουμε ότι η συσκευή είναι αποτελεσματική αφού κατακρατάει τόσο το υπολειμματικό χλώριο, όσο και πιθανές τοξικές ουσίες, όπως π.χ. βαρέα μέταλλα, ίνες αμιάντου και οργανοχλωριωμένες ενώσεις (φυτοφάρμακα) και συνεπώς συνεισφέρει στην προστασία της υγείας των ανθρώπων.

Θ. Α. Κουϊμτζής
Καθηγητής

Ι. Α. Στρατής
Αναπληρωτής Καθηγητής



ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ (ΡΑΗ) ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΣΚΕΥΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ **IMPERIAL**[®]

Τα τελευταία χρόνια η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) έχει εστιάσει το ενδιαφέρον της στην πιθανή παρουσία καρκινογόνων ενώσεων στο πόσιμο νερό. Μια κατηγορία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελούν οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, PAH), ορισμένοι από τους οποίους είναι ισχυρά καρκινογόνοι κάτω από ορισμένες συνθήκες.









Οι PAH είναι προϊόντα της πυρόλυσης υδρογονανθράκων σε υψηλή θερμοκρασία. Η είσοδος τους στο περιβάλλον γίνεται τόσο από φυσικές πηγές (πυρκαγιές δασών, σύνθεση από βακτήρια και άλγη), κυρίως όμως, από ανθρωπογενείς πηγές (αερολύματα και υγρά απόβλητα διάφορων βιομηχανιών, οικιακή θέρμανση, εξατμίσεις αυτοκινήτων).

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες ανιχνεύονται σε όλα σχεδόν τα φυσικά νερά (κυρίως επιφανειακά, αλλά και υπόγεια). Το 1984 η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας πρότεινε ανώτατη επιτρεπτή τιμή (10ng / l) για τον ισχυρότερο καρκινογόνο από τους PAH, το Βενζο(α)πυρένιο.

Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (US EPA) στην προσπάθειά της να ελέγξει τις συγκεντρώσεις των PAH στα υγρά απόβλητα περιέλαβε 16 τέτοιες ενώσεις στη λίστα ρύπων άμεσης προτεραιότητας (Priority Pollutant List). Οι PAH που περιλαμβάνονται στη λίστα της EPA, καθώς και η σχετική καρκινογόνα δράση τους φαίνονται στον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Χημικός τύπος και σχετική καρκινογόνα δράση των 16 PAH οι οποίοι περιέχονται στη λίστα ρύπων άμεσης προτεραιότητας της US EPA για τα υγρά απόβλητα.

| | PAH | Χημικός Τύπος | Σχετική καρκινογόνος δράση |
|---|--------------------------|---|----------------------------|
| | Benzo[a]anthracene |  | + |
| | Chrysene |  | + |
| * | Benzo[b]fluoranthene |  | ++ |
| * | Benzo[k]fluoranthene |  | - |
| * | Benzo[a]pyrene |  | +++ |
| | Dibenz[a,h]anthracene |  | + |
| * | Benzo[ghi]perylene |  | - |
| * | Indeno[1,2,3 - cd]pyrene |  | + |

a *US EPA Priority Pollutant List*

- *Μη καρκινογόνο*

+ - *Αμφισβητούμενη καρκινογόνος δράση*

+ *Ασθενής καρκινογόνος δράση*

++ *Μέτρια καρκινογόνος δράση*

+++ *Ισχυρή καρκινογόνος δράση*

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Αποτελέσματα του ελέγχου κατακράτησης πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ΡΑΗ) από τις συσκευές διήθησης νερού IMPERIAL®.

| ΡΑΗ | Συγκέντρωση (ng/l) | | Κατακράτηση ^α (%) |
|--------------------------|--------------------|-------|---------------------------------|
| | Πρίν | Μετά | |
| Benzo[a]anthracene | 200 | 7.8 | 96.1 |
| Chrysene | 200 | 3.6 | 98.2 |
| Benzo[b]fluoranthene | 200 | <2.21 | >98.9 |
| Benzo[k]fluoranthene | 200 | 0.58 | 99.4 |
| Benzo[a]pyrene | 200 | 2.71 | 98.6 |
| Dibenz[a,h]anthracene | 200 | <2.38 | >98.8 |
| Benzo[ghi]perylene | 200 | 1.13 | 99.4 |
| Indeno[1,2,3 - cd]pyrene | 200 | <1.46 | >99.3 |

- α. Μέσος όρος τριών επαναλήψεων**
- β. Η ανίχνευση του acenaphthylene έγινε με βάση την απορρόφησή του στα 254nm.**



Με τις πυρκαγιές εισβάλλουν στο περιβάλλον πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της δοκιμής κατακράτησης ΡΑΗ από τα συστήματα καθαρισμού του νερού IMPERIAL (πίνακας 2) φαίνεται ότι η κατακράτηση όλων των ΡΑΗ που εξετάστηκαν είναι πολύ ικανοποιητική.

Ειδικότερα οι καρκινογόνοι ΡΑΗ:

Benzo[a]anthracene,
Benzo[b]fluoranthene,
Benzo[a]pyrene, Benzo[ghi]perylene
και INDENO[1, 2, 3-cd]pyrene έχουν μέση κατακράτηση > 98.5%.

Επίσης, οι θεσμοθετημένοι από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας ΡΑΗ έχουν μέση συγκράτηση > 98.5%.

Επομένως τα συστήματα καθαρισμού IMPERIAL κρίνονται ως πολύ αποτελεσματικά για την κατακράτηση τέτοιων καρκινογόνων ουσιών.

Θ. Α. ΚΟΥΪΜΤΖΗΣ
Καθηγητής Αριστοτέλειου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο
Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος

Κ. ΣΑΜΑΡΑ
Επικ. Καθηγήτρια Αριστοτέλειου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο
Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος