

**Ειδικές Δράσεις «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»  
ΜΑΓΙΑΤΙΚΟ Τ6ΥΒΠ-0068**



**Παραδοτέο**

<b>Αριθμός Παραδοτέου:</b>	Π2.2.3	<b>Μήνας Παράδοσης ΤΠΕ:</b>	34
<b>Τίτλος Παραδοτέου</b>	Τελική διαμόρφωση του διατροφικού πρωτόκολλου νυμφικής εκτροφής του μαγιατικού		
<b>Ενότητα Εργασίας (ΕΕ):</b>	2	<b>Συντονιστής ΕΕ:</b>	ΙΘΑΒΒΥΚ
<b>Τίτλος ΕΕ:</b>	Νυμφικές εκτροφές και παραγωγή γόνου		
<b>Αριθμός Εργασίας:</b>	2.2.	<b>Υπεύθυνος Παραδοτέου:</b>	ΕΛΚΕΘΕ
<b>Τίτλος εργασίας:</b>	Βελτίωση των υφιστάμενων πρωτόκολλων νυμφικής εκτροφής με βάση την οντογένεση του πεπτικού συστήματος και της όρασης		
<b>Εταίροι:</b>	ΙΘΑΒΒΥΚ	ΓΑΛΑΞΙΔΙ	
<b>Κατάσταση:</b>	Ολοκληρωμένο	<b>Μήνας παράδοσης:</b>	34

**Υπεύθυνος ερευνητής για το παραδοτέο:** Παπαδάκης, Ι. (ΕΛΚΕΘΕ)

**Συνεργαζόμενοι ερευνητές από Εταίρους:** Μακρίδης, Π. (Πανεπιστήμιο Πατρών), Καραπαναγιώτης, Σ. (ΓΑΛΑΞΙΔΙ), Τσακωνίτη, Κ. (ΓΑΛΑΞΙΔΙ), Μέγκος, Α. (ΓΑΛΑΞΙΔΙ)

**Σύντομη περιγραφή (ΤΠΕ):**

Η έκθεση περιλαμβάνει την παρουσίαση του τελικού πρωτοκόλλου νυμφικής εκτροφής του μαγιατικού βάσει των αποτελεσμάτων που λήφθηκαν από τις εκτροφές που έγιναν. Οι εκτροφές και οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε ιχθυογεννητικό σταθμό της εταιρίας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες Α.Ε. ενώ η ανάλυση των δειγμάτων βασίστηκε σε ιστολογικές μεθόδους που πραγματοποιήθηκαν στο ΕΛΚΕΘΕ και των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στα **Παραδοτέα 2.2.1** και **2.2.2**.





## Εισαγωγή

Η επιτυχία της νυμφικής εκτροφής του μαγιατικού αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα που θα συμβάλει σημαντικά στην ένταξη του είδους αυτού στη βιομηχανία της μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας. Ειδικότερα στην ΕΕ2 η προσπάθεια επικεντρώθηκε στο να εξερευνηθούν σημαντικά ζητήματα που απασχολούν την νυμφική εκτροφή του μαγιατικού.

Κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια από την εκκόλαψη έως και στο στάδιο της μεταμόρφωσης σε νεαρό ιχθύδιο πραγματοποιούνται πάρα πολλές αναπτυξιακές αλλαγές οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την φυσιολογία, την συμπεριφορά και γενικότερα την οντότητα του οργανισμού που εκτρέφεται (Ma *et al.*, 2012; Downie *et al.*, 2020). Οι αναπτυξιακές αυτές αλλαγές που πραγματοποιούνται είναι η βασική αιτία ώστε οι απαιτήσεις του εκτρεφόμενου οργανισμού να είναι διαφορετικές από μέρα σε μέρα. Οι απαιτήσεις όμως αυτές ικανοποιούνται από τους χειρισμούς αλλά και από το πρωτόκολλο εκτροφής που χρησιμοποιούν οι εκτροφείς. Στην παρούσα μελέτη ο στόχος μας ήταν να διερευνήσουμε τις απαιτήσεις του είδους αυτού ως προς το διατροφικό πρωτόκολλο αλλά και ως προς το πρωτόκολλο φωτισμού που πρέπει να υπάρχει σε συνθήκες εκτροφής. Για να γίνει όμως αυτό εφικτό ακολουθήθηκε μια καινοτόμος προσέγγιση που διερεύνησε αρχικά την διαμόρφωση των βασικών λειτουργικών συστημάτων, όπως είναι το πεπτικό σύστημα και το σύστημα όρασης, που εμπλέκονται σε αυτήν την διαδικασία.

Όσον αφορά το διατροφικό πρωτόκολλο διερευνήθηκε το πεπτικό σύστημα το οποίο ως γνωστό είναι υπεύθυνο για την σύλληψη, την επεξεργασία και την αφομοίωση της χορηγούμενης τροφής (Bakke *et al.*, 2010). Η περιγραφή της οντογένεσης του πεπτικού συστήματος στην παρούσα μελέτη δίδει την απαραίτητη πληροφορία σχετικά με το πώς και πότε το κάθε είδος αποκτά τα όργανα και τις δομές που θα του επιτρέψουν να διανύσει την κρίσιμη περίοδο της νυμφικής εκτροφής με επιτυχία. Εστιασμένες μελέτες τόσο στο **Παραδοτέο 2.2.1** αλλά και στο **2.2.2** που σχετίζονται με την πλαστικότητα συγκεκριμένων δομών του πεπτικού συστήματος, όπως το συκώτι και το έντερο, βοήθησαν στον ακριβή προσδιορισμό περιόδων διατροφικής καταπόνησης (Papadakis *et al.*, 2013; Papadakis *et al.*, 2009). Ενδεικτικά η μείωση του λίπους στο συκώτι συνδέεται είτε με μειωμένη κατανάλωση τροφής, είτε με αλλαγή της σύστασης της τροφής.

Αυτό αποτέλεσε πολύτιμο εργαλείο για την άμεση βελτιστοποίηση του πρωτοκόλλου διατροφής τόσο του μαγιατικού αλλά και άλλων ειδών αφού η ελαχιστοποίηση της διατροφικής καταπόνησης του κάθε εκτρεφόμενου οργανισμού μπορεί να συνεισφέρει τόσο στην αύξηση της παραγωγής όσο και στην μείωση του κόστους εκτροφής. Αποτελέσματα της οντογένεσης του πεπτικού συστήματος από πληθώρα μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί για διάφορα είδη (Gisbert *et al.*, 2004; Chen *et al.*, 2006; Ma *et al.*, 2014) αξιοποιούνται ήδη προς την προαναφερθείσα κατεύθυνση. Περαιτέρω μελέτες σε αυτά τα είδη, που θα εστιάζονταν στην φυσιολογία της πέψης με την μελέτη διαφόρων ένζυμων και άλλων λειτουργιών που συσχετίζονται με την διατροφική συμπεριφορά μπορεί να συμπληρώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για την επίτευξη των αναμενόμενων παραγωγικών αποτελεσμάτων.

Ταυτόχρονα έγινε μελέτη και στο σύστημα της όρασης το οποίο ευθύνεται για τον εντοπισμό των διατροφικών συστατικών που υπάρχουν στο πρωτόκολλο εκτροφής (Papadakis *et al.*, 2018). Η συνδυαστική αυτή μελέτη βοήθησε στο να χαρτογραφήσουμε τόσο τις διατροφικές όσο και στις οπτικές απαιτήσεις του είδους αυτού, στην πορεία του χρόνου και σε μια δυναμική κατάσταση που ο οργανισμός άλλαξε ανατομικά και φυσιολογικά από μέρα σε μέρα.

Τέλος η στοχευμένη μελέτη σε όργανα δείκτες που αντανακλούν την διατροφική κατάσταση του οργανισμού βοήθησε στο να εντοπιστούν με ακρίβεια οι περίοδοι που οι νύμφες μαγιατικού υπέφεραν από κάποιο είδος υποσιτισμού το οποίο στην περίπτωση της μελέτης αυτής συσχετίστηκε με το διατροφικό πρωτόκολλο (Papadakis *et al.*, 2013; Papadakis *et al.*, 2009).

Τα διατροφικά πρωτόκολλα που μελετήθηκαν αρχικά ήταν το κοινό νυμφικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στις νυμφικές καλλιέργειες στην Ελλάδα και εμπεριέχει ως κύρια συστατικά τροφών τα ρότιφους, την Αρτέμια και την ξηρή βιομηχανική τροφή. Στο **Παραδοτέο 2.2.1** παρουσιάζεται ο σωστός συσχετισμός την οντογένεσης των βασικών λειτουργικών συστημάτων των νυμφών (πεπτικό σύστημα και σύστημα της όρασης) με το διατροφικό πρωτόκολλο. Στην συνέχεια στο **Παραδοτέο 2.2.2** πραγματοποιήθηκαν δοκιμές όπου έγινε, α) προσθήκη κωπηπόδων στο βελτιωμένο πρωτόκολλο εκτροφής και β) προβιοτικά στο νερό εκτροφής.



Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων που λήφθηκαν βοήθησε στο να οργανωθεί το προτεινόμενο πρωτόκολλο για το μαγιάτικο που παρουσιάζεται στην παρούσα αναφορά.

## **B) Πρόταση για τελική διαμόρφωση του διατροφικού πρωτόκολλου**

Η πρόταση διαμόρφωσης του διατροφικού πρωτοκόλλου εκτροφής παρουσιάζεται σε σχέση με το μήκος των νυμφών. Το μήκος των νυμφών αποτελεί την βασική παράμετρο παρακολούθησης της εκτροφής αφού βάσει αυτού και όχι βάσει του χρόνου αναφέρονται και τα γεγονότα οντογένεσης, δηλαδή πότε εμφανίζεται η κάθε λειτουργική δομή του οργανισμού.

### **Μέγεθος 3,4mm – 5,6 mm.**

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα ρότιφερ καταναλώνονται από τις νύμφες του μαγιάτικου από την εκκόλαψη έως και το μήκος των 7.5 mm, αφού στοιχεία τους (ρότιφερ ή αυγά τους) εντοπίστηκαν στα στομαχικά τους περιεχόμενα. Κατά την περίοδο την οποία οι νύμφες διατρέφονταν αποκλειστικά με ρότιφερ φάνηκε ότι τα κατανάωναν με ιδιαίτερα ικανοποιητικό ρυθμό, αφού από την πρώτη κιάλας μέρα χορήγησής τους εντοπιστήκαν στο πεπτικό τους κανάλι. Από την στιγμή που έγινε η εισαγωγή της Αρτέμιας στο διατροφικό πρωτόκολλο η προτίμηση που έδειχναν οι νύμφες στα ρότιφερ μειώθηκε. Το ποσοστό του λίπους στο συκώτι την περίοδο που γινόταν αποκλειστική διατροφή με ρότιφερ δεν αυξήθηκε σημαντικά, αλλά παρέμεινε σε χαμηλά ποσοστά γεγονός που υποδηλώνει ότι οι νύμφες ναι μεν υπέφεραν διατροφικά αυτήν την περίοδο, αλλά όχι σε βαθμό υποσιτισμού ώστε να είναι αιτία του μεγάλου ποσοστού των θνησιμοτήτων. Το παραπάνω εν μέρη συνδέεται με το μικρό χρονικό διάστημα που απαιτείται για να προσαρμοστούν από τον ενδογενή στον εξωγενή πλέον τρόπο διατροφής τους. Το ότι οι νύμφες του μαγιάτικου επέλεξαν να διατραφούν με τα ρότιφερ που είχαν αυγά σε σχέση με αυτά που δεν είχαν αυγά, οφείλεται στην ιδιαίτερη οπτική ικανότητα που έχουν οι νύμφες του μαγιάτικου να εντοπίζουν αυτού του είδους τα ρότιφερ. Το παραπάνω όμως γεγονός αναλύεται σε παρακάτω παράγραφο σχετικά με την όραση των νυμφών του μαγιάτικου. Αν και τα αυγά των ρότιφερ περνούσαν άπεπτα από το πεπτικό κανάλι, δεν αποτελεί λόγο να αφαιρούνται από τα ρότιφερ αφού ρότιφερ με αυγά υποδηλώνουν μια πολύ δυναμική και υγιή καλλιέργεια. Επιπρόσθετα η παρουσία των αυγών στα ρότιφερ αυξάνει την πιθανότητα του οπτικού τους εντοπισμού άρα και της κατανάλωσής τους από τις νύμφες του μαγιάτικου.

Η προσθήκη προβιοτικών στο νερό εκτροφής βοήθησε στο να μειωθεί η περίοδος διατροφικής καταπόνησης των νυμφών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης του λίπους στο συκώτι, αφού οι νύμφες κατανάλωσαν περισσότερα ρότιφερ κάτι που φάνηκε από την αύξηση του λίπους στο συκώτι τους. Η προσθήκη και κωπήποδων στο διατροφικό πρωτόκολλο των νυμφών μαγιάτικου, συντέλεσε στο να παρουσιάσουν σε μετέπειτα αναπτυξιακά στάδια μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης. Η αδυναμία χρήσης φρέσκου ζωντανού φυτοπλαγκτόν στην παρούσα μελέτη μείωσε την αποτελεσματικότητα των κωπήποδων ως διατροφή των νυμφών του μαγιάτικου. Δυστυχώς όμως η παραγωγική διαδικασία των κωπήποδων αλλά και το κόστος τους αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα προς το παρόν για την ευρεία χρησιμοποίησή τους. Επόμενη πρόκληση ως προς αυτήν την κατεύθυνση είναι να γίνει μελέτη για την εύρεση του οικονομικότερου μοντέλου χρήσης κωπήποδων για την χρήση τους στην νυμφική εκτροφή του μαγιάτικου.

Η πλήρωση της Νηκτικής κύστης των νυμφών του μαγιάτικου πραγματοποιείται μεταξύ της 4<sup>ης</sup> και 7<sup>ης</sup> ημέρας εκτροφής. Τα χαμηλά επίπεδα του λίπους στο συκώτι κατά την περίοδο που οι νύμφες του μαγιάτικου κατανάλωναν αποκλειστικά ρότιφερ, συνδέονται επίσης με την μειωμένη διατροφή που παρουσιάζουν οι νύμφες κατά την περίοδο που αναμένουν να κάνουν πλήρωση της νηκτικής τους κύστης. Το χρονικό παράθυρο που γίνεται αυτό έχει διάρκεια 3-4 ημέρες. Όσο πιο μικρό είναι αυτό το χρονικό διάστημα τόσο πιο γρήγορα οι νύμφες θα επανέλθουν στην φυσιολογική κατάσταση κατανάλωσης ρότιφερ, γεγονός που θα μειώσει την περίοδο της διατροφικής καταπόνησής τους. Για να γίνει αυτό απαιτείται η επιφάνεια των δεξαμενών νυμφικής εκτροφής να είναι καθαρή και να μην υπάρχει κανένα ίχνος επιφανειακού στρώματος ελαίου. Για τον παραπάνω λόγο μεγάλη προσοχή χρειάζεται στην χρήση των skimmer, δηλαδή των συστημάτων εκείνων που καθαρίζουν την επιφάνεια του νερού.

**Συνεπώς προτείνεται κατά το διάστημα (Μέγεθος 3.4mm – 5,6 mm):**

- **Ταυτόχρονη χρήση προβιοτικών και οικονομική χρήση κωπήποδων.**



- Η χρήση ζωντανού φυτού κρίνεται απαραίτητη.
- Σωστή διαχείριση του καθαρισμού της επιφάνειας του νερού εκτροφής ώστε να υπάρξει ταχύτατη πλήρωση της νηκτικής κύστης των νυμφών.

**B) Μέγεθος 5.6mm- 8 mm.**

Η Αρτέμια AF (κοινώς μικρή Αρτέμια που δεν υπόκειται διαδικασία εμπλουτισμού) είναι το επόμενο κύριο συστατικό που χορηγήθηκε και στα τρία είδη πρωτοκόλλων που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπρόσθετες δοκιμές που έγιναν και στόχευαν να απαντήσουν το πότε πρέπει να χορηγείται η Αρτέμια, έδειξαν ότι ακόμα και από τα 4.5 mm οι νύμφες του μαγιάτικου μπορούν να καταναλώσουν την AF Αρτέμια. Όμως σε αυτήν την περίπτωση παρατηρήθηκε ότι για μεγάλο χρονικό διάστημα οι Αρτέμιες περνούσαν άπεπτες από το πεπτικό κανάλι των νυμφών. Επίσης, σε αυτήν την περίπτωση οι νύμφες του μαγιάτικου καταναλώναν αποκλειστικά Αρτέμιες και η προτίμηση στα ρότιφερ παρέμεινε μικρή. Η μελέτη σχετικά με την ανάπτυξη του πεπτικού συστήματος και της ανάλυσης των στομαχικών περιεχομένων (Π2.2.1) έδειξε ότι το μέγεθος στο οποίο αρχίζουν να δημιουργούνται οι γαστρικοί αδένες καθώς και τα φαρυγγικά δόντια είναι όταν οι νύμφες του μαγιάτικου έχουν μήκος μεταξύ 5,6 και 6,0 mm. Φάνηκε τότε ότι η έναρξη χορήγησης της Αρτέμιας AF μπορεί να γίνει με ασφάλεια σε αυτό το μέγεθος. Το παραπάνω αποδεικνύεται από το γεγονός ότι από την στιγμή που χορηγήθηκε η Αρτέμια AF στην νυμφική εκτροφή αμέσως καταναλώθηκε και από την επόμενη κιόλας μέρα άρχισε να αξιοποιείται από τον οργανισμό, αφού οι νύμφες οι οποίες κατανάλωσαν αρτέμια AF παρουσίασαν ξεκάθαρη αύξηση του ποσοστού λίπους στο συκώτι τους. Επίσης δεν παρατηρήθηκε σε κανένα δείγμα που μελετήθηκε και σε καμιά μέρα εκτροφής να υπάρχει άπεπτη αρτέμια ή τμήματα αρτέμιας στο τελευταίο τμήμα του πεπτικού καναλιού. Συνεπώς ο συγχρονισμός της χορήγησης της αρτέμιας AF και της εμφάνισης των γαστρικών αδένων φαίνεται να βοηθά στην μέγιστη αξιοποίηση της χορηγούμενης τροφής.

**Συνεπώς προτείνεται κατά το διάστημα (Μέγεθος 5,6 mm – 8mm):**

- Η χορήγηση της Αρτέμιας AF πρέπει να γίνεται βάσει του μήκους των νυμφών και όταν το μήκος τους είναι μεταξύ των 5,6 mm και 6,0 mm.

**B) Μέγεθος 8mm- 9 mm.**

Η χορήγηση της μεγάλης εμπλουτισμένης Αρτέμια EG είναι το αμέσως επόμενο βασικό διατροφικό συστατικό που χορηγείται στην νυμφική εκτροφή. Η χορήγησή της πρέπει να γίνεται συνδυαστικά με την AF για τουλάχιστον 4-5 ημέρες και να ξεκινά όταν το μήκος των νυμφών είναι 8mm. Είναι σημαντικό στο διάστημα των 4-5 ημερών όπου γίνεται η μετάβαση από την μικρή Αρτέμια AF στην μεγάλη Αρτέμια EG, τις δυο πρώτες ημέρες η χορήγηση της EG να γίνεται κατά το διάστημα από το πρωί έως το μεσημέρι και μετά την 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ημέρα να επεκτείνεται στις απογευματινές ώρες μέχρι να γίνει πλήρης αντικατάσταση της AF. Ο παραπάνω σχεδιασμός φαίνεται ότι αποτελεί τον καλύτερο συνδυασμό για την μετάβαση στην μεγάλη μεγέθους Αρτέμια EG.

**Συνεπώς προτείνεται κατά το διάστημα (Μέγεθος 8 mm – 9mm):**

- Η έναρξη της χορήγησης της μεγάλης EG εμπλουτισμένης Αρτέμιας πρέπει να γίνεται όταν το μήκος των νυμφών είναι 8mm και το διάστημα πλήρους αντικατάστασης της AF να μην είναι μικρότερο των 4-5 ημερών.

**Γ) Μέγεθος 9mm και άνω.**

Η ξηρή τροφή στο μαγιάτικο αποτελεί την τελευταία προσθήκη στο διατροφικό πρωτόκολλο. Είναι επίσης γνωστό ότι η περίοδος κατά την μετάβαση των νυμφών από την ζωντανή τροφή στην ξηρού τύπου βιομηχανική τροφή είναι από τις πλέον κρίσιμες περιόδους. Σε όλες τις εκτροφές που πραγματοποιήθηκαν φάνηκε ότι το μαγιάτικο είναι ένα είδος που αργεί να δεχθεί την ξηρή τροφή κατά την φάση της νυμφικής εκτροφής. Τα αποτελέσματα επιβεβαιωθήκαν και από την ανάλυση των στομαχικών περιεχομένων των



νυμφών του μαγιάτικου. Διαφορετική διαχείρισή του όμως με πιο πρόωρη μείωση της Αρτέμιας πιθανώς θα μπορούσε να πιέσει τις νύμφες να καταναλώσουν πιο γρήγορα την ξηρή τροφή. Αυτό όμως θα μπορούσε να είναι το επόμενο βήμα μελέτης αφού πρώτα έχει εξασφαλιστεί μεγάλο ποσοστό επιβίωσης έως το στάδιο της χορήγησης της ξηρής τροφής. Η έναρξη της χορήγησης βιομηχανικής τροφής μπορεί να γίνει ταυτόχρονα με την χορήγηση της μεγάλου μεγέθους αρτέμια EG σε μέγεθος νυμφών 9mm. Οντογενετικά η έναρξη της χορήγησης βιομηχανικής τροφής συνδυάζεται με την έναρξη της διαφοροποίησης του σχήματος του στομαχιού σε μορφή Y αφού η διαμόρφωση του στομαχιού σε Y-σχήμα και η παρουσία των γαστρικών αδένων, αποτελούν ένα καθοριστικό σημείο μορφολογικής διαφοροποίησης του πεπτικού συστήματος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την διαδικασία έναρξης της αποκοπής από την ζωντανή τροφή και την μετάβαση στην ξηρού τύπου τροφή.

**Συνεπώς προτείνεται κατά το διάστημα (Μέγεθος 9mm και άνω):**

- **Μπορεί να γίνει έναρξη της χορήγησης της βιομηχανικής τροφής ταυτόχρονα με την χορήγηση της μεγάλου μεγέθους αρτέμια EG σε μέγεθος νυμφών 9mm.**

#### **Δ) Ρύθμιση της έντασης του φωτός**

Η ρύθμιση της έντασης του φωτός στην δεξαμενή των νυμφικών εκτροφών πραγματοποιείται είτε ρυθμίζοντας την ένταση του εξωτερικού φωτισμού στις δεξαμενές ή με την προσθήκη φυτοπλαγκτόν στο νερό εκτροφής το οποίο με την παρουσία του διαμορφώνει έντονη διαβάθμιση της φωτεινότητας της στήλης του νερού. Η παρουσία φυτοπλαγκτόν άλλοτε αναφέρεται ότι ενισχύει τις διατροφικές επιδόσεις των νυμφών (Bristow and Summerfelt, 1994) και άλλοτε ότι τις αφήνει ανεπηρέαστες ή τις μειώνει και αυτό διότι προκαλεί αύξηση της θολερότητας (Gulbrandsen *et al.*, 1996). Όμως, είναι γενικά αποδεκτό ότι το φυτοπλαγκτόν παίζει άμεσο ρόλο στην βελτίωση της αύξησης και της επιβίωσης των νυμφών διότι: (α) την επηρεάζουν έμμεσα, αφού βελτιώνουν την θρεπτική ποιότητα των ζωοπλακτονικών οργανισμών που τα καταναλώνουν και που στη συνέχεια με την σειρά τους καταναλώνονται από τις νύμφες (Tamaru *et al.*, 1994) και (β) τα φυτικά κύτταρα που αιωρούνται στη στήλη του νερού εκτροφής επηρεάζουν θετικά τόσο την μικροχλωρίδα του νερού εκτροφής όσο και του εντερικού συστήματος των νυμφών που πίνουν νερό (άρα και φυτικά κύτταρα μαζί) για την ωσμωρύθμισή τους. Αυτό συμβαίνει γιατί αποδεδειγμένα τα μικροφύκη έχουν προβιοτική δράση αλλά παρουσιάζουν και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Austin *et al.*, 1992).

Η θολερότητα που προκαλείται από το φυτοπλαγκτόν μπορεί εντέλει να βελτιώνει την όρασή τους αντί να την δυσκολεύει. Για το μικρό οπτικό πεδίο που διαθέτουν οι νύμφες, η θολερότητα που επικρατεί στο υπόβαθρο λόγω του φυτοπλαγκτού, μπορεί να προσφέρει τελικά μεγαλύτερη αντίθεση μεταξύ του θηράματος και του υποβάθρου, αυξάνοντας έτσι το ποσοστό ανίχνευσης θηραμάτων που βρίσκονται εντός του οπτικού πεδίου των νυμφών. Έτσι, ενισχύεται η ικανότητα ανίχνευσης θηραμάτων που είναι σε μικρή συγκέντρωση ή η αντίληψη νυμφών κατά τα αρχικά αναπτυξιακά τους στάδια όπου η οπτική τους ικανότητα είναι περιορισμένη. Επίσης αναφέρεται ότι η παρουσία φυτοπλαγκτού στις δεξαμενές εκτροφής κατά τις πρώτες μέρες εκτροφής μειώνει και τον χρόνο που θα πραγματοποιήσουν την πρώτη λήψη τροφής (Naas *et al.*, 1992). Ακόμη, η διαβαθμιζόμενη ένταση φωτός, που παρουσιάζεται στο περιβάλλον εκτροφής με την παρουσία φυτοπλαγκτού φαίνεται ότι καθιστά την διασπορά των νυμφών στις δεξαμενές πιο ομοιόμορφη λόγω της μειωμένης αντανάκλασης του φωτός. Οι νύμφες είναι σε θέση να επιλέξουν ενεργά, κολυμπώντας σε περιοχές που υπάρχει η βέλτιστη ένταση φωτός που θα διευκόλυνε τον οπτικό εντοπισμό της τροφής τους. Η μεταβαλλόμενη ένταση φωτός στην στήλη του νερού εκτροφής που εμπεριέχει φυτοπλαγκτόν, δίνει την δυνατότητα στις νύμφες να ερευνηθούν με στόχο να βρεθούν στις φωτεινές συνθήκες που αυτές επιθυμούν (Cobcroft *et al.*, 2001).

Οι συνθήκες φωτισμού που επικρατούν στις δεξαμενές εκτροφής πρέπει να είναι εναρμονισμένες με τις οπτικές αναπτυξιακές απαιτήσεις του μαγιάτικου. Βάσει των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στο **Παραδοτέο 2.2.1** φάνηκε ότι το μαγιάτικο είναι ένα είδος που αναπτύσσει ιδιαίτερη οπτική οξύτητα κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια. Συνεπώς η παρουσία φωτισμού κρίνεται απαραίτητη κατά τα πρώτα στάδια της νυμφικής εκτροφής. Σύμφωνα με την ανάπτυξη του ματιού των νυμφών, το μαγιάτικο είναι ένα είδος που παρουσιάζει από νωρίς πολύ καλή οπτική οξύτητα. Άρα η όραση σε αυτό το είδος όπως και στα περισσότερα πελαγικά είδη ιχθύων είναι η βασική αίσθηση για την εξεύρεση της τροφής. Η εμφάνιση των ραβδίων υποδηλώνει την ικανότητα του είδους να μπορεί να διακρίνει κάτω από χαμηλές εντάσεις φωτός.



Η αρχική εμφάνιση των ραβδίων πραγματοποιήθηκε όταν οι νύμφες έφτασαν ένα μήκος της τάξεως των 5,5 mm. Άρα οι νύμφες του μαγιάτικου αναμένεται να αρχίζουν σταδιακά να αποκτούν από αυτό το μέγεθος την ικανότητα να εντοπίζουν τα θηράματά τους ακόμα και σε χαμηλότερες εντάσεις φωτός. Ο ρυθμός της μείωσης του φωτός κατά την σκοτεινή φάση προτείνεται να είναι ανάλογος της αύξησης των ραβδίων δηλαδή 7-8 % ανά ημέρα εκτροφής από την ημέρα εμφάνισής τους. Η ποσότητα όμως και η ποιότητα του φωτός είναι ακόμα προς διερεύνηση. **Παρ' όλα αυτά φάνηκε ότι η έκθεση των δεξαμενών νυμφικής εκτροφής του μαγιάτικου σε φυσικό φωτισμό αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επίτευξη υψηλότερων παραγωγικών δεικτών.**

Κατά την φάση της 3<sup>ης</sup> ημέρας εκτροφής τους όταν οι νύμφες του μαγιάτικου είχαν μήκος περίπου 3,4 mm και από οντογενετικής άποψης άνοιξαν το στόμα τους και έγινε ο σχηματισμός των ματιών τους, η ένταση του φωτός στις δεξαμενές εκτροφής ήταν αρχικά 800lx και έφτασε τα 1000lx την 8<sup>η</sup> ημέρα παραμένοντας σε αυτήν την τιμή έως την 20<sup>η</sup> ημέρα εκτροφής. Στην συνέχεια η ένταση μειώθηκε και την 25<sup>η</sup> ημέρα εκτροφής οι νύμφες μπήκαν στην φυσική φωτοπερίοδο.

Η βέλτιστη διατροφική συμπεριφορά παρατηρήθηκε στην περίπτωση όπου οι δεξαμενές εκτροφών είχαν κατά την διάρκεια της ημέρας άμεση έκθεση σε φυσικό φωτισμό. Η έκθεση των νυμφικών δεξαμενών σε φυσικό φωτισμό αποτελεί μια κρίσιμη παράμετρο για την επιτυχή έκβαση της εκτροφής. Το παραπάνω ισχύει διότι η διαμόρφωση του ματιού του μαγιάτικου είναι απολύτως συμβατή με τα χαρακτηριστικά του φυσικού φωτισμού, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο **Παραδοτέο 2.2.1**. Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία του φυσικού φωτισμού συμβάλλει σημαντικά στην δυνατότητα των νυμφών να αποκτήσουν σε σύντομο χρονικό διάστημα την νηκτική τους κύστη γεγονός που όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μειώνει σημαντικά το διάστημα αποχής από την κατανάλωση των ρότιφερ. Ταυτόχρονα η έκθεση των νυμφών στο φυσικό φως δεν διαταράσσει τους κερκαδικούς ρυθμούς των νυμφών διότι δημιουργεί μια ομαλή εναλλαγή της έντασης του φωτός απόλυτα εναρμονισμένη με τις οπτικές ιδιαιτερότητες του μαγιάτικου.

Συνεπώς:

- **Η ένταση του τεχνητού φωτισμού στις δεξαμενές εκτροφής αρχικά πρέπει να είναι 800lx και στην συνέχεια την 8<sup>η</sup> ημέρα να φτάνει τα 1000lx και να παραμένει σε αυτήν την τιμή έως την 20<sup>η</sup> ημέρα εκτροφής. Στην συνέχεια (μετά την 20<sup>η</sup> ημέρα εκτροφής) η ένταση πρέπει να μειώνεται σταδιακά και την 25<sup>η</sup> ημέρα εκτροφής οι νύμφες μπαίνουν στην φυσική φωτοπερίοδο.**
- **Η μερική έκθεση των δεξαμενών νυμφικής εκτροφής του μαγιάτικου σε συνθήκες φυσικού φωτισμού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα που βοηθά την επίτευξη υψηλότερων παραγωγικών δεικτών.**

**Διαφοροποιήσεις από ΤΠΕ:** Καμία.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Austin, B., Baudet, E., Stobie, M., 1992. Inhibition of bacterial fish pathogens by *Tetraselmis suecica*. J Fish Dis. 15, 55-61.
- Bakke, A. M., Glover, C., & Krogdahl, Å. (2010). Feeding, digestion and absorption of nutrients. In Fish physiology (Vol. 30, pp. 57-110). Academic Press.
- Bristow, B.T., Summerfelt, R.C., 1994. Performance of larval walleye cultured intensively in clear and turbid water. J World Aquacult Soc. 25, 454-464.
- Chen, B. N., Qin, J. G., Kumar, M. S., Hutchinson, W., & Clarke, S. (2006). Ontogenetic development of the digestive system in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae. Aquaculture, 256(1-4), 489-501.
- Cobcroft, J.M., Pankhurst, P.M., Hart, P.R., Battalene, S.C., 2001. The effects of light intensity and algae-induced turbidity on feeding behaviour of larval striped trumpeter. J. Fish Biol. 59, 1181-1197.
- Downie, A. T., Illing, B., Faria, A. M., & Rummer, J. L. (2020). Swimming performance of marine fish larvae: review of a universal trait under ecological and environmental pressure. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 30(1), 93-108.



- Gisbert, E., Piedrahita, R. H., & Conklin, D. E. (2004). Ontogenetic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) with notes on feeding practices. *Aquaculture*, 232(1-4), 455-470.
- Gulbrandsen, J., Lein, I., Holmefjord, I., 1996. Effects of light administration and algae on first feeding of Atlantic halibut larvae, *Hippoglossus hippoglossus* (L.). *Aquac Res.* 27, 101-106.
- Ma, Z., Qin, J., & Nie, Z. (2012). Morphological changes of marine fish larvae and their nutrition need. In *Larvae: morphology, biology and life cycle* (pp. 1-20). Nova Science Publishers, Inc..
- Ma, Z., Guo, H., Zheng, P., Wang, L., Jiang, S., Qin, J. G., & Zhang, D. (2014). Ontogenetic development of digestive functionality in golden pompano *Trachinotus ovatus* (Linnaeus 1758). *Fish physiology and biochemistry*, 40(4), 1157-1167.
- Naas, K.E., Nss, T., Harboe, T., 1992. Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. *Aquaculture*. 105, 143-156.
- Papadakis, I.E., Kentouri, M., Divanach, P., Mylonas, C.C., 2013. Ontogeny of the digestive system of meagre *Argyrosomus regius* reared in a mesocosm, and quantitative changes of lipids in the liver from hatching to juvenile. *Aquaculture*. 388, 76-88.
- Papadakis, I.E., Kentouri, M., Divanach, P., Mylonas, C.C., 2018. Ontogeny of the eye of meagre (*Argyrosomus regius*) from hatching to juvenile and implications to commercial larval rearing. *Aquaculture*. 484, 32-43.
- Papadakis, I.E., Zaiss, M.M., Kyriakou, Y., Georgiou, G., Divanach, P., Mylonas, C.C., 2009. Histological evaluation of the elimination of Artemia nauplii from larval rearing protocols on the digestive system ontogeny of shi drum (*Umbrina cirrosa* L.). *Aquaculture*. 286, 45-52.
- Tamaru, C.S., Murashinge, R., Lee, C.S., 1994. The paradox of using background phytoplankton during the larval culture of striped mullet, *Mugil cephalus* L. *Aquaculture*. 119, 167-174.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ



GALAXIDI  
Marine Farm S.A.



ARGOSARONIKOS  
FISHFARMS S.A.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

