

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αλέξανδρος Χ. Στρατάκος

**ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ
ΚΑΡΑΒΙΔΑΣ *Nephrops norvegicus* ΣΤΟΝ ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟ ΚΟΛΠΟ**



Επιβλέπουσα: Έλενα Μεντέ, Επίκουρος Καθηγήτρια

ΒΟΛΟΣ 2007



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 6839/1
Ημερ. Εισ.: 20-01-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΙΥΠ
2007
ΣΤΡ

Στους γονείς μου
Χρήστο, Ευγενία

Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

- **Μεντέ Έλενα:** Επίκουρος Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- **Κλαουδάτος Σπυρίδων:** Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- **Νεοφύτου Χρήστος:** Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 3

1.1. Βιολογικά-Γενικά Χαρακτηριστικά.....	3
1.2. Γεωγραφική κατανομή της αστακοκαραβίδας	5
1.3. Αλιεία της αστακοκαραβίδας	7
1.4. Πληθυσμιακή πυκνότητα.....	10
1.5. Ανάπτυξη της αστακοκαραβίδας.....	12
1.7. Διατροφή της αστακοκαραβίδας	14
1.8. Γονιμότητα – Αναπαραγωγή της αστακοκαραβίδας	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 21

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 21

2.1 Περιοχή έρευνας.....	21
2.3. Πείραμα αύξησης αστακοκαραβίδων	25
2.4. Συλλογή αστακοκαραβίδων για πείραμα αύξησης.....	25
2.5. Περιγραφή και λειτουργία κλειστού συστήματος	28
2.6. Τοποθέτηση αστακοκαραβίδων στα ενυδρεία.....	31
2.7. Περιγραφή σιτηρέσιου των αστακοκαραβίδων	33
2.8. Θνησιμότητα αστακοκαραβίδων	36
2.9. Μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων	37
2.10. Θανάτωση αστακοκαραβίδων και συλλογή ιστών	37
2.11. Στατιστική ανάλυση	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 39

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 39

3.1. Μεταφορά Αστακοκαραβίδων.....	39
3.2. Περίοδος εγκλιματισμού.	39
3.3. Θνησιμότητα Αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο.	39
3.4. Ποσότητα καταναλωθείσας τροφής από την ομάδα των μυδιών.	40
3.5. Πείραμα αύξησης.	43
3.6. Μετρήσεις μορφομετρικών παραμέτρων.	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 57

ΣΥΖΗΤΗΣΗ 57

4.1. Μεταφορά αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο	57
4.2. Ανάπτυξη Αστακοκαραβίδων.....	57
4.3. Θνησιμότητα αστακοκαραβίδων	58
4.4. Κατανάλωση τροφής της ομάδας που τρέφονταν με μύδια.....	59
4.5. Σύγκριση μορφομετρικών χαρακτηριστικών των δύο φύλων	59

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 60

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο σύνολο της στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών και στο εργαστήριο Φυσιολογίας του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το αντικείμενο ήταν η βιολογία, η αναπαραγωγή και η οικολογία της αστακοκαραβίδας *Nephrops norvegicus* (L. 1758). Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Καθηγήτρια αυτής της διπλωματικής εργασίας την Επίκουρο καθηγήτρια κ. Έλενα Μεντέ, για τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις, για τις εποικοδομητικές συζητήσεις, αλλά και για την διαρκή της υποστήριξη κατά την πραγματοποίηση του εργαστηριακού και συγγραφικού μέρους της παρούσης εργασίας, καθώς και καθόλα τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Σπύρο Κλαουδάτο, για την πολύτιμη βοήθεια και τις συμβουλές του κατά την διεξαγωγή του πειράματος διατροφής στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του τμήματος, καθώς και τον Καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου για την πολλαπλή συμβολή του. Σημαντική βοήθεια αποτέλεσαν και οι συμβουλές του επίκουρου Καθηγητή Δημήτριου Βαφείδη, για την ολοκλήρωση αυτού του πονήματος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Νάντια Παπαδοπούλου του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Κρήτης, για την πολύτιμη βοήθεια της κατά την διάρκεια των δύο δειγματοληψιών κατά τη συλλογή ατόμων αστακοκαραβίδων, καθώς και για την παραχώρηση στοιχείων σχετικά με τις τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας στον Παρασητικό κόλπο. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δημήτριο Κλαουδάτο για τη σημαντική βοήθεια του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όπως επίσης και την παραχώρηση των μετρήσεων των μορφομετρικών παραμέτρων. Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή Ευστάθιο Μπαντίδο για την άριστη συνεργασία κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειραματικού μέρους της διπλωματικής εργασίας και τέλος τον αλιέα Γεώργιο Χατζηβαγγέλη για τις πληροφορίες σχετικά με την αλιεία των αστακοκαραβίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1. Βιολογικά-Γενικά Χαρακτηριστικά

Η αστακοκαραβίδα ή νορβηγικός αστακός (*Nephrops norvegicus*) είναι είδος μεγάλης οικονομικής σημασίας (Εικ.1.1.). Είναι ευρέως διαδεδομένη στον Β.Α. Ατλαντικό, κατά μήκος των ακτών της δυτικής Ευρώπης και μέχρι την Μεσόγειο Θάλασσα (Bjornsson and Dombaxe, 2004). Η αστακοκαραβίδα είναι ένα μακρόβιο, γονοχωριστικό είδος με κανιβαλικές τάσεις, το οποίο ζει σε σχετικά μεγάλα επίπεδα αλατότητας (33-34 psu) (Harris and Ulmestrand, 2004). Χαρακτηρίζεται από αργή ανάπτυξη και μικρό ρυθμό θνησιμότητας (Abello et al, 2002).

Το μέγεθος της είναι 18-20cm αν και μπορεί να φτάσει σε μέγεθος μέχρι και τα 25cm. Οι Mytilineou et al., (1990) απέδειξαν ότι τα αρσενικά παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ότι τα θηλυκά, από σχετικές έρευνες που έγιναν στον Παγασητικό κόλπο. Διαθέτει 5 ζεύγη άκρων (δεκάποδο) εκ των οποίων τα 3 πρώτα ζεύγη στις άκρες τους φέρουν δαγκάνες. Το πρώτο ζεύγος των δαγκάνων είναι ιδιαίτερα μεγάλο, με επιμήκης ακανθώδεις κορυφές. Επιπλέον, έχει δύο ζεύγη αντενών, εκ των οποίων το δεύτερο ζεύγος είναι πιο μακρύ και πιο λεπτό από το πρώτο. Οι οφθαλμοί της αστακοκαραβίδας είναι μεγάλοι, μαύροι και μετακινούμενοι (Farmer, 1975).

Ο εξωσκελετός της αστακοκαραβίδας αποτελείται από περίπου 70% άλατα ασβεστίου, 21% χιτίνη και 9% πρωτεΐνες και το περιεχόμενο σε λίπος είναι 1,3% (Welinder, 1974).

Πίνακας 1.1. Χημική σύσταση (% υγρό βάρος) της αστακοκαραβίδας *Nephrops norvegicus* (Rosa and Nunes, 2003).

% Υγρό βάρος	Χειμώνας	Θέρος
Λίπος	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0
Υγρασία	75.2 ± 0.9	74.7 ± 0.6
Τέφρα	2.0 ± 0.1	2.1 ± 0.1
Χοληστερόλη*	58.4 ± 3.2	60.4 ± 4.4
Πρωτεΐνη	20.4 ± 0.4	21.2 ± 0.5

*Η χοληστερόλη μετρήθηκε σε mg / 100 g υγρού βάρους.

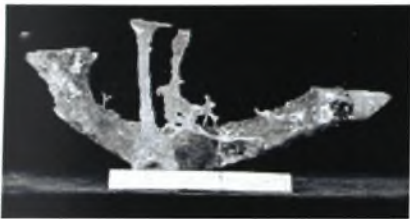


Εικόνα 1.1 Αστακοκαραβίδα.

Πηγή: www.habitas.org.uk/.../photo.asp?item=nepnor

Η αστακοκαραβίδα τρέφεται κυρίως με άλλα καρκινοειδή αλλά και μαλάκια και σε μικρότερο ποσοστό με πολύχαιτους και εχινόδερμα (Parslow-Williams et al., 2002). Το ενδιαίτημα της αστακοκαραβίδας βρίσκεται στο πυθμένα και αποτελείται από λάσπη, υλή ή άμμο, πλούσιο σε μαγγάνιο (Mn)(Εικ.1.2.). Σε αυτά τα ενδιαιτήματα σκάβουν εκτεταμένες φωλεές (Rice and Champan, 1971). Η διάμετρος των κυλίνδρων των φωλεών φτάνει μέχρι και τα 10 cm, σε μήκος πάνω από ένα μέτρο και σε βάθος τα 20-30 cm (Hughes 1998), επιπλέον οι φωλεές τους ποικίλουν από απλές οπές με ένα μόνο άνοιγμα, σε πιο περίπλοκες οπές με περισσότερα του ενός ανοίγματα.(Howard, 1989).

Εικόνα 1.2 Φωλεά αστακοκαραβίδας



πηγή: FRS MARINE LABORATORY, 2006

Τρέφονται με διάφορα είδη ασπόνδυλων (Parslow-Williams et.al., 2002) και απορριπτόμενα ψάρια (Bjornsson and Dombaxe, 2004). Το είδος αυτό περνά εκτεταμένες περιόδους μέσα στις φωλεές, από τις οποίες αναδύεται περιοδικά δημιουργώντας ημερήσιες και εποχιακές αυξομειώσεις στις αλιεύσεις (Chapman and Howard, 1979). Ο μπακαλιάρος (*Gadus morhua*) πιστεύεται ότι είναι ο κύριος θηρευτής του αποθέματος της αστακοκαραβίδας, που βρίσκεται στα Βόρεια του English Channel (Bjornsson and Dombaxe, 2004). Άλλοι σημαντικοί θυρευτές της αστακοκαραβίδας είναι το σαλάχι (*Raja clavata*) (Thomas, 1965) και το σκυλόψαρο (*Scyliorhinus canicula*) (Gordon & De Silva, 1980).

1.2. Γεωγραφική κατανομή της αστακοκαραβίδας

Η αστακοκαραβίδα είναι είδος που δεν κινείται πολύ, δεν πραγματοποιεί μεγάλες μεταναστεύσεις και το οποίο χρειάζεται λασπώδη υποστρώματα όπου εκεί δύναται να σχηματίσει τις φωλεές της (Farmer, 1975). Βρίσκεται σε ολόκληρη την ηπειρωτική

υφαλοκρηπίδα και στο επάνω μέρος της ηπειρωτικής κατωφέρειας του Β.Α. Ατλαντικού και της Μεσογείου (Farmer, 1975 Charman, 1980), (Εικ.1.3).



Εικόνα 1.3 Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση αστακοκαραβίδας.

πηγή: www.fao.org

Η κατανομή του Ισλανδικού αποθέματος της αστακοκαραβίδας περιορίζεται στα βάθη από 100-300 m και σε θερμοκρασίες 6–9 °C (Eiriksson, 1999). Στην νότια ακτή της Πορτογαλίας, η αστακοκαραβίδα βρίσκεται στην ηπειρωτική κατωφέρεια, μεταξύ 200 και 600 μέτρων (Castro et al, 2002). Στην περιοχή της Καταλονίας (Catalan area) το είδος αυτό κατανέμεται από το χαμηλότερο κομμάτι της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας μέχρι το υψηλότερο κομμάτι της ηπειρωτικής κατωφέρειας (200-500 m) (Maynou et.al, 1998). Σε μερικές περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγάλης έκτασης ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, όπως η Αδριατική Θάλασσα, πληθυσμοί της αστακοκαραβίδας βρίσκονται συχνά πολύ ρηχότερα σε σύγκριση με άλλες περιοχές που έχουν γίνει το επίκεντρο πολλών βιολογικών και οικολογικών ερευνών (Abello et al., 1988, 2000 Maynou and Sarda, 1997).

Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στον Παγασητικό κόλπο ο πληθυσμός της αστακοκαραβίδας κατανέμεται μεταξύ 65-95 m, βάθος το οποίο αποτελεί και το ρηχότερο όριο στα ελληνικά νερά για τους πληθυσμούς των αστακοκαραβίδων (Smith and Papadopoulou, 2003). Το γεγονός αυτό πιθανώς οφείλεται στα παγωμένα πυθμενικά στρώματα νερού που υπάρχουν στην περιοχή αυτή (Smith, Kallianotis, προσωπική ενημέρωση). Επίσης, έχει αναφερθεί από τους Smith and Papadopoulou, (2003) ότι στον Παγασητικό κόλπο οι πυκνότητες των πληθυσμών των αστακοκαραβίδων είναι μεγαλύτερες σε σύγκριση με άλλες ελληνικές περιοχές. Στον Ευβοϊκό κόλπο οι Mytilineou et al., (1990), βρήκαν ότι ο πληθυσμός της αστακοκαραβίδας βρίσκεται σε βάθη

μεγαλύτερα των 60 m. με το μέγιστο της πυκνότητας του πληθυσμού να βρίσκεται ανάμεσα στα 100-200 m.

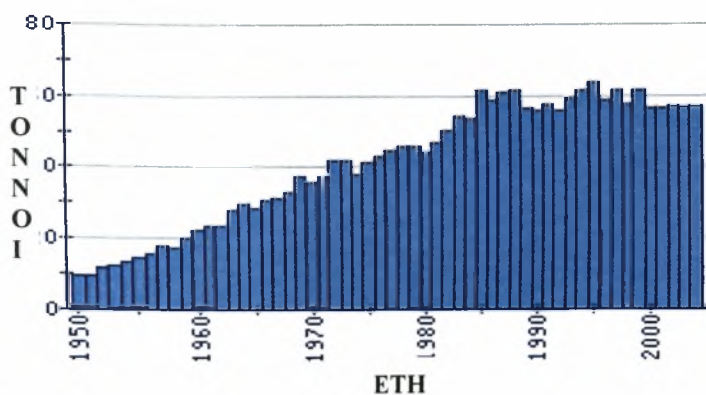
1.3. Αλιεία της αστακοκαραβίδας

Η αστακοκαραβίδα αλιεύεται κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι. Το 2000 η παγκόσμια παραγωγή από την αλιεία της αστακοκαραβίδας ήταν 50.000 τόνοι (Εικ. 1.2.) Τα αλιευτικά εργαλεία, τα αλιευτικά σκάφη και οι τεχνικές της αλίευσης της αστακοκαραβίδας, διαφέρουν από χώρα σε χώρα στην περιοχή της Μεσογείου (Sarda, 1998). Αποτελεί, επίσης, ένα σημαντικό είδος στόχο της βενθικής αλιείας του Β.Α. Ατλαντικού και το σημαντικότερο αλιευόμενο καρκινοειδές στο Ηνωμένο Βασίλειο (Bergamm et al., 2001). Το έτος 2002 οι εκφορτώσεις στη Σκωτία να φτάνουν τους 21.400 τόνους (Adey et al., 2003). Το είδος αυτό αποτελεί σημαντικό κομμάτι της αλιείας και στην νότια ακτή της Πορτογαλίας. Στην Ιρλανδία η αστακοκαραβίδα αποτελεί είδος στόχος μεγάλης σημασίας για την αλιεία, με ετήσιες εκφορτώσεις πάνω από 8000 τόνους (Briggs, 1997). Επίσης και για την Ελλάδα η συγκεκριμένη αλιεία είναι σημαντική, αφού για την περίοδο 1994-2000 οι ελληνικές εκφορτώσεις της αστακοκαραβίδας αποτέλεσαν το 9,7 % των ολικών εκφορτώσεων της Μεσογείου (FAO FISHSTAT data). Επιπλέον για το 1997 οι ελληνικές εκφορτώσεις της αστακοκαραβίδας έφτασαν τους 410 τόνους (ETANAL, 1998).

Η αλιεία της αστακοκαραβίδας παράγει μεγάλες ποσότητες απορρίψεων (Bergamm et al., 2001). Για αυτό το λόγο έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες για την δημιουργία μιας πιο επιλεκτικής αλιείας (Madsen et al., 1999; Campos et al., 2004). Επίσης έχει πραγματοποιηθεί έρευνα η οποία έδειξε ότι η απελευθέρωση των μη επιθυμητών μεγεθών της αστακοκαραβίδας πίσω στη θάλασσα μπορεί να αποτελέσει σημαντικό διαχειριστικό μέτρο (Castro, 2003). Οι απορρίψεις της αλιείας αυτής στη περιοχή της θάλασσας Clyde, αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από καρκινοειδή και εχινόδερμα (Bergamm et al., 2001), αλλά και ιχθύες, κυρίως νεαρά άτομα μπακαλιάρου (*Merlangius merlangus*) (Stratoudakis et al., 2001). Οι απορρίψεις αυτές, συγκεκριμένα για τα καρκινοειδή, παρουσιάζουν σημαντικές θνησιμότητες (Bergmann and Moore, 2001).

Η αστακοκαραβίδα αλιεύεται στον Παγασητικό κόλπο κυρίως με δίχτυα και παγίδες (creels) (Smith, Kallianotis, προσωπική ενημέρωση). Έχουν διεξαχθεί πειράματα για την εξακρίβωση της συμπεριφοράς του είδους αυτού κατά την διάρκεια της αλίευσης με τράτα (Main and Sangster, 1985) που έδειξαν ότι οι αστακοκαραβίδες δύναται να αποφύγουν την αλίευση είτε υποχωρώντας μέσα στις φωλεές τους είτε πραγματοποιώντας γρήγορες κολυμβητικές κινήσεις με τη ουρά τους (tail flick). Γενικά η αποφυγή της τράτας από τις αστακοκαραβίδες, εξαρτάται από φυσιολογικούς παράγοντες, όπως είναι το στάδιο αναπαραγωγικής ωριμότητας καθώς και η παρουσία εκκολαπτόμενων αυγών (Conan, 1984). Στον ελληνικό χώρο για την περίοδο 1996-2000, η αστακοκαραβίδα αλιεύεται σε όλο το Αιγαίο πέλαγος, στο Κρητικό καθώς και στο Ιόνιο πέλαγος κυρίως με την χρήση τράτας εκτός από την περιοχή του κρητικού πελάγους (Εικ. 1.4.). Οι αλιεύσεις με τα υπόλοιπα αλιευτικά εργαλεία, εκτός της τράτας, ήταν μικρές και περιστασιακές (Patterns and Propensities in Greek Fishing Effort and Catches, 2001). Πρέπει να αναφερθεί ότι στον Παγασητικό κόλπο απαγορεύεται η αλιεία των αστακοκαραβίδων με τράτα (Δ. Βαφείδης προσωπική ενημέρωση).

Έχει αναφερθεί και περίπτωση υπερεκμετάλλευσης του αποθέματος της αστακοκαραβίδας από τον Sarda, (1998), στην περιοχή Serola Bank, στη δυτική Μεσόγειο, στα ύδατα της Βαρκελώνης, η οποία υπερεκμετάλλευση προκάλεσε μείωση του μήκους του κεφαλοθώρακα κατά 4 mm για τα αρσενικά και 3,5 mm για τα θηλυκά άτομα κατά τα 20 τελευταία χρόνια. Επίσης, το γεγονός αυτό της υπεραλίευσης προκάλεσε μείωση της ηλικίας των αλιευμάτων κατά ένα με δύο χρόνια. Έχει πραγματοποιηθεί έρευνα από τους Sarda et al., (1998), η οποία έδειξε το βαθμό μετάλλευσης διαφόρων πληθυσμών της αστακοκαραβίδας στη Μεσόγειο. Έτσι, βρέθηκε ότι στη θάλασσα της Καταλονίας (Catalan), στην θάλασσα Tyrrhenian (Ιταλία) και στην Αδριατική γίνεται πλήρης εκμετάλλευση της αστακοκαραβίδας. Στις περιοχές Ligurian (Ιταλία) και στον Ευβοϊκό κόλπο λαμβάνει χώρα μέτριας έντασης εκμετάλλευση και μικρής έντασης εκμετάλλευση στην περιοχή της Πορτογαλίας (Ατλαντικός). Η αξία των παγκόσμιων εκφορτώσεων για το 2002 ήταν 28 εκατομμύρια ευρώ (FAO, 2002).



Εικόνα 1.2. Παγκόσμιες αλιεύσεις (τόννοι) αστακοκαραβίδας.

πηγή: www.fao.org

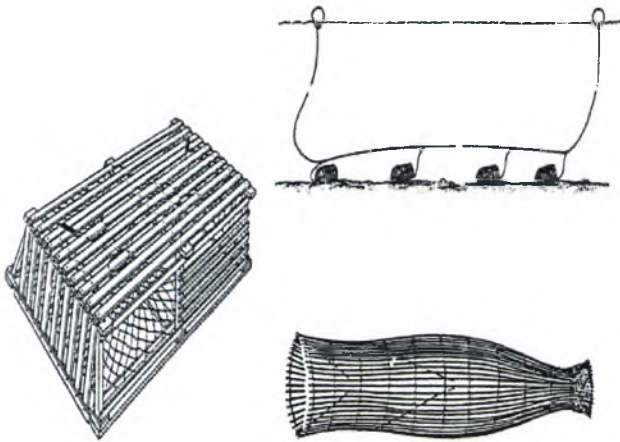


Εικόνα 1.4. Αλιευτικά εργαλεία, τράτα αλιείας αστακοκαραβίδας.

πηγή: www.glf.dfo-mpo.gc.ca/sci-sci/crab-crab/crabwise-encrab_nov97-e.html

Σύμφωνα με το Βαφείδη (προσωπική ενημέρωση) οι παγίδες (creels) αποτελούν ένα πολύ επιλεκτικό αλιευτικό εργαλείο διότι με αυτό δεν αλιεύονται αστακοκαραβίδες που βρίσκονται στα νεαρά στάδια της ηλικίας τους και συγκεκριμένα στον Παγασητικό κόλπο, έχει τη δυνατότητα να μην αλιεύει μεγάλο ποσοστό των θηλυκών που βρίσκονται σε αναπαραγωγική περίοδο (Εικ.1.5.). Επιπρόσθετα, παρουσιάζει πολύ μικρά ποσοστά παρεμπιπτόντων αλιευμάτων τα οποία αποτελούνται κυρίως από το καβούρι *Liocarcinus depurator*, το οποίο δεν έχει καμία εμπορική αξία και από το *Spicara flexuosa* με μικρή προς μέτρια εμπορική αξία.

Εικόνα 1.5 Αλιευτικά εργαλεία, παγίδα (creel) για την αλιεία της αστακοραβίδας.



πηγή: www.fao.org

Αναλύσεις δεδομένων που προέρχονται από την εμπορική αλιεία, δείχνουν μια αύξηση στις εκφορτώσεις της περιόδου άνοιξης-θέρους στην περιοχή της Καταλονίας καταδεικνύοντας ότι η ένταση του φωτός επηρεάζει την αλιεία αυτού του είδους ακόμα και σε πυθμένες κατωφερειών που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος όπου η φωτεινότητα είναι αρκετές τάξεις μεγέθους μικρότερη από ότι στις ρηχότερες ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες (Aguzi et al., 2004). Οι αλιεύσεις της αστακοκαραβίδας μπορούν να θεωρηθούν απευθείας ανάλογες του αριθμού των ατόμων που αναδύονται από τις φωλεές τους σε μια συγκεκριμένη στιγμή της ημέρας (Newland et al., 1992).

1.4. Πληθυσμιακή πυκνότητα

Υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες είναι πιθανώς αποτέλεσμα υψηλού επιπέδου στρατολόγησης των νεαρών (juvenile) ατόμων σε συνδυασμό με το επίπεδο της αλιευτικής προσπάθειας. (Tully and Hills, 1995). Οι λάρβες των αστακοκαραβίδων κατανέμονται πολύ ανομοιόμορφα (White et al, 1988). Αυτές οι αυξομειώσεις στην αφθονία, συχνά σχετίζονται με ωκεανογραφικές δίνες (gyres) και μετωπικά συστήματα.

Αυτή η ανομοιομορφία μπορεί να απεικονιστεί στις αποικίες των νεαρών (juvenile) ατόμων (Tuck et al, 1997). Είναι επίσης πιθανό ότι τη χρονική περίοδο του αποικισμού, τα νεαρά άτομα αρχικά καταλαμβάνουν φωλεές συνδεδεμένες με τις φωλεές των ενηλίκων

ατόμων, (Chapman, 1980; Tuck et al, 1999), έτσι δημιουργούν ένα μηχανισμό για τη διατήρηση υψηλών πυκνοτήτων φωλεών (Chapman and Howard, 1988). Αργότερα όμως καθώς τα νεαρά άτομα μεγαλώνουν και καθώς επεκτείνουν το μέγεθος των φωλεών τους, η αρχική σύνδεση της φωλεάς τους με τις φωλεές των ενήλικων ατόμων διακόπτεται (Hughes, 1998).

Έχει επίσης υποτεθεί ότι η πυκνότητα των φωλεών είναι συσχετισμένη με κάποιο τρόπο με τη σύνθεση του μεγέθους των σωματιδίων του βενθικού περιβάλλοντος (Tuck et al, 1997). Στα ύδατα της Σκωτίας, οι Chapman και Bailey (1987) πρότειναν ότι ιζήματα του θαλάσσιου πυθμένα με υψηλό ποσοστό λάσπης και ιλύς, τείνουν να στηρίζουν πληθυσμούς μικρής πυκνότητας, γρήγορα αναπτυσσόμενων αστακοκαραβίδων, ενώ το αντίθετο φαίνεται να συμβαίνει σε πιο χοντρόκοκκα αμμο-λασπώδη ιζήματα. Αν η χωρική μεταβλητότητα της πυκνότητας των λαρβών και των αποικιών των νεαρών ατόμων είναι η κύρια αιτία της μεταβλητότητας της πυκνότητας των ενήλικων αστακοκαραβίδων τότε η πυκνότητα ίσως απλά να απεικονίζει γενικές υδρογραφικές συνθήκες από ότι τον τύπο του ιζήματος. (Chapman and Bailey, 1987; Chapman and Howard, 1988; Bailey et al 1995).

Η ανάπτυξη της αστακοκαραβίδας έχει προταθεί ότι είναι εξαρτώμενη από την πυκνότητα τους (Bailey and Chapman, 1983; Chapman and Bailey, 1987). Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς είναι δυνατόν σε υψηλές πυκνότητες πληθυσμών να υπάρχει ανταγωνισμός για τροφή και αυτό να μειώνει την ανάπτυξη.

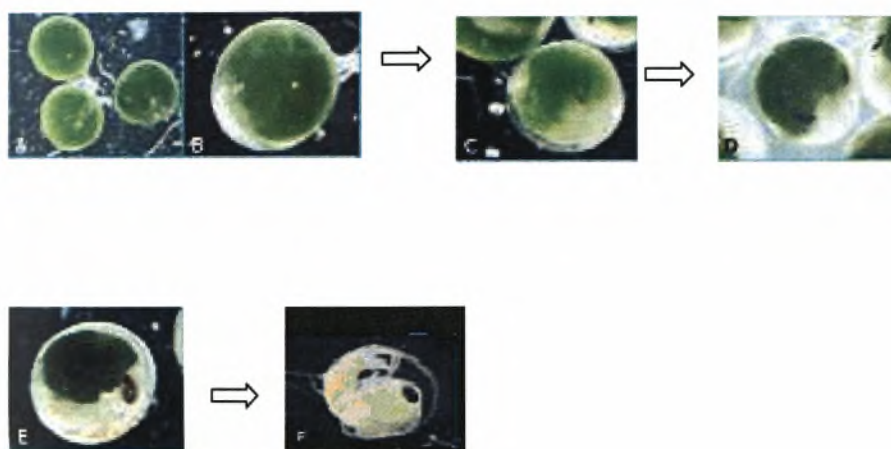
Η ανάπτυξη των αστακοκαραβίδων όταν υπάρχουν υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες, μπορεί να επηρεαστεί από αλλαγές στην κοινωνική συμπεριφορά (Cobb et al, 1982). Η ανάπτυξη μπορεί επίσης να ποικίλει λόγω των χωρικών διαφορών στη θερμοκρασία του θαλάσσιου πυθμένα που συνδέονται με αλλαγές στη σύνθεση του ιζήματος (Tully and Hills, 1995).

1.5. Ανάπτυξη της αστακοκαραβίδας

Αυγά

Η εμβρυική ανάπτυξη, βάση ανατομικών κριτηρίων, χωρίζεται σε πέντε στάδια (Fernandez et al., 2005), (Εικ.1.6). Κατά την εμβρυική ανάπτυξη παρατηρείται σημαντική μείωση της περιεκτικότητας των λιπιδίων των αυγών τους τελευταίους τρεις μήνες της επώασης. Επιπλέον, τους τελευταίους μήνες της επώασης παρατηρείται και μια σημαντική αύξηση του επιπέδου των νουκλεϊκών οξέων (Fernandez et al., 2005). Επιπρόσθετα, κατά την διάρκεια της επώασης παρατηρούνται σύμφωνα με τους Rosa et al., (2003), αλλά και τους Fernandez et al., (2005) αύξηση του όγκου των αυγών, της περιεκτικότητας τους σε νερό, αλλά και μείωση του ξηρού βάρους τους. Επιπλέον οι Rosa et al., (2003) βρήκαν ότι λαμβάνει χώρα αύξηση των ολικών ελεύθερων αμινοξέων (TFAA) καθώς και των μη απαραίτητων αμινοξέων (NEAA) κατά την διάρκεια της εμβρυικής ανάπτυξης

Εικόνα 1.6 Στάδια επώασης αυγών (πηγή: Fernandez et al., 2005)

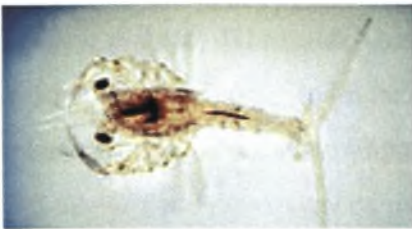


πηγή: Fernandez et al., 2005

Λάρβες

Οι νεοεκολαφθείσες λάρβες δεν είναι ικανές να κολυμπήσουν, αλλά μέσα σε λίγα λεπτά από την εκκόλασή τους, εκδύονται δημιουργώντας έτσι το πρώτο λαρβικό στάδιο ικανό για κολυμβητική δραστηριότητα (Farmer 1974a, Dickey-Collas et al., 2005), (Εικ. 1.7.). Η

αστακοραβίδα χαρακτηρίζεται από τρία λαρβικά στάδια και ένα στάδιο μεταπρονύμφης. Οι λάρβες της αστακοραβίδας είναι σαρκοφάγες και σε πολύ μεγάλες πυκνότητες, δύναται να λάβει χώρα κανιβαλισμός μεταξύ των λαρβών (Farmer, 1975). Οι λάρβες της αστακοκαραβίδας τυπικά τρέφονται με κωπήποδα και λάρβες άλλων δεκαπόδων (Farmer, 1975). Έχει βρεθεί ότι μπορεί να υπάρχει διαφοροποίηση όσον αφορά την χημική σύσταση και τη βιομάζα μεταξύ νεοεκκολαφθέντων λαρβών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές (Rotlant et al., 2004). Το γεγονός αυτό πιθανώς οφείλεται στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες και στα διαφορετικά πρότυπα αναπαραγωγής ανάμεσα στις περιοχές (Rotlant et al., 2004).



Εικόνα 1.7 Λάρβα αστακοκαραβίδας

(πηγή: FRS MARINE LABORATORY, 2006)

Νεαρά άτομα

Η εκτίμηση της ανάπτυξης στους ιχθύες πραγματοποιείται με την ανάγνωση των ετήσιων δακτυλίων μόνιμων σκληρών υλικών, όπως ωτόλιθοι ή λέπια, όπου η ηλικία του ατόμου μπορεί να καταγραφεί (Νεοφύτου, 1997). Από την άλλη η εκτίμηση της ηλικίας σε καρκινοειδή παρουσιάζει δυσκολίες εξαιτίας της απουσίας των σκληρών κατασκευών (π.χ. ωτόλιθοι). Η αύξηση των αστακοραβίδων δεν είναι συνεχής και επιτυγχάνεται με την έκδυση, η οποία συμβαίνει σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και έγκειται στην ρίψη του εξωσκελετού και την αντικατάστασή του από άλλον μεγαλύτερου μεγέθους (Verdoit et al., 1999). Ο Thomas (1965), υπολόγισε μια μέση ανάπτυξη των αρσενικών ατόμων της τάξεως του 5,7% και για τα θηλυκά μια μέση ανάπτυξη της τάξεως του 6,2%, δεδομένα τα οποία βασίστηκαν σε 8 εκδύσεις που έλαβαν χώρα σε ενυδρείο. Ο ίδιος συγγραφέας, ανέφερε ότι η αύξηση σε μήκος των αρσενικών ατόμων μειωνόταν καθώς τα άτομα μεγάλωναν σε ηλικία, γεγονός που δεν παρατηρήθηκε για τα θηλυκά άτομα. Όμως, οι Gonzalez-Guarran et al., (1998) παρατήρησαν ότι η αύξηση μετά την έκδυση μειωνόταν και στα δύο φύλλα.

Επίσης, ο Thomas (1965) υπολόγισε μια μέση αύξηση στο μέγεθος του κεφαλοθώρακα της τάξεως του 7,1%.

Στο φυσικό περιβάλλον, οι Barnes & Bagenal, (1951) διαπίστωσαν ότι οι αστακοκαραβίδες εκδύονται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο, παρατήρηση που συμφωνεί και με τους Bailey & Charman, (1983) οι οποίοι βρήκαν ότι υπάρχουν περισσότερες από μια περιόδοι έκδυσης ανά έτος. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε ότι σε εργαστηριακές συνθήκες, η περίοδος μεταξύ δύο διαδοχικών εκδύσεων είναι παρόμοια και για τα δύο φύλλα και επίσης βρέθηκε ότι η περίοδος αυτή αυξάνει με την αύξηση του μήκους του κεφαλοθώρακα (Gonzalez-Guargian et al., 1998). Στην παραπάνω έρευνα αυτή καταγράφηκαν δύο περιόδοι έκδυσης κατά την περίοδο φθινοπώρου-χειμώνα και άνοιξης-θέρους. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι η αύξηση του εκδύματος (molt increment) μειωνόταν στα άτομα που βρίσκονταν σε μικρότερες δεξαμενές (Εικ. 1.8.).

Εικόνα 1.8. Έκδυση αστακοκαραβίδας.



πηγή: προσωπικό αρχείο

1.7. Διατροφή της αστακοκαραβίδας

Οι Christo & Castro, (1995) υπολόγισαν ότι το ημερήσιο σιτηρέσιο των αστακοκαραβίδων, για την περιοχή της Νότιας Πορτογαλίας, είναι 1,078-1,170gr για τα αρσενικά άτομα και 1,642-1,755gr για τα θηλυκά άτομα ανά 100gr υγρού βάρους σώματος. Επίσης ανέφεραν ότι όταν τα θηλυκά άτομα βρίσκονται στην αρχή της βιτελογέννεσης αυξάνει ο ρυθμός

αύξησης τους και άρα αυξάνονται και οι διατροφικές τους ανάγκες. Έτσι μπορεί να εξηγηθεί και η μεγαλύτερη ποσότητα της προσληφθείσας τροφής από τα θηλυκά άτομα. Γενικά, η διατροφική ένταση της αστακοκαραβίδας είναι μικρή και το μέγιστο της παρουσιάζεται, σύμφωνα με έρευνες που έγιναν στο Βόρειο Αιγαίο πέλαγος από τους Mytilineou et al., (1992), την άνοιξη και το θέρος. Επιπρόσθετα, στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι η σύσταση της τροφής δε διαφέρει μεταξύ διαφορετικών εποχών καθώς και ανάμεσα στο φύλο. Επίσης, οι Mytilineou et al. (1992) αναφέρουν ότι τα νεαρά άτομα διατρέφονται με υπολείμματα που βρίσκονται στο περιβάλλον και μικρά κομμάτια οργανικής ύλης.

Τα αυγομένα (ονίγετους) θηλυκά παραμένουν μέσα στις φωλεές τους καθ'όλη τη διάρκεια της επώσης των αυγών τους, στην οποία χρονική περίοδο συντηρούνται με τα διαθέσιμα σωματικά τους αποθέματα, αλλά και με συμπληρωματική τροφή που βρίσκεται μέσα στις φωλεές ή στα ανοίγματα των φωλεών τους (Adey et al., 2003).

Από την άλλη πλευρά, σε εργαστηριακά πειράματα (Rotland et al., 2001) βρέθηκε ότι οι μεταλάρβες της αστακοκαραβίδας όταν τρέφονταν με κατεψυγμένα ενήλικα άτομα αρτέμιας παρουσίαζαν μικρότερο χρόνο ανάπτυξης, υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης και μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης μεγέθους και βιομάζας σε σχέση με άλλες τροφές που παρασχέθηκαν.

Όπως αναφέρεται από τον Chapman (1980), μόνο το 10%-30% των ατόμων ενός πληθυσμού αφήνουν τις φωλεές τους σε καθημερινή βάση οδηγούμενα από την αλληλεπίδραση δύο παραγόντων της εντάσεως του φωτός (φωτοπερίοδο) και του επιπέδου της ανάγκης για τροφή (hunger state), γεγονός το οποίο είναι σε συμφωνία με τη διατροφική συμπεριφορά του είδους *Nephrops norvegicus*, που χαρακτηρίζεται ως θηρευτής που βασίζεται στην όρασή του για ανεύρεση τροφής (visual feeder) (Oakley 1979).

Πιο πρόσφατες έρευνες (Richardson, 1996) που έγιναν σε αστακοκαραβίδες, έδειξαν ότι σε περίπτωση πρόκλησης ζημιάς στους οφθαλμούς εξαιτίας της επίδρασης του φωτός, η διατροφική συμπεριφορά τους, καθώς και η γενικότερη συμπεριφορά τους επηρεάζονται ελάχιστα. Επομένως, φαίνεται ότι οι αστακοκαραβίδες είναι σε θέση να αντισταθμίσουν την έλλειψη της όρασης, χρησιμοποιώντας άλλα αισθητήρια συστήματα (Chapman, 2000).

1.8. Γονιμότητα – Αναπαραγωγή της αστακοκαραβίδας

Η γονιμότητα της θηλυκής αστακοκαραβίδας έχει διερευνηθεί σε ολόκληρη την περιοχή της γεωγραφικής κατανομής της (Eiriksson, 1970 Chapman and Ballantyne, 1980 Morizur et.al, 1981). Έχει αναφερθεί από πολλούς συγγραφείς (Thomas, 1964; Farmer, 1975; Chapman and Ballantyne, 1980 Bailey et.al, 1986 Smith, 1987) ότι υπάρχουν μεγάλες αυξομειώσεις στη γονιμότητα μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών αλλά ίσως και μεταξύ διαφορετικών κομματιών του ίδιου πληθυσμού.

Σύμφωνα με πολλούς συγγραφείς οι αυξομειώσεις στην γονιμότητα συνδέονται με την ανάπτυξη και το μέγεθος κατά την αναπαραγωγή ωριμότητα, τα οποία σχετίζονται με περιβαλλοντικούς παράγοντες (Bailey et al, 1986; Champan and Bailey, 1987; Chapman and Howard, 1988). Σε αντίθεση με τα παραπάνω η Sarda (1995) κατέληξε ότι οι αυξομειώσεις στη γονιμότητα της αστακοκαραβίδας είναι πιθανότερο να οφείλονται στις διαφορετικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται καθώς και στην απώλεια των αυγών. Η απώλεια των αυγών κατά τη διάρκεια της επώασης είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας της γονιμότητας στην αστακοκαραβίδα (Chapman and Ballantyne, 1980; Morizur, 1981; Smith, 1987).

Το μέγεθος κατά το ξεκίνημα της αναπαραγωγικής ωριμότητας στα θηλυκά άτομα της αστακοκαραβίδας έχει μελετηθεί με μέτρηση του μικρότερου αυγομένου θηλυκού ατόμου (Farmer, 1974d) και εκτίμηση του 50% της ωριμότητας από την εξέταση των ωοθηκών. (Bailey, 1984). Ο Farmer, (1974d) βρήκε σημαντική γεωγραφική ποικιλότητα στο μέγεθος του μικρότερου αυγομένου θηλυκού (18-36 mm). Ο Bailey, (1984) επίσης κατέγραψε αυξομειώσεις του μεγέθους στη αναπαραγωγική ωριμότητα σε σχετικά μικρές γεωγραφικές εκτάσεις. Κανένας αξιόπιστος εξωτερικός δείκτης της ωριμότητας των αρσενικών ατόμων της αστακοκαραβίδας δεν έχει περιγραφεί, επιπλέον και το μέγεθος κατά το ξεκίνημα της αναπαραγωγικής ωριμότητας, μέσω της μελέτης της ανάπτυξης των όρχεων, δεν έχει διερευνηθεί επιτυχώς (Farmer, 1974).

Στην περιοχή της θάλασσας του Clyde σύμφωνα με τους Tuck et al., (2000) η ωριμότητα εμφανίζεται μεταξύ της ηλικίας των 3-3,5 ετών για τα θηλυκά και μεταξύ της ηλικίας των

4-4,5 ετών για τα αρσενικά άτομα. Παλαιότερες έρευνες είχαν δείξει ότι η ηλικία κατά το ξεκίνημα της αναπαραγωγικής ωρίμανσης είναι μεταξύ των 2,5-3 ετών για τα θηλυκά άτομα της αστακοκαραβίδας (Morizur, 1983 Bailey, 1984). Επιπλέον οι ηλικίες κατά την ωρίμανση που κατέγραψε ο Farmer (1975) ήταν 2 και 3 χρόνια για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα αντίστοιχα, που έδειξε ότι τα αρσενικά φτάνουν σε αναπαραγωγική ωριμότητα σε ηλικία 1 έτος αργότερα από τα θηλυκά αποτέλεσμα το οποίο βρίσκεται σε συμφωνία με τους Tuck et al. (2000). Η ηλικία των αστακοκαραβίδων δεν μπορεί να μετρηθεί διότι αποβάλλουν τον εξωσκελετό τους κατά την έκδυση, με αυτό τον τρόπο χάνονται όλοι οι ιστοί οι οποίοι φέρουν ετήσια σημάδια ανάπτυξης, για αυτό το λόγο για να υπολογιστεί η ηλικία αναλύονται οι ετήσιες συνθέσεις μηκών ή/και γίνονται εκτιμήσεις πεδίου των παραμέτρων ανάπτυξης (Hillis, 1979).

Η γεωγραφική μεταβλητότητα του μεγέθους κατά το ξεκίνημα της αναπαραγωγικής ωριμότητας μπορεί να σχετίζεται με διαφορές στην ανάπτυξη (Bailey and Chapman, 1983). Ο Morizur, (1983) ανέφερε ότι η έναρξη της αναπαραγωγικής ωριμότητας περιστασιακά επιβραδυνόταν σε χρονιές που χαρακτηρίζονταν από μικρότερους ρυθμούς αύξησης.

Ίσως να υπάρχει ένα ελάχιστο μέγεθος ως όριο για την αναπαραγωγική ωριμότητα, κάτω από το οποίο οι αστακοκαραβίδες είναι πολύ μικρές για να αναπαραχθούν (Tuck et al., 2000). Οι αστακοκαραβίδες έχουν συχνά διαφορετικής μορφής δαγκάνες. Η μια δαγκάνα είναι κοντύτερη και πιο χοντροκομμένη (stouter) με χοντροκομμένα και λιγότερο κοφτερά δόντια (crusher) ενώ η άλλη δαγκάνα είναι μακρύτερη και λεπτότερη και έχει μόνο λεπτά δόντια (cutter) (Farmer 1974a, 1974b). Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι η θέση κάθε δαγκάνας δεν είναι καθορισμένη και μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο (Δ. Βαφείδης, προσωπική ενημέρωση).

Η αναπαραγωγή της αστακοκαραβίδας λαμβάνει χώρα το Σεπτέμβρη ή Οκτώβρη στην περιοχή της θάλασσας του Clyde και οι εκτιμήσεις του μεγέθους κατά το ξεκίνημα της αναπαραγωγικής ωριμότητας, που βασίζονται στην ωρίμανση των ωοθηκών, είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν χρονική μεταβλητότητα σε σχέση με το παραπάνω (Tuck et al., 2000). Σύμφωνα με τον Βαφείδη (προσωπική ενημέρωση), συγκεκριμένα για τον Παγασητικό κόλπο, ο πληθυσμός των αστακοκαραβίδων παρουσιάζει ένα επαναλαμβανόμενο ετήσιο

πρότυπο στον αναπαραγωγικό κύκλο του. Τα θηλυκά άτομα ωριμάζουν νωρίς την άνοιξη, ελευθερώνουν αυγά στο κάτω μέρος της κηλίας τους το θέρος και τελικά ελευθερώνουν τα αυγά τους στο περιβάλλον κατά την περίοδο του χειμώνα και στην αρχή της άνοιξης. Επιπλέον, αναφέρεται από τους ίδιους συγγραφείς ότι είναι πιθανό να λαμβάνουν χώρα περισσότερες από μια αναπαραγωγικές περιόδους το χρόνο στον Παγασητικό. Αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος έδειξαν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στο Παγασητικό κόλπο λαμβάνει χώρα δύο φορές ανά έτος (Μεντέ προσωπική ενημέρωση).

Οι Tuck et al. (2000) ανέφεραν ότι ο αριθμός των αυγών στα πλεοπόδια ήταν μεταξύ 40 και 4000 ανά θηλυκό άτομο, επιπλέον η πραγματική γονιμότητα παρουσίαζε σημαντικές αυξομειώσεις για ένα συγκεκριμένο μήκος κεφαλοθώρακα (27mm) με τον αριθμό των αυγών να ποικίλει από 347 μέχρι 1050 υποδεικνύοντας μια σημαντική απώλεια αυγών από κάποια άτομα.

Οι Tuck et al. (2000) κατέληξαν ότι η γονιμότητα των θηλυκών ατόμων της αστακοκαραβίδας είναι εξαιρετικά μεταβλητή, ακόμα και μέσα στον ίδιο πληθυσμό. Αλλαγές στην γονιμότητα μπορεί να οφείλονται σε χρονικές διακυμάνσεις της ποσότητας τροφής ή/και του ρυθμού ανάπτυξης (Beyers and Goosen, 1987).



Σύμφωνα με τους Tuck et al. (2000) οι αστακοκαραβίδες δεν πετυχαίνουν την πλήρη γονιμότητα τους κυρίως διότι χάνουν πολλά αυγά από τα πλεοπόδια κατά τη χρονική περίοδο από τη γέννηση μέχρι την εκκόλαψη των αυγών. Η απώλεια αυγών φαίνεται να είναι σύνηθες συμβάν σε καβούρια, καραβίδες, γαρίδες και αστακούς. Οι απώλειες αυγών είναι γενικά περισσότερες κατά τη διάρκεια της εκκόλαψης τους (oviposition), κατά την ανάπτυξη του εμβρύου. Επίσης, η αποτυχία των αυγών να προσκολληθούν στα πλεοπόδια ίσως να είναι σημαντική αιτία απώλειας αυγών (Talbot, 1991 Smith, 1997). Οι απώλειες αυγών από τα πλεοπόδια κατά την διάρκεια της μακράς περιόδου ανάπτυξης των αυγών είναι εξαιρετικά υψηλή για τις αστακοκαραβίδες και ποικίλλει μεταξύ ερευνών που έχουν γίνει, με τις καταγραφές υψηλών τιμών απώλειας αυγών να φτάνουν το 68% στην Πορτογαλική Δ. ακτή. (Figueiredo et al, 1982), το 45-50% στο Βισκαικό κόλπο (Morizur et al, 1981), το 32-51% στο Moray Firth (Chapman and Ballantyne, 1980).

Σύμφωνα με τους Briggs et al (2002) οι καταμετρήσεις αυγών από ζώα που αλιεύθηκαν με τράτα μεταξύ της περιόδου της γέννησης των αυγών και της εκκόλαψης έδειξαν απώλειες αυγών ίσες με 35%.

Άλλοι λόγοι απώλειας αυγών είναι η μηχανική απώλεια εξαιτίας της τριβής κατά τη διάρκεια της αλίευσης με τη χρήση τράτας και η εξαναγκαστική κολύμβηση που πραγματοποιούν τα άτομα κατά τη διάρκεια της αλίευσής τους, η αποτυχία γονιμοποίησης και η αφαίρεση νεκρών αυγών από το θηλυκό (Smith, 1987). Οι Charman και Ballantyne, (1980) ανέφεραν ότι η αλίευση με τράτα μπορεί να προκαλέσει 11%-22% απώλεια αυγών, όμως σύμφωνα με τους Briggs et al., (2002) οι απώλειες αυγών κατά τη διάρκεια της αλίευσης με τράτα φαίνεται να είναι μικρές σε σύγκριση με τις μετέπειτα απώλειες κατά την επώαση των αυγών. Το επίπεδο της απώλειας αυγών επηρεάζεται επίσης και από την περίοδο επώασης η οποία είναι 7,5 μήνες στο Βισκαϊκό κόλπο και περίπου 9 μήνες στη θάλασσα Clyde και στην Ιρλανδική θάλασσα (Briggs et al., 2002).

Σε εργαστηριακά πειράματα έχει περιγραφεί ότι η εκκόλαψη λαμβάνει χώρα καθ'όλο το 24ωρο με τις μέγιστες τιμές εκκόλαψης το βράδυ (Briggs et al., 2002), συμπέρασμα το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τον Farmer (1974d) που αναφέρει ότι η εκκόλαψη γίνεται μόνο το βράδυ. Επίσης, έχει βρεθεί ότι στο περιβάλλον, η εκκόλαψη των αυγών γίνεται κυρίως όταν τα άτομα βρίσκονται μέσα στις φωλεές τους (Δ. Βαφείδης, προσωπική ενημέρωση). Οι περισσότερες λάρβες ζουν στα υψηλότερα σημεία της υδάτινης στήλης, ως πλαγκτόν κατά τις πρώτες 50-60 ημέρες της ζωής τους (Farmer, 1975 Hills, 1974; Angelico, 1999). Οι Garrod & Harding, (1980) εκτίμησαν ότι η θνησιμότητα των λαρβών της αστακοκαραβίδας στο πεδίο φτάνει το 87%. Η εποχή της εκκόλαψης καλύπτει ένα σημαντικό κομμάτι της ανοιξιάτικης και θερινής παραγωγής στην Ιρλανδική θάλασσα (Briggs et al., 2002).

Στα θηλυκά άτομα λαμβάνει χώρα έκδυση κατά την περίοδο άνοιξης - θέρους μετά την εκκόλαψη των αυγών (Sarda, 1995) και όπου μετά τα άτομα είναι έτοιμα να ζευγαρώσουν τις επόμενες ώρες που ακολουθούν (Farmer, 1974d). Στα αρσενικά η έκδυση λαμβάνει χώρα νωρίτερα στους μήνες πριν συμβούν τα παραπάνω (Sarda, 1995). Η δυναμική του

ζευγαρώματος δεν έχει διερευνηθεί αρκετά, αλλά τα άτομα είναι πιθανό να συναντώνται έξω από τις φωλεές, όπου λαμβάνουν χώρα μάχες με παρείσακτα άτομα πριν το ζευγάρι (Farmer, 1974d, 1975 Chapman, 1980).

Έρευνες στην αστακοκαραβίδα έδειξαν γεωγραφική μεταβλητότητα σε διάφορες βιολογικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένων της πυκνότητας του πληθυσμού, των συνθέσεων των μεγεθών και της ανάπτυξης (Bailey and Chapman, 1983; Bailey et al., 1986; Chapman and Bailey, 1987; Chapman and Howard, 1988; Tully and Hills, 1995).

Έχει προταθεί ότι αυτή η μεταβλητότητα των βιολογικών παραμέτρων μπορεί να σχετίζεται με την ετερογένεια των βενθικών χαρακτηριστικών αλλά και με τις μεταβολές της αλιευτικής προσπάθειας (Chapman and Bailey, 1987; Tully and Hills, 1995; Maynou et al, 1996). Ο ρυθμός της αλίευσης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από περιβαλλοντικές παραμέτρους που επηρεάζουν το πρότυπο της ανάπτυξης των αστακοκαραβίδων από τις φωλεές τους (Chapman and Rice, 1971).

Επιπρόσθετα, έχουν συχνά αναφερθεί χαρακτηριστικές αλλαγές στη συμπεριφορά των παράκτιων δεκαπόδων κατά την αρχή της αναπαραγωγικής τους ωρίμανσης (Hines et.al., 1995).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή Έρευνας

Ο Παγασητικός είναι ένας ημίκλειστος κόλπος, ο οποίος βρίσκεται στο δυτικό μέρος του Αιγαίου, βόρεια της νήσου Εύβοιας (Εικ.2.1.). Το μέσο βάθος του κόλπου είναι 69 m, με το βαθύτερο σημείο του να βρίσκεται στο ανατολικό μέρος (108 m). Η περιοχή που καλύπτει ο κόλπος είναι 520 km², με συνολικό όγκο νερού τα 36 km³ (Petihakis et al., 2004). Ο Παγασητικός συνδέεται με το νότιο μέρος του Αιγαίου και το βόρειο Ευβοϊκό μέσω του διαύλου του Τρικεριού, που έχει πλάτος 5,5 km και βάθος περίπου 80 m. (Petihakis et al., 2005).

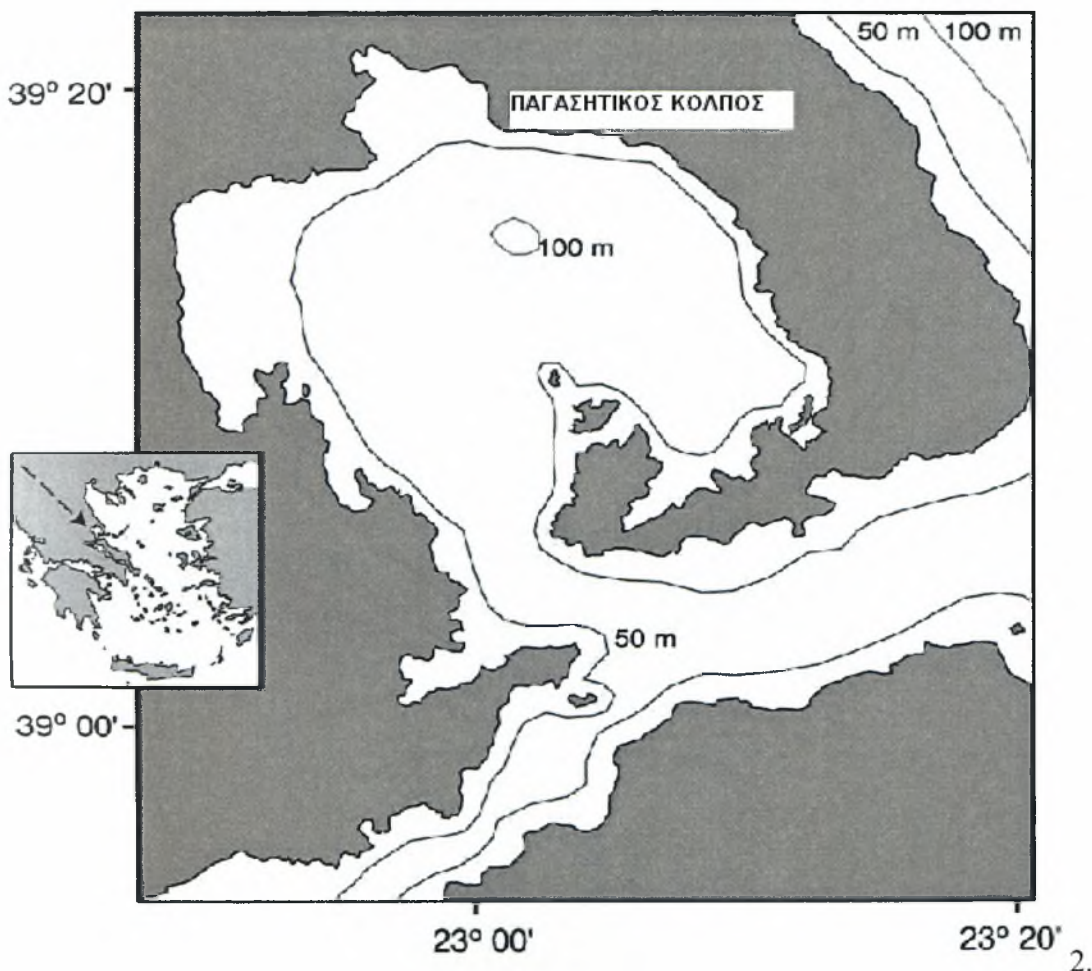
Οι μικρότερες θερμοκρασίες (12,5 °C) των υδάτων παρατηρούνται κατά την χειμερινή περίοδο (Φεβρουάριος – Μάρτιος) με τις μέγιστες θερμοκρασίες (27,4 °C) να σημειώνονται κατά την διάρκεια του θέρους (Petihakis et al., 2005). Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 16.5 °C, με την μέγιστη να σημειώνεται τον Ιούλιο (31.0 °C) και η ελάχιστη τον Ιανουάριο (11.0 °C). Η αλατότητα παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις (32–38‰), με τις τιμές της να αυξάνονται με το βάθος, εξαιτίας της εισροής επιφανειακών στρωμάτων νερού χαμηλής αλατότητας από το Αιγαίο (Petihakis et al., 2005).

Η ανανέωση του νερού γίνεται κυρίως μέσω του διαύλου επικοινωνίας με το Αιγαίο πέλαγος, επιπλέον παρατηρούνται περιστασιακά εισροές γλυκού νερού από τις πόλεις του Βόλου και του Αλμυρού. Τα υδάτινα ρεύματα που δημιουργούνται είναι γενικά μικρής μέχρι μεσαίας έντασης εξαιτίας της μικρής εντάσεως ανέμων που πνέουν στο κόλπο (Petihakis et al., 2005). Ο κόλπος μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις υποπεριοχές, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετική λειτουργική κατάσταση. Τον εσωτερικό κόλπο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από μικρά βάθη (0- 60m) και ελάχιστη επιρροή από το Αιγαίο πέλαγος και από δύο υποπεριοχές του εξωτερικού κόλπου.

Ο Παγασητικός κόλπος σύμφωνα με τους Petihakis et al., (2002), μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας μεσο-ολιγοτροφικός κόλπος, στον οποίο δρουν ως περιοριστικοί παράγοντες, κατά περιόδους, ο φώσφορος και το άζωτο.

Στον Παγασητικό κόλπο λαμβάνει χώρα αλιεία της αστακοκαραβίδας με διαφόρων μεγεθών αλιευτικά σκάφη. Από την περιοχή του Τρικερίου αλιεύουν με δίκτυα και παγίδες αποκλειστικά αστακοκαραβίδες, πέντε σκάφη μήκους 15μ. - 20μ., από την περιοχή του Βόλου, τρία σκάφη 12μ. - 15μ. και από την περιοχή της Μηλίνας, τρία σκάφη μήκους 10μ. - 12μ. (Γ. Χατζηβαγγέλης, προσωπική ενημέρωση).

Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την θερινή περίοδο αυξάνει ο αριθμός των αλιευτικών σκαφών που συμμετέχουν στην αλιεία της αστακοκαραβίδας σε όλες τις προαναφερθείσες περιοχές (Γ. Χατζηβαγγέλης προσωπική ενημέρωση).



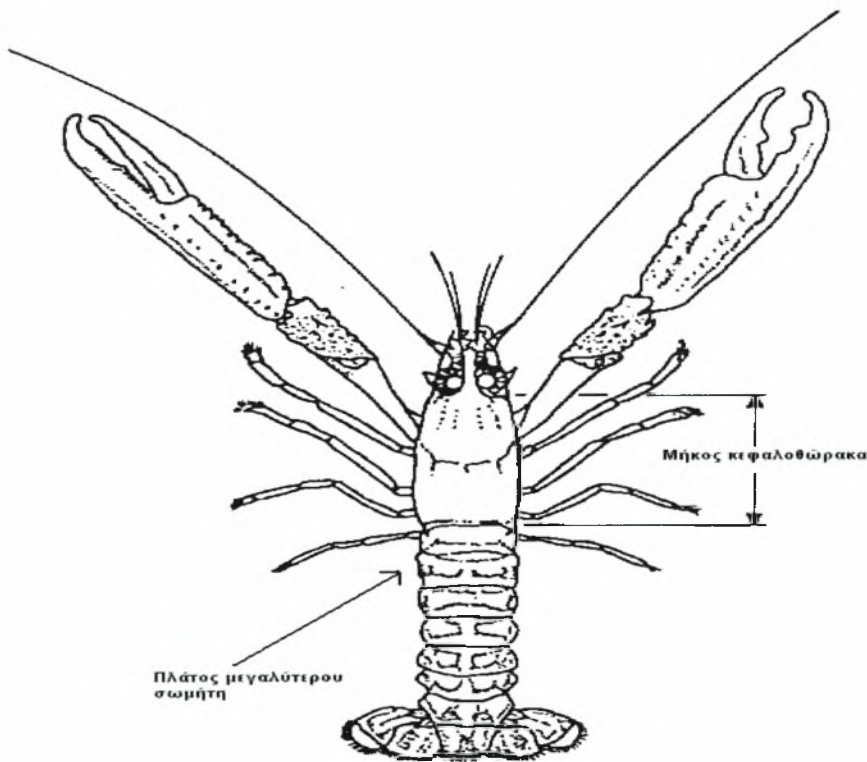
Εικόνα 2.1 Παγασητικός κόλπος (πηγή: Smith and Papadopoulou, 2003, τροποποιημένο)

2.2. Δειγματοληψία ατόμων αστακοραβίδας

Κάθε μήνα λαμβανόταν δείγμα 20 ατόμων από την περιοχή του Παγασητικού κόλπου. Στα άτομα των αστακοκαραβίδων που συλλέγονταν παίρνονταν μορφομετρικές μετρήσεις (Εικ. 2.1.), όπως και οι γονάδες μόνο των θηλυκών ατόμων.

Οι μορφομετρικές μετρήσεις που ελάμβαναν χώρα είναι οι εξής:

- Μήκος κεφαλοθώρακα, το οποίο υπολογιζόταν από τον οφθαλμό μέχρι την άκρη του κεφαλοθώρακα (carapace length, CL).
- Το μέγιστο πλάτος της κοιλίας (πλατύτερος σωμήτης).
- Το βάρος κάθε ατόμου.



Εικόνα 2.1 Μορφομετρικές μετρήσεις

Στόχοι μελέτης μορφομετρικών μετρήσεων:

1. Ανάλυση των παρακάτω μορφομετρικών μετρήσεων των δύο φύλων ξεχωριστά:
 - Σωματικό βάρος.
 - Πλάτος σωμότη.
 - Μήκος κεφαλοθώρακα.
2. Σύγκριση των παραπάνω μορφομετρικών μετρήσεων μεταξύ των δύο φύλων.

Ταυτόχρονα με τα παραπάνω καταγραφόταν και το φύλο των ατόμων. Επίσης γινόταν και καταγραφή του σταδίου της γενετικής ωρίμανσης όπως ορίζεται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Στάδια γεννητικής ωρίμανσης θηλυκών ατόμων αστακοραβίδας (Farmer, 1974d).

Στάδιο γεννητικής ωρίμανσης	
1 ^ο στάδιο	Ανώριμα άτομα, ανοιχτό πράσινο χρώμα κατά μήκος του κεφαλοθώρακα
2 ^ο στάδιο	Πράσινο χρώμα κατά μήκος του κεφαλοθώρακα (όχι στην κοιλία).
3 ^ο στάδιο	Ωριμα άτομα, πράσινο χρώμα στον κεφαλοθώρακα και στην κοιλία.
4 ^ο στάδιο	Αυγομένα άτομα, πράσινα αυγά πάνω στα πλεοπόδια χωρίς την παρουσία “ματιού”.
5 ^ο στάδιο	Αυγομένα άτομα, καφέ αυγά με “μάτι”, στα πλεοπόδια.
6 ^ο στάδιο	Υπολείμματα από εκκολαφθέντα αυγά.

2.3. Πείραμα αύξησης αστακοκαραβίδων

Στόχοι πειράματος αύξησης:

1. Συλλογή ατόμων από τον Παγασητικό κόλπο και κράτηση τους σε κλειστό κύκλωμα.
2. Παρακολούθηση της πρόσληψης τροφής.
Προσφερόμενη τροφή (καταναλωθείσα τροφή/ μέσο βάρους)*100
3. Υπολογισμός του ειδικού ρυθμού αύξησης (SGR(%) specific growth rate).

2.4. Συλλογή αστακοκαραβίδων για πείραμα αύξησης

Η συλλογή των αστακοκαραβίδων (*Nephrops norvegicus*) πραγματοποιήθηκε στο Παγασητικό κόλπο τον Φεβρουάριο του 2006. Για την αλιεία τους χρησιμοποιήθηκαν ειδικές παγίδες (Εικ. 2.1.).



Εικόνα 2.1. Παγίδες για την αλιεία αστακοκαραβίδων

πηγή: προσωπικό αρχείο

Το βάθος στο οποίο ρίχθηκαν και ανασύρθηκαν οι παγίδες ήταν 85-90 m. Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε ανάμεσα στην τοποθέτηση των παγίδων και στην ανάσυρσή τους ήταν 24 ώρες. Αμέσως μετά την αλιεία των αστακοκαραβίδων, μετρήθηκε το βάρος και το μήκος του κεφαλοθώρακά τους κατά άτομο. Οι αστακοκαραβίδες τοποθετήθηκαν σε ατομικές παγίδες (Εικ.2.2.) ώστε να αποφευχθεί

ο κανιβαλισμός μέχρι να μεταφερθούν στο εργαστήριο. Οι ατομικές παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταφορά των καραβίδων στο εργαστήριο, φτιάχτηκαν από δίχτυ με μεγάλο άνοιγμα ματιού μεγέθους 1,2 cm, μήκος 17,5 cm και διάμετρο 10 cm. Οι ατομικές παγίδες κλείνονταν με ειδικούς πλαστικούς σφιγκτήρες, ώστε να μην μπορούν να διαφύγουν οι αστακοκαραβίδες από αυτές.



Εικόνα 2.2. Ατομικές παγίδες μεταφοράς

πηγή: προσωπικό αρχείο

Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν οι ατομικές παγίδες με τις αστακοκαραβίδες σε μια κλειστή δεξαμενή μεταφοράς η οποία περιείχε θαλασσινό νερό της περιοχής από όπου πραγματοποιήθηκε η αλιεία τους. Επιπρόσθετα, η αλιεία τους πραγματοποιήθηκε το μήνα Φεβρουάριο του 2006. Στην συνέχεια παρατίθεται πίνακας που παρουσιάζει τις επιφανειακές και πυθμενικές τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας στον Παγασητικό κόλπο τη χρονική περίοδο 1998-1999, για τρεις μήνες του έτους.



Εικόνα 2.5. Δεξαμενή μεταφοράς αστακοκαραβίδων

πηγή: προσωπικό αρχείο

Πίνακας 2.3. Θερμοκρασία και Αλατότητα στον Παγασητικό κόλπο (Νάντια Παπαδοπούλου, προσωπική ενημέρωση).

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΠΥΘΟΜΕΝΑΣ
	Μέγιστη	27,40	14,53
	Ελάχιστη	27,00	14,33
	ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΠΥΘΟΜΕΝΑΣ
	Μέγιστη	26,24	38,75
	Ελάχιστη	35,74	38,40

ΝΟΕΜΒΡΗΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΠΥΘΟΜΕΝΑΣ
	Μέγιστη	19,98	14,53
	Ελάχιστη	19,50	14,43
ΦΛΕΒΑΡΗΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΠΥΘΟΜΕΝΑΣ
	Μέγιστη	13,32	13,14
	Ελάχιστη	12,84	12,83

Σύμφωνα με τους Petihakis et al., (2005) οι χαμηλότερες τιμές της θερμοκρασίας παρατηρούνται τον Φλεβάρη. Στην δεξαμενή μεταφοράς υπήρχε καθ'όλη την διάρκεια της μεταφοράς παροχή ατμοσφαιρικού αέρα, μέσω ειδικής συσκευής. Ύστερα από τη συλλογή του απαιτούμενου αριθμού αστακοκαραβίδων, μεταφέρθηκε με προσοχή η δεξαμενή μεταφοράς, στο εργαστήριο υδατοκαλλιεργειών του τμήματος. Στη δεξαμενή μεταφοράς των αστακοκαραβίδων τοποθετήθηκε καπάκι, ώστε να αποτραπεί η εισχώρηση ηλιακής ακτινοβολίας.

Κατά την μεταφορά δεν παρουσιάστηκαν απώλειες αστακοκαραβίδων. Από τις αλιευθείσες αστακοκαραβίδες επιλέχθηκαν στο εργαστήριο οι καταλληλότερες για τη διεξαγωγή του πειράματος διατροφής. Οι αστακοκαραβίδες που επιλέχθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος είχαν μέσο σωματικό βάρος 20,74 gr και μέσο μήκος κεφαλοθώρακα 20,88 cm, με εξαίρεση τρεις που θα χρησιμοποιούνταν για γεννήτορες. Η αναλογία θηλυκών και αρσενικών ατόμων ήταν ίδια (1:1). Κάποια από τα θηλυκά έφεραν αυγά στην περιοχή της κοιλίας.

2.5. Περιγραφή και λειτουργία κλειστού συστήματος

Για την διεξαγωγή του πειράματος διατροφής δημιουργήθηκε ένα κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας νερού.

Το κύκλωμα αυτό αποτελείτο από:

- Έξι ενυδρεία όγκου 100 l το καθένα.
- Από μία ψυκτική συσκευή (chiller) (Εικ. 2.6.).
- Από έξι φίλτρα (ένα για κάθε ενυδρείο).

Εξωτερικά τα ενυδρεία καλύφθηκαν με χαρτόνι, για την όσο το δυνατόν λιγότερη διείσδυση του φωτός στα ενυδρεία που ήταν οι αστακοκαραβίδες (Εικ. 2.6.).



Εικόνα 2.6. α) ψυκτική συσκευή

β) ενυδρείο καλυμμένο με χαρτόνι

πηγή: προσωπικό αρχείο

Το κλειστό κύκλωμα λειτουργούσε ως εξής:

Θαλασσινό νερό διερχόταν μέσα από την ψυκτική συσκευή από μία είσοδο, στη συνέχεια το νερό αυτό ψυχόταν (στους $9-11^{\circ}\text{C}$) και μέσω μίας εξόδου το νερό αυτό έφευγε από την ψυκτική συσκευή και μοιραζόταν, με την βοήθεια σωλήνων, στα έξι ενυδρεία του κυκλώματος. Από κάθε ενυδρείο το νερό απομακρυνόταν μέσω αντλίας που υπήρχε στο φίλτρο. Το νερό το οποίο αντλούσαν οι συγκεκριμένες αντλίες έφτανε πάλι στην ψυκτική συσκευή, μέσω άλλων σωλήνων, οι οποίοι ενώνονταν σε ένα και μοναδικό σωλήνα, ο οποίος μετέφερε το νερό στην είσοδο της ψυκτικής συσκευής. Δηλαδή, με το παραπάνω τρόπο το νερό συνεχώς ανανεώνονταν και κινούνταν από το ενυδρείο στο ψύκτη, όπου ψύχονταν, και από αυτόν πάλι πίσω στα ενυδρεία. Έτσι με τη χρήση του ψύκτη επιτυγχάνονταν η διατήρηση του νερού σταθερή σε όλα τα ενυδρεία, σε χαμηλές τιμές ($\sim 12^{\circ}\text{C}$). Το όλο σύστημα φαίνεται στην Εικόνα 2.7. Αξίζει να αναφερθεί ότι στο εργαστήριο λειτουργούσε συνεχώς air-condition, για να διατηρεί τη θερμοκρασία του αέρα χαμηλή.



Εικόνα 2.7. Κλειστό κύκλωμα

πηγή: προσωπικό αρχείο

Για το καθαρισμό του νερού στα ενυδρεία χρησιμοποιήθηκε φίλτρο. Το φίλτρο (Εικ. 2.8.) περιελάμβανε υαλοβάμβακα (μηχανικό φίλτρο), ώστε να απομακρύνεται η ανόργανη και οργανική ύλη. Κατάλληλες πορώδεις κατασκευές (σχήματος αστεριού) για την εδραίωση και ανάπτυξη των απονιτροποιητικών βακτηρίων του γένους *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* (βιολογικό φίλτρο), ώστε να επιτυγχάνεται η μετατροπή της τοξικής αμμωνίας στα λιγότερα τοξικά νιτρικά και νιτρώδη. Επιπλέον, το φίλτρο περιελάμβανε και ενεργό άνθρακα (χημικό φίλτρο).

Βακτήρια προσθέτονταν κάθε εβδομάδα (10 ml/ενυδρείο), ενώ ο υαλοβάμβακας και ο ενεργός άνθρακας αλλαζόταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, για όσο το δυνατόν καλύτερο καθαρισμό του νερού. Πρέπει να σημειωθεί ότι την προηγούμενη μέρα από τη μεταφορά των αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο προστέθηκαν βακτήρια στο κύκλωμα, ώστε να πραγματοποιηθεί η εγκαθίδρυση των βακτηριακών αποικιών πάνω στις πορώδεις κατασκευές.

Κάθε φίλτρο αποτελούνταν από τρία μέρη (Εικ. 2.8.). Στο πρώτο τοποθετήθηκε ο υαλοβάμβακας, στο δεύτερο ο ενεργός άνθρακας με τις πορώδεις κατασκευές (σχήματος αστεριού) σε κατάλληλα μικρά κουτιά και στο τρίτο η αντλία, η οποία έστελνε το καθαρισμένο νερό στον ψύκτη.



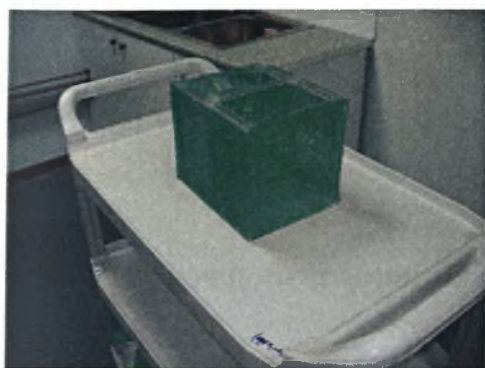
Εικόνα 2.8. Φίλτρο

πηγή: προσωπικό αρχείο

Πραγματοποιήθηκαν αλλαγές του νερού του κυκλώματος, με μικρές όμως ποσότητες (20% του συνολικού όγκου του κυκλώματος σε κάθε αλλαγή), για να μην επηρεαστούν οι αστακοκαραβίδες από την άνοδο της θερμοκρασίας αλλά και από την αλλαγή της χημείας του νερού, γεγονότα τα οποία δύναται να στρεσάρουν τους οργανισμούς (Ford, 1981). Το νερό παίρνονταν από υδατόπυργο που βρίσκονταν έξω από το εργαστήριο, και ο οποίος ήταν χωρητικότητας τριών κυβικών μέτρων. Το οξυγόνο στα ενυδρεία προέρχονταν από συμπιεσμένο ατμοσφαιρικό αέρα, με μία παροχή σε κάθε ενυδρείο. Σε κάθε παροχή τοποθετήθηκε ειδική πορώδεις κατασκευή (πέτρα οξυγόνου) η οποία επέτρεπε την δημιουργία πολλών μικρών φυσαλίδων αέρα, οι οποίες παρέχουν καλό αερισμό του νερού, σε αντίθεση με τις λίγες και μεγάλες φυσαλίδες που προκαλούν έντονη ανατάραξη του νερού (Hawkins and Anthony, 1981).

2.6. Τοποθέτηση αστακοκαραβίδων στα ενυδρεία

Στο εργαστήριο υπολογίστηκε με ειδικό ζυγό το βάρος των αστακοκαραβίδων, επιπλέον μετρήθηκε με παχύμετρο το μήκος του κεφαλοθώρακα και τέλος έγινε αναγνώριση του φύλου, καθώς και πόσες από τις θηλυκές έφεραν αυγά στην κοιλία τους. Μετά τους παραπάνω υπολογισμούς τοποθετήθηκαν σε ατομικές δεξαμενές με μήκος 21 cm, πλάτος 13 cm και ύψος 21 cm, σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.9.



Εικόνα 2.9. Ατομικές δεξαμενές

πηγή: προσωπικό αρχείο

Σε κάθε ενυδρείο τοποθετήθηκαν πέντε караβίδες, δηλαδή συνολικά 30 караβίδες. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι αστακοκαραβίδες οι οποίες βρίσκονταν σε ασιτία δεν τοποθετήθηκαν στις προαναφερθείσες δεξαμενές (Εικ. 2.9.) αλλά παρέμειναν στα ενυδρεία μέσα στις παγίδες μεταφοράς (Εικ. 2.2.). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι αστακοκαραβίδες που βρίσκονταν σε ασιτία είχαν τοποθετηθεί στο κλειστό κύκλωμα στις 7/12/2005 οι οποίες είχαν αλιευθεί σε προηγούμενο αλιευτικό ταξίδι στην ίδια ακριβώς περιοχή και βάθος αλίευσης και με το ίδιο αλιευτικό εργαλείο όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Για τη κατασκευή αυτών των ατομικών δεξαμενών (Εικ. 2.9.) χρησιμοποιήθηκαν κομμάτια πλέξιγκλας, κατάλληλων διαστάσεων, τα οποία κολλήθηκαν μεταξύ τους με ειδική, μη τοξική σιλικόνη. Τέλος κλείστηκαν οι τέσσερις πλευρές των παγίδων με δίχτυ, μικρού όμως “ματιού”, μεγέθους 0,2 cm , κολλώντας το πάνω στα πλέξιγκλας με την προαναφερθείσα σιλικόνη. Το χρώμα του δικτυού που επιλέχθηκε ήταν πράσινο διότι, εμπειρικά έχει δειχθεί ότι στις παγίδες του αλιευτικού στόλου για την αλιεία των αστακοκαραβίδων, στις οποίες χρησιμοποιείται πράσινο δίχτυ (Εικ. 2.9.) συλλαμβάνεται μεγαλύτερη ποσότητα αλιεύματος σε σχέση με παγίδες άλλων χρωμάτων (μπλε, μαύρο) που έχουν χρησιμοποιηθεί (Γ. Χατζηβαγγέλης, προσωπική ενημέρωση). Συνεπώς, το πράσινο χρώμα φαίνεται να προτιμάται από τις αστακοκαραβίδες. Ακόμα, πάνω από τις παγίδες τοποθετήθηκε ειδικό καπάκι από πλέξιγκλας με ανοίγματα, ώστε να μπορούσε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία του σιφωνισμού και της προσφοράς της τροφής.

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι και οι ατομικές παγίδες και οι ατομικές δεξαμενές που χρησιμοποιήθηκαν προτού τοποθετηθούν στα ενυδρεία, εμβλαπτίστηκαν, για μια περίοδο δέκα ημερών, σε γλυκό νερό, όπως προτείνεται από τους Hawkins και Lloyd, (1981) για να αποφευχθεί η έκκριση στο νερό των ενυδρείων, επικίνδυνων για τους υδρόβιους οργανισμούς ουσιών που περιέχονται στα διάφορα είδη πλαστικών.

2.7. Περιγραφή σιτηρέσιου των αστακοκαραβίδων

Αρχικά υπήρξε μια περίοδο εγκλιματισμού διάρκειας 72 ημερών (μετρούμενη από την τοποθέτηση των αστακοκαραβίδων στα ενυδρεία μέχρι την έναρξη της διατροφής τους), κατά την οποία η προσφερόμενη τροφή δεν καταναλωνόταν. Μετά από αυτήν την περίοδο προσφερόταν τροφή δύο φορές την εβδομάδα. Από τα έξι ενυδρεία από τα οποία αποτελούνταν το κύκλωμα, στα δύο προσφερόταν στις αστακοκαραβίδες ζωντανή τροφή (ομάδα κατεψυγμένων μυδιών) και στα άλλα δύο ενυδρεία τεχνητή τροφή (ομάδα συμπήκτων, pellets). Σε κάθε αστακοκαραβίδα που τρεφόταν με τεχνητή τροφή, προσφερόταν κάθε φορά ένα σύμπηκτο, ενώ στα άλλα δύο ενυδρεία δεν προσφέρονταν καθόλου τροφή (ομάδα ασιτίας). Παρατίθεται πίνακας με την ποσοτική σύσταση των συμπήκτων που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 2.4. Ποσοστιαία σύσταση συμπήκτων (EWOS)

Στοιχεία	Ποσότητα
Έλαια	26%
Πρωτεΐνη	43%
Φυτικές ίνες	1%
Τέφρα	8%
Βιταμίνη A	10000 μ /kg
Βιταμίνη D	1750 μ /kg
Βιταμίνη E	240 μ /kg

Τα περιεχόμενα των συμπηκτων ήταν: ιχθυάλευρο, ιχθυέλαιο, σόγια, αρακάς, σιτάρι, μέταλλα, βιταμίνες, χαλκός (8mg/kg), ethoxygun (εγκεκριμένο αντιοξειδωτικό), astaxanthin (εγκεκριμένη χρωστική).

Στις αστακοκαραβίδες που προσφέρονταν μύδια (*Mytilus* spp.), το βάρος της ποσότητας των μυδιών υπολογιζόταν σε ποσοστό 1% του συνολικού τους βάρους, ενώ σε αυτές που προσφέρονταν σύμπηκτα, το βάρος των σύμπηκτων ήταν καθορισμένο. Το βάρος της τροφής που παρεχόταν ήταν περίπου το ίδιο για όλα τα ενυδρεία (~1 gr).

Πίνακας 2.5. Ποσοστιαία σύσταση μυδιών (*Mytilus* spp.) (Tomec et al., 1997)

Στοιχεία	Ποσότητα
Υγρασία	72.90% - 80.33%
Πρωτεΐνη	12.36% - 14.86%
Λιπίδια	1.35% - 2.14%
Τέφρα	2.20% - 2.65%

Στην συνέχεια παρατίθενται ο πίνακας 2.6. που παρουσιάζει το ποσοστό παρεχόμενης τροφής σε σχέση με το σωματικό βάρος κάθε αστακοκαραβίδας ανά ενυδρείο. Πρέπει να σημειωθεί ότι στον υπολογισμό του ποσοστού της τροφής που παρεχόταν δεν λήφθηκαν υπόψη οι αστακοκαραβίδες που προορίζονταν για γεννήτορες (ενυδρεία 2,5,6).

Πίνακας 2.6. Ποσοστό παρεχόμενης τροφής.

Είδος παρεχόμενης τροφής	Ενυδρεία	Μέσος όρος βάρους ατόμων	Ποσοστό παρεχόμενης τροφής σε σχέση με το σωματικό βάρος
Μύδια	Ενυδρείο 1	16,21 gr	6,18%
	Ενυδρείο 6	14,61 gr	6,84%
Σύμπληκτα	Ενυδρείο 2	16,68 gr	5,60%
	Ενυδρείο 5	16,31 gr	6,12%

Ο υπολογισμός του βάρους της τροφής ήταν σημαντικός, ώστε να βρούμε πόση τροφή καταναλώθηκε από τις αστακοκαραβίδες. Ο υπολογισμός της καταναλωθείσας τροφής γίνονταν με τη βοήθεια της διαδικασίας του σιφωνισμού.

Με το σιφωνισμό, χρησιμοποιώντας λάστιχο κατάλληλης διαμέτρου (3mm) ώστε να χωράει να περάσει από τα ανοίγματα που είχαν τα καπάκια των παγίδων, δημιουργούνταν ροή νερού από το ενυδρείο προς το δοχείο που χρησιμοποιούνταν για τη κατακράτηση της τροφής. Το δοχείο χρησιμοποιούνταν για να μη χάνεται το νερό που έφευγε κατά τον σιφωνισμό και ο οποίος καλύπτονταν από πάνω με δίχτυ μικρού ανοίγματος “ματιού” για τη κατακράτηση της τροφής. Έτσι το νερό περνούσε από το δίχτυ, ενώ η μη καταναλωθείσα τροφή έμενε πάνω σ’ αυτό. Έπειτα, η τροφή που είχε συλλεχθεί και η οποία τοποθετούνταν σε μικρά μπουκάλια, και ζυγίζόταν μαζί με αυτό. Έτσι, έχοντας υπολογίσει το βάρος της τροφής που δώθηκε αρχικά, το βάρος

του μπουκαλιού, όπως και το βάρος του μπουκαλιού μαζί με την μη καταναλωθείσα τροφή, υπολογιζόταν η ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε από τη κάθε αστακοκαραβίδα ατομικά. Ύστερα από την όλη διαδικασία, τα μικρά μπουκαλάκια τοποθετούνταν σε ψυγείο.

Τύπος υπολογισμού καταναλωθείσας τροφής.

Τροφή καταναλωθείσα = Τροφή προσφερόμενη - [(Βάρος μπουκαλιού + μη καταναλωθείσα τροφή) - (Βάρος μπουκαλιού)]

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός της καταναλωθείσας τροφής δεν μπορούσε να υπολογιστεί στα ενυδρεία που προσφερόταν τεχνητή τροφή (σύμπηκτα), λόγω αδυναμίας συλλογής της μη καταναλωθείσας τροφής, γεγονός που οφειλόταν στη διάλυση των συμπήκτων μέσα στο νερό σε πολύ μικρά σωματίδια, καθιστώντας αδύνατο τον εντοπισμό και την συλλογή των σωματιδίων.

2.8. Θνησιμότητα αστακοκαραβίδων

Όπως ήταν φυσικό, υπήρξαν απώλειες αστακοκαραβίδων για διάφορους λόγους. Για κάθε αστακοκαραβίδα που πέθαινε γινόταν καταγραφή της ημερομηνίας θανάτου, όπως και ποια αστακοκαραβίδα ήταν και από ποιο ενυδρείο. Έπειτα, οι νεκρές αστακοκαραβίδες τοποθετούνταν σε ειδικές πλαστικές σακούλες και μετέπειτα σε καταψύκτη. Συνολικά πέθαναν 7 αστακοκαραβίδες, ενώ κατά τη μεταφορά στο εργαστήριο δεν σημειώθηκε θνησιμότητα.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για όσες αστακοκαραβίδες πραγματοποίησαν έκδυση. Τα κομμάτια της έκδυσης που δεν καταναλώνονταν από τις αστακοκαραβίδες, σε διάστημα δύο ημερών, τοποθετούνταν και αυτά στη κατάψυξη μέσα στις ειδικές πλαστικές σακούλες.

2.9. Μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων

Η μέτρηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού γίνονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα (2-3 φορές την εβδομάδα). Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν μη ηλεκτρονικά θερμομέτρα, ενώ για το pH χρησιμοποιήθηκαν πεχάμετρα, όπως και πεχαμετρικό χαρτί. Τέλος, για τη μέτρηση της αμμωνίας έγινε χρήση ειδικού κριτήριου, ενώ για τη μέτρηση της περιεκτικότητας του νερού σε οξυγόνο, χρησιμοποιήθηκε οξυγονόμετρο (Εικ. 2.10.). Το pH κυμάνθηκε μεταξύ 7,5-8, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο στην ομάδα που τρέφονταν μύδια, με σύμπληκτα και σε αυτό που βρίσκονταν σε ασιτία ήταν 8.1, 7.5, 8.4 ppm κατά μέσο όρο στη διάρκεια του πειράματος, αντίστοιχα.



Εικόνα 2.10. Οξυγονόμετρο

πηγή: προσωπικό αρχείο

2.10. Θανάτωση αστακοκαραβίδων και συλλογή ιστών

Η θανάτωση των αστακοκαραβίδων πραγματοποιήθηκε με πρόκληση ζημιάς στον εγκέφαλο τους (στην κορυφή του κεφαλοθώρακα). Στην συνέχεια γινόταν συλλογή ιστού λευκού μυός και ολόκληρου του ηπατοπαγκρέατος από όλες τις ομάδες των αστακοκαραβίδων για πρωτεϊνική ανάλυση. Οι ιστοί αμέσως μετά την αφαίρεση τους τοποθετήθηκαν σε υγρό άζωτο και κρατήθηκαν στους -80°C . Πρέπει να αναφερθεί ότι η θανάτωση των αστακοκαραβίδων που βρίσκονταν στα ενυδρεία στα οποία δεν προσφερόταν τροφή πραγματοποιήθηκε 13 ημέρες νωρίτερα (1/9/2006) από την θανάτωση των αστακοκαραβίδων όλων των υπόλοιπων ενυδρείων (14/9/2006).

2.11. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με την χρησιμοποίηση των στατιστικών πακέτων Statgraphics Plus 5, Microsoft Excel και SPSS 10.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Μεταφορά Αστακοκαραβίδων.

Η μεταφορά των αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο, όπως προαναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε στις 7/12/2005 (ομάδα σε ασιτία) και στις 28/2/2006 (ομάδα που τρέφονταν με σύμπληκτα και η ομάδα που τρέφονταν με φυσική τροφή). Κατά την μεταφορά δεν παρατηρήθηκαν απώλειες αστακοκαραβίδων. Η πυθμενική θερμοκρασία στην περιοχή αλίευσης κυμαίνεται μεταξύ 12,84 °C - 13,32 °C. Η θερμοκρασία στην οποία επιλέχθηκε να τοποθετηθούν οι αστακοκαραβίδες στο κλειστό σύστημα ήταν 12 °C.

3.2. Περίοδος εγκλιματισμού.

Αρχικά παρατηρήθηκε μια περίοδος 72 ημερών (μετρούμενη από την τοποθέτηση των αστακοκαραβίδων στα ενυδρεία μέχρι την έναρξη της διατροφής τους), κατά την οποία η τροφή που προσφερόταν στις αστακοκαραβίδες δεν καταναλωνόταν από καμία ομάδα. Πρέπει να αναφερθεί ότι η ομάδα των αστακοκαραβίδων το οποίο τρεφόταν με σύμπληκτα άργησε ακόμα περισσότερο να ξεκινήσει την κατανάλωση των συμπλήκτων. Αυτή η περίοδος θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια περίοδος εγκλιματισμού στις εργαστηριακές συνθήκες, αφού οι αστακοκαραβίδες ήταν ήδη νεαρά άτομα όταν συλλέχθηκαν από το φυσικό τους περιβάλλον, και προσαρμογής στην προσφορά τροφής (σύμπληκτα και κατεψυγμένα μύδια).

3.3. Θνησιμότητα Αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο.

Αυξημένη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην ομάδα των αστακοκαραβίδων που βρισκόταν σε ασιτία. Επιπλέον, θνησιμότητα παρατηρήθηκε και στην ομάδα των συμπλήκτων, εν τούτοις δεν παρατηρήθηκε καμία απολύτως θνησιμότητα στην ομάδα που τρέφονταν με μύδια. Οι θνησιμότητες παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.1. Ποσοστό θνησιμότητας ανά ομάδα

Ομάδα	Μύδια (Ενυδρεία 1 και 6)	Σύμπληκτα (Ενυδρεία 2 και 5)	Ασιτία (Ενυδρεία 3 και 4)
Νεκρά άτομα	0	3	5
Ποσοστό θνησιμότητας	0%	25%	50%

3.4. Ποσότητα καταναλωθείσας τροφής από την ομάδα των μυδιών.

Η ποσότητα της καταναλωθείσας τροφής καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος ανά άτομο αστακοκαραβίδας, στην ομάδα των μυδιών, παρατίθεται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. Ποσότητα καταναλωθείσας τροφής ανά άτομο.

Ημερομηνία	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8	Άτομο 9
4/5/2006	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,65	0,65	0,65	0,65
7/5/2006	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,57	0,57	0,57	0,57
11/5/2006	0***	0***	0***	0***	0***	0,572	0,572	0,572	0,572
14/5/2006	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,96	0,96	0,96	0,96
18/5/2006	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0**	0***	0***	0***
21/5/2006	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,62	0,62	0,62	0,62
25/5/2006	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,61	0,61	0,61	0,61
28/5/2002	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,88	0,88	0,88	0,88
1/6/2006	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,92	0,92	0,92	0,92
4/6/2006	0,78	0,48	0,44	0***	0,76	1,07	0,56	0,56	0***
8/6/2006	1,05	0,40	0,56	0**	0,77	1,01	1,05	0***	0,44
11/6/2006	1,04	0,76	0***	0**	1,03	1,06	0,27	0***	0,96
15/6/2006	0**	0,82	0,87	1,10	0	1,09	1,00	0,10	0,86
18/6/2006	0**	0,57	0,68	1,05	1,07	1,08	0***	0,54	0,59
22/6/2006	1	1,02	1,09	1,07	1,09	1,10	1,04	0,39	0,39
25/6/2006	1,07	1,02	0,81	0,64	1,06	1,09	0***	0,60	0***
29/6/2006	1,08	0,76	0***	0,61	1,02	1,08	0***	0,87	0,69
16/7/2006	1	1,00	1,10	1,07	1,05	1,02	0**	0***	0***
20/7/2006	1,07	1,08	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	0,88	0,37
23/7/2006	1,06	1,06	1,02	1,09	1,02	1,08	0,87	0,61	1,07
27/7/2006	1,05	1,09	1,01	1,08	1,08	1,07	1,07	0,38	0**
30/7/2006	1,08	1,05	0,63	1,07	1,08	1,06	0,63	0,45	1,08
3/8/2006	1,07	1,08	1,08	1,08	0**	1,08	1,09	0,27	1,09
6/8/2006	1,06	1,07	0,55	1,04	0**	1,02	0,64	0***	1,05
10/8/2006	1,08	1,07	0,97	1,09	1,08	1,09	1,08	0,61	1,08
13/8/2006	1,08	0,64	0,42	0,42	1,08	1,02	1,09	0,54	1,04
17/8/2006	1,04	0,77	0,69	0,52	1,07	1,09	1,09	0,24	1,09
20/8/2006	1,08	0,63	0**	1,00	1,058	1,09	0,84	0***	1,06
24/8/2006	1,08	0,18	0**	1,09	1,04	0,98	0***	0,62	1,07
27/8/2006	1,07	0***	0**	1,08	1,09	0,85	0,45	0,25	1,06
31/8/2006	1,07	0***	1,09	1,01	1,01	0,79	0,91	0**	1,10
3/9/2006	1,03	0**	0,78	1,09	1,03	0,39	0,53	0,48	0,75
7/9/2006	1,02	0**	1,06	1,03	1,04	0,67	0,65	0,78	0,98
10/9/2006	1,08	0,43	0,83	1,03	1,02	0,52	0,65	0***	0***
Άθροισμα	30,34	23,28	23,07	27,64	29,02	30,25	22,36	14,95	23,61
Μ.Ο. ανά ημέρα	0,23	0,18	0,18	0,21	0,22	0,23	0,17	0,12	0,18

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 34 μετρήσεις. Η αρίθμηση των αστακοκαραβίδων έγινε ως εξής: Τα άτομα από 1-5 βρίσκονταν στο ενυδρείο 1 και τα άτομα 6-9 στο ενυδρείο 6. Οι μετρήσεις που παρουσιάζουν τιμή 0, οφείλονται στο ότι το άτομο εκείνο δεν τράφηκε ή είχε εκδυθεί ή διότι η αστακοκαραβίδα είχε διαφύγει από την δεξαμενή κράτησης της (όλες τιμές της καταναλωθείσας τροφής έχουν στρογγυλοποιηθεί). Η χρονική διάρκεια κατά την οποία μετρήθηκε η τροφή που καταναλωνόταν από τις αστακοκαραβίδες ήταν 130 ημέρες.

** : Έκδυση

*** : Δεν έφαγε

3.4.1. Ανάλυση σχέσης μεταξύ διατροφής αστακοκαραβίδων και ενυδρείων.

Για να διερευνήσουμε αν τα ενυδρεία επιδρούν στη διατροφή των αστακοκαραβίδων χρησιμοποιήθηκε το χ^2 κριτήριο. Δεν χρησιμοποιήθηκε παραμετρικό κριτήριο διότι δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όλες οι μετρήσεις της καταναλωθείσας τροφής προέρχονταν από κανονική κατανομή και αυτό διότι υπήρχαν γεγονότα κατά την διάρκεια του πειράματος που επηρέασαν την πρόσληψη τροφής όπως:

1. Ο διαφορετικός χρόνος προσαρμογής στις τεχνητές συνθήκες
2. Οι εκδύσεις, οι οποίες ίσως να επηρεάζουν την πρόσληψη τροφής.

Το χ^2 κριτήριο είχε ως εξής:

Μηδενική υπόθεση: οι δεξαμενές δεν επιδρούν στη διατροφή των αστακοκαραβίδων.

Εναλλακτική υπόθεση: οι δεξαμενές επιδρούν στην πρόσληψη τροφής.

Για τη διεξαγωγή αυτού του κριτηρίου οι αστακοκαραβίδες χωρίστηκαν σε δύο κλάσεις ανάλογα με την ποσότητα της τροφής που κατανάλωναν. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε ως εξής: Όσες αστακοκαραβίδες είχαν ατομικό μέσο όρο καταναλωθείσας τροφής μεγαλύτερο από το γενικό μέσο όρο καταναλωθείσας τροφής όλων των αστακοκαραβίδων τότε χαρακτηρίζονταν ως “πολυφαγικές”, ενώ όσες αστακοκαραβίδες είχαν ατομικό μέσο όρο καταναλωθείσας τροφής μικρότερο από το γενικό μέσο όρο καταναλωθείσας τροφής όλων των αστακοκαραβίδων χαρακτηρίζονταν ως “ολιγοφαγικές”.

Το χ^2 κριτήριο έδειξε για $\alpha = 0,05$, $\chi^2 = 1,1025$, $P = 0,29$. Επομένως, συμπαιρένουμε ότι ισχύει η μηδενική υπόθεση δηλαδή οι δεξαμενές δεν επιδρούν στην πρόσληψη τροφής των αστακοκαραβίδων.

3.4.2. Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής για την καταναλωθείσα τροφή κάθε αστακοκαραβίδας.

Πίνακας 3.3. Περιγραφική στατιστική καταναλωθείσας τροφής ανά άτομο

	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8	Άτομο 9
Μέσος όρος	0,89	0,68	0,67	0,81	0,85	0,88	0,65	0,46	0,69
Τυπικό σφάλμα	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06
Διάμεσος	1,05	0,76	0,79	1,017	1,03	1,02	0,64	0,55	0,80
Τυπική απόκλιση	0,34	0,39	0,39	0,38	0,37	0,26	0,37	0,32	0,39
Διακύμανση δείγματος	0,11	0,15	0,15	0,14	0,13	0,06	0,14	0,10	0,15
Ελάχιστη τιμή	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μέγιστη τιμή	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,09	1,08	0,99	1,09
Αριθμός μετρήσεων	34	34	34	34	34	34	34	34	34

Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής βρέθηκαν από την χρήση των μη στρογγυλοποιημένων τιμών της καταναλωθείσας τροφής.

3.5. Πείραμα αύξησης.

3.5.1. Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής αρχικών βαρών για κάθε ενυδρείο.

	Ενυδρείο 1(Βάρη) μύδια	Ενυδρείο 2(Βάρη) σύμπηκτα	Ενυδρείο 3(Βάρη) ασιτία	Ενυδρείο 4(Βάρη) ασιτία	Ενυδρείο 5(Βάρη) σύμπηκτα	Ενυδρείο 6(Βάρη) μύδια
Μέσος όρος	16,29	16,68	32,77	34,79	16,31	14,61
Τυπικό σφάλμα	0,85	1,15	4,56	4,50	1,59	1,94
Διάμεσος	16,44	16,44	34,05	38,08	17,39	15,79
Τυπική απόκλιση	1,90	2,31	10,19	11,03	3,18	2,51
Διακύμανση δείγματος	3,63	5,37	103,97	121,84	10,13	6,34
Ελάχιστη τιμή	13,69	14,11	18,58	15,13	11,7	14,4
Μέγιστη τιμή	18,5	19,73	45,22	44,02	18,8	20,1
Άθροισμα	81,49	66,72	163,88	208,76	65,27	72,3
Αριθμός ατόμων	5	4	5	6	4	4

Όλες οι παραπάνω τιμές έχουν στρογγυλοποιηθεί

3.5.2. Ανάλυση διακύμανσης αρχικών βαρών αστακοκαραβίδων.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αρχικά βάρη των αστακοκαραβίδων που τοποθετήθηκαν στο κλειστό κύκλωμα.

Πίνακας 3.4. Αρχικά βάρη αστακοκαραβίδων.

	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 1 (BAPH σε gr)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 2 (BAPH σε gr)
Μέσος όρος βαρών	16,29	16,68

	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 5 (BAPH σε gr)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 6 (BAPH σε gr)
Μέσος όρος βαρών	16,31	14,61

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA, $\alpha=0,05$, $P=0,74$, $F=0,42$) έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άτομα που τοποθετήθηκαν στα ενυδρεία 1, 2, 5, 6 στην αρχή του πειράματος (2/2006).

	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 3 (BAPH σε gr)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 4 (BAPH σε gr)
Μέσος όρος βαρών	32,77	34,79

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε και t-κριτήριο ανάμεσα στα ενυδρεία 3 και 4 (ασιτία), το οποίο έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άτομα των δύο ενυδρείων ($\alpha=0,05$, $P=0,76$) στην αρχή του πειράματος (12/2005).

Πρέπει να αναφερθεί ότι δεν πραγματοποιήθηκε σύγκριση όλων των ενυδρείων διότι οι αστακοκαραβίδες στις οποίες προσφερόταν τροφή τοποθετήθηκαν στο σύστημα αφού πρώτα είχαν τοποθετηθεί οι αστακοκαραβίδες στις οποίες δεν προσφερόταν τροφή.

3.5.3. Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής τελικών βαρών για κάθε ενδρείο.

Πίνακας 3.5. Περιγραφική στατιστική των τελικών βαρών των αστακοκαραβίδων ανά άτομο.

	Ενδρείο 1(Βάρη) μύδια	Ενδρείο 2(Βάρη) σύμπηκτα	Ενδρείο 3(Βάρη) ασιτία	Ενδρείο 4(Βάρη) ασιτία	Ενδρείο 5(Βάρη) σύμπηκτα	Ενδρείο 6(Βάρη) μύδια
Μέσος όρος	20,91	16,71	25,52	33,24	17,41	17,86
Τυπικό σφάλμα	1,22	2,8	7,38	3,56	1,19	2,66
Διάμεσος	19,9	16,71	25,521	31,07	17,41	17,9
Τυπική απόκλιση	2,73	3,96	10,44	6,17	2,37	5,32
Διακύμανση δείγματος	7,45	15,68	108,90	38,11	5,64	28,35
Ελάχιστη τιμή	17,53	13,91	18,142	28,45	14,76	11,44
Μέγιστη τιμή	24,44	19,51	32,9	40,21	20,05	24,26
Άθροισμα	104,58	33,42	51,042	99,73	69,63	71,5
Αριθμός ατόμων	5	2	2	3	4	4

Όλες οι παραπάνω τιμές έχουν στρογγυλοποιηθεί

3.5.4. Ανάλυση διακύμανσης τελικών βαρών των αστακοκαραβίδων.

Πίνακας 3.6. Τελικά βάρη αστακοκαραβίδων.

	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 1 (ΒΑΡΗ)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 2 (ΒΑΡΗ)
Μέσος όρος	20,91	16,71

Πίνακας 3.6. Τελικά βάρη αστακοκαραβίδων (συνέχεια).

	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 5 (ΒΑΡΗ)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 6 (ΒΑΡΗ)
Μέσος όρος	17,41	17,86

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA, $\alpha= 0,05$, $P= 0,41$ έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα τελικά βάρη των ατόμων μετά το πέρας του πειράματος αύξησης για τα ενυδρεία 1, 2, 5, 6.

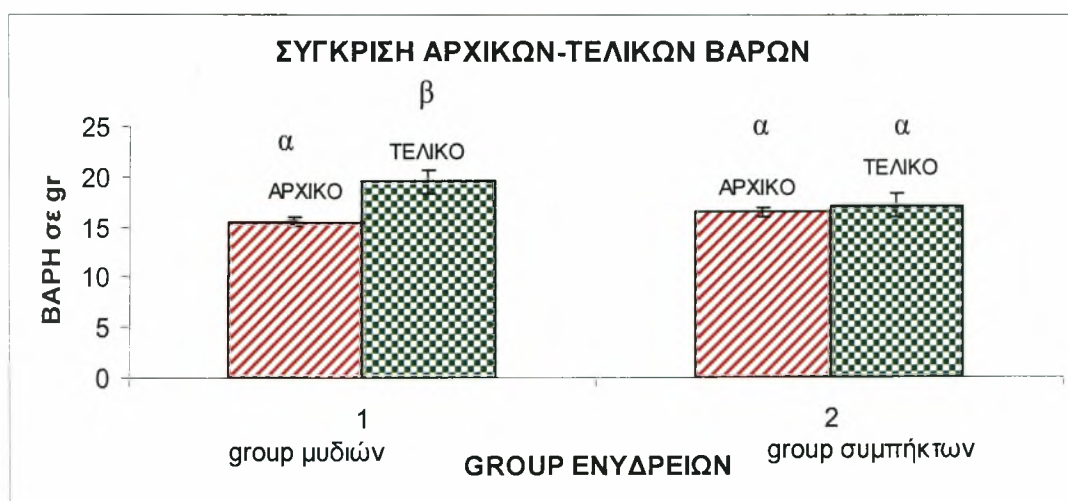
	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 3 (ΒΑΡΗ)	ΕΝΥΔΡΕΙΟ 4 (ΒΑΡΗ)
Μέσος όρος	25,52	33,24

Επίσης, πραγματοποιήθηκε t-κριτήριο ανάμεσα στα ενυδρεία 3 και 4 (ασιτία), το οποίο έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα άτομα των δύο ενυδρείων ($\alpha= 0,05$, $P= 0,36$) μετά το πέρας του πειράματος.

Για την σύγκριση των αρχικών και τελικών βαρών των ατόμων, πραγματοποιήθηκαν t-κριτήριο. Για την ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με μύδια το t-κριτήριο έδειξε ότι ($\alpha= 0,05$, $P= 0,03$ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών βαρών. Για την ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με σύμπηκτα το t-κριτήριο έδειξε ότι ($\alpha= 0,05$, $P= 0,64$ δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών βαρών.

Στην συνέχεια παρατίθενται σχεδιάγραμμα που συγκρίνει τα τελικά και αρχικά βάρη των αστακοκαραβίδων.

Σχεδιάγραμμα 3.1. Σύγκριση αρχικών και τελικών βαρών στα άτομα που ταΐζονταν



3.5.5. Σύγκριση αρχικών και τελικών βαρών στην ομάδα που βρισκόταν σε ασιτία.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε t-κριτήριο για την ομάδα των αστακοκαραβίδων που βρισκόταν σε ασιτία, το οποίο έδειξε ότι ($\alpha = 0,05$, $P = 0,48$) δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών βαρών παρόλο που τα άτομα έχασαν βάρος και η θνησιμότητα ήταν μεγάλη.

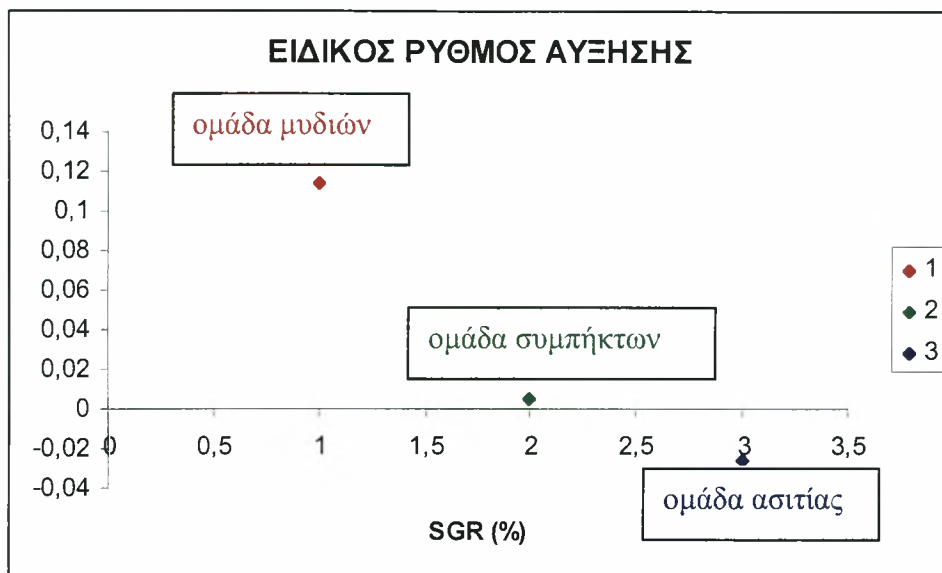
Σχεδιάγραμμα 3.2.



3.5.6. Υπολογισμός του ειδικού ρυθμού αύξησης (SGR).

Πραγματοποιήθηκε t-κριτήριο ανάμεσα στην ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με μύδια και σύμπηκτα το οποίο έδειξε ότι οι ειδικοί ρυθμοί αύξησης των αστακοκαραβίδων σε κάθε ομάδα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($\alpha = 0,05$, $P = 0,01$), γεγονός το οποίο φαίνεται και από το σχεδιαγράμμά 3.3.

Σχεδιάγραμμα.3.3.



3.5.7. Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής των ατομικών ρυθμών αύξησης.

Πίνακας 3.7.

	SGR αστακοκαραβίδων ομάδα μυδιών	SGR αστακοκαραβίδων ομάδα συμπήκτων	SGR αστακοκαραβίδων ομάδα ασιτίας
Μέσος όρος	0,11	0,005	-0,02
Τυπικό σφάλμα	0,01	0,03	0,09
Διάμεσος	0,12	-0,01	-0,01
Τυπική απόκλιση	0,04	0,09	0,21
Διακύμανση δείγματος	0,002	0,008	0,04
Ελάχιστη τιμή	0,01	-0,09	-0,32
Μέγιστη τιμή	0,16	0,16	0,27
Άθροισμα	1,02	0,03	-0,12
Αριθμός ατόμων	9	6	5

3.6. Μετρήσεις μορφομετρικών παραμέτρων.

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας ο οποίος παρουσιάζει όλες τις μετρήσεις των μορφομετρικών παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν, του μήνες Μάιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο του 2005, καθώς το φύλο των ατόμων και το στάδιο αναπαραγωγικής ωριμότητας των θυληκών (οι μοφομετρικές μετρήσεις έχουν γίνει σε cm).

Πίνακας 3.7. Μετρήσεις μορφομετρικών παραμέτρων

Ημερομηνία	Μήκος κεφαλοθώρακα	Πλάτος κοιλιακού σωμήτη	Σωματικό βάρος	Φύλο	Στάδιο αναπαραγωγικής ωριμότητας
22/4/2005	46,8	23,8	59,6	F	*
	46,0	22,2	50,8	F	*
	35,4	10,8	53,9	F	*
	31,4	12,5	40,8	F	*
	40,7	25,6	50,3	F	*
	34,0	14,0	48,3	F	*
	35,5	14,6	45,3	F	*
	35,5	13,0	34,8	F	*

	33,3	14,1	42,0	F	*
	48,3	19,6	134,4	M	
	41,8	13,9	82,2	M	
	33,9	14,9	71,5	M	
	43,4	18,6	80,7	M	
	47,5	13,8	93,1	M	
	44,4	13,3	83,0	M	
18/5/2005	44,9	23,0	55,7	F	3
	42,7	22,4	59,0	F	3
	36,2	20,7	35,7	F	2
	38,6	18,8	37,7	F	4
	35,7	18,6	32,6	F	4
	44,1	23,7	61,4	M	
	40,0	21,7	41,3	F	3
	44,6	23,8	47,0	F	3
	38,8	20,5	42,2	F	2
	41,0	22,7	53,9	F	2
	43,5	25,0	46,1	F	2
	39,6	20,4	45,4	F	3
	41,7	21,3	45,2	F	3
	41,5	21,6	39,2	F	3
	38,9	18,5	35,8	M	
	41,4	21,8	47,9	F	3
	45,0	22,6	56,1	M	
	39,6	20,7	41,5	F	3
	41,6	22,5	50,2	F	3
	40,2	20,4	43,1	F	3
	35,9	17,7	30,9	F	3
	37,5	19,6	34,8	F	2
	40,9	20,0	43,4	F	2
28/8/2005	30,2	13,3	31,6	F	3
	34,7	16,0	45,4	F	3
	34,3	15,8	43,3	F	3
	35,6	16,1	50,5	F	4
	32,0	14,1	39,8	F	2
	31,0	15,3	43,7	F	5
	31,6	13,2	26,8	F	6
	27,5	11,4	29,0	F	4
	32,6	17,3	55,8	F	
	27,9	10,6	29,0	F	4
	20,5	7,9	12,6	F	4
	35,9	15,9	53,8	F	3
	32,0	14,3	47,8	F	4
	24,3	10,3	24,5	F	5
	27,8	11,8	24,9	F	2
	23,9	8,1	19,6	F	4
	28,3	12,2	31,2	M	
	29,0	12,2	32,4	F	2
	26,9	11,8	22,3	F	2
	32,7	14,7	38,8	F	3

	27,8	12,0	25,9	F	2
	26,8	11,4	24,2	F	4
	24,9	10,3	19,4	M	
	28,4	12,5	32,1	F	2
	27,3	11,8	28,5	F	2
	28,0	13,7	27,0	F	2
	29,2	13,1	31,6	F	2
	25,9	11,0	21,5	F	2
	21,6	8,7	17,6	F	4
	31,9	14,8	38,3	F	4
	29,5	12,5	34,8	F	4
	30,6	13,9	38,7	F	4
	30,0	12,6	38,2	F	4
	28,8	12,6	36,1	F	4
	37,5	17,8	51,8	F	4
	33,9	16,0	44,2	F	4
15/9/2005	32,3	13,7	44,2	F	4
	33,9	13,7	44,9	M	
	34,5	13,9	47,3	M	
	32	12,8	52	M	
	35,8	15,9	48,2	F	2
	31,5	32,5	30	F	1
	31	13,7	34,2	F	3
	30,8	14	35,1	F	3
13/10/2005	27,9	13,3	37,2	F	2
	27,8	12,0	29,6	F	4
	28,0	12,9	26,1	F	2
	27,0	11,6	31,5	F	4
	28,3	12,6	29,2	F	2
	27,2	11,3	30,3	F	2
	31,7	14,9	38,9	F	4
	29,4	12,8	29,4	F	2
	29,3	11,4	31,9	F	4
	28,3	12,8	26,3	F	1
	30,0	13,4	40,8	F	4
	27,0	12,0	31,8	F	4
	29,2	12,5	32,4	F	2
	28,9	12,8	34,9	F	2
	29,5	12,9	33,9	F	2
	29,7	12,7	33,2	F	2
	31,6	14,5	41,9	F	2
	31,9	14,0	40,4	F	2
	28,8	12,9	28,8	F	3
	28,4	12,0	33,5	F	2
	27,8	12,5	30,9	F	2
	31,8	13,9	35,2	F	2
	28,0	12,3	32,1	F	4
	26,4	11,8	27,5	F	2
	28,0	11,9	27,7	F	3
	27,7	12,0	33,6	F	3

	28,6	11,5	31,8	F	3
	28,9	12,0	26,8	F	2
	31,2	14,5	44,5	F	4
	30,0	12,1	31,0	F	4
15/11/2005	38,0	15,6	64,7	M	
	30,5	11,7	34,6	M	
	33,2	14,5	45,6	F	4
	21,9	9,8	27,9	M	
	30,0	13,2	31,4	F	4
	28,1	9,9	30,5	M	
	30,5	12,5	38,5	F	4
	33,4	14,4	47,5	F	4
	32,5	14,4	36,4	F	4
	30,0	13,5	37,2	F	5
	34,5	15,0	55,1	F	5
	31,6	12,5	39,0	M	
	31,4	14,1	36,3	F	5
	29,1	11,8	28,9	F	4
	30,5	13,4	36,6	F	4
	30,0	13,3	34,3	F	4
	30,8	12,8	38,5	F	4
	29,3	12,9	32,7	F	4
	27,3	11,0	24,6	F	4
	30,7	11,0	38,7	M	

Ημερομηνία	Μήκος κεφαλοθώρακα	Πλάτος κοιλιακού σωμήτη	Σωματικό βάρος	Φύλο	Στάδιο αναπαραγωγικής ωριμότητας
	24,3	9,4	22,9	F	4
	25,9	9,9	24,3	F	4
15/11/2005	24,7	8,0	21,7	F	1
	25,4	9,0	22,4	F	1
	25,3	9,6	22,8	F	4
	23,9	9,3	19,6	F	4
	20,9	6,6	16,8	F	5
	21,4	7,9	19,1	F	4
	25,4	9,9	24,4	F	4
	23,0	8,3	20,4	F	4
	24,2	9,0	20,3	F	4
	24,9	8,9	20,9	F	4
	22,3	7,5	16,7	F	4
	25,0	8,8	20,8	F	4
	23,5	8,4	21,9	F	4
	24,2	8,9	21,9	F	4

* Δεν πραγματοποιήθηκε μέτρηση.

3.6.1. Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής μορφομετρικών χαρακτηριστικών.

Πίνακας 3.8.

	Σωματικό βάρος (θηλυκά άτομα)	Σωματικό βάρος (αρσενικά άτομα)
Αριθμός ατόμων	128	20
Μέσος όρος	35,12	56,42
Τυπική απόκλιση	10,30	28,05
Διακύμανση δείγματος	106,14	787,03
Ελάχιστη τιμή	12,6	19,4
Μέγιστη τιμή	59,6	134,4

	Πλάτος κοιλιακού σωμήτη (θηλυκά άτομα)	Πλάτος κοιλιακού σωμήτη (αρσενικά άτομα)
Αριθμός ατόμων	128	20
Μέσος όρος	14,17	14,61
Τυπική απόκλιση	4,46	4,01
Διακύμανση δείγματος	19,92	16,13
Ελάχιστη τιμή	6,6	9,8
Μέγιστη τιμή	25,9	23,7

	Μήκος κεφαλοθώρακα (θηλυκά άτομα)	Μήκος κεφαλοθώρακα (αρσενικά άτομα)
Αριθμός ατόμων	128	20
Μέσος όρος	31,23	36,08
Τυπική απόκλιση	5,715	7,77
Διακύμανση δείγματος	32,66	60,51
Ελάχιστη τιμή	20,5	21,9
Μέγιστη τιμή	46,8	48,3

3.6.3. Σύγκριση μορφομετρικών χαρακτηριστικών μεταξύ φύλων.

Για κάθε μορφομετρικό χαρακτηριστικό πραγματοποιήθηκε t-κριτήριο μεταξύ των δύο φύλων, τα αποτελέσματα είχαν ως εξής:

- Σωματικό βάρος: Σύμφωνα με το αποτέλεσμα του t-κριτήριο (για $\alpha= 0,05$ $P= 2,61655E-9$) υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δείγματα αρσενικών και θηλυκών ατόμων.
- Πλάτος κοιλιακού σωμήτη: Σύμφωνα με το αποτέλεσμα του t-κριτήριο (για $\alpha= 0,05$ $P= 0,677016$) δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο δείγματα αρσενικών και θηλυκών ατόμων.
- Μήκος κεφαλοθώρακα: Σύμφωνα με το αποτέλεσμα του t-κριτήριο (για $\alpha= 0,05$ $P= 0,00104392$) δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο δείγματα αρσενικών και θηλυκών ατόμων.

Άρα τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά άτομα σε σωματικό βάρος ($P= 2,61655E-9$)

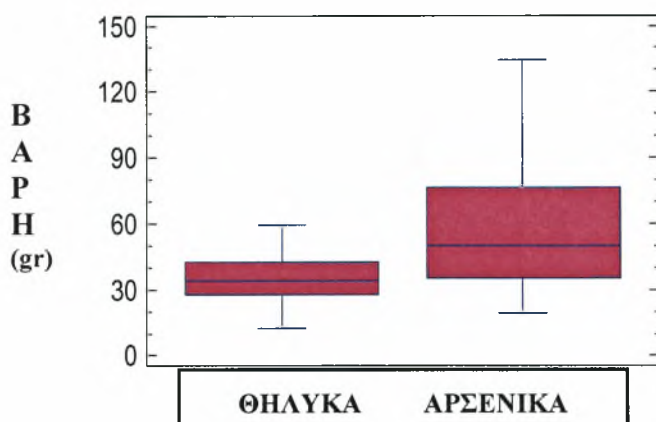
Όσον αφορά το μήκος κεφαλοθώρακα στα αρσενικά άτομα κατά μέσο όρο είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τα θηλυκά άτομα αλλά δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

Για το πλάτος του πλατύτερου κοιλιακού σωμήτη τα αρσενικά άτομα κατά μέσο όρο παρουσιάζουν μεγαλύτερο πλάτος σε σύγκριση με τα θηλυκά άτομα, όχι όμως με στατιστικά σημαντική διαφορά.

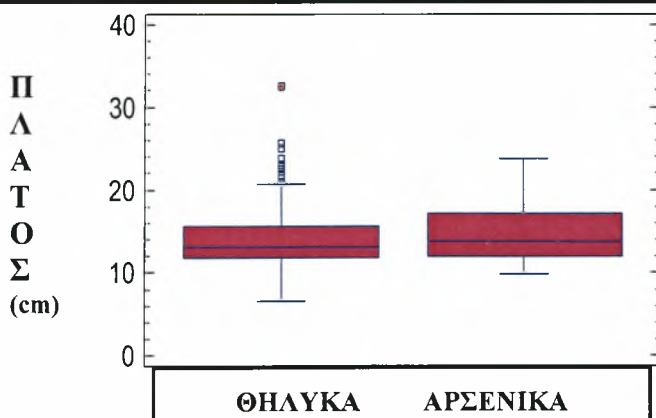
Επιπροσθέτως, αναφορικά με το σωματικό βάρος και το μήκος κεφαλοθώρακα, τα αρσενικά άτομα παρουσιάζουν μεγαλύτερες μέγιστες και ελάχιστες τιμές σε σχέση με τα θηλυκά άτομα, γεγονός που δεν συμβαίνει για το πλάτος του κοιλιακού σωμήτη.

3.1. Θηκογράμματα μορφομετρικών χαρακτηριστικών.

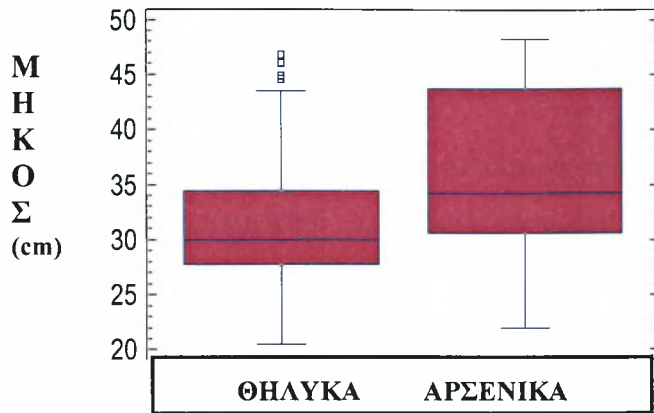
ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ ΒΑΡΩΝ ΘΗΛΥΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ



ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΑΤΟΥΣ ΚΟΙΛΙΑΚΟΥ ΣΩΜΗΤΗ ΘΗΛΥΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ



**ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ ΜΗΚΟΥΣ ΚΕΦΑΛΟΘΩΡΑΚΑ
ΘΗΛΥΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Μεταφορά αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για τη μεταφορά των αστακοκαραβίδων στο εργαστήριο μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιτυχής διότι δεν εμφανίστηκαν φαινόμενα θνησιμότητας για οποιοδήποτε λόγο (π.χ. κανιβαλισμός, τραυματισμός). Οι αστακοκαραβίδες εμφανίζουν μεγάλη αντοχή σε περιβάλλον μειωμένου οξυγόνου (Schmitt and Uglow, 1998), με τα νεαρά άτομα να έχουν μικρότερη αντοχή σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου (Eriksson and Baden, 1997). Επομένως, η αιτία θνησιμότητας στην οποία έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ήταν ο κανιβαλισμός, ο οποίος αποφεύχθει επιτυχώς με την χρήση των παγίδων μεταφοράς.

4.2. Ανάπτυξη Αστακοκαραβίδων

Δεν υπάρχουν διαθέσιμες έρευνες εκτροφής οι οποίες να εστιάζονται στην εκτροφή (πάχυνση) μεγάλου μεγέθους ατόμων. Εν τούτοις, έχει πραγματοποιηθεί έρευνα κατά την οποία επετεύχθηκε η εκτροφή μετανυμφών του είδους *Nephrops norvegicus* μέχρι το στάδιο V με χρήση φρέσκων εμπλουτισμών ναυπλίων της *Artemia salina* ως τροφή (Rotalnd et al., 2001). Στο συγκεκριμένο πείραμα, η ανάπτυξη των αστακοκαραβίδων των τριών ομάδων χαρακτηρίστηκε από μεγάλες διαφορές, οι οποίες θα αναφερθούν με λεπτομέρεια παρακάτω.

1. Ομάδα αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με μύδια.

Η ομάδα αυτή εμφάνισε την μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με την ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με σύμπηκτα. Το γεγονός αυτό πιθανότατα να οφείλεται στην παροχή φυσικής τροφής, στην κατανάλωση της οποίας οι αστακοκαραβίδες δεν είχαν ιδιαίτερο πρόβλημα να προσαρμοστούν, εφόσον με αυτήν, όπως και άλλων, τρέφονται και στο φυσικό τους περιβάλλον. Παρόλα αυτά η ανάπτυξη της ομάδα δεν θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μεγάλη (μέσος όρος SGR=0,11). Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στο ότι τα άτομα που εκτράφηκαν

είναι ενήλικα πράγμα που σημαίνει ότι η ανάπτυξη τους είναι αργή σε σύγκριση με την αύξηση που θα παρουσίαζαν μικρότερης ηλικίας άτομα.

2. Ομάδα αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με σύμπηκτα.

Η ομάδα αυτή εμφάνισε περιορισμένη ανάπτυξη (μέσος όρος $SGR=0,005$). Ο λόγος της περιορισμένης αυτής ανάπτυξης ίσως να οφείλεται στη δυσκολία εγκλιματισμού των ατόμων στην κατανάλωση τεχνητής τροφής (πάνω από 71 ημέρες από την τοποθέτηση τους στο εργαστήριο), γεγονός που προκλήθηκε από το ότι τα άτομα προέρχονταν από τον φυσικό πληθυσμό των αστακοκαραβίδων του Παγασητικού κόλπου και τα οποία μεταφέρθηκαν το εργαστήριο μετά την αλίευση τους.

3. Ομάδα αστακοκαραβίδων που βρίσκονταν σε αστία.

Στην ομάδα αυτό, όπως προαναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, δεν προσφέρθηκε καθόλου τροφή. Επομένως, οι αστακοκαραβίδες εμφάνισαν όπως ήταν αναμενόμενο απώλεια βάρους ($SGR=-0,02$). Χαρακτηριστική ήταν η αντοχή των αστακοκαραβίδων στην έλλειψη τροφής, η οποία αντοχή έφτασε σε διάρκεια τους 10 μήνες περίπου (θνησιμότητα 50%).

4.3. Θνησιμότητα αστακοκαραβίδων

Η θνησιμότητα κυμάνθηκε σε πολύ διαφορετικά επίπεδα μεταξύ των τριών ομάδων. Δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα στην ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με μύδια (0%), γεγονός που σημαίνει ότι η συχνότητα διατροφής, καθώς και το είδος της τροφής που χρησιμοποιήθηκε, επέτρεψαν την επιβίωση των αστακοκαραβίδων.

Στην ομάδα των αστακοκαραβίδων που τρέφονταν με σύμπηκτα, η θνησιμότητα έφτασε το 25%, το οποίο μπορεί να εξηγηθεί από το ότι κάποια άτομα δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν στην κατανάλωση τεχνητής τροφής, εφόσον τα άτομα αυτά προέρχονταν από το φυσικό περιβάλλον και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, σε ελεγχόμενες συνθήκες, μετά από την αλίευση τους

Επιπρόσθετα, η θνησιμότητα της ομάδα που βρισκόταν σε ασιτία ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με τα άλλα δύο, όπως ήταν αναμενόμενο, και έφτασε το 50%. Το υψηλό ποσοστό θνησιμότητας οφείλεται, όπως είναι αυτονόητο, στην μη παροχή τροφής.

4.4. Κατανάλωση τροφής της ομάδας που τρέφονταν με μύδια

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας (κεφάλαιο 3) η κατανάλωση της τροφής διαφέρει από άτομο σε άτομο μεταξύ των αστακοκαραβίδων. Επιπλέον, κατανάλωση της τροφής δεν επηρεάστηκε από τις συνθήκες που επικρατούσαν στα ενυδρεία όπως αποδείχθηκε από το στατιστικό κριτήριο χ^2 που πραγματοποιήθηκε (κεφάλαιο 3). Επομένως, τα άτομα των αστακοκαραβίδων φαίνεται να εμφανίζουν ατομικές διαφορές στην κατανάλωση τροφής. Δεν υπάρχουν διαθέσιμες έρευνες που να εξετάζουν την ποσότητα της καταναλισκόμενης τροφής κάτω από ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες. Εν τούτοις, οι Christo & Castro, (2005) υπολόγισαν ότι στο φυσικό περιβάλλον, στην περιοχή της Νότιας Πορτογαλίας, το ημερήσιο σιτηρέσιο των αστακοκαραβίδων, είναι 1,078gr-1,170gr για τα αρσενικά άτομα και 1,642gr-1,755gr για τα θηλυκά άτομα ανά 100gr υγρού βάρους σώματος.

4.5. Σύγκριση μορφομετρικών χαρακτηριστικών των δύο φύλων

Από την σύγκριση των μορφομετρικών παραμέτρων βρέθηκε ότι στον Παγασητικό κόλπο:

- Τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα σε σωματικό βάρος από τα θηλυκά άτομα.
- Τα αρσενικά άτομα δε διαφέρουν από τα θηλυκά στο πλάτος του πλατύτερου κοιλιακού σωμήτη.
- Τα αρσενικά άτομα δε διαφέρουν από τα θηλυκά στο μήκος του κεφαλοθώρακα, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τους Tuck et al., (1997) και τους Mytilineou et al., (1995b) οι οποίοι βρήκαν ότι στην περιοχή Firth of Clyde της Σκωτίας και στο κόλπο της Χαλκιδικής, αντίστοιχα, το μήκος κεφαλοθώρακα διαφέρει μεταξύ θηλυκών και αρσενικών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abelló P, Valladares FJ, Castellón A (1988). Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (North-West Mediterranean). *Marine Biology* 98: 39–49.

Abello P, Carbonell A, Torres P and Gil-de-Sola L (2000). Bathymetric and geographical variability in the characteristics of a population of *Nephrops norvegicus* off the Iberian Peninsula (western Mediterranean). *Actes de Colloques INFREMER* 26: 186-195.

Abello P, Abella A, Adamidou A, Jukic-Peladic S, Maiorano P and Spedicato MT (2002). Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts. *Scientia Marina* 66(Supp. 2): 125-141.

Adey J, Taylor A, Atkinson J, Smith P and Tuck I (2003). Norway lobster creel fisheries. www.gla.ac.uk/centres/marinestation/research/nephrops_creel.htm

Aguzzia J, Sarda F, Allue R (2004). Seasonal dynamics in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae) catches off the Catalan coasts (Western Mediterranean). *Fisheries Research* 69: 293–300.

Alvarez-Fernandez I, Rotland G, Company JB, Saborowski R and Fernandez L (2005). Biochemical characterization of eggs of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, during the embryonic development. Sixth International Crustacean Congress, 18-22 July 2005, Glasgow, U.K.

Analytical Methods Committee (2000). Report by the Analytical Methods Committee. Nitrogen factor for *Nephrops norvegicus* (scampi). *The Royal Society of Chemistry* 125: 347–351.

Angellico MM (2000). Distribution of *Nephrops norvegicus* larvae in the Western Irish sea and its relationship to physical structure Ph.D. University of Whales Bangor.

Atkinson RJA and Naylor E (1973). Activity rhythms in some burrowing decapods Helgoland Marine Research 24 (1-4).

Bailey N and Chapman CJ (1983). A comparison of density, length composition and growth of two *Nephrops* populations off the West coast of Scotland. ICES (Shellfish and Benthos Committee) K:42: 1-10

Bailey N (1984). Some aspects of reproduction in *Nephrops*. ICES (Shellfish and Benthos Committee) 33: 1-15.

Bailey N, Howard FG and Chapman CJ (1986) Clyde *Nephrops*: biology and fisheries. Proc R Soc Edinb (Sect B) 90: 501-518

Bailey N, Chapman CJ, Afonso-Dias M and Turrell W (1995). The influence of hydrographic factors on *Nephrops* distribution and biology. ICES CM 1995/Q: 17, 13 pp.

Barnes H and Bagenal, TB (1951). Observations on *Nephrops norvegicus* and an epizoic population of *Balanus crenatus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*.

Beyers CJ and Goosen PG (1987). Variations in fecundity and size at sexual maturity of female rock lobster *Jasus lalandii* in the Benguela ecosystem. South African Journal of marine Science 5: 513-521.

Bergmann M and Moore PG (2001). Survival of decapod crustaceans discarded in the *Nephrops* fishery of the Clyde Sea area, Scotland. ICES Journal of Marine Science 58: 163–171.

Bergmann M, Wieczorek SK, Moore PG and Atkinson RJA (2002). Discard composition of the *Nephrops* fishery in the Clyde Sea area, Scotland. Fisheries Research 57: 169–183.

Bjornsson B and Dombaxe MAD (2004). Quality of Nephrops as food for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) with possible implications for fisheries management. ICES Journal of Marine Science 61: 983-991.

Bridges CR and Brand AR (1980). The effect of hypoxia on oxygen consumption and blood lactate levels of some marine Crustacea. Comp. Biochem. Physiol. 65A: 399-409.

Briggs R, (1995). Variability in northwest Irish Sea *Nephrops* populations. Fisheries Research 23: 175-187.

Briggs RP (1997). "Exploited species: The Dublin Bay Prawn". J. Inst. Biologist, 44(1): 246-248.

Briggs RP, Armstrong MJ, Dickey-Collas M, Allen M, McQuaid N and Whitmore J (2002). The application of fecundity estimates to determine the spawning stock biomass of Irish Sea *Nephrops norvegicus* (L.) using the annual larval production method. ICES Journal of Marine Science 59: 109–119.

Briggs RP, Atkinson RJA., McAliskey M and Rogerson A (1997). *Histriobdella homari* on *Nephrops norvegicus* from the Irish Sea and Clyde Sea area. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 77: 557-559.

Campos A, Fonseca P and Erzini K (2002). Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) off the Portuguese south coast. Fisheries Research 58: 281–301.

Castro M, Araújo A, Monteiro P, Madeira AM and Silvert W (2003). The efficacy of releasing caught *Nephrops* as a management measure. Fisheries Research 65: 475–484

Chapman CJ and Howard FG (1979) Field observations on the emergence rhythm of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*, using different methods. *Marine Biology* 51: 157-165.

Chapman CJ and Howard FG (1979). Field observations on the emergence rhythm of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*, using different methods. *Marine Biology* 51 (2).

Chapman CJ (1980) Ecology of juvenile and adult *Nephrops*. In: Cobb SJ, Phillips BF (eds) *The biology and management of lobsters*. Vol. 2. Academic Press, Inc. (London) Ltd, pp 143-178.

Chapman CJ and Ballantyne KA (1980). Some observations on the fecundity of Norway lobsters in Scottish waters. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M. Papers and Reports*, 1980/K: 25 1-4, (mimeo).

Chapman CJ (1981) Discarding and tailing *Nephrops* at sea. *Scottish Fisheries Bulletin* 46: 10-13.

Chapman CJ (1982). *Nephrops* tagging experiments in Scottish waters 1977-1979. *ICES (Shellfish and Benthos Committee) K:22: 17*.

Chapman C J and Bailey N (1987). Biological research on fish and shellfish stocks. Recent progress in Norway lobster research. In Bailey, R. S. & B. B. Parrish, 14 (eds), *Development in Fisheries Research in Scotland*. Fishing News Books, Farnham, England: 99-111.

Chapman CJ and Howard FG (1988). Environmental influences on Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) populations and their implications for fishery management. In Fincham, A. A. & P. S. Rainbow (eds), *Aspects of decapod crustacean biology*. *Symp. Zool. Soc. London*, 59: 343-353.

Chapman CJ, Shelton PMJ, Shanks AM and Gaten E. 2000. Survival and growth of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* in relation to light-induced eye damage. *Marine Biology* 136: 233-241.

Cristo M and Castro M. 2005. Field estimation of daily ration of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the south of Portugal. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39: 485–491.

Eriksson H (1970). On the breeding cycle and fecundity of the Norway lobster at southwest Iceland, *International Council for the Exploration of the Sea (C M. Papers and Reports)*, K6: 2.

Eriksson SP, Baden SP (1997). Behaviour and tolerance to hypoxia in juvenile Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) of different ages *Marine Biology* (1997) 128: 49-54.

Eiriksson H (1999). Spatial variabilities of CPUE and mean size as possible criteria for unit stocks demarcations in analytical assessments of *Nephrops* at Iceland. *Rit Fiskideildar* 16: 239-245.

Dickey-Colas M, McQuaid N, Armstrong MJ, Allen M and Briggs RP (2000). Temperature-dependent stage durations of Irish Sea *Nephrops* larvae. *Journal of Plankton Research* 22: 749-760.

Farmer AS (1974a). Relative growth in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of natural History* 8: 605-620.

Farmer AS (1974b). The functional morphology of the mouthparts and pereopods of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of natural History* 8: 121-142.

Farmer AS (1974c). The development of the external sexual characters of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of natural History* 8: 241-255.

Farmer ASD (1974d). Reproduction in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). *J Zool Proc Zool Soc Lond* 174:161–183.

Farmer ASD 1975. Synopsis of biological data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *FAO Fisheries Synopses* (112), 1-97.

Ford D (1981). Small aquaria, pages 149-170. In: *Aquaria systems* (edited by Hawkins AD), Academic Press Limited.

Garrod C and Harding D (1980). Preliminary estimates of distribution, abundance and mortality of larvae and the size of the *Nephrops norvegicus* (L.) spawning stock from larval surveys made off the north-east coast of England in 1976. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M. Papers and Reports*, 1980/K: t 8, 1 9 (mimeo).

Gordon JDM and De Silva SS (1980). The fish populations of the west of Scotland shelf. Part I. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 18, 317–366.

Gonzalez-Gurriaran E and Olaso I (1987). Spatial and temporal changes of the decapod crustaceans from the continental shelf of Galicia (NW Spain). *Invest. Pesq. (Barc.)* 51 (1).

Harris RR and Ulmestrand M (2004). Discarding Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers e mortality and damage seen in simulation experiments. *ICES Journal of Marine Science* 61: 127-139.

Hawkins AD and Anthony PD (1981). *Aquarium Design and Donstruction*, pages 1-46. In: *Aquaria systems* (edited by Hawkins AD), Academic Press Limited.

Hines AH, Wolcott TG, González-Gurriarán E, González-Escalante JL and Freire F (1995). Movement patterns and migrations in crabs: telemetry of juvenile and adult behaviour in *Callinectes sapidus* and *Maja squinado*. *Journal of marine biology assosiation. U.K.* 75: 27–42.

Hillis JP 1972. Studies on the Biology and Ecology of the Norway Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in Irish Waters. Ph.D. Thesis University, College, Galway, National University of Ireland (unpublished).

Hillis JP (1987). A study of catch composition in the Irish *Nephrops* fishery with special attention to growth and maturity. ICES, CM K22: pp 1-10.

Hill AE and White RG (1990). The dynamics of Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) populations on isolated mud patches. J. Cons. C. I. E. M. 46(2): 167-174.

Howard, F. G. 1989. The Norway Lobster. Scottish Fisheries Information Pamphlet, Edinburgh, 7. 15 pp.

Hughes DJ (1998). Sea pens and burrowing megafauna. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs Centre for Coastal and Marine Sciences Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban.

Lloyd R (1981). Freshwater quality, pages 129-147. In: Aquaria systems (edited by Hawkins AD), Academic Press Limited.

Loc'h FL and Hily C (2005). Stable carbon and nitrogen isotope analysis of *Nephrops norvegicus*/*Merluccius merluccius* fishing grounds in the Bay of Biscay (Northeast Atlantic). Canadian Journal of Fisheries and Aquaculture Science 62: 123-132.

Madsen N, Moth-Poulsen T, Holstb R and Wileman D (1999). Selectivity experiments with escape windows in the North Sea *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) trawl fishery. Fisheries Research 42: 167-181

Main, J., Sangster, G. I. (1985). The behaviour of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) during trawling. Scottish Fisheries Research Repository 34:1-23.

Maynou F, Conan GY, Cartes JE, Company JB, Sarda F Spatial Structure and Seasonality of Decapod Crustacean Populations on the Northwestern Mediterranean Slope. Limnology and Oceanography 41 (1): 113-125.

Maynou F and Sarda F (1997). Fisheries Research 30: 39-49 *Nephrops norvegicus* population and morphometrical characteristics in relation to substrate heterogeneity.

Maynou FX, Sarda` F and Conan GY (1998). Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics ICES Journal of Marine Science 55: 102–120.

MorizurY (1981). Evaluation de la perte d'oeufs lots de l'incubation chez *Nephrops norvegicus* (L.) dans la region Sud-Bretagne, France. *Crustaceana* 41 (3): 301-306.

Mytilineou C, Papaconstantinou C and Foutrouni A (1990). Some aspects of the biology of Norway lobster *Nephrops norvegicus* in the N. Euboikos Gulf (Greece), Rapports et Proces Verbaux des Reunions du Conseil international pour l'Exploration de la Mer Mediterranee 32(1): 34.

Mytilineou C, Fourtouni A, Papaconstantinou C (1992). Stomach content analysis of Norway Lobster *Nephrops norvegicus*, in the North Aegean Sea (Greece). Rapport Comité International de la Mer Méditerranée 33: 46.

Mytilineou C and Sarda F (1995a). Age and growth of *Nephrops norvegicus* in the Catalan Sea, using length-frequency analysis. Fisheries Research 23: 283-299.

Mytilineou C, Fourtouni A and Papaconstantinou (1995b). Preliminary study on the biology of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus*, in the gulfs of Chalkidiki (Greece).

Newland PL, Chapman CJ and Neil DM (1988) Swimming performance and endurance of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine Biology 98: 345-350.

Newland PL and Chapman CJ (1989). The swimming and orientation behaviour of the Norway Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), in relation to trawling. Fisheries Research, 8: 63-80.

Newland PL, Neil DM, Chapman CJ (1992). Escape Swimming in the Norway Lobster *Journal of Crustacean Biology* 12 (3): 342-353.

Nichols JH, Bennet DB, Symonds DJ and Grainger R (1987). Estimation of the stock size of adult *Nephrops norvegicus* (L.) from larvae surveys in the western Irish Sea in 1982. *Journal of natural history* 21: 1433-1450.

Parslow-Williams PJ, Atkinson RJA, Taylor AC (2001). Nucleic acids as indicators of nutritional condition in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Mar Ecol Prog Ser* 211: 235–243.

Parslow-Williams P, Goodhir C, Atkinson RJA and Taylor AC (2002). Feeding of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* in the Firth of Clyde, Scotland. *Ophelia*, 56(2): 101–120.

Patterns and propensities on Greek fishing effort and catches. Commission of the European Communities. Contract No 00/018. Final report October 2001.

Petihakis G, Triantafyllou G, Koliou A and Theodorou A (2002). Exploring the Dynamics of a Marine Ecosystem (Pagasitikos Gulf, Western Aegean, Greece) through the Analysis of Temporal and Spatial Variability of Nutrients Littoral 2002, The Changing Coast. EUROCOAST / EUCC, Porto – Portugal Ed. EUROCOAST.

Petihakis G, Triantafyllou G, Pollani A, Koliou A and Theodorou A (2005). Field data analysis and application of a complex water column biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool. *Marine Environmental Research* 59: 493–518.

Sarda F and Valladares FJ (1990). Gastric evacuation of different foods by *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda) and estimation of soft tissue ingested maximum food intake and cannibalism in captivity. *Marine Biology* 104: 25-30.

Rice AL and Chapman CJ (1971) Observations on the burrows and burrowing behaviour of two mud-dwelling decapod crustaceans, *Nephrops norvegicus* and *Gonoplex rhomboides*. *Marine Biology* 10: 330-342.

Richardson, CA (1984). Effects of drilling cuttings on the behaviour of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Pollution Bulletin* 15 (5):170-174.

Rosa R and Nunes ML (2003). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *Journal of the Science of Food and Agriculture J Sci Food Agric* 84:89–94.

Rotland G, Charmantier-Daures M, Charmantier G, Anger K and Sarda F (2001). *Journal of shellfish research* 2(1): 347-352.

Rotlant G, Anger K, Durfort M and Sarda F (2004). Elemental and biochemical composition of *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758) larvae from the Mediterranean and Irish Seas. *Helgol Marine Research* 58:206–210

Sarda F. and Abello P (1984). Distribucio'n y abundancia de *Nephrops norvegicus* (L.) en el mar Catala'n. Seguimiento de una poblacio'n. Actas do IVo simpo' sio Ibe'rico de Estudos do Benthos Marinho. Lisboa III, 235–243.

Sarda F (1991). Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (*Decapoda, Nephropidae*) in the Western Mediterranean: is spawning annual or biennial? *Crustaceana*, 60(2): 186–199.

Sarda` F (1998). *Nephrops norvegicus* (L.): comparative biology and fishery in the Mediterranean Sea. Introduction, conclusions and recommendations. *Scientia Marina* 62: 5–15.

Schmitt ASC and Uglow RF (1998). Aquatic Metabolic responses of *Nephros norvegicus* to progressive hypoxia. *Living Resources* 11 (2).

Smith RSM (1987). The biology and larval and juvenile *Nephrops norvegicus* (L.) in the Firth of Clyde Ph.D. Thesis University of Glasgow. Glasgow, Scotland.

Smith CJ and Papadopoulou KN (2003). Burrow density and stock size fluctuations of *Nephrops norvegicus* in a semi-enclosed bay. ICES Journal of Marine Science 60: 798–805.

Talbot P 1991. Ovulation, attachment and retention of lobster eggs, in A. Wenner and A. Kuris (eds), *Crustacean egg production* (Rotterdam: A. A. Balkema), pp. 9-18.

Thomas H J (1954). The oxygen uptake of the lobster (*Homarus vulgaris*). Journal of experimental Biology 31:228-251.

Thomas HJ and Davidson C (1962). The food of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.), Marine Research, 3: 15.


Thomas HJ (1964). The spawning and fecundity of the Norway Lobsters (*Nephrops norvegicus* L.) around the Scottish coast, Journal du Conseil, 29: 221-229.

Thomas HJ (1965). The growth of Norway lobsters in aquaria, Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm int. Explor. Mer 156: 209-216.

Tomec M, Teskeredzic Z, Teskeredzic E, Hacmanjek, M, Coz-Rakovac, R, Margus, D and Modrusan, Z. 1997. Nutrition and nutritive values of the Krka estuary mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck). Periodicum Biologorum 99(2): 265-270.

Tully O and Hillis JP (1995). Causes and spatial scales of variability in population structure of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Irish Sea. Fisheries Research 21: 329-347.

Tuck ID, Taylor AC, Atkinson RJA, Gramitto ME and Smith C (1997). Biochemical composition of *Nephrops norvegicus*: changes associated with ovary maturation. Marine Biology 129: 505-511.



Tuck ID, Atkinson RJA and Chapman CJ (1997). Population biology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Firth of Clyde, Scotland – I: Growth and density. ICES Journal of Marine Science, 54: 125–135.

Tuck ID, Atkinson RJA and Chapman CJ (2000). Population biology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Firth of Clyde, Scotland II: fecundity and size at onset of sexual maturity. ICES Journal of Marine Science 57: 1227–1239.

Ulmestrand M and Eggert H (2001). Growth of Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758), in the Skagerrak, estimated from tagging experiments and length frequency data. ICES Journal of Marine Science 58: 1326–1334.

Verdoit M, Pelletier D and Talidec C. 1999. A growth model that incorporates individual variability for the Norway lobster population (*Nephrops norvegicus*, L. 1758) from the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science, 56: 734–745.

Welinder, B. S. 1974. The crustacean cuticle. I. Studies on the composition of the cuticle. Comp. Biochem. Physiol. 47A: 779-787.

White RG, Hill AE and Jones DA. 1988. Distribution of *Nephrops norvegicus* (L.) larvae in the western Irish Sea: an example of advective control on recruitment. Journal of Plankton research 10(4): 735-747.

Zarr HJ. 1996. Biostatistical analysis, Fourth edition, Prentice Hall.

Βιβλία

Νεοφύτου ΧΝ. 1997. Ιχθυολογία. University Studio Press.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

ΕΤΑΝΑΛ Εταιρεία Ανάπτυξης Αλιείας 1998. www.Vres.gr

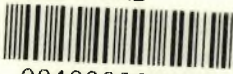
FAO FISHSTAT. www.fao.org

FAO 2002. www.fao.org

FRS marine laboratory 2006. Scottish Nephrops stocks-Biology and Assesment. www.FRS-Scotland.gov.uk



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097486