



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ
ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΑΜΥΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ**

Μικαέλα Σαββίδη

Λεμεσός, Μάιος 2026

Λεμεσός, Μάιος 2026

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ
ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΑΜΥΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ
της
Μικαέλα Σαββίδη

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Μιχάλης Κουτίνας

Λεμεσός, Μάιος 2026

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μικαέλα Σαββίδη, 2026

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων της συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να εκφράσω θερμές ευχαριστίες σε όλους όσοι συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στον επιβλέποντα καθηγητή, Δρ. Μιχάλη Κουτίνα, για την πολύτιμη καθοδήγηση, την υποστήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθόλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τη διδακτορική φοιτήτρια Φρύνη Πυρίλλη για τη συνεχή στήριξη, τις συμβουλές και την καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εργασίας μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει την αξιοποίηση θερμοχημικά προεπεξεργασμένου θερμοπλαστικού αμύλου (TPS) για την παραγωγή βακτηριακής κυτταρίνης και βιοαιθανόλης, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη βιώσιμων διεργασιών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας. Τα βιοπλαστικά και ιδιαίτερα το TPS αποτελούν εναλλακτικά πολυμερή φιλικά προς το περιβάλλον, ωστόσο η διαχείριση και αξιοποίηση τους παραμένει πρόκληση. Στην εργασία αυτή, το TPS υποβλήθηκε σε όξινη υδρόλυση υπό διαφορετικές συνθήκες, με στόχο την παραγωγή υδρολύματος πλούσιο σε ζυμώσιμα σάκχαρα.

Για την μελέτη της υδρόλυσης του TPS, πραγματοποιήθηκαν πειράματα υπό διαφορετικές συνθήκες μεταβάλλοντας βασικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία, συγκέντρωση οξέος και βιοπλαστικού με στόχο τον προσδιορισμό των βέλτιστων συνθηκών για το μέγιστο ποσοστό (%) υδρόλυσης με κύριο προϊόν την γλυκόζη. Με βάση τα αποτελέσματα το μέγιστο ποσοστό υδρόλυσης (67.3%) επιτεύχθηκε σε θερμοκρασία 130°C με την χρήση 0.5 M υδροχλωρικού οξέος για 2.5 h.

Το παραγόμενο υδρόλυμα χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια του μικροοργανισμού *Komagataeibacter sucrofermentans* με στόχο την παραγωγή βακτηριακής κυτταρίνης, καθώς και στη ζύμωση με *Saccharomyces cerevisiae* για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η πιθανή παρουσία παρεμποδιστών κατέστησε αδύνατη την ανάπτυξη του μικροοργανισμού. Αντίθετα στο πείραμα ελέγχου, παρατηρήθηκε αύξηση του παραγόμενου υλικού με τον χρόνο καλλιέργειας, με σχεδόν πλήρη κατανάλωση της αρχικής γλυκόζης (15 g L⁻¹). Στην περίπτωση της βιοαιθανόλης, η μέγιστη παραγωγή για τα ελευθέρα κύτταρα παρατηρήθηκε στις 6 h, φτάνοντας τα 13.3 g L⁻¹ με απόδοση 55.7% και παραγωγικότητα 2.35 g L⁻¹ h⁻¹, ενώ για τα ακινητοποιημένα κύτταρα η μέγιστη παραγωγή επιτεύχθηκε στις 4 h με συγκέντρωση 12.6 g L⁻¹, απόδοση 57.1% και παραγωγικότητα 3.06 g L⁻¹ h⁻¹.

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι το θερμοπλαστικό άμυλο μπορεί να αποτελέσει αποδοτική πηγή άνθρακα για μικροβιακές διεργασίες, οδηγώντας στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Συμπερασματικά, η εργασία αναδεικνύει τη δυνατότητα μετατροπής αποβλήτων βιοπλαστικών σε χρήσιμα βιοπροϊόντα, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Λέξεις κλειδιά: θερμοπλαστικό (TPS), κυτταρίνη, βιοαιθανόλη, βιολογική ανακύκλωση, θερμοχημική επεξεργασία

ABSTRACT

This Thesis investigates the valorization of thermochemically pre-treated thermoplastic starch (TPS) for the production of bacterial cellulose and bioethanol, contributing to the development of sustainable processes within the framework of the circular economy. Bioplastics, and particularly TPS, represent environmentally friendly alternative materials. However, their management and utilization remain a challenge. In this study, TPS was subjected to acidic hydrolysis under varied conditions in order to produce a hydrolysate rich in fermentable sugars.

Experiments were conducted under different conditions by varying key parameters such as temperature, acid concentration, and bioplastic content, with the aim of determining the optimal conditions for hydrolysate production. The results showed that a temperature of 130°C with 0.5 M hydrochloric acid under 2.5 h resulted in a hydrolysis yield of 67.3%, which was significantly higher compared to other conditions. The TPS hydrolysate was utilized as a substrate for the fermentation of *Komagataeibacter sucrofermentans* and bacterial cellulose production, as well as for the fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* for bioethanol production. In the case of bioethanol, the maximum production for free cells was observed at 6 h, reaching 13.3 g L⁻¹ with a yield of 55.7% and a productivity of 2.35 g L⁻¹, whereas for immobilized cells the maximum production was achieved at 4 h, with a concentration of 12.6 g L⁻¹, a yield of 57.1%, and a productivity of 3.06 g L⁻¹. Bacterial cellulose production was not successful using the hydrolysate, likely due to the presence of inhibitory compounds. In contrast, in the control experiment, an increase in the produced material was observed over time, accompanied by almost complete consumption of the initial glucose (15 g L⁻¹). The results demonstrate that thermoplastic starch can serve as an efficient carbon source for microbial processes, leading to the production of high value-added products. In conclusion, this work highlights the potential of converting bioplastic waste into useful bioproducts, enhancing sustainability and reducing environmental impact.

Keywords: thermoplastic starch (TPS), bacterial cellulose, bioethanol, biological recycling, thermochemical pre-treatment