



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ
ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΙΟΝΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΑΝΤΙΞΕΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ**

Στέφανη Ιωάννου

Λεμεσός, Μαΐος 2017

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

Πτυχιακή εργασία

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ
ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΙΟΝΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ
ΑΛΛΩΝ ΑΝΤΙΕΘΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Στέφανη Ιωάννου

Επιβλέπων καθηγητής

Δρ. Ιωάννης Βυρίδης

Λεμεσός, Μάιος 2017

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Στέφανη Ιωάννου, 2017

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.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή μου Δρ. Ιωάννη Βυρίδη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου με την ανάθεση της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τις πολύτιμες του γνώσεις, το χρόνο του, τη κατανόηση και τις συμβουλές που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αλλά και για την υποστήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ωστόσο, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω προσωπικά στην ομάδα των υποψήφιων διδακτορικών και συγκεκριμένα στον Χάρη Σαμανίδη, στη Μαρία Πάτσαλου, τον Παναγιώτη Χαραλάμπους και την Μαρία Κυριάκου καθώς επίσης και στους συμφοιτητες μου Χρίστο Γιακουμή, Ευαγγελία Παναγιώτου, Ιρένα Κυπριανίδου, Ελένη Κυριάκου και όλη την υπόλοιπη ερευνητική ομάδα για την απλόχερη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών πειραμάτων, τις γνώσεις και τις συμβουλές τους. Η συνεργασία τόσο με το Δρ. Βυρίδη καθώς και με όλη την ερευνητική ομάδα υπήρξε μοναδική διδακτική εμπειρία σε ένα φιλικό και γεμάτο θετική ενέργεια κλίμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου και τους φίλους μου οι οποίοι ήταν πάντα δίπλα μου κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, στηρίζοντας με σε κάθε δύσκολη στιγμή.

« Τα αγαθά κόποις κτώνται »

(Αριστοτέλης, 384-322 π.Χ.)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο έλεγχος επίδρασης των compatible solutes και συγκεκριμένα του glycine betaine κατά την εξωγενή προσθήκη του σε διάφορες περιπτώσεις της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης, παρουσία ιοντικής ισχύς και άλλων αντίξοων συνθηκών όπως η έκθεση υπο αερόβιας συνθήκες και χαμηλές θερμοκρασίες. Η διεξαγωγή όλων των εργαστηριακών δοκιμών βασίζεται στον έλεγχο απόδοσης και παραγωγής μεθανίου μέσω χρήσης αέριου χρωματογράφου (GC), αεροστεγούς γυάλινης σύριγγας καθώς και κατάλληλων υπολογισμών εκ των οποίων προκύπτει ο υπολογισμός της μέσης αθροιστικής παραγωγής μεθανίου.

Αρχικά στη 1^η εργαστηριακή δοκιμή εξετάζονται οι συγκεντρώσεις αλατότητας των 25, 35 και 50 g/L (NaCl), παρουσία C.S. (5 mM G.B. → $m_{G.B.} = 0.585$ g) κατά την οποία βρέθηκε να έχουν θετική επίδραση στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (35, 50 g/L) σχετικά με το ρυθμό παραγωγής CH₄ καθώς και αρνητική επίδραση κατά τη προσθήκη τους στη χαμηλότερη συγκέντρωση, δηλαδή των 25 g/L. Γεγονός το οποίο διακρίνεται στα προκύπτοντα αποτελέσματα της μέσης αθροιστικής παραγωγής CH₄ με τις τιμές να είναι 13.02, 112.23 και 81.07 ml αντίστοιχα. Ακολούθως, στη 2^η και 3^η εργαστηριακή δοκιμή εξετάζονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αλατότητας όπως αυτές των 75 και 100 g/L (NaCl) αντίστοιχα, με/χωρίς τη προσθήκη διαφορετικών συγκεντρώσεων του G.B. (0.1 mM G.B. → $m_{G.B.} = 0.0117$ g, 1 mM G.B. → $m_{G.B.} = 0.117$ g και 5 mM G.B. → $m_{G.B.} = 0.585$ g), κατά τις οποίες βρέθηκε ότι οι συγκεκριμένες ενώσεις επηρεάζουν αρνητικά το συγκεκριμένο εύρος αλατότητας, με τα αποτελέσματα της Μ.Α.Π. του CH₄ να είναι 47.73 έναντι 25.33, 36.57 και 29.68 ml αντίστοιχα για την 2^η εργαστηριακή δοκιμή, καθώς και 52.94 έναντι 44.62, 37.17 και 43.09 ml αντίστοιχα για την 3^η εργαστηριακή δοκιμή. Όσο αφορά την 4^η εργαστηριακή δοκιμή κατά την οποία πραγματοποιήθηκε έκθεση της βιομάζας για το χρονικό διάστημα των 48 ωρών σε συγκεντρώσεις αλατότητας των 35 και 75 g/L (NaCl), παρουσία/απουσία του G.B. (1 mM → $m_{G.B.} = 0.117$ g) βρέθηκε ότι για την υψηλότερη συγκέντρωση αλατότητας υπάρχει δυνατότητα επαναπροσαρμογής των δειγμάτων κατά την επανέκθεση τους σε κανονικές συνθήκες, με τη Μ.Α.Π. CH₄ να είναι 106.41 ml παρουσία του G.B. και 96.93 ml απουσία του. Επιπλέον, στη 5^η εργαστηριακή δοκιμή κατά την οποία πραγματοποιήθηκε έκθεση της βιομάζας στους -20°C για το χρονικό διάστημα των 30 ημερών με/χωρίς τη προσθήκη 1 mM G.B., βρέθηκε ότι η συγκεκριμένη συμβατή διαλυτή ουσία έχει θετική επίδραση τόσο κατά τη προσαρμογή της βιομάζας καθώς και στη προστασία της στις συγκεκριμένες συνθήκες, έχοντας Μ.Α.Π CH₄ 64.46 ml έναντι 57.48 ml απουσία του. Αντίθετα, όσο αφορά την 6^η εργαστηριακή δοκιμή η οποία αποσκοπούσε σε παρόμοια διερεύνηση με τη 5^η, έχοντας ως μοναδική διαφορά την έκθεση της βιομάζας στους 4°C, βρέθηκε ότι η προσθήκη του G.B. δεν φέρει θετικά αποτελέσματα στις

συγκεκριμένες συνθήκες, με τη Μ.Α.Π CH₄ να είναι 33.48 παρουσία του έναντι 43.21 ml απουσία του.

Όσο αφορά την 7^η εργαστηριακή δοκιμή, στην οποία πραγματοποιήθηκε έκθεση της βιομάζας υπο αερόβιες συνθήκες για το χρονικό διάστημα των επτά ημερών με/χωρίς της προσθήκη 1 mM G.B. βρέθηκε ότι η χρήση του συγκεκριμένου C.S. έχει θετική επίδραση στις συγκεκριμένες συνθήκες με τα αποτελέσματα της Μ.Α.Π CH₄ να είναι 44.91 έναντι 40.57 ml, αντίστοιχα. Παρόλ'αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο στη 7^η καθώς και στις δυο προηγούμενες εργαστηριακές δοκιμές, βρέθηκε ότι η συγκεκριμένη βιομάζα ενδέχεται να είναι ανθεκτική στις αντίξοες συνθήκες όπου εξετάστηκε. Ακολούθως, στη προτελευταία εργαστηριακή δοκιμή, την 8^η, όπου εξετάζεται η προσθήκη 1 mM G.B. σε Α.Χ. παρουσία θαλασσινού νερού και χρήσης κατάλοιπων του *P.O.* σε δυο feedings, βρέθηκε ότι η συγκεκριμένη ένωση επιδρά θετικά, με τη Μ.Α.Π CH₄ για το 1^ο feeding να είναι 48.7 ml παρουσία του, έναντι 33.13 ml απουσία του, καθώς και 74.21 ml έναντι 46.11 ml αντίστοιχα για το 2^ο feeding. Τέλος, στην 9^η εργαστηριακή δοκιμή όπου εξετάζονται διάφορες περιπτώσεις σχετικά με το μέγεθος, την ύπαρξη θρεπτικών και τη προσθήκη C.S. σε Α.Χ. *P.O.* παρουσία θαλασσινού νερού, βρέθηκε ότι η ύπαρξη τόσο των θρεπτικών καθώς και η προσθήκη των C.S είναι απαραίτητη, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγή CH₄, ενώ το συγκεκριμένο μέγεθος το οποίο ελέγχθηκε δε φέρει θετικά αποτελέσματα (44.72 ml έναντι 62.85 ml κανονικού μεγέθους).

Λέξεις κλειδιά: Αναερόβια Χώνευση, Αέρια Χρωματογραφία, Αντίξοες συνθήκες, Ιοντική ισχύς, Μεθάνιο, Compatible Solutes, Glycine Betaine, *Posidonia Oceanica*

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to control the effect of compatible solutes and particularly the effect of glycine betaine on its exogenous addition in various cases of the anaerobic digestion process such as the presence of ionic strength and other adverse conditions such as exposure under aerobic conditions and low temperatures. The performance of all laboratory tests is based on the performance control and methane production using gas chromatography (GC), an airtight glass syringe and appropriate calculations resulting in the calculation of the mean cumulative methane production. Initially in the 1st laboratory test, salinity concentrations of 25, 35 and 50 g / L (NaCl) were examined, in the presence of C.S. (5 mM G.B. → mG.B. = 0.585 g) in which it was found to have a positive effect on the higher concentrations (35, 50 g / L) relative to CH₄ production rate as well as a negative effect upon their addition to the lowest concentration, which is the 25 g / L. A fact which is distinguished in the resulting results of mean cumulative CH₄ production with the values being 13.02, 112.23 and 81.07 ml, respectively. Subsequently, higher salinity concentrations such as those of 75 and 100 g / L (NaCl), respectively, with or without the addition of various concentrations of G.B. are examined in the 2nd and 3rd laboratory tests. (0.1 mM G.B. → mG.B. = 0.0117g, 1mM G.B. → mG.B. = 0.117g and 5mM G.B. → mG.B. = 0.585g), where it was found that these compounds negatively affected the specific salinity range, and the results of A.C.P. Of CH₄ were 47.73 vs. 25.33, 36.57 and 29.68 ml respectively for the 2nd laboratory test, and 52.94 vs. 44.62, 37.17 and 43.09 ml respectively for the 3rd laboratory test. With regard to the 4th laboratory test in which the biomass was exposed for a period of 48 hours at salinity concentrations of 35 and 75 g / L (NaCl), the presence / absence of G.B. (1 mM → mG.B. = 0.117 g) it was found that for the higher salinity concentration it is possible to readjust the samples upon re-exposure under normal conditions, with the A.C.P. CH₄ is 106.41 ml in the presence of G.B., and 96.93 ml in its absence. In addition, in the 5th laboratory test at which the biomass was exposed at -20 ° C for a period of 30 days with / without the addition of 1 mM G.B., it was found that this compatible soluble substance had a positive effect both on the biomass adaptation as well as its protection under the specific conditions, having an A.C.P CH₄ of 64.46 ml in contrast with 57.48 ml in the absence. On the other hand, with regard to the 6th laboratory test, which aimed at a similar investigation with the 5th, having only the biomass exposure at 4 °C, it was found that the addition of G.B. Has no positive effect on specific conditions, with A.C.P CH₄ being 33.48 in the presence of 43.21 ml absent. With respect to the 7th laboratory test, in which the biomass was exposed under aerobic conditions for the seven day period with / without the addition of 1 mM G.B. it was found that the use of this C.S. has a positive effect on specific conditions with the results of A.C.P. CH₄ being 44.91 versus 40.57 ml, respectively. However, it is worth noting that both in the 7th as well as in the two previous laboratory tests, it was found that this biomass may be resistant to

adverse conditions where it was tested. Subsequently, in the penultimate laboratory test, the 8th, where the addition of 1 mM G.B. in A.D. is tested, the presence of seawater and the use of residues of the P.O. in two feedings, it was found that this compound had a positive effect, with A.C.P CH₄ for 1st feeding being 48.7 ml in the presence, against 33.13 ml in the absence, as well as 74.21 ml versus 46.11 ml respectively for the 2nd feeding. Finally, in the 9th laboratory test where various cases concerning size, nutrition and addition of C.S. in A.D. P.O. in the presence of seawater, it was found that the presence of both nutrients and addition of C.S. is necessary, leading to increased CH₄ production, whereas the specific size tested did not produce positive results (44.72 ml vs. 62.85 ml of normal size).

Keywords: Anaerobic Digestion, Gas Chromatography, Adverse condition, Ionic strength, Methane, Compatible Solutes, Glycine Betaine, *Posidonia Oceanica*