



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Διδακτορική διατριβή

**Σχέση δομής – λειτουργίας του φωτοσυνθετικού μηχανισμού
των διατόμων *Phaeodactylum Tricornutum* και *Thalassiosira
Pseudonana***

Χαράλαμπος Τσέλιος

Λεμεσός, Σεπτέμβριος 2022

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

Διδακτορική διατριβή

Σχέση δομής – λειτουργίας του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των
διατόμων *Phaeodactylum Tricornutum* και *Thalassiosira*
Pseudonana

του

Χαράλαμπου Τσέλιου

Λεμεσός, Σεπτέμβριος 2022

Έντυπο έγκρισης

Διδακτορική διατριβή

**Σχέση δομής – λειτουργίας του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των
διατόμων *Phaeodactylum Tricornutum* και *Thalassiosira***

Παρουσιάστηκε από

Χαράλαμπο Τσέλιο

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Βαρότσης, Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Ανδρέας Κατσιώτης, Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Παναγιώτης Λουκάκος, Κύριος Ερευνητής FORTH-IESL

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Σεπτέμβριος 2022

Έντυπο έγκρισης Επιτροπής Επίβλεψης

Διδακτορική διατριβή

**Σχέση δομής – λειτουργίας του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των
διατόμων *Phaeodactylum Tricornutum* και *Thalassiosira***

Παρουσιάστηκε από

Χαράλαμπο Τσέλιο

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Βαρώτσης, Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος Επιτροπής: Ανδρέας Κατσιώτης, Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος Επιτροπής: Παναγιώτης Λουκάκος, Κύριος Ερευνητής FORTH-IESL

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Σεπτέμβριος 2022

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Χαράλαμπος Τσέλιος, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Αρχικά τον επιβλέποντα της διατριβής, καθηγητή Κωνσταντίνο Βαρώτση για την καθοδήγηση, τις συζητήσεις και τη συνεισφορά του στην εκπόνηση της διατριβής.

Ακολούθως θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του εργαστηρίου για τη βοήθεια που μου προσέφεραν και τη συνεργασία που είχαμε αυτά τα χρόνια. Συγκεκριμένα, τον Δρ. Αντώνη Νικολαΐδη για τη βοήθεια που προσέφερε σε κάθε ζήτημα, μικρό ή μεγάλο, προέκυψε αυτά τα χρόνια, τον Δρ. Άριστο Ιωάννου για τη βοήθεια στην ανάπτυξη των τεχνικών υγρής χρωματογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν, τους κ. Κωνσταντίνο Γιαννάκκο και κ. Χαράλαμπο Ανδρέου για την πολύτιμη βοήθεια στην απομόνωση των FCPs καθώς και τον κ. Μάριο Παπαγεωργίου με τον οποίο ξεκινήσαμε μαζί τη διαδρομή της μελέτης των φωτοσυνθετικών οργανισμών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω, την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τη σύζυγο μου Ζωή και το γιο μου Κωνσταντίνο στους οποίους θα ήθελα να αφιερώσω αυτή τη διατριβή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα διάτομα είναι μονοκύτταροι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί υπεύθυνοι για το 20% της φωτοσύνθεσης που πραγματοποιείται στον πλανήτη. Για τη συλλογή φωτός επιστρατεύουν τα σύμπλοκα συλλογής φωτός FCPs (Fucocanthin Chlorophyll Proteins) που αποτελούνται από τις χλωροφύλλες *a* και *c* καθώς και τα καροτενοειδή φουκοξανθίνη και διαδινοξανθίνη. Οι οργανισμοί αυτοί αξιοποιούν μηχανισμούς προστασίας έτσι ώστε να είναι εφικτή η επιβίωση τους σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα όπως είναι οι αυξομειώσεις στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Στην παρούσα διατριβή αξιοποιούνται οι φασματοσκοπικές τεχνικές απορρόφησης ορατού – υπεριώδους, φθορισμού και Raman καθώς και η αναλυτική τεχνική της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης για να μελετηθεί η απόκριση των κυττάρων δύο ειδών διατόμων κάτω από διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης. Από την κατηγορία των πτεροειδών διατόμων έχει επιλεγεί το είδος *Phaeodactylum Tricornutum* και από την κατηγορία των κεντρικών διατόμων το είδος *Thalassiosira Pseudonana*. Με την αλλαγή των συνθηκών ανάπτυξης παρατηρήθηκαν μεταβολές στη συγκέντρωση των παραγόμενων χρωμοφόρων μορίων καθώς και σημαντικές διαφορές στις ιδιότητες και τις αλληλεπιδράσεις που αυτά εμφανίζουν. Οι μεταβολές αυτές φαίνεται πως έχουν εξάρτηση τόσο από την ένταση όσο και από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των διατόμων.

Επίσης έχει πραγματοποιηθεί απομόνωση και μελέτη των ιδιοτήτων των FCPs των συγκεκριμένων οργανισμών καθώς και ανάπτυξη του διατόμου *Phaeodactylum Tricornutum* με αντικατάσταση του ^{14}N με το ισότοπο ^{15}N με σκοπό τον χαρακτηρισμό των παρατηρούμενων N-ευαίσθητων δονήσεων με χρήση της φασματοσκοπίας Raman.

Λέξεις κλειδιά: διάτομα, φωτοσύνθεση, καροτενοειδή, φασματοσκοπία Raman

ABSTRACT

Diatoms are unicellular photosynthetic organisms responsible for 20% of the photosynthesis that takes place on the planet. The FCPs (Fucoxanthin Chlorophyll Proteins) complexes consist of chlorophylls a/c and the carotenoids fucoxanthin and diadinoxanthin which are responsible for light harvesting. These organisms utilize photoprotection mechanisms to ensure their survival under intense and variable light conditions.

In this thesis, a combination of Uv-vis, resonance Raman and Fluorescence spectroscopy as well as the analytical technique of high-performance liquid chromatography are used to investigate the response of two diatom species under different growth conditions. The species *Phaeodactylum Tricornutum* has been selected from the group of pennate diatoms and *Thalassiosira Pseudonana* from centric diatoms. By altering the growth conditions, changes were observed in the concentration of the produced pigments in addition to significant differences in the properties and interactions they display. These changes seem to depend on both the intensity and the wavelength of the light source used for the growth of the diatoms.

In addition, isolation and study of the FCPs properties from both organisms has been carried out. Finally, by replacing ^{14}N with the ^{15}N isotope on the diatom *Phaeodactylum Tricornutum*, the observed N-sensitive vibrations using Raman spectroscopy were characterized.

Keywords: diatoms, photosynthesis, carotenoids, Raman spectroscopy