

## Σύγκριση ενεργότητας διαφόρων ημιαγωγών: εφαρμογή αυτών στην ηλιακή φωτοκατάλυση για την απομάκρυνση ενδοκρινικών διαταρακτών

**Β. Ρεπούση<sup>1</sup>, Α. Πεταλά<sup>1</sup>, Ζ. Φροντιστής<sup>1</sup>, Δ. Κονταρίδης<sup>1</sup>, Δ. Μαντζαβίνος<sup>1</sup>**

Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Καραθεοδωρή 1, 26504 Πάτρα  
mantzavinos@chemeng.upatras.gr. Τηλ: 2610996137

Η διαχείριση και επεξεργασία των αποβλήτων αποτελεί μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Όμως, κατά την διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στους υδάτινους αποδέκτες έχει παρατηρηθεί η ύπαρξη μικρο-ρύπων, όπως των ενδοκρινικών διαταρακτών, οι οποίοι προκαλούν βλαβερές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στους ζώντες οργανισμούς [1]. Αναλυτικότερα, οι ενδοκρινικοί διαταράκτες, ουσίες όπως φυσικά οιστρογόνα, συνθετικά οιστρογόνα, φυτο-οιστρογόνα και ξενο-οιστρογόνα, διασπώνται δύσκολα κατά τη βιολογική τους επεξεργασία σε συμβατικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) λόγω του γεγονότος ότι είναι ξενοβιοτικές ουσίες, οπότε και διέρχονται από τις ΕΕΛ ανεπηρέαστες από την επαφή τους με τους αερόβιους μικροοργανισμούς. Με αυτόν τον τρόπο οι ενδοκρινικοί διαταράκτες καταλήγουν στους υδάτινους αποδέκτες, με αποτέλεσμα να εισέρχονται στο ενδοκρινικό σύστημα των οργανισμών προκαλώντας δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία αυτών. Συγκεκριμένα, οι ενδοκρινικοί διαταράκτες αποτελούν πιθανή αιτία της μειωμένης ποιότητας και ποσότητας του σπέρματος και αυξήσεων του καρκίνου των όρχεων και του προστάτη στους άνδρες, ενώ στις γυναίκες αυξάνουν τις πιθανότητες καρκίνου του μαστού [2].

Η δισφαινόλη Α (BPA) είναι μια συνθετική ουσία που μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στο ενδοκρινικό σύστημα των οργανισμών. Η ουσία αυτή χρησιμοποιείται στην βιομηχανία πλαστικών. Έχουν βρεθεί υψηλά ποσοστά της BPA σε νερά ποταμών, λιμνών αλλά και στη θάλασσα και μελέτες έδειξαν ότι επηρεάζεται αρνητικά η υγεία των θηλαστικών (πουλιά, ψάρια) [2].

Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη νέων και αξιόπιστων στρατηγικών επεξεργασίας αυτών των ουσιών ώστε να αφαιρεθούν από τα υγρά απόβλητα και κατ' επέκταση από τους υδάτινους αποδέκτες. Η φωτοκατάλυση με χρήση ηλιακού φωτός συγκεντρώνει ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον τα τελευταία κυρίως για τη διάσπαση διαφόρων ξενοβιοτικών ενώσεων [3,4].

Ωστόσο, η μεγαλύτερη πρόκληση φέρεται να είναι η ανάπτυξη καταλυτών που απορροφούν στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ώστε να αυξηθεί η απόδοση της διεργασίας.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η φωτοκαταλυτική διάσπαση της BPA, με χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας. Για το σκοπό αυτό παρασκευάστηκαν και μελετήθηκε η δραστικότητα διαφόρων ημιαγωγών τροποποιημένων έτσι ώστε να απορροφούν ενέργεια στην περιοχή της ορατής ακτινοβολίας του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος [4].

Αναλυτικότερα παρασκευάστηκαν και μελετήθηκαν διάφοροι καταλύτες  $TiO_2$  εμπλουτισμένοι με μέταλλα, η χρήση των οποίων φαίνεται ότι αυξάνει το μήκος κύματος απορρόφησης του  $TiO_2$  προς την ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αλλά και μειώνει τον επανασυνδυασμό των οπών με τα ηλεκτρόνια. Οι καταλύτες παρασκευάστηκαν με τη μέθοδο του υγρού εμποτισμού χρησιμοποιώντας ως πρόδρομες ενώσεις άλατα μετάλλων [4]. Πιο συγκεκριμένα παρασκευάστηκαν καταλύτες  $TiO_2$  με Pt, Cu, Rh, Ru, Pd, Ag σε συγκεντρώσεις 0.1% και 0.5%.

Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε έναν αντιδραστήρα διαλείποντος έργου χωρητικότητας 150 mL. Ο όγκος του αντιδρώντος μίγματος ήταν 120 mL και βρισκόταν υπό συνεχή μαγνητική ανάδευση. Ως πηγή ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε ένας προσομοιωτής ηλιακής ακτινοβολίας του οίκου Newport, ο οποίος φέρει λάμπα ατμών ξένου (Xe lamp) ισχύος 100 W. Η πλειοψηφία των πειραμάτων πραγματοποιήθηκε σε διάλυμα χουμικού οξέος 20 mg/L, ώστε να προσομοιωθεί το φυσικό οργανικό υλικό που υπάρχει στη δευτεροβάθμια εκροή των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.

Μεγαλύτερη απόδοση ως προς την απομάκρυνση της BPA παρατηρήθηκε με την χρήση του καταλύτη  $TiO_2$ -0.5% Rh. Συνοπτικά, η απόδοση της διεργασίας αυξάνεται με την αύξηση της μάζας του καταλύτη, η διεργασία φαίνεται να ακολουθεί κινητική ψευδο-πρώτης τάξης όπου παρατηρήθηκε μείωση της κινητικής σταθεράς με την αύξηση της συγκέντρωσης της BPA. Παράλληλα παρατηρήθηκε μείωση της ταχύτητας της οξειδωσης με την αύξηση της πολυπλοκότητας της υδατικής μήτρας (π.χ. από υπερκίθαρο νερό, σε πόσιμο νερό, σε διάλυμα χουμικού οξέος, και τελικά σε

δευτεροβάθμια εκροή). Η διαβίβαση αέρα δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση της διεργασίας, ενώ η φωτόλυση της BPA παρουσία προσομοιωμένης ηλιακής ακτινοβολίας αλλά απουσία καταλύτη είναι αμελητέα.

Παρόλα αυτά χρειάζεται περαιτέρω μελέτη του μηχανισμού της αποδόμησης της BPA καθώς και η συσχέτιση των ενδιαμέσων συστατικών που προκύπτουν από την οξείδωση της BPA με την μεταβολή της τοξικότητας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. M. Klavarioti, D. Mantzavinos, D. Kassinos, Environ. Intern. 35 (2009) 402-417.
2. P.K. Jjemba, Pharma-ecology. The Occurrence and Fate of Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment American Water, Deltran, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008.
3. S. Parsons, Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment, IWA Publishing, 2004.
4. H. Dimitroula, V.M. Daskalaki, Z. Frontistis, D.I. Kondarides, P. Panagiotopoulou, N.P. Xekoukoulotakis, D. Mantzavinos, Appl. Catal. B-Environ. 117-118 (2012) 283-291.