



**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 19: Ιχθυοτροφές**

*Έκδοση 3.0: 08/12/2021*

*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*

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: **T1ΕΔΚ-01580**

Συντονιστής: **Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Διάρκεια: **09/07/2018 – 08/10/2022**

Λεπτομέρειες Παραδοτέου

ΕΕ5: Δοκιμή ΜΦ για διατροφή ιχθύων

Εργασία ΥΕ 5.1.: Σχεδιασμός, παρασκευή και ανάλυση ιχθυοτροφών

Τίτλος Παραδοτέου: Ιχθυοτροφές

Υπεύθυνος Φορέας: BIOMAR

Συμμετέχων Εταίρος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Προθεσμία Παράδοσης: Μήνας 41

Ημέρα Παράδοσης έκδοσης 3.0: 08/12/2021

## Περιεχόμενα

---

<b>1.</b>	<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>12</b>
3.1	Επιλογή και προμήθεια πρώτων υλών	12
3.2	Αναλύσεις θρεπτικής σύστασης πρώτων υλών	16
3.2.1	Προσδιορισμός υγρασίας-ξηρής ουσίας	16
3.2.2	Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών	16
3.2.3	Προσδιορισμός ολικών λιπών με τη μέθοδο Soxhlet	19
3.2.4	Προσδιορισμός ολικών λιπών με τη μέθοδο Folch et al. (1957)	20
3.2.5	Προσδιορισμός τέφρας	21
3.2.6	Προσδιορισμός ολικής ενέργειας	21
3.2.7	Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων	22
<b>4.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>23</b>
4.1	Θρεπτική σύσταση πρώτων υλών ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	23
4.2	Θρεπτική σύσταση πρώτων υλών ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	32
4.3	Θρεπτική σύσταση πρώτων υλών ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού με μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3 <sup>ο</sup> και 4 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	39
<b>5.</b>	<b>ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ</b>	<b>46</b>
	<b>ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>52</b>

## Κατάλογος Εικόνων

---

Εικόνα 2.1	<i>Chlorella</i> sp., <i>Nannochloropsis</i> sp. και <i>Schizochytrium</i> sp. που χρησιμοποιήθηκαν στις ιχθυοτροφές της τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	14
Εικόνα 2.2	<i>Chlorella</i> sp., <i>Nannochloropsis</i> sp. και <i>Schizochytrium</i> sp. που χρησιμοποιήθηκαν στις ιχθυοτροφές του λαβρακιού με εμπορικά	14

	μικροφύκη (2 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	
Εικόνα 2.3	<i>Nannochloropsis</i> sp. και <i>Schizochytrium</i> sp. που παράχθηκαν από την πιλοτική καλλιέργεια με χρήση υγρών αποβλήτων κατά τη διάρκεια του Έργου Alga 4 Fuel & Aqua και χρησιμοποιήθηκε στις ιχθυοτροφές της τσιπούρας (3 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα) και του λαβρακιού (4 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα)	15
Εικόνα 3.1	Φούρνος σταθερής θερμοκρασίας	16
Εικόνα 3.2	Συσκευή απόσταξης Kjeldahl	17
Εικόνα 3.3	Συσκευή απόσταξης	18
Εικόνα 3.4	Συσκευή εκχύλισης λίπους Soxhlet	19
Εικόνα 3.5	Κλίβανος αποτέφρωσης	21
Εικόνα 3.6	Αδιαβατικό θερμιδόμετρο	21
Εικόνα 3.7	Αέριος χρωματογράφος	22
Εικόνα 5.1	Πελλετομηχανή τύπου California Pellet Mill	46
Εικόνα 5.2	Ζυγός ακριβείας	47
Εικόνα 5.3	Ζυμωτήριο ομογενοποίησης πρώτων υλών ιχθυοτροφών	47
Εικόνα 5.4	Πελλετοποίηση ιχθυοτροφών	48
Εικόνα 5.5	Παραγωγή πελλετών ιχθυοτροφής 1,5 mm	48
Εικόνα 5.6	Ξήρανση ιχθυοτροφών σε απαγωγό	49
Εικόνα 5.7	Ιχθυοτροφές που παρασκευάστηκαν στο πλαίσιο του έργου για το 1ο διατροφικό πείραμα	49
Εικόνα 5.8	Ιχθυοτροφές που παρασκευάστηκαν στο πλαίσιο του έργου για το 2ο διατροφικό πείραμα	50
Εικόνα 5.9	Αφυδατωμένες βιομάζες μικροφυκών των γενών <i>Schizochytrium</i> sp. και <i>Nannochloropsis</i> ( <i>Microchloropsis</i> ) sp. που παρήχθησαν κατά τη διάρκεια του Έργου μέσω καλλιέργειας τους σε ανοιχτές δεξαμενές (υπό θερμοκηπιακές συνθήκες) με χρήση υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας βιοκαυσίμων	50
Εικόνα 5.10	Ιχθυοτροφές που παρασκευάστηκαν στο πλαίσιο του έργου για το 3ο διατροφικό πείραμα.	51
Εικόνα 5.11	Ιχθυοτροφές που παρασκευάστηκαν στο πλαίσιο του έργου για	51

το 4ο διατροφικό πείραμα.

### **Κατάλογος Πινάκων**

---

Πίνακας 4.1	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	25
Πίνακας 4.2	Περιεκτικότητα ολικού λίπους (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	26
Πίνακας 4.3	Περιεκτικότητα υγρασίας (%) και ξηράς ουσίας (%) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1 <sup>ο</sup> διατροφικό πείραμα).	27
Πίνακας 4.4	Περιεκτικότητα τέφρας (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	28
Πίνακας 4.5	Περιεκτικότητα σε Ολική Ενέργεια (KJ/g) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	29
Πίνακας 4.6	Προφίλ των σημαντικότερων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (% των ολικών λιπαρών οξέων) επιλεγμένων πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	30
Πίνακας 4.7	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύστασης (% επί νωπού) των ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1ο διατροφικό πείραμα)	31
Πίνακας 4.8	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα)	32
Πίνακας 4.9	Περιεκτικότητα ολικού λίπους (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο	33

	διατροφικό πείραμα)	
Πίνακας 4.10	Περιεκτικότητα υγρασίας (%) και ξηράς ουσίας (%) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα)	34
Πίνακας 4.11	Περιεκτικότητα τέφρας (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα)	35
Πίνακας 4.12	Περιεκτικότητα σε Ολική Ενέργεια (KJ/g) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα)	36
Πίνακας 4.13	Προφίλ των σημαντικότερων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (% των ολικών λιπαρών οξέων) επιλεγμένων πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα)	37
Πίνακας 4.14	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύστασης (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2ο διατροφικό πείραμα).	38
Πίνακας 4.15	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	39
Πίνακας 4.16	Περιεκτικότητα ολικού λίπους (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	40
Πίνακας 4.17	Περιεκτικότητα υγρασίας (%) και ξηράς ουσίας (%) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα).	41
Πίνακας 4.18	Περιεκτικότητα τέφρας (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	42
Πίνακας 4.19	Περιεκτικότητα σε Ολική Ενέργεια (KJ/g) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν	43

	μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	
Πίνακας 4.20	Προφίλ των σημαντικότερων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (% των ολικών λιπαρών οξέων) επιλεγμένων πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	44
Πίνακας 4.21	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύστασης (% επί νωπού) των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών τσιπούρας και λαβρακιού που περιείχαν μικροφύκη υγρών αποβλήτων (3ο και 4ο διατροφικό πείραμα)	45

## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Παραδοτέο Π19 «ιχθυοτροφές» εντάσσεται στην Υποενότητα Εργασίας ΥΕ5.1 «Σχεδιασμός, παρασκευή & ανάλυση ποιότητας ιχθυοτροφών» και επί της ουσίας είναι η «πιλοτική κατασκευή» όπως έχει περιγραφεί και στο Τεχνικό Δελτίο του Έργου προκειμένου να εκκινήσουν τα πειράματα εκτροφής της ΥΕ5.2 «Πειραματικές εκτροφές τσιπούρας και λαβρακιού με χρήση μικροφυκών στις ιχθυοτροφές», προκειμένου να διερευνηθεί η καταλληλότητα των μικροφυκών ως πρώτες ύλες στα σιτηρέσια των δύο ειδών ιχθύων. Στο Π19 περιγράφονται οι απαιτούμενες αναλύσεις της θρεπτικής σύστασης των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών προκειμένου να γίνουν οι μετέπειτα καταρτισμοί των ιχθυοτροφών, η σκοπιμότητα των καταρτισμών και η μεθοδολογία παρασκευής τους.

Οι συγκεκριμένες πειραματικές ιχθυοτροφές, λοιπόν, σχεδιάστηκαν ώστε το ποσοστό ενσωμάτωσης του ιχθυαλεύρου και του ιχθυελαίου στην ιχθυοτροφή-μάρτυρα να υποκατασταθεί μερικώς ή αντικατασταθεί πλήρως από μίγμα αλεύρων από μικροφύκη των ειδών *Schizochytrium sp*, *Nannochloropsis gaditana* και *Chlorella vulgaris*, η χρησιμότητα των οποίων τεκμηριώθηκε στο Παραδοτέο Π8 «Έκθεση επιλογής μικροφυκών για ιχθυοτροφές».

Κατά τη διάρκεια του Έργου υλοποιήθηκαν συνολικά τέσσερα (4) διατροφικά πειράματα όπως αυτά περιγράφονται στα Παραδοτέα Π21 (διατροφικά πειράματα σε τσιπούρα και λαβράκι με τη χρήση εμπορικών σκευασμάτων μικροφυκών) και Π22 (διατροφικά πειράματα σε τσιπούρα και λαβράκι με τη χρήση μικροφυκών από καλλιέργεια αξιοποίησης υγρών αποβλήτων) χρησιμοποιώντας τις πειραματικές ιχθυοτροφές που περιγράφονται στο Παραδοτέα Π20 (Έκθεση καταρτισμού ιχθυοτροφών & αναλύσεων ποιότητας τους).