

**ΕΠΑνεΚ 2014-2020**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**  
**ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ**  
**ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:**  
**«ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ»**



**Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων για καλλιέργεια μικροφυκών  
και χρησιμοποίηση αυτών προς παραγωγή βιοντίζελ και  
συμπληρωμάτων ιχθυοτροφών**  
**«Alga4Fuel&Aqua»**



**Παραδοτέο 14: Βιοέλαιο & βιοντίζελ**

*Έκδοση 1.0.: Πρώτη έκδοση που δημιουργήθηκε στις 08-07-2020*

*Έκδοση 2.0.: Δεύτερη έκδοση που δημιουργήθηκε στις 08-03-2021*

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



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 ΜΦ

ΥΕ4.1:Εξαγωγή λιπών από ΜΦ, χαρακτηρισμός & επεξεργασία τους. Με σκοπό την παραγωγή πρώτης ύλης για βιοντήζελ

ΥΕ4.2:Μετατροπή λιπών σε βιοντήζελ. Με σκοπό την τελική χρήση του.

Τίτλος Παραδοτέου: Βιοέλαιο & βιοντήζελ

Περιγραφή Παραδοτέου: Πιλοτική παραγωγή-εξαγωγή βιοελαίου από μικροφύκη και πιλοτική παρασκευή βιοντήζελ από το παραγόμενο βιοέλαιο για χρήση στο έργο.

Συντονιστής: GRINCO S.A. (Formerly STAFF COLOUR ENERGY)

Συμμετέχοντες Εταίροι: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ΤΕΙ ΘΕΣ

## Περιεχόμενα

1. Περίληψη.....	4
2. Εισαγωγή.....	6
2.1 Παραγόμενα από τα μικροφύκη προϊόντα .....	6
2.2 Στάδια παραγωγής βιοκαυσίμων από μικροφύκη.....	7
2.3 Μέθοδοι εξαγωγής λιπών .....	7
2.4 Συμπεράσματα.....	12
3. Εξαγωγή ελαίου από μικροφύκη.....	13
3.1 Εισαγωγή.....	13
3.2 Όργανα – Αντιδραστήρια.....	13
3.3 Διαδικασία Εξαγωγής Βιοελαίου.....	14
4. Διάταξη Εξαγωγής Βιοελαίου .....	16
5. Πιλοτική παρασκευή Βιοντήζελ.....	20
5.1 Εισαγωγικά .....	20
5.2 Διάταξη παραγωγής Βιοντήζελ.....	22
5.2.1 Όργανα – Αντιδραστήρια .....	22
5.2.2 Διαδικασία μετατροπής του Βιοελαίου σε Βιοντήζελ.....	23
6. Βιβλιογραφία .....	28

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 2-1:</b> Λίπη που παράγονται από τα μικροφύκη.....	7
<b>Εικόνα 4-1:</b> Φούρνος με ανακυκλοφορία αέρα, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την ξήρανση της βιομάζας.....	16
<b>Εικόνα 4-2:</b> Πλανητικός σφαιρόμυλος που χρησιμοποιήθηκε για τη λειοτρίβηση της αποξηραμένης βιομάζας.....	17
<b>Εικόνα 4-3:</b> Συσκευή ανακίνησης για την εκχύλιση του βιοελαίου από τη λειοτριβημένη βιομάζα των μικροφυκών.....	18
<b>Εικόνα 4-4:</b> Εκχύλιση βιοελαίου από τη λειοτριβημένη βιομάζα των μικροφυκών.....	18
<b>Εικόνα 4-5:</b> Διήθηση της υπερκείμενης φάσης και παραλαβή του μίγματος βιοελαίου-διαλυτών .....	19
<b>Εικόνα 4-6:</b> Εξάτμιση του μίγματος διαλυτών και παραλαβή του βιοελαίου.....	19
<b>Εικόνα 5-1:</b> Αντίδραση μετεστεροποίησης λιπιδίων .....	20
<b>Εικόνα 5-2:</b> Μηχανισμός μετεστεροποίησης λιπιδίων.....	21
<b>Εικόνα 5-3:</b> Πειραματική διάταξη μετεστεροποίησης, αισθητήριο όργανο θερμοκρασίας και μαγνητικός αναδευτήρας με θερμαντική πλάκα.....	23
<b>Εικόνα 5-4:</b> Διαχωριστική Χοάνη για τον διαχωρισμό φάσεων και μίγμα Μεθυλεστέρων-Γλυκερόλης.....	24



**Εικόνα 5-5:** Διαχωρισμός φάσεων φάσεων Μεθυλεστέρων και Γλυκερόλης.....25  
**Εικόνα 5-6:** Απομάκρυνση της φάσης της Γλυκερόλης. ....25  
**Εικόνα 5-7:** Πλύσεις και διαχωρισμός του μίγματος Μεθυλεστέρων και Νερού .....26  
**Εικόνα 5-8:** Πλύσεις και διαχωρισμός του μίγματος Μεθυλεστέρων και Νερού .....27

## 1. Περίληψη

---

Σ' αυτό το παραδοτέο περιγράφεται η διάταξη της πιλοτικής παραγωγής-εξαγωγής βιοελαίου από τη βιομάζα μικροφυκών και η διάταξη της πιλοτικής μετατροπής του βιοελαίου σε βιοντήζελ. Επίσης περιγράφεται εν συντομία η διαδικασία των τεχνικών που ακολουθήθηκαν. Καθώς τα παραδοτέα Π14 και Π15 αλληλεπικαλύπτονται ως προς το περιεχόμενό τους, ορισμένα θέματα σχετικά με τα παραπάνω αναφέρονται και στα δύο.

Στο παρόν παραδοτέο έγινε ανασκόπηση, από τη βιβλιογραφία, διάφορων τεχνολογιών-τεχνικών εξαγωγής ελαίου από τη βιομάζα των μικροφυκών. Εκτός της παραγωγικότητας του βιοελαίου και της κατανομής των λιπαρών οξέων, καθοριστικής σημασίας για το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων από βιοέλαιο προερχόμενο από τη βιομάζα μικροφυκών, είναι το κόστος εξαγωγής των λιπών-βιοελαίου από αυτήν.

Χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός φυσικών διεργασιών για την εξαγωγή του βιοελαίου από τη βιομάζα των μικροφυκών στο τέλος της καλλιέργειας. Η βιομάζα συλλέχθηκε με συνδυασμό καθίζησης και φυγοκέντρησης και κατόπιν έλαβε χώρα ξήρανσή της σε φούρνο με κυκλοφορία αέρα. Η ξήρανση πραγματοποιήθηκε στους 45 °C. Κατόπιν η αποξηραμένη βιομάζα λειοτριβήθηκε σε πλανητικό σφαιρόμυλο με ταχύτητα περιστροφής 200 rpm. Μετά την άλεση έλαβε χώρα εκχύλιση του βιοελαίου σε μίγμα μη πολικών και πολικών διαλυτών ήτοι, κανονικού εξάνιου και ισοπροπανόλης, σε αναλογία 3:2. Η λόγος διαλύτη προς βιομάζα ήταν σε γενικές γραμμές 10 mL διαλύτη προς 1 g αλεσμένης βιομάζας. Για την εκχύλιση χρησιμοποιήθηκε οριζόντια μηχανή ανάδευσης στις 400 ανακινήσεις ανά λεπτό για χρονική διάρκεια 48 ώρες. Ακολούθως πραγματοποιήθηκε διήθηση σε κωνική φιάλη και εξάτμιση του διαλύτη. Η επανεκχύλιση της εναπομένουσας βιομάζας των μικροφυκών δεν απέδωσε μετρήσιμες ποσότητες βιοελαίου. Τυχόν ανάκτηση μικρών ποσοτήτων βιοελαίου από την εναπομένουσα βιομάζα μικροφυκών θεωρείται οικονομικά ασύμφορη.

Κατά το στάδιο της μετατροπής του βιοελαίου, αυτό τοποθετήθηκε σε σφαιρική μαζί με την απαιτούμενη ποσότητα μεθανόλης (περίσσεια). Αφού το μίγμα προθερμάνθηκε προστέθηκε ο καταλύτης [διάλυμα μεθοξειδίου του νατρίου 30% (w/w)]. Ακολούθησε θέρμανση, υπό ανάδευση, σε θερμοκρασία 65°C. Προκειμένου να μην υπάρχει απώλεια της μεθανόλης στο στόμιο της σφαιρικής φιάλης είχε τοποθετηθεί ψυκτήρας Liebig συνδεδεμένος με παροχή νερού (ψυκτικό μέσο). Μετά το τέλος της αντίδρασης το παραγόμενο μίγμα μεθυλεστέρων και γλυκερόλης μεταφέρθηκε σε κωνική διαχωριστική χοάνη, όπου οι δύο φάσεις διαχωρίστηκαν και απομακρύνθηκε η γλυκερόλη. Ακολούθησαν εκπλύσεις του μίγματος των



μεθυλεστέρων με αραιό όξινο υδατικό διάλυμα  $H_2SO_4$  και στη συνέχεια εκπλύσεις με νερό διπλής απόσταξης.

Το μίγμα αφέθηκε στη διαχωριστική φιάλη ώστε να διαχωριστούν οι δύο νέες φάσεις (μεθυλεστέρων και νερού) και μετά την απομάκρυνση του τελευταίου παραλήφθηκε το βιοντήζελ.