

## ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΓΡΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

Σ.Ι. Πάτσιος\*, Κ.Ν. Κοντογιαννόπουλος, Μ. Ατζιάρας, Σ.Τ. Μητρούλη, Α.Ι. Καράμπελας

Εργαστήριο Φυσικών Πόρων & Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας, Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, ΕΚΕΤΑ, 570 01, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

(\*[patsios@cperi.certh.gr](mailto:patsios@cperi.certh.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην Ευρώπη, παράγονται ετησίως περισσότεροι από 700 εκ. τόνοι Αγρο-Βιομηχανικών Παραπροϊόντων και Αποβλήτων (ΑΒΠΑ)<sup>[1]</sup>. Υγρά ΑΒΠΑ παράγονται κυρίως κατά το στάδιο της επεξεργασία και μεταποίησης των αγροτικών προϊόντων, με χαρακτηριστικά παραδείγματα ελαιοτριβεία, οινοποιεία, μονάδες παραγωγής χυμού και κομπόστας (π.χ. ροδάκινου, πορτοκαλιού κ.α.), μονάδες επεξεργασίας λαχανικών (π.χ. ντομάτας) κτλ.<sup>[2]</sup>. Τα υγρά ΑΒΠΑ χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλό οργανικό φορτίο, εποχικότητα και συνήθως από την ύπαρξη βιο-δραστικών ενώσεων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Οι συμβατικές τεχνολογίες επεξεργασίας των ΑΒΠΑ (κυρίως αερόβια βιολογική επεξεργασία) εστιάζονται στην επεξεργασία τους για να καταστούν κατάλληλα (σύμφωνα με τα νομοθετικά όρια) για διάθεση σε κάποιον φυσικό αποδέκτη, ενώ συνήθως αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω υψηλού ή μεταβαλλόμενου φορτίου, ύπαρξης παρεμποδιστικών ουσιών, υψηλής ενεργειακή κατανάλωση κ.α. Καινοτόμες τεχνολογίες μεμβρανών μπορούν να συνδυαστούν για τη διαχείριση υγρών ΑΒΠΑ με στόχο την αξιοποίησή τους μέσω της ανάκτησης βιο-δραστικών ουσιών (π.χ. πολυφαινόλων) και παράλληλα την παραγωγή υψηλής ποιότητας εκροής για επαναχρησιμοποίηση σε άρδευση ή άλλες δευτερεύουσες χρήσεις.

Στην παρούσα εργασία, η οποία αποτελεί μέρος του Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Έργου (H2020) "AGROCYCLE - Sustainable techno-economic solutions for the agricultural value chain", παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάπτυξη και πιλοτική επίδειξη καινοτόμων τεχνολογιών μεμβρανών για την αξιοποίηση υγρών ΑΒΠΑ με έμφαση σε απόβλητα οινοποίησης και επεξεργασίας φρούτων. Υγρά απόβλητα οινοποιείας, προερχόμενα κυρίως από την πλύση δεξαμενών ερυθρής οινοποίησης, χρησιμοποιήθηκαν για ανάκτηση αντιοξειδωτικών ενώσεων (πολυφαινόλες) μέσω διήθησης σε εμπορικά διαθέσιμες μεμβράνες υπερδιήθησης (UF) και νανοδιήθησης (NF). Οι επιδόσεις των μεμβρανών αναφορικά με το ποσοστό συγκράτησης πολυφαινόλων και την τάση έμφραξης τους (fouling) αξιολογήθηκαν τόσο σε εργαστηριακά πειράματα όσο και σε δοκιμές πιλοτικής κλίμακας. Μεμβράνες NF με τυπικό μέγεθος πόρων 1000 Da, επέδειξαν υψηλή απόδοση διαχωρισμού των πολυφαινόλων (> 70%) και ικανοποιητική ανηγμένη ροή διηθήματος (flux), αποδίδοντας συμπύκνωμα μέτριας αντιοξειδωτικής ικανότητας με μετρηθείσα ενεργή συγκέντρωση υποδιπλασιασμού (half maximal effective concentration),  $EC^{50} = 1.4 \text{ ml concentrate/mg DPPH}$ ). Όσον αφορά τα υγρά ΑΒΠΑ επεξεργασίας φρούτων, αναπτύχθηκε εργαστηριακά και επιδείχθηκε σε πιλοτική κλίμακα (για χρονική διάρκεια τριών περίπου μηνών) μια μέθοδος δύο σταδίων, αποτελούμενη από έναν αναερόβιο βιοαντιδραστήρα διαλείποντος έργου (anSBR), ακολουθούμενο από έναν αερόβιο βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (aMBR). Η συνολική απόδοση απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου ήταν υψηλότερη από 98.0% σε όλα τα μετρηθέντα δείγματα, ενώ η υψηλής ποιότητας εκροή ( $COD < 40 \text{ mg/L}$ ) ήταν κατάλληλη για άρδευση. Παράλληλα, παρήχθη βιοαέριο ( $0.152 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{g COD}$ ) το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά.

Συμπερασματικά, οι επιδειχθείσες τεχνολογίες σε πιλοτική κλίμακα (δηλ. ειδικές μεμβράνες διαχωρισμού και το υβριδικό σύστημα anSBR/aMBR) εμφάνισαν συνολικά ικανοποιητική λειτουργία με υψηλές αποδόσεις ανάκτησης βιο-δραστικών ενώσεων και απομάκρυνσης οργανικού φορτίου αντίστοιχα. Οι καινοτόμες αυτές εφαρμογές διεργασιών μεμβρανών αποτελούν αξιολογικά παραδείγματα ταυτόχρονης αξιοποίησης ΑΒΠΑ και προστασίας του περιβάλλοντος.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Pawwelczyk A. (2005). XIIIth International Congress, ISAH, Warsaw, Poland.
- [2] Πάτσιος ΣΙ, Κοντογιαννόπουλος ΚΝ, Μητρούλη ΣΤ, Πλάκας ΚΒ, Καράμπελας ΑΙ (2017), 11<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, 25-27 Μαΐου, Θεσσαλονίκη.