

Ανάπτυξη της Τεχνολογίας της Μοριακής Αποτύπωσης για Περιβαλλοντικές και Βιο-αναλυτικές Εφαρμογές

Χ. Γκεμεντζόγλου², Ο. Κοτρώτσιου² και Κ. Κυπαρισσίδης^{1,2}

¹ Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

² Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων, ΕΚΕΤΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει μεγάλες προκλήσεις σε ό,τι αφορά τη διαθεσιμότητα καθαρού νερού, λόγω των κλιματικών αλλαγών και των εκτεταμένων ξηρασιών που επικρατούν, καθώς και λόγω της ραγδαίας πληθυσμιακής αύξησης, που οδηγεί σε εκτεταμένη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Επιπρόσθετα, η διαρκής βιομηχανική ανάπτυξη είχε ως συνέπεια την ευρεία χρήση χημικών ουσιών με αποτέλεσμα τη συσσώρευση ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την πρόσφατη θέσπιση πιο αυστηρών νομοθετικών διατάξεων που αφορούν στη διαχείριση των υδάτινων πόρων και στην επεξεργασία των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων, καθιστά επιτακτική την ανάγκη εξεύρεσης εξελιγμένων μεθόδων ανίχνευσης και διαχωρισμού των ρυπαντών από τις φυσικές πηγές πόσιμου νερού με χαμηλό κόστος και υψηλή απόδοση.

Επίσης, στη φαρμακοβιομηχανία υπάρχουν διάφορα πρακτικά θέματα που σχετίζονται με διεργασίες διαχωρισμού όπου απαιτείται περαιτέρω βελτιστοποίηση. Μία από αυτές αφορά στο διαχωρισμό εναντιομερών ενώσεων καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις, το ένα εναντιομερές εμφανίζει την επιθυμητή ιδιότητα ενώ το άλλο μπορεί να είναι αδρανές ή ακόμα και επιβλαβές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Για το λόγο αυτό θεσπίζονται ολοένα και πιο αυστηρά όρια ώστε να εφαρμόζεται ο κατά το δυνατόν βέλτιστος διαχωρισμός των οπτικών αντιπόδων στη βιομηχανία φαρμάκων. Επιπρόσθετα, η απομόνωση και ο καθαρισμός πρωτεϊνών από ένα ακατέργαστο μίγμα αποτελεί σημαντικό πρόβλημα που σχετίζεται με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εν λόγω βιομορίων. Δεδομένου λοιπόν ότι δεν υπάρχει ένας απλός τρόπος καθαρισμού των πρωτεϊνών, είναι απολύτως απαραίτητο να αναπτυχθούν εναλλακτικές τεχνικές προς την κατεύθυνση αυτή.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη σύνθεση νέων λειτουργικών νανο-υλικών που συμβάλλει στην ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων στον τομέα της ανάλυσης, διαχωρισμού, ανίχνευσης και ελέγχου ποιότητας στη βιομηχανία του νερού, των φαρμάκων και των τροφίμων. Βασικός στόχος είναι τα υλικά αυτά να έχουν τις επιθυμητές λειτουργικές και κατασκευαστικές ιδιότητες ώστε να προσδίδουν στο τελικό προϊόν υψηλή ευαισθησία και μεγάλη διαχωριστική και διακριτική ικανότητα. Τα υλικά αυτά μπορούν να βρουν άμεση εφαρμογή σε διεργασίες επιλεκτικής δέσμμευσης και διαχωρισμού οργανικών ρυπαντών από το νερό, σε αναλυτικές τεχνικές για το διαχωρισμό/καθαρισμό βιο-μορίων (π.χ. αμινοξέα, πεπτίδια και πρωτεΐνες) αλλά και σε αισθητήρες ανίχνευσης οργανικών ενώσεων σε πολύπλοκα περιβαλλοντικά και βιολογικά δείγματα καθώς και τρόφιμα, ακόμη και σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις (0,1ppb).

Για τη σύνθεση καινοτόμων λειτουργικών νανο-υλικών στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται η τεχνολογία της μοριακής αποτύπωσης. Το βασικό γνώρισμα των μοριακά αποτυπωμένων υλικών είναι η φυσική και μηχανική τους αντοχή που τα καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικά σε θερμικές, χημικές και μηχανικές καταπονήσεις δεδομένου ότι διατηρούν αναλλοίωτες τις ιδιότητες τους ακόμη και μετά από πολλές χρήσεις. Ειδικότερα, η τεχνική της μοριακής

αποτύπωσης έχει την έννοια της σύνθεσης μιας πολυμερικής μήτρας που φέρει στην επιφάνειά της ειδικές θέσεις-κοιλότητες, ικανές να αναγνωρίσουν επιλεκτικά το επιθυμητό υπόστρωμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρουσία ενός μορίου-οδηγού κατά τη σύνθεση της πολυμερικής μήτρας. Αρχικά, το μόριο-οδηγός αναπτύσσει δεσμούς με ένα ή περισσότερα λειτουργικά μονομερή, τα οποία διευθετεί στο χώρο με βάση τη δική του δομή. Στη συνέχεια, η διευθέτηση των λειτουργικών μονομερών καθίσταται μόνιμη καθώς λαμβάνει χώρα ο πολυμερισμός παρουσία ενός μέσου δικτύωσης. Μετά την ολοκλήρωση του πολυμερισμού και την απομάκρυνση του μορίου-οδηγού, κατά το στάδιο της πλύσης, λαμβάνεται η πολυμερική μήτρα η οποία φέρει ειδικές κοιλότητες που μπορούν να αναγνωρίσουν επιλεκτικά και με υψηλή ευαισθησία και μεγάλη διαχωριστική ικανότητα το μόριο-οδηγό.

Πιο συγκεκριμένα, αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η σύνθεση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών και η εφαρμογή τους για την επιλεκτική αναγνώριση και το διαχωρισμό επιβλαβών οργανικών ουσιών, όπως παρασιτοκτόνα (ατραζίνη, σιμαζίνη), φαρμακευτικά ενεργές ουσίες (θεοφυλλίνη, καφεΐνη) και ενδοκρινικοί διαταράκτες (δισφαινόλη Α, β-εστραδιόλη) καθώς και βιομόρια (παράγωγα αμινοξέων και πεπτίδια). Τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερικά υλικά που παρασκευάζονται βρίσκονται υπό τη μορφή μικρο- και νανοσωματιδίων καθώς και μεμβρανών. Η σύνθεση των μοριακά αποτυπωμένων μικρο- και νανοσωματιδίων πραγματοποιείται με τη χρήση διαφορετικών μεθόδων πολυμερισμού, όπως ο πολυμερισμός καθίζησης, μινιγαλακτώματος και αιωρήματος. Παράλληλα, η σύνθεση των μεμβρανών λαμβάνει χώρα με την εναπόθεση μοριακά αποτυπωμένου πολυμερικού υλικού, το οποίο φέρει στην επιφάνειά του χαρακτηριστικές ομάδες ικανές να αναγνωρίζουν επιλεκτικά το μόριο αποτύπωσης, σε ανόργανα ή/και οργανικά υποστρώματα. Τα βελτιστοποιημένα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή που συντίθενται εφαρμόζονται σε συνεχείς διεργασίες με κύριο στόχο την επιλεκτική αναγνώριση και διαχωρισμό συνθετικών οργανικών ρυπαντών από περίπλοκα περιβαλλοντικά δείγματα, ως πληρωτικά υλικά σε συστήματα διαχωρισμού, καθώς και στην ανάπτυξη αναλυτικών συστημάτων και αισθητήρων υψηλής ανιχνευτικής ικανότητας.

Η εργασία πραγματοποιείται στα πλαίσια του έργου «ΑΡΙΣΤΕΙΑ II» που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - Ε.Κ.Τ.) και από εθνικούς πόρους, μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ 2007-2013) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο «ΑΡΙΣΤΕΙΑ II»



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ