

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Πειραματική εκτροφή της ευρωπαϊκής караβίδας (*Astacus astacus*,
L.) με χρήση πολλαπλών σιτηρεσίων».**

ΤΖΙΟΥΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2014

**«Πειραματική εκτροφή της ευρωπαϊκής караβίδας (*Astacus astacus*, L.) με χρήση
πολλαπλών σιτηρεσίων».**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1) Ιωάννα Καστρίτση - Καθαρίου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τομέας Ζωολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα,**

2) Χρήστος Νεοφύτου, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος,**

3) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος,**

*Στους γονείς μου
και στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου.*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, Δρ. Ιωάννα Καστρίτση - Καθαρίου για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους Δρ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη και Δρ. Χρήστο Νεοφύτου, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του, τόσο στην προμήθεια εργαστηριακού υλικού, όσο και στις συμβουλές του στην λειτουργία των στατιστικών προγραμμάτων και στις οδηγίες του για την ορθότητα του επιστημονικού λόγου.

Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, οικονομική και ψυχολογική, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω ευγνωμοσύνη στον αδερφό μου Δημήτρη Τζιούκα και στους φίλους μου για την συνεχή εμπύχωση ως το πέρας αυτής της εργασίας, καθώς και στον Γιώργο Οικονόμου για τις συμβουλές του, που βοήθησαν στην ολοκλήρωση της διατριβής μου.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Συστηματική κατάταξη-περιγραφή του είδους.	12
1.2 Γεωγραφική εξάπλωση.....	14
1.3 Χρησιμότητα καραβίδας.....	15
1.4 Περιβάλλον διαβίωσης.....	15
1.5 Διατροφικές συνήθειες.....	16
1.6 Σκοπός εργασίας.....	16
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	18
2.1 Περιοχή προέλευσης.....	18
2.2 Αλίευση.....	18
2.3 Πειραματικές διαδικασίες.....	20
2.4 Τροφές πειράματος.....	24
2.4.1 Σιτηρέσια τεχνητής προέλευσης.....	24
2.4.2 Ελκτικές ουσίες.....	27
2.4.2.1 Μπεταΐνη.....	27
2.4.2.2 Εκχύλισμα πεπονιού.....	27
2.4.3 Τροφές φυσικής προέλευσης.....	28

2.5	Φυσικοχημικές παράμετροι	28
2.6	Συνθήκες εκτροφής	30
2.7	Στατιστική επεξεργασία	30
2.8	Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής	31
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
3.1	Θνησιμότητα.....	32
3.2	Ελκτική ουσία	32
3.3	Καννιβαλισμός	34
3.4	Μορφομετρικές μετρήσεις	35
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	40
4.1	Τεχνητά σιτηρέσια.....	40
4.2	Φυσικά σιτηρέσια	41
4.3	Θνησιμότητα.....	42
4.4	Έκδυση	43
4.5	Ηθολογία	45
4.6	Ανάπτυξη	47
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

7. ABSTRACT56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ευγενής караβίδα *Astacus astacus* είναι ένα είδος το οποίο δύναται να εκτραφεί εντατικά λόγω της υψηλής εμπορικής αξίας που παρουσιάζει. Στην βόρεια και την κεντρική Ευρώπη υπάρχουν μονάδες που εκτρέφουν εντατικά το είδος.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 27 άτομα караβίδας *Astacus astacus* τα οποία χωρίστηκαν σε 3 διατροφικές ομάδες. Η κάθε ομάδα διαμοιράσθηκε σε 3 ενυδρεία, συνεπώς 9 ζώα ανά διατροφική ομάδα και 3 ανά ενυδρείο. Η πρώτη ομάδα ήταν ο Μάρτυρας στην οποία χορηγούνταν ένα συμβατικό σιτηρέσιο ισορροπημένο ως προς τις θρεπτικές απαιτήσεις της караβίδας, ενώ η δεύτερη και η τρίτη διαφοροποιούνταν από την πρώτη λόγω της περιεκτικότητας του σιτηρεσίου σε μία ελκτική ουσία, την μεταΐνη (περιεκτικότητα 0,5% στην δεύτερη και 1% στην τρίτη). Το μέσο σωματικό βάρος στο Μάρτυρα στην αρχή του πειράματος ήταν $67,09 \pm 6,25$ g ($x \pm s.d.$), στην Ομάδα Β $75,71 \pm 18,60$ gr και στην Ομάδα Γ $48,69 \pm 15,04$ gr, ενώ το αρχικό μήκος του Μάρτυρα ήταν $11,58 \pm 0,07$ cm, της Ομάδας Β $12 \pm 1,00$ cm και της Ομάδας Γ $10,6 \pm 1,16$ cm .

Οι караβίδες ταΐζονταν καθημερινά μία φορά. Τις πρώτες 23 ημέρες το σιτηρέσιο ήταν φυσικής προέλευσης (φιλέτο πέστροφας, πατάτα, καρότο και πεπόνι), προκειμένου να γίνει ο εγκλιματισμός των ζώων στα ενυδρεία, ενώ μετά την 23η ημέρα χρησιμοποιήθηκαν τρία τεχνητά σιτηρέσια (σύμπηκτα), ισοπρωτεϊνικά και ισοενεργειακά. Τις πρώτες 23 ημέρες, η τροφή χορηγήθηκε σε όλες τις διατροφικές ομάδες και ήταν το ίδιο για όλα τα ενυδρεία.

Το πείραμα διήρκεσε 97 ημέρες και η μέση θερμοκρασία στα ενυδρεία ήταν $19,2 \pm 0,1$ °C. Η φωτοπερίοδος ήταν 12 ώρες ημέρα και 12 ώρες σκοτάδι (L:D,12:12).

Το μέσο βάρος και το μέσο μήκος αυξήθηκαν τόσο κατά τις πρώτες 23 ημέρες του πειράματος, όσο και μετά την λήψη της τεχνητής τροφής (23η-79η ημέρα) και στις τρεις ομάδες. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις των ζώων. Στη συνέχεια απεικονίσθηκαν γραφικά η εξέλιξη του μέσου βάρους, του μέσου μήκους αριστερού και δεξιού χειληποδίου, καθώς επίσης και η θνησιμότητα. Ακόμη, υπολογίστηκε ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) στα τεχνητά και τα φυσικά σιτηρέσια.

Οι караβίδες δεν έδειξαν να επηρεάζονται από την ελκτική ουσία μεταΐνη αλλά οι ενδείξεις ήταν ότι την αποδέχονταν. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν αρκετές εκδύσεις σε όλες τις διατροφικές ομάδες.

Εν κατακλείδι, το πείραμα έδειξε ότι μπορούν να εκτραφούν οι ευρωπαϊκές караβίδες με τα συγκεκριμένα σιτηρέσια που προαναφέρθηκαν και ότι η ελκτική ουσία δεν επηρεάζει την ανάπτυξή τους.

Λέξεις κλειδιά: εκτροφή, караβίδα, σιτηρέσιο, *Astacus astacus*, ελκτική ουσία.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Συστηματική κατάταξη-περιγραφή του είδους

Η караβίδα (*Astacus astacus*, L.)(Εικ.1), ανήκει στην οικογένεια των Αστακοειδών (*Astacidae*) και στην τάξη των Δεκαπόδων (*Decapoda*). Η συστηματική κατάταξη του είδους είναι η εξής:

Βασίλειο: Ζώα (*Animalia*)

Φύλο: Αρθρόποδα (*Arthropoda*)

Υπόφυλο: Καρκινοειδή (*Crustacea*)

Ομοταξία: Μαλακόστρακα (*Malacostraca*)

Υφομοταξία: Ευμαλακόστρακα (*Eumalacostraca*)

Υπέρταξη: Ευκαρίδες (*Eucarida*)

Τάξη: Δεκάποδα (*Decapoda*)

Υπεροικογένεια: *Astacoidea*

Οικογένεια: *Astacidae*

Γένος: *Astacus*

Είδος: *Astacus astacus* (Linnaeus 1758)

Οι караβίδες ανήκουν σε τρεις οικογένειες (*Astacidae*, *Cambaridae* και *Parastacidae*). Υπάρχουν πάνω από 500 είδη караβίδων γλυκού νερού παγκοσμίως (Taylor 2002). Η οικογένεια *Astacidae* έχει εξαπλωθεί στην Ευρώπη και στην δυτική

Νότια Αμερική. Ωστόσο, οι караβίδες ζουν σχεδόν σε όλη τη Γη εκτός από την Αφρική και την Ανταρκτική. Συγκεντρωτικά, η Β. Αμερική έχει 70% των ειδών караβίδας και η Αυστραλία 20%, σε όλο τον κόσμο (Taylor 2002).

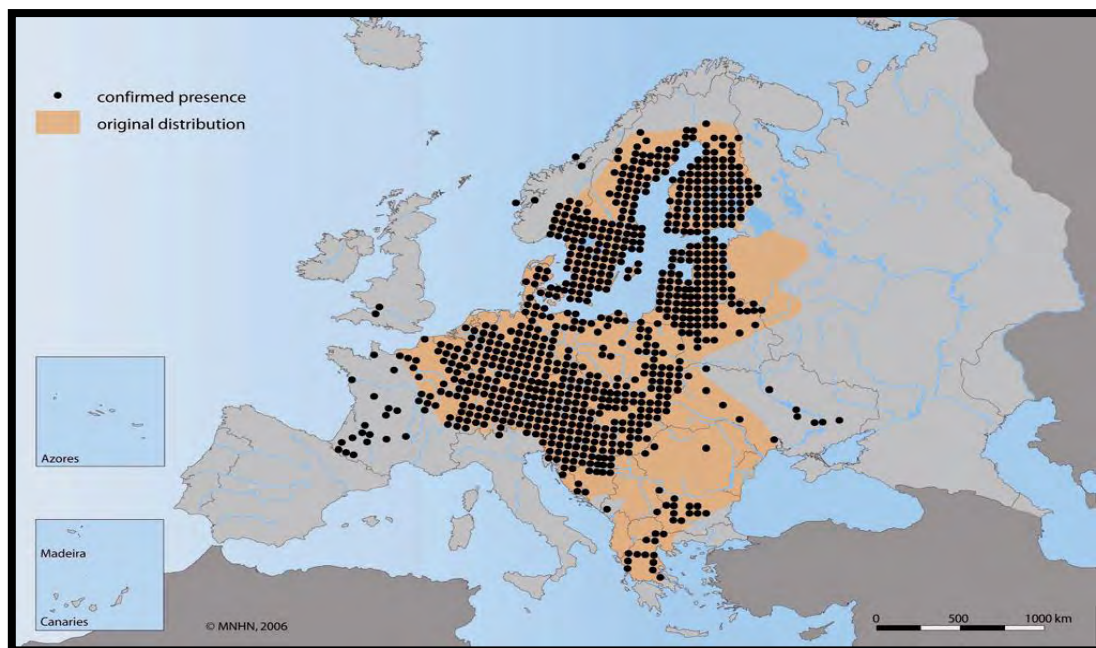
Στον ελληνικό χώρο απαντώνται δύο είδη στα γλυκά νερά, που διαφέρουν μεταξύ τους. Ένα είδος είναι η караβίδα με τα λευκά πόδια (*Astacus pallipes*) με χειληπόδια που έχουν σχήμα σπείρας και στο κάτω μέρος των ποδιών τους έχουν χρώμα λευκό. Το είδος αυτό είναι ανοιχτόχρωμο και απαντάται στα καθαρά νερά, κοντά σε πηγές. Το άλλο είδος είναι ο «Αστακός ο ποτάμιος» που είναι επίσης γνωστό ως «ευγενής караβίδα» ή «Ευρωπαϊκή караβίδα» (*Astacus astacus*). Έχει χρώμα που καλύπτει πολλές αποχρώσεις του καφέ, με έμφαση στο σκούρο καφέ. Στο χρονικό διάστημα του φαινομένου της έκδυσης, κυριαρχεί το λαδί ή σκούρο πράσινο χρώμα που σταδιακά μεταβάλλεται σε καφέ.



Εικόνα 1. Η ευγενής караβίδα *Astacus astacus* (Lukhaup 2010)

1.2 Γεωγραφική εξάπλωση

Από την δεκαετία του 1960, η караβίδα έχει εισαχθεί σε περισσότερες από 20 χώρες της Ευρώπης (Kataria 2004, Füreder *et al.*, 2006). Οι Taugbol & Skurdal (2002) αναφέρουν ότι το είδος αυτό συναντάται σε 28 ευρωπαϊκές χώρες, όπως Γαλλία, Αγγλία, Κύπρος, Ισπανία, Λιχτενστάιν, Σιβηρία και Μαρόκο (Αφρική), ενώ οι Holdich *et al.* (2009) υποστηρίζουν ότι το είδος σήμερα βρίσκεται σε 38 περιοχές, κυρίως στην βόρεια και κεντρική Ευρώπη (Εικ. 2). Οι πιο άφθονοι πληθυσμοί έχουν παρατηρηθεί στις χώρες της Βαλτικής θάλασσας (Taugbol *et al.*, 2004, Arens and Taugbol, 2005). Η Ελλάδα αποτελεί το νοτιότερο όριο της φυσικής κατανομής του είδους. Όσον αφορά τον ελλαδικό χώρο, είναι αρκετά διαδεδομένο στην Περιφέρεια της Ηπείρου, της Κ. Μακεδονίας, της Θεσσαλίας και της Στερεάς Ελλάδας.



Εικόνα 2. Γεωγραφική κατανομή της ευρωπαϊκής караβίδας *Astacus astacus* (CRAYNET atlas 2010)

1.3 Χρησιμότητα караβίδας

Η ευγενής караβίδα *A. astacus*, αποτελεί είδος το οποίο έχει αρκετά υψηλή εμπορική αξία και υπάρχουν δυνατότητες κυρίως εκτροφής αλλά και ελεγχόμενης εκκόλαψης. Η εκτροφή των караβίδων του γλυκού νερού αποτελεί σημαντική συνιστώσα της παγκόσμιας υδατοκαλλιέργειας (Kouba *et al.* 2011). Σήμερα η εντατική παραγωγή αυτών των ζώων λαμβάνει χώρα σε λεκάνες ή σε δεξαμενές μικρών μονάδων εκτροφής караβίδας (Cukerzis 1988, Ackefors 2000).

Ως τρόφιμο, η ευρωπαϊκή караβίδα *A. astacus* προτιμάται από τους καταναλωτές ως φαγητό πολυτελείας. Μια επιτυχής εκτροφή καρκινοειδών και ειδικά караβίδων, όπως είναι η ευγενής που εξετάζουμε, θα έδινε μία άλλη όψη στην αγορά αφού θεωρείται είδος υψηλής διατροφικής αξίας και η τιμή πώλησης κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα (Taugbol & Skurdal, 1992). Θα πρέπει λοιπόν να βρεθούν τρόποι, κυρίως μέσω της έρευνας, που θα καταστήσουν την εκτροφή της όσο πιο συμφέρουσα οικονομικά και θα μπορέσουν να μειώσουν τα επίπεδα θνησιμότητας και τα φαινόμενα έλλειψης χειληποδίων, φαινόμενα που συναντώνται στην εντατική υδατοκαλλιέργεια.

1.4 Περιβάλλον διαβίωσης

Ένας σοβαρός κίνδυνος που αντιμετωπίζουν οι караβίδες στο φυσικό τους περιβάλλον είναι η όξινη βροχή, που συμβάλλει στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και θεωρείται ότι είναι υπεύθυνη για τη μείωση της αναπαραγωγικής επιτυχίας του είδους, καθώς τα αυγά των νεαρών караβίδων παρουσιάζουν δυσμορφίες (Collins *et al.* 1983). Οι χαμηλές συγκεντρώσεις του ασβεστίου μπορεί να είναι ακόμη ένας παράγοντας που περιορίζει τη κατανομή και την παραγωγή αυτού του είδους σε λίμνες (Rukke 2002). Το περιβάλλον διαβίωσης τους αποτελεί έναν συνδυασμό από

παράγοντες, όπως είναι ο κίνδυνος της θήρευσης ή ο κανιβαλισμός που είναι σύνηθες φαινόμενο για το είδος, και η θερμοκρασία του νερού (Skurdal and Taugbol 2002). Ακόμη, η ανταγωνιστική συμπεριφορά που παρουσιάζεται από το είδος, είναι ένα σοβαρό πρόβλημα στην εντατική εκτροφή του (Taugbol & Skurdal 1992). Συνήθως η ενδοειδική ανταγωνιστικότητα είναι άμεσο αποτέλεσμα της διαθεσιμότητας της τροφής στο φυσικό περιβάλλον ή της εύρεσης καταφυγίου. Ωστόσο, πολλές φορές παρατηρούνται φαινόμενα κανιβαλισμού για αυτό το λόγο.

1.5 Διατροφικές συνήθειες

Οι караβίδες είναι οικολογικώς σημαντικά βενθικά μακροασπόνδυλα στα τρεχούμενα νερά (Momot 1995). Όσον αφορά τις διατροφικές τους συνήθειες, είναι παμφάγοι ή ευκαιριακοί πολυτροφικοί οργανισμοί και λειτουργούν ως θηρευτές, φυτοφάγοι και θρυμματοφάγοι οργανισμοί (Hessen *et al.*, 1993). Τρέφονται τόσο με τροφές ζωικής προέλευσης (μύδια, λάρβες όλων των ειδών, σκώληκες, σαλιγκάρια, μικρά τρωκτικά, πουλιά, βατράχια και ψάρια), όσο και με φυτικής προέλευσης (μακροφυτικούς οργανισμούς, περιφυτικά, και άλλα μονοκύτταρα φύκη), νεκρούς η ζωντανούς οργανισμούς, με υπολείμματα αυτών που βρίσκονται σε αποσύνθεση και με μικροοργανισμούς. Αναζητούν την τροφή τους κατά την διάρκεια της νύχτας (νυκτόβιοι οργανισμοί), ξεκινώντας από το απόγευμα μέχρι τις πρωινές ώρες (Taugbol & Skurdal 1992).

1.6 Σκοπός εργασίας

Σκοπός της εργασίας, ήταν να ερευνηθεί τόσο η απόκριση των караβίδων στα σιτηρέσια που χορηγήθηκαν (τεχνητής και φυσικής προέλευσης) όσο και να εξεταστεί η

αποδοχή της τεχνητής τροφής που περιέχει ελκτικές ουσίες, καθώς και να καταγραφεί αν υπήρξε ανάπτυξη με τη χορήγηση όλων των σιτηρεσίων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή προέλευσης

Οι караβίδες προήλθαν από τον ποταμό Βοιωτικό Κηφισό στην περιοχή του Ορχομενού Βοιωτίας (Εικ. 3). Ο Ορχομενός βρίσκεται σε πεδινή τοποθεσία, στην βόρεια πλευρά της πεδιάδας της Κοπαΐδας. Διαρρέεται από τον Μέλανα ποταμό (Μαυροπόταμος) που είναι παραπόταμος του Βοιωτικού Κηφισού, ο οποίος βρίσκεται στο κεντροανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας.

Πιο συγκεκριμένα, η υδρογραφική λεκάνη μοιράζεται σε τρεις νομούς: Βοιωτίας, Φωκίδας και Φθιώτιδας. Το μεγαλύτερο τμήμα της βρίσκεται στον νομό Βοιωτίας (1075 km² από τα συνολικά 1875 km²), ένα δεύτερο μεγάλο στο νομό Φθιώτιδας (520 km²) και το υπόλοιπο στο νομό Φωκίδας (280 km²).

2.2 Αλίευση

Οι караβίδες αλιεύτηκαν με τη μέθοδο των παγίδων από τοπικούς ψαράδες τον Ιούνιο του 2013. Συνολικά 27 άτομα караβίδας, διαφορετικού μήκους και βάρους, με προσοχή από τους αλιείς για την αποφυγή τραυματισμού των πειραματόζωων.



Εικόνα 3. Χάρτης του Ορχομενού, περιοχής προέλευσης των καρβιδίων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. (Google, 2013)

2.3 Πειραματικές διαδικασίες

Οι καραβίδες μεταφέρθηκαν, στον εργαστηριακό χώρο των Υδατοκαλλιεργειών, του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο, όπου έγινε εργαστηριακά η ταυτοποίησή τους για να αποδειχθεί ότι είναι το είδος *Astacus astacus* L.

Για να μπορέσει το εργαστήριο να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του πειράματος πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες επεμβάσεις σε αυτό, όπως η μεταφορά και ο καθαρισμός των ενυδρείων, ο έλεγχος του συστήματος οξυγόνωσης και ο καθαρισμός του χώρου που θα τοποθετούνταν τα ενυδρεία.

Μετρήθηκε το ολικό μήκος σώματος, το μήκος του αριστερού και δεξιού χειληποδίου και το βάρος τους με την χρήση εργαστηριακών οργάνων. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη των μετρήσεων ήταν το παχύμετρο ακρίβειας χιλιοστού (Εικ. 4) για τις μετρήσεις μήκους και ο ψηφιακός ζυγός ακριβείας (Εικ. 5) τριών δεκαδικών για την μέτρηση του ολικού βάρους.

Αμέσως μετά και για να μη δημιουργηθεί στρες στα ζώα, τοποθετήθηκαν με αργές κινήσεις ένα προς ένα στον πυθμένα των πειραματικών ενυδρείων. Ο βιολογικός πειραματισμός, είχε διάρκεια 97 ημέρες και πιο συγκεκριμένα από 19 Ιουνίου έως 25 Σεπτεμβρίου 2013.



Εικόνα 4. Παχύμετρο ακριβείας



Εικόνα 5. Ψηφιακός ζυγός ακριβείας

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρειάστηκαν:

- ✓ 9 ενυδρεία διαστάσεων 60x30x30cm, χωρητικότητας 55 L (το κάθε ένα)
- ✓ Καταφύγια από πλαστικούς σωλήνες μικρής διαμέτρου ή κεραμίδια (Εικ. 4,5,6)
- ✓ Πέτρες
- ✓ Λεπτόκοκκη άμμος

- ✓ Πλαστικοί σωλήνες παροχής οξυγόνου (πολύ μικρής διαμέτρου),
- ✓ Φελιζόλ
- ✓ Ψηφιακός ζυγός ακριβείας
- ✓ Παχύμετρο
- ✓ " test kit " μέτρησης αμμωνίας και αζωτούχων ενώσεων στο νερό

Πριν ξεκινήσει το πείραμα, όλα τα ενυδρεία ελέγχθηκαν για τυχόν διαρροές νερού και μέχρι το τέλος του πειράματος υπήρχε συνεχές σύστημα οξυγόνωσης σε κάθε ένα από αυτά.

Στην προσπάθεια να προσομοιώσουμε το φυσικό περιβάλλον στο εργαστήριο, εναποθέσαμε στα ενυδρεία τις πέτρες και τη λεπτόκοκκη άμμο που συλλέχθηκαν από το φυσικό περιβάλλον των караβίδων. Οι πέτρες ξεπλύθηκαν με νερό, ενώ η λεπτόκοκκη άμμος αποστειρώθηκε στους 120 °C σε κλίβανο για 4 ώρες. Η δεύτερη χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να υπάρχει η αίσθηση του πυθμένα (Εικ. 6, 7, 8). Οι караβίδες μοιράστηκαν ισάριθμα στα 9 ενυδρεία και αμέσως ξεκίνησε η πειραματική διαδικασία.

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι πρώτες μετρήσεις έγιναν την πρώτη ημέρα, οι δεύτερες μόλις τέλειωσε η πρώτη διαίτα (μικτή: φυσικά και τεχνητά σιτηρέσια) και άρχισε η δεύτερη διαίτα (μόνον τεχνητά σιτηρέσια, με τις ελκτικές ουσίες στις ομάδες 0,5% και 1%). Οι τρίτες μετρήσεις έγιναν όταν τέλειωσε και η δεύτερη διαίτα.



Εικόνα 6. Τεχνητό περιβάλλον διαβίωσης караβίδων με καταφύγια κεραμίδια (Τζιούκας Ιωάννης, προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 7. Τεχνητό περιβάλλον διαβίωσης караβίδων με καταφύγια πλαστικούς σωλήνες μικρής διαμέτρου (Τζιούκας Ιωάννης, προσωπικό αρχείο)

Το νερό ανανεώνονταν μερικώς σε καθημερινή βάση, προσέχοντας να μην αλλάξει το περιβάλλον στα ενυδρεία (μετακίνηση πέτρας, πλαστικών σωλήνων και

χαλκιού) με σκοπό να εξοικειωθούν καλύτερα οι караβίδες. Επίσης, η παροχή οξυγόνου ελεγχόταν σε καθημερινή βάση και αφού τελείωνε η φροντίδα των ζώων, τα ενυδρεία σκεπάζονταν με φελιζόλ.

2.4. Τροφές πειράματος

2.4.1. Σιτηρέσια τεχνητής προέλευσης

Τα σιτηρέσια που χορηγήθηκαν στα ζώα στο βιολογικό πειραματισμό, ήταν δύο ειδών:

- τεχνητής προέλευσης (σύμπηκτα)
- φυσική τροφή (ψάρι, καρότο, πατάτα, πεπόνι)



Εικόνα 8. Τεχνητό περιβάλλον διαβίωσης των караβίδων στα ενυδρεία με χορήγηση τεχνητής τροφής (Τζιούκας Ιωάννης, προσωπικό αρχείο)

Παρασκευάστηκαν 3 ισοπρωτεϊνικά, ισολιπιδικά και ισοενεργειακά σιτηρέσια με τη μορφή ξηρής ζύμης σχήματος κύβου πέλλετ (Πίν. 1, Εικ. 9). Η μοναδική διαφορά των τριών αυτών σιτηρεσίων είναι η περιεκτικότητα σε μεταΐνη (Betaine), που χρησιμοποιήθηκε στην τροφή ως ελκτική ουσία για τις караβίδες. Το πρώτο σιτηρέσιο δεν περιείχε καθόλου Μπεταΐνη, το δεύτερο περιείχε 0,5%, ενώ το τρίτο 1% του σιτηρεσίου. Το βάρος του κάθε κύβου τροφής υπολογίστηκε σε 1,6 g.

Ως πρωτεϊνική πηγή ζωικής προέλευσης χρησιμοποιήθηκε υψηλής ποιότητας ιχθυάλευρο σε ποσοστό 37%, τα επίπεδα συμμετοχής του οποίου παρέμειναν σταθερά στα πέντε σιτηρέσια. Ως κύρια φυτική πρωτεϊνική πηγή των τριών σιτηρεσίων χρησιμοποιήθηκε η γλουτένη καλαμποκιού σε σταθερό ποσοστό (20%) για κάθε σιτηρέσιο.

Το άλευρο από σιτάρι, χρησιμοποιήθηκε ως ενεργειακή πηγή. Προκειμένου να προσθέσουμε τις ελκτικές ουσίες, αφαιρέθηκε ποσότητα 0,5% από την Ομάδα Β και 1% από την Ομάδα Γ. Προτιμήθηκε από το συγκεκριμένο συστατικό (σιτάλευρο), επειδή σε αυτές τις μικρές ποσότητες των Ομάδων Β, Γ δεν διαταράσσονται τα επίπεδα ενέργειας σημαντικά, έτσι ώστε το σιτηρέσιο να μην καθίσταται ισοενεργειακό.

Ως κύρια πηγή ενέργειας, ω_3 και ω_6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων χρησιμοποιήθηκε το ιχθυέλαιο, ενώ τα εμπλουτιστικά των συμπύκτων ήταν βιταμίνες (C και E) σε ποσοστό 0,3% και ανόργανα άλατα 0,5% (Πίν. 2.2). Επιπλέον, φώσφορος και ασβέστιο, με τη μορφή φωσφορικού μονοασβεστίου, προστέθηκε σε ποσοστό 0,5% για να διασφαλίσει τυχόν ανεπάρκεια των караβίδων σε αυτά τα μακροστοιχεία, ενώ παράλληλα προστέθηκε και αντιμυκητιακή ουσία 0,2%, για την αποφυγή ενδεχόμενης ανάπτυξης μυκήτων στις τροφές.

Πίνακας 1. Σύσταση τεχνητών σιτηρεσιών

	A. Μάρτυρας	Ομάδα Β	Ομάδα Γ
	0.0% Μπεταιίνη	0.5%	1%
	Ποσοστό %	Ποσοστό %	Ποσοστό %
Σιτάρι, άλευρο	36,50	36,00	35,50
Ιχθυάλευρο	37,00	37,00	37,00
Γλουτένη καλαμποκιού	20,00	20,00	20,00
Ιχθυέλαιο	5,00	5,00	5,00
Ελκυστική ουσία	0,00	0,50	1,00
Βιταμίνες & ανόργανα στ.	0,50	0,50	0,50
Βιταμίνη C	0,20	0,20	0,20
Βιταμίνη E	0,10	0,10	0,10
Αντιμηκυτιακό	0,20	0,20	0,20
Φωσφορικό Μονοασβέστιο	0,50	0,50	0,50
Χημική σύσταση			
Ποσοστό %	100,00	100,00	100,00
Υγρασία	9,59	9,53	9,47
Ξηρά ουσία	90,41	90,47	90,53
Πρωτεΐνη	40,41	40,35	40,30
Λίπος	8,75	8,74	8,73
Υδατάνθρακες	32,23	31,86	31,48
Ινώδεις Ουσίες	1,46	1,45	1,44
Τέφρα	5,73	6,23	6,72
Ενέργεια (KJ/g)	18,48	18,40	18,32
P / E	2,19	2,19	2,20
L/Υδατ.	0,27	0,27	0,28



Εικόνα 9. Τεχνητή τροφή καραβίδων υπό την μορφή πέλλετ (Τζιούκας Ιωάννης, προσωπικό αρχείο)

2.4.2. Ελκτικές ουσίες

Οι ελκτικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αρχικά η μεταΐνη και ύστερα το εκχύλισμα πεπονιού.

2.3.2.1 Μπεταΐνη

Σε βιολογικά συστήματα, η μεταΐνη χρησιμεύει ως βιολογικός οσμολύτης, ουσία που συντίθεται ή παραλαμβάνεται από το περιβάλλον από τα κύτταρα, για την προστασία έναντι του οσμωτικού στρες, ξηρασίας, υψηλής αλατότητας ή υψηλής θερμοκρασίας.

2.3.2.2 Εκχύλισμα πεπονιού

Μετά από την χορήγηση των τριών προηγούμενων σιτηρεσίων και προκειμένου να διαπιστωθεί αν μπορεί να αποτελέσει ελκτική ουσία για τις καραβίδες

το εκχύλισμα πεπονιού προσδίδοντας έντονο άρωμα στην τροφή, το σιτηρέσιο Μάρτυρας που δεν περιείχε μεταΐνη, εμποτίστηκε με το συγκεκριμένο εκχύλισμα και χορηγήθηκε στα πειραματόζωα για 9 μέρες (Από την 80στή μέχρι την 89η ημέρα). Τις πρώτες 3 ημέρες το κάθε πέλλετ που θα χορηγούνταν στα ζώα εμποτίστηκε με 1 σταγόνα εκχυλίσματος ενώ τις υπόλοιπες 6 ημέρες με 2 σταγόνες.

2.4.3 Τροφές φυσικής προέλευσης

Εκτός από την τεχνητή τροφή, χρησιμοποιήθηκε και τροφή αποτελούμενη μόνον από πρώτες ύλες, όπως ψάρι, καρότο, πατάτα και πεπόνι.

1. Το ψάρι που χορηγήθηκε στα πειραματόζωα ήταν η ιριδίζουσα πέστροφα (είδος: *Salmo trutta fario*). Μετά την αφαίρεση του δέρματος, με την βοήθεια ενός μαχαιριού τεμαχιζόταν το φιλέτο της σε μικρά τετράγωνα κομμάτια, έτσι ώστε το μέγεθός τους να είναι αποδεκτό από τις καραβίδες.
2. Το καρότο και η πατάτα ξεφλουδιζόνταν και κόβονταν σε μικρούς κύβους, χωρίς να ακολουθήσει βρασμός
3. Το πεπόνι αφού ξεφλουδιζόταν απομακρυνόταν τα σπόρια, κόβονταν σε μικρούς κύβους για τη διατροφή των πειραματόζωων.

Όλες οι τροφές συντηρούνταν σε θερμοκρασία 4° C, για την αποφυγή μικροβιακής ανάπτυξης και πάντοτε χορηγούνταν στα ζώα ύστερα από ψύξη.

2.5 Φυσικοχημικές παράμετροι

Κατά την διάρκεια του πειράματος διενεργήθηκαν μετρήσεις για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού μέσα στα ενυδρεία (Πίν. 2). Οι παράμετροι που ελέγχθηκαν ήταν

η ολική αμμωνία (ελάχιστη 0,30 mg/l, ενώ μέγιστη 1mg/l), η σκληρότητα του νερού (10 dKH), η συγκέντρωση οξυγόνου (6,6 mg/l), η οξύτητα (pH=8,3), η αλατότητα (S=0,10%) και η θερμοκρασία (T=19, 2°C). Η φωτοπερίοδος ήταν 12 ώρες ημέρα και 12 ώρες σκοτάδι (L:D,12:12). Η θερμοκρασία του νερού ήταν εντός του θερμοκρασιακού εύρους αύξησης 16-24°C του είδους (Groves 1985; Alderman & Wickins 1996; Nystrom 2002).

Πίνακας 2. Φυσικοχημικές παράμετροι, όργανα μέτρησης και τιμές των παραμέτρων

Φυσικοχημική παράμετρος	Όργανα μέτρησης παραμέτρων	Τιμές
Σκληρότητα	"test kit"	10 dKH
Ολική Αμμωνία (NH₃)	"test kit"	0,30-1 mg/l
Περιεκτικότητα Οξυγόνου (O₂)	Φορητό όργανο μέτρησης οξυγόνου	6,6 mg/l
Αλατότητα	Φορητό όργανο μέτρησης αλατότητας	S=0,10%
Θερμοκρασία	Θερμόμετρο	19°C
	"test kit"	pH=8,3

Οξύτητα		
Φωτοπερίοδος	Ηλεκτρονικός μηχανισμός ρύθμισης εργαστηρίου	L:D, 12:12

Σημ. Η μονάδα μέτρησης της σκληρότητας dKH αναφέρεται σε γερμανικούς βαθμούς σκληρότητας.

2.6 Συνθήκες εκτροφής

Στις караβίδες, προσφέρονταν τροφή 1 φορά την ημέρα (ώρα 17.00). Το νερό ανανεωνόταν κάθε ημέρα σε όλα τα ενυδρεία, χωρίς να δημιουργείται θολερότητα (απαιτείται προσοχή για την αποφυγή εκδήλωσης συνθηκών στρες στις караβίδες). Όλα τα ενυδρεία καλύπτονταν με φελιζόλ, τόσο για την επισκίαση τους, όσο και για την αποφυγή εισόδου σκόνης, εντόμων κλπ.

Καθημερινά, η τροφή της προηγούμενης ημέρας απομακρυνόταν προσεκτικά σε όλα τα ενυδρεία με σιφωνισμό και αντικαθίστατο από νέα, ενώ τα αποτελέσματα της κατανάλωσης της τροφής καταγραφόταν κάθε επόμενη ημέρα μετά από παρατήρηση, επειδή το είδος παρουσιάζει μεγαλύτερη δραστηριότητα κατά τη νύχτα και υπάρχει το ενδεχόμενο κατανάλωσής της καθ' όλη την διάρκειά της.

Τέλος τα ζώα που βρίσκονταν νεκρά, απομακρυνόταν από τον εργαστηριακό χώρο άμεσα, λόγω αποφυγής δημιουργίας εστίας μικροβιακού φορτίου και αποφυγής προσέλευσης εντόμων, κλπ.

2.7 Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα των παραμέτρων ανάπτυξης των караβίδων (ολικό μήκος, ολικό βάρος, μήκος αριστερού χειληποδίου και μήκος δεξιού χειληποδίου), επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS Statistics 17.0 και πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα της 23ης ημέρας έγιναν με τη μέθοδο ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA), ενώ η επεξεργασία των δεδομένων της 79ης ημέρας έγινε με τη μέθοδο Independent samples T - Test. Ως επίπεδο σημαντικότητας επελέγη το $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$).

2.8 Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (food conversion ratio, FCR) είναι ο βαθμός αξιοποίησης της τροφής από τις караβίδες και εκφράζεται από τον λόγο της ποσότητας της τροφής που χορηγήθηκε προς την αύξηση του ολικού βάρους τους.

Ο FCR υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{FCR} = \text{τροφή που χορηγήθηκε (g)} / \text{αύξηση βιομάζας των ζωντανών караβίδων (g)}.$$

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

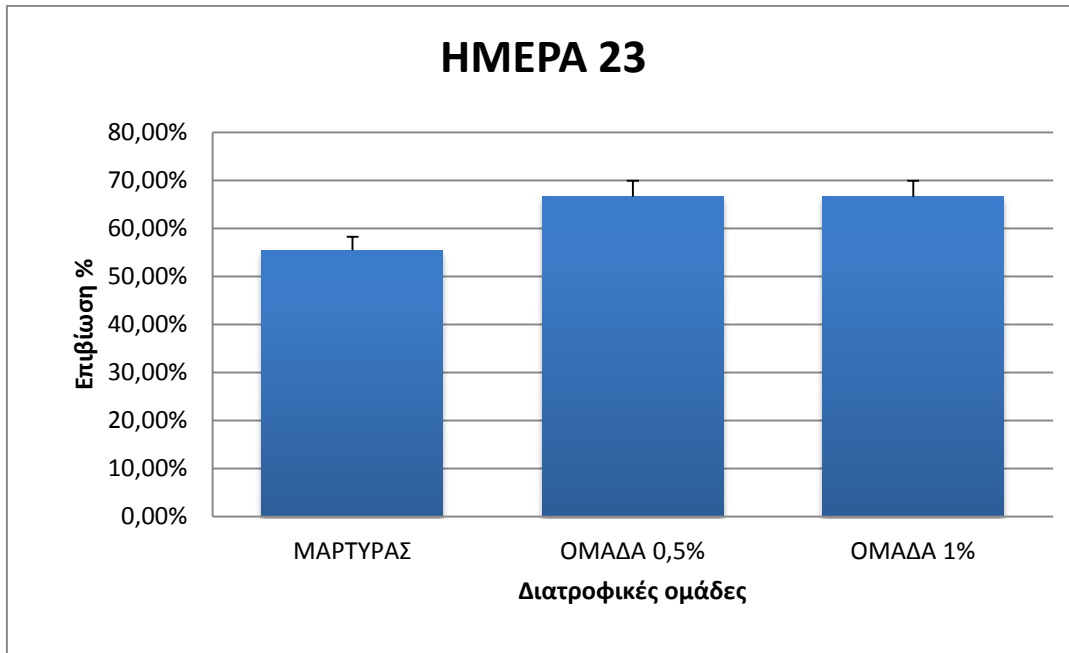
3.1 Θνησιμότητα

Η καταγραφή της θνησιμότητας γινόταν σε καθημερινή βάση και για κάθε δεξαμενή ξεχωριστά. Η τελική θνησιμότητα ύστερα από περίπου 3 μήνες ήταν υψηλή αγγίζοντας το 77,8%. Μετά το τέλος της πρώτης διαίτας (23η ημέρα), παρατηρήθηκε επιβίωση της τάξεως του 66,66% (Σχ. 1). Τις ημέρες 24 έως 79, οι καραβίδες της ομάδας 0,5% BET δεν έδειξαν ότι μπορούν να επιβιώσουν όσο αυτές της ομάδας 1% BET, γι αυτό εξάλλου και απεβίωσαν γρηγορότερα από τις τελευταίες.

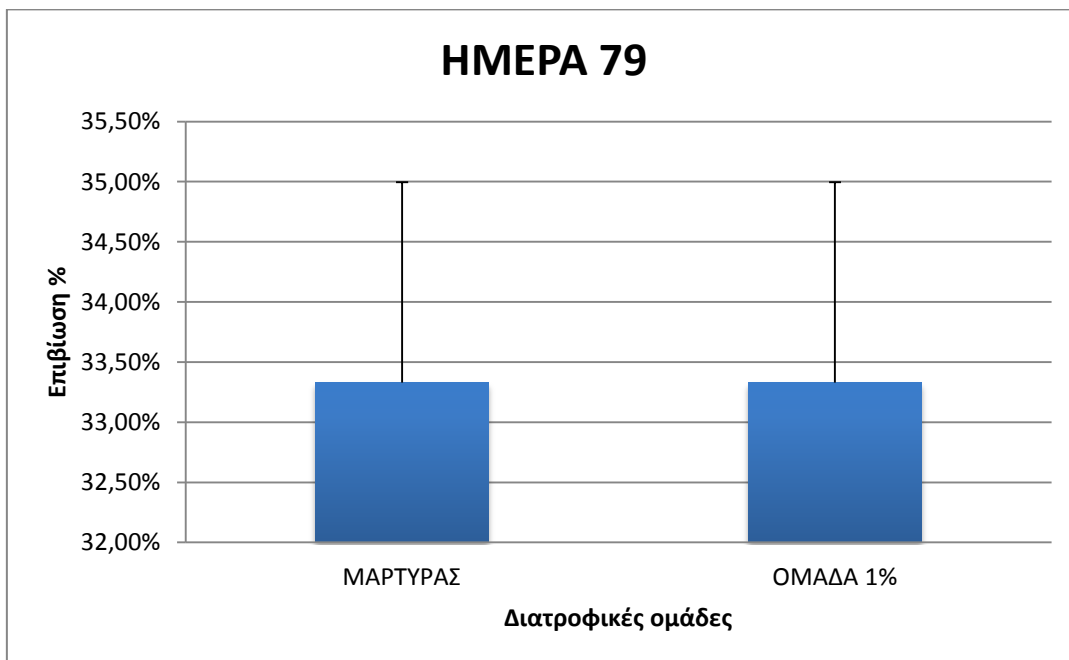
Τα πειραματόζωα στα ενυδρεία με το σιτηρέσιο του Μάρτυρα έδειξαν μεγαλύτερη θνησιμότητα από τα υπόλοιπα 2 τις πρώτες 23 ημέρες (Σχ. 1). Τα πειραματόζωα στα ενυδρεία με 1% μπεταΐνη έδειξαν τη μικρότερη λήψη τροφής, σύμφωνα με παρατηρήσεις που πραγματοποιούνταν κάθε ημέρα ταΐσματος πριν από το καθημερινό ταΐσμα και την απομάκρυνση της τροφής μέσω της διαδικασίας του σιφωνισμού.

3.2 Ελκτικές ουσίες

Κατά τη διάρκεια εκτροφής των ζώων με την τεχνητή τροφή, στο σιτηρέσιο που είχε ελκτική ουσία το εκχύλισμα πεπονιού, παρατηρήθηκε τις πρώτες 3 μέρες καταναλωνόταν το ίδιο με εκείνα που δεν περιείχαν την ελκτική ουσία, ενώ τις υπόλοιπες 6 ημέρες που η ελκτική ουσία ήταν σε μεγαλύτερη δόση, διαπιστώθηκε μεγαλύτερη προτίμηση από τις καραβίδες (άμεση ανταπόκριση ακριβώς μετά την χορήγηση της τροφής).



Σχήμα 1. Επιβίωση (%) από την 1 έως την 23η ημέρα.



Σχήμα 2. Επιβίωση (%) από την 24η έως την 79η ημέρα για κάθε ενυδρείο.

3.3 Κανιβαλισμός

Μετά από προσεκτική και καθημερινή παρατήρηση καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού πειραματισμού παρατηρήθηκαν 14 θάνατοι λόγω κανιβαλισμού, εκ των οποίων μόνον οι 2 ήταν σε άτομα που είχαν μόλις εκδυθεί (φαγωμένο τέλσον και φαγωμένα πλεοπόδια)(Εικ. 10). Στις 14 αυτές απώλειες έγιναν παρατηρήθηκε απουσία των χειληποδίων αφού βρέθηκαν κομμένα χειληπόδια στο σύνολο τα οποία έδειχναν τραυματισμένα. Γενικότερα, υπήρξαν 6 συνολικά περιστατικά από τα 14 στα οποία υπήρξαν ακρωτηριασμοί σε βαδιστικά πόδια και σε πλεοπόδια (Εικ. 11). Κατά τη διάρκεια της ημέρας, πολλά από τα ζώα ήταν μονίμως στα καταφύγιά τους, παρουνσιάζοντας κάποια δραστηριότητα αλλά όχι σαν εκείνη της νύχτας.



Εικόνα 10. Κανιβαλισμός σε άτομο που μόλις έχει πραγματοποιήσει έκδυση (Τζιούκας Ιωάννης, Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 11. Κανιβαλισμός με απώλειες βαδιστικών ποδιών, πλεοποδίων και χειληποδίων (Τζιούκας Ιωάννης, Προσωπικό αρχείο.)

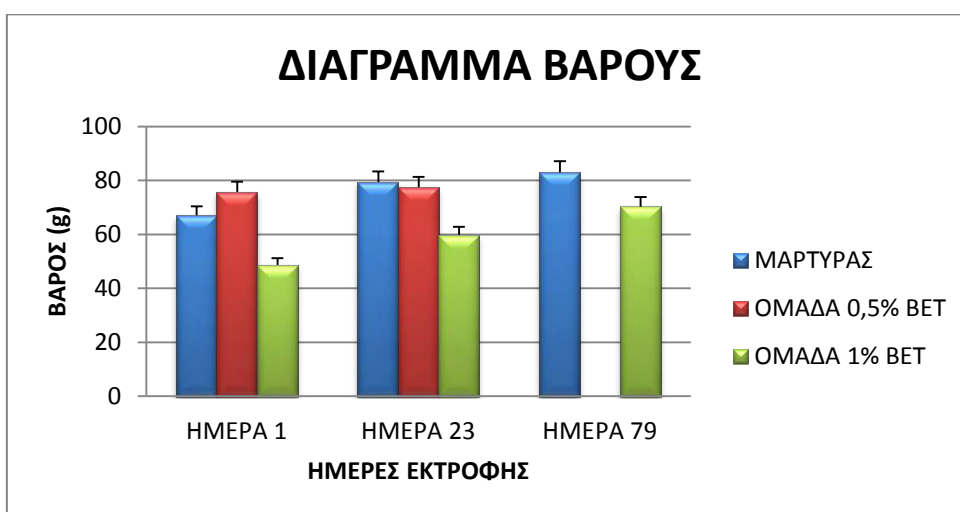
3.4 Μορφομετρικές μετρήσεις

Από τις μετρήσεις των караβίδων που πάρθηκαν στη διάρκεια του πειράματος (1η ημέρα αρχική μέτρηση και 23η ημέρα τελική) παρατηρήθηκε αύξηση στον μέσο όρο μήκους δεξιού χειληποδίου (μείωση στην ομάδα 1%) και αύξηση στον μέσο όρο μήκους αριστερού χειληποδίου (μείωση στην ομάδα Μάρτυρας) (Σχ. 4,5,6), (Πίν. 3) και αύξηση στον μέσο όρο του βάρους (Σχ. 3), (Πίν. 3). Τα νεκρά ζώα δεν πάρθηκαν υπ όψιν στις μετρήσεις. Πιο αναλυτικά, ο Μάρτυρας την περίοδο του μικτού σιτηρεσίου (1η έως 23η ημέρα) παρουσίασε αύξηση μέσου ολικού σωματικού μήκους 0,79 cm, η ομάδα 0.5% 0,25 cm και η ομάδα 1% 1,05 cm. Παρόμοια, παρουσιάστηκε αύξηση ολικού βάρους για την ίδια περίοδο στον Μάρτυρα 11,74 g, στην ομάδα 0,5% 1,79 g και στην ομάδα 1% 11,14 g. Επίσης, υπολογίστηκε ο δείκτης FCR για τις πρώτες 23 ημέρες (μικτή διατροφή) (Πίν. 4).

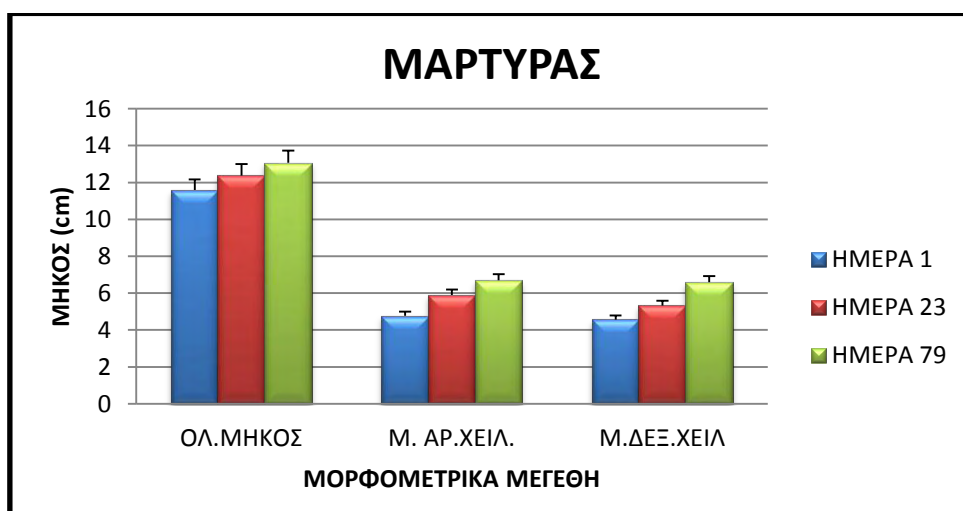
Στις επόμενες μετρήσεις (23η ημέρα αρχική μέτρηση και 79η ημέρα τελική) παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου ολικού μήκους και του μέσου ολικού βάρους της διατροφικής ομάδας του Μάρτυρας και 1% (Πίν. 4). Την περίοδο του τεχνητού

σιτηρεσίου (23η έως 79η ημέρα) το μέσο ολικό σωματικό μήκος του Μάρτυρα αυξήθηκε κατά 0,72 cm και της ομάδας 1% κατά 0,22 cm. Σχετικά με το ολικό βάρος πάλι παρατηρήθηκε αύξηση, στο Μάρτυρα 4,17 g και στην ομάδα 1% αύξηση 10,5 g.

Στη διατροφική ομάδα 0,5% BET δεν υπήρξαν μετρήσεις κατά την 79η ημέρα, επειδή τα πειραματόζωα ήταν νεκρά περίπου 8-13 ημέρες πριν.



Σχήμα 4. Μεταβολή του βάρους (g) έως την 79η ημέρα.



Σχήμα 5. Μετρήσεις ολικού μήκους, μήκους αριστερού και δεξιού χειληποδίου

για τον Μάρτυρα έως την 79η ημέρα.

Πίνακας 3. Παράμετροι από την 1 έως την 23η ημέρα.

	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΒΕΤ	1% ΒΕΤ
ΑΡΧΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	11,58 ±0,0770a	12 ±1,0039a	10,6 ±1,1667a
ΤΕΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	12,38 ±0,2254a	12,25 ±0,4924a	11,65 ±0,4330a
ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	67,09 ±4,7852a	75,71 ±18,6045a	48,69 ±15,0468a
ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	78,83 ±6,2517a	77,5 ±12,2168a	59,83 ±12,9067a
ΑΡΧΙΚΟ Μ.Α.Χ.	4,23 ±1,2897a	4,45 ±1,3668a	3,46 ±0,2333a
ΤΕΛΙΚΟ Μ.Α.Χ	4,68 ±2,1002a	4,96 ±1,4852a	2,91 ±1,2292a
ΑΡΧΙΚΟ Μ.Δ.Χ.	4,05 ±1,1042a	4,18 ±1,7027a	3,18 ±2,0059a
ΤΕΛΙΚΟ Μ.Δ.Χ.	2,95 ±2,9500a	4,25 ±1,7328a	3,78 ±1,9199a
ΑΥΞΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ	0,79a	0,25a	1,05a
ΑΥΞΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ	11,74	-	11,14
FCR	3,13	-	3,30

1. Σημ. Τιμές που συνοδεύονται από διαφορετικό εκθέτη δείχνουν

στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων.

2. Με Μ.Δ.Χ και Μ.Α.Χ. συμβολίζεται το μήκος δεξιού χειληποδίου και το μήκος αριστερού χειληποδίου, αντίστοιχα.

Πίνακας 4. Παράμετροι από την 23η ημέρα έως την 79η ημέρα.

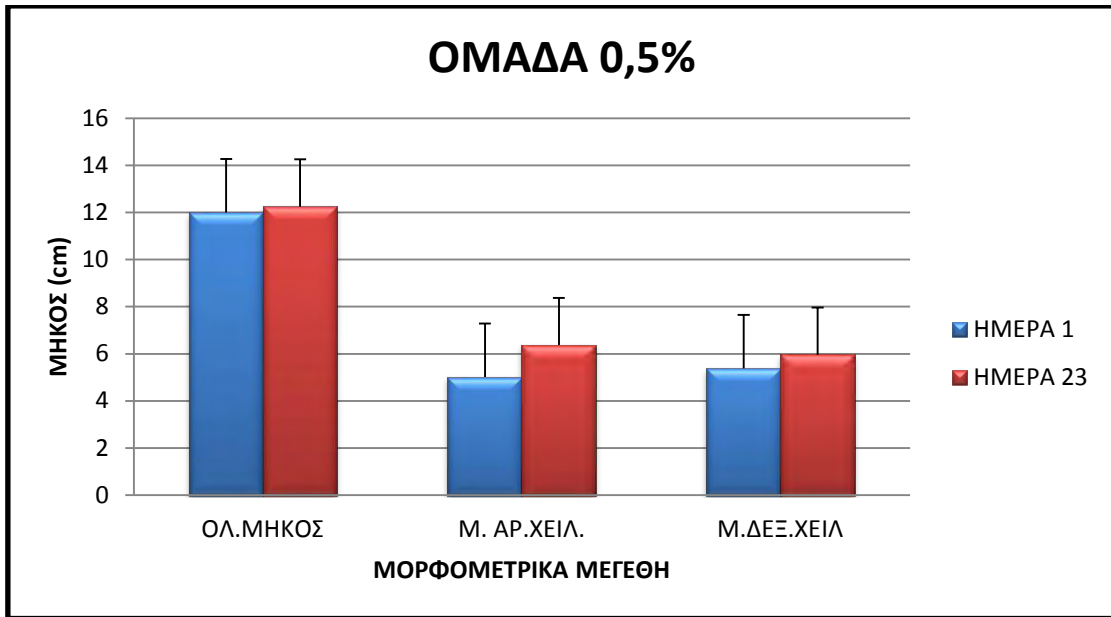
	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1% ΒΕΤ
ΑΡΧΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	12,38 ±0,2254	11,65 ±0,4330
ΤΕΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	13,10 ±0,1414	11,87 ±0,3512
ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	78,83 ±6,2517	59,83±12,9067
ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	83,00 ±8,6603	70,33 ±5,0332
ΑΡΧΙΚΟ Μ.Α.Χ.	4,68 ±2,1002	2,91 ±1,2292
ΤΕΛΙΚΟ Μ.Α.Χ.	2,22 ±3,8682	6,37 ±0,577
ΑΡΧΙΚΟ Μ.Δ.Χ.	2,95 ±2,9500	3,78 ±1,9199
ΤΕΛΙΚΟ Μ.Δ.Χ.	2,20 ±3,8105	1,967 ±3,4064
ΑΥΞΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ	0,72	0,22
ΑΥΞΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ	4,17	10,5
FCR	-	8,53

1. Σημ. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε πως δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ($P>0,05$)

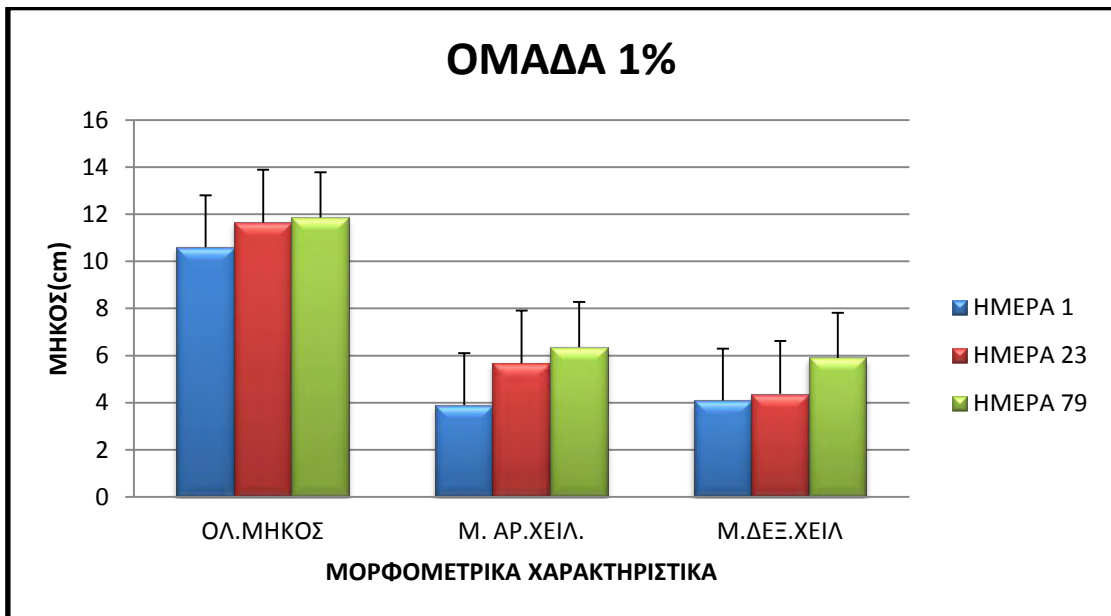
μεταξύ των δύο διατροφικών ομάδων σε όλες τις παραπάνω παραμέτρους.

2. Με Μ.Δ.Χ και Μ.Α.Χ. συμβολίζεται το μήκος δεξιού χειληποδίου και το μήκος

αριστερού χειληποδίου αντίστοιχα.



Σχήμα 6. Μετρήσεις ολικού μήκους, μήκους αριστερού και δεξιού χειληποδίου για την ομάδα 0,5% BET έως την 23η ημέρα.



Σχήμα 7. Μετρήσεις ολικού μήκους, μήκους αριστερού και δεξιού χειληποδίου για την ομάδα 1% BET έως την 79η ημέρα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τις αρχές του πειράματος διαπιστώθηκε ότι, οι καραβίδες ήταν δραστήριες. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η θερμοκρασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκτροφή, όπως διαπιστώθηκε και σε ανάλογο πείραμα από τους Lehti-Koivunen *et. al.* (1994) στους 20°C ενώ ήταν λιγότερο δραστήριες στους 10°C, γεγονός που επαληθεύει τη δραστήρια συμπεριφορά τους και στο συγκεκριμένο πείραμα, όπου η θερμοκρασία των ενυδρείων ήταν 19°C. Όμως παρ' όλη τη δραστήρια συμπεριφορά των ζώων παρατηρήθηκε θνησιμότητα. Το γεγονός ότι τα ζώα προέρχονταν από το φυσικό τους περιβάλλον και εγκλείστηκαν στα ενυδρεία θα μπορούσε να είναι σημαντικός παράγοντας ύπαρξης θνησιμότητας πέρα από τις συνθήκες εκτροφής. Ακόμη και η γρήγορη μεταφορά τους από το φυσικό στο τεχνητό περιβάλλον, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα.

Πρέπει να τονιστεί ότι στο βιολογικό πειραματισμό η εκτροφή ήταν εντατική και όπως αναφέρουν οι Taugbol *et. al.* (1992), το μεγαλύτερο πρόβλημα σε μια τέτοια εκτροφής καρκινοειδών είναι η υψηλή θνησιμότητα, η οποία κυρίως οφείλεται στην ανταγωνιστική συμπεριφορά του είδους που πολλές φορές οδηγεί σε κανιβαλισμό. Επίσης επισημαίνεται ότι στην αρχή του πειράματος υπήρξαν και κάποιοι αδιευκρίνιστοι θάνατοι όπως έχει αναφερθεί σε παρόμοιο πείραμα με το ίδιο είδος καραβίδας (Franke *et al.*, 2011).

4.1 Τεχνητά σιτηρέσια

Οι καραβίδες έδειξαν να αποδέχονται σε γενικές γραμμές την μεταΐνη ως ελκτική ουσία, αφού στα ενυδρεία στα οποία χορηγούνταν τροφές που εμπεριείχαν μεταΐνη πλησίαζαν πιο γρήγορα την τροφή από ότι στο ενυδρείο Μάρτυρα. Ανάμεσα

στις ομάδες 0,5% BET και 1% BET, οι καραβίδες έδειξαν να καταναλώνουν περισσότερο την τροφή της 2ης ομάδας από ότι της 3ης ομάδας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η περιεκτικότητα του 1% δεν ήταν τόσο ελκυστική σε σχέση με αυτήν του 0,5%. Ουσιαστικά, κάθε ημέρα πριν χορηγηθεί η νέα καθημερινή τροφή και πριν απομακρυνθεί η προηγούμενη μέσω του σιφωνισμού, γίνονταν έλεγχος της κατανάλωσης.

Ακόμη άξιο παρατήρησης είναι το γεγονός ότι η μπεταΐνη δεν επηρέασε το φαινόμενο της έκδυσης των καραβίδων και αυτό γιατί η τεχνητή τροφή με τη μπεταΐνη χορηγείτο το καλοκαίρι, κατά το οποίο παρατηρείται κυρίως το φαινόμενο της έκδυσης. Έτσι εξάγουμε το συμπέρασμα ότι δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ της ελκτικής ουσίας και της έκδυσης. Παρά την αποδοχή της μπεταΐνης, οι καραβίδες στα ενυδρεία που το σιτηρέσιο 0,5% απεβίωσαν νωρίτερα από το σιτηρέσιο του Μάρτυρα και από ότι το σιτηρέσιο 1% με μπεταΐνη.

Εν κατακλείδι, αποδέχονταν τα πέλλετ που ήταν εμποτισμένες με εκχύλισμα πεπονιού, αλλά ήταν καλύτερα τα αποτελέσματα στην πρόσληψη της τροφής που ως ελκτική ουσία ήταν η μπεταΐνη. Σε πείραμα εκτροφής καραβίδων με 40% πρωτεΐνης στα πέλλετ, χωρίς ελκτικές ουσίες, τα ποσοστά επιβίωσης ήταν της τάξης του 80%, με μόνη διαφορά ότι τα άτομα ήταν νεαρά και όχι ώριμα (Ackefors *et al.*, 1992).

4.2 Φυσικά σιτηρέσια

Δεν παρατηρήθηκε άμεση ανταπόκριση στο πεπόνι, παρά τα διαφορετικά του χαρακτηριστικά σε σχέση με την τροφή σε πέλλετ (κίτρινο χρώμα, μεγαλύτερος κύβος, διαφορετική οσμή). Επίσης διαπιστώθηκε ότι δεν αποδέχονται την πατάτα όσο αποδέχονται το καρότο ή το φιλέτο της πέστροφας. Το φιλέτο της πέστροφας

προτιμάται περισσότερο από ότι η πατάτα με το καρότο. Ελάχιστη ήταν η αποδοχή της πατάτας σε σχέση με το πεπόνι. Εν κατακλείδι, η κατανάλωση της ζωικής τροφής ήταν καλύτερη σε σύγκριση με τις μη ζωικές πρώτες ύλες.

4.3 Θνησιμότητα

Κατά τη διάρκεια ολόκληρου του πειράματος παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας, τα οποία ίσως να οφείλονταν είτε στην προέλευση των καραβίδων είτε στην μη κατάλληλη διατροφή στα ενυδρεία (τεχνητή τροφή).

Η ολική θνησιμότητα που παρατηρήθηκε την 23 ημέρα του πειράματος ήταν 37,04% ενώ μετά από 80 ημέρες ήταν 77,8%. Ο Πανταζής (2010) στο πείραμά του με το είδος *A. astacus*, παρατήρησε ότι η ολική θνησιμότητα ήταν 35% μετά από 53 ημέρες. Επίσης, οι Pursianen *et al* (1983) ανέφεραν ότι σε πειράματα με το ίδιο είδος, η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 32,5 - 72,6 % μετά από 2,5 μήνες πειράματος, ενώ οι Ackefors *et al* (1989) βρήκαν 60 - 96,7% μετά από 4 μήνες πειραματισμού, διευκρινίζοντας ότι τα ποσοστά αυτά είναι ένα πολύ σοβαρό εμπόδιο στην εντατική εκτροφή του είδους που οφείλονται στην επιθετική του συμπεριφορά που οδηγεί στον κανιβαλισμό. Οι Taugbol *et. al.* (1992), σε πείραμα εκτροφής με *A. astacus* αναφέρουν ότι η απουσία των χειληποδίων σχετίζεται θετικά με την θνησιμότητα, λόγω της εμφάνισης επιθετικής συμπεριφοράς από το είδος και ότι σε συνθήκες συνεχούς φωτισμού μειώνεται η επιθετικότητα, η θνησιμότητα και η έλλειψη των χειληποδίων που είναι απόρροια της επιθετικότητας.

Γενικότερα, η μεγάλη θνησιμότητα που παρατηρείται στις καραβίδες οφείλεται κυρίως στον κανιβαλισμό ή στη μη ύπαρξη καταφυγίου (Philips 2006). Στο δικό μας πείραμα, η θνησιμότητα οφειλόταν σε μεγάλο ποσοστό στον κανιβαλισμό, όπως έχει

αναφερθεί και από τον Πανταζή (2010). Ένα μικρό ποσοστό μόνον ίσως να οφειλόταν στην ασθένεια της "πορσελάνης", η οποία δημιουργεί κηλίδες καθαρού λευκού χρώματος στους μυς της ουράς όπως αναφέρουν και οι Κλαουδάτος & Κλαουδάτος (2012). Δεν πραγματοποιήθηκαν ιχθυοπαθολογικές εξετάσεις για την εξακρίβωση της ασθένειας αυτής, αλλά τα συμπτώματα που παρατηρήθηκαν ήταν αντίστοιχα (αναποδογυρισμένες νεκρές караβίδες και κηλίδες λευκού χρώματος στα μεταμερή του ζώου και στην ουρά).

Παρ όλα αυτά, δεν βρέθηκε κάποια βιβλιογραφική αναφορά που να αναφέρει ότι πιθανός λόγος της υψηλής θνησιμότητας κατά τους πειραματισμούς είναι η τεχνητή διατροφή και ίσως να είναι η δυσκολία της προσαρμογής και της αποδοχής της.

4.4 Έκδυση

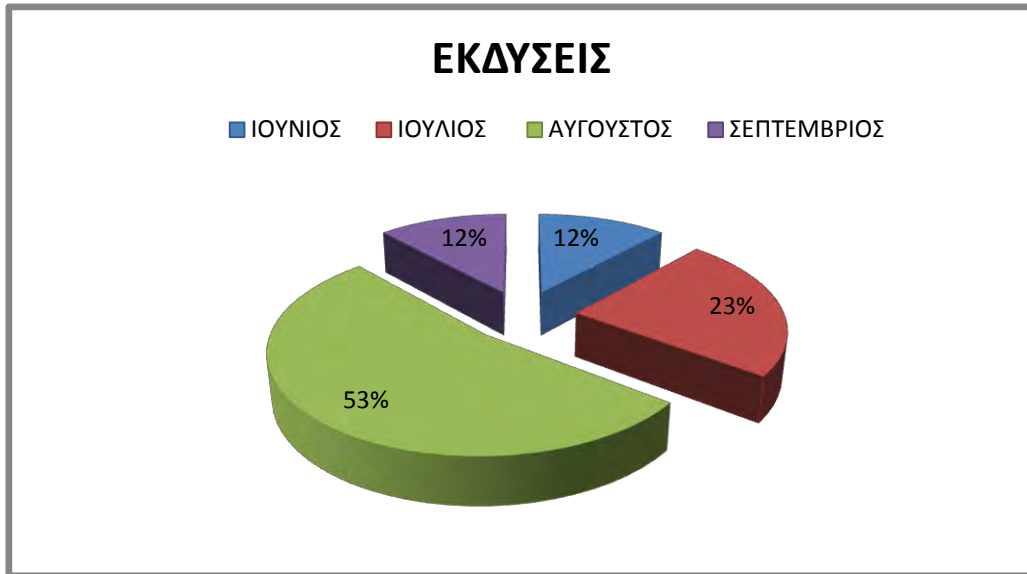
Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι δεν διαπιστώθηκε να επηρεάζεται το φαινόμενο της έκδυσης από τις συνθήκες αιχμαλωσίας στα ενυδρεία ούτε από την φύση των σιτηρεσίων. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι για να πραγματοποιηθεί το φαινόμενο της έκδυσης χρειάστηκε να απομακρυνθούν οι караβίδες από τα καταφύγια καθόσον απαιτείται κάποιος χώρος για να μπορέσει να γίνει η αλλαγή του εξωσκελετού τους, όπως είχε παρατηρηθεί και σε μια άλλη έρευνα με το ίδιο είδος (Franke *et al.*, 2011).

Η σωματική ανάπτυξη στα καρκινοειδή, συμπεριλαμβανομένων και των караβίδων του γλυκού νερού (Astacoidea), περιορίζεται από τον σκελετό και προκειμένου να αυξηθεί το μέγεθός τους οι караβίδες του γλυκού νερού πρέπει να εκδυθούν. Στο πλαίσιο της προετοιμασίας αυτής για την αλλαγή του εξωσκελετού οι караβίδες σταματούν να τρέφονται και η δραστηριότητα τους μειώνεται. Τα χαμηλότερα στρώματα του εξωσκελετού διαλύονται, αποσύροντας αρκετό ασβέστιο για

να αυξήσουν την ευελιξία του εξωσκελετού (Reynolds, 2002) που σημαίνει ότι η περιεκτικότητα του οργανισμού των ζώων σε ασβέστιο διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη δημιουργία του εξωσκελετού. Παρ' όλα αυτά, δεν βρέθηκε διαθέσιμη βιβλιογραφία που να αναφέρει την κατάλληλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο στις τροφές για τις καραβίδες.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 17 επιτυχείς εκδύσεις και 4 που δεν ολοκληρώθηκαν. Το γεγονός ότι πραγματοποιήθηκαν εκδύσεις φανερώνει ότι υπήρξε προσαρμογή στο περιβάλλον των ενυδρείων. Δεν παρατηρήθηκαν πολλαπλές εκδύσεις στις καραβίδες που είχαν κάνει έκδυση ήδη μια φορά ενώ παρατηρήθηκε ότι το κέλυφος τους μετά την έκδυση σχηματίζονταν σε διάστημα 5-6 ημερών. Σύμφωνα με τους Guillaume & Ceccaldi (2001) υπάρχουν κάποιες περιόδους που τα καρκινοειδή μετά από την έκδυση αναπληρώνουν το κέλυφός τους γρήγορα.

Οι περισσότερες επιτυχείς εκδύσεις παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο ενώ οι υπόλοιπες τον Ιούλιο και ελάχιστες τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο (Σχ. 8). Αναφέρουμε τους μήνες γιατί ίσως να υπάρχει πιθανή επιρροή από τον φυσικό σεληνιακό κύκλο στο φαινόμενο της έκδυσης, όπως αναφέρουν και οι Franke *et al.* (2011), οι οποίοι παρατήρησαν ότι ο αριθμός των εκδύσεων δεν σχετίζεται με τη θνησιμότητα κατά τη διάρκεια των περιόδων εκτροφής.



Σχήμα 8. Πραγματοποιηθείσες εκδύσεις (%) ανά μήνα.

4.5 Ηθολογία

Στο πείραμα έγινε προσπάθεια να καταγραφούν τυχόν στοιχεία για την ηθολογία των караβίδων, προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχει κάποια αξιοσημείωτη συμπεριφορά στα ζώα σε σχέση με όλα τα σιτηρέσια που χορηγήθηκαν.

Αρχικά παρατηρήθηκε ότι οι σωλήνες ως καταφύγιο ήταν αποδεκτοί από τις караβίδες. Δεν έπαιξε ρόλο το κατασκευαστικό υλικό του καταφυγίου ή το σχήμα του, ως προς την επιλογή τους από τα ζώα για προστασία. Ο Philips (2006) υποστηρίζει ότι το καταφύγιο διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη μείωση του ρίσκου θήρευσης, αλλά και ότι είναι καθοριστικό για την επιβίωση. Προτιμούν συνεχώς το καταφύγιο για ασφάλεια, αφού κάποιες ώρες κατά την διάρκεια της ημέρας βρίσκονται μέσα σε αυτό. Πρέπει να σημειωθεί, ότι πολλές φορές οι караβίδες μεταφέρουν την τροφή τους πρώτα στο καταφύγιο τους και ύστερα την καταναλώνουν. Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγηθεί κυρίως με την ασφάλεια που θέλουν να νιώθουν όταν τρέφονται. Σε ανάλογο

πείραμα, οι караβίδες παρέμειναν κατά την διάρκεια της ημέρας μέσα στους πλαστικούς σωλήνες (Franke *et al.*, 2011).

Πολλές φορές παρουσιάζουν ανταγωνισμό μεταξύ τους για την θέση του καταφυγίου (Franke *et al.*, 2011). Η διαθεσιμότητα των καταφυγίων που τους δίνει την δυνατότητα να κρύβονται είναι ένας παράγοντας εμφάνισης επιθετικότητας (Ranta & Lindstrom 1993, Garvey *et al.* 1994, Figler *et al.* 1999). Δηλαδή τα μεγαλύτερα άτομα κυριαρχούν πολύ εύκολα έναντι των μικρότερων και ένα χαρακτηριστικό που τους βοηθά σε αυτό, είναι το μέγεθος του χειληποδίου (Cushing & Reese, 1998).

Ακόμη, στο πείραμα έχει παρατηρηθεί το γεγονός ότι χρησιμοποιώντας τα πλεοπόδια τους μπορούν να καθαρίσουν ή να ξύσουν την επάνω επιφάνεια των μεταμερών. Αυτό, ίσως βοηθάει στην καθαριότητα του ίδιου του ζώου ή απλώς είναι κάποια συνήθεια που βοηθάει στην αποστολή μηνυμάτων προς τα άλλα ζώα. Δεν έχει βρεθεί σε αντίστοιχη βιβλιογραφία το παραπάνω φαινόμενο και απλά μπορεί να ενταχθεί σαν ένα χαρακτηριστικό της ηθολογίας του είδους που διαπιστώθηκε στο πείραμα.

Αν και χαρακτηρίζονται ως νυκτόβιοι οργανισμοί, οι караβίδες έδειξαν έντονη δραστηριότητα και την ημέρα. Είναι πιο δραστήρια κοντά στην παροχή οξυγόνου αφού πολλές φορές παρατηρήθηκε να κατευθύνονται προς αυτό και να δημιουργείται ένα επίπεδο κοινωνικοποίησης κοντά σε αυτό. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μη επαρκή παροχή του οξυγόνου από το σύστημα συνεχούς οξυγόνωσης. Όταν παρατηρείται αυτό, κάναμε έλεγχο στην παροχή οξυγόνου στα ενυδρεία και ρυθμίζονταν οι παροχές.

4.6 Ανάπτυξη

Υπάρχουν διαφορές τόσο εντός όσο και μεταξύ ομάδων ως προς την ανάπτυξη του μέσου ολικού σωματικού μήκους, του ολικού βάρους και του μήκους αριστερού και δεξιού χειληποδίου (Daniel *et al*, 2001). Έτσι και στο πείραμα που διεξήχθη παρουσιάστηκαν διαφορές στην ανάπτυξη του μέσου ολικού σωματικού μήκους και μήκους των χειληποδίων των καραβίδων καθώς και στην αύξηση του ολικού βάρους.

Αυτές οι παρατηρήσεις έγιναν στα ζώα κάθε ενυδρείου και για αρκετές ημέρες του πειράματος. Παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν καραβίδες που είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη στο μήκος του ενός απ' ότι του άλλου χειληποδίου. Σε πείραμα εκτροφής του είδους *Astacus leptodactylous* από τους Mazlum *et. al.* (2011) τονίστηκε ότι η συχνότητα και η ποιότητα της τροφής που χορηγείται στα πειραματόζωα επηρεάζει την ανάπτυξη των χειληποδίων και του ολικού σωματικού μήκους. Επομένως, ίσως να ευθύνεται η ποιότητα ή η συχνότητα της τροφής στη διαφορά της ανάπτυξης του μέσου μήκους μεταξύ του δεξιού και του αριστερού χειληποδίου.

Συγκριτικά με παρόμοιες έρευνες, οι Taugbol & Skurdal (1992) σε εννέα μήνες πειράματος με νεαρά άτομα παρατήρησαν αύξηση τελικού μέσου ολικού μήκους σώματος από 3,2 μέχρι 3,8 cm, ενώ οι D'Agaro & Mecatti (2006) σε 43 ημέρες πειραμάτων στο ίδιο είδος καραβίδας παρατήρησαν αύξηση του μέσου ολικού σωματικού μήκους από 0,36 cm έως 0.53 cm. Αν υποθέσουμε ότι τα νεαρά άτομα της καραβίδας έχουν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης από ότι τα ενήλικα άτομα αυτό σημαίνει ότι το πείραμα που πραγματοποιήθηκε έδειξε ότι το προτεινόμενο σιτηρέσιο της μικτής τροφής παρουσιάζει αύξηση κατά μέσο όρο 2,09 cm και της τεχνητής τροφής 0,47 cm. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί ότι η αύξηση του ολικού σωματικού

μήκους κατά τις ημέρες χορήγησης τεχνητής τροφής, πιθανόν να ήταν μεγαλύτερη από 0,47 cm αν δεν υπήρχε η θνησιμότητα.

Πάντως, σε σύγκριση με άλλα είδη που δείχνουν υψηλές δυνατότητες προσαρμογής στην εντατική εκτροφή, όπως για παράδειγμα οι караβίδες της Αυστραλίας που ανήκουν στο είδος *Cherax*, οι ευγενείς караβίδες *A. astacus* έχουν μια πιο αργή ανάπτυξη (Westman 1973, Hofmann 1975, Geddes *et al* 1988, Jones 1989).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Υπήρξε ομαλή μετάβαση από τις φυσικές στις τεχνητές τροφές χωρίς ιδιαίτερες ενδείξεις στην θνησιμότητα.
- Τις 3-5 πρώτες μέρες χορήγησης των τροφών (φυσικές, τεχνητές και μικτές) οι караβίδες έδειξαν να αποδέχονται σε μεγάλο βαθμό τη χορηγούμενη τροφή, αλλά στη συνέχεια, ίσως επειδή τις συνήθιζαν τις καταλάωναν μόνον για επιβίωση, σύμφωνα με παρατηρήσεις.
- Πραγματοποιήθηκαν αρκετές εκδύσεις κατά την διάρκεια του πειράματος, γεγονός που σημαίνει ότι η τεχνητή εκτροφή του ζώου με χορήγηση τροφής σε πέλλετ, επηρεάζει το φαινόμενο αυτό.
- Οι караβίδες αποδέχονταν τις ελκτικές ουσίες μεταΐνη και εκχύλισμα πεπονιού.
- Οι ελκτικές ουσίες, μεταΐνη και εκχύλισμα πεπονιού, δεν έδειξαν να επηρεάζουν την ανάπτυξη των ζώων.
- Το φαινόμενο του κανιβαλισμού, το οποίο ήταν εμφανές αρκετές φορές, δεν επηρεάστηκε από τη διατροφή των караβίδων με τροφές εμπλουτισμένες με ελκτικές ουσίες.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 Ξενόγλωσση

- Ackefors H. J. D. Castell, L. D. Boston, P. Rätty, M. Svensson. (1992)**
Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II.
Growth and survival of juvenile crayfish *Astacus astacus* (Linné)
fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid.
Aquaculture, pp. 341–356
- Ackefors H., Gydermo R. & Westin L. (1989)** Growth and survival of juvenile
crayfish, *Astacus astacus*, in relation to food and density. In: *Aquaculture*
: *Biotechnology in Progress*, pp. 365-373, European aquaculture society,
Bredene, Belgium.
- Ackefors H.E.G. (2000)** *Freshwater crayfish farming technology in the 1990s:*
a European and global perspective. FISH and FISHERIES, p337-359
- Alderman D.J. & J.F. Wickins. (1996)** Crayfish culture. Laboratory Leaflet,
MAFF Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, Vol.76, pp: 22.
- Arens A. and T. Taugbol. (2005)** *Status of freshwater crayfish in Latvia.* Bull.
Fr. Pêche Piscic. 376-377 : 519-528
Books Ltd, Bodmin, Cornwall, Great Britain., pp: 192-235.
- Collins, N.M., Pyle, R.M. and Wells, S.M. (1983)** *The IUCN Invertebrate Red*
Data Book. IUCN, Gland
- Cukerzis J.M. (1988)** *Astacus astacus in Europe.*

- Cushing B.S.& Reese E. (1998)** Hawk-like aggression in the Hawaiian red lobster, *Enoplometopus occidentalis*. *Behaviour*, 135, 863-77 In: *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*, B. Phillips, p. 89.
- D' Agaro E., Mecatti M., (2006).** Comparison among pre-gelatinized starches of different botanical origins used in noble crayfish *Astacus astacus* diets, *Bull. Fr. Peche Piscic.*380-381: 1261-1267
- Daniel P.C., M. Shineman & M. Fischetti. (2001)** Comparison of chemosensory activation of antennular grooming behaviour in five species of decapods. *Marine and Freshwater Research*, 52, 1333-8. In: *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*, B. Phillips, p. 85.
- Edgerton B.F., P. Henttonen, J. Jussila, A. Mannonen, P. Paasonen, T. Taugbol, L. Edsman, C. Souty-Grosset. (2004)** *Understanding the Causes of Disease in European Freshwater Crayfish*. Pp. 1466–1474.
- Figler MH, Cheverton HM, Blank GS (1999).** Shelter competition in juvenile red swamp crayfish *Procambarus clarkii* : the influences of sex differences, relative size, and prior residence, *Aquaculture* 178: 63-75
- Franke R., S.Wessels, G.Horstgen-Schwark. (2011)** *Enhancement of survival and growth in crowded groups: the road towards an intensive production of the noble crayfish Astacus astacus L. in indoor recirculation systems*. *Aquaculture research*, pp. 1-11.

- Füreder, L., Edsman, L., Holdich, D., Kozák, P., Machino, Y., Pöckl, M., Renai, B., Reynolds, J., Schulz, H., Schulz, R., Sint, D., Taugbol, T. & Trouilhé, M.C. (2006)** Indigenous crayfish habitat and threats. In *Atlas of crayfish in Europe*: 25–47.
- Garvey JE, Stein RA, Thomas HM (1994).** Assessing how fish predation and interspecific prey competition influence a crayfish assemblance. *Ecology* 75: 532-547
- Geddes M.C., Mills B.J. & Walker K.F. (1988)** Growth in the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor* Clark, under laboratory conditions. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 39, 555-568.
- Groves R.E. (1985)** *The crayfish: its nature and nurture*. Fishing News Books Ltd, Farnham, Surrey, England, Vol. 72.
- Guillaume & Ceccaldi. (2001)** Digestive physiology of shrimps. In: J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot & R. Metailler (Eds) *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans*. Springer-Praxis, Chichester.
- Hessen D.O., Kristiansen G., Skurdal J. (1993).** *Nutrient release from crayfish and its potential impact on primary production in lakes*, *Freshwater Crayfish*, Volume 9, pp. 311-317
- Hofmann J. (1975)** *Die Flusskrebse. Biologie, Haltung und wirtschaftliche Bedeutung*. Verlag Paul Parey, Hamburg.

Holdich D.M., J.D. Reynolds, C. Souty-Grosset and P.J. Sibley. (2009) *A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species.*

Ipsen N.H., Jeppesen G. & Stellwagen J. (1984) *Astacus astacus* juveniles in aquaculture. Report, Danish Aquaculture Institute, Horsholm.

Jones C. (1989) The biology and aquaculture potential of *Cherax quadricarinatus*. Report, Queensland Department of Primary Industries, Fisheries Branch, Cairns.

Kataria M. (2004) *A Cost-Benefit analysis of introducing the non-native species signal crayfish.*

Kozák P., Füreder L., Kouba A., Reynolds and Souty-Grosset C. (2011) *Current conservation strategies for European crayfish*, Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst. 401, 01

Lehti-Koivunen Sirpa M., Liisa A. Kivivuori (1994). Effect of temperature acclimation in the crayfish *Astacus astacus* L. on the locomotor activity during a cyclic temperature change, Journal of Thermal Biology, Volume 19, Issue 5, October 1994, Pages 299–304

Mazlum Yavuz, Guner Ozlem, Sinem Sirin (2011). Effects of feeding interval on growth, survival and body composition of Narrow -Clawed crayfish *Astacus leptodactylous* juveniles, Turkish journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11: 283-289

- Momot WT. (1995)** Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Rev Fisher Sci* 3: 33–63.
- Nyström, P. (2002)** Ecology. In: Holdich, D.M. eds. *Biology of freshwater crayfish*.
- Philips B. (2006)** *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*, Chapter 3, p.91
- Ranta E., Lindstrom K. (1993).** Body size shelter possession in mature signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* *Ann Zool Fenn* 30: 125-132
- Rukke N. A (2002)** Effects of low calcium concentrations on two common freshwater crustaceans, *Gammarus lacustris* and *Astacus astacus*. *Functional Ecology*. 16, 357–366.
- Skurdal, J., Taugbøl, T. (2002)** *Biology of freshwater crayfish*, pp. 467-510
- Taugbol T., J. Skurdal. (1992)** *Growth, mortality and moulting rate of noble crayfish, Astacus astacus L., juveniles in aquaculture experiments*. *Aquaculture and fisheries management*, 23, pp.411-420.
- Taylor C.A. and M. Hardman. (2002)** *Plylogenetics of the crayfish subgenus Crockerinus, genus Orconetes (Decapoda:Cambaridae), based on cytochrome oxidase I*. *Journal of Crustacean Biology*.22(4):874-881.
- Westmann K. (1973)** Cultivation of the American crayfish *Pasifastacus leniusculus*. *Freshwater Crayfish* 1, 211-220.

6.2 Ελληνική

Κλαουδάτος Δ. Σπ., Κλαουδάτος Σπ. Δ. (2012) Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών, Εκδόσεις Προπομπός, σελ. 356

Πανταζής Π. (2010). *Πειραματική εκτροφή караβίδων γλυκού νερού σε συστήματα επανακυκλοφορίας νερού*, Εργαστήριο Ιχθυολογίας & Ιχθυοπαθολογίας, Τμήμα Κτηνιατρικής

7. ABSTRACT

The noble crayfish is a species that can be reared intensively due to its high commercial value. In northern and central Europe there are intense farming units of such species.

In this study we used 27 crayfish *Astacus astacus* individuals, which were divided into 3 dietary groups. Each group was divided into three tanks, so 9 animals per dietary group and 3 per aquarium. The first group was the Control while the second and third group differed from the first because they were fed with feed containing the attractive substance betaine at 0.5% and 1.0%, respectively. The average body weight at the beginning of the Control experiment was 67.09 ± 6.2517 g ($x \pm sd$) in Group B 75.71 ± 18.6045 g and Group C 48.69 ± 15.0468 g, while the original length of the Control was 11.58 ± 0.0770 cm, group B 12.0 ± 1.0039 cm and Group C 10.6 ± 1.1667 cm.

The crayfish were fed once daily. The first 23 days they were fed the ration of natural origin and after 23 days they were fed three artificial diets (pellets), isoproteinic and isonitrogenous. The experiment lasted 97 days and the average temperature in the tanks was 19.2°C. The photoperiod was 12 hours a day and 12 hours of darkness (L: D, 12: 12).

The average weight and average length increased both during the first 23 days of the experiment, and after receiving the artificial feed (23rd-79th day) and in all three groups. No statistically significant differences in the animal measures were observed. Then plotted the increase of the average weight, the average length of the left and right

chelipod as well as mortality. Furthermore, we calculated feed conversion rate (FCR) in artificial and natural diets.

The crayfish were not shown to be affected by the attractive substance betaine but the evidence was accepted.

In conclusion, the experiment showed that European crayfish can be fed with the particular diets above and that the attractive substance does not affect their growth.

Keywords: farming, crayfish diet, *Astacus astacus*, attractive substance.