

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΟΥ ΑΠΟΡΡΕΥΜΑΤΟΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ – Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Α. Καρανάσιου^{1,*}, Χ. Τσαρίδου¹, Κ. Πλάκας¹, Α. Καράμπελας¹

¹ Εργαστήριο Φυσικών Πόρων και Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας (ΕΦΕΜ), Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ) – Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

* akaranasiou@certh.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την αναερόβια χώνευση (ΑΧ) επιτυγχάνεται αποτελεσματική μείωση του υψηλού οργανικού φορτίου, βεβαρημένων υγρών αποβλήτων μεταποιητικών μονάδων, με παράλληλη παραγωγή αξιοποιήσιμου βιοαερίου. Εν τούτοις, πρόκληση αποτελεί η ολοκληρωμένη αξιοποίηση των απορρευμάτων της ΑΧ, ιδιαίτερα του υγρού, το οποίο περιέχει (μεταξύ άλλων) σημαντική ποσότητα θρεπτικών συστατικών (αμμωνιακών, φωσφορικών). Τα συστατικά αυτά είναι επιθυμητό να διαχωρισθούν/απομακρυνθούν, αφενός για αξιοποίησή τους (π.χ. λιπάσματα) και αφετέρου για να είναι δυνατή η βέλτιστη διάθεση/αξιοποίηση του νερού [1-2]. Η παρούσα εργασία (στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ΑΝΑΘΡΕΨΗ) εστιάζεται στην ανάπτυξη/επίδειξη βιώσιμης μεθόδου για βέλτιστη διαχείριση του υγρού απορρευμάτος, από βιομηχανική μονάδα ΑΧ αποβλήτων τυροκομείου, που έχει διηθηθεί με μεμβράνες υπερδιήθησης (UF). Παρουσιάζονται αποτελέσματα της μελέτης για ανάπτυξη δύο εναλλακτικών μεθόδων:

Απομάκρυνση φωσφορικών (στη μορφή υδροξυαπατίτη) και αμμωνιακών με απόσταξη διαμέσου μεμβράνης (MD- Membrane Distillation). Σε εργαστηριακά πειράματα με πραγματικό απόβλητο, απομακρύνθηκαν τα ορθοφωσφορικά ιόντα με μορφή αλάτων του ασβεστίου, κυρίως υδροξυαπατίτη, και προέκυψε στερεό ίζημα περιεκτικότητας σε P ~5%, αξιοποιήσιμο σε λιπάσματα. Το υπερκείμενο υγρό χρησιμοποιήθηκε ως τροφοδοσία σε διεργασία MD, που απαιτεί ήπιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, και προσφέρεται για απομάκρυνση πτητικών συστατικών, όπως η αμμωνία. Δέσμευση της αμμωνίας στο απόρρευμα MD, με αραιό οξύ, οδήγησε σε διάλυμα συμπυκνωμένο κατά ~3 φορές, με προοπτικές αξιοποίησης σε λιπάσματα. Το απομένον υγρό, απαλλαγμένο από θρεπτικά συστατικά, μπορεί να ικανοποιήσει τις προδιαγραφές διάθεσης σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων της περιοχής.

Επεξεργασία με μεμβράνες νανοδιήθησης (NF) για πλήρη αξιοποίηση. Σε ειδική εργαστηριακή διάταξη μελετήθηκε/επιτεύχθηκε ο διαχωρισμός καλής ποιότητας διηθήματος (με ανάκτηση έως 80%), κατάλληλου για επαναχρησιμοποίηση και περιορισμένη άρδευση. Παράλληλα, συγκεντρώθηκαν απαραίτητα δεδομένα συμπεριφοράς των μεμβρανών (περατότητα, εκλεκτικότητα, ρύπανση, κλπ), στα οποία βασίσθηκε ο σχεδιασμός πρότυπης πιλοτικής μονάδας, που ήδη λειτουργεί με πραγματικά απόβλητα δίπλα στη βιομηχανική εγκατάσταση ΑΧ. Στη μονάδα αυτή διερευνώνται σημαντικά πρακτικά προβλήματα, όπως η μεταβλητότητα σύστασης των αποβλήτων, η υψηλή αλκαλικότητα, που προάγει ρύπανση των μεμβρανών (scaling) και η υψηλή αγωγιμότητα των συμπυκνωμάτων, που δυσχεραίνει απευθείας αξιοποίησή τους σε καλλιέργειες. Παράλληλα, εξετάζεται η βελτίωση/συμπλήρωση των διεργασιών, όπως προκατεργασία για μείωση αλκαλικότητας, με διαβίβαση αέρα (air stripping) ή/και ελεγχόμενη οξίνιση, καθώς και εκλεκτική απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών από το συμπύκνωμα NF με τη μορφή στρουβίτη ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$), με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Υγρό απόρρευμα αναερόβιας χώνευσης, Θρεπτικά συστατικά, Παραλαβή υδροξυαπατίτη ή στρουβίτη, Απόσταξη μέσω μεμβρανών, Νανοδιήθηση

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Vaneeckhaute, C., Lebuf, V., Michels, E., Belia E., Vanrolleghem, P.A., Tack, F.M.G & Meers, E. (2017). *Waste Biomass Valori*. 8: 21-40.

[2] Mehta, C.M., Khunjar, W.O., Nguyen V., Tait, S & Batstone, D.J.. (2015). *Crit Rev Environ Sci Technol*. 45: 385-427.