

ΟΡΓΑΝΟΛΥΤΙΚΗ (ORGANOSOLV) ΚΛΑΣΜΑΤΩΣΗ ΛΙΓΝΟΚΥΤΤΑΡΙΝΟΥΧΟΥ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Κ. Καλογιάννης^{1*}, Α. Καρναούρη², Ε. Τόπακας², Χ. Μιχαήλωφ¹, Α. Λάππας¹

¹ Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, ΙΔΕΠ/ΕΚΕΤΑ, 57001, 6ο χλμ οδού Χαριλάου-Θέρμης, Θεσσαλονίκη

² Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

(*kkalogia@cperi.certh.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία του βιοδιυλιστηρίου που αποσκοπεί στην παραγωγή ανανεώσιμων καυσίμων και χημικών προϊόντων από απορρίμματα λιγνοκυτταρινούχου μη βρώσιμης βιομάζας, όπως τα παραπροϊόντα της δασικής και αγροτικής βιομηχανίας, έχει συγκεντρώσει σημαντικό επιστημονικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τα είδη των προϊόντων που μπορούν να παραχθούν περιλαμβάνουν από καύσιμα μεταφορών και χημικά προϊόντα ως βιολειτουργικές ενώσεις με εφαρμογές στους τομείς της διατροφής και των φαρμακευτικών προϊόντων. Σημαντικό κόστος και πρόκληση στην τεχνολογία του βιοδιυλιστηρίου αποτελεί το στάδιο της προκατεργασίας της βιομάζας που αποσκοπεί στην κλασμάτωση της στα βασικά της συστατικά, λιγνίνη, κυτταρίνη και ημικυτταρίνη ώστε το καθένα από αυτά να μετατραπεί σε επιθυμητά προϊόντα με τις βέλτιστες για αυτό χημικές και βιοχημικές διεργασίες. Ειδικά η λιγνίνη πρέπει να απομακρυνθεί μιας και είναι ο βασικότερος παρεμποδιστικός παράγοντας για την ενζυμική υδρόλυση της κυτταρίνης και επομένως την περαιτέρω βιομετατροπή της.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη μίας νέας μεθόδου οργανολυτικής απολιγνίνωσης (organosolv) βιομάζας που στηρίζεται στην ήπια οξειδωση και αποπολυμερισμό της γηγενούς λιγνίνης σε μίγμα νερού – οργανικού διαλύτη. Στόχος ήταν η κλασμάτωση της βιομάζας στα τρία βασικά της συστατικά με την ταυτόχρονη διαλυτοποίηση και απομάκρυνση της λιγνίνης, την υδρόλυση της ημικυτταρίνης προς μόνο- και ολιγό- σάκχαρα και την ανάκτηση της κυτταρίνης ως στερεό προϊόν (πούλπα). Επιπρόσθετα, δευτερεύοντες στόχοι ήταν η μείωση του χρόνου κατεργασίας και της απαιτούμενης πίεσης ώστε να αποφευχθεί η υποβάθμιση των σακχάρων της βιομάζας και να απλοποιηθεί η διεργασία.

Οι βασικότεροι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν:

1. Πίεση (20-35 bar)
2. Θερμοκρασία (150-175 °C)
3. Χρόνος (30-120 min)
4. Είδος οργανικού διαλύτη (Τετραύδρο-φουράνιο, Ακετόνη, Αιθανόλη)

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως είναι δυνατή η μείωση της απαιτούμενης πίεσης αλλά και του χρόνου κατεργασίας, διατηρώντας σε υψηλά επίπεδα την απομάκρυνση της λιγνίνης αλλά και την ανάκτηση των επιθυμητών σακχάρων. Οι παράμετροι της διεργασίας έχουν συνεργιστικό χαρακτήρα, αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αυξημένη απομάκρυνση της λιγνίνης σε συντομότερο χρονικό διάστημα ενώ αύξηση της πίεσης του οξειδωτικού μέσου (100% O₂) επιτρέπει τη μείωση της απαιτούμενης θερμοκρασίας. Σημαντική επίδραση στη διεργασία είχε και η επιλογή του οργανικού διαλύτη. Η απολιγνίνωση με τέτραυδρο-φουράνιο ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική σε χαμηλές θερμοκρασίες (150 °C) επιτυγχάνοντας 80% βαθμό απολιγνίνωσης (BA) ενώ ακετόνη και αιθανόλη απαιτούσαν μεγαλύτερες θερμοκρασίες για να απομακρύνουν αποτελεσματικά τη λιγνίνη επιτυγχάνοντας BA άνω του 95% στη θερμοκρασία των 175 °C. Οι διαφορετικές πούλπες που ανακτήθηκαν βρέθηκαν πως ήταν ιδιαίτερα πλούσιες σε κυτταρίνη με ποσοστό κυτταρίνης >80% ενώ επετεύχθη υψηλή ανάκτηση της κυτταρίνης στο στερεό προϊόν σε όλες τις περιπτώσεις (~100%) λόγω της χρήσης οξειδωτικής ατμόσφαιρας στη θέση των ανόργανων ισχυρών οξέων που τυπικά χρησιμοποιούνται στις organosolv προκατεργασίες. Έγινε μελέτη ενζυμικής υδρόλυσης των προκατεργασμένων βιομαζών που έδειξε πως υπήρξε σημαντική αύξηση της υδρολυσιμότητας τους σε σχέση με το ακατέργαστο υλικό. Στη συνέχεια μελετήθηκε η μετατροπή τους προς γαλακτικό οξύ και ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μέσω διεργασιών μικροβιακών ζυμώσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι προκατεργασμένες με τετραυδρο-φουράνιο βιομάζες έδωσαν συγκριτικά καλύτερα αποτελέσματα ως προς την απόδοση των παραγόμενων προϊόντων, υποδεικνύοντας πως η λιγνοκυτταρινούχος βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί ως φθηνή πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.