



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΙΟΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΠΟ
ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΧΥΜΩΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ**

Ραφαέλα Κώστα

Λεμεσός, Μάιος 2020

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή εργασία

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΙΟΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
ΥΨΗΛΗΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΧΥΜΩΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ

της

Ραφαέλα Κώστα

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Μιχάλης Κουτίνας

Λεμεσός, Μάιος 2020

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ραφαέλα Κώστα, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου καθώς και την ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους συνέλαβαν και με στήριξαν με οποιοδήποτε τρόπο ώστε να φέρω εις πέρας την παρούσα πτυχιακή εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου Δρ. Μιχάλη Κουτίνα για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα, καθώς και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την ανάθεση του. Επίσης, θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στην Παναγιώτα Καρανικόλα, υποψήφια διδάκτορα του τμήματος Χημικών Μηχανικών, για τη βοήθεια, τις γνώσεις αλλά και τις πολύτιμες συμβουλές που μοιράστηκε μαζί μου καθ' όλη τη διάρκεια ολοκλήρωσης της εργασίας αυτής. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βρίσκονταν στα εργαστήρια του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, για την άψογη συνεργασία που είχαμε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κυτταρίνη βρίσκεται στο κυτταρικό τοίχωμα των φυτών και χαρακτηρίζεται ως το αφθονότερο βιοπολυμερές στη γη. Η κυτταρίνη μπορεί να παραχθεί και μέσω μικροβιακών ζυμώσεων ως βακτηριακή κυτταρίνη (BC), η οποία παρουσιάζει τεράστιο ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω της υψηλής καθαρότητας της σε σχέση με τη φυτική κυτταρίνη, αλλά και των ιδιαίτερων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών της. Στόχος της παρούσας μελέτης, είναι η ανάπτυξη βιοδιυλιστηρίου από απόβλητα φλούδας εσπεριδοειδών (CPW) από βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή BC. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα φλούδας πορτοκαλιών που προήλθαν από βιομηχανία χυμοποίησης εσπεριδοειδών. Για τις ζυμώσεις χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό μέσο Hestrin – Schramm (HS) ενώ εξετάστηκαν διάφορες εμπορικές πηγές άνθρακα, καθώς και η επιρροή της συγκέντρωσής της γλυκόζης στο θρεπτικό μέσο. Οι μικροβιακές ζυμώσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του βακτηριακού στελέχους *Komagataeibacter sucrofermentans* DSMZ 15973 και είχαν διάρκεια 15 ημέρες. Τα σάκχαρα γλυκόζη, σουκρόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη και ξυλόζη εξετάστηκαν ως πηγές άνθρακα για την παραγωγή BC, παράγοντας βιομάζα 1.73, 2.70, 2.04, 1.28 και 1.76 g/L αντίστοιχα. Με σκοπό την μελέτη επιρροής της συγκέντρωσης της πηγής άνθρακα στις ζυμώσεις του βακτηριακού στελέχους *K. sucrofermentans*, πραγματοποιήθηκαν ζυμώσεις με διάφορες συγκεντρώσεις γλυκόζης (20, 30, 40 και 60 g/L), πετυχαίνοντας την μεγαλύτερη παραγωγή στα 30 g/L (2.47 g/L BC). Τέλος μελετήθηκε η χρήση CPW ως θρεπτικό υπόστρωμα για τις ζυμώσεις. Προηγήθηκε προεπεξεργασία των φλουδών πορτοκαλιού με αραιή όξινη υδρόλυση και ταυτόχρονη χρήση υπερήχων, απομονώνοντας 0.018% κ.β. δ-λιμονένιο και 34.41% κ.β. πηκτίνη. Η BC που παράχθηκε ήταν 0.45 g/L με παραγωγικότητά 0.03 g/L·d. Η παραγωγή της βακτηριακής κυτταρίνης χαρακτηρίζεται με υψηλό κόστος, χαμηλή απόδοση αλλά και χαμηλό ρυθμό παραγωγικότητας. Με τη βελτίωση του ρυθμού παραγωγής αλλά και την αποδοτικότητα της βακτηριακής κυτταρίνης, μπορεί να γίνει εφικτή η άμεση διαθεσιμότητα της στην αγορά.. Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει την ικανότητα αξιοποίησης πρώτων υλών που χαρακτηρίζονται με χαμηλό κόστος απόκτησης, ώστε να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη διεργασία σε βιομηχανικό επίπεδο.

Λέξεις κλειδιά: Βακτηριακή κυτταρίνη, *Komagataeibacter sucrofermentans*, απόβλητα φλούδας πορτοκαλιού, ανανεώσιμες πρώτες ύλες, μικροβιακές ζυμώσεις

ABSTRACT

Cellulose is considered as the most abundant biopolymer on earth constituting the largest part of the cell walls of plants. Cellulose can also be produced by microbial fermentation as bacterial cellulose (BC), which is of great research interest due to higher purity as compared to plant cellulose as well as certain physicochemical properties. The aim of this study was to develop a biorefinery from citrus peel waste (CPW) from the food industry for the production of BC. Specifically, orange peel waste from the citrus juice industry was used. Hestrin – Schramm (HS) media was used in fermentations, in which various commercial sources of carbon were examined as well as the influence of glucose concentration in the nutrient medium used. The microbial fermentation was carried out using the bacterial strain *Komagataeibacter sucrofermentans* DSMZ 15973 on a total duration of 15 days. The sugars glucose, sucrose, fructose, galactose and xylose were used as carbon sources for BC production, producing 1.73, 2.70, 2.04, 1.28 and 1.76 g/L of biomass respectively. In order to study the influence of carbon source concentration on the fermentation of the bacterial strain *K. sucrofermentans*, fermentations were carried out using various concentrations of glucose (20, 30, 40 and 60 g/L), achieving maximum production of 2.47 g/L at 30 g/L of sugar. Finally, the use of CPW as a nutrient substrate for fermentation was examined. It was preceded by pre-treatment of orange peels with dilute acid hydrolysis assisted by ultrasound, isolating 0.018% w/w d-limonene and 34.41% w/w pectin. The BC produced was 0.45 g/L with a productivity of 0.03 g/L·d. In order to reduce the high cost of production BC and make its commercialization feasible, the rate of production should be improved during fermentation as well as the cost of the substrate should be reduced. The present study presents the potential of utilizing low cost raw CPW for industrial application of the process.

Keywords: Bacterial cellulose, *Komagataeibacter sucrofermentans*, orange peel waste, renewable raw materials, microbial fermentations