

Ανάπτυξη καταλυτικής οργανολυτικής οξειδωσης με στερεούς καταλύτες για την κλασμάτωση αγροτικών υπολειμμάτων

Σ.Δ. Στεφανίδης¹, Μ. Καρακούλια¹, Κ. Γκίνης¹, Κ.Γ. Καλογιάννης² και Α.Α. Λάππας^{1,*}

¹Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

²Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοίλα Κοζάνης, Ελλάδα

*angel@cperi.certh.gr

Περίληψη

Τα άχυρα αποτελούν αγροτικά υπολείμματα της παραγωγής σιτηρών, η μέση απόδοση των οποίων σε άχυρο είναι ~30%. Η ετήσια Ελληνική παραγωγή σιτηρών ανέρχεται σε 2.100.000 τόνους, από τους οποίους παράγονται περίπου 630.000 τόνοι άχυρου ετησίως. Από αυτούς, το 55% αφορά άχυρο σκληρού σίτου και το 21% άχυρο μαλακού σίτου. Το άχυρο σίτου αξιοποιείται σήμερα κυρίως ως χαμηλής αξίας ζωοτροφή. Ωστόσο, η χαμηλή τιμή πώλησης, περίπου 50€/τόνο κατά τη συγκομιδή, συχνά δεν καλύπτει το κόστος δεματοποίησης και συλλογής, με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες να εγκαταλείπονται στους αγρούς. Σαν λιγνινοκυτταρινούχα βιομάζα όμως, το άχυρο σίτου αποτελείται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη, βιοπολυμερή τα οποία μπορούν να απομονωθούν και να αξιοποιηθούν για την παραγωγή προϊόντων υψηλής αξίας. Το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων/βιοκαυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) του ΙΔΕΠ έχει αναπτύξει καινοτόμο τεχνολογία οργανολυτικής οξειδωσης (ΟΟ), με την οποία μπορεί να επιτευχθεί η παραγωγή κλασμάτων κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και λιγνίνης από ποικίλους τύπους λιγνινοκυτταρινούχας βιομάζας. Η ΟΟ αντικαθιστά τα διαλυτά οξέα που χρησιμοποιούνται συνήθως στις οργανολυτικές διεργασίες με υψηλής πίεσης ατμόσφαιρα εμπλουτισμένη σε οξυγόνο, καθιστώντας τη διεργασία λιγότερο απαιτητική σε ανθεκτικά υλικά, πιο φιλική προς το περιβάλλον, ενώ επιπλέον οδηγεί στην παραγωγή λιγότερων παραπροϊόντων και κλασμάτων καταλληλότερων προς ενζυμική και μικροβιακή αξιοποίηση [1].

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η περαιτέρω ανάπτυξη της ΟΟ με την χρήση στερεών καταλυτών ώστε να επιτευχθεί η μείωση της βέλτιστης θερμοκρασίας αντίδρασης (175 °C), κάτι που θα συμβάλει στη μείωση του κόστους της διεργασίας και του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος, και θα επιτρέπει την κλασμάτωση βιομαζών οι οποίες υπόκεινται αλλοίωση σε υψηλές θερμοκρασίες. Για το σκοπό αυτό, μελετήθηκε η ΟΟ άχυρου σίτου σε θερμοκρασία 150 °C με ποικίλους καταλύτες, όπως όξινο ζεόλιθος (Y, ZSM-5, Beta, Mordenite) και οξείδια Cu και Fe. Η αποτελεσματικότητα των καταλυτών αξιολογήθηκε ως προς την απομάκρυνση της λιγνίνης και της ημικυτταρίνης από το άχυρο σίτου, και ως προς την παραγωγή στερεού κλάσματος εμπλουτισμένου σε κυτταρίνη (πούλπα). Ως βάση αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν πειράματα ΟΟ άχυρου σίτου χωρίς καταλύτη. Με την καταλυτική ΟΟ επιτεύχθηκε αύξηση της απομάκρυνσης λιγνίνης από 42% μέχρι και σε 63%, ενώ η απομάκρυνση της ημικυτταρίνης αυξήθηκε από 15% μέχρι και σε 44%. Οι αποτελεσματικότεροι καταλύτες ήταν το οξείδιο CuO και μεικτό οξείδιο Cu₂FeO, καθώς και ο ζεόλιθος Y. Ειδικά στην περίπτωση των ζεολιθών, οι αποτελεσματικότεροι ήταν όσοι είχαν υψηλή οξύτητα, ενώ με μειούμενη οξύτητα (αύξηση του λόγου πυριτίας/αλουμίνας) παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση της απομάκρυνσης λιγνίνης και ημικυτταρίνης.

Ευχαριστίες

Η μελέτη υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ2ΕΔΚ-00468).

Βιβλιογραφία

[1] K.G. Kalogiannis, et al. **Bioresource Technol.** 313 (2020) 123599.