



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΡΥΠΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΟΥ
ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΝΟΥΝ ΥΠΕΡΟΞΕΪΔΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ**

ΧΡΙΣΤΙΑ Π. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ

ΛΕΜΕΣΟΣ, ΜΑΪΟΣ 2020

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή Εργασία

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΡΥΠΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΟΥ
ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΝΟΥΝ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

της

Χρίστια Π. Παρασκευά

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μαρία Γ. Αντωνίου

ΛΕΜΕΣΟΣ, ΜΑΪΟΣ 2020

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Χρίστια Παρασκευά, Μάϊος 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.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις βαθιές μου ευχαριστίες στην Επίκουρη Καθηγήτρια Δρ. Μαρία Αντωνίου για την ευκαιρία που μου έδωσε ώστε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή εργασία μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Διδακτορική Φοιτήτρια κ. Ελένη Κελίρη για τον πολύτιμο χρόνο που θυσίασε για την σωστή καθοδήγηση μου στην πτυχιακή εργασία.

Τέλος, θέλω να δηλώσω ένα ευχαριστώ προς την οικογένεια μου και τους φίλους μου, αφού με την στήριξη τους και εμπιστοσύνη που μου είχαν κατά την διάρκεια αυτή με έκαναν καλύτερη και πιο δυνατή σαν άνθρωπο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που πρέπει να διαχειριστεί άμεσα η επιστημονική κοινότητα. Ο ευτροφισμός δημιουργείται από εξωτερικές πηγές όπως τα λύματα που απορρέουν σε επιφανειακά ύδατα και φέρουν θρεπτικά που βοηθούν στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αλλοίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του νερού από την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που δυνητικά προκαλούν πρόβλημα στο υπόλοιπο οικοσύστημα. Ένα μέρος του φυτοπλαγκτόν είναι και τα κυανοβακτήρια, των οποίων η ανάπτυξη εκτός από την γεύση, δυσοσμία και πρασινωπό χρώμα που δίδει στο νερό, απελευθερώνονται και τοξίνες που είναι επικίνδυνες για το οικοσύστημα και τον άνθρωπο. Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια εξεύρεσης καινοτόμων τεχνολογιών για τον περιορισμό της άνθησης των κυανοβακτηρίων (και κατ' επέκταση του ευτροφισμού των επιφανειακών υδάτων). Με την εφαρμογή των καινοτόμων οξειδωτικών απελευθερώνεται το ισχυρό οξειδωτικό, υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2), το οποίο έχει την ικανότητα να διασπά τόσο τα κυανοβακτήρια όσο και τις τοξίνες που απελευθερώνουν. Με βάση τα πιο πάνω, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα ποιοτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών υδάτων. Επεξηγούνται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι έννοιες του ευτροφισμού και των κυανοβακτηρίων. Γίνεται αναφορά στην χρήση της μικροσκοπικής ανάλυσης για την αναγνώριση των γενών των κυανοβακτηρίων που ανιχνεύθηκαν στην λίμνη Αγίου Γεωργίου που βρίσκεται στο εθνικό πάρκο της Αθαλάσσας. Μετέπειτα, γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των κυανοβακτηρίων και με ποιο τρόπο το επιτυγχάνουν. Επεξηγείται ο τρόπος με τον οποίο οι επιπτώσεις του ευτροφισμού επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον άμεσα και έμμεσα. Γίνεται αναφορά στις προηγμένες οξειδωτικές μεθόδους αντιρρύπανσης που έχουν έως τώρα χρησιμοποιηθεί με στόχο την αποκατάσταση των ρυπασμένων νερών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της λίμνης του Αγίου Γεωργίου. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην οργανολογία, στα υλικά και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την διεκπεραίωση των πειραμάτων. Τα καινοτόμα οξειδωτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση των κυανοβακτηρίων είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου, το υπεροξείδιο του ασβεστίου, το υπεροξείδιο του μαγνησίου και το υπερανθρακικό νάτριο. Επιπλέον, στην μεθοδολογία γίνεται αναφορά στον τρόπο δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε όπως και στην πειραματική διάταξη. Στο τρίτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας δίδονται τα αποτελέσματα από την μικροσκοπική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση του

γένου κυανοβακτηρίων που βρέθηκαν στην λίμνη, το οποίο ήταν το *Merismopedia sp.* Επιπρόσθετα, γίνεται ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμάτων όπως και σύγκριση της αποτελεσματικότητας των οξειδωτικών που χρησιμοποιήθηκαν για μετρίασμό της ανάπτυξης των κυανοβακτηρίων. Εν κατακλείδι, παρέχεται μια γενική ιδέα όπως και αναφορά σε πιθανούς λόγους για την μη αναμενόμενη απόδοση του κάθε οξειδωτικού. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου στις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν, δεν είχε την αναμενόμενη απόδοση αφού η συγκέντρωση των κυανοβακτηρίων αυξήθηκε αλλά είχε θετική επίδραση στα χλωροφύκη αφού δεν επηρέασε την ανάπτυξη τους. Όσο αφορά το υπεροξείδιο του ασβεστίου δεν επηρέασε την ανάπτυξη των κυανοβακτηρίων, αλλά επηρέασε την ανάπτυξη του λοιπού φυτοπλαγκτόν. Με την χρήση του υπεροξειδίου του μαγνησίου δεν επηρεάστηκαν ούτε τα κυανοβακτήρια ούτε το λοιπό φυτοπλαγκτόν. Το υπερανθρακικό νάτριο με τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν είχε αρνητική επίδραση αφού αυξήθηκε η συγκέντρωση των κυανοβακτηρίων παρόλα αυτά υπήρξε η αναμενόμενη σταθερότητα στο φυτοπλαγκτόν. Τέλος, το πιο αποτελεσματικό αλλά όχι ιδανικό οξειδωτικό ήταν το υπεροξείδιο του ασβεστίου αφού ήταν το μοναδικό που κατάφερε να μειώσει την ανάπτυξη των κυανοβακτηρίων αλλά παράλληλα επηρέασε και την ανάπτυξη του υπόλοιπου φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη). Το υπεροξείδιο του ασβεστίου επιβάλλεται να χρησιμοποιηθεί υπό ελεγχόμενες συνθήκες λόγω της αρνητικής επίδρασης που έχει στο υπόλοιπο φυτοπλαγκτόν, αφού απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες υπεροξειδίου του υδρογόνου. Η πτυχιακή αυτή ολοκληρώνεται παραθέτοντας τα βασικά συμπεράσματα αλλά και πιθανές μελλοντικές έρευνες όπου θα βοηθήσουν στην καλύτερη αποτελεσματικότητα όλων των οξειδωτικών.

Λέξεις κλειδιά: Κυανοβακτήρια, Ευτροφισμός, Λίμνη Αγίου Γεωργίου, Υπεροξείδιο του Υδρογόνου, *Merismopedia*

ABSTRACT

The pollution of surface waters is one of the major environmental problems that scientists need to address. Eutrophication is formed due to external pressures on surface waters such as urban wastes that flow into the waterbodies and carry nutrients that help in the overgrowth of phytoplankton. This can result in the alteration of the physical-chemical characteristics of water and affect the remaining ecosystem. Cyanobacteria are a part of the phytoplankton and their blooming causes the water to have undesired taste, odour, and colour, in addition to the release of toxic metabolites (cyanotoxins) that are dangerous to the ecosystem and people. The aim of this thesis is to apply innovative technologies, in order to mitigate cyanobacteria blooming hence, the eutrophication of surface waters. The innovative oxidants used in this study have the ability to release a strong oxidizing agent when they react with water, called hydrogen peroxide (H_2O_2). H_2O_2 is capable of degrade cyanobacteria and the toxins they release. Taking the above into consideration, the first chapter reports the qualitative and physical-chemical characteristics of surface waters. The definitions of eutrophication and cyanobacteria are given in detail. The use of microscopic analysis is mentioned in order to identify the genera of cyanobacteria detected in Saint George Lake of the Athalassa National Park. Furthermore, the factors that affect cyanobacterial growth. Moreover, this thesis provides information on the direct and indirect consequences of eutrophication to human health and the ecosystem. And also refers to the advanced oxidation processes that have been used to restore cyanobacterial contaminated waters. The physical-chemical characteristics of Saint George Lake are also reported. The methodology of this thesis is thoroughly described in the second chapter. Special reference is made on the experimental set-up, analytical equipment, materials, and oxidants in the experiments. The innovative oxidants that were used for cyanobacterial treatment were hydrogen peroxide, calcium peroxide, magnesium peroxide and sodium percarbonate. Also, information is given on the sampling and the experimental design. In the third chapter, the obtained results for the microscopic analysis used to identify species of cyanobacteria found in the lake are reported. *Merismopedia sp.* comprised 99% of the phytoplankton community. In addition, the results of each experiment were analysed and the performance of each oxidant was compared. In the conclusion section, a sum up of the findings is provided as well as some possible reasons for the unexpected performance of each oxidant. It is important to note, that the concentrations that have been used for hydrogen peroxide treatment did not accomplish the expected results. Therefore, the concentration of cyanobacteria increased with time, however

the concentration of green-algae (chlorophyll measurements) was also unaffected. Calcium peroxide did not affect the growth of cyanobacteria but did affect the growth of the rest of the phytoplankton. With the use of magnesium peroxide neither cyanobacteria nor the rest of phytoplankton were affected. When the sodium percarbonate concentrations of 5, 10 and 25 mg/L were used, they had negative affect, as the concentration of cyanobacteria increased, but phytoplankton remained unaffected. Taking everything into consideration, the most effective but not ideal oxidant is calcium peroxide since it was the only oxidant that succeeded in reducing the cyanobacterial growth but simultaneously affected the rest of phytoplankton's growth (chlorophyll). Calcium peroxide must be used under control because of the affection that has on the rest of phytoplankton, since it releases a major concentration of hydrogen peroxide. This thesis is concluded with some future studies to improve the performance of these oxidants.

Keywords: Cyanobacteria, Eutrophication, Saint George Lake, Hydrogen Peroxide, *Merismopedia*