



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΜΕ
ΚΟΚΚΟΥΣ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CaO₂):
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΜΗ
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΤΟΥΣ ΓΙΑ
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΝΘΙΣΗΣ ΤΟΞΙΚΩΝ
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΥΡΙΩΝ**

Παναγιώτα Αδάμου

Λεμεσός, Μάϊος 2022

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΜΕ ΚΟΚΚΟΥΣ
ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CaO_2): ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ
ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΝΘΙΣΗΣ ΤΟΞΙΚΩΝ
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΥΡΙΩΝ

της

Παναγιώτας Αδάμου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μαρία Γ. Αντωνίου

Λεμεσός, Μάϊος 2022

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Παναγιώτα Αδάμου, Μάιος 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής άσκησης Δρ. Μαρία Αντωνίου, Επίκουρη Καθηγήτρια στο τμήμα Χημικών Μηχανικών, για τη συνεχή υποστήριξη και ενθάρρυνση που παρείχε. Η καθοδήγησή της ήταν εξαιρετικά σημαντική για την πραγματοποίηση της μελέτης. Επιπλέον, οι γνώσεις και οι δεξιότητες που απέκτησα κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών θα είναι πολύτιμες στη μετέπειτα σταδιοδρομία μου.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την Ελένη Κελίρη, Διδακτορική Φοιτήτρια του τμήματος Χημικών Μηχανικών της οποίας η βοήθεια ήταν πολύτιμη κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής άσκησης μου παρείχε συμβουλές σχετικά με τη διεξαγωγή των πειραμάτων και τη συλλογή δεδομένων καθώς μου έδωσε και τις απαραίτητες γνώσεις και βάσεις για το θέμα της διπλωματικής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου, την οικογένειά μου, τους φίλους μου και συμφοιτητές μου για την ασταμάτητη στήριξή τους και το κουράγιο που μου έδιναν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου άσκησης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η άνθιση των κυανοβακτηρίων στα επιφανειακά ύδατα αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους και σημαντικότερους παράγοντες επιβάρυνσης των υδάτινων οικοσυστημάτων γλυκού νερού. Πιο συγκεκριμένα, διάφορα τοξικά κυανοβακτηριακά είδη εκκρίνουν τοξίνες (κυανοτοξίνες) οι οποίες επηρεάζουν αρνητικά την επιβίωση των ζωντανών οργανισμών στη Γη, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων και των ζώων. Η μαζική τους ανάπτυξη προκαλείται από αυξημένο φορτίο θρεπτικών συστατικών που μπορεί να προκύψει από διάφορες δραστηριότητες όπως η υπερβολική χρήση λιπασμάτων στη γεωργία, η διάθεση λυμάτων στα υδάτινα οικοσυστήματα και η απορροή αποβλήτων. Τα θρεπτικά συστατικά στο νερό προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία και επιβλαβή άνθιση των κυανοβακτηρίων καθώς τα θρεπτικά αποτελούν τροφή για τα φυτοπλαγκτόν (και κατά προέκταση για τα κυανοβακτήρια). Τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί διάφορες φυσικές, χημικές και βιολογικές μέθοδοι για το μετριασμό του προβλήματος, με τις χημικές μεθόδους να αποτελούν τις πιο εύχρηστες και οικονομικές. Το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2) είναι μία εναλλακτική λύση των αλγεοκτόνων, η οποία θεωρείται φιλική προς το περιβάλλον λύση αυτού του προβλήματος, καθώς μπορεί να περιορίσει την κυανοβακτηριακή άνθιση, στοχεύοντάς την εκλεκτικά, χωρίς την παραγωγή τοξικών παραπροϊόντων (διαλύεται σε νερό και οξυγόνο). Έρευνες όμως, έχουν δείξει πως μερικά κυανοβακτηριακά είδη χρειάζονται υψηλές δοσολογίες H_2O_2 (>5 mg/L) για την αποτελεσματική τους επεξεργασία η οποία μπορεί να επιφέρει ανεπιθύμητες παρενέργειες στο υδάτινο οικοσύστημα (π.χ. ζωοπλαγκτόν, φυτοπλαγκτόν). Σύμφωνα με πρόσφατες αναφορές από εφαρμογές στο πεδίο, υπήρχαν αρκετές περιπτώσεις άνθισης κυανοβακτηρίων όπου η απαιτούμενη συγκέντρωση του H_2O_2 ξεπερνούσε κατά πολύ το όριο των 5.0 mg/L είτε λόγω της πυκνότητας των κυανοβακτηρίων είτε λόγω του γένους των κυανοβακτηρίων (κάποια γένη χρειάζονται μεγαλύτερη συγκέντρωση οξειδωτικού λόγω της μορφολογίας τους). Πρόσφατες μελέτες του εργαστηρίου WTL-AQUA έχουν κάνει χρήση εναλλακτικών οξειδωτικών όπως οι κόκκοι υπεροξειδίου του ασβεστίου (CaO_2), οι οποίοι κατά την τοποθέτησή τους στο νερό απελευθερώνουν σταδιακά H_2O_2 και O_2 . Η εφαρμογή των μεταλλικών κόκκων υπεροξειδίου είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερη απόδοση στην επεξεργασία των κυανοβακτηρίων και μικρότερη υπολειπόμενη συγκέντρωση H_2O_2 στο νερό, ενισχύοντας την υπόθεση ότι οι κόκκοι

μπορούν να αντικαταστήσουν την άμεση χρήση του H_2O_2 . Ωστόσο, είναι εξίσου σημαντικό να μελετηθεί περαιτέρω ο τρόπος εφαρμογής τους καθώς μπορεί να επιφέρουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις με την άμεση εναπόθεσή τους στα ύδατα. Οι πιθανές παρενέργειες είναι η αύξηση της τιμής του pH πάνω από το 10 και η αύξηση της θολερότητας λόγω της απελευθέρωσης δυσδιάλυτου $Ca(OH)_2$ καθώς και η τοξικότητα σε ψάρια και ζωοπλαγκτόν λόγω της διαθεσιμότητας των κόκκων προς κατανάλωση. Σε αυτή τη μελέτη, για την εξάλειψη των πιθανών παρενεργειών, οι κόκκοι εγκλείστηκαν σε διάφορα υφασμάτινα συστήματα για τη μείωση της διαθεσιμότητάς τους στο οικοσύστημα, υποθέτοντας ότι με τη δέσμευσή τους δε θα περιοριστεί η συγκέντρωση του H_2O_2 που απελευθερώνουν και ότι τα υφάσματα θα συγκρατούν το ίζημα μειώνοντας την αύξηση της τιμής του pH στο νερό. Επιπλέον, η τοποθέτηση των κόκκων σε υφάσματα θεωρείται μία βιώσιμη μέθοδος καθώς γίνεται χρήση ανακυκλωμένων και επαναχρησιμοποιημένων υλικών προάγοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, έναν από τους βασικούς στόχους της ΕΕ και του ΟΗΕ. Όλα τα παραπάνω περιγράφονται αναλυτικά στο εισαγωγικό μέρος της διπλωματικής.

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη μελέτη της αποτελεσματικότητας των κόκκων CaO_2 ως προς την απελευθέρωση H_2O_2 με τη χρήση διαφορετικών υφασμάτινων συστημάτων, καθώς και η σύγκριση της απελευθέρωσης H_2O_2 από την άμεση τοποθέτηση των κόκκων σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε πέρυσι. Επιπλέον, αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των κόκκων για την επεξεργασία κυανοβακτηριακών καλλιιεργειών *Microcystis* sp., και με τις δύο περιπτώσεις (απευθείας εναπόθεση και μέσω των υφασμάτινων συστημάτων). Μελετήθηκαν συγκεκριμένες συγκεντρώσεις κόκκων CaO_2 (0.5, 1.0 και 2.0 g/L CaO_2) οι οποίοι τοποθετήθηκαν μέσα σε τέσσερα διαφορετικά υφάσματα: (I) ύφασμα από φόδρα τσέπης, (II) μη υφαντό ύφασμα εσωτερικής επένδυσης, (III) διχτυωτό ύφασμα από πολυεστέρα και (IV) χάρτινο φίλτρο τοποθετημένο σε καλσόν 20 DEN. Στη συνέχεια τα τέσσερα υφασμάτινα συστήματα τοποθετήθηκαν σε δείγματα επιφανειακού νερού του Κούρη για την εξέταση της ικανότητας απελευθέρωσης H_2O_2 ενώ τα συστήματα I-III μελετήθηκαν περαιτέρω για την εύρεση της καταλληλότητάς τους ως προς τον περιορισμό της καλλιέργειας *Microcystis* sp. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων επεξεργασίας πραγματοποιήθηκε καταγραφή του στιγμιαίου φθορισμού, της κβαντικής απόδοσης, της υπολειπόμενης συγκέντρωσης και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (pH, Αγωγιμότητα, Αλατότητα και TDS). Επιπλέον, διενεργήθηκαν μελέτες περίπτωσης

με το υφασμάτινο σύστημα (I) για επεξεργασία των καλλιιεργειών *Aphanizomenon* sp. και *Microcystis* sp. σε ήδη επιρυσπασμένα ύδατα (λίμνη Αθαλάσσης, ποταμός Πόλις). Στο δεύτερο μέρος του δοκιμίου, περιγράφονται λεπτομερώς οι πειραματικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την κινητική απελευθέρωσης του H_2O_2 από τους κόκκους CaO_2 εγκλεισμένους σε υφάσματα, καθώς και για την επεξεργασία υδάτων μολυσμένων με την κυανοβακτηριακή καλλιέργεια *Microcystis* sp. και *Aphanizomenon* sp.

Στη συνέχεια, στο τρίτο μέρος της διπλωματικής παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων μέσω γραφικών παραστάσεων όπου φαίνεται η ικανότητα απελευθέρωσης H_2O_2 από διάφορες συγκεντρώσεις κόκκων CaO_2 εγκλεισμένους στα διάφορα υφάσματα καθώς και η αποτελεσματικότητα του οξειδωτικού στην καταστροφή της κυανοβακτηριακής καλλιέργειας *Microcystis* sp. Δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ της μέγιστης συγκέντρωσης H_2O_2 που απελευθερώθηκε από τους ελεύθερους κόκκους και μέσω υφασμάτων από φόδρα τσέπης, εσωτερικής επένδυσης και από πολυεστέρα καθώς από τη μέγιστη συγκέντρωση CaO_2 (2.0 g/L) απελευθερώθηκαν μέχρι και 12.0, 13.5 και 12.0 mg/L H_2O_2 αντίστοιχα. Το σύστημα με το χάρτινο φίλτρο σε καλσόν 20 DEN είχε πολύ χαμηλή απελευθέρωση σε συγκέντρωση H_2O_2 και δε χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα επεξεργασίας ενώ τα υπόλοιπα υφασμάτινα συστήματα διερευνήθηκαν περαιτέρω για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας τους. Πιο ικανοποιητικό περιορισμό εμφάνισαν οι κόκκοι εγκλεισμένοι στο ύφασμα εσωτερικής επένδυσης καθώς η συγκέντρωση 2.0 g/L μείωσαν τόσο τον στιγμιαίο φθορισμό όσο και τη κβαντική απόδοση των κυανοβακτηρίων υποδηλώνοντας την πλήρη καταστροφή των κυανοβακτηριακών κυττάρων. Τα υπόλοιπα συστήματα είχαν αρκετά καλή απόδοση εντός 24 ωρών αλλά μετέπειτα η κβαντική απόδοση αποκαθίστατο που σημαίνει ότι η επεξεργασία κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν ήταν ικανοποιητική και αποτελεσματική. Από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (pH, Αγωγιμότητα, Αλατότητα και TDS) που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, πιο σημαντική παράμετρο αποτελεί η τιμή του pH και παρατηρήθηκε ότι τα συστήματα υφασμάτων εκτός από το ύφασμα από πολυεστέρα, έδωσαν τιμή μικρότερη του 10.0 ενώ στα πειράματα όπου οι κόκκοι τοποθετήθηκαν απευθείας στο νερό η τιμή του pH ήταν μεγαλύτερη του 10 το οποίο είναι επικίνδυνο για ένα οικοσύστημα γλυκού νερού. Η αγωγιμότητα, η αλατότητα και τα TDS βρίσκονταν μέσα στα αποδεκτά όρια για τα οικοσυστήματα γλυκού νερού καθώς δεν επηρεάστηκαν ιδιαίτερα. Στη μελέτη περίπτωσης, όπου εξετάστηκε η εφαρμογή των

κόκκων μέσω του υφάσματος από φόδρα τσέπης, στο νερό από τη λίμνη του Αγίου Γεωργίου (Αθαλάσσα) παρατηρήθηκε ότι παρόλο που ο φθορισμός είχε μειωθεί, η κβαντική απόδοση παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα, κάτι που υποδηλώνει πως τα κυανοβακτηριακά κύτταρα δεν είχαν καταστραφεί. Η μειωμένη απόδοση του συστήματος πιθανό να συνέβη λόγω του μεγάλου οργανικού φορτίου που υπήρχε στο νερό το οποίο καταναλώθηκε από το οξειδωτικό, περιορίζοντας τη διαθεσιμότητά του προς τα κυανοβακτήρια. Στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης που διενεργήθηκε με το νερό του ποταμού της Πόλις Χρυσοχούς και της κυανοβακτηριακής καλλιέργειας *Aphanizomenon* sp., παρατηρήθηκε πλήρης καταστροφή των κυανοβακτηριακών κυττάρων. Επομένως, τόσο η δοσολογία των κόκκων που θα χρησιμοποιηθεί όσο και τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στο νερό αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία του περιορισμού κυανοβακτηριακών ανθίσεων.

Η χρήση υφασμάτων μπορεί να θεωρηθεί ως μία εναλλακτική λύση καθώς οι κόκκοι διατηρούν την ικανότητα απελευθέρωσης του H_2O_2 , περιορίζοντας όμως έτσι τη διάθεση τους στα ύδατα και τις ανεπιθύμητες επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει η άμεση εφαρμογή τους στο νερό. Τέλος, η εφαρμογή των κόκκων μέσω των υφασμάτων των συστημάτων είναι μία βιώσιμη λύση η οποία επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση υφασμάτων σε μεθόδους επεξεργασίας επιφανειακών υδάτων επιμολυσμένα με κυανοβακτήρια.

Λέξεις κλειδιά: CaO_2 , H_2O_2 , *Microcystis* sp., Κούρης, υφάσματα, κυκλική οικονομία

ABSTRACT

Cyanobacteria harmful algal blooms (cyano-HABs) on surface water is one of the most important factors that affect the wellness of freshwater ecosystems. Specifically, cyano-HABs cause a profound effect on the survival of several living organisms in Earth, including humans and animals due to their potency to release a group of toxins, called cyanotoxins. Their overgrowth is a result of water contamination with excess load of nutrients, derived from human activities such as overuse of fertilizers in agriculture and farming, wastewater disposal in aquatic ecosystems, and sewage run-offs. Nutrients that found their way into the waterbodies are causing a phenomenon known as “eutrophication” resulting in their rapid blooming as these nutrients comprise food for phytoplankton (and cyanobacteria). Over the years, physical, chemical, and biological methods have been applied to mitigate the problem in-situ, with chemical methods being the easiest and cheapest methods to apply. Hydrogen peroxide (H_2O_2) is an alternative to algicides solution, which is considered the most environmentally friendly solution for the mitigation of cyanobacterial blooms by targeting them selectively without the formation of toxic by-products (as it dissolves into water and oxygen). However, studies have shown that persistent cyanobacterial species need high doses of H_2O_2 (>5 mg/L) for their effective treatment, which can cause undesirable side-effects on the aquatic ecosystem (e.g., zooplankton, phytoplankton). According to recent reports from field applications, several cases of cyano-HABs blooming required H_2O_2 dose exceeded the 5.0 mg/L limit, either due to the population density of cyanobacteria or due to the genus of cyanobacteria (some genera require a higher oxidant concentration due to their morphology). Recent studies of the Water Treatment Laboratory - AQUA utilized alternative oxidants such as calcium peroxide (CaO_2) granules, that gradually release H_2O_2 and O_2 when the granules are applied in water. The application of these metallic peroxide granules resulted in higher treatment efficiency and less residual H_2O_2 into the water, enhancing the hypothesis that these granules can replace the direct high doses of H_2O_2 . However, it is of great importance to investigate further their application method since there are some undesirable side effects when they are applied directly in water. Those side effects are the increase of the pH value above 10 and turbidity due to the release of the insoluble $Ca(OH)_2$. Moreover, the granules themselves can cause toxicity to fish and zooplankton if they are consumed or exposed to them. In this study, in order to eliminate their potential

side effects, the granules were enclosed in different types of fabrics, minimizing their availability to the ecosystem. By doing so, we assumed that their ability to release H_2O_2 will be retained, as well as the fabrics will hold the precipitate, hence eliminate the drastic increase of the pH. Moreover, enclosing the granules in fabrics can be considered as a sustainable act since it utilizes recycled and reused materials promoting the principles of circular economy, one of the main goals of the EU and the UN Sustainable Development Goals.

Based on the above, the main objective of this study was to evaluate the ability of CaO_2 granules in releasing H_2O_2 when enclosed in four different types of fabric systems, as well as to compare H_2O_2 release in direct and enclosed application in surface water. The direct release has already been investigated in a previous study. Furthermore, this study investigated the effectiveness of the granules to combat a cyanobacterial culture, the *Microcystis* sp., in both cases (direct and enclosed application). Selected concentrations of CaO_2 granules (0.5, 1.0, and 2.0 g/L CaO_2) were enclosed in the following four different types of fabric material: (I) natural twill fabric for pocket lining, (II) non-woven interlining fabric, (III) polyester mosquito netting fabric, and (IV) paper filter wrapped in 20 DEN tights. The four delivery systems were applied into surface water collected from Kouris Reservoir, to examine their release properties, while the systems I-III were further investigated to determine their efficiency for the mitigation of *Microcystis* sp. Instantaneous fluorescence, quantum yield, residual oxidant, and the physicochemical characteristics (pH, Conductivity, Salinity and TDS) were recorded during treatment. Moreover, experiments with fabric system I were performed with the cultures *Aphanizomenon* sp. and *Microcystis* sp. in actual contaminated surface waters (Athalassas Lake, Polis River), to investigate the performance of these systems in environmental samples (case studies). Detailed experimental procedures are described in the second part of the thesis, for the evaluation of the kinetic release of H_2O_2 from CaO_2 granules enclosed in fabrics, as well as for the treatment of the *Microcystis* sp. culture in surface water and *Aphanizomenon* sp.

The third part of this thesis, presents the results of the experiments described above on the release of H_2O_2 from various concentrations of CaO_2 granules enclosed in different types of fabric, as well as the oxidant's effectiveness in destroying the cyanobacterial culture *Microcystis* sp. No difference was observed between the maximum concentration

that was released from the direct application of the granules in the matrix and the use of natural twill fabric for pocket lining, non-woven interlining fabric and polyester mosquito netting fabric, which released up to 12.0, 13.5 and 12.0 mg/L respectively, by applying 2.0 g/L CaO₂ granules enclosed in fabrics. The paper filter that was wrapped in 20 DEN tights had the lowest release of H₂O₂ and therefore was not utilized in treatment experiments while the rest of the fabrics were further examined for their treatment efficiency. The most effective system was the non-woven interlining fabric, as the 2.0 g/L granules concentration significantly reduced both instantaneous fluorescence and quantum yield of cyanobacteria indicating their cell destruction. The rest of the fabrics were also efficient within 24 hours, but the quantum efficiency was later restored meaning that the treatment process was not effective under these conditions. Among the physicochemical characteristics (pH, Conductivity, Salinity and TDS) that were recorded during the treatment experiments, the most important was the pH value. It was observed that the fabric systems, besides the polyester mosquito netting fabric, resulted in pH <10.0, while in the direct application of granules the pH value reached pH >10.0, which is considered dangerous for the freshwater ecosystem. Conductivity, Salinity and TDS were not significantly affected, as they were within acceptable limits for freshwater ecosystems. For the treatment with water from contaminated sites, the application of treatment in water collected from St. George Lake (Athalassa), caused the reduction of fluorescence but the quantum yield remained high throughout the treatment indicating that the cyanobacterial cells were not affected. The reduced treatment efficiency may have been caused by the high amount of organic load that was present in the water and was consumed by the oxidant, making it less available for cyanobacteria. The second case study utilized water collected from the river in Polis Chrysochous, and spiked with *Aphanizomenon* sp., and a complete destruction of cyanobacterial cells was observed. Thus, both the dosage of granules used, and the water quality characteristics of the treated water are important factors for the mitigation of cyanobacterial blooms.

The use of fabrics can be considered as an alternative solution since they retained the H₂O₂ releasing properties of the granules, while limiting their availability in the water matrix and hence reducing the side effects which are caused by their direct application in water. Finally, enclosing the granules in the fabrics is a sustainable act which allows the reuse of fabrics for the treatment of surface water contaminated with cyanobacteria.

Keywords: CaO₂, H₂O₂, *Microcystis* sp., Kouris dam, fabrics, circular economy