



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

Παρ[4]: [Παραχθείσα Βιομάζα]



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

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 4: Παραχθείσα Βιομάζα

Έκδοση 1.0.: Πρώτη έκδοση που δημιουργήθηκε στις 08-07-2019

Έκδοση 2.0.: Δεύτερη έκδοση που δημιουργήθηκε στις 08-07-2020

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 ΕΠΤΑ & ΤΕ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΤΑ



ΓΓΕΤ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

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:2 Παραγωγή ΜΦ για βιοντήζελ

ΥΕ2.4: Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης & μεθόδου καλλιέργειας στην ποιότητα των ΜΦ. Μελέτη της επίδρασης αυτών στα μακροθρεπτικά συστατικά των ΜΦ

Τίτλος Παραδοτέου: *Παραχθείσα Βιομάζα*

Συντονιστής: **ΤΕΙ ΘΕΣ**

Συμμετέχοντες Εταίροι: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, GRINCO S.A. (Formerly STAFF COLOUR ENERGY)



Περιεχόμενα

1. Περίληψη.....	4
2. Εισαγωγή.....	6
3. ΠΑΡΑΧΘΕΙΣΑ ΒΙΟΜΑΖΑ.....	7

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3-1. Βιομάζα <i>Chlorella sorokiniana</i> από το πείραμα καλλιέργειαν ημιδιαλείποντος Έργου.....	8
Εικόνα 3-2. Βιομάζα <i>Chlorella kessleri</i> από το πείραμα καλλιέργειας ημιδιαλείποντος Έργου.....	9
Εικόνα 3-3. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> σε πέντε θερμοκρασίες.....	10
Εικόνα 3-4. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella vulgaris</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα από 0% έως 16%.....	11
Εικόνα 3-5. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα από 0% έως 16%.....	12
Εικόνα 3-6. Βιομάζα από την καλλιέργεια του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με αραιωμένο βιολίπασμα 75%, 50% και 25% (v/v) με την προσθήκη γλυκερόλης (κάτω σειρά) και μόνο αραιωμένο βιολίπασμα 75%, 50% και 25% (v/v) (πάνω σειρά).....	13
Εικόνα 3-7. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα 0%, 15%, 30% και 50% (v/v).....	14
Εικόνα 3-8. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα 0%, 15%, 30% και 50% (v/v) μετά από άλεση σε πλανητικό σφαιρόμυλο.....	15
Εικόνα 3-9. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα 0%, 15%, 30% και 50% (v/v) μετά από άλεση σε πλανητικό σφαιρόμυλο και εξαγωγή λιπών.....	16
Εικόνα 3-10. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα σε pH = 4,5, 6, 7,5, 9 και 10,5.....	17
Εικόνα 3-11. Βιομάζα που από το πείραμα καλλιέργειας του μικροφύκου <i>Chlorella sorokiniana</i> με γλυκερόλη και βιολίπασμα συναρτήσει του ποσού οργανικού άνθρακα ή του λόγου Co/No.....	18



1. Περίληψη

Έχει παραχθεί βιομάζα από τα διάφορα πειράματα μελέτης της εξάρτησης της κινητικής ανάπτυξης και της ποιότητας των μικροφυκών από τις συνθήκες καλλιέργειας. Όπως αναφέρεται στην ενδιάμεση έκθεση (Π5) το μικροφύκος επιλογής είναι η *Chlorella sorokiniana* διότι υπερτερεί έναντι των άλλων τεσσάρων μικροφυκών (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella kessleri*, *Chlorella protothecoides* και *Chlamydomonas reinhardtii*) που έχουν μελετηθεί ως προς την παραγωγικότητα του βιοελαίου. Έλαβε και ξεχωριστή σύγκριση των μικροφυκών *Chlorella sorokiniana* και *Chlorella kessleri* διότι αμφότερα έχουν παρόμοια κινητικής βιοαπορρόφησης του οργανικού άνθρακα με το πρώτο μικροφύκος να υπερτερεί ως προς την περιεκτικότητα σε βιοέλαιο. Από τη μελέτη αυτή το βιοέλαιο που παρήχθη από τα δύο μικροφύκη μετατράπηκε σε βιοντήζελ και από την κατανομή και φύση των λιπαρών οξέων το βιοέλαιο του μικροφύκου *Chlorella sorokiniana* υπερτερεί ως προς το αντίστοιχο του μικροφύκου *Chlorella kessleri* και ως προς την ποιότητά του (Π6) μιας και το βιοέλαιο του μικροφύκου *Chlorella kessleri* περιέχει πολύ υψηλό ποσοστό κορεσμένων λιπαρών οξέων, έως περίπου 55%. Η παραχθείσα βιομάζα έχει χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας της σε λίπη και πρωτεΐνες και την εξαγωγή λιπών (ή βιο-ελαίου) για τη μετατροπή του σε βιοντήζελ και τον προσδιορισμό των FAME (Fatty Acid Methyl Esters).

Η συλλογή της βιομάζας έγινε με καθίζηση και φυγοκέντρηση και ακολούθως ξήρανση στους 45 °C. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε και συνδυασμός φυσικής βαρύτητας-καθίζησης και διήθησης από τρία κόσκινα με διαδοχικά μειούμενο μέγεθος. Η απόφραξη των κοσκίνων με σωματίδια της βιομάζας αποδείχτηκε ένα σημαντικό πρόβλημα. Οι εκτιμώμενες απώλειες στη βιομάζα κατά τη διάρκεια της συλλογής και ξήρανσης είναι από 20% έως και 30%, δεδομένου ότι δεν ήταν εφικτή η φυγοκέντρηση όλου του περιεχομένου των πιλοτικών βιοαντιδραστήρων παρά μόνο των 5-7 λίτρων στο πυθμένα όπου η πλειοψηφία της βιομάζας καθίζανε μετά το τέλος του πειράματος και την αποκοπή του αερισμού. Σε μερικές περιπτώσεις όπου η καθίζηση δεν ήταν ικανοποιητική αυξήθηκε το pH του περιεχομένου των βιοαντιδραστήρων, πράγμα που επιτάχυνε την καθίζηση της βιομάζας.

Από την ανάλυση της βιομάζας προκύπτει ότι η περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνες, ανάλογα με το είδος του μικροφύκου και τις συνθήκες της καλλιέργειας, κυμαίνεται από 15% έως περίπου 60% ενώ η περιεκτικότητά της σε λίπη έως περίπου 50%. Τα δύο αυτά είναι αντιστρόφως ανάλογα. Σε



γενικές γραμμές, υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου οδηγούν σε αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες ενώ, χαμηλές αρχικές συγκεντρώσεις αζώτου και υψηλές συγκεντρώσεις οργανικού άνθρακα οδηγούν σε αύξηση της περιεκτικότητας της βιομάζας σε λίπη. Αυτό αποτυπώνεται με το λόγο των αρχικών συγκεντρώσεων του οργανικού άνθρακα προς το άζωτο, ήτοι του λόγου Co/No. Οι περιεκτικότητες σε λίπη και πρωτεΐνες και η εξάρτησή τους από το είδος του μικροφύκους και τις συνθήκες της καλλιέργειας αναφέρονται στην ενδιάμεση έκθεση (Π5) καθώς επίσης θα αναφερθούν και στην τελική έκθεση (Π6) της εξάρτησης της κινητικής ανάπτυξης & της ποιότητας των μικροφυκών στο τέλος του Έργου.

Στην πρώτη έκδοση του παρόντος παραδοτέου είχαν χρησιμοποιηθεί φωτογραφίες από την παραχθείσα βιομάζα στα πολύ αρχικά στάδια του έργου. Στην παρούσα έκθεση του παραδοτέου επισυνάπτονται φωτογραφίες από βιομάζα από μεταγενέστερα πειράματα και έως περίπου τον 32^ο μήνα του έργου. Τα πειράματα συνεχίζονται με την καλλιέργεια του μικροφύκους *Chlorella sorokiniana* με θρεπτικά μέσα από γλυκερόλη και βιολίπασμα, όπως επίσης και η παραγωγή βιομάζας η οποία χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του βιοελαίου, τον προσδιορισμό της κατανομής των λιπαρών οξέων και των βασικών ιδιοτήτων του βιοντήζελ.