



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

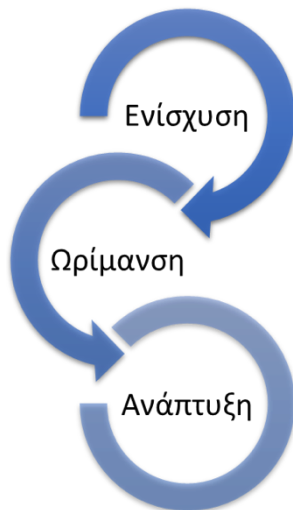
«Ανταγωνιστικότητα Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία»

ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ

«03 Ανάπτυξη μηχανισμών στήριξης της επιχειρηματικότητας»

Τίτλος Έργου

**Ανάπτυξη Νέων Καινοτόμων Ενεργειακών Τεχνολογιών
Χαμηλού Ανθρακικού Αποτυπώματος για την Ενίσχυση της
Αριστείας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας**



EXCEL-W-Mac

Παραδοτέο 6.9

Τεχνική έκθεση για τις πειραματικές δοκιμές των υβριδικών μικροβιακών κελιών

Τεχνική έκθεση για τις πειραματικές δοκιμές των υβριδικών μικροβιακών κελιών

Έργο	Ανάπτυξη Νέων Καινοτόμων Ενεργειακών Τεχνολογιών Χαμηλού Ανθρακικού Αποτυπώματος για την Ενίσχυση της Αριστείας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας
Ακρωνύμιο/Κωδικός	EXCEL-W-Mac / MIS 5047197
Φορέας	Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Υποέργο	ΥΕ1 – Υποέργο Αυτεπιστασίας ΠΔΜ
Ενότητα Εργασίας	ΕΕ2 – ΑΠΕ και Υλικά
Πακέτο Εργασίας	ΠΕ 6 – Ανάπτυξη και Εφαρμογή Εναλλακτικών Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων
Δράση	Πειραματικές δοκιμές πιλοτικής διάταξης διαχείρισης υγρών αποβλήτων
Παραδοτέο	Π6.9 – Τεχνική έκθεση για τις πειραματικές δοκιμές των υβριδικών μικροβιακών κελιών
Διαβάθμιση	Δημόσιο Έγγραφο
Μήνας Παράδοσης	Σεπτέμβριος 2023 (Μ40)
Έκδοση	1 (Τελικό)
Όνομα Αρχείου/Μέγεθος	“EXCEL-W-Mac-Π6.13_v1.docx” / 1219 Kb
Συγγραφείς	Κ. Λάλας, Ζ/ Φροντιστής
Άδεια χρήσης	Το παραδοτέο υπόκειται στην άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
Αποποίηση Ευθύνης	Το έγγραφο αυτό αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις των δημιουργών του

Ιστορικό Τροποποιήσεων Παραδοτέου

Έκδοση	Ημ/νια	Τροποποιήσεις	
		Περιγραφή Τροποποίησης	Τροποποιήθηκε από
V1	14/09/2023	Ολοκλήρωση και υποβολή	Ζαχαρίας Φροντιστής

Περιεχόμενα

Ιστορικό Τροποποιήσεων Παραδοτέου	3
Περίληψη	5
1. Εισαγωγή.....	6
2. Αποτελέσματα	9
3. Συμπεράσματα	11
Βιβλιογραφία.....	12

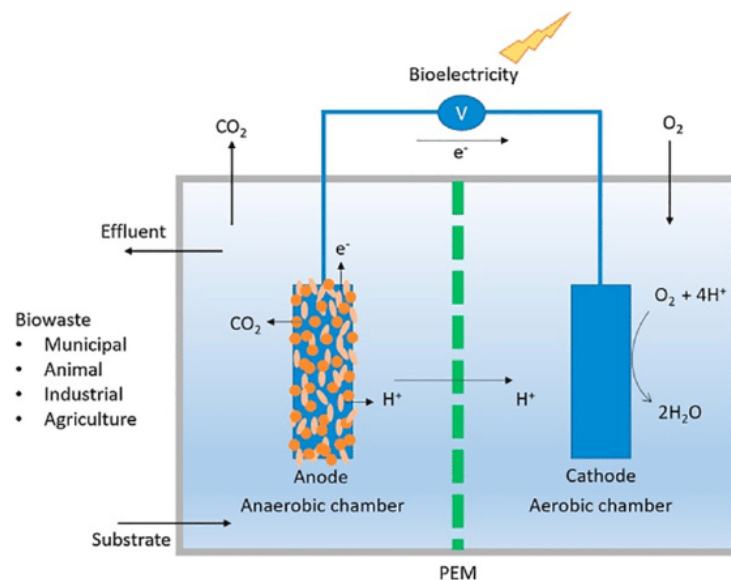
Περίληψη

Το πακέτο εργασίας επικεντρώνεται στην ανάπτυξη της αναγκαίας τεχνογνωσίας για την εφαρμογή των μικροβιακών κελιών καυσίμου για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων και την ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας. Αναλυτικότερα μελετήθηκε η χρήση διαφορετικών ηλεκτροδίων για την διάσπαση πραγματικών υγρών αποβλήτων όπως τα απόβλητα από χώρους υγειονομικής ταγής αποβλήτων (ΧΥΤΑ). Μελετήθηκαν επίσης και λειτουργικές παράμετροι όπως η επίδραση του οργανικού φορτίου και του χρόνου παραμονής, το pH και η πιθανή προσθήκη θρεπτικών. Στην παρούσα αναφορά παρατίθενται συνοπτικά πληροφορίες σχετικά με το θεωρητικό υπόβαθρο των τεχνικών που εφαρμόστηκαν και στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά πειραματικά αποτελέσματα.

Κεφαλαίο 1

1. Εισαγωγή

Σε μια αντιστοιχία με τις κυψελίδες (κελία) καυσίμου, Οι Μικροβιακές Κυψελίδες Καυσίμου (Microbial Fuel Cells – MFCs) είναι διατάξεις από τις οποίες παράγεται ενέργεια αξιοποιώντας τον μικροβιακό μεταβολισμό. Η λειτουργία των MFCs ΜΚΚ μοιάζει με αυτόν της μπαταρίας αφού η διάταξη περιλαμβάνει (τουλάχιστον) δύο ηλεκτρόδια συνδεδεμένα μεταξύ τους [1-4]. Η κύρια διαφορά με την μπαταρία είναι ότι χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί οι οποίοι ηλεκτροπαραγάγουν ρεύμα μέσω της διάσπασης των αποβλήτων [2-4].



Σχήμα 1: Σχηματική διάταξη Microbial Fuel Cells

Αρχικά μελετήθηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα MFC δύο διαμερισμάτων. Στα πρώτα πειράματα χρησιμοποιήθηκε γλυκόζη ως υπόστρωμα ώστε να σταθεροποιηθεί η διεργασία. Η πειραματική διάταξη περιλάμβανε δύο θαλάμους (άνοδος και κάθοδος) χωρητικότητας 200 ml ενώ πραγματοποιήθηκαν και κάποια επιπλέον πειράματα σε δύο θαλάμους των 60 ml. Οι δύο θάλαμοι συνδέονταν με ένα γυάλινο σωλήνα (συνολικό μήκος 6 cm και εσωτερική διάμετρο 0,13 cm) με μια μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίων (Nafion 117).

Η μεμβράνη φυλασσόταν σε υπερκάρθαρο νερό και επιλέχθηκε ώστε να επιτρέπει την διέλευση των κατιόντων υδρογόνου. Η μέση θερμοκρασία του συστήματος ήταν 35 °C. Η άνοδος ήταν ένα ηλεκτρόδιο από carbon fiber, ενώ η κάθοδος carbon cloth με Pt και διαστάσεις 3 x 2.5 cm. Το κελί ήταν συνδεδεμένο με έναν φορητό υπολογιστή για την καταγραφή ενώ η σύνδεση με το εξωτερικό κύκλωμα έγινε με καλώδια Ag. Ως ηλεκτρόδιο αναφοράς χρησιμοποιήθηκε Ag/AgCl. Ως μαγιά χρησιμοποιήθηκε ιλύ από την μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων της Κοζάνης.



Σχήμα 2 Πειραματική διάταξη δύο θαλάμων (α)

Πειραματική διαδικασία

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε η γλυκόζη ως πηγή άνθρακα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών καθώς πρόκειται για μια καλά μελετημένη ένωση και υπάρχουν πολλά βιβλιογραφικά δεδομένα. Επίσης η γλυκόζη είναι χαρακτηριστική των υδατανθράκων που αποτελούν βασικό δομικό συστατικό όλων των ζώντων οργανισμών και βρίσκονται σε

μεγάλες συγκεντρώσεις. Κάθε φορά που το δυναμικό μηδενιζόταν και τελείωνε ο πειραματικός κύκλος η άνοδος εμβολιαζόταν με μικροοργανισμούς.

Για την δειγματοληψία το δείγμα ήταν περίπου 4 ml κάθε φορά μετριόταν το pH ακολουθούσε διήθηση και μετριόταν το COD ενώ σε κάποια πειράματα μετρήθηκαν και τα BOD και TOC. Μετρήθηκαν επίσης τα ολικά στερεά (TSS) και τα πτητικά στερεά (VSS)



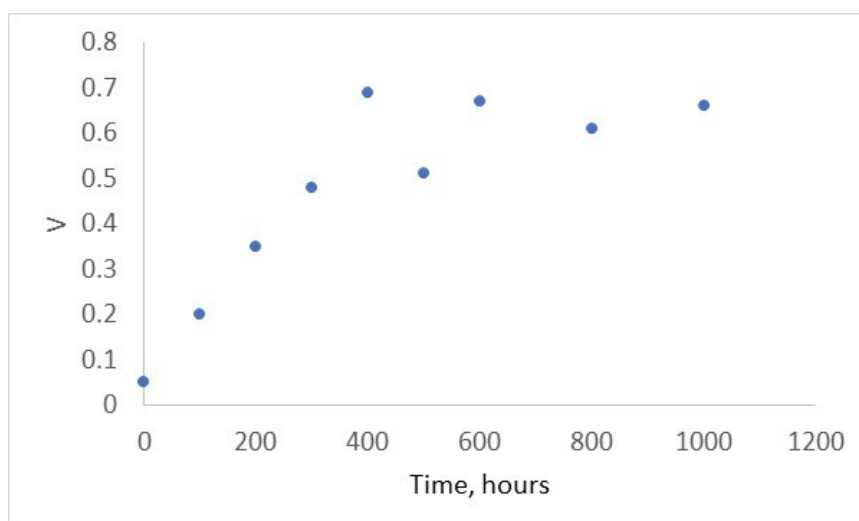
Σχήμα 3 Πειραματική διάταξη δύο θαλάμων (β)

Κατά τα προκαταρκτικά πειράματα πραγματοποιήθηκε εμβολιασμός του κελιού κάθε 4 ημέρες. Το δυναμικό έφτασε το 0.67 V και το αντίστοιχο ρεύμα 1.22 mA. Έπειτα τα πειράματα συνεχίστηκαν χωρίς εμβολιασμό αλλά με την διαβίβαση διασταλλαγμάτων ΧΥΤΑ ως πρώτη ύλη αρχικού COD 3200 mg/l. Η αναερόβια λάσπη που χρησιμοποιήθηκε για τον εμβολιασμό της ανόδου είχε τα εξής χαρακτηριστικά pH =7.2, TSS =19.2 g/l και VSS =9.6 g/l

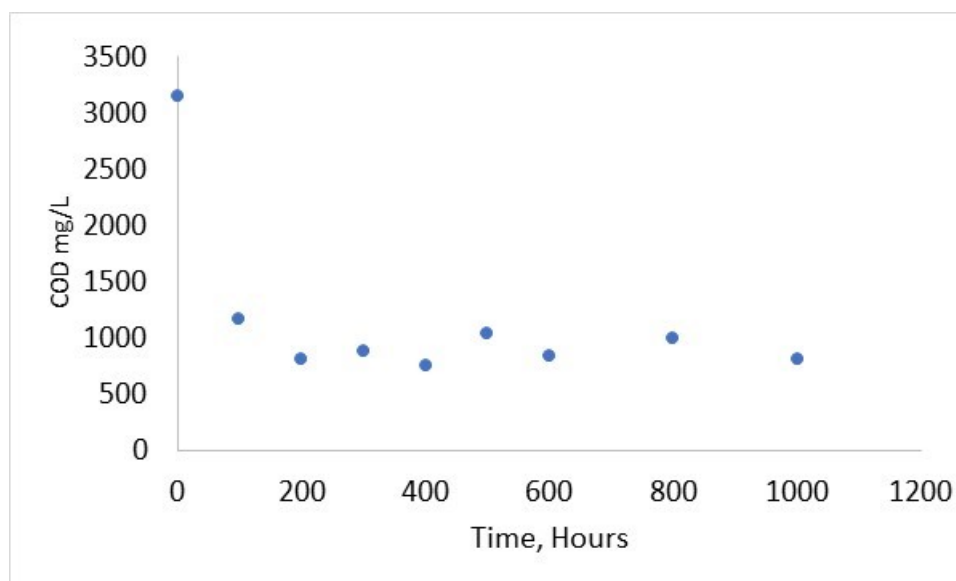
Κεφαλαίο 2

2. Αποτελέσματα

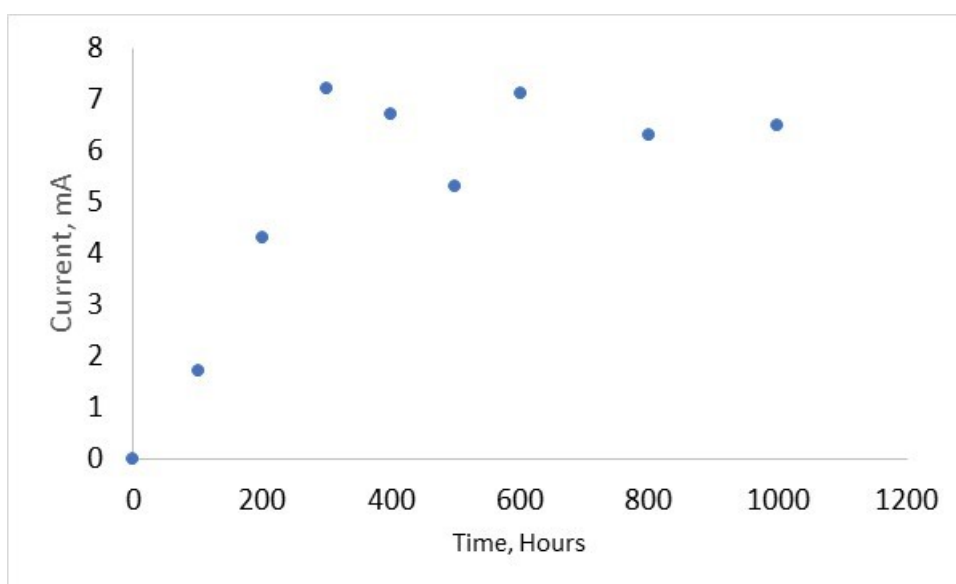
Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά αποτελέσματα από το μεγάλο πλήθος πειραματικών μετρήσεων. Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται την τάση του κελιού συναρτήσει του χρόνου στη διάρκεια των διαδοχικών κύκλων προσθέτοντας διασταλλάγματα ΧΥΤΑ, στο σχήμα 5 η μεταβολή του COD και στο σχήμα 6 η ένταση του ρεύματος.



Σχήμα 4 Τάση του κελιού σε συνεχή λειτουργία προσθέτοντας διασταλλάγματα ΧΥΤΑ κάθε 4 ημέρες



Σχήμα 5 : Μεταβολή του COD προσθέτονας διασταλλάγματα ΧΥΤΑ κάθε 4 ημέρες



Σχήμα 6 : Ένταση του ρεύματος σε συνεχή λειτουργία του κελιού προσθέτονας διασταλλάγματα ΧΥΤΑ κάθε 4 ημέρες

Κεφαλαίο 3

3. Συμπεράσματα

Σε αυτήν την τεχνική έκθεση αναφέρεται επιγραμματικά η θεωρία πίσω από την χρήση των μικροβιακών κυψελίδων καυσίμων, παρουσιάζεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε και οι διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν και παρατίθενται κάποια ενδεικτικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη στα πλαίσια του ερευνητικού έργου.

Γενικότερα, τα εξεταζόμενα συστήματα έδειξαν ικανοποιητική σταθερότητα και κατάφεραν να μείνουν σε συνεχή λειτουργία ακόμα και όταν χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία διασταλλαγμάτων ΧΥΤΑ. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν ήταν σε συμφωνία με την βιβλιογραφία για την επεξεργασία αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων παρόμοιου οργανικού φορτίου (3-6 g/l COD) και υποδηλώνουν ότι τα MFC είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία ισχυρών/ανθεκτικών αποβλήτων. Παρόλα αυτά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα τόσο για την βελτιστοποίηση του συστήματος όσο και κλιμάκωση μεγέθους ώστε να εξετασθεί η απόδοση της διεργασίας σε μεγαλύτερη κλίμακα αλλά και σε πιο ακραίες συνθήκες λειτουργίας.

Βιβλιογραφία

- [1] Antonopoulou G., Stamatelatou K., Venetsaneas N., Kornaros M. and Lyberatos G. (2008) 'Biohydrogen and methane production from cheese whey in a two-stage anaerobic process' I&EC Research, **47** (15), 5227-5233
- [2] Oh S.-E., Min B., Logan B.E. (2004) 'Cathode performance as a factor in electricity generation in microbial fuel cells'. Environ. Sci. Technol. **38(18)**, 4900-4904
- [3]. Logan B.E., Murano C., Scott K., Gray N.D., Head, I.M. (2005). Electricity generation from cysteine in a microbial fuel cell. Water Res. **39 (5)**, 942-952
- [4] Liu H., Logan B.E. (2004) Electricity generation using an air cathode single chamber microbial fuel cell in the presence and absence of a proton exchange membrane. Environ. Sci. Technol. **38**, 4040-4046