



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:

**«ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ-ΑΝΟΙΧΤΗ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ»**

Ειδική Δράση:

«ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΑΞΗΣ:

Χρήση πρωτεΐνης εντόμων και λίπους μικροφυκών για την αντικατάσταση του ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίου στα σιτηρέσια της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

«FInAl»

Κωδικός Έργου:

T6YBΠ-00076 MIS 5045804

Παραδοτέο 14 (Π14)

Επίδραση πρωτεϊνών εντόμων στη θρεπτική σύσταση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φιλέτου της τσιπούρας

Απρίλιος 2023

ΦΟΡΕΑΣ:

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΛΚΕΘΕ)

Λεπτομέρειες Έργου:

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

Τίτλος Πράξης: Χρήση πρωτεϊνής εντόμων και λίπους μικροφυκών για την αντικατάσταση του ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίου στα σιτηρέσια της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

Ακρωνύμιο Πράξης: FInAI

Αριθμός Πράξης: Τ6ΥΒΠ-00076 MIS 5045804

Συντονιστής: Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΠΘ)

Διάρκεια: 17/06/2019 – 17/06/2023

Λεπτομέρειες Παραδοτέου

Ενότητα Εργασίας 3 (ΕΕ3): Χρήση πρωτεϊνών εντόμων για την αντικατάσταση του ιχθυαλεύρου στο σιτηρέσιο της τσιπούρας

Υποενότητα Εργασίας ΕΕ3.4 Επίδραση πρωτεϊνών εντόμων στη θρεπτική σύσταση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φιλέτου της τσιπούρας

Τίτλος Παραδοτέου: Επίδραση πρωτεϊνών εντόμων στη θρεπτική σύσταση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φιλέτου της τσιπούρας

Συντονιστής Παραδοτέου ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΛΚΕΘΕ)

Συμμετέχων Φορέας: Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ΠΘ)

Προθεσμία Παράδοσης: Μήνας 46

Ημέρα Παράδοσης: 17/04/2023

Περιεχόμενα

	Περίληψη	5
1.	Εισαγωγή	5
2	Αξιολόγηση των πρωτεϊνών εντομών στη θρεπτική σύσταση ολόκληρου του σώματος και μυϊκού ιστού της τσιπούρας	5
2.1	Υλικά και Μέθοδοι	5
2.1.1	Προέλευση ιχθύων και δειγματοληψίες	5
2.1.2	Αναλύσεις θρεπτικής σύστασης ιχθύων	7
2.1.3	Στατιστική ανάλυση	7
2.2	Αποτελέσματα	7
2.3	Συζήτηση	
3	Αξιολόγηση των πρωτεϊνών εντομών στην οργανοληπτική αξιολόγηση του φιλέτου της τσιπούρας	13
3.1	Υλικά και Μέθοδοι	13
3.1.1	Πειραματικές ιχθυοτροφές τσιπούρας	13
3.1.2	Πειραματικές συνθήκες εκτροφής τσιπούρας	13
3.1.3	Δειγματοληψίες	14
3.2	Οργανοληπτική ανάλυση	14
3.2.1	Εκπαίδευση ομάδας δοκιμαστών	14
3.2.2	Προετοιμασία δειγμάτων	16
3.2.3	Οργανοληπτική αξιολόγηση	17
3.3	Στατιστική ανάλυση	17
3.4	Αποτελέσματα	19
3.4.1	Επαναληψιμότητα των μετρήσεων της ομάδας δοκιμαστών	19

3.4.2	Οργανοληπτικό προφίλ των δειγμάτων	21
3.5	Συζήτηση	
4	Συμπεράσματα	25
	Βιβλιογραφία	26

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.	Θρεπτική σύσταση σάρκας και μυϊκού ιστού ιχθυδίων τσιπούρας διατρεφόμενα με τις πειραματικές τροφές όπως περιγράφονται στο Π11	9
Πίνακας 2.	Θρεπτική σύσταση σάρκας και μυϊκού ιστού ιχθυδίων τσιπούρας διατρεφόμενα με τις πειραματικές τροφές όπως περιγράφονται στο Π12	11
Πίνακας 3.	Θρεπτική σύσταση σάρκας και μυϊκού ιστού ιχθυδίων τσιπούρας διατρεφόμενα με τις πειραματικές τροφές όπως περιγράφονται στο Π13	12
Πίνακας 4.	Περιγραφικοί όροι μαζί με τους ορισμούς τους που χρησιμοποιήθηκαν για την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων	15
Πίνακας 5.	Τιμές δείκτη επαναληψιμότητας (RI) για κάθε δοκιμαστή για τις δύο επαναλήψεις δοκιμών των τεσσάρων δειγμάτων. Παρουσιάζεται επίσης το εύρος τιμών του δείκτη στα τέσσερα δείγματα για κάθε δοκιμαστή. Ο δείκτης παίρνει τιμές από 0 έως 1 με τιμές κοντά στο 1 να υποδεικνύουν ισχυρή επαναληψιμότητα.	19
Πίνακας 6.	Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις των εντάσεων των περιγραφικών όρων για τα τέσσερα δείγματα της μελέτης σε κλίμακα 0 έως 3. Η Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας των όρων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στους μέσους όρους υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων μετά από ανάλυση post-hoc (LSD test).	22

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1	Διάγραμμα MFA με εμφανή τα επιμέρους σημεία των δύο επαναλήψεων των δειγμάτων για κάθε δείγμα ξεχωριστά στις δύο πρώτες συνιστώσες (συνολική επεξηγούμενη μεταβλητότητα 76,38%).	21
Γράφημα 2	Διάγραμμα PCA που περιλαμβάνει τα τέσσερα δείγματα της μελέτης και τους στατιστικά σημαντικούς περιγραφικούς όρους ($p < 0,05$). Παρουσιάζονται οι συνιστώσες F1 και F2 με συνολική επεξηγούμενη διακύμανση 95,15%.	24

Περίληψη

Το Παραδοτέο Π14 «Επίδραση πρωτεϊνών εντόμων στη θρεπτική σύσταση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φιλέτου της τσιπούρας» εντάσσεται στην ομότιτλη Υποενότητα Εργασίας ΕΕ3.4 του έργου και παρουσιάζει και συζητά τις επιδράσεις που έχει η χρήση εντομοαλεύρων στη θρεπτική σύσταση, στη φυσιολογία θρέψης, στη θρεπτική αξία και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της τσιπούρας.

Η θρεπτική σύσταση των ψαριών αναφέρεται στην περιεκτικότητα τους σε θρεπτικά συστατικά όπως ολικές πρωτεΐνες, ολικά λίπη, ολική ανόργανη ουσία, ολική ενέργεια, προφίλ λιπαρών οξέων κ.λπ. Η θρεπτική σύσταση των ψαριών είναι ένας δείκτης τόσο της γενικότερης φυσιολογικής κατάστασης των ψαριών όσο και της μεταβολικής πορείας των θρεπτικών συστατικών της τροφής εντός του οργανισμού. Ταυτόχρονα, η θρεπτική σύσταση των ψαριών χαρακτηρίζει τη θρεπτική τους αξία ως τρόφιμο για τον άνθρωπο-καταναλωτή. Αναφορικά με τον καταναλωτή, το τελικό προϊόν-ψάρι θα πρέπει να διαθέτει εκείνα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως οσμή, γεύση, υφή και εμφάνιση που οι καταναλωτές προτιμούν. Η θρεπτική σύσταση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ψαριών είναι γνωστό ότι επηρεάζονται άμεσα από την ιχθυοτροφή. Η υποκατάσταση των ιχθυαλεύρων από εντομοάλευρα στις ιχθυοτροφές αποτελεί μια αποδοτική λύση, όπως δείχθηκε και στα Παραδοτέα Π11, Π12 και Π13, για την μερική κάλυψη των διατροφικών αναγκών των εκτρεφόμενων ιχθύων και ταυτόχρονα ενίσχυση της περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης της ιχθυοκαλλιέργειας. Οπότε, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να προσδιορίσει τις επιδράσεις που έχει η πρακτική της διαιτητικής υποκατάστασης των ιχθυαλεύρων από εντομοάλευρα, όπως αυτή περιγράφηκε στα Παραδοτέα Π11, Π12 και Π13, στην θρεπτική σύσταση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της τσιπούρας και να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες, που μέχρι σήμερα δεν έχουν διερευνηθεί, τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στους παραγωγούς και τους καταναλωτές που είναι οι τελικοί αποδέκτες.

Στο παρόν Παραδοτέο παρουσιάζονται οι αναλύσεις της θρεπτικής σύστασης τόσο ολόκληρου του σώματος, όσο και του εδώδιμου μυϊκού ιστού ιχθύων τσιπούρας που προήλθαν από τα διατροφικά πειράματα με τη χρήση εντομοαλεύρου, είτε απολιπασμένου είτε πλήρους λιπαρών, του είδους *Zophobas morio* (Παραδοτέο Π11), με τη χρήση διαφορετικών εντομοαλεύρων των ειδών *Bombyx mori*, *Z. morio*, *Tenebrio molitor* και *Hermetia illucens* (Παραδοτέο Π12) και με τη χρήση μίγματος

εντομοαλεύρων των προαναφερθέντων ειδών (Παραδοτέο Π13). Τα αποτελέσματα έδειξαν γενικά ότι η θρεπτική σύσταση (περιεκτικότητα υγρασίας, περιεκτικότητα ολικών πρωτεϊνών, περιεκτικότητα ολικών λιπών, περιεκτικότητα τέφρας, ολική ενέργεια) της τσιπούρας δεν επηρεάζεται σημαντικά από την ενσωμάτωση του εντομοαλεύρου *Z. morio* στο σιτηρέσιο. Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι το εντομοάλευρο *Z. morio*, τόσο της μορφής απολιπασμένου όσο και πλήρους λιπαρών άλευρο, μεταβολίζεται στον ίδιο βαθμό με το ιχθυάλευρο και δεν μεταβάλλει τη θρεπτική αξία της τσιπούρας.

Αναφορικά με την επίδραση της χρησιμοποίησης του εντομοαλεύρου *Z. morio* στο προφίλ λιπαρών οξέων της τσιπούρας δείχθηκε ότι καθώς αυξάνει το ποσοστό συμμετοχής του στο σιτηρέσιο οδηγεί σε σημαντική αύξηση των επιπέδων 18:1ω-9 στο σώμα και στο φιλέτο της τσιπούρας, καθώς είναι γνωστό ότι το *Z. morio* είναι πλούσιο στο συγκεκριμένο λιπαρό οξύ. Ταυτόχρονα όμως οδήγησε σε μειούμενα επίπεδα του 18:2ω-6 και ολικών ω-6, παρά το γεγονός ότι το *Z. morio* είναι πλούσιο σε αυτό το λιπαρό οξύ. Αυτό κυρίως οφείλεται στην στρατηγική που υιοθετήθηκε κατά τον καταρτισμό των σιτηρεσίων όπου, προκειμένου οι πειραματικές ιχθυοτροφές να είναι ισολιπιδικές και ισοενεργειακές, η προσθήκη εντομοαλεύρου στο σιτηρέσιο απαιτεί την παράλληλη μείωση της συμμετοχής των ελαίων, που στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν το σογιέλαιο. Οπότε, η μειωμένη συμμετοχή του σογιελαίου στις τροφές που περιείχαν *Z. morio* ήταν αυτή που οδήγησε σε μειωμένα επίπεδα ω-6 στους ιστούς της τσιπούρας. Περαιτέρω, δείχθηκε ότι η αυξανόμενη ενσωμάτωση του εντομοαλεύρου *Z. morio* στο σιτηρέσιο οδηγεί σε μειούμενα επίπεδα EPA, DHA και ολικών ω-3 PUFA στους δύο ιστούς της τσιπούρας, λόγω της χαμηλότερης συμμετοχής του ιχθυαλεύρου στο σιτηρέσιο. Ωστόσο, αυτή η τάση δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η συμπερίληψη είτε πλήρους είτε με απολιπασμένου εντομοαλεύρου *Z. morio* στο σιτηρέσιο δεν οδηγεί σε σημαντική υποβάθμιση της λιπιδιακής αξίας της τσιπούρας.

Παρόμοια αποτελέσματα, τόσο ως προς τη θρεπτική σύσταση όσο και ως προς το προφίλ των λιπαρών οξέων, βρέθηκαν και με τη χρήση εντομοαλεύρων των ειδών *B. mori*, *T. molitor* και *H. illucens*, καθώς και του μίγματος τους. Τα ευρήματα αυτά καταδεικνύουν ότι τα εντομοάλευρα των ειδών *B. mori*, *Z. morio*, *T. molitor* και *H. illucens* μεταβολίζονται στον ίδιο βαθμό με το ιχθυάλευρο και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν επέφεραν κάποια αρνητική επίδραση στη σωματική ανάπτυξη των ιχθύων, αλλά ούτε και στην αποδοτικότητα των τροφών, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι

είναι κατάλληλα για τη μερική κάλυψη των θρεπτικών απαιτήσεων της τσιπούρας, χωρίς ταυτόχρονα να υποβαθμίζουν τη θρεπτική αξία της.

Παράλληλα, στο παρόν Παραδοτέο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του φιλέτου ιχθύων τσιπούρας που προήλθαν από το διατροφικό πείραμα (Παραδοτέο Π12) όπου διαφορετικές ομάδες ιχθύων διατράφηκαν είτε με ιχθυάλευρα είτε με ένα από τα εντομοάλευρα των ειδών *B. mori*, *Z. morio* και *H. Illucens*. Συγκεκριμένα, μια ομάδα 13 εκπαιδευμένων δοκιμαστών αξιολόγησαν οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως οσμή, όψη, γεύση και υφή της τσιπούρας. Κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων τέσσερα διαφορετικά δείγματα δοκιμάστηκαν σε δύο επαναλήψεις από κάθε δοκιμαστή. Η διαδικασία της αξιολόγησης διήρκησε περίπου 40 λεπτά για κάθε δοκιμαστή. Οι δοκιμές έλαβαν χώρα στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο στο Εργαστήριο Οργανοληπτικού Ελέγχου Τροφίμων του ΕΛΚΕΘΕ στην Ανάβυσσο τον Ιούνιο του 2022. Η αξιολόγηση έγινε με τη μέθοδο RATA με τη χρήση κλίμακας τριών σημείων (Λίγο-Πολύ-Μέτρια) για την αξιολόγηση της έντασης κάθε χαρακτηριστικού που επιλεγόταν από τον δοκιμαστή. Όλα τα δείγματα παρουσιάζονταν με τυχαιοποιημένη σειρά και κωδικοποιημένα με τυχαίους τριψήφιους κωδικούς, έτσι ώστε να εμποδιστεί οποιοδήποτε είδους προκατάληψη των δοκιμαστών ή επίδραση της αισθητηριακής κόπωσης ή επίδραση της σειράς παρουσίασης των δειγμάτων στην αξιολόγηση. Η ένταση των περιγραφικών όρων, που προέκυψε από τη μέθοδο RATA, καταχωρήθηκε ως συνεχής μεταβλητή από το 0 (απουσία) ως το 3 (πολύ).

Εξ όσων γνωρίζουμε είναι η πρώτη φορά που μελετώνται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά μαγειρεμένων ιχθύων που έχουν διατραφεί με εντομοάλευρα ως υποκατάστατο του ιχθυάλευρου. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι οι τσιπούρες που διατράφηκαν με εντομοάλευρο *B. mori* χαρακτηρίζονταν κυρίως από οσμή ιχθυελαίου και κολλώδη υφή, οι τσιπούρες που διατράφηκαν με εντομοάλευρο *H. Illucens* χαρακτηρίζονταν από ομοιογενές και ανοιχτό χρώμα ιστού, οι τσιπούρες που διατράφηκαν με εντομοάλευρο *Z. morio* χαρακτηρίζονταν από μεταλλική γεύση και οσμή βουτύρου και οι τσιπούρες που διατράφηκαν με ιχθυάλευρο χαρακτηρίζονταν από οσμή βουτύρου κυρίως, αλλά και από μεταλλική γεύση και ανοιχτόχρωμο ιστό με ομοιογενές χρώμα. Συμπερασματικά, οι τσιπούρες που διατράφηκαν με *B. mori* διέφεραν περισσότερο από εκείνες που διατράφηκαν με ιχθυάλευρο, κυρίως ως προς την οσμή ιχθυελαίου, αλλά και την κολλώδη υφή.

Το πλήρες κείμενο του Παραδοτέου θα αναρτηθεί αφού πρώτα δημοσιευθούν τα αποτελέσματα του σε επιστημονικά περιοδικά. Για περισσότερες πληροφορίες παρακαλώ επικοινωνήστε με τον Συντονιστή του Έργου κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη, Αναπλ. Καθηγητή Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ikarapan@uth.gr).