

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Επίδραση της θερμοκρασίας στην
ανάπτυξη και επιβίωση του είδους *Palaemon
adspersus*»**

Αικατερίνη Ακριβούλη

Εισηγητής
Δρ Νικόλαος Βλάχος
ΕΔΙΠ

Μεσολόγι 2016

στην οικογένειά μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα πειραματική πτυχιακή εργασία. Η πραγματοποίησή της δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την καθολική τους συμπαράσταση.

Ευχαριστώ τον Δρ Βλάχο Νικόλαο, ΕΔΙΠ, επιβλέπων της πτυχιακής εργασίας, για την εμπιστοσύνη, την απεριόριστη κατανόηση, την πνευματική και επιστημονική καθοδήγηση και την ηθική συμπαράσταση που έδειξε στο πρόσωπό μου καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας καθώς και την ευκαιρία που μου έδωσε να εργασθώ μαζί του όλα αυτά τα χρόνια.

Ευχαριστώ τον Δρ Κοσμά Βιδάλη, Καθηγητή, μέλος της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής για τις συμβουλές και χρήσιμες υποδείξεις που μου έδωσε κατά τη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας αλλά και το ενδιαφέρον που επέδειξε κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων.

Ευχαριστώ τον Δρ Αλέξη Ράμφο, Επίκουρο Καθηγητή, μέλος της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής για τις χρήσιμες υποδείξεις και συμβουλές που μου έδωσε κατά τη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας αλλά και το ενδιαφέρον που επέδειξε κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων.

Ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή, Δημήτριο Μουτόπουλο για τις χρήσιμες και εύστοχες παρατηρήσεις του καθώς και την ανιδιοτελή βοήθειά που μου προσέφερε..

Ευχαριστώ τη φίλη και συμφοιτήριά μου Αναστασία Πέτρου για τις ατελείωτες και αμέτρητες ώρες αγωνίας που περάσαμε στο εργαστήριο των Ενυδρείων κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, για την ανιδιοτελή βοήθεια, συμπαράσταση και εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου.

Ευχαριστώ τον συμφοιτητή και φίλο Θεοχάρη Νύστα για την ανιδιοτελή βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας αλλά και τις ατελείωτες ώρες που περάσαμε κατά τη διάρκεια διενέργειας των δειγματοληψιών καθώς και για τις τεχνικές συμβουλές και υποδείξεις που έκανε καθ' όλο το διάστημα εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, συνεισφορά, κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. Οικολογία του είδους <i>Palaemon adspersus</i>	7
1.2. Αναπαραγωγή και κύκλος ζωής	9
1.3. Διατροφικές συνήθειες	13
1.4. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	15
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1. Προμήθεια γαριδών <i>Palaemon adspersus</i>	15
2.2. Σύστημα εκτροφής-Συνθήκες εκτροφής	15
2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής	18
2.4. Μετρήσεις μορφομετρικών χαρακτηριστικών	20
2.5. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων	20
2.5.1. Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)	21
2.5.2. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ($\text{NO}_2^- \text{N}$)	21
2.5.3. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ($\text{NO}_3^- \text{N}$)	22
2.6. Υπολογισμός κατανάλωσης τροφής	22
2.7. Δείκτες αύξησης των γαριδών και αξιοποίησης τροφών	23
2.8. Στατιστική Επεξεργασία	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	25
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	25
3.1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού	25
3.2. Στοιχεία ανάπτυξης των γαριδών	26
3.2.1. Επιβίωση	26
3.2.2. Βάρος και μήκος σώματος	26
3.2.3. Αύξηση βάρους (WG) και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα)	27
3.3. Κατανάλωση τροφής και παράμετροι αξιοποίησής της	28
3.3.1. Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής	28

3.3.2. Κατανάλωση τροφής.....	28
3.3.3. Δείκτης εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής (PER)	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	30
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	32
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ.....	33
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	33
Α. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	33
Β. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία.....	35
Γ. Διαδικτυακή Βιβλιογραφία.....	35

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ανάπτυξη, η κατανάλωση τροφής και η επιβίωση της γαρίδας *Palaemon adspersus* σε συνθήκες εργαστηρίου. Είναι η πρώτη μελέτη που εξετάζει ατομικά και σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες την κατανάλωση της τροφής της γαρίδας, προκειμένου να επιλεγθεί η καταλληλότερη θερμοκρασία για μελλοντική εκτροφή του είδους.

Χρησιμοποιήθηκαν 90 γαρίδες μέσου βάρους $0,43 \pm 0,01$ και μέσου μήκους $3,72 \pm 0,04$ οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ατομικά κλουβιά ανά δέκα άτομα, σε συνολικά τρία κλειστά συστήματα εκτροφής χωρητικότητας 250 L το καθένα. Το κάθε κλειστό σύστημα αποτελούνταν από τρία ενυδρεία χωρητικότητας 50 L. Οι γαρίδες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από ώριμους γεννήτορες που διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας για περισσότερο από έξι μήνες. Η πειραματική διαδικασία διήρκεσε 60 ημέρες. Οι γαρίδες χωρίστηκαν σε τρεις θερμοκρασιακές ομάδες, στους 10°C , 20°C και 27°C με 30 άτομα σε κάθε ομάδα. Τράφηκαν με εμπορικά σύμπληκτα, ενώ το επίπεδο διατροφής ήταν 5% του ζώντος βάρους σώματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο υψηλότερος ρυθμός επιβίωσης παρατηρήθηκε στους 27°C . Ο ρυθμός ανάπτυξης ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος στους 20°C και 27°C σε σχέση με τη μικρότερη θερμοκρασία των 10°C . Επίσης, οι γαρίδες του είδους *Palaemon adspersus* καταναλώνουν σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα τροφής στους 20°C και 27°C σε σχέση με τη μικρότερη θερμοκρασία (10°C). Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι η σίτιση της γαρίδας με εμπορικά σύμπληκτα στους 20°C και 27°C ανταποκρίνονται κατά μέσο όρο σε καλύτερο ρυθμό ανάπτυξης και κατανάλωση της τροφής σε σχέση με τη θερμοκρασία των 10°C .

Λέξεις κλειδιά: *Palaemon adspersus*, διατροφή, ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, επιβίωση, κατανάλωση τροφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Οικολογία του είδους *Palaemon adspersus*

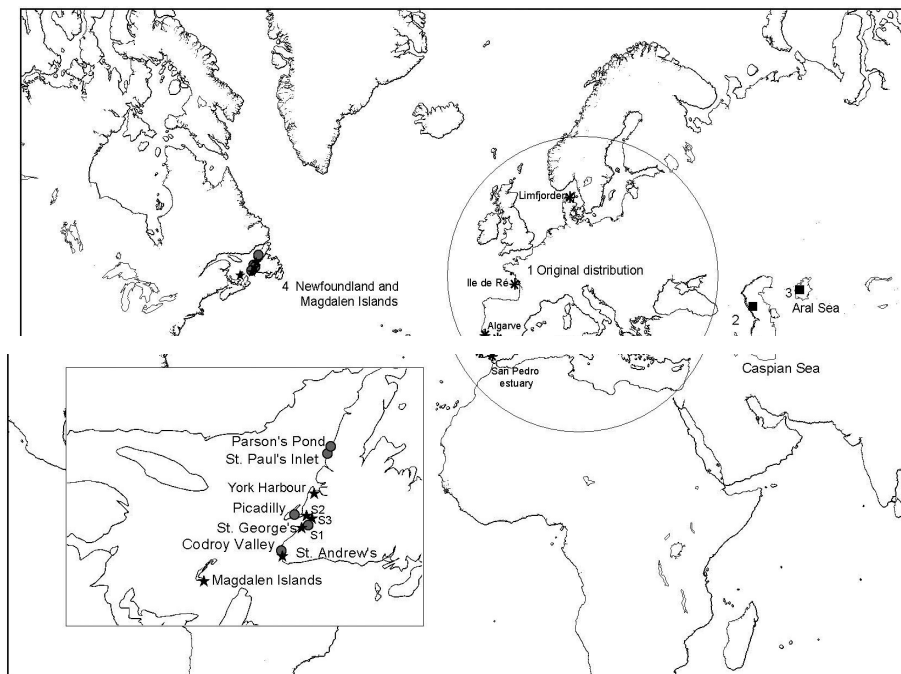
Η γαρίδα *Palaemon adspersus* (Εικ.1) είναι ένα είδος με ευρεία γεωγραφική εξάπλωση και απαντάται από τη Νορβηγία έως τα παράλια του Μαρόκου καθώς και σε όλη τη Μεσόγειο θάλασσα (Εικ.2). Ζει σε αβαθή παράκτια συστήματα με βάθη που κυμαίνονται από 0,5 έως 2 m ανάμεσα σε λιβάδια από *Zostera marina* και *Cymadocea nodoca* (Glamuzina *et al.* 2014). Το χειμώνα μεταναστεύει σε βαθύτερα νερά και επιστρέφει σε αβαθή την άνοιξη (Hagerman & Ostrup 1980). Είναι νυκτόβιο είδος με αποτέλεσμα η δραστηριότητά του να σταματάει κατά τη διάρκεια της ημέρας, παραμένοντας κρυμμένη στο λασπώδη βυθό ή ανάμεσα στη φυτική βλάστηση του πυθμένα ή σε βραχώδης περιοχές που βοηθά στην επιβίωσή του από θηρευτές (Guerao & Abello 1996). Οι κύριοι θηρευτές του είδους είναι το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και η τσιπούρα (*Sparus aurata*) (Cabral & Costa 2001). Είναι ευρύθερμος και ευρύαλος οργανισμός.



Εικόνα 1. Γαρίδα *Palaemon adspersus* (Πηγή: Ακριβούλη 2016)

Ως ευρύθερμος οργανισμός που είναι απαντάται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 10°C το Φεβρουάριο έως 28°C τον Αύγουστο (Guerao & Ribera 1995). Οι Conides *et al.* (1992), αναφέρουν ότι στην περιοχή της Κλείσοβας η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 8-12°C έως 24-26°C ετησίως. Ο Ράμφος (2013) (αδημοσίευτα στοιχεία), μετρώντας τη μέση ετήσια θερμοκρασία στη Λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας βρήκε ότι κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 11,8° C το μήνα Ιανουάριο έως 29,6° C τον Αύγουστο. Τέλος οι Hotos & Avramidou (1997), μετρώντας τη

διακύμανση της θερμοκρασίας στην περιοχή της Κλείσοβας βρήκαν ότι κυμαίνεται από 11,6°C έως 27,9°C, σε αντίθεση με τη θερμοκρασία του νερού στη Βόρεια και τη Βαλτική θάλασσα που κυμαίνονται από 0-20°C κατά τη διάρκεια του έτους (Janas *et al.* 2013).



Εικόνα 2. Γεωγραφική κατανομή του είδους *Palaemon adspersus* (Πηγή: www.genustraitshandbook.org.uk)

Ως ευρύαλος οργανισμός παρουσιάζει ικανοποιητική προσαρμογή σε υψηλές τιμές αλατότητας (>45‰) ή και σε χαμηλές τιμές αλατότητας (5-8‰), με αντοχή και στις απότομες αλλαγές αλατότητας όπου παρουσιάζει μια κατάσταση στρες, με έντονη κινητικότητα και δραστηριότητα αναπνοής για 5-12 ώρες ανάλογα με τις τιμές της αλατότητας (Conides *et al.* 1992).

Η δραστηριότητά του είδους, σχετίζεται με τις εποχιακές μεταναστεύσεις του, λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών και της αναπαραγωγικής περιόδου που παρουσιάζει. Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, παρατηρείται αύξηση της δραστηριότητάς του, ενώ το χειμώνα έως και τις αρχές της άνοιξης (Νοέμβριος - Απρίλιος), η δραστηριότητά του μειώνεται. Οι Hagerman & Ostrup (1980) αναφέρουν ότι η δραστηριότητα που παρουσιάζει το είδος εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού.

Η ανάπτυξη και η βιολογία του είδους *Palaemon adspersus* μελετήθηκαν στη Βόρεια και τη Βαλτική θάλασσα (Berglund 1985) και στη Μεσόγειο (Conides *et al.*

1992), αλλά δεν υπάρχουν μελέτες για τις διατροφικές απαιτήσεις και τις βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες για την εντατική καλλιέργεια του είδους.

1.2. Αναπαραγωγή και κύκλος ζωής

Τα δεκάποδα καρκινοειδή είναι ωοτόκοι οργανισμοί. Σε πολλά δεκάποδα, τα θηλυκά διατηρούν τα αυγά στα πλεοπόδια τους (κολυμβητικά πόδια) (Εικ. 4α), έως ότου εκκολαφθούν σε προνύμφες ικανές να κολυμπούν (Martin & Davis 2001).

Η γαρίδα *P.adspersus* είναι γονοχωριστικός οργανισμός. Στα αρσενικά άτομα, οι όρχεις είναι ζυγοί και στενά συνδεδεμένοι μεταξύ τους, και βρίσκονται μέσα στον κεφαλοθώρακα, ενώ οι σπερματογωγοί ανοίγονται νωτιαία ανάμεσα στα πλεοπόδια. Στα θηλυκά άτομα, οι ωοθήκες είναι όμοιες και στη δομή και στη θέση με τους όρχεις, όπως και οι ωαγωγοί που ανοίγονται και αυτοί στην ίδια περιοχή με τους σπερματογωγούς. Η γονιμοποίηση πραγματοποιείται μέσω της σύζευξης, όπου τα σπερματοζώαρια μεταβιβάζονται στο θηλυκό με την μορφή σπερματοφόρων αφού ελευθερωθούν από τους σπερματογωγούς (Mente 2008).

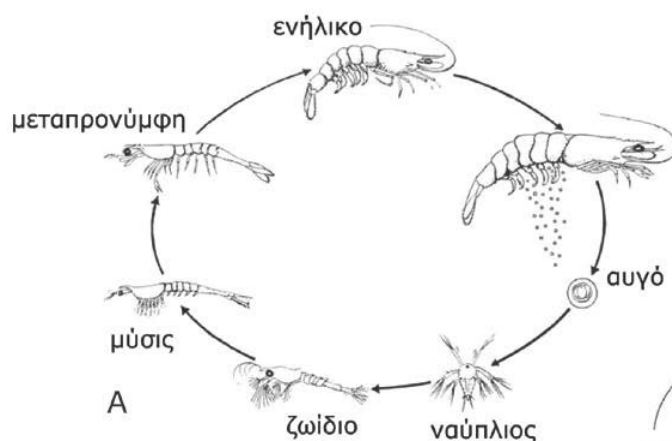
Με τη βοήθεια του πετάσματος, ο οποίος βρίσκεται στο πρώτο ζεύγος των πλεοποδίων των αρσενικών ατόμων, οι σπερματοφόροι θα μεταφερθούν στο θυλάκιο (γενετικός υποδοχέας) του θηλυκού, όπου και παραμένουν μέχρι τη γονιμοποίηση. Αυτή, θα πραγματοποιηθεί όταν τα ωάρια που θα ελευθερωθούν από τους ωαγωγούς έλθουν σε επαφή με τους σπερματοφόρους που βρίσκονται στο θυλάκιο. Στη συνέχεια τα γονιμοποιημένα αυγά, παραμένουν προσκολλημένα στα πλεοπόδια του θηλυκού μέχρι την εκκόλασή τους (Klaoudatos & Tsevis 1987).

Η ανάπτυξη της γαρίδας ως το στάδιο της ενηλικίωσης (Εικ.3) μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες και, σε όλο αυτό το διάστημα πραγματοποιούνται συνεχείς εκδύσεις του εξωσκελετού τους. Οι προνύμφες των διάφορων εκτρεφόμενων δεκαπόδων έχουν πολύ διαφορετικές διατροφικές συνήθειες, γεγονός που συντελεί στη διατήρησή τους σε συνθήκες εκτροφής. Στο στάδιο της μεταπρονύμφης τρέφονται κυρίως με οργανικά θρύμματα και βενθικούς μικροοργανισμούς, νεκρό οργανικό υλικό ή είναι θηρευτές, ενώ παρατηρείται συχνά κανιβαλισμός (Mente 2008). Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και προκειμένου να επιτευχθεί σωματομετρική αύξηση, τα δεκάποδα υφίστανται διαδοχικές εκδύσεις, δηλαδή αποβολές του ασβεστικού εξωσκελετού τους. Η συχνότητα των εκδύσεων

διαφοροποιείται χρονικά ανάλογα με το στάδιο ζωής (μπορεί να γίνεται κάθε λίγες ώρες στα νεαρά άτομα ή κάθε ένα με δύο χρόνια στα ενήλικα άτομα) και αποτελεί ένδειξη αύξησης των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των γαριδών (Βουλτσιάδου 2015).

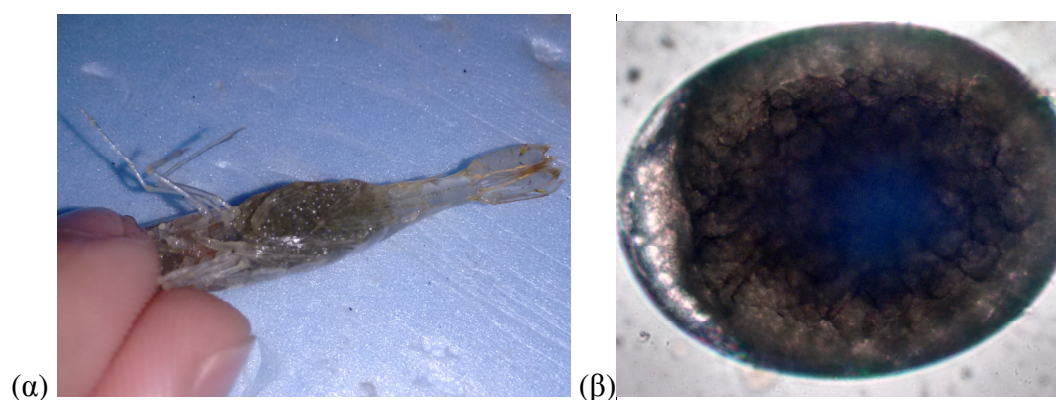
Οι παραλλαγές στον τρόπο του ζευγαρώματος θεωρείται ότι είναι συνδεδεμένες με τον κύκλο της έκδυσης. Τα αρσενικά δεκάποδα μπορούν να ζευγαρώσουν μόνο όταν ο εξωσκελετός τους σκληρύνει πλήρως, ενώ μερικά θηλυκά είναι ικανά να ζευγαρώσουν μόνο μετά από μία έκδυση όταν τα κελύφη τους είναι μαλακά (www.britannica.com). Η έκδυση συνδέεται με την απελευθέρωση φερομονών, οι οποίες προσελκύουν τα αρσενικά κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. Επομένως, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε μία εκτροφή, κυρίως για την αποφυγή κανιβαλισμού λόγω της τρωτότητας των ατόμων που εκδύονται αλλά και για τον χρόνο συγκομιδής τους.

Μελέτες και πειράματα σχετικά με τη φυσιολογία των εκτρεφόμενων δεκαπόδων έδειξαν ότι υπάρχουν τρόποι για να επιτευχθεί η αύξηση και η ωρίμανση σε ορισμένα είδη (Guerao & Ribera 1995). Ένας συνήθης τρόπος για να επιτευχθεί αυτή η διαδικασία είναι η αφαίρεση των οφθαλμικών μίσχων από τους οποίους παράγεται σε κανονικές συνθήκες μια ορμόνη αναστολής της έκδυσης και της ωρίμανσης των γονάδων. Η περίοδος αναπαραγωγής διαρκεί από αρχές Ιανουαρίου μέχρι τον Σεπτέμβριο (Guerao *et al.* 1994), και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τη φωτοπερίοδο και τις διατροφικές συνθήκες. Ο κύκλος ζωής του ζώου, εκτιμάται σε 14 - 17 μήνες (Guerao & Ribera 1995).

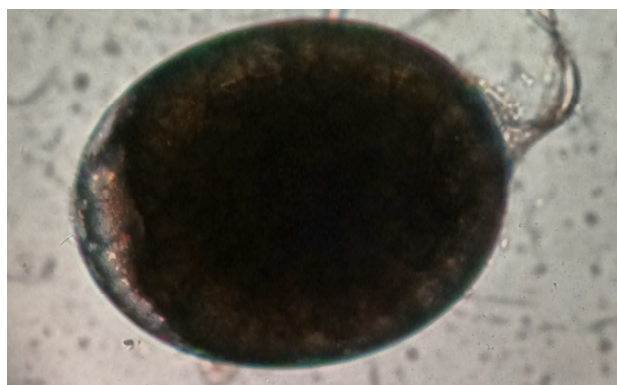


Εικόνα 3. Κύκλος ζωής και προνυμφικά στάδια δεκαπόδων καρκινοειδών των Penaeoidea (Πηγή: www.aquaculture.ugent.be).

Τα γονιμοποιημένα αυγά (Εικ. 4β), παραμένουν προσκολλημένα στα πλεοπόδια του θηλυκού μέχρι την εκκόλαψή τους. Το χρώμα τους είναι έντονο ελαιοπράσινο, το οποίο οφείλεται σε πρωτεϊνικά σύμπλοκα καροτενοειδών χρωστικών, ενώ η μέση τους διάμετρος είναι περίπου 1,5 mm. Κατά τη διάρκεια των 5 πρώτων ημερών από τη γονιμοποίηση, το αυγό περνάει από τη φάση της αυλάκωσης (Εικ. 5). Η πρώτη λαμβάνει χώρα 7 ώρες μετά από την γονιμοποίηση, ενώ η δεύτερη πραγματοποιείται 11 ώρες μετά την γονιμοποίηση.



Εικόνα 4. α) Γονιμοποιημένα αυγά γαρίδας διατηρούμενα στα πλεοπόδια β) Γονιμοποιημένο αυγό γαρίδας *P.adspersus* (Πηγή Φωτ.: Αρχείο Νύστας & Βλάχος 2016)



Εικόνα 5. Κυτταρική διαίρεση (στάδιο αυλάκωσης) γονιμοποιημένου αυγού *P.adspersus* (Πηγή Φωτ.: Νύστας & Βλάχος 2016).

Η διαδικασία αυτή των αυλακώσεων ολοκληρώνεται, περίπου 23 ώρες μετά τη γονιμοποίηση, με το στάδιο του μοριδίου (Εικ. 6). Στις επόμενες 8 ώρες, πραγματοποιούνται κάποιες διαιρέσεις, μετά το πέρασμα των οποίων το αυγό αποκτά

ωοειδή μορφή. Ακολουθεί το στάδιο του γαστριδίου, το οποίο και ολοκληρώνεται 36 ώρες αργότερα.



Εικόνα 6. Κυτταρική διαίρεση (στάδιο μοριδίου) γονιμοποιημένου αυγού *P.adspersus* (Πηγή Φωτ.: Αρχείο Νύστας & Βλάχος 2016).

Μετά από τις 5 πρώτες ημέρες μετά την γονιμοποίηση, περνάμε στο στάδιο του νεαρού εμβρύου, κατά τη διάρκεια του οποίου αρχίζουν να σχηματίζονται τα πρώτα όργανα (Εικ. 7). Το στάδιο του νεαρού εμβρύου διαρκεί 10 ημέρες. Στη συνέχεια, ακολουθεί το στάδιο του ναυπλίου, κατά τη διάρκεια του οποίου σχηματίζονται ο οφθαλμός του ζώου, τα άκρα, καθώς και το τέλοςον.



Εικόνα 7. Εκκόλαψη γονιμοποιημένου αυγού *P.adspersus* (Πηγή Φωτ.: Αρχείο Νύστας & Βλάχος 2016).

Το στάδιο του ναυπλίου διαρκεί 7 ημέρες, και ακολουθείται από το στάδιο της ζωής, όπου και λαμβάνει χώρα η εκκόλαψη του αυγού. Ο συνολικός χρόνος της εκκόλαψης, εξαρτάται από την θερμοκρασία και κυμαίνεται από 42 - 45 ημέρες σε θερμοκρασία 13°C, έως 22 - 25 ημέρες σε θερμοκρασία 20°C (ΚΙαουδατος & Tsevis

1987). Η περίοδος αναπαραγωγής διαρκεί από αρχές Ιανουαρίου μέχρι Σεπτέμβριο (Guerao *et al.* 1994), και επηρεάζεται από την θερμοκρασία, τη φωτοπερίοδο και τις διατροφικές συνθήκες. Ο κύκλος ζωής του ζώου, εκτιμάται σε 14 - 17 μήνες (Guerao & Ribera 1995).

1.3. Διατροφικές συνήθειες

Η γαρίδα *P. adspersus*, είναι ένας νυκτόβιος και παμφάγος οργανισμός, (Bilgin *et al.* 2009). Η τροφή της περιλαμβάνει Αμφίποδα τα οποία φαίνεται να αποτελούν την κυριότερη επιλογή και των δύο φύλων του είδους, κατά την διάρκεια όλου του έτους. Ακολουθούν τα καρκινοειδή τα Οστρακώδη και τα Κωπήποδα, τα μαλάκια και συγκεκριμένα τα είδη *Rissoa parva* και *Hydrobia ulvae*, οι Πολύχαιτοι και συγκεκριμένα τα γένη *Nereidos sp.* και *Har mot hoe sp.*, τα Διάτομα, τα Χλωροφύκη και τα Φαιοφύκη και τέλος οι λάρβες διαφόρων εντόμων. (Figueras 1986, Guerao 1994).

Ο Figueras (1986), από αναλύσεις στομαχικού περιεχομένου που έκανε αναφέρει ότι κατά την περίοδο της γεννητικής ωριμότητας οι θηλυκές γαρίδες δε σιτίζονται καθόλου σε αντίθεση με το υπόλοιπο διάστημα του έτους όπου τρέφονται περισσότερο από τα αρσενικά άτομα.

Η διαίτα των γαρίδων, ποικίλλει ανάλογα με την ομάδα και το αναπτυξιακό στάδιο στο οποίο βρίσκονται. Οι προνύμφες των γαρίδων τρέφονται με μονοκύτταρα φύκη, τροχόζωα και ναύπλιους *Artemia*, κλαδοκεραιωτά, μαλάκια, εχινόδερμα και νεκρούς φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς. Η χρησιμοποίηση εμπορικών τυποποιημένων τροφών (σύμπηκτα) ενδείκνυται για τη διατροφή των γαριδών (Takeuki & Murakami 2007). Τα σαρκοφάγα είδη χρειάζονται τροφή υψηλότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και λίπη, από ότι τα παμφάγα και τα φυτοφάγα. Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνη κυμαίνονται μεταξύ 23 και 57%, με τα πιο εμπορικά είδη όπως για παράδειγμα το *Penaeus japonicus* να βρίσκονται κοντά στο μέγιστο. Έχει ωστόσο παρατηρηθεί ότι μπορεί το ποσοστό να μειωθεί έως και 10% με την προσθήκη προβιοτικών στην τροφή (Takeuki & Murakami 2007).

Ως προς τα σάκχαρα, η διαίτα των γαριδών αποτελείται περισσότερο από δισακχαρίτες και πολυσακχαρίτες (όπως η μαλτόζη) παρά από μονοσακχαρίτες (όπως η γλυκόζη και η γαλακτόζη). Έχει παρατηρηθεί ότι η περιεκτικότητα γλυκόζης

μεγαλύτερη από 20% επί του συνόλου των σακχάρων μπορεί να επιβραδύνει την αύξηση σε κάποιες γαρίδες (Takeuki & Murakami 2007). Οι απαιτήσεις σε λιπίδια για το σαρκοφάγο *Penaeus japonicus*, κυμαίνονται από 6,5 έως 16,5% του σιτηρεσίου. Οι απαιτήσεις σε βιταμίνες, είναι παρόμοιες με εκείνες των εκτρεφόμενων ψαριών. Συνιστάται προσθήκη βιταμίνης C σε ποσοστά αρκετά μεγαλύτερα από το κανονικό, δεδομένου ότι αρκετά είδη δεν έχουν την ικανότητα να τη συνθέσουν. Επίσης είναι πολύ σημαντική η αναλογία ασβεστίου και φωσφόρου στη δίαιτα των δεκαπόδων (Janas & Bruska 2010).

Επίσης, τα περισσότερα εκτρεφόμενα δεκάποδα καρκινοειδή, θρυμματίζουν την τροφή τους με τα συλληπτικά ή με τα γναθικά τους όργανα που φέρουν στο σώμα τους (Martin & Davis 2001). Είναι μία συνήθεια που έχουν όταν το διαιτολόγιό τους αποτελείται από σύμπηκτα, τα οποία συνθλίβουν, δημιουργώντας μικρά κομμάτια που σκεδάζονται από τη ροή του νερού που προέρχεται από τα βράγχια. Τα καρκινοειδή γενικά διαθέτουν πολλά πεπτικά ένζυμα που συμβάλλουν στη χώνευση της τροφής, επιτρέποντας τα να έχουν ένα μεγάλο εύρος διατροφής (Wickins & Lee 2002).

1.4. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση τριών διαφορετικών θερμοκρασιών, 10°C ως η ελάχιστη θερμοκρασία (θερμοκρασία θερμικής ανεκτικότητας), 20°C ως η μέση θερμοκρασία που παρατηρήθηκε στη λιμνοθάλασσα Μεσολογίου και 27°C ως η μέγιστη θερμοκρασία που παρατηρείται στη λιμνοθάλασσα και χαρακτηρίζεται ως η βέλτιστη θερμοκρασία αναπαραγωγής του είδους στην επιβίωση, ανάπτυξη και κατανάλωση της τροφής σε εργαστηριακές συνθήκες εκτροφής για διάστημα 60 ημερών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Προμήθεια γαριδών *Palaemon adspersus*

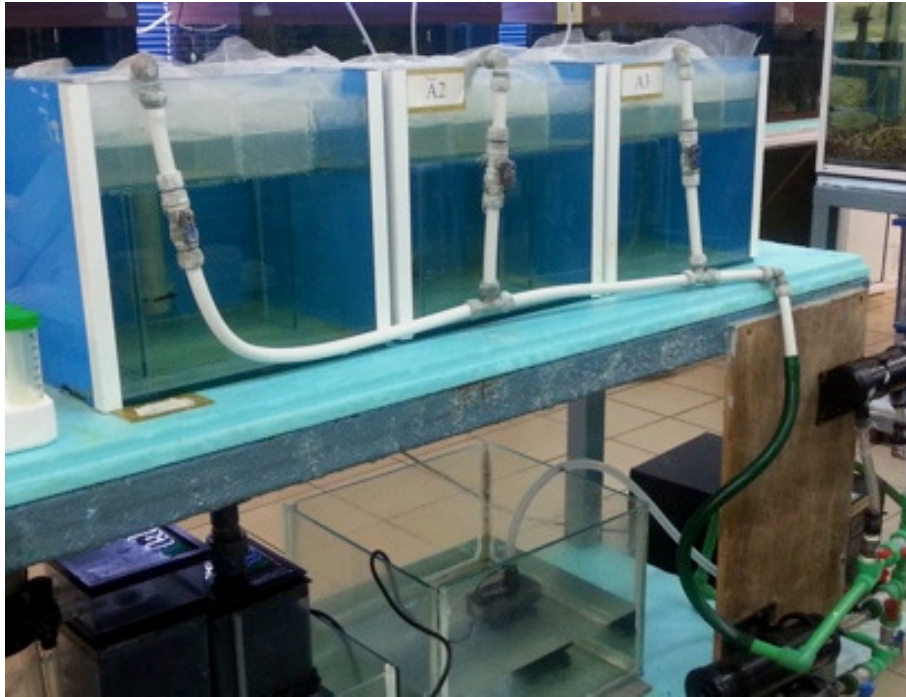
Το πείραμα διεξήχθη στην εργαστηριακή μονάδα των Ενυδρείων του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας. Οι γεννήτορες γαρίδας αλιεύθηκαν με λάζαρο (τοπικό αλιευτικό εργαλείο) από την ευρύτερη περιοχή της κεντρικής λιμνοθάλασσας Μεσολογίου και Κλείσοβας. Εγκλιματίστηκαν και προσαρμόστηκαν σε εργαστηριακές συνθήκες σε ενυδρείο 400 L θερμοκρασίας 25°C και αλατότητας 30 ppt για διάστημα ενός έτους.

Για τις ανάγκες του πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν 90 άτομα γαρίδας *Palaemon adspersus* τα οποία προήλθαν από αναπαραγωγή ώριμων γεννητόρων και διατηρούνταν στο εργαστήριο σε ενυδρείο χωρητικότητας 400 L, θερμοκρασίας 25°C και αλατότητας 30 ppt για διάστημα 100 ημερών.

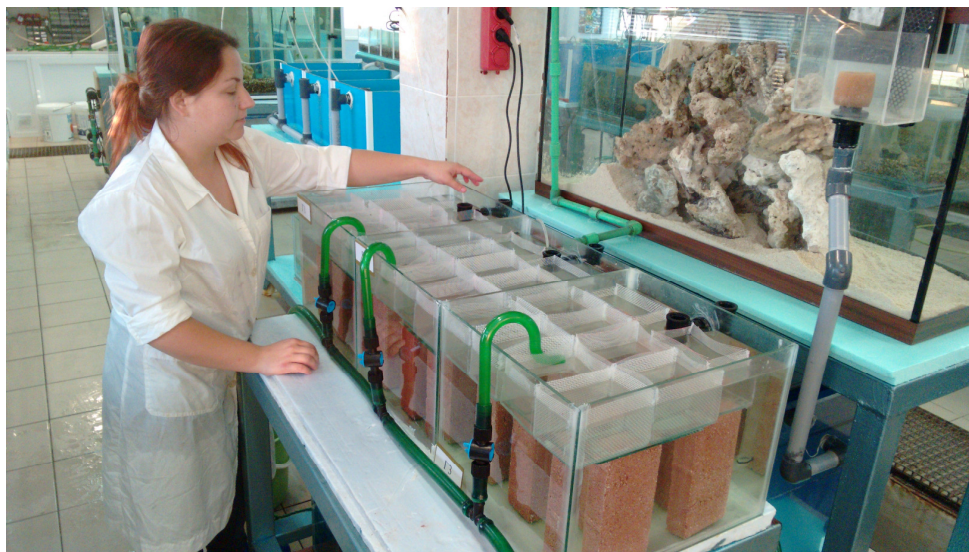
2.2. Σύστημα εκτροφής-Συνθήκες εκτροφής

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 90 άτομα γαρίδας μέσου βάρους $0,43 \pm 0,01$ g και μέσου μήκους $3,70 \pm 0,04$ cm, οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις μεταχειρίσεις, δηλαδή σε τρία αυτόνομα κλειστά συστήματα με βιολογικό φίλτρο τύπου sub (Εικ. 8). Το κάθε σύστημα αποτελούνταν από τρία ενυδρεία διαστάσεων 41 x 36 x 30,5 cm, συνολικού ωφέλιμου όγκου 50 L (Εικ. 9). Για την αποφυγή κανιβαλισμού των γαριδών (Mente 2008.) κατασκευάστηκαν 90 αυτόνομα ειδικά κλουβιά διαστάσεων 13 x 9 x 8,5 cm και συνολικής επιφάνειας 117 cm², τα οποία τοποθετήθηκαν ανά 30 σε κάθε μεταχείριση (10 κλουβιά / ενυδρείο) (Εικ.10). Η τοποθέτηση των κλουβιών έγινε επάνω σε ειδικές υάλινες βάσεις οι οποίες τοποθετήθηκαν σε κάθε ενυδρείο ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η παραμονή των γαριδών στα κλουβιά. Το συνολικό ύψος της ήταν 3 cm πάνω από την επιφάνεια του νερού του ενυδρείου.

Η παροχή του νερού στο σύστημα ήταν συνεχής δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό σταθερή παροχή 1496 mL/min και ταχύτητα φιλτραρίσματος 2,24 cm/min.



Εικόνα 8. Σύστημα εκτροφής της γαρίδας *Palaemon adspersus* σε εργαστηριακές συνθήκες (Πηγή: Προσωπικό Αρχείο Ακριβούλη 2016).



Εικόνα 9. Σύστημα εκτροφής της γαρίδας *Palaemon adspersus* σε εργαστηριακές συνθήκες (Πηγή: Προσωπικό Αρχείο Ακριβούλη 2016).



Εικόνα 10. Ατομικά κλουβιά που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία της γαρίδας *Palaemon adspersus* σε εργαστηριακές συνθήκες (Πηγή: Προσωπικό Αρχείο Ακριβούλη 2016).

Ο ατμοσφαιρικός αέρας στα πειραματικά ενυδρεία παρέχονταν με την προσθήκη αερόπετρας πυρόλιθου διαστάσεων 12 x 25 mm, ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη διάχυση του αέρα στο νερό του ενυδρείου. Η βιολογική ρύθμιση του συστήματος επιτεύχθηκε διαμέσου της μεθοδολογίας που περιγράφεται από τους Vlahos *et al* (2004), Vlahos *et al.*(2013) και Vlahos *et al.* (2016).

Τα τρία συστήματα διαχωρίστηκαν σε τρεις πειραματικές ομάδες, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Στην πρώτη ομάδα (κλειστό σύστημα Α) η θερμοκρασία ρυθμίστηκε στους 10°C, ως η θερμοκρασία θερμικής ανθεκτικότητας της γαρίδας, ενώ στη δεύτερη ομάδα η θερμοκρασία ρυθμίστηκε στους 20° C (κλειστό σύστημα Β), ως η μέση τιμή θερμοκρασιακής ανθεκτικότητας του είδους και στην τρίτη ομάδα η θερμοκρασία ρυθμίστηκε στους 27° C (κλειστό σύστημα Γ), ως η βέλτιστη θερμοκρασία.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στους 20°C και 27°C αντίστοιχα, έγινε με θερμοστάτες τιτανίου (HTC, 100 W) και ενός ρυθμιστή θερμοκρασίας T-controller (T 2001, HC, Aquamedic). Η ρύθμιση της θερμοκρασίας των 10°C έγινε με προσθήκη ψύκτρας ενυδρείου (Aquasonics 360W) στο βιολογικό φίλτρο του συστήματος (Εικ.9).

2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Η διάρκεια του πειράματος διατροφής ήταν 60 ημέρες, ενώ η διάρκεια του πειράματος κατανάλωσης τροφής ήταν 30 ημέρες.

Το επίπεδο διατροφής προσδιορίστηκε στο 5% (Deering *et al.* 1997), ενώ η χορήγηση της τροφής γίνονταν ανά πέντε ώρες (10:00 πμ και 15:00 μμ) με το χέρι. Η τροφή προζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας (A.N.D HR-200) με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού ψηφίου και τοποθετούνταν σε ειδικά πλαστικά φιαλίδια στους 4°C. .

Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ήταν εμπορικά σύμπηκτα (Nova prawn, JBL). Με την πάροδο των 15 πρώτων ημερών έγινε καταμέτρηση του βάρους και μήκους σώματος των ατόμων γαρίδας (η διαδικασία επαναλαμβάνονταν κάθε 15 ημέρες) και ανάλογα με την αύξησή τους υπολογίστηκε εκ νέου η ποσότητα τροφής που χορηγήθηκε στα πειραματικά ενυδρεία. Το επίπεδο διατροφής διατηρήθηκε σταθερό στο 5% καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Η ανάλυση της χημικής σύστασης της εμπορικής τροφής που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία παρατίθεται στον Πίνακα 1. Η συγκεκριμένη τροφή επιλέχθηκε εξαιτίας της υψηλής συνεκτικότητάς της αλλά και της χαμηλής διαλυτοποίησης που παρουσιάζει σε αντίθεση με άλλα σύμπηκτα, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η συλλογή των υπολειμμάτων τροφής.

Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο και μετρήθηκε για διάστημα 20 ημερών ο ρυθμός διαλυτοποίησης αλλά και η συνεκτικότητα του συμπήκτου στο νερό. Κάθε 15 ημέρες οι γαρίδες αναισθητοποιούνταν με φαινο-εξυθανόλη σε πυκνότητα 0,25 mL/L με σκοπό τη μέτρηση του βάρους της γαρίδας (W) , του μήκους της γαρίδας (L) και του μήκους του κεφαλοθώρακα (CF) προκειμένου να υπολογιστεί εκ νέου η ποσότητα της τροφής που θα χορηγηθεί.

Η ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν στις γαρίδες υπολογίζονταν σύμφωνα με τον τύπο

$F = MB \times E.\Delta\% \times \text{Αριθ.Ατομ}$, το οποίο αρχικά μοιράζονταν σε δύο ισόποσα γεύματα (Πίν. 2)..

Όπου , F: χορηγούμενη τροφή (g)

MB: μέσο βάρος γαρίδων (g)

E.Δ: επίπεδο διατροφής (%)

Αριθ. Ατ.: αριθμός ατόμων γαρίδας

Η χορήγηση της τροφής γινόταν αυτόνομα σε κάθε κλουβί και με τη βοήθεια ειδικών πλαστικών φιαλιδίων (tubes) στα οποία η τροφή είχε ήδη τοποθετηθεί έπειτα από ζύγιση με ζυγό ακριβείας τέταρτου δεκαδικού για επτά φορές την εβδομάδα, δύο φορές ανά ημέρα σε διάστημα πέντε ωρών (10:00, 15:00). Επίσης πριν τη χορήγηση του πρώτου γεύματος γινόταν σιφωνισμός σε κάθε κλουβί για τη συλλογή των υπολειμμάτων τροφής σε ειδικούς πλαστικούς κωδικοποιημένους δειγματοληπτικούς συλλεκτήρες. Το πρόγραμμα χορήγησης της τροφής εφαρμόζονταν από Δευτέρα έως Κυριακή. Οι γαρίδες δεν ταΐζονταν μια ημέρα πριν τη ζύγισή τους (ανά 15 ημέρες), προκειμένου να γίνει αναπροσαρμογή της ποσότητας του σιτηρεσίου και να προσδιορισθεί το τελικό βάρος, ολικό μήκος και μήκος κεφαλοθώρακα του ζώου.

Πίνακας 1: Ποσοστιαία σύσταση τροφής που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία.

Χημική σύσταση εμπορικών συμπλήκτων*	
Πρωτεΐνη (%)	37
Λίπη (%)	5
Τέφρα (%)	12
Ινώδεις ουσίες (%)	10
Άλγη (%)	5
Υδατάνθρακες (%) ¹	54
Ενέργεια (%) ²	477,82

*Συστατικά τροφής: Ασταξανθίνη E161j, αντιοξειδωτικά, E306, Βιταμίνες, προβιταμίνες (ανά 1000g τροφής): Vitamin A: 2500 I.E, Vitamin D₃: 2000 I.E, Vitamin E: 300 mg, Vitamin C:200 mg, Φυτικά υπολείματα 42,75%, ιχθύσια 15%, μαλάκια και καρκινοειδή 15%, φυτικά 12,5% , Άλγη: 5% και Σιτάλευρο 8,59%

Οι υδατάνθρακες και η ενέργεια εκτιμήθηκαν από τις σχέσεις:

$$^1 \text{ Υδατάνθρακες (\%)} = 100 - (\text{Ολική Πρωτεΐνη} + \text{Ολικά λιπίδια} + \text{Τέφρα})$$

$$^2 \text{ Ενέργεια (\%)} = 5,64 * \text{P (\%)} + 9,44 * \text{L (\%)} + 4,11 * \text{C (\%)}$$

Πίνακας 2: Ποσότητα τροφής που χορηγήθηκε σε κάθε γεύμα καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (60 ημέρες).

Συστήματα εκτροφής	A σύστημα εκτροφής (gr/γεύμα)	B σύστημα εκτροφής (gr/γεύμα)	Γ σύστημα εκτροφής (gr/γεύμα)
	A1:0,011 γ/γεύμα	B1:0,010/γεύμα	Γ1:0,010/γεύμα

0-15 ημέρες	A2:0,011/γεύμα	B2:0,011/γεύμα	Γ2:0,010/γεύμα
	A3:0,010/γεύμα	B3:0,010/γεύμα	Γ3:0,010/γεύμα
15-30 ημέρες	A1:0,010/γεύμα	B1:0,010/γεύμα	Γ1:0,010/γεύμα
	A2:0,010/γεύμα	B2:0,009/γεύμα	Γ2:0,010/γεύμα
30-45 ημέρες	A3:0,010/γεύμα	B3:0,010/γεύμα	Γ3:0,011/γεύμα
	A1:0,012/γεύμα	B1:0,011/γεύμα	Γ1:0,011/γεύμα
	A2:0,010/γεύμα	B2:0,009/γεύμα	Γ2:0,011/γεύμα
45-60 ημέρες	A3:0,009/γεύμα	B3:0,011/γεύμα	Γ3:0,012/γεύμα
	A1:0,012/γεύμα	B1:0,011/γεύμα	Γ1:0,011/γεύμα
	A2:0,010/γεύμα	B2:0,009/γεύμα	Γ2:0,011/γεύμα
	A3:0,008/γεύμα	B3:0,010/γεύμα	Γ3:0,010/γεύμα

2.4. Μετρήσεις μορφομετρικών χαρακτηριστικών

Το ολικό βάρος (g) μετρήθηκε με ζυγό ακριβείας (A&D Company, Limited FX-3000i WP) σε ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, το ολικό μήκος (cm) έγινε με τη βοήθεια ιχθυόμετρου και το μήκος κεφαλοθώρακα (cm) έγινε με τη βοήθεια βερνιέρου. Η μέτρηση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών γίνονταν έπειτα από αναισθητοποίηση των γαρίδων με φαινοξυθανόλη σε πυκνότητα 0,25 mL/L (Εικ.11).



Εικόνα 11. Μετρήσεις (α) ολικού μήκους και (β) ολικού βάρους (γ) μήκους κεφαλοθώρακα της γαρίδας *P.adspersus*.

2.5 Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων

Η μετρήση των φυσικοχημικών παραμέτρων γινόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε δυο ημέρες) μία φορά εβδομαδιαία πριν το πρώτο γεύμα των γαριδών καθώς και του σιφονισμού καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Οι μετρήσεις των αζωτούχων παραμέτρων γινόταν με ειδικά test χρωματομετρίας (tests kits Api). Η μέτρηση της θερμοκρασίας γινόταν με ηλεκτρονικό θερμόμετρο το οποίο ελεγχόταν καθημερινά. Οι μετρήσεις του pH και του οξυγόνου (O₂) γινόταν με ηλεκτρονική συσκευή πεχάμετρου και οξυγονόμετρου αντίστοιχα (HACH). Τέλος

όσων αφορά την μέτρηση της αλατότητας γινόταν με τη χρήση διαθλασίμετρου (VEE GEE-BX1).

2.5.1. Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)

Η παρακολούθηση της ολικής αμμωνίας (T.A.N), των νιτρικών ιόντων (NO_2^-), των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) γίνονταν κάθε δύο ημέρες φασματοφωτομετρικά (HACH 2800). Το pH και το οξυγόνο ελέγχονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε 2 ημέρες) με ηλεκτρονικό pH μετρο, οξυγονόμετρο (HACH HQ 40 D). Ο φωτισμός ακολουθούσε τη φυσική φωτοπερίοδο του Ιουνίου.

Τα αμμωνιακά άλατα στο ενυδρείο έγινε με τη χρήση αντιδραστηρίων φαινόλης αλκοόλης σε οξειδωτικό διάλυμα και σιδηρούχο καταλύτη (Liddicoat *et al.* 1974)

Η διαδικασία μέτρησης της ολικής αμμωνίας περιγράφεται ως εξής:

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml με νερό του ενυδρείου
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο Ammonia #1
- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο Ammonia #2
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min έως το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με αντίστοιχη κλίμακα.

2.5.2. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ($\text{NO}_2^- \text{N}$)

Η διαδικασία της μέτρησης των νιτρικών ιόντων (ppm) περιγράφεται ως εξής :

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml με νερό του ενυδρείου
- Προσθήκη 5 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrite
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min έως το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με αντίστοιχη κλίμακα.

2.5.3. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N)

Η διαδικασία τη μέτρησης των νιτρικών ιόντων (ppm) περιγράφεται ως εξής :

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml με νερό του ενυδρείου
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #1
- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #2
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή για 5 min έως το δείγμα να χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος με αντίστοιχη κλίμακα

2.6. Υπολογισμός κατανάλωσης τροφής

Η διάρκεια του πειράματος κατανάλωσης τροφής ήταν 30 ημέρες το οποίο πραγματοποιήθηκε παράλληλα με το πείραμα ανάπτυξης. Η συλλογή των υπολειμμάτων τροφής γινόταν με σιφωνισμό πριν το πρώτο γεύμα και τοποθετούνταν σε ειδικούς κωδικοποιημένους πλαστικούς δειγματοληπτικούς συλλεκτήρες.

Προκειμένου να καταλήξουμε στα πιο ορθά αποτελέσματα της κατανάλωσης τροφής προτού απομακρυνθούν τα περιττώματα το δείγμα πλενόταν με γλυκό νερό για την απομάκρυνση υπολειμμάτων αλατιού. Ο διαχωρισμός των περιττωμάτων από την τροφή έγινε μακροσκοπικά (σχήμα, χρωματισμός) όπου το δείγμα διηθούνταν σε δίχτυ με άνοιγμα ματιού 0,5-0,2 mm. Ο διαχωρισμός γίνονταν με πιπέτα τύπου paster.

Τα δείγματα τα οποία συλλέχθηκαν και διαχωρίστηκαν από τα περιττώματα τοποθετούνταν σε πορσελάνινες κάψες οι οποίες είχαν αρχικά προζυγιστεί με ζυγό ακρίβειας τέταρτου δεκαδικού (A.N.D HR-200) έπειτα τοποθετούνταν σε φούρνο για διάστημα 24h στους 105°C και αντιζυγίζονταν. Με τον τρόπο αυτό υπολογίστηκε η ξηρή ουσία (Ξ.Ο) της εναπομείνουσας τροφής για κάθε γαρίδα ξεχωριστά. Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης της τροφής χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος:

$$K.T_{(γαρίδας)} = \Xi O_{\text{χορηγούμενης τροφής}} - \Xi O_{\text{εναπομείνουσας τροφή}}$$

Η σχέση μεταξύ ξηρής ουσίας (Ξ.Ο) και υγρής ουσίας (Υ.Ο) συμπήκτου καθορίστηκε μέσω μαθηματικών σχέσεων.

Όπου:

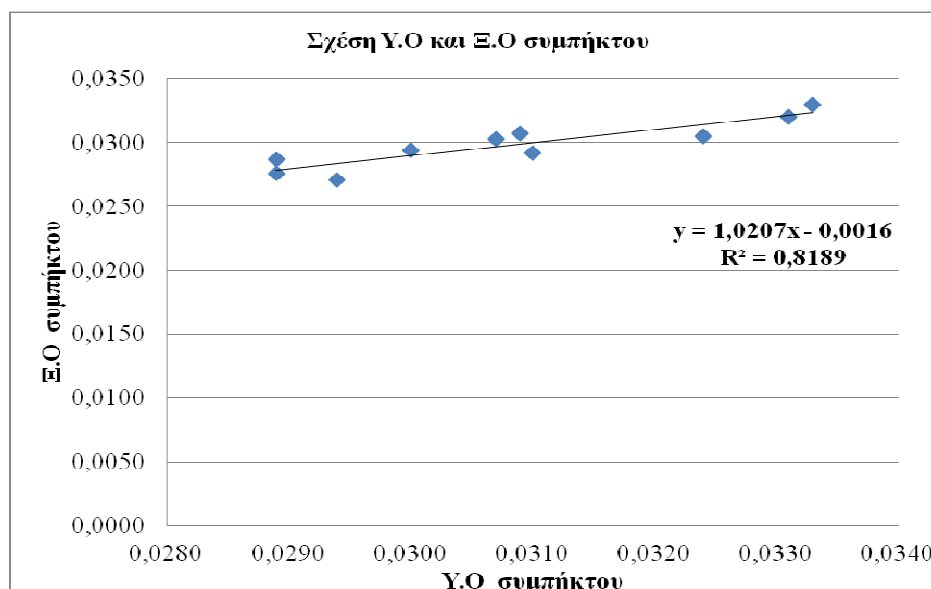
$\Xi O_{\text{χορηγούμενης τροφής}}$ = Χορηγούμενη ποσότητα τροφής σε ξηρή ουσία αφαιρούμενου του ποσοστού υγρασίας.

$\Xi\text{O}_{\text{εναπομείνουσας τροφής}} = \text{Εναπομείνουσα ποσότητα τροφής σε ξηρή ουσία μετά από ξήρανση.}$

Η μαθηματική σχέση της ξηράς και υγρής ουσίας του συμπήκτου υπολογίστηκε από προζυγισμένες ποσότητες 10 συμπήκτων οι οποίες τοποθετήθηκαν σε φούρνο στους 105°C για 24 ώρες και επαναζυγίζονταν και καθορίστηκε μέσω γραμμικής συσχέτισης ως εξής:

$$\Xi.\text{O}_{\text{συμπήκτου}} = 1,0207 * \Upsilon.\text{O}_{\text{συμπήκτου}} - 0,0016 \quad (R^2=0,82, n=10)$$

Στο Σχήμα 1 δίνεται η γραμμική συσχέτιση της ξηράς και της υγρής ουσίας του συμπήκτου.



Σχήμα 1. Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηράς ουσίας (Ξ.Ο) και υγρής ουσίας (Υ.Ο) του συμπήκτου που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία.

2.7. Δείκτες αύξησης των γαρίδων και αξιοποίησης τροφών

Ο υπολογισμός της ανάπτυξη των γαρίδων, του ρυθμού κατανάλωσης της τροφής και των παραμέτρων αξιοποίησης της τροφής έγινε εφαρμόζοντας τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις:

- Αύξηση βάρους
 $WG \text{ (g)} = \text{Τελικό βάρος} - \text{Αρχικό βάρος}$
- Ειδικός αυξητικός ρυθμός
 $SGR \text{ (\%/ ημέρα)} = [\ln(wt) - \ln(wi)] / t \times 100$ όπου,
 $W_t = \text{Τελικό βάρος}$

W_i = Αρχικό βάρος

t = Ημέρες

- Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής
 $FCR = KT/AZB$ όπου,
 KT = καταναλωθείσα τροφή (g)
 ABZ = αύξηση ζώντος βάρους (g)
- Επιβίωση (%)
 $S = (\text{τελικός αριθμός γαριδών} / \text{αρχικός αριθμός γαριδών}) \times 100$
- Συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών
 $PER = AB/KΠ$ όπου,
 AB = αύξηση βάρους (g)
 $KΠ$ = καταναλωθείσες πρωτεΐνες (g)
- Κατανάλωση τροφής (FC, g)
 $FC = \text{Παρεχόμενη τροφή} - \text{Ακατανάλωτη τροφή (g)}$
Παρεχόμενη τροφή (g): ΣO παρεχόμενης τροφής (g)
Ακατανάλωτη τροφή (g): ΣO τροφής που δεν καταναλώθηκε (g)

2.8. Στατιστική Επεξεργασία

Τα δεδομένα των παραμέτρων ανάπτυξης των ψαριών και αξιοποίησης της τροφής επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια του στατιστικού λογισμικού προγράμματος SPSS 17, κάνοντας χρήση της μεθόδου της Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA). Οι διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές για τιμές $P < 0,05$. Στις περιπτώσεις όπου η ANOVA έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, τα δεδομένα υποβλήθηκαν στο Tukey's test για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων (Zar 1999). Ο έλεγχος της ομοιογένειας της παραλλακτικότητας των μέσων όρων έγινε με τον έλεγχο του Levene's test. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή $M.O \pm SEM$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού

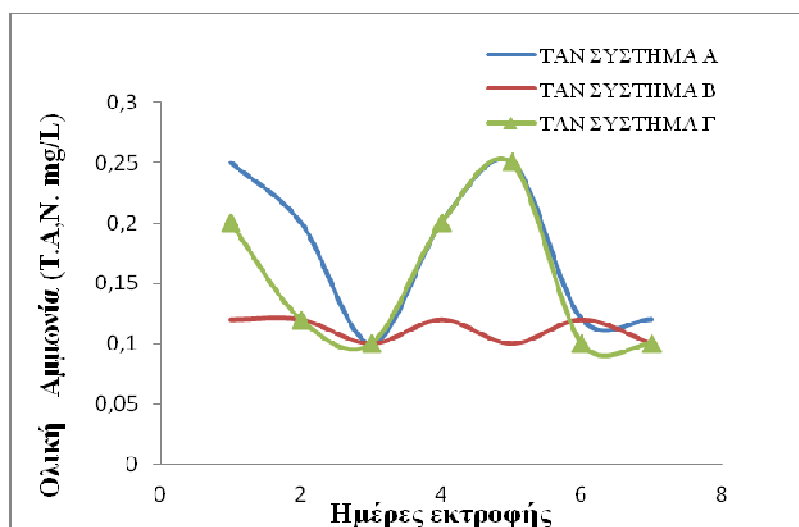
Οι μετρήσεις των παραμέτρων του νερού (Πιν. 3) (TAN, NO_2^- , NO_3^- , pH, O_2) (Σχ.2) μεταξύ των τριών πειραματικών θερμοκρασιών (10°C , 20°C & 27°C) σε όλα τα πειραματικά συστήματα εκτροφής δεν παρουσίασαν σημαντικές στατιστικές διαφορές (ANOVA, $p>0,05$). Το οξυγόνο (O_2) παρουσιάζει σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις θερμοκρασιακές ομάδες 10°C , 20°C και 27°C . Τα νιτρώδη ιόντα (Σχ.4) και στις τρεις πειραματικές θερμοκρασίες διατηρήθηκαν σε μηδενικά επίπεδα ενώ τα νιτρικά ιόντα (Σχ.3) κυμάνθηκαν από 2,1 έως 2,4 mg/L, αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού εκτροφής

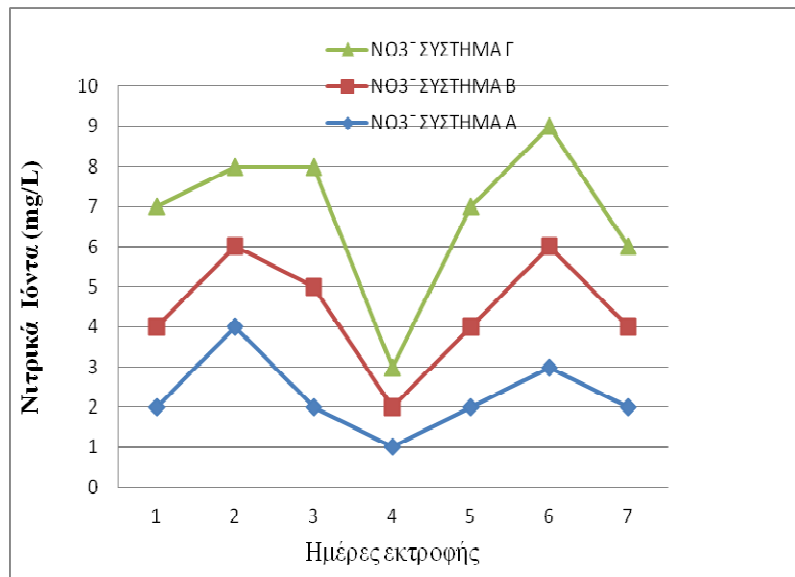
	Ελάχιστη θερμοκρασία (10°C)	Μέση θερμοκρασία (20°C)	Βέλτιστη θερμοκρασία (27°C)
Διαλυμένο O_2 (mg/L)	$9,02\pm 0,17^b$	$8,91\pm 0,09^b$	$7,75\pm 0,21^a$
pH	$8,39\pm 0,08^a$	$8,30\pm 0,11^a$	$8,32\pm 0,10^a$
T.A.N(mg/L)	$0,17\pm 0,02^a$	$0,15\pm 0,02^a$	$0,11\pm 0,00^a$
Μη Ιονισμένη αμμωνία ¹	$0,17\pm 0,06$	$0,14\pm 0,06$	$0,10\pm 0,01$
Ιονισμένη αμμωνία ²	$0,01\pm 0,00$	$0,01\pm 0,00$	$0,01\pm 0,00$
$\text{NO}_2^- \text{N}$ (mg/L)	$0,01\pm 0,01^a$	$0,01\pm 0,00^a$	$0,00\pm 0,00^a$
$\text{NO}_3^- \text{N}$ (mg/L)	$2,28\pm 0,35^a$	$2,42\pm 0,29^a$	$2,14\pm 0,26^a$

¹ Η μη ιονισμένη αμμωνία υπολογίστηκε από την σχέση: Μη Ιονισμένη αμμωνία=T.A.N-Ιονισμένη αμμωνία.

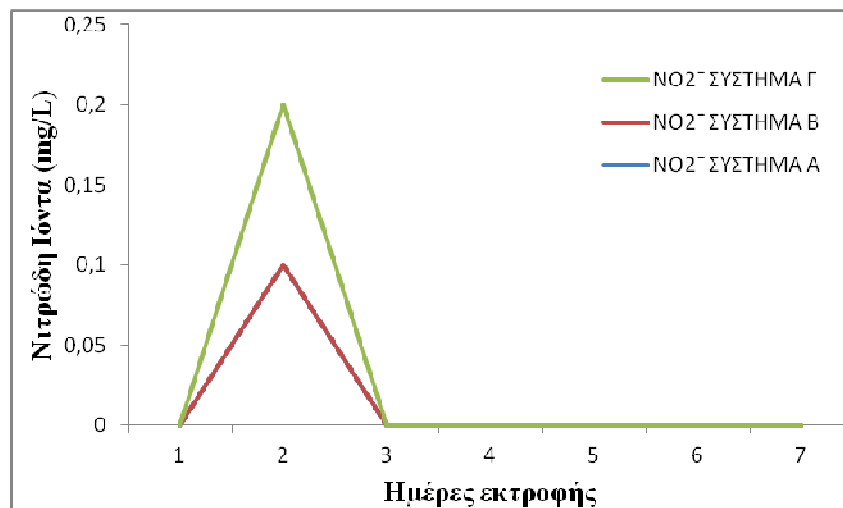
² Η Ιονισμένη αμμωνία υπολογίστηκε από τη σχέση: Ιονισμένη αμμωνία= α *T.A.N όπου α : γραμμομοριακό κλάσμα διάσπασης της αμμωνίας και υπολογίζεται από πίνακες σε συνάρτηση με το pH και τη θερμοκρασία. Οι τιμές δίνονται Μ.Ο±Τυπική απόκλιση.



Σχήμα 2. Διακύμανση της ολικής αμμωνίας καθόλη τη διάρκεια εκτροφής



Σχήμα 3. Διακύμανση των νιτρικών ιόντων καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής εκτροφής



Σχήμα 4. Διακύμανση των νιτρώδων ιόντων καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής εκτροφής

3.2. Στοιχεία ανάπτυξης των γαρίδων

3.2.1. Επιβίωση

Η υψηλότερη επιβίωση της γαρίδας *P. adspersus* παρουσιάστηκε στους 20°C (63%) και 27°C (77%), αντίστοιχα σε αντίθεση με τους 10°C όπου οι γαρίδες παρουσίασαν τη μικρότερη επιβίωση (27%) (Πιν. 4).

3.2.2. Βάρος και μήκος σώματος

Κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας οι μέσοι όροι του ζώντος βάρους και μήκους των γαρίδων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές

(ANOVA, $p>0,05$) (Πιν. 4). Οι γαρίδες οι οποίες διατράφηκαν με εμπορικά σύμπληκτα στους 20° C και 27° C, έδειξαν στατιστικά μεγαλύτερο μέσο τελικό βάρος 0.78 ± 0.02 και 0.79 ± 0.02 g, αντίστοιχα σε σχέση με την πρώτη ομάδα που τρέφονταν με εμπορικά σύμπληκτα στους 10° C (ANOVA, $P<0,05$). Επίσης, στους 20° C και 27° C οι γαρίδες που τρέφονται με εμπορικά σύμπληκτα παρουσίασαν στατιστικά μεγαλύτερο τελικό μήκος σε σχέση με τις γαρίδες που εκτράφηκαν στους 10° C.

3.2.3. Αύξηση βάρους (WG) και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα)

Στην αρχή του πειράματος δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του αρχικού βάρους και μήκους και στις τρεις θερμοκρασίες (ANOVA, $P>0,05$). Τα μέσα τελικά βάρη και μήκη των θερμοκρασιών 20°C και 27°C ήταν σημαντικά υψηλότερα (ANOVA, $P<0,05$), σε αντίθεση με τη θερμοκρασία των 10°C. Οι γαρίδες στους 20°C και 27°C, παρουσιάζουν στατιστικά υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης, αύξηση βάρους σε σχέση με τις γαρίδες στη μικρότερη θερμοκρασία των 10°C, όπου παρατηρείται στατιστικά μικρότερη αύξηση. Στη στατιστική ανάλυση που έγινε οι τιμές αυτές δεν παρουσίαζαν σημαντικές στατιστικές διαφορές (ANOVA, $P>0,05$) (Πιν.4).

Πίνακας 4. Αρχικό βάρος (g), τελικό βάρος (g), αύξηση βάρους (WG), ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/d) και επιβίωση (S%) της γαρίδας *P. adspersus* που διατρέφονταν με τα εμπορικά σύμπληκτα στους 10°C, 20° C και 27° C αντίστοιχα.

Δείκτες ανάπτυξης	Ελάχιστη θερμοκρασία (10°C)	Μέση θερμοκρασία (20°C)	Βέλτιστη θερμοκρασία (27°C)
Αρχικό μέσο βάρος (g)	0.43 ± 0.02^a	0.43 ± 0.02^a	0.42 ± 0.03^a
Τελικό μέσο βάρος (g)	0.49 ± 0.06^a	0.78 ± 0.02^b	0.79 ± 0.02^b
Αύξηση βάρους (WG, g)	0.04 ± 0.01^a	0.39 ± 0.03^b	0.38 ± 0.04^b
Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR, %/d)	0.1 ± 0.05^a	1.19 ± 0.1^b	1.31 ± 0.1^b
Επιβίωση (S, %)	27	77	63
Αρχικό μήκος (cm)	3.7 ± 0.05^a	3.7 ± 0.08^a	3.7 ± 0.06^a
Τελικό μήκος (cm)	3.8 ± 0.1^a	4.6 ± 0.06^b	4.5 ± 0.08^b

3.3. Κατανάλωση τροφής και παράμετροι αξιοποίησής της

3.3.1. Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής

Ο Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ενυδρείων και στις τρεις θερμοκρασίες εκτροφής (ANOVA, $P > 0,05$). Οι γαρίδες *P. adspersus* όταν σιτίζονται με εμπορικά σύμπληκτα παρουσιάζουν συγκριτικά το μεγαλύτερο συντελεστή FCR στους 10°C σε σχέση με τους 20°C και 27°C , αντίστοιχα, χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πιν.5).

Πίνακας 5. Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) της γαρίδας *P.adspersus* που σιτίζονταν με εμπορικά σύμπληκτα στους 10°C , 20°C και 27°C , αντίστοιχα.

	Ελάχιστη θερμοκρασία (10°C)	Μέση θερμοκρασία (20°C)	Βέλτιστη θερμοκρασία (27°C)
Αρχικό μέσο βάρος (g)	0.43 ± 0.02^a	0.43 ± 0.02^a	0.42 ± 0.03^a
Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	3.95 ± 0.72^a	2.34 ± 0.34^a	2.84 ± 0.81^a

3.3.2. Κατανάλωση τροφής

Η κατανάλωση της τροφής (FC) παρουσιάζεται στον Πίνακα 6. Η γαρίδα *P. adspersus* παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής όταν τρέφεται με εμπορικά σύμπληκτα στους 20°C , $0,014 \pm 0,00$ g σε σχέση με την ομάδα των γαρίδων στους 27°C , που παρουσίασαν κατανάλωση τροφής $0,013 \pm 0,002$ g. Η μικρότερη κατανάλωση τροφής παρουσιάστηκε στους 10°C και ήταν $0,011 \pm 0,004$ g.

Πίνακας 6. Κατανάλωση τροφής (FC) της γαρίδας *P.adspersus* που σιτίζονταν με εμπορικά σύμπληκτα στους 10°C , 20°C και 27°C , αντίστοιχα.

	Ελάχιστη θερμοκρασία (10°C)	Μέση θερμοκρασία (20°C)	Βέλτιστη θερμοκρασία (27°C)
Αρχικό μέσο βάρος (g)	0.43 ± 0.02^a	0.43 ± 0.02^a	0.42 ± 0.03^a
Κατανάλωση τροφής FC (g)	$0,011 \pm 0,00^a$	$0,014 \pm 0,00^c$	$0,013 \pm 0,00^b$

Οι γαρίδες τους είδους *P.adspersus*, καταναλώνουν με μεγαλύτερη προθυμία τα εμπορικά σύμπληκτα όταν εκτρέφονται στους 20° C και 27° C σε αντίθεση με τη χαμηλότερη θερμοκρασία (10°C) στην οποία παρουσιάστηκε μικρότερη κατανάλωση τροφής παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, P<0,05).

3.3.3. Δείκτης εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής (PER)

Από τον Πίνακα 7, προκύπτει ότι ο συντελεστής αποδοτικότητας της πρωτεΐνης (PER) παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και στις τρεις θερμοκρασίες εκτροφής (ANOVA, P<0,05). Η υψηλότερη τιμή του συντελεστή αποδοτικότητας των πρωτεϊνών εμφανίστηκε στους 20° C και 27° C σε αντίθεση με την μικρότερη θερμοκρασία (10° C) που ο συντελεστής PER παρουσίασε στατιστικά τη μικρότερη τιμή του (0.05±0.01).

Πίνακας 7. Συντελεστής αποδοτικότητας πρωτεϊνών (PER) της γαρίδας *P.adspersus* που σιτίζονταν με εμπορικά σύμπληκτα στους 10°C, 20° C και 27° C, αντίστοιχα.

	Ελάχιστη θερμοκρασία (10°C)	Μέση θερμοκρασία (20°C)	Βέλτιστη θερμοκρασία (27°C)
Αρχικό μέσο βάρος (g)	0.43±0.02 ^a	0.43±0.02 ^a	0.42±0.03 ^a
Συντελεστής αποδοτικότητας πρωτεϊνών (P.E.R)	0.05±0.01 ^a	0.53±0.05 ^b	0.52±0.05 ^b

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μελέτες που διεξήχθησαν στις γαρίδες *P.adspersus*, εστιάζουν στην εποχιακή αύξηση (Bilgin *et al.* 2009) και στην αναπαραγωγή τους σε χαμηλές τιμές αλατότητας (Berglund 1985) στα φυσικά οικοσυστήματα. Η γαρίδα *Palemon adspersus* μπορεί να ζήσει σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών που κυμαίνονται από 0°C έως 20° C στη Βόρεια και Βαλτική Θάλασσα (Janas *et al.* 2013) και από 10° C έως 28° C στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου (Conides *et al.* 1992).

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη, επιβίωση και στην κατανάλωση της τροφής της γαρίδας σε εργαστηριακές συνθήκες αιχμαλωσίας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η γαρίδα αναπτύσσεται ικανοποιητικά στις θερμοκρασίες 20°C και 27° C, δείχνοντας επίσης στις θερμοκρασίες αυτές ένα αυξημένο ρυθμό επιβίωσης, που ήταν 63% και 77% αντίστοιχα υποδεικνύοντας τις παραπάνω θερμοκρασίες ως τις καταλληλότερες για την εκτροφή του είδους.

Επιπρόσθετα η μικρή επιβίωση που έδειξαν οι γαρίδες στους 10° C δείχνουν ότι η εν λόγω θερμοκρασία είναι η θερμοκρασία θερμικής ανθεκτικότητας του είδους *P.adspersus*.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Parado-Estera (1998), ο οποίος μελέτησε την επίδραση της θερμοκρασίας και της αλατότητας στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης (PL) της γαρίδας *P. Monodon* στους 22°C, 28°C και 32°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανάπτυξη της γαρίδας ήταν στατιστικά σημαντικά καλύτερη στην υψηλότερη θερμοκρασία (32° C).

Οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν στατιστικά το ρυθμό ανάπτυξης και την επιβίωση κατά τη διάρκεια του σταδίου του juvenile της γαρίδας *P.adspersus*. Οι χαμηλές θερμοκρασίες φαίνεται να καθυστερούν την ανάπτυξη της γαρίδας *P.adspersus*.

Σε ότι αφορά την κατανάλωση τροφής, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η γαρίδα *P. adspersus*, καταναλώνει με μεγαλύτερη προθυμία τα εμπορικά σύμπληκτα στους 20°C και 27°C σε αντίθεση με τη μικρότερη θερμοκρασία (10°C) όπου παρατηρήθηκε μικρότερη κατανάλωση τροφής. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Hewitt & Duncan (2001), οι οποίοι

βρήκαν ότι σε υψηλές θερμοκρασίες εκτροφής (28°C - 36°C), η γαρίδα *P.japonicus* καταναλώνει στατιστικά μεγαλύτερη ποσότητα συμπύκτων. Επίσης, οι Niu *et al.* (2003) αναφέρουν ότι, η κατανάλωση της τροφής επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία εκτροφής. Στη μελέτη τους έδειξαν ότι στις μικρότερες θερμοκρασίες ανάπτυξης (23°C) η γαρίδα *Macrobrachium rosenbergii* καταναλώνει στατιστικά λιγότερη τροφή σε σχέση με τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες εκτροφής (28°C και 33°C).

Δεν υπάρχουν έρευνες και βιβλιογραφικά δεδομένα που να εστιάζουν στην εκτροφή του είδους *Palaemon adspersus* σε κλειστά κυκλώματα εκτροφής. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη μελέτη που αναδεικνύει τις απαραίτητες πληροφορίες για την μελλοντική εντατική εκτροφή του είδους και ιδιαίτερα για το πώς οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του είδους. Προτείνεται ότι η θερμοκρασία των 20°C είναι πρακτικά η καταλληλότερη για την εκτροφή του είδους. Στα κλειστά κυκλώματα εκτροφής οι χαμηλότερες θερμοκρασίες είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται γιατί μειώνουν το κόστος για τη θέρμανση του νερού (Person-Le Ruyet *et al.* 2004).

Απαιτείται περισσότερη εφαρμοσμένη έρευνα ώστε να τεκμηριωθούν επιστημονικά οι πρακτικές που απαιτούνται να εφαρμοστούν προκειμένου η ανάπτυξη, αναπαραγωγή και αύξηση του είδους *P.adspersus* να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει την ανάπτυξη, την κατανάλωση της τροφής και την επιβίωση της γαρίδας *Palaemon adspersus* σε ελεγχόμενες συνθήκες εκτροφής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη μελέτη που αναδεικνύει τις απαραίτητες πληροφορίες για την μελλοντική εντατική εκτροφή του είδους και ιδιαίτερα για το πώς οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του.
- Η παρούσα μελέτη προτείνει τη θερμοκρασία των 20°C πρακτικά ως την καταλληλότερη θερμοκρασία για την εκτροφή του είδους μιας και εν γένει μειώνει το κόστος για τη θέρμανση του νερού.
- Η γαρίδα παρουσιάζει στατιστικά καλύτερη ανάπτυξη (SGR) και αύξηση βάρους (WG) όταν τρέφεται με εμπορικά σύμπληκτα στους 20°C και 27°C σε σχέση με τη χαμηλότερη θερμοκρασία 10°C.
- Οι θερμοκρασίες 20°C και 27°C προτείνονται ως οι κατάλληλες για την εκτροφή του είδους σε κλειστά συστήματα μιας και στις θερμοκρασίες αυτές παρουσιάζεται μεγαλύτερη επιβίωση (63% και 77% ,αντίστοιχα).
- Η γαρίδα *P. adspersus* παρουσιάζει τη μικρότερη επιβίωση στους 10°C υποδεικνύοντας τη θερμοκρασία αυτή ως τη θερμοκρασία θερμικής ανθεκτικότητας του είδους.
- Η γαρίδα καταναλώνει με μεγαλύτερη προθυμία τα εμπορικά σύμπληκτα στους 27°C σε αντίθεση με τη μικρότερη θερμοκρασία (10°C) όπου παρατηρήθηκε η μικρότερη κατανάλωση της τροφής.
- Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) παρουσιάζει την μεγαλύτερη αριθμητική του τιμή στους 10°C σε σχέση με τους 20 και 27°C χωρίς να παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Η γαρίδα παρουσιάζει στατιστικά μεγαλύτερο συντελεστή απόδοσης της καταναλωθείσας πρωτεΐνης (PER) στους 27°C και 20°C σε σχέση με τη χαμηλότερη θερμοκρασία 10°C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Α. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Berglund, A. (1985). Different reproductive success at low salinity determines the estuarine distribution of two *Palaemon* prawn species. *Holarctic Ecology*, 8: 49-52.
- Bilgin, S., Samsun, O. & Ozen, O.(2009). Seasonal growth and reproduction biology of the Baltic prawn, *Palaemon adspersus* (Decapoda: *Palaemonidae*), in the southern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(3): 509–519.
- Cabral, H. & Costa, M.J. (2001). Abundance, feeding ecology and growth of 0-group sea bass, *Dicentrarchus labrax*, within the nursery areas of the Tagus estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81: 679–682.
- Conides, A., Tsevis, N. & Klaoudatos, S. (1992). Somatic measures and mortality of the prawn *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837) in Messolonghi Lagoon, western Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 1: 468–471.
- Deering, M.J., Fielder, D.R., Hewitt, D.R. (1997). Growth and fatty acids composition of juvenile leader prawns, *Penaeus monodon*, fed different lipids. *Aquaculture*.151:131-141.
- Figueras., A. (1986). Alimentación de palaemon adspersus (Rathe, 1837) y Palaemon Serratsps (Pennant, 1777) (Decapoda: Natantia) en la Ria de Vigo (N .O .España). *Camers de Biologie Marine*, Tome xxvii, pp.77 - 90.
- Glamuzina L., Conides A., Prusina I., Čukteraš M., Klaoudatos D., Zacharaki P, Glamuzina B (2014). Population Structure, Growth, Mortality and Fecundity of *Palaemon adspersus* (Rathke 1837; Decapoda: *Palaemonidae*) in the Parila Lagoon (Croatia, SE Adriatic Sea) with Notes on the Population Management. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14: 677-687.
- Guerao G & Abello P.(1996). Patterns of activity in the sympatric prawns *Palaemon adspersus* and *Processa edulis* (Decapoda, Caridea) from a shallow Mediterranean bay.*Scientia Marina*, 60(2-3):319-324.
- Guerao G & Ribera C. (1995). Growth and reproductive ecology of *Palaemon adspersus* (Decapoda, *Palaemonidae*) in the western Mediterranean. *Ophelia Journal*, 43(3):205-213.
- Guerao, Pérez-Baquera, Ribera. (1994).*Journal of Crustacean Biology* Growth and Reproductive Biology of *Palaemon xiphias* Risso, 1816 (Decapoda: Caridea: *Palaemonidae*).
- Hagerman L & Ostrup J. (1980).Seasonal and diel activity variations in the shrimp *Palaeomon adspersus* from a brackish, non-tidal area. *Marine Ecology-Progress series* (2):329-335.
- Hewitt.D.R & Duncan P.F. (2001). Effect of high water temperature on survival, moulting and food consumption of *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* (Bate, 1888). *Aquaculture Research*, 32:305-313.
- Hotos GN, Avramidou D (1997). A one year water monitoring study of Klisova lagoon (Mesolonghi, W. Greece). *GeoJournal* 41:15–23
- Janas U & Bruskaš O. (2010).Energy values and energy resources of two prawns in Baltic coastal waters: the indigenous *Palaemon adspersus* and the non-indigenous *Palaemon elegans*. *Oceanologia*, 52 (2): 281–297.

- Janas, U., Pilka, M., & Lipinska, D.(2013). Temperature and salinity requirements of *Palaemon adspersus* Rathke, 1873 and *palaemon elegans* Rathke, 1873. Do they explain the occurrence and expansion of prawns in the Baltic Sea. *Marine Biology Research* . 9:293-300.
- Klaoudatos S & Tsevis N.(1987). Biological observations on *Palaemon adspersus* (Rathke at Messolonghi Lagoon. *Thalassographica*, 10(1): 73-88.
- Liddicoat M.L.,Tbbitis S.,Butler E.L.1974). The determination of ammonia in seawater. *Limnology and Oceanography Journal*. 20:131-132.
- Martin, J.W. & Davis, G.E. (2001). An Updated Classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles Country.
- Mente, E. (2008). Reproductive Biology of Crustaceans. Case Studies of Decapod Crustaceans. Science Publishers, p. 457-506.
- Mente, E., Solovyev, M.M.,Vlahos,N., Rotllant, G., Gisbert,E. (2016). Digestive enzymes activity during initial ontogeny and after feeding diets with different protein sources in zebra cichlid *Archocentrus nigrofasciatus*. *Journal of World aquaculture Society*. Accepted.
- Niu.C., Lee., D., Goshima., S & Nakau., S. (2003). Effects of temperatures on food consumption, growth and oxygen consumption of fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae. *Aquaculture Research*, 34: 501-506.
- Parado-Esteva, F.D. (1998). Survival of *Penaeus monodon* postlarvae and juveniles at different salinity and temperature levels. *The Israeli Journal. of Aquaculture-Bamidgeh*. 50 _4., 174–183.
- Person-Le Ruyet, J., K. Mahé, N., Le Bayon and H. Le Delliou (2004). Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 237(1-4):269-280 <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.04.021>
- Takeuki T., Murakami K.(2007). Crustacean nutrition and larvae feed, with emphasis on Japanese spiny lobster *Palinurus japonicas*. *Bulletin of Fisheries Research Agency (Japan)*.No20: 15.
- Vlahos N.,Hotos.G., Kapetanios N. (2004). The effect of temperature on the conditioning og the filter bed in aquaria. *Proceedings of 2nd International Congress on Aquaculture Fisheries Technology and Environmental*. Athens 18-19 June 2004. ISBN.
- Vlahos N, Kormas, KA, Pachiadaki MG, Meziti A, Hotos G, Mente E. (2013). Changes in bacterioplankton apparent species richness in two ornamental fish aquaria. *SpringerPlus* 2,66.doi:10.1186/2193-1801-2-66.
- Vlahos N., Akrivouli A., Mente E., Exadactylos A., Nystas T., Patsea E., Vidalis K. , Hotos G. (2016). The effect of three different temperatures on the growth and survival rate of *Palemon adspersus*. *Proceeding of the 2nd International Congress on Applied Ichthyology & Aquatic Environment*. 10-12 November 2016 Messolonghi –Greece pp:59-63. ISBN 978-618-80242-3-6
- Wickins, J.F. & Lee, D.O’C. (2002). *Crustacean Farming Ranching and Culture*. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 164-180.
- Zar (1999).*Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. International Editions, London, UK.

Β. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Βουλτσιάδου, Ε.(2015). Υδατοκαλλιέργειες: Καλλιέργεια Δεκάποδων Καρκινοειδών
Στο Βουλτσιάδου Ε., Αμπατζόπουλος Θ., Αντωνοπούλου Ε., Γκάνιος Κ.,
Γκέλης Σ., Σταΐκου Α., Τριανταφυλλίδης Α., Εκδόσεις Κάλλιπος. Αθήνα:
Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών σελ:1-29.

Ράμφος, Α. (2013). Αδημοσίευτα δεδομένα

Γ. Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

www.aquaculture.ugent.be

www.britannica.com

www.genustraitshandbook.org.uk