

**ΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΣΙΠΡΟΦΛΟΞΑΣΙΝΗΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ ΨΥΧΡΟ ΠΛΑΣΜΑ****Μ. Χατζησυμεών<sup>1,2</sup>, Δ. Ταταράκη<sup>2</sup>, Χ. Τσακίρογλου<sup>1</sup>, Γ. Ρασιιάς<sup>2</sup>, Χ.Α. Αγγελόπουλος<sup>1,\*</sup>**<sup>1</sup>Ιδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας– Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής, 26504 Πάτρα, Ελλάδα<sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημείας, 26504 Πάτρα, Ελλάδα(\*[caggelop@iceht.forth.gr](mailto:caggelop@iceht.forth.gr))**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Τα αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται ευρέως για τη θεραπεία ή την πρόληψη ανθρώπινων ασθενειών, στην κτηνιατρική για την βελτίωση της υγείας των ζώων και στη γεωργία για την προστασία των καλλιεργειών. Λόγω του ότι τα αντιβιοτικά μεταβολίζονται ασθενώς από ζωντανούς οργανισμούς, το μεγαλύτερο μέρος της θεραπευτικής δόσης εκκρίνεται σχεδόν αυτούσιο μέσω ούρων, κοπράνων και κοπριάς. Λόγω της ελλιπούς βιολογικής αποικοδόμησής τους, τα αντιβιοτικά καταλήγουν στο περιβάλλον μέσω απορρίψεων από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και επιστρέφουν στην τροφική αλυσίδα μέσω στραγγισμάτων από χώρους υγειονομικής ταφής και επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση. Παράλληλα, τα αντιβιοτικά που χρησιμοποιούνται στην κτηνιατρική και τη γεωργία μπορούν να εισέλθουν σε εδαφικά και υδατικά συστήματα είτε άμεσα είτε μέσω της χρήσης κοπριάς και υποπροϊόντων λάσπης ως λιπασμάτων εδάφους. Συνεπώς, αποτελούν σοβαρή απειλή για την ποιότητα του εδάφους και των υδάτων, καθώς αναστέλλουν τους ενεργούς μικροοργανισμούς του οικοσυστήματος που θα μπορούσαν να είναι ζωτικής σημασίας σε πολλές διεργασίες του υπεδάφους, όπως η αποκατάσταση των εδαφών και των υπογείων υδάτων και οι κύκλοι αζώτου, θείου και άνθρακα. Επιπλέον, η συνεχής παρουσία αντιβιοτικών στο έδαφος και στο νερό επιτρέπει στα επιβλαβή μικρόβια και βακτήρια να αναπτύξουν αντίσταση σε αυτά τα φάρμακα από τα οποία εξαρτάται η άμυνά μας <sup>[1]</sup>. Δεδομένου ότι η έρευνα για την ανάπτυξη νέας γενιάς αντιβιοτικών είναι αργή ή έχει περιορισμένη επιτυχία, είναι επιτακτική η ανάγκη να περιοριστεί η μη ελεγχόμενη έκθεση των αντιβιοτικών στα βακτήρια. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον μέθοδοι για την αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών από αντιβιοτικά.

Η σιπροφλοξασίνη είναι ένα από τα πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενα και ανθεκτικά στο περιβάλλον αντιβιοτικά. Ανήκει στην κατηγορία των φθοριοκινολονών με ένα ευρύ φάσμα δραστηριότητας κατά Gram-αρνητικών και Gram-θετικών βακτηριδίων. Επιπλέον, είναι ο κύριος μεταβολίτης της ενροφλοξασίνης, ενός ευρέως χρησιμοποιούμενου αντιβιοτικού στην κτηνιατρική. Η συγκέντρωση της σιπροφλοξασίνης στη χωνευμένη ιλύ και το ρυπασμένο έδαφος έχει βρεθεί στην περιοχή 0,3-3 mg / kg, ενώ πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις έχουν αναφερθεί σε λύματα επεξεργασίας λυμάτων (δηλ. 50 mg / L) <sup>[2]</sup>. Δεδομένου ότι η σιπροφλοξασίνη προσροφάται έντονα στην επιφάνεια του εδάφους και είναι ανθεκτική στη βιοαποικοδόμηση, είναι ζωτικής σημασίας να απομακρυνθεί από το έδαφος.

Διάφορες τεχνολογίες έχουν προταθεί για την αποκατάσταση υγρών αποβλήτων ή ιλύος που περιέχουν αντιβιοτικά (π.χ. βιοαποκατάσταση, φωτοκαταλυτική οξείδωση, προσρόφηση κλπ.), αλλά οι μελέτες σχετικά με την απομάκρυνση αντιβιοτικών από εδάφη είναι σπάνιες <sup>[3]</sup>. Σε αυτή τη μελέτη, η τεχνολογία του ψυχρού πλάσματος εξετάστηκε σαν μια προηγμένη διεργασία οξείδωσης για την αποκατάσταση εδάφους που έχει ρυπανθεί από σιπροφλοξασίνη. Τα πειράματα διεξήχθησαν σε έναν αντιδραστήρα εκκένωσης διηλεκτρικού φράγματος <sup>[4,5]</sup> όπου μια γεννήτρια παλμών υψηλής τάσης παρείχε την εφαρμοζόμενη τάση για την παραγωγή των ειδών πλάσματος. Η επίδραση των συνθηκών λειτουργίας του ψυχρού πλάσματος όπως ο χρόνος επεξεργασίας, η εφαρμοζόμενη τάση, η ενεργειακή απόδοση, η συχνότητα εκκένωσης και η αρχική συγκέντρωση ρύπου ερευνήθηκαν και βελτιστοποιήθηκαν. Τα κύρια ενδιάμεσα προϊόντα αποικοδόμησης της σιπροφλοξασίνης ταυτοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας υγρή χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (LC-MS) και προτάθηκε ένα πιθανό μονοπάτι αποικοδόμησής της.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] S. Thiele-Bruhn, (2003). *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 166: 145–167.
- [2] E. Martinez-Carballo, C. Gonzalez-Barreiro, S. Scharf, O. Gans, (2007). *Environ. Pollut.*, 148: 570–579.
- [3] C.L. Zhang, X.L. Guo, B.Y. Li, Y. Wang, (2012). *J. Mol. Liq.*, 173: 184–186.
- [4] C.A. Aggelopoulos, A. Gkelios, M.I. Klapa, C. Kaltsonoudis, P. Svarnas, C.D. Tsakiroglou, (2016). *Chem. Eng. J.*, 301: 353-361.
- [5] C.A. Aggelopoulos, D. Tataraki, G. Rassias, (2018). *Chem. Eng. J.*, 347: 682-694.