

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μελέτη και ιστολογική εξέταση του πεπτικού αδένος αλιευμένων
ασπόνδυλων με την χρήση οπτικής μικροσκοπίας και ανάλυσης
εικόνας»**

Ελένη Σταθοπούλου

ΒΟΛΟΣ 2017

**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT**

POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**«A microscope and image analysis study of the hepatopancreas of
crustaceans»**

Eleni Stathopoulou

VOLOS 2017

«Μελέτη και ιστολογική εξέταση του πεπτικού αδένος αλιευμένων ασπόνδυλων με την χρήση οπτικής μικροσκοπίας και ανάλυσης εικόνας»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1) Έλενα Μεντέ, Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα.**

2) Δημήτριος Βαφείδης, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπονδύλων και άμεση - έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος.**

3) Παναγιώτης Βερίλλης, Επίκουρος Καθηγητής, Μικροσκοπία και Ανάλυση Εικόνας στην Ιστολογία και στους Υδρόβιους Οργανισμούς, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος.**

Στην οικογένειά μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα Μεντέ Έλενα για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) Βαφείδης Δημήτριος, και 2) Βερίλλης Παναγιώτης για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα Αποστολογάμβρου Χρυσούλα για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της, όσον αφορά στον τομέα του εργαστηρίου ιστολογίας, καθώς επίσης τον κο Δρογκούλα Αριστείδη για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του πειράματος και τον κο Χατζηβαγγέλη Γεώργιο για την συλλογή του είδους *Nephraps norvegicus*, τη συνεχή επικοινωνία, ενημέρωση και την συνεργασία του με το Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο πεπτικός αδένας στα δεκάποδα καρκινοειδή είναι υπεύθυνος για μεταβολικές δραστηριότητες όπως η σύνθεση, η έκκριση πεπτικών ενζύμων και συμβάλλει στην τελική πέψη της τροφής. Αποτελείται από πολλούς μικροσωληνίσκους και στο πεπτικό επιθήλιο του απαντώνται πέντε τύποι κυττάρων: τα E-κύτταρα, τα R-κύτταρα, τα F-κύτταρα, τα B-κύτταρα και τα M-κύτταρα. Η μορφολογία του πεπτικού αδένος στα καρκινοειδή χρησιμοποιείται επίσης και ως “διατροφικός” δείκτης. Η διαθεσιμότητα τροφής στον Παγασητικό κόλπο ποικίλλει και εξαρτάται από την εποχικότητα, τις φυσικοχημικές συνθήκες και τη διαφοροποίηση του οργανικού υλικού. Η ετήσια άνθιση αρχίζει τον Φεβρουάριο και το μέγιστο θρεπτικό οργανικό υλικό καταλήγει στο ίζημα γύρω από το τέλος Φεβρουαρίου ή στις αρχές Μαρτίου. Οι μήνες Απρίλιος και Μάιος έχουν επισημανθεί ως η περίοδος της υψηλότερης διαθεσιμότητας στο βένθος. Ο σκοπός αυτής της έρευνας είναι να μελετήσει τις εποχιακές ιστολογικές αλλαγές στον πεπτικό αδένος των αρσενικών και θηλυκών στο Παγασητικό κόλπο. Με την χρήση ιστολογικών τομών, υπολογίσθηκαν τα μεγέθη των σωληνίσκων, των αυλών τους και τα B-, F- και R-κύτταρα τον μήνα Μάρτιο και Μάιο. Ένας ειδικός αλγόριθμος ανάλυσης εικόνας χρησιμοποιήθηκε, ο οποίος είναι σε θέση να υπολογίζει αυτόματα τις παραπάνω περιοχές, καθώς και των λόγων τους, χρησιμοποιώντας μικρογραφίες των ιστολογικών τομών του πεπτικού αδένος. Τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά άτομα που συλλέχθηκαν τον Μάιο, είχαν μεγαλύτερη παρουσία λιποσταγονιδίων από τα *N. norvegicus* που συλλέχθηκαν τον Μάρτιο μήνα. Ωστόσο, τα θηλυκά άτομα του Μαΐου είχαν περισσότερα λιποσταγονίδια ανά επιφάνεια μικροσωληνίσκου και μικρότερο λόγο F-κυττάρων προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου σε σχέση με τα αντίστοιχα αρσενικά, το οποίο υποδηλώνει πως η εντατική θρέψη είχε ξεκινήσει για την περίοδο

αναπαραγωγής στα θηλυκά. Ο πεπτικός αδένας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διατροφικός δείκτης για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης των αποθεμάτων της караβίδας και να προτείνει ένα διαχειριστικό σχέδιο αλιείας για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των αποθεμάτων.

Λέξεις κλειδιά: *Nephrops norvegicus*, πεπτικός αδένας, R-κότταρα, B-κότταρα, F-κότταρα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Βιολογία του είδους <i>Nephrops norvegicus</i>	1
1.2. Φυσιολογία θρέψης του είδους <i>Nephrops norvegicus</i>	4
1.2.1. Πεπτικός αδέννας	6
1.3. Κατανομή και οικολογία του είδους <i>Nephrops norvegicus</i>	10
1.4. Αλιεία, διαχείριση και υδατοκαλλιέργεια του είδους <i>Nephrops norvegicus</i>	11
1.5. Εποχιακές διακυμάνσεις και φυσικοχημικές αλλαγές στο οικοσύστημα του Παγασητικού κόλπου και επίδραση τους στην τροφική αλυσίδα	13
1.6. Σκοπός της έρευνας	14
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1. Συλλογή ατόμων του είδους <i>N. norvegicus</i>	15
2.2. Θανάτωση ατόμων και συλλογή του πεπτικού αδέννα.....	18
2.3. Ιστολογική εξέταση	19
2.3.1 Απομόνωση του ιστού	20
2.3.2 Μονιμοποίηση του ιστού.....	21
2.3.3 Αφυδάτωση- διαύγαση- έγκλιση ιστού σε παραφίνη.....	22
2.3.4 Εμβάπτιση, εγκλεισμός σε παραφίνη	24
2.3.5 Τομή ιστού στην μικροτόμο	25
2.3.6 Αποπαραφίνωση	26
2.3.7 Χρώση ιστού.....	27

2.3.8 Επικάλυψη των τομών.....	30
2.4 Μικροσκοπική εξέταση και ανάλυση των απεικονίσεων των δειγμάτων.....	31
2.5 Στατιστική ανάλυση	31
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	33
3.1. Γενικές μετρήσεις του είδους <i>N. norvegicus</i>	33
3.2. Ηπατοσωματικός δείκτης του είδους <i>N. norvegicus</i>	34
3.3. Γενική περιγραφή του πεπτικού αδένου του είδους <i>N. norvegicus</i>	35
3.4. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά πεπτικού αδένου του <i>N. norvegicus</i>	37
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	39
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	45
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
7. ABSTRACT	58
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

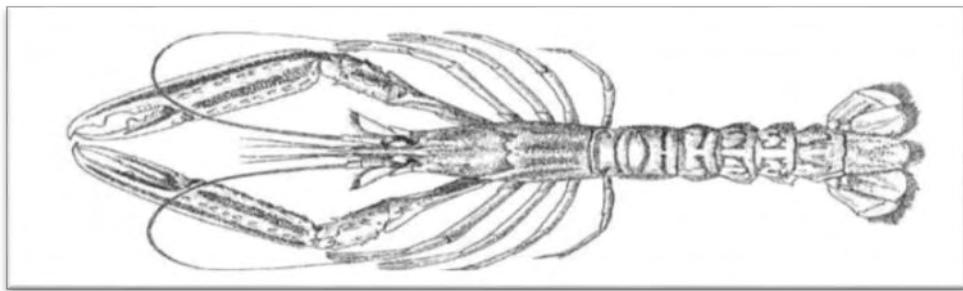
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το είδος της караβίδας *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758), καλείται και Νορβηγικός αστακός (Norway lobster) όπως και Dublin bay prawn. Είναι δεκάποδο καρκινοειδές που ανήκει στην οικογένεια Nephropidae κλάσης Decapoda (Υπόφυλο Crustacea). Αποτελεί ένα από τα πιο εμπορικά είδη καρκινοειδών στην Ευρώπη, φτάνοντας συνολική αλίευση μέχρι και τους 70.000 τόνους τον χρόνο (Smith *et al.* 2001, Smith & Papadopoulou 2008, Ungfors *et al.* 2013). Η βιολογία και η διαχείριση του είδους έχουν αποτελέσει το αντικείμενο πολλών μελετών για πάνω από 90 χρόνια με πολλές μελέτες να διερευνούν την αναπαραγωγή του, τα νεαρά στάδια και τους πληθυσμούς του (Yonge 1924, Farmer 1974a, Farmer 1975, Chapman 1980, Sarda 1995, Maynou & Sarda 1997, Tuck *et al.* 1997, Dickey-Collas *et al.* 2000, Tuck *et al.* 2000, Rotllant *et al.* 2001, Briggs *et al.* 2002, Aguzzi *et al.* 2004, Rotllant *et al.* 2004, Graham & Ferro 2004, dos Santos & Peliz 2005, Bell *et al.* 2006), καθώς και την οικολογία και φυσιολογία θρέψης του (Baden *et al.* 1990, Baden *et al.* 1994, Schmitt & Uglow 1998, Morais *et al.* 2001, Parslow-Williams *et al.* 2001, Rotllant *et al.* 2001, Stentiford *et al.* 2001, Rosa *et al.* 2003, Ridgway *et al.* 2006, Mente *et al.* 2009, Mente 2010, Mente *et al.* 2011, Watt *et al.* 2014).

1.1. Βιολογία του είδους *Nephrops norvegicus*

Μορφολογικά το είδος *Nephrops norvegicus* μοιάζει με τους αστακούς, είναι μεσαίου μεγέθους με σκληρό εξωσκελετό και φέρει δαγκάνες (Relini *et al.* 1999). Διαθέτει πέντε (5) ζεύγη πλεοποδίων και πέντε (5) ζεύγη βαδιστικών ποδιών, εκ των

οποίων τα τρία (3) πρώτα καταλήγουν σε χηλές (χηλοπόδια) με το πρώτο ζεύγος να είναι μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα, με δαγκάνες τεμαχισμού και θρυματοποίησης (Εικ.1.1). Επίσης, διαθέτει επιμήκης κοιλιακή χώρα. Η συμπεριφορά του είδους *N. norvegicus* είναι περισσότερο βαδιστική παρά κολυμβητική (Fisher *et al.* 1987, Relini *et al.* 1999). Άλλα χαρακτηριστικά του είναι το λεπτό και αιχμηρό ρόστρο, οι μεγάλοι οφθαλμοί, οι οποίοι βρίσκονται στο πρώτο ζεύγος κεφαλικών απολήξεων και το χαρακτηριστικό κόκκινο- πορτοκαλί τους χρώμα (Hayward & Ryland 1990).



Εικόνα 1.1: Σχηματική απεικόνιση της караβίδας *Nephrops norvegicus* (Bell *et al.* 2006)

Η караβίδα *N. norvegicus* είναι ένα είδος με διακριτά φύλα. Τα αρσενικά άτομα είναι κατά βάση μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα θηλυκά (Mente *et al.* 2009) με μέγιστο συνολικό μήκος σώματος να φτάνει κυρίως τα 24 cm (Fisher *et al.* 1987), ενώ κατά καιρούς έχουν συλληφθεί και μεγαλύτερα άτομα, όπως αυτά που αλιεύθηκαν στα κανάλια της Αδριατικής θάλασσας με συνολικό μήκος σώματος τα 26,5 cm (Crnkovic 1965).

Ο πιο κοινός δείκτης για το μέγεθος του *N. Norvegicus* είναι το μήκος του κεφαλοθώρακα (Carapace length, CL). Έχει βρεθεί ότι το μήκος του κεφαλοθώρακα για τα θηλυκά κυμαίνεται από 21 έως 34 mm, ενώ για τα αρσενικά από 29 έως 46 mm (Tuck *et al.* 2000). Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες βιομετρικές σχέσεις, κυρίως για τον υπολογισμό των αποθεμάτων, είναι οι σχέσεις ολικού μήκους- ολικού βάρους και του μήκους του κεφαλοθώρακα.

Η πρόσληψη της τροφής όπως και η ποιότητά της σχετίζονται με τον ρυθμό ανάπτυξης, συνεπώς και με την αύξηση μεγέθους, ο οποίος στα καρκινοειδή επιτυγχάνεται με τις διαδοχικές αλλαγές του εξωσκελετού (εκδύσεις) (Chapman 1980, Farmer 1974, Sarda 1991, Bell *et al.* 2006). Αν και δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο καθώς παρατηρούνται αλλαγές ανάμεσα σε πληθυσμούς, έχει παρατηρηθεί ότι στον πρώτο βενθικό χρόνο ζωής οι εκδύσεις πραγματοποιούνται κάθε μήνα (Bell *et al.* 2006), ενώ τα επόμενα δύο (2) χρόνια συμβαίνουν τρεις με τέσσερις (3-4) μήνες το χρόνο και έπειτα από την έναρξη της σεξουαλικής ωριμότητας μειώνονται σε μία με δύο (1-2) εκδύσεις κάθε χρόνο (Farmer 1973, Sarda 1991).

Η έκδυση είναι μια επίπονη διαδικασία με διάρκεια είκοσι με τριάντα (20-30) λεπτά, κατά την διάρκεια της οποίας τα είδη είναι ευάλωτα σε φαινόμενα θήρευσης και κανιβαλισμού (Sarda 1983). Κάθε κύκλος έκδυσης χωρίζεται σε τέσσερα (4) στάδια: 1) την προέκδυση (premolt), 2) την έκδυση (molt), 3) την μεσοέκδυση (intermolt) και 4) την μεταέκδυση (postmolt) (Drach 1939). Τα στάδια αυτά διακρίνονται μεταξύ τους από διαφορές που παρατηρούνται στα πλεοπόδια (Sarda 1983).

Σε κάθε αλλαγή εξωσκελετού, ο παλιός εξωσκελετός διαρρηγνύεται και το είδος μεγαλώνει πολύ γρήγορα πριν ο καινούργιος εξωσκελετός σκληρύνει. Η διάρκεια των σταδίων έκδυσης καθορίζεται από την ηλικία των ατόμων. Στα νεαρά άτομα της

καραβίδας δεν έχει διαπιστωθεί κάποια συγκεκριμένη περιοδικότητα στις αλλαγές του εξωσκελετού, οι οποίες συμβαίνουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Grammito 1998). Στα ενήλικα θηλυκά υπάρχει συγχρονισμός και συνήθως συμβαίνει μετά την επώαση των αυγών (Δεκέμβριος- Μάρτιος) (Grammito 1998).

Ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, ο αναπαραγωγικός κύκλος παρουσιάζει διαφορές. Η συχνότητα των γεννήσεων ποικίλει από ετήσια μέχρι κάθε δύο (2) έτη ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, με τις υψηλότερες συχνότητες να παρατηρούνται σε μικρά γεωγραφικά πλάτη (Bell *et al.* 2006). Το ζευγάρι παρατηρείται στο τέλος του χειμώνα και μέχρι το καλοκαίρι οι ωοθήκες ωριμάζουν. Η δημιουργία των αυγών παρατηρείται στο τέλος του καλοκαιριού με αρχές του φθινοπώρου. Μετά από αυτό το στάδιο τα αυγωμένα θηλυκά κρύβονται στις στοές- κρύπτες όπου και παραμένουν μέχρι την εκκόλαψη των αυγών τους. Η διάρκεια της επώασης ποικίλει ανάλογα με την θερμοκρασία διαρκώντας από 5,5 μήνες στους 15°C (μικρά γεωγραφικά πλάτη, Μεσόγειος) μέχρι και 10 μήνες στους 8°C (μεγάλα γεωγραφικά πλάτη). Αυτό επηρεάζει και τους αναπαραγωγικούς κύκλους εφόσον, σε ψυχρές περιοχές, η περίοδος της επώασης μπορεί να κρατήσει αρκετά και να συμπέσει με την περίοδο της ωρίμανσης των ωοθηκών, έχοντας ως αποτέλεσμα λιγότερες γεννήσεις (Bell *et al.* 2006).

1.2. Φυσιολογία θρέψης του είδους *Nephrops norvegicus*

Το *Nephrops norvegicus* τρέφεται ως ευκαιριακός θηρευτής και πτωματοφάγος κάνοντας σύντομες εξορμήσεις συλλογής τροφής κοντά στην στοά του (Bell *et al.* 2006). Συνήθως τρέφεται με άλλα μικρότερα δεκάποδα καρκινοειδή, εχινόδερμα, μαλάκια, πολύχαιτους, ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς, ψάρια αλλά και άλλες ομάδες

ανάλογα με την περιοχή όπου ζει (Thomas & Davidson 1962, Sarda & Valladares 1990, Cristo & Cartes 1998). Έχει βρεθεί ότι τρέφεται μη επιλεκτικά και ότι η διατροφή της караβίδας *N. norvegicus* εξαρτάται κυρίως από την αφθονία της τροφής παρά από το είδος της. Σε μελέτη εξέτασης στομάχου του *N. norvegicus* έχουν ανιχνευτεί τμήματα από κέλυφος και από πόδια άλλων δεκάποδων, όπως επίσης και τμήματα χόνδρων και ιστών από ψάρια (Cristo & Cartes 1998). Επίσης, έχει αναφερθεί ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, που αποτελούν μήνες αναπαραγωγής για το είδος *N. norvegicus*, τα στομάχια τους ήταν λιγότερο γεμάτα (Cristo & Cartes 1998).

Ο εντοπισμός του θηράματος πραγματοποιείται από απόσταση μέσω των οργάνων όσφρησης που βρίσκονται στις κεραίες τους. Στα ενήλικα δεκάποδα καρκινοειδή το πεπτικό σύστημα χωρίζεται σε τρία (3) κύρια μέρη: 1) το πρόσθιο, 2) το μέσο και 3) το οπίσθιο (Yonge 1924). Η ανατομία του πεπτικού είναι όμοια με αυτή των περισσότερων καρκινοειδών, όπως παρουσιάζεται από τον Ceccaldi (1989).

Το εμπρόσθιο τμήμα του πεπτικού συστήματος του *N. norvegicus* αποτελείται από τα στοματικά τμήματα, έναν μικρό σε μήκος οισοφάγο και ένα μεγάλο μέρος του στομάχου, όπου υπάρχουν και τα μασητικά όργανα, το πυλωρικό και καρδιακό στομάχι (Factor 1995). Στον οισοφάγο, η τροφή ενυδατώνεται μέσω σιαλικών εκκρίσεων, χωρίς ωστόσο να ξεκινήσει η ενζυμική διάσπασή της, και προωθείται στο καρδιακό τμήμα του στομάχου. Στο καρδιακό στομάχι επιτελείται το μεγαλύτερο μέρος του θρυμματισμού της τροφής, με τη βοήθεια του γαστρικού υγρού, το οποίο είναι εμπλουτισμένο με πεπτικά ένζυμα που εκκρίνονται από τον πεπτικό αδένα (Yonge 1924). Έπειτα, τα σωματίδια της τροφής προωθούνται στο πυλωρικό τμήμα του στομάχου, μειώνεται ακόμα περισσότερο το μέγεθός τους και προωθούνται με την σειρά τους στον πεπτικό αδένα (Factor 1995).

Στην αρχή του μεσαίου τμήματος βρίσκεται ο πεπτικός αδένας που με την παραγωγή ενζύμων επιτελείται το μεγαλύτερο μέρος της χημικής διάστασης των τροφών. Τα μέρη του μεσαίου μέρους του πεπτικού σωλήνα δεν είναι επενδυμένα με χιτίνη (Yonge 1924). Τα τμήματα της τροφής που δεν έχει πραγματοποιηθεί πέψη συνεχίζουν στο μεσέντερο, όπου απορροφούνται τα θρεπτικά συστατικά από τα τοιχώματα του εντέρου.

Το έντερο αρχίζει από το πίσω μέρος του στομάχου, κάτω από τις γονάδες και εκτείνεται κατά μήκος της κοιλιάς κάτω από τους εκτατήρες μύες, μέχρι το τέλος όπου βρίσκεται η έδρα. Το έντερο χωρίζεται σε δύο (2) μέρη. Το πρόσθιο και το οπίσθιο. Το οπίσθιο μέρος του πεπτικού σωλήνα είναι διευρυμένο οπίσθια εντός του ορθού, τελειώνει στον πρωκτό και τα μέρη του καλύπτονται από χιτίνη (Yonge 1924). Τέλος, στο οπισθέντερο πραγματοποιείται η συμπύκνωση των άπεπτων συστατικών και η αποβολή τους στο περιβάλλον (Yonge 1924).

1.2.1. Πεπτικός αδένας

Ο πεπτικός αδένας συχνά καλείται και «ηπατοπάγκρεας» (Weel 1974, Gibson & Barker 1979). Θεωρείται σημαντικό όργανο στα δεκάποδα καθώς είναι υπεύθυνος για διάφορες μεταβολικές δραστηριότητες. Ευθύνεται για τη σύνθεση και την έκκριση των πεπτικών ενζύμων τα οποία ξεκινούν την διαδικασία πέψης τροφών όταν αυτές διέλθουν στον στόμαχο. Εκεί ολοκληρώνεται και η διαδικασία της πέψης των τροφών και η μεγαλύτερη απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών από ότι στο έντερο. Συμβάλλει επίσης στον κύκλο των εκδύσεων, στην αποθήκευση των λιπιδίων, των

υδατανθράκων, των ανόργανων στοιχείων και στην απέκκριση των περιττωμάτων (Barker & Gibson 1977; reviewed by Gibson & Barker 1979, Factor 1995).

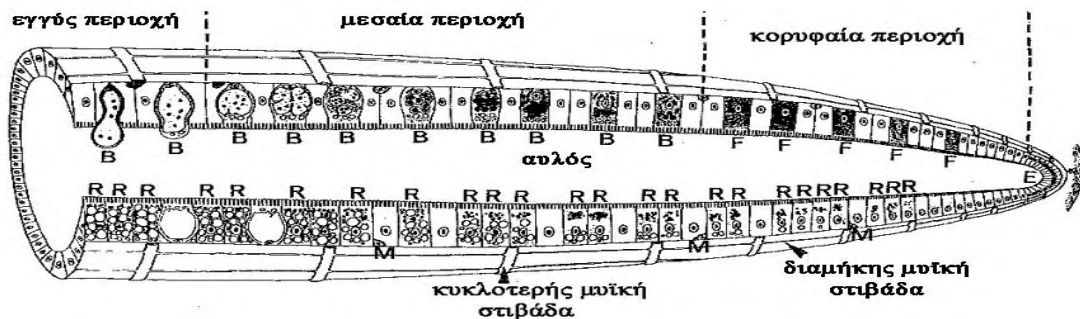
Στα περισσότερα δεκάποδα, ο πεπτικός αδένας αντιπροσωπεύει 2-6% του συνολικού βάρους του σώματος. Σχηματίζει ένα ζεύγος αδένων, στο ανώτερο μέρος του σώματος, ακριβώς κάτω από την καρδιά (Checcaldi 1989). Αποτελείται από πάρα πολλούς μικροσωληνίσκους (αδένια), καθένας από τους οποίους έχει ένα διπλό δίκτυο από κυκλικές και διαμήκειες ίνες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την κίνηση των υγρών και των κυττάρων σε όλο το όργανο. Αυτές οι μυϊκές ίνες επιτρέπουν περισταλτικές και διαμήκειες κινήσεις, καθώς (Checcaldi 1989). Οι μικροσωληνίσκοι του πεπτικού αδένου είναι μερικές εκατοντάδες μικρόμετρα σε διάμετρο και ποικίλουν σε μήκος. Το μέγεθός τους, καθώς και το εμβαδόν της επιφάνειάς τους συνδέεται με την ενδοκυτταρική πέψη και τη διατροφική κατάσταση του οργανισμού.

Οι αλλαγές στη δομή του στους μηχανισμούς απορρόφησης και διαταραχές στην αποθήκευση θρεπτικών συστατικών μπορεί να εκδηλωθούν σε περιπτώσεις κακής διατροφής ή ασιτίας (Simon 2009, Berillis *et al.* 2013, Rotllant *et al.* 2014). Ο προσδιορισμός του ηπατοσωματικού δείκτη και η ιστολογική μελέτη του πεπτικού αδένου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης των υδρόβιων ζώων.

Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης της караβίδας (στάδια ναυπλίου και μύσιδας), ο πεπτικός αδένας αρχίζει να είναι διακριτός γύρω από το πρώιμο στομάχι, έχοντας την μορφή απλού σάκου. Στο στάδιο ανάπτυξης της προνύμφης, οι μικροσωληνίσκοι αναπτύσσονται και αυξάνονται. Ο συνδετικός ιστός που τους περιβάλλει αναπτύσσεται και δημιουργεί ένα δίκτυο μυϊκών ινών που σχηματίζει την τελική μορφή του πεπτικού αδένου. Στα πλήρη στάδια ανάπτυξης των ατόμων, η βασική δομή των σωληνίσκων δε

διαφέρει πολύ από αυτή των πρώιμων σταδίων και ο αδένας αποτελείται από μια ομάδα τυφλών σωληνίσκων, οι οποίοι απολήγουν στο μεσέντερο (Conklin 1995).

Τα τοιχώματα των σωληνίσκων αποτελούνται από διακριτές περιοχές η κάθε μια με διαφορετικό λειτουργικό σκοπό. Την κορυφαία περιοχή, την μεσαία περιοχή και την εγγύς περιοχή (Εικ. 1.2.1) (Conklin 1995).



Εικόνα 1.2.1: Σχηματική διάταξη μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένος καρκινοειδούς με τους πέντε κυτταρικούς τύπους. (Τροποποιημένο σχήμα από: Icely & Nott 1992).

Σε αυτά διακρίνεται μια εξωτερική ζώνη διαφοροποίησης κύτταρων που αποτελείται από εμβρυονικά κύτταρα (E- κύτταρα), μια ενδιάμεση περιοχή που αποτελείται από μια ή περισσότερες λειτουργικές ζώνες με ενδοκρινή ή απορροφητικό ρόλο και τέλος, μια εσωτερική ζώνη όπου τα κύτταρα σταδιακά αποδομούνται και διοχετεύονται εντός του πεπτικού σωλήνα. Ειδικότερα, το πεπτικό επιθήλιο των αδενίων περιλαμβάνει πέντε τύπους κυττάρων: τα εμβρυονικά κύτταρα (E- κύτταρα), τα επαναρροφητικά κύτταρα (R- κύτταρα), τα ινώδη κύτταρα (F- κύτταρα), τα κυψελοειδή κύτταρα (B- κύτταρα) και τα κύτταρα νάνοι (M- κύτταρα) (Hirsch &

Jacobs 1930, Barker & Gibson 1977). Η σχέση και η ακριβής λειτουργία αυτών των τύπων κυττάρων στα καρκινοειδή είναι αμφιλεγόμενη και ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με τα μελετώμενα είδη. Ωστόσο, με βάση μια μελέτη του Ευρωπαϊκού αστακού (Barker & Gibson 1977), το πιο πιθανό σενάριο είναι ότι τα E- κύτταρα διαφοροποιούνται σε R- και F- κύτταρα, και τα F- κύτταρα ωριμάζουν μετέπειτα σε B- κύτταρα (Gibson 1983 & Factor 1995).

Σύμφωνα με τους Gibson και Barker (1979), κάθε τύπος κυττάρου έχει διακεκριμένο φυσιολογικό ρόλο στον πεπτικό αδένα. Τα εμβρυονικά E- κύτταρα στην εξωτερική ζώνη των σωληνίσκων είναι τα μόνα που υφίστανται κυτταρική διαίρεση και είναι αδιαφοροποίητα πρόγονα κύτταρα των F- και R- κυττάρων. Τα F- κύτταρα περιέχουν άφθονο τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο, το οποίο τους προσδίδει την ινώδη εμφάνιση σε επίπεδο μικροσκοπίας φωτός. Τα πεπτικά ένζυμα που παράγονται στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο συγκεντρώνονται στο σύστημα Golgi των F- κυττάρων και αποθηκεύονται στα κυστίδια του κυτταροπλάσματος. Καθώς τα κυστίδια επεκτείνονται και συγχωνεύονται μεταξύ τους, δημιουργούνται ενιαία και μεγάλα κυστίδια που περιβάλλονται από ένα λεπτό στρώμα κυτταροπλάσματος, τα οποία συμπίεζουν περιφερειακά τις υπόλοιπες κυτταρικές δομές. Έτσι, η εμφάνιση των κυττάρων διαστρεβλώνεται και παίρνει την χαρακτηριστική μορφή των B- κυττάρων. Κατά την διάρκεια της σίτισης και της πέψης, τα κυστίδια που περιέχουν τα πεπτικά ένζυμα απελευθερώνονται στον κενό χώρο του σωληνίσκου σε περιοδικές ορδές.

Συνήθως, η απελευθέρωση-έκκριση των κυστιδίων γίνεται «μεροκρινικά», δηλαδή με μια διαδικασία παρόμοιας αυτής της εξωκύτωσης, ή «αποκρινικά», δηλαδή περιβάλλοντας τα με μεμβράνη πριν την απελευθέρωση (Gibson & Barker 1979). Τα B- κύτταρα που δεν απελευθερώνονται από τα τοιχώματα των σωληνίσκων υποβάλλονται

σε ένα κύκλο αναμόρφωσης, κατά την διάρκεια του οποίου τα κύτταρα εμφανίζονται ως F- κύτταρα πριν γίνουν πάλι B- κύτταρα. Τα R- κύτταρα, τα οποία αποτελούν τον αφθονότερο τύπο κυττάρων του πεπτικού αδένου, είναι η βασική περιοχή απορρόφησης και αποθήκευσης των θρεπτικών ουσιών, αν και τα F- και B- κύτταρα επίσης απορροφούν μερικές θρεπτικές ουσίες μέσω της πινοκύτωσης. Τα R- κύτταρα διαθέτουν ένα πυκνό και ευδιάκριτο οδοντωτό στρώμα μικρολαχνών, οι οποίες βοηθούν στην άμεση απορρόφηση και μεταφορά των θρεπτικών ουσιών εντός των κυττάρων. Το κυριότερο και αφθονότερο υλικό αποθήκευσης των R- κυττάρων είναι τα λιποσταγονίδια, όπως επίσης και κάποια μικρά μόρια γλυκογόνου (Barker & Gibson 1977).

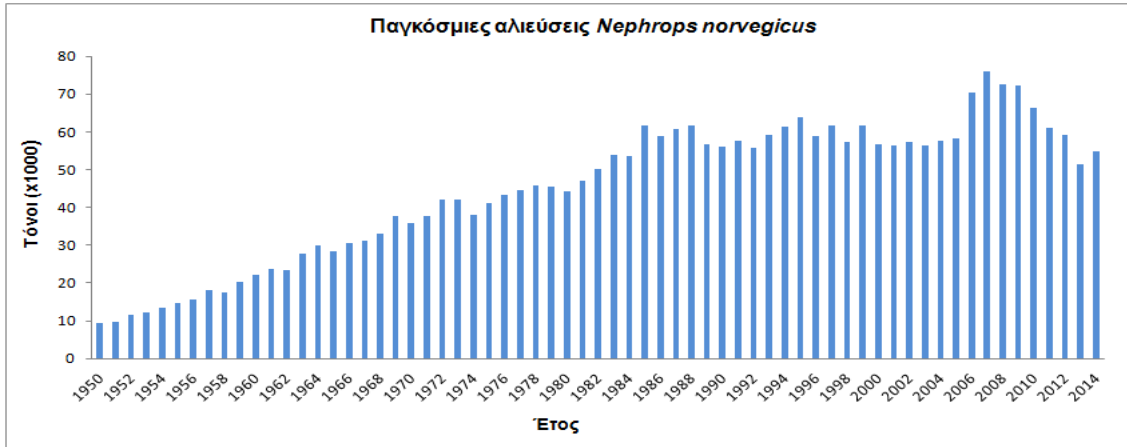
1.3. Κατανομή και οικολογία του είδους *Nephrops norvegicus*

Το *Nephrops norvegicus* είναι ευρέως κατανεμημένο σε περιοχές της ηπειρωτικής κρηπίδας και της ανώτερης ηπειρωτικής κατωφέρειας του Βόρειο-ανατολικού Ατλαντικού και της Μεσογείου. Εντοπίζεται από το Μαρόκο στο Νότο και εκτείνεται έως και την Νορβηγία και την Ισλανδία στο Βορρά, μέχρι την Ελλάδα και σε βάθη από 20 μέχρι 800 m (Fisher *et al.* 1987, Relini *et al.* 1999, Abello *et al.* 2002, Bell *et al.* 2006). Οι περιοχές που ζει το *N. norvegicus* είναι περιορισμένες αφού προτιμά συγκεκριμένους τύπους ιλυωδών ιζημάτων με περιεκτικότητα πάνω από 40% ιλύος και αργίλου (περιοχές με βράχους κλπ.). Στις περιοχές αυτές σχηματίζει στοές όπου περνά μεγάλο μέρος της ημέρας. Οι στοές μπορεί να έχουν διάμετρο 10 cm και μήκος 1 m και να διεισδύουν στο ίζημα σε βάθος 20-30 cm (Rice & Chapman 1971). Η έξοδος από τις

στοές παρατηρείται συγκεκριμένες ώρες, ανάλογα με την περιοχή αλλά πάντα όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι χαμηλές.

1.4. Αλιεία, διαχείριση και υδατοκαλλιέργεια του είδους *Nephrops norvegicus*

Το *Nephrops norvegicus* αποτελεί ένα από τα πιο εμπορικά είδη στις περιοχές στις οποίες αλιεύεται. Οι παγκόσμιες αλιεύσεις του *N. norvegicus* τα τελευταία χρόνια (FAO 2016) έδειχναν ανοδική τάση μέχρι το 1985. Οι αλιεύσεις του παγκοσμίως παραμένουν σταθερές και κάτω των 60.000 τόνων, αρκετά μεγάλος αριθμός όμως για να παρουσιάζονται μειώσεις των αποθεμάτων (FAO 2016). Τα έτη 2006-2009 όμως, παρουσιάστηκε αύξηση και οι παγκόσμιες αλιεύσεις έφτασαν στους 70.000 τόνους (Σχ.1.4). Στην Ελλάδα οι αλιεύσεις παρουσίαζαν συνεχή αύξηση φθάνοντας από τους 242 τόνους το 2001 στους 276 τόνους ετησίως το 2006 και στους 555 τόνους το 2007. Αντίστοιχα, στον Παγασητικό κόλπο οι αλιεύσεις αυξήθηκαν από 34,9 τόνους το 2001 σε 33 τόνους το 2006 και 55,5 τόνους το 2007 (Μεζίτη 2012, Smith & Papadopoulou 2007). Οι αυξήσεις αυτές δεν πρέπει να οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα για την επάρκεια των αποθεμάτων του *N. norvegicus*.



Σχήμα 1.4: Παγκόσμιες αλιεύσεις του *Nephrops norvegicus* (FAO 2016).

Αντίστοιχοι προβληματισμοί για τη μείωση των αποθεμάτων άλλων Decapoda οδήγησαν σε προσπάθειες εμπορικής εκτροφής των ειδών. Κατά τις δεκαετίες του 1970 και 1980 πειράματα σχετικά με τον αστακό *Homarus americanus* βοήθησαν στην επιτυχή εκτροφή του είδους, όπως περιγράφεται αναλυτικά σε ανασκόπηση από τους Aiken & Waddy (1995). Παρόλα αυτά η εκτροφή των ενήλικων αστακών αποδείχθηκε οικονομικά ασύμφορη, καθώς μειώθηκαν η τιμές πώλησης των άγριων προϊόντων. Άλλες προσπάθειες στράφηκαν στην αύξηση των αποθεμάτων μέσω της αύξησης των προνυμφών που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Έτσι, δημιουργήθηκαν μονάδες εκκόλαψης όπου ωρίμαζαν οι προνύμφες μέχρι το τέταρτο προνυμφικό στάδιο (Nicosia & Lavalli 1999).

Αντίστοιχες προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί με επιτυχία και για άλλα είδη αστακοειδών όπως για τα γένη *Panulirus*, *Jasus* και *Sagmariasus* (Booth 2006, Phillips & Melville-Smith 2006). Σχετικά με το *N. norvegicus*, έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς προσπάθειες εκτροφής είτε ενήλικων ατόμων (Μεντέ και συν. 2007, Mente 2010) ή ατόμων σε προνυμφικά στάδια (Figureiedo & Vilela 1972, Rotllant *et al.* 2001,

Rosa *et al.* 2003). Ωστόσο, η εμπορική εκτροφή του είδους δεν έχει πετύχει μέχρι στιγμής, κυρίως εξαιτίας της έλλειψης γνώσης για την εκτροφή του είδους σε συνθήκες εργαστηρίου και για τις ακριβείς διατροφικές του απαιτήσεις (Μεντέ και συν. 2007).

Πρόσφατες μελέτες (Mente 2010) έχουν προσφέρει πολύτιμα στοιχεία για την επιβίωση, την αύξηση και τη διατροφική συμπεριφορά του είδους σε συνθήκες εργαστηρίου, όπου μεταξύ άλλων έγινε εμφανής η ανάγκη για ξηρή τροφή υψηλής ποιότητας. Παρότι δεν έχει γίνει στοχευμένη έρευνα σύγκρισης της βιολογίας, της φυσιολογίας και της οικολογίας του *N. norvegicus* στις περιοχές εξάπλωσής του, οι παραπάνω μελέτες δείχνουν ότι τα χαρακτηριστικά των πληθυσμών είναι κοινά, συνεπώς η επίτευξη της εκτροφής του είδους θα είχε παγκόσμια σημασία με θετικές οικονομικές επιρροές σε όλες τις περιοχές εξάπλωσής του.

1.5. Εποχιακές διακυμάνσεις και φυσικοχημικές αλλαγές στο οικοσύστημα του Παγασητικού κόλπου και επίδραση τους στην τροφική αλυσίδα

Η ποιότητα και η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής είναι κρίσιμοι παράγοντες για τη διατήρηση των αποθεμάτων σε επιθυμητά επίπεδα. Ο Παγασητικός κόλπος είναι ένα μέσο- ολιγοτροφικό σύστημα (Korimas *et al.* 2014). Οι αλλαγές στη διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος του Παγασητικού κόλπου διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχικότητα, τις σταθερές φυσικοχημικές συνθήκες (θερμοκρασία, φως, αλατότητα) και την διαφοροποίηση του οργανικού υλικού (Petihakis *et al.* 2005). Με εκκίνηση την ετήσια άνθιση, που λαμβάνει χώρα τον Ιανουάριο μέχρι τον Φεβρουάριο, η μέγιστη ποσότητα των οργανικών υλικών υψηλής θρεπτικής αξίας καταλήγει στο ίζημα στο

τέλος του Φεβρουαρίου ή αρχές Μαρτίου. Τέλος, τους μήνες Απρίλιο και Μάιο παρατηρείται η υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος (Petihakis *et al.* 2005).

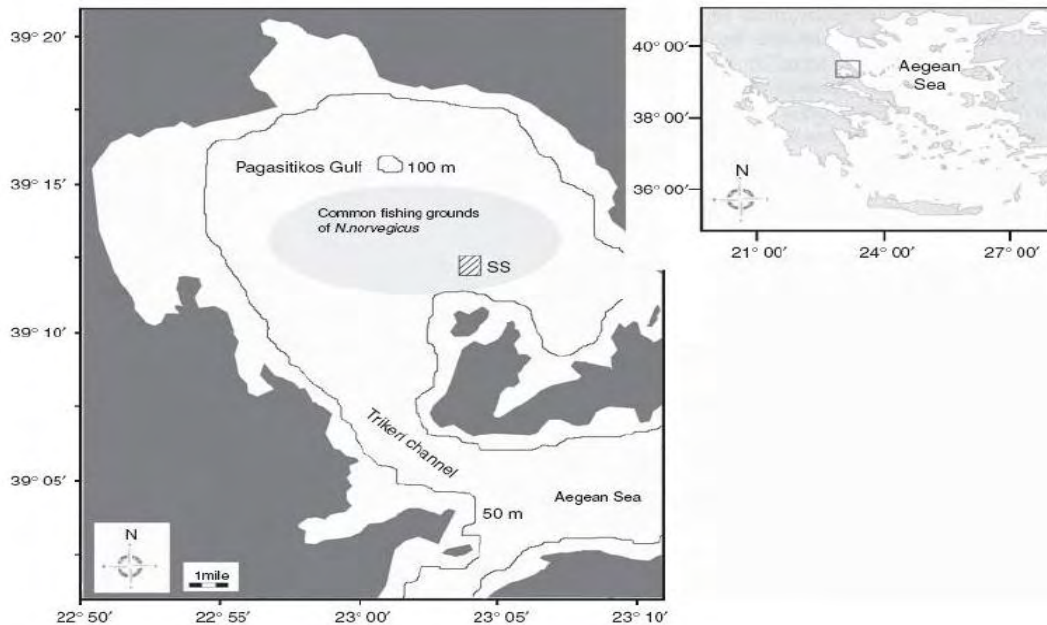
1.6. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετηθούν φυλετικές ή εποχικές διαφοροποιήσεις στην μορφολογία του πεπτικού αδένου των караβίδων. Βάση ιστολογικών τομών, υπολογίστηκε το εμβαδό των μικροσωληνίσκων, των αυλών τους, των κυψελοειδών (B-) κυττάρων, των ινωδών (F-) κυττάρων και των επανααρροφητικών (R-) κυττάρων, για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα των δειγματοληπτικών μηνών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ειδικός αλγόριθμος ανάλυσης εικόνας, ο οποίος είναι σε θέση να υπολογίζει αυτόματα τα προαναφερθέντα εμβαδά, καθώς και τους λόγους τους, χρησιμοποιώντας μικρογραφίες ιστολογικών τομών πεπτικού αδένου (Berillis *et al.* 2013). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη της φυσιολογίας θρέψεως και του μεταβολισμού των τροφών στην караβίδα *Nephrops norvegicus* και για την διαχείριση των αποθεμάτων του αλιευμένου πληθυσμού ως διατροφικός δείκτης, εφόσον εξηγεί σε μηνιαίες αλλαγές τη διαθεσιμότητα της τροφής στο οικοσύστημα που ζει, το οποίο επηρεάζει την διατροφική κατάσταση και την συμπεριφορά του πληθυσμού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Συλλογή ατόμων του είδους *N. norvegicus*

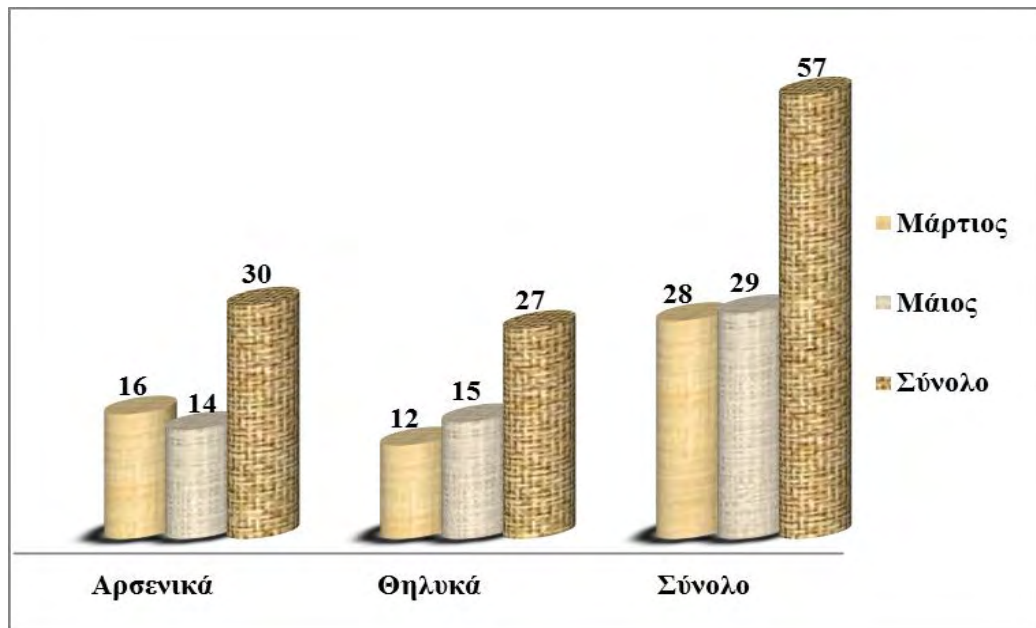
Η συλλογή των δειγμάτων του *Nephrops norvegicus* πραγματοποιήθηκε στην θαλάσσια αλιευτική περιοχή του Τρικεριού στον Παγασητικό κόλπο. Η περιοχή συλλογής των δειγμάτων καθορίστηκε από τέσσερα στίγματα: Βόρειο- Δυτικό ($39^{\circ} 18.52' \text{ N}$, $23^{\circ} 0.321' \text{ E}$), Βόρειο- Ανατολικό ($39^{\circ} 18.21' \text{ N}$, $23^{\circ} 06.67' \text{ E}$), Νότιο- Δυτικό ($39^{\circ} 14.19' \text{ N}$, $23^{\circ} 06.05' \text{ E}$) και Νότιο- Ανατολικό ($39^{\circ} 16.61' \text{ N}$, $23^{\circ} 10.59' \text{ E}$) και σε βάθη 50-60 m (Εικ. 2.1). Ο Παγασητικός κόλπος επιλέχθηκε ως ένα από τα βασικότερα και πιο προσβάσιμα (μικρά βάθη) αλιευτικά πεδία του είδους *N. norvegicus* στην Ελλάδα (Smith & Papadopoulou 2003). Επίσης, υπάρχει ένα έντονο ενδιαφέρον τόσο από τους εμπλεκόμενους φορείς όσο και από τους ίδιους τους αλιείς (τόσο αυτούς που αλιεύουν με δίχτυα όσο και αυτούς που αλιεύουν με παγίδες) και φαίνεται να υπάρχει και πληθώρα ιστορικών δεδομένων για το απόθεμα της караβίδας *N. norvegicus* στο εσωτερικό του κόλπου (Smith et al. 2001, Smith & Papadopoulou 2003, Smith et al. 2003).



Εικόνα 2.1: Αλιευτική περιοχή του είδους *N. norvegicus* στον Παγασητικό κόλπο (έλλειψη γκρίζας απόχρωσης). Η περιοχή με τις γραμμώσεις αντιπροσωπεύει την περιοχή σύλληψης των ατόμων (υιοθετημένο από Mente *et al.* 2009).

Συλλέχθηκαν συνολικά πενήντα επτά (57) άτομα του είδους *N. norvegicus* από την θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού κόλπου, εκ των οποίων τα τριάντα (30) ήταν αρσενικά και τα είκοσι επτά (27) ήταν θηλυκά (Σχ. 2.1). Τα δείγματα αλιεύτηκαν με την χρήση παγίδων από την προαναφερθείσα περιοχή τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο του έτους 2016. Οι παγίδες είχαν διαστάσεις 50 cm x 50 cm x 25 cm (μήκος x πλάτος x ύψος) με άνοιγμα ματιού 26 χιλιοστά. Συγκεκριμένα, το μήνα Μάιο εκδόθηκε ειδική άδεια συλλογής των ειδών *Nephrops norvegicus* για ερευνητικούς σκοπούς με τη χρήση παγίδων στην δειγματοληπτική περιοχή, λόγω ισχύουσας απαγόρευσης αλίευσης (Αριθ. Πρ.:444/71486). Ειδικότερα, τον μήνα Μάρτιο αλιεύθηκαν συνολικά είκοσι οχτώ (28) άτομα, εκ των οποίων τα δεκαέξι (16) ήταν

αρσενικά και τα δώδεκα (12) ήταν θηλυκά άτομα, ενώ τον μήνα Μάιο συλλέχθηκαν συνολικά είκοσι εννέα (29) άτομα του είδους, εκ των οποίων τα δεκατέσσερα (14) ήταν αρσενικά και τα δεκαπέντε (15) θηλυκά αντίστοιχα. Στα συλληφθέντα άτομα *N. norvegicus* της δειγματοληψίας του μήνα Μαρτίου περιέχονταν μία (1) καραβίδα με αυγά στο εξωτερικό της περίβλημα και στην δειγματοληψία του μήνα Μαΐου συλλέχθηκαν δύο (2) ακόμη άτομα με αυγά στο εξωτερικό τους περίβλημα. Η συλλογή των παγίδων από τον πυθμένα πραγματοποιήθηκε δύο (2) ημέρες έπειτα από την τοποθέτησή τους στην περιοχή δειγματοληψίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι παγίδες στο εσωτερικό τους περιείχαν ένα με δύο (1-2) άτομα του είδους *N. norvegicus*. Τέλος, τα δολώματα που χρησιμοποιήθηκαν στις παγίδες για την προσέλκυση των ατόμων στο εσωτερικό τους ήταν φρέσκες σαρδελομάνες του είδους *Alosa fallax* (Lacépède 1803).



Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση των αλιευμένων ατόμων τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο.

2.2. Θανάτωση ατόμων και συλλογή του πεπτικού αδένου

Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μέσα σε μία δεξαμενή που περιείχε θαλασσινό νερό και ακολούθησε η διαδικασία της θανάτωσης των καραβίδων για την συλλογή του πεπτικού αδένου. Προσδιορίστηκε το φύλο των ατόμων, στη συνέχεια μετρήθηκαν τα ολικά σωματικά βάρη (σε gr) και τα ολικά σωματικά μήκη (σε mm), καθώς και τα μήκη του κεφαλοθώρακα (Carapace length, CL σε mm). Η διαδικασία μέτρησης του μήκους κεφαλοθώρακα (CL) με τη χρήση ηλεκτρονικού παχύμετρου φαίνεται στην Εικόνα 2.2. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε τομή και συλλογή του πεπτικού αδένου από τα είκοσι οχτώ (28) άτομα που συλλέχθηκαν τον μήνα Μάρτιο και από τα είκοσι εννέα (29) του μήνα Μαΐου. Ο πεπτικός αδένος του κάθε ατόμου ζυγίστηκε και υπολογίστηκε ο εκάστοτε ηπατοσωματικός δείκτης (Hepato-Somatic Index, HSI). Οι μετρήσεις μήκους πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση αναλογικού και ηλεκτρονικού παχύμετρου με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου και οι ζυγίσεις έγιναν με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο. Τμήματα του πεπτικού αδένου, περίπου 0,5-1 cm, από κάθε άτομο τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία (χωρητικότητας \approx 25 ml) που περιείχαν διάλυμα φορμόλης 4% σε θαλασσινό νερό και αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο (4°C) για 24 ώρες μέχρι την ιστολογική τους εξέταση. Όλα τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (νυστέρι, λαβίδα και ψαλίδι) για την θανάτωση των ατόμων και για την συλλογή του πεπτικού αδένου, είχαν αποστειρωθεί με χρήση αλκοόλης 100%.



Εικόνα 2.2: Μέτρηση μήκους κεφαλοθώρακα (CL) (Προσωπικό αρχείο).

2.3. Ιστολογική εξέταση

Ο ιστός του πεπτικού αδένου των ατόμων *N. norvegicus* μελετήθηκε ιστολογικά. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν ιστολογικά οι διαφορές μεταξύ των αρσενικών - θηλυκών ατόμων για τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο ως προς την μορφή, την δομή και το σχήμα πεπτικού αδένου, την επιφάνεια του αυλού των μικροσωληνίσκων, τη συνολική επιφάνεια του πεπτικού αδένου και τον αριθμό των κυψελοειδών (B-) κυττάρων, των ινωδών (F-) κυττάρων και των επαναροφητικών (R-) κυττάρων.

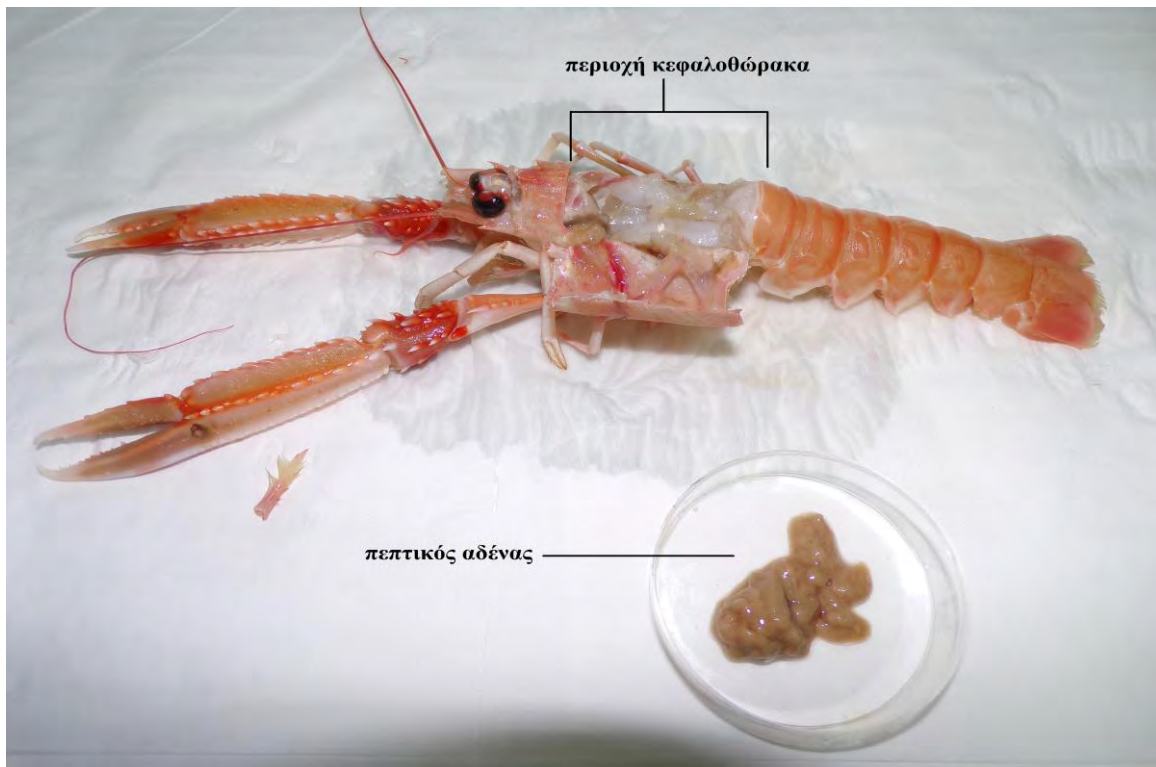
Για την μικροσκοπική ανατομική μελέτη των ιστών χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές ιστολογίας οι οποίες περιλαμβάνουν τα εξής στάδια :

- Απομόνωση του ιστού,
- Μονιμοποίηση του ιστού,
- Αφυδάτωση- διάλυση- έγκλιση ιστού σε παραφίνη,
- Εμβάπτιση και εγκλεισμός σε παραφίνη,
- Τομή ιστών στην μικροτόμο,

- Αποπαραφίνωση,
- Χρώση του ιστού,
- Επικάλυψη των τομών.

2.3.1 Απομόνωση του ιστού

Αρχικά πραγματοποιήθηκε δημιουργία ιστολογικού παραθύρου στην περιοχή του κεφαλοθώρακα και η αποκάλυψη του πεπτικού αδένου. Ακολούθησε η αφαίρεση μέρους του ιστού (ιστοτεμάχιο πάχους 0,5- 1 cm) (Εικ. 2.3.1).



Εικόνα 2.3.1: Απεικόνιση ιστολογικού παραθύρου στην περιοχή του κεφαλοθώρακα αρσενικού ατόμου *N. norvegicus* έπειτα από αφαίρεση του ιστού. Εντός του τρυβλίου βρίσκεται ο πεπτικός αδένος (Προσωπικό αρχείο).

2.3.2 Μονιμοποίηση του ιστού

Ο ιστός τοποθετήθηκε άμεσα στο μονιμοποιητικό υγρό (4% φορμόλης σε θαλασσινό νερό). Το μονιμοποιητικό υγρό υπερκάλυπτε τον όγκο των δειγμάτων των ιστών (περίπου διπλάσιος όγκος). Η παραμονή των ιστών στο μονιμοποιητικό υγρό διήρκησε από μία (1) έως επτά (7) μέρες. Κατά την διαδικασία μονιμοποίησης το δείγμα ιστού παρέμεινε σε γυάλινα μπουκαλάκια στο ψυγείο (4°C) για 24 ώρες και έπειτα τοποθετήθηκε σε πλαστικές κασετίνες (διαστάσεων $\approx 4,5$ cm x 2,8 cm), αφού πρώτα αυτές σημάνθηκαν με μολύβι με την ημερομηνία και τον κωδικό αριθμό του εκάστοτε δείγματος. Στην εικόνα 2.3.2 αριστερά φαίνονται οι κασετίνες, τα μπουκαλάκια μονιμοποίησης των ιστών, καθώς και η κέρινη επιφάνεια που χρησιμοποιήθηκε σαν μέσο μεταφοράς των ιστών για αποφυγή τραυματισμών των δειγμάτων.



Εικόνα 2.3.2: Προετοιμασία του ιστού για τοποθέτηση σε πλαστικές κασετίνες (Προσωπικό αρχείο).

2.3.3 Αφυδάτωση- διαύγαση- έγκλιση ιστού σε παραφίνη

Μετά την παραμονή στο μονιμοποιητικό υγρό ακολούθησε η σταδιακή αφυδάτωση, ο καθαρισμός- διαύγαση και η έγκλιση του ιστού σε παραφίνη. Αυτή η διαδικασία έγινε με την βοήθεια της ιστοκινέτας (Εικ. 2.3.3). Το πρόγραμμα της ιστοκινέτας που χρησιμοποιήθηκε είχε συνολική διάρκεια δέκα εννέα (19) ωρών. Η διαδικασία βύθισης των δειγμάτων σε δοχεία διαλυμάτων σύμφωνα με το πρωτόκολλο ήταν η εξής:

Αιθανόλη 70% για 1 ώρα
Αιθανόλη 80% για 1ώρα
Αιθανόλη 95% για 1 ώρα
Αιθανόλη 95% για 2 ώρες
Αιθανόλη 100% για 1ώρα
Αιθανόλη 100% για 1 ώρα
Αιθανόλη 100% για 2 ώρες
Ξυλόλη για 2 ώρες
Ξυλόλη για 2 ώρες
Παραφίνη για 2 ώρες
Παραφίνη για 4 ώρες

Αναλυτικότερα, αρχικά οι κασετίνες με τα δείγματα βυθίστηκαν σε δοχείο με διάλυμα με περιεκτικότητα 70% αιθανόλη για μία (1) ώρα. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν για μία (1) ώρα στο δεύτερο δοχείο της ιστοκινέτας που περιείχε διάλυμα 80% αιθανόλης. Μετά βυθίστηκαν σε άλλο δοχείο με διάλυμα 95% αιθανόλης για μία (1) ώρα. Έπειτα τοποθετήθηκαν εκ νέου σε δοχείο με διάλυμα 95% αιθανόλης για δύο (2) ώρες. Κατόπιν, βυθίστηκαν σε τρία (3) διαδοχικά δοχεία με διαλύματα

100% αιθανόλης για συνολικά τέσσερις (4) ώρες, προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία της αφυδάτωσης.

Το επόμενο στάδιο ήταν αυτό της διαύγασης. Για την απομάκρυνση της αλκοόλης πραγματοποιήθηκε βύθιση των δειγμάτων σε δοχείο που περιείχε ξυλόλη για δύο (2) ώρες. Η διαδικασία συνεχίστηκε με την βύθιση των δειγμάτων σε νέο δοχείο με διάλυμα ξυλόλης για άλλες δύο (2) ώρες, όπου και ολοκληρώθηκε η διαδικασία του καθαρισμού του ιστού. Έπειτα τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε δοχεία υγρής παραφίνης για δύο (2) ώρες. Τέλος, τα δείγματα βυθίστηκαν σε εκ νέου δοχείο με υγρή παραφίνη, όπου και συνεχίστηκε η ανάδευση για ακόμη τέσσερις (4) ώρες μέχρι την ολοκλήρωση και του τελευταίου σταδίου.

Η ιστοκινέτα ρυθμίστηκε ώστε να πραγματοποιείται αυτόματη ανάδευση των δειγμάτων σε όλα τα στάδια ανά τακτά διαστήματα (Program 5), για να επιτυγχάνεται η ομοιογενής επεξεργασία των δειγμάτων και τα διαλύματα αιθανόλης και ξυλόλης να διεισδύσουν ευκολότερα στους ιστούς των δειγμάτων.

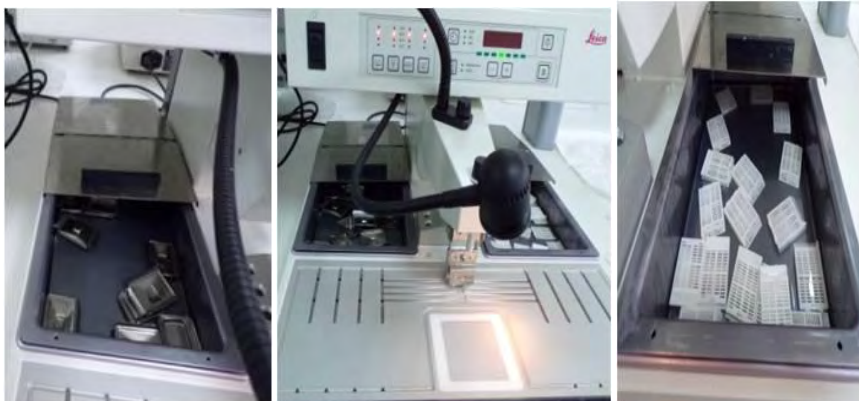


Εικόνα 2.3.3: Ιστοκινέτα του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος (Προσωπικό αρχείο).

2.3.4 Εμβάπτιση, εγκλεισμός σε παραφίνη

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αφυδάτωσης, του καθαρισμού (διαύγασης) και την έγκλιση του ιστού σε παραφίνη στην ιστοκινέτα, τα καλάθια τοποθετήθηκαν σε λιωμένη παραφίνη θερμοκρασίας 60°C. Στη συνέχεια, ανοίχτηκαν με τη βοήθεια λαβίδας, ο ιστός αφαιρέθηκε και τοποθετήθηκε μέσα στους ειδικούς μεταλλικούς υποδοχείς. Οι ειδικοί μεταλλικοί υποδοχείς με τους πεπτικούς αδένες καλύφθηκαν με επιπλέον παραφίνη και με το κάτω μέρος από το καλάθι κάθε ιστού όπου αναγραφόταν ο κωδικός του κάθε δείγματος και η ημερομηνία συλλογής του (Εικ. 2.3.4α).

Έπειτα, οι μεταλλικοί υποδοχείς που περιείχαν τους ιστούς εγκλεισμένους σε λιωμένη παραφίνη τοποθετήθηκαν σε ψυχρή πλάκα (Εικ. 2.3.4β) προκειμένου να στερεοποιηθεί η παραφίνη, επομένως και ο εγκλεισμός και να αφαιρεθούν. Τέλος, τοποθετήθηκαν στο ψυγείο (4°C) για να ολοκληρωθεί η διαδικασία του εγκλεισμού.



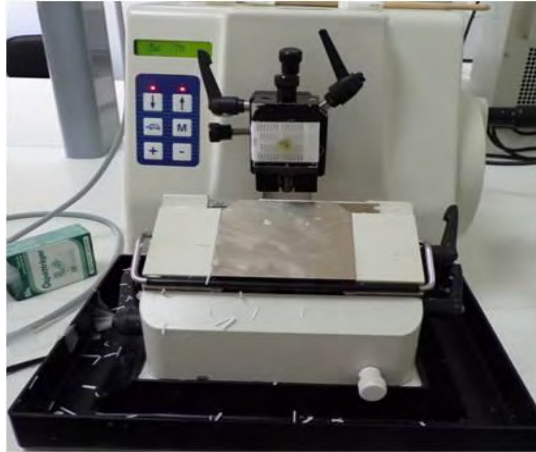
Εικόνα 2.3.4α: Εγκλεισμός του ιστού με παραφίνη (Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.3.4β: Ψυχόμενη πλάκα (Προσωπικό αρχείο).

2.3.5 Τομή ιστού στην μικροτόμο

Οι ιστοί τμήθηκαν με την χρήση της μικροτόμου (Εικ. 2.3.5α). Οι τομές του ιστού είχαν πάχος μεγέθους 5 μ m. Κατόπιν, οι ιστοτομές εκτύχθηκαν σε υδατόλουτρο, σε θερμοκρασία 40°C, έτσι ώστε να ενυδατωθούν και στην συνέχεια επικολλήθηκαν σε αντικειμενοφόρους πλάκες. Η επικόλληση των τομών πραγματοποιήθηκε με την τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων πλακών πάνω σε θερμαινόμενη πλάκα (Εικ. 2.3.5β).



Εικόνα 2.3.5α: Τομή ιστού στην μικροτόμο
(Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.3.5β: Θερμαινόμενη πλάκα (Προσωπικό αρχείο).

2.3.6 Αποπαραφίνωση

Οι αντικειμενοφόρες πλάκες τοποθετήθηκαν για τριάντα (30) λεπτά στον κλίβανο στους 50°C, προκειμένου να φύγει η περίσσια παραφίνη και να είναι έτοιμο για το στάδιο της χρώσης του ιστού.

2.3.7 Χρώση ιστού

Στη συνέχεια, οι ιστοί χρωματίστηκαν σε διάλυμα χρώσης Αιματοξυλίνης-Ιωσίνης (H & E Staining Protocol), με τις αντικειμενοφόρους πλάκες να βυθίζονται σε διαδοχικά διαλύματα βάση του παρακάτω πρωτοκόλλου (Εικ. 2.3.7α & Εικ. 2.3.7β):

Ευλόγη για 15 λεπτά
Ευλόγη για 15 λεπτά
Αιθανόλη 100% για 2 λεπτά
Αιθανόλη 100% για 2 λεπτά
Αιθανόλη 96% για 2 λεπτά
Αιθανόλη 80% για 1 λεπτό
Αιθανόλη 70% για 1 λεπτό
Ξέπλυμα σε τρεχούμενο νερό βρύσης για 2 λεπτά
Αιματοξυλίνη για 10 λεπτά (χρειάζεται διήθηση)
Ξέπλυμα σε τρεχούμενο νερό βρύσης για 5 λεπτά
3 βουτήγματα σε διάλυμα Acid alcohol 1%
Ξέπλυμα σε τρεχούμενο νερό βρύσης για 5 λεπτά
Ιωσίνη για 10 λεπτά
Ξέπλυμα σε τρεχούμενο νερό βρύσης για 2 λεπτά
Αιθανόλη 70% για 30 δευτερόλεπτα
Αιθανόλη 80% για 30 δευτερόλεπτα
Αιθανόλη 96% για 30 δευτερόλεπτα
Αιθανόλη 100% για 2 λεπτά

Αιθανόλη 100% για 2 λεπτά
Ξυλόλη για 2 λεπτά
Ξυλόλη για 5 λεπτά

Συγκεκριμένα, οι αντικειμενοφόρες πλάκες τοποθετήθηκαν ανά δέκα (10) σε ειδικούς υποδοχείς ώστε να ομαδοποιηθεί η διαδικασία της χρώσης. Η θήκη με τις δέκα (10) αντικειμενοφόρους τοποθετήθηκε αρχικά σε όγκο ξυλόλης για δέκα πέντε (15) λεπτά και έπειτα σε νέο όγκο ξυλόλης για ακόμη δέκα πέντε (15) λεπτά. Κατά την ενυδάτωση των δειγμάτων, η θήκη βυθίστηκε διαδοχικά σε διάλυμα 100% αιθανόλη για δύο (2) λεπτά και στον επόμενο όγκο απόλυτης αιθανόλης πάλι για δύο (2) λεπτά. Έπειτα η θήκη βυθίστηκε σε διάλυμα αιθανόλης 96% για δύο (2) λεπτά και στην συνέχεια σε διάλυμα αιθανόλης 80% για ένα (1) λεπτό. Κατόπιν τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε διάλυμα αιθανόλης 70% για ένα (1) λεπτό. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της ενυδάτωσης οι αντικειμενοφόρες πλάκες ξεπλύθηκαν σε τρεχούμενο νερό βρύσης για δύο (2) λεπτά.

Μετά την ενυδάτωση, ακολουθήθηκε η χρώση του ιστού. Η θήκη τοποθετήθηκε στο δοχείο χρώσης που περιείχε αιματοξυλίνη (χρειάζεται διήθηση) για δέκα (10) λεπτά. Στη συνέχεια, οι αντικειμενοφόρες πλάκες ξεπλύθηκαν με τρεχούμενο νερό βρύσης για πέντε (5) επιπλέον λεπτά. Εμβαπτίστηκαν τρεις (3) φορές σε διάλυμα όξινης αλκοόλης 1% και ξανά ξεπλύθηκαν σε τρεχούμενο νερό βρύσης για πέντε (5) επιπλέον λεπτά. Στο τελευταίο στάδιο χρώσης τοποθετήθηκαν στο δοχείο με διάλυμα ιωσίνης για δέκα (10) λεπτά.

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της χρώσης, η θήκη με τις αντικειμενοφόρες πλάκες ξεπλύθηκαν καλά σε τρεχούμενο νερό βρύσης για δυο (2) λεπτά, αμέσως μετά

εμβαπτίστηκαν διαδοχικά για τριάντα (30) δευτερόλεπτα σε διάλυμα 70% αιθανόλης, σε διάλυμα 80% αιθανόλης, και έπειτα σε νέο διάλυμα περιεκτικότητας 96% αιθανόλη. Εν συνεχεία, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε αιθανόλη 100% για δυο (2) λεπτά και άλλα δυο (2) λεπτά σε νέα αιθανόλη 100%.

Ακολούθησε η τελική διαδικασία της διάλυσης, όπου οι αντικειμενοφόρες πλάκες με τη θήκη που τις περιέβαλε εμβαπτίστηκαν σε ξυλόλη για δυο (2) λεπτά και εν συνεχεία άλλα πέντε (5) λεπτά σε νέο όγκο διαλύματος ξυλόλης.



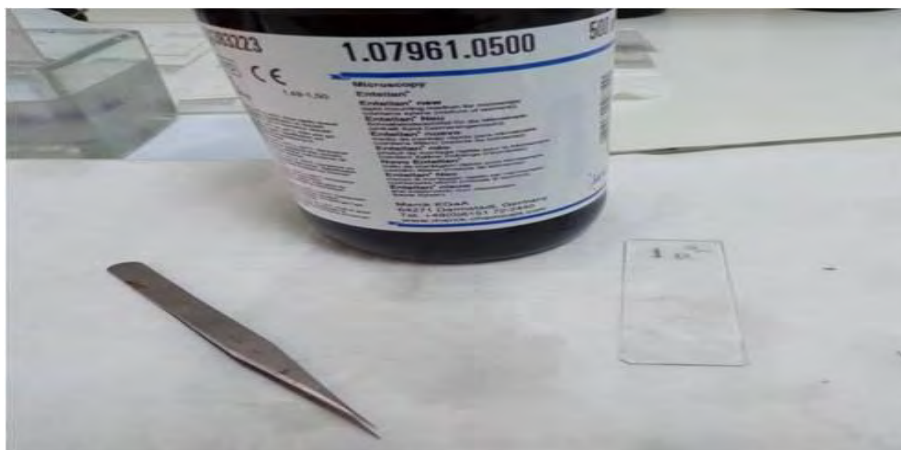
Εικόνα 2.3.7α: Βύθιση αντικειμενοφόρων πλακών στα διαδοχικά διαλύματα (Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 2.3.7β: Χρώση του ιστού σε διάλυμα χρώσης Αιματοξυλίνης-Ιωσίνης (H&E Staining Protocol) (Προσωπικό αρχείο).

2.3.8 Επικάλυψη των τομών

Η επικάλυψη των ιστολογικών τομών, που αποτελεί και το τελευταίο στάδιο της ιστολογικής τεχνικής, πραγματοποιείται με το κατάλληλο διάφανο υλικό όπως Βάλσαμο του Καναδά ή κάποια άλλη συνθετική ουσία, όπως για παράδειγμα το DPX. Αφού ολοκληρώθηκε και η τελευταία εμβάπτιση της διάλυσης, κάθε μία αντικειμενοφόρος πλάκα τοποθετήθηκε πάνω σε ένα καθαρό χαρτί με την πλευρά του δείγματος να είναι στραμμένη προς τα επάνω. Έπειτα, έγινε η προσκόλληση καλυπτρίδων, αφού προηγουμένως είχε προστεθεί στο δείγμα μικρή ποσότητα υγρού επικόλλησης (DPX) (Εικ. 2.3.8). Οι αντικειμενοφόρες πλάκες κάθε μία ξεχωριστά τοποθετήθηκαν πάνω σε χαρτί για πέντε (5) ώρες μέχρι να στεγνώσουν και μετά ήταν έτοιμες για παρατήρηση στο μικροσκόπιο.



Εικόνα 2.3.8: Επικάλυψη των τομών με τη χρήση υγρού επικόλλησης DPX (Προσωπικό αρχείο).

2.4 Μικροσκοπική εξέταση και ανάλυση των απεικονίσεων των δειγμάτων

Οι τομές των ιστολογικών παρασκευασμάτων μελετήθηκαν μικροσκοπικά. Χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο (Bresser Science TRM 301) σε μεγέθυνση x 100 και x 400. Οι απεικονίσεις κάθε παρασκευάσματος φωτογραφήθηκαν μέσω ειδικής προσαρμοσμένης στο μικροσκόπιο κάμερας (Bresser MikroCam 5.0 MP) και αναλύθηκαν μέσω ειδικού αλγορίθμου στο λογισμικό MATLAB R2016b που δημιουργήθηκε από τους Berillis *et al.* (2013). Όλες οι απεικονίσεις κάθε πεπτικού αδένου χρησιμοποιήθηκαν για τη γενική περιγραφή του και την μέτρηση αναλογιών του αυλού του μικροσωληνίσκου, τον αριθμό των κυψελοειδών (B-) κυττάρων, των ινωδών (F-) κυττάρων και των επαναρροφητικών (R-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου, έτσι ώστε να προσδιοριστεί η διατροφική κατάσταση του είδους *N. norvegicus* ανάμεσα στα δύο φύλα (αρσενικά και θηλυκά) και τους δύο μήνες (Μάρτιο και Μάιο). Από κάθε τμήμα του πεπτικού αδένου φωτογραφήθηκαν και μετρήθηκαν δέκα (10) μικροσωληνίσκοι (όπως και οι αντίστοιχοι αυλοί τους και τα κύτταρα B-, F- & R-).

2.5 Στατιστική ανάλυση

Ακολούθησε η ανάλυση όλων των δεδομένων και η στατιστική τους επεξεργασία με την βοήθεια του λογισμικού προγράμματος OriginLab 8.1. Πραγματοποιήθηκε τεστ κανονικότητας «Kolmogorov-Smirnov» καθώς τα δεδομένα μας ήταν περισσότερα από πενήντα (> 50) στον αριθμό. Στα κανονικά δεδομένα έγινε

«two sample t-test», ενώ στα μη κανονικά δεδομένα «Mann-Whitney». Τα αποτελέσματα κρίθηκαν μη σημαντικά για τιμή $P > 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Γενικές μετρήσεις του είδους *N. norvegicus*

Έπειτα από την αναγνώριση του φύλου και την καταγραφή του, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ολικού σωματικού βάρους (σε gr), ολικού μήκους (σε mm) και του μήκους κεφαλοθώρακα (σε mm). Το ολικό σωματικό βάρος των ατόμων *N. norvegicus* που αλιεύθηκαν τον μήνα Μάρτιο μετρήθηκε στα $38,86 \pm 7,79$ gr για τα αρσενικά άτομα και $34,10 \pm 4,51$ gr για τα θηλυκά, ενώ το ολικό μήκος σώματος ήταν στα $126,40 \pm 2,76$ mm για τα αρσενικά και $112,10 \pm 6,28$ mm για τα θηλυκά άτομα. Επίσης, τα αρσενικά άτομα που αλιεύθηκαν τον μήνα Μάιο είχαν $58,74 \pm 4,40$ gr ολικό σωματικό βάρος και $135,45 \pm 3,41$ mm ολικό μήκος σώματος, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για τα θηλυκά άτομα ήταν $65,87 \pm 25,40$ gr και $123,09 \pm 2,05$ mm. Οι προαναφερθέντες τιμές είναι οι μέσες τιμές \pm το τυπικό τους σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$). Οι μετρήσεις ολικού βάρους σώματος και ολικού μήκους σώματος του είδους *N. norvegicus* παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Στις παρενθέσεις φαίνεται ο αριθμός των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν.

Συγκριτικά με τα δύο φύλα, τα αρσενικά άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερα εξωτερικά χαρακτηριστικά (ολικό βάρος και μήκος σώματος), ενώ τις μεγαλύτερες τιμές φαίνονται να τις έχουν συγκεκριμένα τα αρσενικά άτομα του μήνα Μαΐου. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπ' όψιν το μεγάλο τυπικό σφάλμα ($\pm 25,40$) στις μετρήσεις του ολικού σωματικού βάρους των θηλυκών ατόμων του μήνα Μαΐου δεν θεωρείται ως μεγαλύτερη τιμή αυτή των $65,87$ (gr).

Πίνακας 3.1: Μετρήσεις ολικού βάρους σώματος (σε gr) και ολικού μήκους σώματος (σε mm) του είδους *N. norvegicus*.

<i>N. norvegicus</i>		Ολικό βάρος σώματος (gr)	Ολικό μήκος σώματος (mm)
Μάρτιος	Αρσενικό (16)	38.86 ± 7.79	126.40 ± 2.76
	Θηλυκό (12)	34.10 ± 4.51	112.10 ± 6.28
Μάιος	Αρσενικό (14)	58.74 ± 4.40	135.45 ± 3.41
	Θηλυκό (15)	65.87 ± 25.40	123.09 ± 2.05

*Οι τιμές είναι μέσες τιμές ± τυπικό σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

3.2. Ηπατοσωματικός δείκτης του είδους *N. norvegicus*

Ο ηπατοσωματικός δείκτης (Hepato-Somatic Index, HSI) εκφράζει τη σχέση του βάρους του πεπτικού αδένος της караβίδας προς το ολικό σωματικό της βάρος επί εκατό: $HSI = (\text{βάρος}_{\text{ηπατοπάγκρεας}} / \text{βάρος}_{\text{σωματικό}}) * 100$. Ο προσδιορισμός του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης του είδους *N. norvegicus*. Από τις σχετικές μετρήσεις βρέθηκε πως η μέση τιμή του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) είναι μεγαλύτερη στα αρσενικά άτομα του μήνα Μαρτίου ($2,97 \pm 0,22$), έπειτα ακολουθούν τα θηλυκά άτομα του μήνα Μαρτίου ($2,91 \pm 0,16$), ενώ χαμηλότερες τιμές ηπατοσωματικού δείκτη εμφανίζονται στα αρσενικά άτομα του δειγματοληπτικού μήνα Μαΐου ($2,50 \pm 0,17$), με τα θηλυκά άτομα του Μαΐου να έχουν συγκριτικά την μικρότερη τιμή ($2,46 \pm 0,24$).

Οι προαναφερθέντες τιμές είναι οι μέσες τιμές \pm το τυπικό τους σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο ακολουθούνται από τον ίδιο εκθέτη και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$). Οι ηπατοσωματικοί δείκτες του πεπτικού αδένου του είδους *N. norvegicus* παραθέτονται στον Πίνακα 3.2. Στις παρενθέσεις φαίνεται και ο αριθμός των δειγματοληπτικών ατόμων του είδους.

Πίνακας 3.2: Ηπατοσωματικός δείκτης πεπτικού αδένου του είδους *N. norvegicus*.

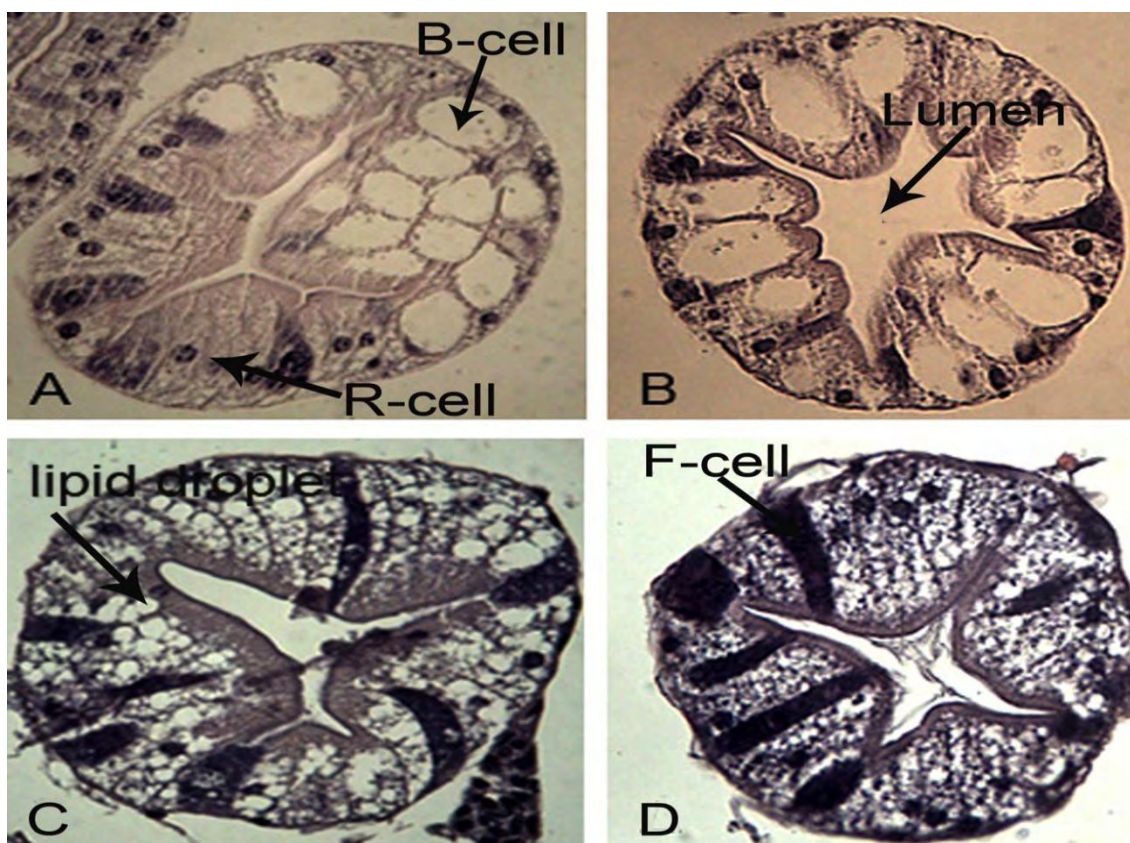
<i>N. norvegicus</i>		Ηπατοσωματικός Δείκτης (HSI)
Μάρτιος	Αρσενικό (16)	2.97 ^a \pm 0.22
	Θηλυκό (12)	2.91 ^a \pm 0.16
Μάιος	Αρσενικό (14)	2.50 ^a \pm 0.17
	Θηλυκό (15)	2.46 ^a \pm 0.24

*Οι τιμές είναι μέσες τιμές \pm τυπικό σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο ακολουθούνται από τον ίδιο εκθέτη και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

3.3. Γενική περιγραφή του πεπτικού αδένου του είδους *N. norvegicus*

Στο παρόν υποκεφάλαιο περιγράφονται οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις που αφορούν την γενική περιγραφή του πεπτικού αδένου του είδους *N. norvegicus* που συλλέχθηκαν τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο στην θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού κόλπου. Οι πεπτικοί αδένες των ατόμων τόσο του μήνα Μαρτίου, όσο και του μήνα Μαΐου στην πλειοψηφία τους είχαν μία στιβαρή, συμμετρική και

σταθερή δομή (Εικ. 3.3). Το σχήμα τους ήταν κυκλικό προς ελλειψοειδές. Το επιθήλιο πεπτικού αδένων ήταν συμπαγές, ενώ το σχήμα του μικροσωληνίσκου ήταν ευδιάκριτο στις περισσότερες περιπτώσεις. Στα άτομα του μήνα Μαΐου παρατηρείται επίσης, η παρουσία λιποσταγονιδίων (lipid droplets). Τα λιποσταγονίδια είναι ενδοκυτταρικά οργανίδια τα οποία είναι υπεύθυνα για την αποθήκευση λιπιδίων (Murphy *et al.* 2009). Τα άφθονα εγκλείσματα λιπιδίων αντιπροσωπεύουν το πρωτογενές υλικό αποθήκευσης των R- κυττάρων, αν και μικρά σωματίδια του γλυκογόνου εμφανίζονται επίσης στο κυτταρόπλασμα (Barker & Gibson 1977).



Εικόνα 3.3: A-B. Δείγματα Μαρτίου. Μικροσωληνίσκοι πεπτικών αδένων από αρσενικά (A) και θηλυκά (B) άτομα του *N. norvegicus*. C-D. Δείγματα Μαΐου. Μικροσωληνίσκοι πεπτικών αδένων από αρσενικά (C) και θηλυκά (D) άτομα του *N. norvegicus*.

3.4. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά πεπτικού αδένου του *N. norvegicus*

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι λόγοι των διαρθρωτικών στοιχείων του πεπτικού αδένου του είδους *N. norvegicus*. Οι λόγοι που υπολογίσθηκαν ήταν αυτοί του αυλού του μικροσωληνίσκου, κυψελοειδών (B-) κυττάρων, των ινωδών (F-) κυττάρων και των επαναρροφητικών (R-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου των ατόμων. Στις παρενθέσεις φαίνεται ο αριθμός των μετρούμενων μικροσωληνίσκων.

Όσον αφορά τα άτομα της δειγματοληψίας του μήνα Μαρτίου, ο λόγος του αυλού προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου για τα αρσενικά άτομα του είδους υπολογίσθηκε $0,12 \pm 0,007$, ενώ για τα θηλυκά άτομα $0,11 \pm 0,009$. Ο λόγος των B- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια μικροσωληνίσκου για τα αρσενικά άτομα του είδους ήταν $0,10 \pm 0,006$ και $0,11 \pm 0,007$ για τα θηλυκά. Επίσης, η αναλογία των F- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου μετρήθηκε $0,09 \pm 0,004$ για τα αρσενικά άτομα και $0,09 \pm 0,005$ για τα θηλυκά άτομα του Μαρτίου. Στα αρσενικά άτομα του είδους βρέθηκε $0,80 \pm 0,009$, ενώ στα θηλυκά $0,80 \pm 0,011$ η αναλογία των R- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου.

Οι αντίστοιχες μετρήσεις για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα της δειγματοληψίας του Μαΐου, ήταν $0,14 \pm 0,005$ και $0,13 \pm 0,007$ η αναλογία της επιφάνειας του αυλού μικροσωληνίσκου προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου. Ο λόγος των κυψελοειδών (B-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου για τα αρσενικά άτομα ήταν $0,09 \pm 0,005$ και $0,10 \pm 0,007$ για τα θηλυκά άτομα του Μαΐου αντίστοιχα. Επιπλέον, η αναλογία των ινωδών (F-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου μετρήθηκε $0,09 \pm 0,003$ για τα αρσενικά και $0,08 \pm 0,003$ για τα θηλυκά άτομα του Μαΐου. Τέλος, στα

αρσενικά άτομα η αναλογία των επανααρροφητικών (R-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου βρέθηκε $0,82 \pm 0,006$, ενώ στα θηλυκά άτομα υπολογίστηκε $0,82 \pm 0,007$. Οι προαναφερθέντες τιμές είναι οι μέσες τιμές \pm το τυπικό τους σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο ακολουθούνται από τον ίδιο εκθέτη και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

Πίνακας 3.4: Λόγοι των διαρθρωτικών στοιχείων από τον πεπτικό αδένα του *N. norvegicus*.

<i>N. norvegicus</i>		Αυλός προς μικροσωληνίσκο	B-κύτταρα προς μικροσωληνίσκο	F- κύτταρα προς μικροσωληνίσκο	R- κύτταρα προς μικροσωληνίσκο
Μάρτιος	Αρσενικό (160)	$0.12^a \pm 0.007$	$0.10^a \pm 0.006$	$0.09^a \pm 0.004$	$0.80^a \pm 0.009$
	Θηλυκό (120)	$0.11^a \pm 0.009$	$0.11^a \pm 0.007$	$0.09^a \pm 0.005$	$0.80^a \pm 0.011$
Μάιος	Αρσενικό (140)	$0.14^b \pm 0.005$	$0.09^a \pm 0.005$	$0.09^{b,a} \pm 0.003$	$0.82^a \pm 0.006$
	Θηλυκό (150)	$0.13^{a,b} \pm 0.007$	$0.10^a \pm 0.007$	$0.08^c \pm 0.003$	$0.82^a \pm 0.007$
Berillis et al. 2013	Πελλέτες	0.17 ± 0.01 (21)	0.49 ± 0.04 (26)	0.02 ± 0.001 (30)	0.32 ± 0.02 (40)
Karapanagiotidis et al., 2015	Μύδια	0.20 ± 0.01^a	0.06 ± 0.01^a	0.05 ± 0.01^a	0.69 ± 0.02^a
	Πελλέτες	0.17 ± 0.02^a	0.13 ± 0.03^b	0.05 ± 0.01^a	0.65 ± 0.03^a

*Οι τιμές είναι μέσες τιμές \pm τυπικό σφάλμα, οι μέσες τιμές στις στήλες ανά μήνα και ανά φύλο ακολουθούνται από τον ίδιο εκθέτη και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία μελετήθηκαν για πρώτη φορά οι διαφοροποιήσεις στην μορφολογία του πεπτικού αδένου του είδους *Nephrops norvegicus* ανάμεσα στα δύο (2) φύλα αλλά και τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου. Ο Παγασητικός κόλπος είναι ένα μέσο- ολιγοτροφικό σύστημα (βλ. § 1.5) με μεγάλο ενδιαφέρον και χρίζει μελέτης σε μηνιαία βάση.

Ο προσδιορισμός του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) και η ιστολογική μελέτη του πεπτικού αδένου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης των καρκινοειδών, επομένως και των ατόμων του είδους *Nephrops norvegicus*. Έτσι, η μορφολογία του πεπτικού αδένου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως 'διατροφικός δείκτης'.

Οι εποχικές διακυμάνσεις στο οικοσύστημα του Παγασητικού μπορεί να καταλήξουν σε διαφοροποίηση στην ποσότητα και στην ποιότητα της διαθέσιμης τροφής, που φτάνει στο ίζημα, σύμφωνα με το μοντέλο που έχει κατασκευαστεί για την περιοχή (Petihakis *et al.* 2005). Οι Petihakis *et al.* (2005) αξιοποιώντας στοιχεία από προηγούμενες μελέτες δημιούργησαν ένα ετήσιο μοντέλο που αναπαριστά τις φυσικοχημικές αλλαγές στις διάφορες ζώνες του Παγασητικού κόλπου, το οποίο προεκτάθηκε και σε μοντελοποίηση των ανθίσεων του φυτοπλαγκτού αλλά και των επιδράσεων τους στην υπόλοιπη τροφική αλυσίδα.

Σύμφωνα με το προαναφερθέν μοντέλο, η περιοχή του Παγασητικού κόλπου χωρίστηκε σε τρεις (3) περιοχές:

1. Την εσωτερική περιοχή, όπου βρίσκεται κοντά στις ακτές, παρουσιάζει μικρά βάθη, έχει μια μικρή επίδραση από το Αιγαίο Πέλαγος και ισχυρή σύζευξη του βένθους με την υδάτινη στήλη,
2. Την ανώτερη ζώνη της κεντρική εξωτερικής περιοχής (< 50 m βάθος), όπου παρατηρείται ισχυρό θερμοκλινές και
3. Την κατώτερη ζώνη της κεντρικής εξωτερικής περιοχής (> 50 m βάθος), όπου παρατηρούνται σχετικά χαμηλές συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας αλλά γενικά οι φυσικοχημικοί παράγοντες παραμένουν σταθεροί κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Το *N. norvegicus* στον Παγασητικό εντοπίζεται στη βαθύτερη ζώνη της κεντρικής εξωτερικής περιοχής, όπου κυριαρχούν χαμηλές (13°C) και σταθερές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου όπως και χαμηλές συνθήκες φωτισμού.

Συνδυάζοντας τις διατροφικές συνήθειες του είδους *N. norvegicus* που δρα είτε ως θηρευτής (μικρά μαλάκια, καρκινοειδή και πολύχαιτοι) ή ως σαπροφάγος (ψάρια, μεγαλύτερα ασπόνδυλα) με την περιοδικότητα που παρατηρείται στο σύστημα του Παγασητικού κόλπου συμπεραίνεται ότι η μέγιστη συγκέντρωση του οργανικού υλικού στον πυθμένα υπολογίζεται να εμφανίζεται από τα τέλη του Φεβρουαρίου μέχρι τις αρχές του Μαρτίου, ενώ η υψηλότερη διαθεσιμότητα σε τροφή για το είδος *N. norvegicus* αναμένεται κατά τον μήνα Απρίλιο με Μάιο και διαδοχικά μειώνεται μέχρι την επόμενη ετήσια άνθιση.

Για να μελετηθεί λοιπόν, εάν οι εποχικές αλλαγές στην διαθεσιμότητα τροφής μπορούν να επηρεάσουν την δομή και τη μορφολογία του πεπτικού αδένου (αυλοί μικροσωληνίσκων, Β- κύτταρα, F- κύτταρα & R- κύτταρα) πραγματοποιήθηκε

ιστολογική εξέταση, μικροσκοπική ανάλυση και μετέπειτα στατιστική επεξεργασία των παραπάνω παραμέτρων.

Ο λόγος του αυλού προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου φαίνεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερος στα αρσενικά άτομα που αλιεύθηκαν κατά τη διάρκεια του μήνα Μαΐου. Τα θηλυκά άτομα που αλιεύθηκαν τον μήνα Μάιο παρουσίαζαν σημαντικά μικρότερο λόγο F- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου από τα υπόλοιπα άτομα. Ο προαναφερθέν μεγάλος λόγος του αυλού προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου σχετίζεται συνήθως με ασιτία ή με διατροφή σε χαμηλής ποιότητας τροφή (Simon 2009).

Τα ινώδη κύτταρα (F-) ευθύνονται κυρίως για την απελευθέρωση των πεπτικών ενζύμων μέσα στον αυλό του πεπτικού αδένου, τα οποία εκκρίνονται στο εμπρόσθιο έντερο για μετέπειτα εξωκυτταρική πέψη (Brunet *et al.* 1994).

Επιπλέον, κάτω από συνθήκες βραχυπρόθεσμης ασιτίας, ο αριθμός των F- κυττάρων και η παραγωγή ενζύμων μπορούν να αυξηθούν για την ανασύσταση του γαστρικού υγρού στα πλαίσια της προετοιμασίας για το επόμενο γεύμα (Simon 2009).

Έχοντας υπ' όψιν ότι όλα τα άτομα στην παρούσα μελέτη παρέμειναν δύο (2) ημέρες στις παγίδες (πιθανότατα κατανάλωσαν τα δολώματα αμέσως) οι μικροί λόγοι της επιφάνειας του αυλού προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου και οι μεγάλοι λόγοι των F- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου μπορούν να εξηγηθούν.

Οι λόγοι των B-κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου δεν διέφεραν μεταξύ των δύο (2) φύλων κατά τους δειγματοληπτικούς μήνες Μάρτιο και Μάιο. Τα B- κύτταρα συνδέονται κυρίως με την αποβολή των άπεπτων ουσιών, επομένως ο υψηλός λόγος B- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του

μικροσωληνίσκου μπορεί να υποδεικνύει πρόσληψη τροφής η οποία καθίσταται δύσκολη στην πέψη (Simon & Jeffs 2008).

Παρόμοιες μελέτες σχετικά με την ιστομορφολογία του πεπτικού αδένου των ατόμων *N. norvegicus* πραγματοποιήθηκαν από τους Berillis *et al.* (2013) και από τους Karapanagiotidis *et al.* (2015) (βλ. Πιν. 3.4). Οι Berillis *et al.* (2013) ακολούθησαν διατροφή με σύμπηκτα (πελλέτες) στα είδη *N. norvegicus* και οι τιμές που υπολογίσθηκαν ήταν $0,17 \pm 0,01$ στον λόγο του αυλού μικροσωληνίσκου προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου, $0,49 \pm 0,04$ ο λόγος των κυψελοειδών (B-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου, ενώ ο αριθμός των ινωδών (F-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου μετρήθηκε $0,02 \pm 0,001$ και ο αριθμός των επαναροφητικών (R-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου $0,32 \pm 0,02$ αντίστοιχα.

Οι Karapanagiotidis *et al.* (2015) πραγματοποίησαν ένα πείραμα εκτροφής με μύδια και με σύμπηκτα (πελλέτες) για 20 ημέρες το οποίο διεξάχθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου. Υπολόγισαν λοιπόν, $0,20 \pm 0,01$ τον λόγο του αυλού προς την συνολική επιφάνεια μικροσωληνίσκου στα είδη *N. norvegicus* που τράφηκαν με μύδια και $0,17 \pm 0,02$ στα είδη που τράφηκαν με σύμπηκτα (πελλέτες). Ο λόγος των κυψελοειδών (B-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου για τα άτομα που τράφηκαν με μύδια ήταν $0,06 \pm 0,01$ και $0,13 \pm 0,03$ για τα άτομα που τράφηκαν με σύμπηκτα (πελλέτες), ενώ και στις δύο διατροφές οι λόγοι των ινωδών (F-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου ήταν $0,05 \pm 0,01$. Ο αριθμός των επαναροφητικών (R-) κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου μετρήθηκε $0,69 \pm 0,02$ για τα άτομα που ταΐστηκαν με μύδια και $0,65 \pm 0,03$ για τα άτομα που τράφηκαν με σύμπηκτα (πελλέτες) για 20 ημέρες.

Οι μετρήσεις της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής έρευνας είναι μικρότερες από εκείνες των Berillis *et al.* (2013) και των Karapanagiotidis *et al.* (2015) όσον αφορά το λόγο του αυλού προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου, όπως επίσης μικρότερες μετρήθηκαν οι αναλογίες των B- κυττάρων της μελέτης μας συγκριτικά με τις παραπάνω μελέτες. Παρ' όλα ταύτα εξαίρεση αποτελεί ο λόγος B- κυττάρων προς τη συνολική επιφάνεια των μικροσωληνίσκων για τη διατροφή με μύδια ($0,06 \pm 0,01$) (Karapanagiotidis *et al.* 2015) ο οποίος είναι χαμηλότερος από τις παρούσες αναλογίες. Χαμηλότεροι λόγοι παρουσιάζονται επίσης, στον αριθμό των κυττάρων F- και R-, υποδεικνύοντας πως η τροφή που κατανάλωσαν τα μελετώμενα άτομα *N. norvegicus* στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου δεν ήταν φτωχή θρεπτικά, αλλά και ούτε και η βέλτιστη.

Οι Berillis *et al.* (2013) στην μελέτη τους παρατήρησαν πως τα άτομα που τράφηκαν με σύμψηκτα (πελλέτες) ήταν σε χαμηλότερη διατροφική κατάσταση από αυτή των άγριων αλιευμένων ειδών.

Οι Karapanagiotidis *et al.* (2015) από την άλλη, παρατήρησαν πως η τροφή με σύμψηκτα (πελλέτες) παρουσίαζε αυξημένη την εμφάνιση των εκδύσεων, ενώ η τροφή σε μύδια ήταν πιο αποτελεσματική καθώς προλάμβανε τη θανάτωση από τη διαδικασία έκδυσης.

Η πεπτική κατάσταση που παρουσιάζεται ανάμεσα στα δύο (2) φύλα έπειτα από το λόγο R- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου φαίνεται να είναι όμοια για τον εκάστοτε μήνα δειγματοληψίας, καθώς οι τιμές τους είναι σημαντικά κοντά η μία με την άλλη. Τα R- κύτταρα του *N. norvegicus* της δειγματοληψίας του Μαΐου (αρσενικά και θηλυκά) έχουν μια μεγαλύτερη παρουσία λιποσταγονιδίων (lipid droplets) υποδηλώνοντας ότι τα *N. norvegicus* του Μαΐου ήταν

σε καλύτερη τροφική κατάσταση από τα άτομα του Μαρτίου. Τέλος, τα θηλυκά άτομα του Μαΐου είχαν περισσότερα λιποσταγονίδια ανά επιφάνεια μικροσωληνίσκου και μικρότερο λόγο F- κυττάρων προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου σε σχέση με τα αρσενικά άτομα του Μαΐου, γεγονός το οποίο υποδηλώνει πως η διαδικασία εντατικής θρέψης των θηλυκών είχε ξεκινήσει για την περίοδο αναπαραγωγής των ατόμων. Είναι πιθανό ότι τα R-κύτταρα σχετίζονται άμεσα με την ποσότητα των αποθηκευμένων θρεπτικών ουσιών όπως κενοτόπια λιπιδίων και / ή γλυκογόνο (Berillis *et al.* 2013).

Οι παρατηρούμενες διαφορές στις συγκεντρώσεις λιπιδίων στον πεπτικό αδένα μπορεί να εξαρτώνται από την διαθεσιμότητα και την κατανάλωση τροφής (Mente 2010).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για πρώτη φορά έγινε προσπάθεια να προσεγγιστεί και να μελετηθεί εάν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην ιστομορφολογία του πεπτικού αδένου της караβίδας *Nephrops norvegicus* ανάμεσα στα δύο (2) φύλα αλλά και ανάμεσα στους δύο (2) μήνες δειγματοληψίας, Μάρτιο και Μάιο στην δειγματοληπτική περιοχή του Παγασητικού κόλπου.

Το είδος *Nephrops norvegicus* εμφανίζεται στην θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού κόλπου, στην κατώτερη ζώνη της κεντρικής εξωτερικής περιοχής σε βάθη μεγαλύτερα των 50 m (> 50 m), όπου επικρατούν κυρίως χαμηλές συνθήκες φωτισμού, θερμοκρασίας και γενικότερα όλοι οι φυσικοχημικοί παράγοντες (θερμοκρασία, φως, αλατότητα) παραμένουν σταθεροί καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Η ποιότητα καθώς και η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής που καταλήγει στο ίζημα και στον πυθμένα της περιοχής του Παγασητικού κόλπου διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχικότητα (Petihakis *et al.* 2005) (βλ. § 1.5).

Οι αλλαγές στην διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος του Παγασητικού κόλπου πραγματοποιούνται πέρα από την εποχικότητα, σύμφωνα με τις σταθερές φυσικοχημικές συνθήκες και την εναπόθεση του οργανικού υλικού. Ξεκινώντας η ετήσια άνθιση που λαμβάνει χώρα τους μήνες Ιανουάριο με Φεβρουάριο στον Παγασητικό κόλπο η μέγιστη ποσότητα οργανικών θρυμμάτων με υψηλή θρεπτική αξία καταλήγει στο ίζημα περίπου στο τέλος του Φεβρουαρίου με αρχές του μήνα Μαρτίου, όπου πραγματοποιήθηκε και η πρώτη δειγματοληψία των караβίδων (βλ. § 1.5 & § 2.1). Τέλος, τους μήνες Απρίλιο και Μάιο (Μάιο έγινε η δεύτερη δειγματοληψία)

παρατηρείται η υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος, από όπου τρέφονται και τα άτομα του είδους *N. norvegicus*.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ο σκοπός (βλ. § 1.6) είναι να μελετηθεί εάν οι εποχικές αλλαγές στη διαθεσιμότητα της τροφής επηρεάζουν την ιστομορφολογία (μικροσωληνίσκοι, κύτταρα B-, κύτταρα R- & κύτταρα F-) του πεπτικού αδένου της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο.

Η ιστολογική μελέτη του πεπτικού αδένου και ο προσδιορισμός του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης των καρκινοειδών, επομένως και των ατόμων του είδους *N. norvegicus*. Είναι γνωστό πως ο υψηλός ηπατοσωματικός δείκτης στα καρκινοειδή αντικατοπτρίζει μια υψηλότερης ποιότητας διατροφική κατάσταση του οργανισμού που οδηγεί σε καλύτερη ανάπτυξη (Jones & Obst 2000). Η ποιότητα και η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής επιπλέον, είναι κρίσιμοι παράγοντες για τη διατήρηση ενός αλιευτικού αποθέματος σε επιθυμητά επίπεδα. Έτσι, η μορφολογία του πεπτικού αδένου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διατροφικός δείκτης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά το μήνα Μάιο, όπου παρουσιάζεται η υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στον Παγασητικό κόλπο οι караβίδες *N. norvegicus* που συλλέχθηκαν ήταν σε καλύτερη διατροφική και πεπτική κατάσταση σε σχέση με τις караβίδες που συλλέχθηκαν τον δειγματοληπτικό μήνα Μάρτιο.

Αναλυτικότερα, τα αρσενικά άτομα που αλιεύθηκαν κατά τη διάρκεια του δειγματοληπτικού μήνα Μαΐου παρουσίαζαν σημαντικά μεγαλύτερο λόγο αυλού προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου. Οι λόγοι των κυψελλοειδών (B-) κυττάρων προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου αν και δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$) είναι μεγαλύτεροι στα θηλυκά άτομα του Μαρτίου, ενώ ο υψηλός

λόγος των ινωδών (F-) κυττάρων προς την επιφάνεια του μικροσωληνίσκου και στα δύο φύλα του μήνα Μαρτίου από την άλλη, υποδηλώνουν πως υπήρξε μία χαμηλή διατροφική κατάσταση στα άτομα του Μαρτίου ή ότι τα άτομα αλιεύθηκαν στο τέλος πεπτικού τους κύκλου. Ο προαναφερθέν μεγάλος λόγος του αυλού προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου σχετίζεται συνήθως με βραχυπρόθεσμη ασιτία ή με χαμηλής ποιότητας διατροφή (Simon 2009).

Ανακεφαλαιώνοντας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως τα άτομα του μήνα Μαρτίου βρίσκονται σε χειρότερη διατροφική κατάσταση από ότι τα άτομα του μήνα Μαΐου και παρουσιάζουν περιορισμένη αποθήκευση θρεπτικών συστατικών, ενώ αντίθετα, τα άτομα του μήνα Μαΐου παρουσιάζουν υψηλή αποθήκευση θρεπτικών συστατικών καθώς και αποθήκευση λιπιδίων.

Τέλος, συγκριτικά με τον αρκετά μεγάλο λόγο των B- κυττάρων προς την συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου του πεπτικού αδένου των Berillis *et al.* (2013) και του μικρότερου λόγου των Karapanagiotidis *et al.* (2015) στην διατροφή με μύδια καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η τροφή που δέχτηκαν τα άτομα της παρούσας έρευνας δεν ήταν φτωχή διατροφικά αλλά ούτε και η ιδανική. Ο Simon (2009) πραγματοποίησε σχετική μελέτη χορηγώντας τεχνητή τροφή (σύμπηκτα) και χρησιμοποιώντας δίαιτα με μύδια στα άτομα του είδους *Jasus edwardsii* για 6 μήνες. Ο Simon (2009) παρατήρησε μεγαλύτερο αριθμό B- κυττάρων προς τη συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου στους αστακούς που τράφηκαν με σύμπηκτα (πελλέτες) από το λόγο των B- κυττάρων προς τη συνολική επιφάνεια του μικροσωληνίσκου στους αστακούς που τράφηκαν με μύδια.

Αναφέρεται λοιπόν, πως οι υψηλότεροι αριθμοί των B- κυττάρων ανά μικροσωληνίσκο στους αστακούς που σιτίστηκαν με σύμπηκτα (πελλέτες) είναι ένας

επιπλέον πιθανός δείκτης της εντατικής προσπάθειας του οργανισμού για ενδοκυτταρική πέψη στον πεπτικό αδένα ή/ και αποβολής των παραπροϊόντων της πέψης (τοξικά ανόργανα στοιχεία, πεπτικά ένζυμα, άπεπτα μέρη τροφής) από τον πεπτικό αδένα (Brunet *et al.* 1994). Αυτό μπορεί να είναι το αποτέλεσμα μιας φτωχής πεπτικότητας της τροφής παράγοντας μία περίσσεια άπεπτων μερών στον πεπτικό αδένα (Al-mohanna & Nott 1987).

Χαμηλότεροι λόγοι παρουσιάζονται επίσης, στον αριθμό των F- κυττάρων και των R- κυττάρων σε σχέση με τις μελέτες των Berillis *et al.* (2013) και των Karapanagiotidis *et al.* (2015). Την καλύτερη θρεπτική και πεπτική κατάσταση στα άτομα του Μαΐου υποδεικνύει και η παρουσία των λιποσταγονιδίων (lipid droplets).

Η μηνιαία συλλογή του πεπτικού αδένα στα καρκινοειδή για την εξέταση της μορφολογίας του ιστού του όπως προαναφέρθηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ‘διατροφικός δείκτης’ για τη διαχείριση του πληθυσμού της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο. Επιπλέον, στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου υπάρχει ένα έντονο ενδιαφέρον τόσο από τους εμπλεκόμενους φορείς όσο και από τους ίδιους τους αλιείς (τόσο αυτούς που αλιεύουν με δίχτυα όσο και αυτούς που αλιεύουν με παγίδες) και φαίνεται να υπάρχει και πληθώρα ιστορικών δεδομένων για τα αποθέματα των ατόμων της караβίδας *N. norvegicus* στο εσωτερικό του κόλπου (Smith *et al.* 2001, Smith & Papadopoulou 2003, Smith *et al.* 2003). Προτείνεται:

- ✓ η στήριξη δραστηριοτήτων για μηνιαία συλλογή δεδομένων,
- ✓ η περαιτέρω εκπόνηση επιστημονικών μελετών και
- ✓ ο σχεδιασμός προγράμματος διαχείρισης της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο με σκοπό την οργανωμένη αλιευτική προσπάθεια για

την διατήρηση και την αποκατάσταση των αποθεμάτων της караβίδας *N. norvegicus*.

Όσον αφορά τη σωστή διαχείριση του είδους στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου προτείνεται επίσης:

- ✓ Σωστή και ενδεδεγμένη μελέτη της ποιότητας αλλά και της ποσότητας της διαθέσιμης τροφής.
- ✓ Ακόμη, μπορούμε με ασφάλεια να πούμε ότι τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη φυσιολογίας θρέψης αλλά και για τον μεταβολισμό τροφής στα άτομα της караβίδας *Nephrops norvegicus*.
- ✓ Επιπλέον έρευνες θα μπορέσουν να μας παρέχουν ακόμη περισσότερες πληροφορίες για την θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού κόλπου και για το πώς δρα το είδος *Nephrops norvegicus* στον περιβάλλοντα χώρο.

Η βελτίωση της διαχείρισης της αλιείας της караβίδας ενισχύεται με την εισαγωγή νέων τεχνικών και την παρακολούθηση της αλιείας μέσω της μηνιαίας γνώσης της κατάστασης των αποθεμάτων της καθώς και με την ενίσχυση της έρευνας και της εφαρμογής αειφόρων διαχειριστικών μέτρων για την αλιεία της.

Η εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων βοηθά τους αλιείς να ενεργούν με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο χρήση των θαλάσσιων αγαθών για μια γαλάζια ανάπτυξη.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abello P., Abella A., Adamidou A., Jukic-Peladic S., Majorano P., Spedicato M.T. (2002) Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts. *Scientia Marina*, 66: 125-141
- Aguzzi J., Sardà F., Allué R. (2004) Seasonal dynamics in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae) catches off the Catalan coasts (Western Mediterranean). *Fisheries Research*, Volume 69, Issue 2: 293-300
- Aguzzi J., Company J.B., Sarda F. (2007) The activity rhythm of berried and unberried females of *Nephrops norvegicus* (Decapoda, Nephropidae). *Crustaceana* 80, 1121–1134
- Aiken D.E., Waddy S.L. (1995) Aquaculture In: Factor, J.R. (ed). *Biology of the Lobster *Homarus americanus** Academic Press, San Diego
- Al-mohanna S.Y., Nott J.A. (1987) R-cells and the digestive cycle in *Penaeus semisulcatus* (Crustacea decapoda) *Marine Biology* 95: 129-137
- Baden E., Divaris M., Quillard J. (1990) A light microscopic and immunohistochemical study of a multiple granular cell tumor and review of the literature. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48 (10): 1093-1099
- Baden E., Doyle L.J., Lederman A.D. (1994) Leiomyoma of the oral cavity: A light microscopic and immunohistochemical study with review of the literature from 1884 to 1992. *European Journal of Cancer Part B: Oral Oncology*, 30 (1): 1-7
- Bailey N. (1984) Some aspects of reproduction in *Nephrops*. *ICES (Shellfish and Benthos Committee)* 33: 1-15
- Bailey N., Howard F.G., Chapman C.J. (1986) Clyde *Nephrops*: biology and fisheries. *Proc R Soc Edinb (Sect B)* 90: 501-518
- Barker P.L., Gibson, R. (1977) Observations on the feeding mechanism, structure of the gut, and digestive physiology of the European lobster *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Marine Biology* 26: 297-324
- Bell M.C., Redant F., Tuck I. (2006) *Nephrops* species. In: Phillips, B.F.(Ed.), *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 412-469
- Berillis P., Simon C., Mente E., Sofos F., Karapanagiotidis I.T. (2013) A novel image processing method to determine the nutritional condition of lobsters. *Micron*, 45(0), 140-144
- Booth J.N. (2006) *Jasus* species. In: Phillips, B.F. (ed), *Lobsters: Biology, management, aquaculture and fisheries*. Oxford, UK: Blackwell publishing
- Briggs R. (1995) Variability in northwest Irish Sea *Nephrops* populations. *Fisheries Research* 23: 175-187
- Briggs P.R., Armstrong J.M., Dickey- Collas M., Allen M., McQuaid N., 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. *Journal of Marine Science*, 59 (1): 109-119
- Brunet M., Arnaud J., Mazza J. (1994) Gut structure and digestive cellular processes in marine Crustacea. *Oceanographic Marine Biology Annuals*, 32: 335-367
- Ceccaldi H.J. (1989) Anatomy and physiology of digestive tract of Crustaceans Decapods reared in aquaculture. *Proceedings of Advances in tropical aquaculture conference*. Tahiti, pp. 243-259

- Chapman C.J., Rice A.L. (1971) Some direct observations on the ecology and behaviour of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Biology* 10: 321-329
- Chapman C.J., Howard F.G. (1979) Field observations on the emergence rhythm of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*, using different methods. *Marine Biology* 51: 157-165
- Chapman C.J., Howard F.G. (1979) Field observations on the emergence rhythm of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*, using different methods. *Marine Biology* 51 (2)
- Chapman C.J. (1980) Ecology of juvenile and adult *Nephrops*. In: Cobb, J.S., and Phillips, B.F. (eds), *The biology and management of Lobsters*. London: Academic Press, pp. 143-178
- Chapman C.J., Howard F.G. (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
- Conklin D.E. (1995) Digestive Physiology and Nutrition. In: *Biology of the lobster Homarus americanus*. New York, p 395-445
- Cristo M., Cartes J.E. (1998) A comparative study of the feeding ecology of *Nephrops norvegicus* (L.), (Decapoda : Nephropidae) in the bathyal Mediterranean and the adjacent Atlantic. *Scientia Marina*, 62: 81-90
- Cristo M. (2001) Gut evacuation rates in *Nephrops norvegicus* (L. 1758): laboratory and field estimates. *Scientia Marina* 65: 341-346
- Cristo M., 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
- Crnković D. (1965) Ispitivanje ekologije i mogućnosti racionalnog unaprijeđenja eksploatacije raka *Nephrops norvegicus* (L) u kanalskom području sjeveroistočnog Jadrana. Disertacija, PMF Sveučilišta u Zagrebu
- Dall W. (1981) Lipid absorption and utilization in the Norwegian Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 50, 33-45
- Danovaro R., Company J.B., Corinaldesi C., D'Onghia G., Galil B., Gambi C., Gooday A.J., Lampadariou N., Luna G-M., Morigi C., Olu K., Polymenakou P., Ramirez-Llodra E., Sabbatini A., Sarda F., Sibuet M., Tselepides A. (2010) Deep-Sea Biodiversity in the Mediterranean Sea: The known, the unknown and the unknowable. *PLoS ONE*, 5: e11832
- Daoud D., Fairchild W.L., Comeau M., Bruneau B., Mallet D.M., Jackman P.M., Benhalima K., Berillis P., Mente E. (2014) Impact of an Acute Sublethal Exposure of Endosulfan on Early Juvenile Lobster (*Homarus americanus*). *Macro think Institute, Aquatic Science and Technology*, Vol. 2, No. 2: 14-34
- Dickey-Collas M., Briggs P.R., Armstrong J.M., Milligan P.S. (2000) Production of *Nephrops norvegicus* Larvae in the Irish Sea. *Marine Biology*, 137: 973-981
- Dickey-Collas M., McQuaid N., Armstrong J.M., Allen M., Briggs P.R. (2000) Temperature- dependent stage durations of Irish Sea *Nephrops* larvae. *Journal Plankton Resources*, 22 (4): 749-760
- Drach P. (1939) Mue et cycle d'intermue chez les crustacees decapodes. *Annales Institut Oceanographique*, 19: 103-391

- dos Santos A., Peliz A. (2005) The occurrence of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) larvae off the Portuguese coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85 (4): 937-941
- Factor J.R. (1995) The Digestive System. In: *Biology of the lobster Homarus americanus*. New York, p 393-440
- Farmer A.S.D. (1973) Age and growth in *Nephrops norvegicus* (Decapoda, Nephropidae). *Marine Biology*, 23: 315-325
- Farmer A.S.D. (1974a) Relative growth in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of Natural History* 8: 605-620
- Farmer A.S.D. (1974b) The functional morphology of the mouthparts and pereopods of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of natural History* 8: 121-142
- Farmer A.S.D. (1974c) The development of the external sexual characters of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). *Journal of natural History* 8: 241-255.
- Farmer A.S.D. (1974d) Reproduction in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). *J Zool Proc Zool Soc Lond* 174:161-183
- Farmer A.S.D. (1975) Synopsis of data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *FAO fisheries synopsis*, 112: 1-97
- Figueiredo M.J., Vilela M.H. (1972) On the artificial culture of *Nephrops norvegicus* reared from the egg. *Aquaculture*, 1: 173-180
- Fisher W., Schneider M., Bauchot, M. L. (1987) *Fishes FAO identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Vol. I – II.*, Rome, FAO. 1-2: 760
- Gibson R. (1983) Feeding and digestion in decapod crustaceans. In: "Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition" (Pruder G., Langdon C.J, Conklin D.E, eds.), Baton Rouge, Louisiana State University: 59-70
- Gibson R., Barker P. L. (1979) The decapod hepatopancreas. *Marine Biology* 17:285-346
- Gonzalez-Gurriaran E., Freire J., Farina A.C., Fernandez A. (1998) Growth at moult and intermoult period in the Norway lobster *Nephrops norvegicus* from Galician waters. *ICES Journal of Marine Science* 55: 924-940
- Graham N., Ferro R.S.T. (2004) *The Nephrops Fisheries of the Northeast Atlantic and Mediterranean - A Review and Assessment of Fishing Gear Design*. ICES Cooperative Research Report, 270
- Hayward P.J., Ryland J.S. (1990) *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe, I, Introduction and Protozoans to Arthropods*. Oxford: Clarendon Press, p.489-552
- Hillis J.P. (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)
- Hirsch G.C., Jacobs W. (1930) Der Arbeitsrhythmus der Mitteldarmdrüse von *Astacus leptodactylus* II. Teil: Wachstum als primärer Factor des Rhythmus eines polyphasischen organigen Sekretionssystems. *Z. Vergl. Physiol.* 12: 524-557
- Icely J.D., Nott, J.A. (1992) Digestion and absorption: digestive system and associated organs. *Microscopic anatomy of invertebrates*, 10, 147-201

- Johnston D.J., Calvert K.A., Carter C.G., Crear B.J (2003) Dietary carbohydrate/lipid ratios and nutritional condition in juvenile southern rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture* 220: 667-682
- Jones P.L, Obst J.H. (2000) Effects of starvation and subsequent refeeding on the size and nutrient content of the hepatopancreas of *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae). *J. Crust. Biol.* 20: 431-441
- Karapanagiotidis I.T., Mente E., Berillis P., Rotllant G. (2015) Measurement of the feed consumption of *Nephrops norvegicus* feeding on different diets and its effect on body nutrient composition and digestive gland histology. *Journal of crustacean biology*, 35(1): 11-19
- Kormas K.A., Karayanni H., Christaki U., Giannakourou A., Assimakopoulou G., Gotsis-Skretas O. (2014) Microbial Food Web Structure and Its Impact on Primary Production in a Meso-Oligotrophic Coastal Area (Pagasitikos Gulf, Aegean Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 527-537
- Maynou F., Sarda 1997 F. (1997) *Nephrops norvegicus* population and morphometrical characteristics in relation to substrate heterogeneity. *Fisheries Research*, 30: 139-149
- Mente E., Karapanagiotidis I.T., Logothetis P., Vafidis D., Malandrakis E., Neofitou N., Exadactylos A., Stratakos A. (2009) The reproductive cycle of Norway lobster. *Journal of Zoology*, 278: 324-332
- Mente E. (2010) Survival, food consumption and growth of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) kept in laboratory conditions. *Integr. Zool.* 5. 256-263
- Mente E., Carter C.G, Barnes (Katersky) R.S., Karapanagiotidis I.T. (2011) Protein synthesis in wild-caught Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 409: 208-214
- Meziti A., Ramette A., Mente E., Kormas K.A. (2010) Temporal shifts of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) gut bacterial communities. *FEMS Microbiology Ecology*, 74: 472-484
- Meziti A., Mente E., Kormas K.A.(2012) Gut bacteria associated with different diets in reared *Nephrops norvegicus*. *Systematic and Applied Microbiology* 35: 473-482
- Morais S., Calado R., Narciso L. (2001) The effect of different live diets on the first zoeal stages of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) (Crustacea: Decapoda). Pp. 393–396 in Larvi'01 Fish and Crustacean Larviculture Symposium, C. I. Hendry, G. Van Stappen, P. Wille, and P. Sorgeloos, eds. European Aquaculture Society, Special
- Publication No. 30, Ghent, Belgium
- Murphy S., Martin. S., Parton. R.G. (2009) Lipid droplet-organelle interactions; sharing the fats. *Biochimica et Biophysica Acta*.1791. 441- 447
- Mytilineou C., Sarda F. (1995) Age and growth of *Nephrops norvegicus* in the Catalan Sea, using length-frequency analysis. *Fisheries Research* 23: 283-299
- Mytilineou C., Fourtouni A., Papaconstantinou (1995) Preliminary study on the biology of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus*, in the gulfs of Chalkidiki (Greece)
- Nicosia F., Lavalli K. (1999) Homarid lobster hatcheries: their history and role in research, management, and aquaculture. *Marine Fisheries Review*, 61: 1-57
- Parslow-Williams J. P., Atkinson A.J.R., Taylor C.A. (2001) Nucleic acids as indicators of nutritional condition in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Ecology Progress Series*, 211: 235 -243

- Petihakis G., Triantafyllou G., Koliou A., 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., 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
- Phillips B.F., Melville-Smith R. (2006) *Panulirus* species. In: Phillips, B.F. (ed), *Lobsters: Biology, management, aquaculture and fisheries*. Oxford, UK: Blackwell publishing
- Relini G., Bertrand J., Zamboni A. (1999) Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Marine Biology* *Medit.*, 6 (suppl. 1)
- Ridgway I.D. (2005) Ph.D. Post capture physiology and pathology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*. Thesis University of Glasgow.
- Ridgway I.D., Taylor A.C., Atkinson R.J.A., Stentiford G.D., Chang E.S., Chang S.A., Neil D.M. (2006a) Morbidity and mortality in Norway lobsters, *Nephrops norvegicus*: physiological, immunological and pathological effects of aerial exposure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 328, 251–264.
- Ridgway I.D., Taylor A.C., Atkinson R.J.A., Chang E.S., Neil D.M. (2006b) Impact of capture method and trawl duration on the health status of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 339: 135-147
- Rice A.L., Chapman C.J. (1971) Observations on the burrows and burrowing behavior of two mud-dwelling decapod crustaceans, *Nephrops norvegicus* and *Goneplax rhomboides*. *Marine Biology*, 10: 330-342
- Rosa R., Morais S., Calado R., Narciso L., Nunes M.L. (2003) Biochemical changes during the embryonic development of Norway lobster, *Nephrops norvegicus*. *Aquaculture*, 221: 507-522
- Rotllant G., Charmantier - Daures M., Charmantier G., Anger K., Sarda F. (2001) Effects of diet on *Nephrops norvegicus* (L.) larval and postlarval development, growth, and elemental composition. *Journal of Shellfish Research*, 20: 347-352
- Rotllant G., Anger K., Durfort M., Sardà F. (2004) Elemental and biochemical composition of *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758) larvae from the Mediterranean and Irish Seas. *Helgoland Marine Research*, 58: 186
- Rotllant G., Mente E., Gisbert E., Karapanagiotidis I.T., (2014) Effects of different diets on the digestive physiology of adult Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Journal of Shellfish Research*, 33(1):1-9
- Sarda F. (1983) Determinacion de los estados de intermuda en *Nephrops norvegicus* (L.), mediante la observacion de los pleopodos. *Investigacion Pesquera*, 47: 95-112
- Sarda F., Valladares F.J. (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

- Sarda F. (1991) Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) in the western Mediterranean: is spawning annual or biennial? *Crustaceana* 60: 186-199
- Sarda F. (1995) A review (1967–1990) of some aspects of the life history of *Nephrops norvegicus*. In: Aiken, D.E., et al. (Ed.), *Shellfish Life Histories and Shellfishery Models: Selected Papers from a Symposium held in Moncton, New Brunswick, 25–29 June 1990*. ICES Marine Science Symposia, 199, pp. 78-88
- Schmitt C.S.A., Uglow F.R. (1998) Metabolic responses of *Nephrops norvegicus* to progressive hypoxia. *Aquatic Living Resources*, 11 (2): 87-92
- Simon C.J., Jeffs A. (2008) Feeding and gut evacuation of cultured juvenile spiny lobsters *Jasus edwardsii*. *Aquaculture* 280: 211-219
- Simon C.J. (2009) Digestive enzyme response to natural and formulated diets in cultured juvenile spiny lobster, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture* 294: 271-281
- Smith C.J., Papadopoulou K.N., Kallianiotis A., Vidoris P., Chapman C.J., Vafidis D. (2001) Growth and natural mortality of *Nephrops norvegicus*, with an introduction and evaluation of creeling in Mediterranean waters. European Commission Final Report, DG XIV, Study Project 96/103, pp. 195
- Smith C.J., Papadopoulou K.N. (2003) Burrow density and stock size fluctuations of *Nephrops norvegicus* in a semi-enclosed bay. *ICES Journal of Marine Science*, 60:798-805
- Smith C.J., Marrs S.J., Atkinson R.J.A., Papadopoulou K.N., Hills J.M. (2003) Underwater television technique for fisheries-independent stock assessment of *Nephrops norvegicus* from the Aegean (Eastern Mediterranean) Sea. *Marine Ecology Progress Series* 256: 161-170.
- Smith C.J., Papadopoulou K.N. (2007) *Nephrops* fisheries in Hellas. In: State of Hellenic fisheries: 452-466. Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou V., Tserpes G. (Eds). Athens: Hellenic Centre Marine Resea
- Smith C.J., Papadopoulou K. N. (2008) The crustacean *Nephrops norvegicus*: growth and reproduction behaviour, pp. 491-507. In, E. Mente (ed.), *Reproductive Biology of Crustaceans. Case Studies of Decapod Crustaceans*. Science Publishers, Enfield, NH
- Stentiford D.G., Chang S.E., Chang S.A, Neil D.M. (2001) Carbohydrate Dynamics and the Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH): Effects of Parasitic Infection in Norway Lobsters (*Nephrops norvegicus*). *General and Comparative Endocrinology*, 121(1): 13-22
- Thomas H.J., Davidson C (1962) The food of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.), *Marine Research*, 3:15
- Tuck I.D., Atkinson R.J., Chapman C.J. (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 I.D., Taylor A.C., Atkinson R.J.A, Gramitto M.E., Smith C. (1997) Biochemical composition of *Nephrops norvegicus*: changes associated with ovary maturation. *Marine Biology* 129: 505-511
- Tuck I.D., Atkinson R.J.A, Chapman C.J. (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

- Ungfors A., Bell E., Johnson L.M., Cowing D.D., Dobson C.N., Bublitz R., Sandell J. (2013) The Ecology and Biology of *Nephrops norvegicus*. Advances in Marine Biology. Chapter Seven – *Nephrops* Fisheries in European Waters, 64: 247–314
- Verdoit M., Pelletier D., 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
- Watts A.J.R., McGill R.A.R., Albalat A., Neil D.M. (2014) Biophysical and biochemical changes occur in *Nephrops norvegicus* during starvation. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 457: 81-89
- Weel P.B. (1974) Hepatopancreas? Comp. Biochem. Physiol. 47: 1-9
- Welden N.A., Taylor A.C., Cowie P.R. (2015) Growth and gut morphology of the lobster *Nephrops norvegicus*. Journal of crustacean biology, 35(1): 20-25
- Welinder B. S. (1974) The crustacean cuticle. I. Studies on the composition of the cuticle. Comp. Biochem. Physiol. 47A: 779-787
- Yonge C.M. (1924) Studies on the comparative physiology of digestion. II. The mechanism of feeding, digestion, and assimilation in *Nephrops norvegicus*. J. Exp. Biol. 1, p 343-389

Ελληνική βιβλιογραφία

- Κεφεκέ Β. (2010) Κατανάλωση τροφής από το είδος *Nephrops norvegicus* σε συνθήκες εκτροφής: Διατροφική αγωγή με μύδια. Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 64
- Κορδιλιά Α. (2009) Αλλοίωση και εμπορικός χρόνος ζωής της караβίδας (*Nephrops norvegicus*) κατά την αποθήκευσή της σε διάφορες θερμοκρασίες. Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 53
- Κρούπης Κ. (2010) Η επίδραση της αστίας και της διατροφής με φυσική και τεχνητή τροφή στην ιστολογία του πεπτικού αδένου της караβίδας (*Nephrops norvegicus*, Linnaeus 1758). Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 55
- Μεζίτη Α. (2012) Μοριακή Ποικιλότητα και αφθονία προκαρυωτικών οργανισμών του πεπτικού συστήματος της караβίδας (*Nephrops norvegicus*) σε φυσικούς και εκτρεφόμενους πληθυσμούς. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 215
- Μεντέ Ε., Στρατάκος Α., Μπαντίδος Σ., Βαφείδης Δ., Νεοφύτου Χ. (2007) Αύξηση του *Nephrops norvegicus* σε εργαστηριακές συνθήκες. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων. Μυτιλήνη
- Παπαδοπούλου Κ.Ν., Smith C.J., Λιουδάκης Λ., Σκαρβέλης Κ. (2006) Αλιεία της караβίδας *Nephrops norvegicus* με ιχθυοπαγίδες. Πρακτικά 8^{ου} Πανελλήνιο Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Κεφάλαιο 9, Θεσσαλονίκη, σελ. 1053-1058
- Πετμεζάς Ζ. (2010) Κατανάλωση τροφής από το είδος *Nephrops norvegicus* σε συνθήκες εκτροφής: Διατροφική αγωγή με σύμπηκτο του εμπορίου. Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 63
- Στρατάκος Α.Χ. (2007) Βιολογία, αναπαραγωγή και οικολογία της караβίδας *Nephrops norvegicus* στον Παγασητικό κόλπο. Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 75

Χατζιωάννου Μ., Βαφείδης Δ., Στάικου Α., Θεοδορίδου Ε., Λόλας Α. (2015)
Εργαστηριακές ασκήσεις ιστολογίας, Ιστολογία υδρόβιων ζωικών οργανισμών,
σελ. 22-39

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

FAO (2016): FAO Fisheries and Aquaculture Department

<http://www.fao.org/docrep/017/h2350e/h2350e.pdf> (Πρόσβαση: 15-3-2016)

<http://www.fao.org/fishery/species/2647/en> (Πρόσβαση: 15-3-2016)

<http://www.fao.org/fishery/species/2910/en> (Πρόσβαση: 20-3-2016)

<http://www.fao.org/gfcm/data/capture-production-statistics/en> (Πρόσβαση: 15-3-2016)

FAO (2016): FAO Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea

<http://www.faoadriamed.org/html/Species/NephropsNorvegicus.html>

(Πρόσβαση: 15-3-2016)

FishBase (2017):

<http://www.fishbase.org/summary/5355> (Πρόσβαση: 15-2-2017)

MATLAB (2016):

<https://www.mathworks.com/examples> (Πρόσβαση: 29-5-2016)

OriginLab (2016):

<http://www.originlab.com/doc/User-Guide#DataAnalysis> (Πρόσβαση: 9-6-2016)

<http://www.originlab.com/doc/User-Guide#Statistics> (Πρόσβαση: 9-6-2016)

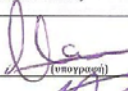
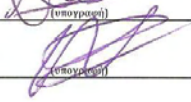
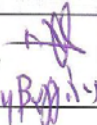
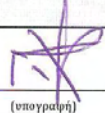
7. ABSTRACT

The digestive gland in decapod crustaceans is responsible for metabolic activities such as the synthesis and secretion of digestive enzymes and contributes to the overall digestion of food. It consists of many microtubules and in its epithelium there are five cell types: embryonic cells (E- cells), resorptive cells (R- cells), fibrillar cells (F- cells), blister-like cells (B- cells) and micro cells (M- cells). The morphology of the digestive gland is also used as a “nutritional” indicator. Changes in the structure are associated with food absorption, disturbance in storing nutrients and malnutrition or starvation. The food availability in Pagasitikos Gulf varies and depends on the seasonality, physicochemical conditions and diversification of organic material. The annual bloom begins in February and the maximum amount of high organic nutritional material leads to sediment around the end of February or early March. The months of April and May are marked as the period of the highest availability of food in the benthos. The aim of this research is to study the seasonal histological changes in the digestive gland of males and females *N. norvegicus* at the Pagasitikos Gulf. After obtaining histological sections, the size of tubules, their lumens and the R-, F- and B- cells were calculated in March and May. A special image analysis algorithm was used that can automatically calculate both the above area ratios using digestive gland histological sections. Both male and female, which were sampled in May, had a larger density of lipid droplets than *N. norvegicus* sampled in March. However, females sampled in May had more lipid droplets per tubule and a smaller F-cell-to-tubule ratio than males, which indicated that the intensive feeding period had started for reproduction in the females. The digestive gland can be used as a nutritional indicator to assess the nutritional status of Nephrops

stocks and to propose a fishery management plan to improve the sustainability of the stocks.

Key words: *Nephrops norvegicus, digestive gland, R-cells, B-cells, F-cells*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	
Πειραματική αλιεία καραβίδας σύμφωνα με την επισυναπτόμενη άδεια.	
από τον	Χατζηβαγγέλη Γιώργο (σκάφος "ΑΚ ΛΣΤΕΡΙ", Ν. ΒΟΛΟΥ 1479, ΑΜΑΣ 18148)
Σήμερα οι κ.κ.	1. ΜΕΝΤΕ ΕΛΕΝΑ  (υπογραφή)
	2. ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ  (υπογραφή)
Παραλάβαμε τα κατωτέρω είδη τα οποία ευρέθησαν σε άριστη κατάσταση.	
Αλιεύθηκαν συνολικά 30 καραβίδες του είδους <i>Nerhrops norvegicus</i> οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας και δεν υπήρχε αδιάθετη ποσότητα.	
Τα ανωτέρω είδη παρεδόθησαν	ΜΕΝΤΕ ΕΛΕΝΑ Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος
Βόλος 19/05/2016	
Ο παραλαβών  Γ. ΚΑΤΣΜΒΑΡΑΣ	 (υπογραφή)

Εικόνα 1: Πρωτόκολλο παραλαβής

ΑΔΑ: ΩΜΣΝΟΡ10-ΔΩΕ

INFORMATICS
DEVELOPMENT
AGENCY

Digitally signed by
INFORMATICS
DEVELOPMENT AGENCY
Date: 2016.04.22 10:08:00
EEST
Reason:
Location: Athens



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΣΤΕΡΕΑΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ
ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ & ΑΛΙΕΙΑΣ

Ταχ. Διεύθυνση: Φαρσάλων 148, Λάρισα

Τ.Κ.: 413 35

Τ.Θ.: 1268

Πληροφορίες: Κ. Σαμπάνη

Τηλέφωνο: 2410 670514

Fax: 2410 670184

e-mail:konstantinia.sampani@apdthest.gov.gr

ΑΝΑΡΤΗΤΕΑ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Λάρισα, 22/4/2016

Αριθ. Πρ.: 444/71486

ΠΡΟΣ:

Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας &
Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή
Γεωπονικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Οδός Φυτόκου, Ν. Ιωνία
Μαγνησίας, ΤΚ 384 46 Βόλος

ΚΟΙΝ.:

1) Δ/νση Αγροτικής Οικονομίας &
Κτηνιατρικής, Τμήμα Αλιείας,
Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας
& Σποράδων
Αναλήψεως & Ιωλκού, Τ.Κ.38001,
Βόλος
2) Λιμεναρχείο Βόλου, Κ.
Προβλήτα, 38001 Βόλος

Θέμα : «Άδεια για συλλογή υδρόβιων οργανισμών του είδους *Nerthrops norvegicus* για ερευνητικούς σκοπούς με χρήση παγίδων στη θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού Κόλπου»

Α Π Ο Φ Α Σ Η

Λαμβάνοντας υπόψη:

1. Το από 26/01/54 Β.Δ. (ΦΕΚ 25/Α/13-02-1954) «Περί απαγορεύσεως αλιείας και πώλησης ιχθύων ορισμένων διαστάσεων».
2. Τις διατάξεις του Ν.Δ. 420/70 (ΦΕΚ 27/Α/31-01-1970) «Αλιευτικός Κώδικας», όπως ισχύουν κάθε φορά.
3. Το Π.Δ. 54/78 (ΦΕΚ 10/Α/01-02-1978) «Περί αλιείας γόνου ιχθύων και λοιπών υδρόβιων οργανισμών».
4. Τις διατάξεις του Π.Δ. 576/09-07-1980 (ΦΕΚ 157/Α/09-07-1980) «Περί χορηγήσεως αδειών εις αλιευτικά σκάφη δια τη διενέργεια δοκιμαστικής αλιείας».
5. Το Π.Δ. 67/81 (ΦΕΚ 43/Α/30-01-1981, τροποποίηση ΦΕΚ 43/Α/18-02-1981), άρθρο 6 περί χορηγήσεως άδειας συλλογής υδρόβιων οργανισμών για ερευνητικούς σκοπούς.

Εικόνα 2: Άδεια αλίευσης και συλλογής *N.norvegicus* (1/4)

6. Το Ν. 1740/87 (ΦΕΚ 221/Α/14-12-1987) άρθρο 3, σχετικά με τις προϋποθέσεις χορήγησης άδειας πειραματικής αλιείας.
7. Τον Καν (ΕΟΚ) 1626/94 για τη θέσπιση ορισμένων τεχνικών μέτρων διατήρησης των αλιευτικών πόρων στη Μεσόγειο.
8. Το Ν. 2503/97 (ΦΕΚ 107/Α/30-05-1997) «Διοίκηση, οργάνωση ... της Περιφέρειας».
9. Το Νόμο 2647/98 (ΦΕΚ Α' 237) για τη μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες και την Αυτοδιοίκηση (άρθρο 1, κεφ. Ε).
10. Το Ν. 3852/2010 (ΦΕΚ 87/Α/07-06-2010) «Νέα αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης».
11. Το Π.Δ. 138 (ΦΕΚ 231/Α/27-12-2010) «Οργανισμός Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας».
12. Την υπ.' αριθ. 1669/33104 (ΦΕΚ 648/Β/19-04-2011) Απόφαση μεταβίβασης δικαιώματος υπογραφής της Γενικής Γραμματέως Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας (Α.Δ.Θ.Σ.Ε.) στον Προϊστάμενο της Γενικής Διευθύνσεως Δασών και Αγροτικών Υποθέσεων και στους Προϊσταμένους Διευθύνσεων και Δασαρχείων της ανωτέρω Γενικής Διευθύνσεως.
13. Το υπ.' αριθ. 475/20-04-2016 (αριθ. εισερχ. εγγράφου 444/71486/21-04-2016) έγγραφο του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συλλογή υδρόβιων οργανισμών του είδους *Nerthrops norvegicus* για ερευνητικούς σκοπούς με χρήση παγίδων στη θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού Κόλπου.
14. Τις ισχύουσες αλιευτικές διατάξεις και τις αντίστοιχες ρυθμίσεις για την αλιεία.

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ

Εγκρίνουμε τη χρησιμοποίηση του σκάφους(βάρκα) «**ΑΚ ΑΣΤΕΡΙ**», **Ν. ΒΟΛΟΥ 1479, ΑΜΑΣ 18148** για τη διεξαγωγή πειραματικής-ερευνητικής αλιείας από το Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στον Παγασητικό Κόλπο. Πλοίαρχος και μοναδικός επιβαίνων του σκάφους(βάρκα) θα είναι ο κ. Χατζηβαγγέλης Γιώργος.

Η παρούσα εκδίδεται προκειμένου να διεξαχθούν **δειγματοληψίες θαλάσσιων υδρόβιων οργανισμών του είδους *Nerthrops norvegicus* με χρήση παγίδων στη θαλάσσια περιοχή εντός του Παγασητικού Κόλπου διάρκειας δύο (2) ημερών το χρονικό διάστημα από 14 έως 20 Μαΐου 2016**. Οι δειγματοληψίες εντάσσονται στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με σκοπό να διερευνήσει την διατροφική κατάσταση του είδους *Nerthrops norvegicus* στην περιοχή του Παγασητικού Κόλπου.

Εικόνα 3: Άδεια αλιείας και συλλογής *N.norvegicus* (2/4)

ΑΔΑ: ΩΜΣΝΟΡ10-ΔΩΕ

Οι δειγματοληψίες των υδρόβιων οργανισμών του είδους *Nerthrops norvegicus* με χρήση παγίδων θα γίνουν σύμφωνα με επιστημονικό πρωτόκολλο και θα πραγματοποιηθούν σε έναν σταθμό αλιείας στην περιοχή του Τρίκερι, όπως ορίζονται στο συνημμένο χάρτη.

Τα αλιεύματα επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο για τις επιστημονικές ανάγκες της δημιουργίας χρονοσειρών και της μελέτης του περιβάλλοντος των αλιευτικών πεδίων και θα περιορίζονται μόνο στην αναγκαία ποσότητα. Αν υπάρχει αδιάθετη ποσότητα και εφόσον αυτή κριθεί κατάλληλη μπορεί να διατεθεί αποκλειστικά σε κοινωνικά ιδρύματα όπως νοσοκομεία, γηροκομεία ορφανοτροφεία ή σε στρατιωτικές μονάδες, ανάλογα με το ενδιαφέρον που εκδηλώνεται. Η παράδοση θα γίνεται με πρωτόκολλο όπου θα αναγράφονται οι ποσότητες των αλιευμάτων ανά είδος και το οποίο θα κοινοποιείται στο Τμήμα Αλιείας της Περιφερειακής Ενότητας όπου εδρεύει το ίδρυμα.

Οι δειγματοληψίες θα διενεργηθούν μόνο παρουσία της επιστημονικής ομάδας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και θα τηρηθούν όλες οι νόμιμες διατάξεις. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος θα είναι δυνατή η συμμετοχή ιχθυολόγων από τα κατά τόπους Τμήματα Αλιείας, εφόσον το επιθυμούν.

Η παρούσα ισχύει για το χρονικό διάστημα από 14 έως 20 Μαΐου 2016. Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας υποχρεούται να ειδοποιεί τις τοπικές λιμενικές αρχές και τις αρμόδιες υπηρεσίες για την ημερομηνία των εργασιών του, πριν την έναρξη αυτών. Μετά το τέλος του προγράμματος θα υποβληθεί έγγραφο προς τις αρμόδιες υπηρεσίες της Αποκεντρωμένης Διοίκησης με τα πορίσματα της έρευνας.

Η παρούσα μπορεί να ανακληθεί οποτεδήποτε σε περίπτωση παράβασης των όρων με τους οποίους χορηγήθηκε.

Με εντολή Γενικού Γραμματέα Α.Δ.Θ.Σ.Ε.

Ο Προϊστάμενος της Δ/σης Αγροτικών

Υποθέσεων Θεσσαλίας

α.α.

Αθ. Καρακώστας

Συνημμένα:

Πίνακας και χάρτης των σταθμών δειγματοληψίας, επιβαίνοντες στο αλιευτικό σκάφος.

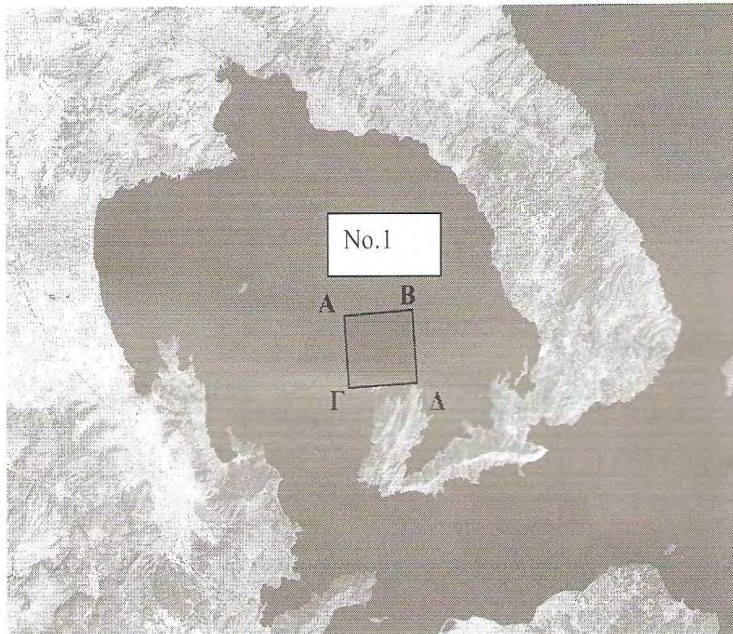
Εικόνα 4: Άδεια αλίευσης και συλλογής *N.norvegicus* (3/4)

1. Στίγματα σταθμών δειγματοληψίας:

Οι δειγματοληψίες θα πραγματοποιηθούν στα ορθογώνια που ορίζονται από τα στίγματα:

Περιοχή	Στίγμα	Φ Βόρεια	λ Ανατολικά	Βάθος (m)
No.1	A	39.18.52	23.03.21	50-60
	B	39.18.21	23.06.67	50-60
	Γ	39.14.19	23.06.05	50-60
	Δ	39.16.61	23.10.59	50-60

2. Χάρτης περιογών δειγματοληψίας



3. Επιβαίνοντες

	Όνοματεπώνυμο	Ιδιότητα
1.	Χατζηβαγγέλης Γιώργος	Ψαράς

Εικόνα 5: Άδεια αλίευσης και συλλογής *N.norvegicus* (4/4)

Πίνακας 1: Έκθεση (Μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) προς κοινοποίηση των αρμόδιων αρχών σχετικά με τα αποτελέσματα της πειραματικής αλιείας καραβίδας *Nephrops norvegicus*.

From: Elena Mente <emente@uth.gr>
Subject: Αποτελέσματα_ πειραματικής αλιείας καραβίδας_ Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος_ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Date: 29 December 2016 20:28:16 EET
To: volos@hcg.gr, konstantinia.sampani@apdthest.gov.gr, e.kallinikos@thessaly.gov.gr
Cc: STATHOPOULOU ELENI <elstatho@uth.gr>

ΠΡΟΣ

κ. Αθ. Καρακώστα
Προϊστάμενο της Δ/σης Αγροτικών Υποθέσεων Θεσσαλίας
Δ/ση Αγροτικών Υποθέσεων Θεσσαλίας
Τμήμα Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων & Αλιείας
Φαρσάλων 148, Λάρισα

Κοιν:

1) Δ/ση Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής, Τμήμα Αλιείας, Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας & Σποράδων Αναλήψεως & Ιωλκού, Τ.Κ.38001, Βόλος
2) Λιμεναρχείο Βόλου, Κ. Προβλήτα, 38001 Βόλος

29/12/2016

Θέμα: "Άδεια για συλλογή υδρόβιων οργανισμών του είδους *Nephrops norvegicus* για ερευνητικούς σκοπούς με χρήση παγίδων στη θαλάσσια περιοχή του Παγασητικού Κόλπου"

Σε συνέχεια του εγγράφου σας με αρ. πρωτ. 444/71486 σας επισυνάπτω έγγραφο σχετικά με τα αποτελέσματα της έρευνας στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής της φοιτήτριας Ελένης Σταθοπούλου με θέμα: "**ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΑ ΔΥΟ ΦΥΛΑ ΚΑΙ ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΑΔΕΝΑ ΤΟΥ *Nephrops norvegicus* ΣΤΟΝ ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟ ΚΟΛΠΟ**". Ο προσδιορισμός του ηπατοσωματικού δείκτη και η ιστολογική μελέτη του πεπτικού αδένου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης των καρκινοειδών. Η ποιότητα και η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής είναι κρίσιμοι παράγοντες για τη διατήρηση ενός αλιευτικού αποθέματος σε επιθυμητά επίπεδα. Άρα, η μορφολογία του πεπτικού αδένου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διατροφικός δείκτης σε υδρόβιους ζωικούς οργανισμούς. Ο Παγασητικός κόλπος αποτελεί ένα μεσο-ολιγοτροφικό σύστημα. Αλλαγές στη διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος του Παγασητικού κόλπου διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχικότητα, τις

σταθερές φυσικοχημικές συνθήκες (θερμοκρασία, φως, αλατότητα) και τη διαφοροποίηση του οργανικού υλικού. Με εκκίνηση την ετήσια άνθιση που πραγματοποιείται Ιανουάριο με Φεβρουάριο στον Παγασητικό κόλπο η μέγιστη ποσότητα οργανικών θρυμμάτων υψηλής θρεπτικής αξίας καταλήγει στο ίζημα περίπου στο τέλος Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου όπου έγινε και η πρώτη δειγματοληψία των караβίδων. Τέλος, τους μήνες Απρίλιο και Μάιο παρατηρείται η υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στο βένθος απο όπου τρέφονται οι караβίδες. Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να μελετήσει εαν οι εποχικές αλλαγές στη διαθεσιμότητα τροφής επηρεάζουν τη ιστομορφολογία στο ηπατοπάγκρεας (κύτταρα R, B cells και μικροσωληνίσκοι) της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά το μήνα Μάιο όπου παρουσιάζεται η υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στον Παγασητικό κόλπο οι караβίδες *N. norvegicus* που συλλέχθηκαν ήταν σε καλύτερη διατροφική και πεπτική κατάσταση σε σχέση με τις караβίδες που συλλέχθηκαν τον Μάρτιο. Η μηνιαία συλλογή του ηπατοπαγκρέατος στα καρκινοειδή για εξέταση της ιστομορφολογίας του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν διατροφικός δείκτης για τη διαχείριση του πληθυσμού της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο. Προτείνεται η στήριξη δραστηριοτήτων για μηνιαία συλλογή δεδομένων, η περαιτέρω εκπόνηση επιστημονικών μελετών και ο σχεδιασμός προγράμματος διαχείρισης της караβίδας στον Παγασητικό κόλπο με σκοπό την οργανωμένη αλιευτική προσπάθεια για την διατήρηση και αποκατάσταση των αποθεμάτων της. Η βελτίωση της διαχείρισης της αλιείας της караβίδας ενισχύεται με την εισαγωγή νέων τεχνικών και την παρακολούθηση της αλιείας μέσω της μηνιαίας γνώσης της κατάστασης των αποθεμάτων της καθώς και με την ενίσχυση της έρευνας και της εφαρμογής αιεφόρων διαχειριστικών μέτρων για την αλιεία της. Η εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων βοηθά τους αλιείς να ενεργούν με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την αιεφόρο χρήση των θαλάσσιων αγαθών για μια γαλάζια ανάπτυξη.

Σας ευχαριστώ.

Με εκτίμηση,

E. Μεντέ

Έλενα Μεντέ

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

Φυτόκο TK 38446 , Βόλος

Email: emente@uth.gr

Associate Editor

Journal of Crustacean Biology