



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**Ανάπτυξη βιοδιωλιστηρίου βασισμένο στο μικροάλγος
C. vulgaris και στην ελαιογόνο ζύμη *R. toruloides* για την
παραγωγή βιοδραστικών συστατικών**

Ιωάννα Χατζηγεωργίου

Λεμεσός, Μάιος 2026

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

Πτυχιακή εργασία

Ανάπτυξη βιοδιωλιστηρίου βασισμένο στο μικροάλγος
C. vulgaris και στην ελαιογόνο ζύμη *R. toruloides* για την
παραγωγή βιοδραστικών συστατικών

της

Ιωάννα Χατζηγεωργίου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Μιχάλης Κουτίνας

Λεμεσός, Μάιος 2026

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ιωάννα Χατζηγεωργίου, 2026

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή μου, Δρ. Μιχάλη Κουτίνα για την επιστημονική του καθοδήγηση και στήριξη κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια διδάκτωρ του Τμήματος Χημικών Μηχανικών, Αφροδίτη Κυριαζή, για την άψογη συνεργασία μας, την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη της, καθώς και για τον χρόνο που μου αφιέρωσε με προθυμία καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου, για την αγάπη και τη συνεχή στήριξη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αυξανόμενη περιβαλλοντική επιβάρυνση από τα απόβλητα συμβατικών πλαστικών υλικών αποτελεί σημαντική σύγχρονη πρόκληση, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη βιώσιμων εναλλακτικών λύσεων. Στο πλαίσιο αυτό, αυξημένο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι βιοδραστικές συσκευασίες, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση της ποιότητας και στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των προϊόντων. Τα μικροάλγη και οι ελαιογόνες ζύμες αναδεικνύονται ως ιδιαίτερα υποσχόμενοι μικροοργανισμοί, λόγω της ικανότητάς τους να παράγουν βιομάζα και μεταβολίτες υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως λιπίδια, καροτενοειδή και άλλες βιοδραστικές ενώσεις, αξιοποιήσιμες στην ανάπτυξη των βιοδραστικών συσκευασιών ως συστατικά υλικών ή λειτουργικά πρόσθετα.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην προκαταρκτική αξιολόγηση της ελαιογόνου ζύμης *Rhodospiridium toruloides* και του μικροάλγους *Chlorella vulgaris*, μέσω πειραμάτων μονοκαλλιέργειας, με στόχο τη διερεύνηση της καταλληλότητας τους για μελλοντική ανάπτυξη συστήματος βιοδιυλιστηρίου βασισμένου σε συγκαλλιέργεια. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση των διαφορετικών θερμοκρασιών, των συγκεντρώσεων οργανικού άνθρακα και του στελέχους στην μεταβολική συμπεριφορά των μικροοργανισμών, καθώς και στην παραγωγή βιομάζας και λιπαρών οξέων, διατηρώντας έλλειψη αζώτου και υψηλό λόγο C/N. Για την *R. toruloides* χρησιμοποιήθηκαν τα στελέχη DSM4444 και Y27012, ενώ για το *C. vulgaris* εξετάστηκαν αυτοτροφικές και μιξοτροφικές συνθήκες καλλιέργειας.

Η ελαιογόνος ζύμη *R. toruloides* παρουσίασε ιδιαίτερα υψηλή ικανότητα λιποσυσσώρευσης, με ευνοϊκότερες συνθήκες αυτές των υψηλότερων συγκεντρώσεων γλυκόζης (70 και 90 g L⁻¹) και σε θερμοκρασία 30 °C. Ειδικότερα, το στέλεχος DSM4444 κατέγραψε μέγιστη συγκέντρωση λιπιδίων 23.92 g L⁻¹ και λιπιδική περιεκτικότητα 77.64%, w/w, ενώ το Y27012 παρουσίασε επίσης υψηλή παραγωγικότητα με μέγιστη συγκέντρωση λιπιδίων 23.18 g L⁻¹. Παράλληλα, το *C. vulgaris* εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση βιομάζας υπό μιξοτροφικές συνθήκες, φτάνοντας τα 8.58 g L⁻¹ σε θερμοκρασία δωματίου (19-23 °C) και συγκέντρωση γλυκόζης 40 g L⁻¹, ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση λιπιδίων ανήλθε στα 5.27 g L⁻¹ με λιπιδική περιεκτικότητα 70.08%, w/w σε 30 g L⁻¹ γλυκόζης.

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης καταδεικνύουν ότι τόσο η ζύμη *R. toruloides*, όσο και το μικροάλγος *C. vulgaris* αποτελούν ιδιαίτερα υποσχόμενες βιολογικές πλατφόρμες για μελλοντικές εφαρμογές βιοδιυλιστηρίου, λειτουργώντας ως πειραματικό υπόβαθρο για τη συγκαλλιέργεια αυτών, με στόχο την παραγωγή βιοδραστικών ενώσεων και την ανάπτυξη βιώσιμων βιοδραστικών συσκευασιών.

Λέξεις κλειδιά: Βιοδιυλιστήριο, μικροάλγη, ελαιογόνες ζύμες, βιοδραστικές ενώσεις, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

ABSTRACT

The increasing environmental burden caused by waste from conventional plastic materials constitutes a major challenge, thereby necessitating the development of sustainable alternative solutions. In this context, bioactive packaging has attracted growing interest, as it can contribute to quality preservation and shelf-life extension. Microalgae and oleaginous yeasts are emerging as particularly promising microorganisms due to their ability to produce biomass and high value-added metabolites, such as lipids, carotenoids, and other bioactive compounds, which can be utilised in the development of bioactive packaging either as material components or functional additives.

The present thesis focuses on the preliminary evaluation of the oleaginous yeast *Rhodosporidium toruloides* (strains DSM4444 and Y27012) and the microalga *Chlorella vulgaris* CCAP 211/82 through monoculture experiments, aiming to investigate their suitability for the future development of a biorefinery system based on co-cultivation. Specifically, the impact of temperature, organic carbon availability, and microbial strain on the metabolic behavior of microorganisms, was examined under nitrogen-limited conditions and a high C/N ratio.

The oleaginous yeast *R. toruloides* demonstrated a particularly high lipid accumulation capacity, with the most favorable conditions being higher glucose concentrations (70 and 90 g L⁻¹) at a temperature of 30 °C. More specifically, strain DSM4444 attained a maximum lipid concentration of 23.92 g L⁻¹ and a lipid content of 77.64% (w/w), while strain Y27012 also exhibited high productivity, with a maximum lipid concentration of 23.18 g L⁻¹. In parallel, *C. vulgaris* achieved higher biomass growth under mixotrophic conditions with a concentration up to 8.58 g L⁻¹ at room temperature (RT; 19-23 °C) and concentration 40 g L⁻¹ of glucose, while the highest lipid accumulation reached was 5.27 g L⁻¹, corresponding to a lipid content of 70.08% (w/w) at 30 g L⁻¹ of glucose.

In conclusion, the findings of the present study demonstrate that both the yeast *R. toruloides* and the microalga *C. vulgaris* represent highly promising biological platforms for future biorefinery applications, providing an experimental basis for their co-cultivation with the aim of producing bioactive compounds and developing sustainable bioactive packaging materials.

Keywords: Biorefinery, microalgae, oleaginous yeasts, bioactive compounds, polyunsaturated fatty acids,