



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 21: Ενδιάμεση Έκθεση αξιολόγησης ιχθυοτροφών στην
αποδοτικότητα των εκτροφών τσιπούρας & λαβρακιού**

Έκδοση 2.0.: 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: **Τ1ΕΔΚ-01580**

Συντονιστής: **Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Διάρκεια: **09/07/2018 – 08/10/2022**

Λεπτομέρειες Παραδοτέου

ΕΕ5: Δοκιμή ΜΦ για διατροφή ιχθύων

Εργασία ΥΕ 5.2.: Πειραματικές εκτροφές τσιπούρας και λαβρακιού με χρήση μικροφυκών στις ιχθυοτροφές

Τίτλος Παραδοτέου: Ενδιάμεση Έκθεση αξιολόγησης ιχθυοτροφών στην αποδοτικότητα των εκτροφών τσιπούρας & λαβρακιού

Υπεύθυνος Φορέας: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Συμμετέχων Εταίρος: BIOMAR

Προθεσμία Παράδοσης: Μήνας 40

Ημέρα Παράδοσης έκδοσης 2.0: 08/12/2021

Περιεχόμενα

	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ (1^ο διατροφικό πείραμα)	12
2.1	Υλικά & Μέθοδοι	12
2.1.1	Πειραματικές ιχθυοτροφές τσιπούρας	12
2.1.2	Πειραματικές συνθήκες εκτροφής τσιπούρας	14
2.1.3	Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής	15
2.1.4	Στατιστική ανάλυση δεδομένων	17
2.2	Αποτελέσματα	18
2.3	Συζήτηση	20
3.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ (2^ο διατροφικό πείραμα)	22
3.1	Υλικά & Μέθοδοι	22
3.1.1	Πειραματικές ιχθυοτροφές λαβρακιού	22
3.1.2	Πειραματικές συνθήκες εκτροφής λαβρακιού	24
3.1.3	Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής	25
3.1.4	Στατιστική ανάλυση δεδομένων	27
3.2	Αποτελέσματα	27
3.3	Συζήτηση	30
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	34
	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	35

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	Καταρτισμός και θρεπτική σύσταση ιχθυοτροφών τσιπούρας με εμπορικά μικροφύκη (1 ^ο διατροφικό πείραμα)	13
Πίνακας 2	Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής του <i>S. aurata</i> διατρεφόμενου για 90 ημέρες με ιχθυοτροφές που περιείχαν εμπορικά μικροφύκη	19
Πίνακας 3	Καταρτισμός και θρεπτική σύσταση ιχθυοτροφών λαβρακιού με εμπορικά μικροφύκη (2 ^ο διατροφικό πείραμα)	23
Πίνακας 4	Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής του <i>D. labrax</i> , διατρεφόμενου για 77 ημέρες με ιχθυοτροφές που περιείχαν εμπορικά μικροφύκη	29

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Παραδοτέο Π21 «**Ενδιάμεση Έκθεση αξιολόγησης ιχθυοτροφών στην αποδοτικότητα των εκτροφών τσιπούρας & λαβρακιού**» εντάσσεται στην Υποενότητα Εργασίας ΥΕ5.2 «Πειραματικές εκτροφές τσιπούρας και λαβρακιού με χρήση μικροφυκών στις ιχθυοτροφές» και αποτελεί την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των δυο πρώτων διατροφικών πειραμάτων με τη χρήση εμπορικών μικροφυκών στις ιχθυοτροφές της τσιπούρας και του λαβρακιού.

Η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου και του ιχθυελαίου στις ιχθυοτροφές αποτελεί μείζονος σημασίας για τον τομέα των υδατοκαλλιεργειών. Ορισμένα είδη μικροφυκών θα μπορούσαν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες και συγκεκριμένων λιπαρών οξέων, όπως είναι το EPA και DHA. Για τον σκοπό αυτόν πραγματοποιήθηκαν δύο (2) διατροφικά πειράματα με την τσιπούρα και το λαβράκι προκειμένου να αποτυπωθεί μια πρώτη εικόνα σχετικά με την καταλληλότητα των εμπορικών σκευασμάτων μικροφυκών των ειδών *Schizochytrium* sp., *Nannochloropsis* sp., *C. vulgaris* στα σιτηρέσια της τσιπούρας και του λαβρακιού.

Σκοπός του 1^{ου} διατροφικού πειράματος που πραγματοποιήθηκε στην τσιπούρα (*Sparus aurata*) ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων α) της υποκατάστασης της πρωτεΐνης του διαιτητικού ιχθυαλεύρου από πρωτεΐνη του είδους *Chlorella vulgaris* (εμπορικό) και β) της μερικής και ολικής υποκατάστασης του διαιτητικού ιχθυελαίου από μίγμα των ειδών *Schizochytrium* sp. (εμπορικό) και *Nannochloropsis* sp. (εμπορικό), στην ανάπτυξη, τη φυσιολογία θρέψης και τη θρεπτική αξία της τσιπούρας. Ιχθύδια τσιπούρας διαχωρίστηκαν σε έξι ομάδες (30 ιχθύδια/δεξαμενή, 3 δεξαμενές/πειραματική τροφή) και διατράφηκαν με 6 ισοενεργειακές (21 MJ / Kg) και ισοπρωτεϊνικές (52% CP) τροφές για 90 ημέρες. Η τροφή μάρτυρας (FM) περιείχε αποκλειστικά ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο, ενώ στις τροφές CM10, CM20, CM30, έγινε υποκατάσταση της πρωτεΐνης του ιχθυάλευρου κατά 10%, 20% και 30%, αντίστοιχα, από άλευρο *Chlorella vulgaris* (εμπορικό), και στις SN50 και SN100 έγινε 50 και 100%, υποκατάσταση του ιχθυελαίου, αντίστοιχα, από ένα μείγμα αλεύρου που περιείχε *Nannochloropsis* sp. (εμπορικό) και *Schizochytrium* sp. (εμπορικό). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η μερική αντικατάσταση της πρωτεΐνης ιχθυάλευρου με άλευρο *C.*

vulgaris (εμπορικό) έως 30% και η ολική αντικατάσταση ιχθυελαίου από το μείγμα *Nannochloropsis* sp. (εμπορικό) και *Schizochytrium* sp. (εμπορικό) δεν επηρέασε σημαντικά τις παραμέτρους ανάπτυξης των ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής μεταξύ των διαφορετικών διατροφικών ομάδων.

Σκοπός του 2^{ου} διατροφικού πειράματος που πραγματοποιήθηκε στο λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων α) της υποκατάστασης της πρωτεΐνης του διαιτητικού ιχθυαλεύρου από πρωτεΐνη του είδους *Chlorella vulgaris* (εμπορικό) και β) της μερικής και ολικής υποκατάστασης του διαιτητικού ιχθυελαίου από μίγμα των ειδών *Schizochytrium* sp. (εμπορικό) και *Nannochloropsis* sp. (εμπορικό). στην ανάπτυξη, τη φυσιολογία θρέψης και τη θρεπτική αξία του λαβρακιού. Ιχθύδια λαβρακιού αρχικού μέσου βάρους $2,85 \pm 0,01\text{g}$, διαχωρίστηκαν σε έξι ομάδες (30 ιχθύδια/δεξαμενή, 3 δεξαμενές/πειραματική τροφή) και διατράφηκαν με 6 ισοπρωτεϊνικά (52% επί ξηρής ουσίας) και ισοενεργειακά σιτηρέσια (21 MJ/kg ξηρής ουσίας) για 77 ημέρες. Η τροφή μάρτυρας (FM) περιείχε αποκλειστικά ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο, ενώ στις τροφές CM10, CM20, CM30, έγινε υποκατάσταση της πρωτεΐνης του ιχθυαλεύρου κατά 10%, 20% και 30%, αντίστοιχα, από άλευρο *Chlorella vulgaris* (εμπορικό), και στις SN50 και SN100 έγινε 50 και 100%, υποκατάσταση του ιχθυελαίου, αντίστοιχα, από ένα μείγμα αλεύρου που περιείχε *Schizochytrium* sp. (εμπορικό) και *Nannochloropsis* sp. (εμπορικό). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η μερική αντικατάσταση της πρωτεΐνης του ιχθυαλεύρου με άλευρο *C. vulgaris* (εμπορικό) έως 30% δεν επηρέασε σημαντικά τις παραμέτρους ανάπτυξης των ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής μεταξύ των ομάδων. Αντιθέτως, τα ψάρια που διατράφηκαν με τις τροφές όπου έγινε 50% και 100% αντικατάσταση ιχθυελαίου, παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με αυτά που διατράφηκαν αποκλειστικά με ιχθυέλαιο, ενώ ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των σιτηρεσίων που περιείχαν μικροφύκη σε διάφορα επίπεδα χορήγησης, ήταν παρόμοιος με εκείνον των ψαριών που διατράφηκαν αποκλειστικά με ιχθυέλαιο.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα από τα δύο διατροφικά πειράματα έδειξαν ότι τα εμπορικά μικροφύκη *C. vulgaris*, *Schizochytrium* sp. και *Nannochloropsis* sp. είναι πολλά υποσχόμενες εναλλακτικές λύσεις για την

αντικατάσταση των ιχθυάλευρων και ιχθυελίων στη διατροφή της τσιπούρας (*S. aurata*) και του λαβρακιού (*D. labrax*).

Μερικά από τα αποτελέσματα της ενότητας αυτής έχουν δημοσιευθεί στο έγκριτο επιστημονικό περιοδικό «Aquaculture»:

I.T. Karapanagiotidis, M.N. Metsoviti, E.Z. Gkalogianni, P. Psoufakis, A. Asimaki, N. Katsoulas, G. Papapolymerou, I. Zarkadas (2022). The effects of replacing fishmeal by *Chlorella vulgaris* and fish oil by *Schizochytrium* sp. and *Microchloropsis gaditana* blend on growth performance, feed efficiency, muscle fatty acid composition and liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 561, 738709