



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

**ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:  
«ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ»**



**Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων για καλλιέργεια μικροφυκών και  
χρησιμοποίηση αυτών προς παραγωγή βιοντίζελ και συμπληρωμάτων  
ιχθυοτροφών**

**«Alga4Fuel&Aqua»**

**Παραδοτέο 16: Περιγραφή μεθόδου μετατροπής λιπών σε βιοντίζελ και  
προσδιορισμός κατανομής μεθυλεστέρων και ιδιοτήτων του βιοντίζελ**

*Έκδοση 1.0.: Πρώτη έκδοση που δημιουργήθηκε στις 08-11-2021*

Αυτό το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
«Ανταγωνιστικότητα – Επιχειρηματικότητα - Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ) 2014-2020,  
Δράση Εθνικής Εμβέλειας «Ερευνώ-Δημιουργώ-Καινοτομώ», με Κωδικό Έργου  
Τ1ΕΔΚ-01580



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΣΠΑ & ΤΕ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑ-ΕΚ



ΓΓΕΤ  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ  
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Λεπτομέρειες Έργου:

Πρόγραμμα: **ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ – ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ (ΕΠΑνεΚ) 2014-2020**

Τίτλος Έργου: **Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων για καλλιέργεια μικροφυκών και χρησιμοποίηση αυτών προς παραγωγή βιοντήζελ και συμπληρωμάτων ιχθυοτροφών**

Ακρωνύμιο Έργου: **Alga4Fuel&Aqua**

Αριθμός Πρότασης: **Τ1ΕΔΚ-01580**

Συντονιστής: **Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Διάρκεια: **09/07/2018 – 08/10/2022**

Λεπτομέρειες Παραδοτέου

ΕΕ:4 Παραγωγή βιοντήζελ από μικροφύκη

Τίτλος Παραδοτέου: Περιγραφή μεθόδου μετατροπής λιπών σε βιοντήζελ και προσδιορισμός κατανομής μεθυλεστέρων και ιδιοτήτων του βιοντήζελ

Συντονιστής: ΤΕΙΘ

Συμμετέχων Εταίρος: GRINCO S.A. (πρώην Staff Colour Energy S.A.), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Προθεσμία Παράδοσης: Μήνας 40

Ημέρα Παράδοσης: M40-08/09/2021

## Περιεχόμενα

1. Περίληψη.....	5
2. Εισαγωγή.....	6
2.1 Παραγόμενα προϊόντα .....	6
2.2 Στάδια παραγωγής βιοκαυσίμων από μικροφύκη.....	7
2.3 Μέθοδοι εξαγωγής λιπών.....	7
2.5 Συμπεράσματα .....	10
3. Περιγραφή Μεθόδου Μετατροπής Λιπών -Βιοελαίου σε Βιοντήζελ .....	11
3.1 Περίληψη .....	11
3.2 Εισαγωγή – αντιδράσεις μετεστεροποίησης.....	11
3.3 Όργανα – Αντιδραστήρια.....	13
3.4 Διάταξη και Διαδικασία Μετεστεροποίησης .....	14
Η Εικόνα 3.3 δείχνει το στήσιμο της διάταξης μετεστεροποίησης για την παραγωγή βιοντήζελ.....	14
4. Αποτελέσματα.....	17
4.1 Εισαγωγή.....	17
4.2 Παραχθέν βιοντήζελ .....	17
4.3 Απόδοση σε βιοντήζελ και γλυκερίνη.....	17
4.4 Ιδιότητες του βιοντήζελ.....	18
4.4.1 Ιδιότητες Βιοντήζελ που παράχθηκε από καλλιέργεια ημιδιαλείποντος έργου με την χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και ανόργανων αλάτων ως πηγή μακρο- και μικροθρεπτικών στοιχείων. ....	19
4.4.2 Ιδιότητες Βιοντήζελ που παράχθηκε από καλλιέργεια διαλείποντος έργου με χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 30% βιολιπάσματος ως πηγή μακρο- και μικροθρεπτικών στοιχείων. ....	20
4.4.3 Ιδιότητες Βιοντήζελ που παράχθηκε με καλλιέργεια διαλείποντος έργου με χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 50% βιολιπάσματος ως πηγή μακρο- και μικροθρεπτικών στοιχείων. ....	21
4.5 Σύγκριση κατανομών των μεθυλεστέρων και των αριθμών σαπωνοποίησης, αριθμών ιωδίου, αριθμών κετανίου και άνω θερμογόνου δύναμης.....	22
4.5.1 Σύγκριση ως προς τον βαθμό κορεσμού και το μήκος αλυσίδας.....	22
4.5.2 Σύγκριση των τιμών ιωδίου, αριθμών κετανίου και άνω θερμογόνου δύναμης.....	23
5. Συμπερασματα.....	25
6. Βιβλιογραφία.....	26



## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 2-1:</b> Τα λίπη που παράγονται από τα μικροφύκη. ....	7
<b>Εικόνα 3-1:</b> Αντίδραση μετεστεροποίησης λιπιδίων .....	11
<b>Εικόνα 3-2:</b> Μηχανισμός μετεστεροποίησης λιπιδίων.....	12
<b>Εικόνα 3-3:</b> Διάταξη μετεστεροποίησης για την παραγωγή βιοντήζελ .....	14
<b>Εικόνα 4-1:</b> Σύγκριση του βιοντήζελ που παράχθηκε από τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις ως προς το βαθμό κορεσμού των μεθυλεστέρων.....	22
<b>Εικόνα 4-2:</b> Σύγκριση του βιοντήζελ που παράχθηκε από τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις ως προς το μήκος αλυσίδας των μεθυλεστέρων.....	23
<b>Εικόνα 4-3:</b> Σύγκριση των αριθμών σαπωνοποίησης (SN), τιμών ιωδίου (IV), αριθμών κετανίου (CN) και άνω θερμογόνου δύναμης (HHV) του βιοντήζελ που παράχθηκε από τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.....	24



## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 4-1.</b> Η κατανομή μεθυλεστέρων με καλλιέργεια ημιδιαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με τη χρήση γλυκερόλης και ανόργανων συστατικών. ....	19
<b>Πίνακας 4-2.</b> Οι ιδιότητες του βιοντήζελ που παράχθηκε από βιοέλαιο από την καλλιέργεια ημιδιαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με την χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και ανόργανων αλάτων ως πηγή μακρο- και μικροθρεπτικών στοιχείων. ....	20
<b>Πίνακας 4-3.</b> Η κατανομή μεθυλεστέρων από την καλλιέργεια διαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με την χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 30% βιολιπάσματος (Anaerobic Digestate – AD).....	20
<b>Πίνακας 4-4.</b> Οι ιδιότητες του βιοντήζελ που παράχθηκε από βιοέλαιο με καλλιέργεια διαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 30% βιολιπάσματος (Anaerobic Digestate-AD)..	21
<b>Πίνακας 4-5.</b> Η κατανομή μεθυλεστέρων από την καλλιέργεια διαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με την χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 50% βιολιπάσματος (Anaerobic Digestate – AD).....	21
<b>Πίνακας 4-6.</b> Οι ιδιότητες του βιοντήζελ που παράχθηκε από βιοέλαιο από την καλλιέργεια διαλείποντος έργου του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με την χρήση γλυκερόλης ως πηγή άνθρακα και 50% βιολιπάσματος (Anaerobic Digestate – AD).....	22



## 1. Περίληψη

Σ' αυτό το παραδοτέο περιγράφεται η μέθοδος μετατροπής των λιπών-βιοελαίου, που εξήχθη από τη βιομάζα του μικροφύκου *Chlorella sorokiniana* (Παραδοτέο Π15), σε βιοντήζελ. Επίσης, περιγράφεται η κατανομή των μεθυλεστέρων καθώς και οι βασικές ιδιότητες του παραχθέντος βιοντήζελ. Έχει χρησιμοποιηθεί βιοέλαιο που, όπως περιγράφεται στο παραδοτέο Π15, έχει παραχθεί-εξαχθεί από τη βιομάζα του μικροφύκου *Chlorella sorokiniana* και συγκεκριμένα από τρεις διαφορετικές καλλιέργειες: Α) καλλιέργεια ημιδιαλείποντος έργου με τη χρήση γλυκερόλης και ανόργανων ιχνοστοιχείων, Β) καλλιέργεια διαλείποντος έργου με τη χρήση γλυκερόλης και 30% βιολίπασμα και Γ) καλλιέργεια διαλείποντος έργου και 50% βιολίπασμα. Μέρος του βιοελαίου που εξήχθη χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της επιρροής των παραμέτρων εκχύλισης-εξαγωγής του βιοελαίου στην απόδοση εξαγωγής και μέρος χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων (χαρακτηρισμός) του βιοελαίου. Το υπόλοιπο χρησιμοποιήθηκε στο παρόν παραδοτέο για τη μετατροπή του σε βιοντήζελ και για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων αυτού. Να σημειωθεί ότι έχουν προσδιοριστεί και οι κατανομές των λιπαρών οξέων και αναφέρονται στα παραδοτέα Π5, Π6 και Π15 και για την πληρότητα του παραδοτέου επαναλαμβάνονται και στο παρόν παραδοτέο.

Οι τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις καλλιέργειας του μικροφύκου *Chlorella sorokiniana* επηρέασαν την κατανομή των λιπαρών οξέων όσο αφορά και στο μήκος της αλυσίδας όσο επίσης και στο βαθμό κορεσμού των λιπαρών οξέων. Επίσης, οι τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις επηρεάζουν και τις ιδιότητες του βιοντήζελ. Όμως, οι ιδιότητες του βιοντήζελ και για τις τρεις μεταχειρίσεις είναι εντός των αποδεκτών ορίων που θέτουν τα διεθνή πρότυπα. Σε γενικές γραμμές, το βιοντήζελ που παράγεται από το μικροφύκος *Chlorella sorokiniana*, από άποψη ποιότητας, είναι κατάλληλο για χρήση στο εμπόριο.