

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΥΜΩΣΙΜΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΦΥΚΩΝ

Π.Φ. Χατζημαλιάκας<sup>1\*</sup>, Ε.Μ. Μπαραμπούτη<sup>1</sup>, Σ. Μάη<sup>1</sup>, Δ. Μαλαμής<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Αθήνα, Ελλάδα

(\* [fotischatzimaliakas@gmail.com](mailto:fotischatzimaliakas@gmail.com))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η βιομάζα φυκών λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της μπορεί να θεωρηθεί ως πρώτη ύλη τρίτης γενιάς για την παραγωγή βιώσιμων βιοκαυσίμων και ιδίως της βιοαιθανόλης<sup>[1]</sup>. Στο πλαίσιο αυτό, αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελεί η ολοκληρωμένη διερεύνηση των μεθοδολογιών προεπεξεργασίας με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης σακχάρων μέσω ενζυμικής υδρόλυσης βιομάζας φυκών, δημιουργώντας έτσι ένα ευνοϊκό υπόστρωμα για αλκοολική ζύμωση. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στην Μονάδα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του ΕΜΠ. Η αρχική περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία ήταν 8,04% και σύνθεση του υποστρώματος σε ξηρή βάση περιελάμβανε κυτταρίνη (9,22 ± 0,57%), ημικυτταρίνη (17,69 ± 1,52%), άμυλο (1,78 ± 0,16%), αδιάλυτο σε οξύ υπόλειμμα (26,72 ± 4,38%), και πτητικά στερεά (65,79 ± 0,66%). Τα πειράματα για την εύρεση της καταλληλότερης μεθόδου προεπεξεργασίας πραγματοποιήθηκαν σε δοχεία των 250mL με τελικό όγκο 100mL. Η στερεή φόρτιση και οι δοσολογίες αμύλασης και κυτταρινάσης παρέμειναν σταθερές στο 10% w/w, 45μL/g<sub>αμύλου</sub> και 500 μL/g<sub>κυτταρίνης</sub> αντίστοιχα. Για την παρούσα έρευνα εξετάστηκαν τρεις μέθοδοι προεπεξεργασίας.

(Α) Υδροθερμική προεπεξεργασία στους 121°C για 30 λεπτά,

(Β) Χρήση υδατόλουτρου στους 90 °C για 75 λεπτά και

(Γ) Χρήση υπερήχων στα 150W για 10 λεπτά.

Για κάθε μέθοδο εξετάστηκαν και τρεις διαφορετικοί διαλύτες.

(1) Απιονισμένο νερό,

(2) Αλκαλικό διάλυμα NaOH (0,2M),

(3) Όξινο διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1% v/v).

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας σακχαροποίησης φάνηκαν πολύ ενθαρρυντικά σε σύγκριση με άλλες παρόμοιες μελέτες των Ho et al. 2013 και Kusmiyati et al. 2023, με μέγιστη απόδοση 85,73% και συγκέντρωση γλυκόζης 9,8 g/L με χρήση υδατόλουτρου 90°C και 0,2M NaOH<sup>[2], [3]</sup>. Όσον αφορά την αποικοδόμηση των στερεών, η μέγιστη τιμή που καταγράφηκε ήταν 38%, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα. Το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε στο πείραμα Α.2. Επιπλέον, η διάσπαση των πολυσακχαριτών, δηλαδή της κυτταρίνης και του αμύλου, αποδείχθηκε αρκετά υψηλή στις περισσότερες περιπτώσεις, πάνω από 80%. Ωστόσο, υψηλή απόδοση σακχαροποίησης επιτεύχθηκε μόνο σε λίγα πειράματα. Συνοψίζοντας, η συνολική απόδοση των μεθόδων προεπεξεργασίας στη διαδικασία σακχαροποίησης θεωρείται αρκετά ικανοποιητική, ιδίως για τα πειράματα Α.2 και Β.2 με τη χρήση NaOH. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη την μελλοντική ανακλιμάκωση της διεργασίας για αλκοολική ζύμωση, η χρήση υδατόλουτρου 90°C θα ευνοούσε τη συνολική διεργασία.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Φύκη, Ενζυμική υδρόλυση, Σακχαροποίηση, Κυτταρίνη, Άμυλο

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] M. Kumar, Y. Sun, R. Rathour, A. Pandey, I. S. Thakur, and D. C. W. Tsang, “Algae as potential feedstock for the production of biofuels and value-added products: Opportunities and challenges,” *Science of the Total Environment*, vol. 716. Elsevier B.V., May 10, 2020. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137116.
- [2] S. H. Ho, S. W. Huang, C. Y. Chen, T. Hasunuma, A. Kondo, and J. S. Chang, “Bioethanol production using carbohydrate-rich microalgae biomass as feedstock,” *Bioresour Technol*, vol. 135, pp. 191–198, 2013, doi: 10.1016/j.biortech.2012.10.015.
- [3] K. Kusmiyati, H. Hadiyanto, and A. Fudholi, “Treatment updates of microalgae biomass for bioethanol production: A comparative study,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 383. Elsevier Ltd, Jan. 10, 2023. doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135236.