



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών Και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΤΩΝ
ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ
ΚΟΚΚΩΔΟΥΣ ΙΛΥΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΘΑΝΟΓΕΝΕΣΗ
ΕΧΟΝΤΑΣ ΩΣ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟ CO₂
ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΙΚΟ ΣΙΔΗΡΟ**

Μαρία Ανδρονίκου

Λεμεσός, Μάιος 2018

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

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΤΩΝ
ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΚΟΚΚΩΔΟΥΣ
ΙΛΥΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΘΑΝΟΓΕΝΕΣΗ ΕΧΟΝΤΑΣ ΩΣ
ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟ CO₂ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΙΚΟ
ΣΙΔΗΡΟ

της

Μαρίας Ανδρονίκου

Λεμεσός, Μάιος 2018

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Μελέτη μεταβολικών διαδρομών των μικροοργανισμών της αναερόβιας κοκκώδους ιλύος κατά την μεθανογένεση έχοντας ως μοναδική πηγή άνθρακα το CO₂ και μεταλλικό σίδηρο

Παρουσιάστηκε από

Μαρία Ανδρονίκου

Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Βυρίδης Επίκουρος Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Μιχάλης Κουτίνας Επίκουρος Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Κώστας Κώστα Καθηγητής

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2018

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μαρία Ανδρονίκου, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, η οποία υλοποιήθηκε στα Ερευνητικά Εργαστήρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Δρ. Βυρίδη Ιωάννη ο οποίος μου προσέφερε το ενδιαφέρον θέμα και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντάς μου τη δυνατότητα να εκπονήσω την μεταπτυχιακή διατριβή μου στο συγκεκριμένο θέμα. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερα για την άψογη συνεργασία όλο αυτό το χρονικό διάστημα, τις πολύτιμες γνώσεις, συμβουλές, καθώς και για την απρόσκοπτη υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στους διδακτορικούς φοιτητές Μαρία Πάτσалу και Χάρη Σαμανίδη για την βοήθεια τους κατά την εκτέλεση των πειραμάτων παραχωρώντας μου σημαντικό μέρος από τον πολύτιμο τους χρόνο. Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου για την ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν το διάστημα αυτό και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου καθώς και τους καρδιακούς μου φίλους για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόηση τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η μελέτη ερευνά να εντοπίσει ποια ακριβώς είναι τα μεταβολικά μονοπάτια που ευνοούνται κατά την μεθανογένεση έχοντας ως νέα προσέγγιση την χρήση και μετατροπή του CO₂ σε CH₄ χρησιμοποιώντας τον μεταλλικό στοιχειακό σίδηρο (Zero Valent Iron: ZVI) και την αναερόβια κοκκώδη ιλύ. Πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει το ZVI για την τόνωση της αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων και λυμάτων. Μέχρι στιγμής, όμως, έχουν γίνει λίγες έρευνες σχετικά με τη χρήση του ZVI και της αναερόβιας κοκκώδους ιλύος για τη μετατροπή του CO₂ ως μοναδικού ανθρακικού υποστρώματος σε CH₄. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για τις βέλτιστες συνθήκες, σε ότι αφορά την τιμή του pH προέκυψε η τιμή pH 6 όταν υπόκειται σε ημερήσια ρύθμιση του. Για την αποτελεσματικότερη τιμή συγκέντρωσης του ZVI για 2 g L⁻¹ αναερόβιας κοκκώδους ιλύος ήταν η τιμή 100 g L⁻¹. Για να επισημανθούν οι μικροβιακές οδοί για τη μετατροπή του CO₂ σε CH₄, οι ακόλουθοι αναστολείς προστέθηκαν ανεξάρτητα: αντιβιοτικά για την αναστολή βακτηρίων, BES για την αναστολή των μεθανογόνων και CHCl₃ για την αναστολή των βακτηρίων και των μεθανογόνων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν προστέθηκαν αντιβιοτικά, δεν είχαν καμία αρνητική επίδραση στη μετατροπή του CO₂ σε CH₄ και στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ZVI. Αυτό δείχνει ότι το CO₂ μετατρέπεται σε CH₄ μέσω των *hydrogenotrophic methanogens* και η συμβολή των *homoacetogens* ήταν αμελητέα. Η αναερόβια κοκκώδης ιλύς που εκτέθηκε σε 100 g L⁻¹ ZVI (που παρήγαγε 31 mL CH₄ σε 288 ώρες) δημιούργησε μυρμηκικό οξύ (172 mg L⁻¹) ως κύριο πτητικό λιπαρό οξύ στις πρώτες 72 ώρες και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά ενώ η έκθεση της κοκκώδους λάσπης σε ZVI και BES δεν είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία CH₄ και τη συσσώρευση των VFA's, οπότε μετά από 192 ώρες η συγκέντρωση μυρμηκικού οξέος, οξικού οξέος και προπιονικού οξέος ήταν 600 mg L⁻¹, 427 mg L⁻¹ και 76 mg L⁻¹ αντίστοιχα.

Λέξεις κλειδιά: Αναερόβια κοκκώδης ιλύς, χρήση διοξειδίου του άνθρακα, στοιχειακός σίδηρος, υδρογονοτρόφοι μεθανογόνοι, οξικογένεση, μεθάνιο.

ABSTRACT

This study investigates exactly which metabolic pathways are favored by a new approach where there is utilization and conversion of CO₂ to CH₄ by using Zero Valent Iron (ZVI) and anaerobic granular sludge. Numerous studies have used ZVI to stimulate the anaerobic digestion of waste and wastewater. Up to date however, little research has been done on the use of ZVI and anaerobic granular sludge for the conversion of CO₂ as a sole carbon substrate to CH₄. The results showed that at initial pH of 6 under daily pH regulation contributed to substantial CH₄ production. For the most effective concentration value of ZVI for 2 g L⁻¹ anaerobic granular sludge was the value of 100 g L⁻¹. To point out the microbial pathways for CO₂ conversion to CH₄, the following inhibitors were independently added: antibiotics for bacteria inhibition, BES for methanogens inhibition and CHCl₃ for inhibition of bacteria and methanogens. Results showed that when antibiotics were added, they did not have any negative effect on CO₂ conversion to CH₄. This demonstrates that CO₂ is converted to CH₄ through *hydrogenotrophic methanogens* and the contribution of homoacetogens was negligible. The anaerobic granular sludge exposed to 100 g L⁻¹ ZVI (produced 31 mL CH₄ at 288 h) has generated formic acid (172 mg L⁻¹) as the main volatile fatty acid in the first 72 h and then it was gradually decreased. The exposure of granular sludge to ZVI and BES resulted in no generation of CH₄ and accumulation of VFAs so after 192 h the formic acid, acetic acid and propionic acid concentration was 600 mg L⁻¹, 427 mg L⁻¹ and 76 mg L⁻¹ respectively.

Keywords: anaerobic granular sludge, CO₂ utilization, homoacetogenesis, hydrogenotrophic methanogens, Zero Valent iron, methane