



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«Υδατοκαλλιέργειες» -
«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»**

ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**“Δυναμική πληθυσμού και βιότοπος
της πίννας *Atrina rectinata* (Linné 1767) στο Θερμαϊκό κόλπο ”**

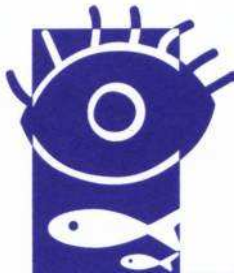
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Όλγα Παπουτσή

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. Σοφία Γαληνού - Μητσούδη

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2010



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM

“Aquaculture” – “Aquatic Animal Health”

***IN COLLABORATION WITH
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS***

Thesis:

**“Population dynamic and biotope
of the bivalve *Atrina pectinata* (Linné 1767) in Thermaikos gulf ”**

POSTGRADUATE STUDENT

Olga Papoutsi

SUPERVISOR

Dr. Sofia Galinou - Mitsoudi

HGOUMENITSA 2010

Στους γονείς μου
Στον Κώστα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το δίθυρο *Atrina pectinata* (Linné 1767) είναι είδος πίννας και έχει ελάχιστα μελετηθεί. Στην παρούσα μελέτη, εξετάστηκε για πρώτη φορά η βιολογία και η οικολογία του δίθυρου οστράκου *A. pectinata* στο Θερμαϊκό κόλπο. Μελετήθηκαν οι εξής παράμετροι: 1) μορφομετρία: μήκος (L), ύψος (H), πάχος (W), βυθισμένο στο υπόστρωμα μήκος ($L_{\text{βυθισμένο}}$) και βάρη: υγρό-ξηρό σώματος (BWw-BDw) και υγρό-ξηρό οστράκου (SWw-SDw), 2) ηλικία και αύξηση, 3) βιολογία της αναπαραγωγής, 4) επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί, 5) ενδοβιοτικοί οργανισμοί και 6) τα μαργαριτάρια. Πίννες βρέθηκαν κυρίως στο Β. Θερμαϊκό, σε βάθη από 17 ως 41 m και σε μεγέθη μεγαλύτερα από 25 cm. Ένα μεγάλο ποσοστό των ατόμων του πληθυσμού είχε φθορές οφειλόμενες μάλλον στην αλιεία με μηχανότρατα, ενώ ορισμένα άτομα βρίσκονταν στη διαδικασία αναδημιουργίας των οστράκων τους. Η πυκνότητα ήταν ($0,00034 \pm 0,00035$ άτομα/m²) από τις μικρότερες της Μεσογείου. Η *A. pectinata* βρέθηκε να είναι βυθισμένη κατά τα 2/3 του συνολικού μήκους της στο μαλακό λασπώδη βυθό. Οι αλλομετρικές σχέσεις μεταξύ των μορφομετρικών στοιχείων ή/και των βαρών της *A. pectinata* εμφάνισαν γενικά, αρνητική αλλομετρία εκτός της σχέσης μήκους (L) – ολικού υγρού βάρους (TWw) που ήταν ισομετρική. Ισχυρότερη σχέση ήταν αυτή του μήκους (L) με το ύψος (H) ($\log L = 0,5156 + 0,7707 \log H$, $R^2 = 85\%$, $P_{\text{ANOVA}} = 0,000$). Ο ρυθμός αύξησης της *A. pectinata* στην περιοχή μελέτης ενώ φαίνεται να είναι 3-5 cm/έτος από την ανάλυση συχνότητας του μήκους, δεν επαληθεύεται με τον προσδιορισμό της ηλικίας που δείχνει να είναι πολύ μικρότερος. Η μεγαλύτερη πίννα που βρέθηκε ήταν 32 cm σε μήκος 37,5 cm ενώ η μικρότερη εκτιμήθηκε ότι ήταν 2 - 4 μηνών σε μήκος 4,8 cm. Η *A. pectinata* είναι γονοχωριστικός οργανισμός. Η αναλογία των φύλων ήταν 1:2 υπέρ των θηλυκών. Ο πληθυσμός το καλοκαίρι-αρχές φθινοπώρου βρισκόταν κυρίως στα στάδια ωρίμανσης των γονάδων καθώς και στο στάδιο της αναπαραγωγής. Οι επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί ανήκαν σε 12 μεγάλες συστηματικές ομάδες εκ των οποίων 8 είδη είναι Δίθυρα. Τα είδη *Pododesmus patelliformis* και *Pteria hirundo* αναφέρονται πρώτη φορά ως επιβιοτικά δίθυρα της πίννας. Ενδοβιότης της *A. pectinata* ήταν μόνο το είδος *Nepinnotheres pinnotheres* και σημειώθηκε στο 70 % του πληθυσμού των πιννών, ενώ μαργαριτάρια βρέθηκαν στο 70 % των ατόμων. Ο μέσος όρος

των μαργαριταριών / άτομο ήταν ~ 4 και τα κυρίαρχα χρώματα ήταν το πορτοκαλί και το καφέ, χρώμα που έχει το εσωτερικό των θυρίδων. Συχνότερα εμφανίζονταν μαργαριτάρια στην οπίσθια περιοχή του σώματος των πιννών, θέση η οποία είναι σε επαφή με το θαλάσσιο περιβάλλον. Τέλος, ο αριθμός των μαργαριταριών δεν φαίνεται να σχετίζεται με το μήκος και την ηλικία των πιννών καθώς και με τον αριθμό των ενδοβιοτών της.

SUMMARY

The bivalve *Atrina pectinata* (Linné 1767) is one of the less studied fan mussels. In the present research, the biology and the ecology of bivalve *A. pectinata* has been examined for first time in Thermaikos gulf. The following parameters were investigated: 1) morphometry: length (L), height (H), width (W), buried in the substratum length (L_{buried}) and weights: wet-dry of the body (BWw-BDw) and wet-dry of the shell (SWw-SDw), 2) age and growth, 3) reproduction biology, 4) epibionts and symbionts, 5) endobionts and 6) the pearls. Fan mussels are found in N. Thermaikos gulf at a depth 17- 41 m with a length > 25 cm. The population density is 0.00034 ± 0.00035 individuals/m², the smallest of the Mediterranean Sea. *A. pectinata* has the 2/3 of its length into the soft muddy substratum. A high percentage of individuals are found with broken shells due to trawl fishery, while some other are regenerated them. Allometric relations between morphometric and/or weight parameters of *A. pectinata* showed negative allometry, except from the relation between length and total wet weight which is isometric. The best linear regression is between length and height ($\log L = 0,5156 + 0,7707 \log H$, $R^2 = 85\%$, $P_{\text{ANOVA}} = 0,000$). From the length frequency distribution, growth rate seems to be 3-4 cm/year but this isn't confirmed from the age determination from which the growth rate seems to be smaller. The biggest individual was 32 cm at 37.5 cm length and the smallest is estimated 2-4 months at 4.8 cm length. *A. pectinata* is gonochoristic organism and the sex ratio is 1:2. The population, during summer-early autumn, was at the gonad maturity and some pinnids in spawning. The epibionts and symbionts of *A. pectinata* belong to 12 systematic groups and as epibionts, 8 bivalve species were found. Two of them named *Pododesmus patelliformis* and *Pteria hirundo* are reported first time as epibiont bivalves of *A. pectinata*. The endobiontic species is the crab *Nepinnotheres pinnotheres* in the 70 % in the shells while pearls are found in the 70 % of the population. The mean number of pearls/individual is ~ 4 and the dominant colours are brown and orange, colours similar to the inner surface of the shells. More often pearls are presented in the dorsal side of the body, a place which is in contact with the marine environment. The pearl number does not appear to be related with the length (L) and the age of the shells as well as with the endobionts number.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
2) ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	14
3) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	23
3.1) Δυναμική Πληθυσμού	23
3.1.1) Γενικά	23
3.1.2) Πυκνότητα	23
3.1.3) Μορφομετρία	23
3.1.4) Αλλομετρική αύξηση	27
3.2) Ηλικία και αύξηση	31
3.3) Βιολογία της αναπαραγωγής	34
3.3.1) Αναλογία φύλων	34
3.3.2) Αναπαραγωγική δραστηριότητα	36
3.4) Οικολογία	38
3.4.1) Επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί	38
3.4.2) Επιβιοτικά είδη διθύρων	41
3.5) Ενδοβιοτικοί οργανισμοί	45
3.6) Μαργαριτάρια	49
4) ΣΥΖΗΤΗΣΗ	55
4.1) Δυναμική Πληθυσμού	55
4.1.1) Γενικά	55
4.1.2) Πυκνότητα	57
4.1.3) Μορφομετρία	59
4.1.4) Αλλομετρική αύξηση	61

4.2) Ηλικία και Αύξηση	63
4.3) Βιολογία της Αναπαραγωγής	65
4.4) Οικολογία	67
4.4.1) Επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί	67
4.4.2) Επιβιοτικά είδη διθύρων	70
4.5) Ενδοβιοτικοί οργανισμοί	72
4.6) Μαργαριτάρια	73
5) ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο τμήμα Κτηνιατρικής της Σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σε σύμπραξη με το τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Γαληνού – Μητσούδη Σοφία για την καθοδήγησή της, το επιστημονικό υλικό που μου προσέφερε και το χρόνο που αφιέρωσε ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα μελέτη.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στη σύμβουλο της διπλωματικής εργασίας κ. Αθανασοπούλου Φωτεινή για τις εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις της, καθώς επίσης και στην επιτροπή αξιολόγησης κ. Πάσχο Ιωάννη - ιχθυολόγο του ΤΕΙ Ηπείρου, κ. Αθανασοπούλου Φωτεινή - κτηνίατρο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Παππά Ιωάννη - κτηνίατρο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Περδικάρη Κων/νο - ιχθυολόγο του ΤΕΙ Ηπείρου, κ. Σολωμάκο Νικολάο - κτηνίατρο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ένα θερμό ευχαριστώ στο διευθυντή του ΙΝΑΛΕ κ. Καλλιανώτη Αργύρη και στην ερευνητική ομάδα του ΙΝΑΛΕ για το επιστημονικό υλικό που μου προσέφεραν. Ακόμη εκφράζω τις ευχαριστίες μου στους πτυχιούχους του τμήματος Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, Ν. Μουδανίων, Μπαρδάκη Γεώργιο και Παρασκευόπουλο Κων/νο για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένεια μου για την αμέριστη υποστήριξη και την υπομονή που έδειξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ένα θερμό ευχαριστώ στο θείο μου Μουδούρη Χρήστο και στην κουμπάρα μου Ελευθεριάδου Αυγή για την ηθική υποστήριξη και τη βοήθειά τους. Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον αρραβωνιαστικό μου Γεωργιάδη Κων/νο που με την παρότρυνσή του ξεκινήσαμε το ταξίδι αυτό. Τον ευχαριστώ για την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή που έδειξε.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δίθυρο *Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767) είναι είδος πίννας και ανήκει στην οικογένεια των Pinnidae. Τα Pinnidae είναι μεγάλα όστρακα, οι θυρίδες τους έχουν τριγωνικό σχήμα και είναι βυθισμένες στο υπόστρωμα με την κορυφή (πρόσθιο τμήμα). Οι θυρίδες συνίστανται από το εξωτερικό πρισματικό στρώμα από ασβεστίτη και το εσωτερικό μαργαρώδες από αραγωνίτη που βρίσκεται γύρω από τα αποτυπώματα των προσαγωγών μυών (Taylor *et al.*, 1969). Το χρώμα τους είναι ανοιχτό κίτρινο – καφέ και σκούρο καφέ (Idris *et al.*, 2008, www.marlin.ac.uk) (Εικ. 1).



Εικόνα 1: Άτομο *Atrina pectinata* (L=35,4 cm) της περιοχής μελέτης

Η συστηματική κατάταξη της *A. pectinata* σύμφωνα με το www.marbef.org είναι η εξής:

Φύλο: Mollusca

Κλάση: Bivalvia

Τάξη: Pterioida

Οικογένεια: Pinnidae

Γένος: *Atrina* Gray, 1842

Είδος: *Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767)

Οι πίννες όπως αναφέρθηκε, ζουν με το πρόσθιο, μυτερό τους άκρο βυθισμένο σε μαλακό λασπώδες υπόστρωμα, όπου συγκρατούνται με τη βοήθεια του βύσσου τους (Yonge, 1953, Idris *et al.*, 2008, www.marlin.ac.uk). Τα Pinnidae σύμφωνα με τον Montagu (1803) ήταν γνωστά για τις “μεταξωτές” ίνες των βύσσων τους από τις οποίες έφτιαχναν ακριβά γάντια και γυναικείες κάλτσες. Οι Šimunović *et al.* (2001) αναφέρουν ότι η γεωγραφική κατανομή της *A. pectinata* ξεκινάει από τις νότιες ακτές των Βρετανικών νήσων μέχρι τη νότια Ισπανία και συνεχίζει μέσα στη Μεσόγειο, όπως επίσης και κατά μήκος των αφρικανικών ακτών του Ατλαντικού, στα νησιά της Καραϊβικής, στη Μαδέρα της Πορτογαλίας έως και την Αδριατική θάλασσα. Η κατά βάθος κατανομή της καταγράφεται σε βάθη από 25 μέχρι 50 m (Šimunović *et al.*, 2001). Οι πίννες βρίσκονται ανάμεσα σε λειμώνες των φανερόγαμων *Posidonia oceanica*, *Zostera* sp., *Cymodocea nodosa* (Idris *et al.*, 2008, www.marlin.ac.uk). Η *A. pectinata* προτιμά βιοτόπους με χαμηλή επίδραση των κυμάτων και της παλίρροιας και επίπεδα αλατότητας από 30 έως 40 ‰ (www.marlin.ac.uk). Τρέφεται διηθώντας πλαγκτόν και οργανική ύλη (Yonge, 1953, www.marlin.ac.uk). Έχει χαμηλό ρυθμό αύξησης, 3-4 cm / έτος (www.marlin.ac.uk). Γενικά, επειδή οι πίννες προτιμούν καθαρά νερά, είδη του γένους *Pinna* μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες εκτίμησης της ρύπανσης στο θαλάσσιο περιβάλλον (Butler, 1987).

Όπως όλα τα είδη της οικογένειας Pinnidae, έτσι και η *A. pectinata* είναι γονοχωριστικός οργανισμός (Butler, 1987, www.marlin.ac.uk). Η γονιμοποίηση των Pinnidae είναι εξωτερική και ο αναπαραγωγικός τους κύκλος είναι ετήσιος (Idris *et al.*, 2008). Σύμφωνα με τον Booth (1979) η *Atrina pectinata zelandica* στην Ν. Ζηλανδία έχει δύο κορυφές στον αναπαραγωγικό

της κύκλου, μία το καλοκαίρι και μία το χειμώνα. Οι πίννες φτάνουν σε γεννητική ωριμότητα σε μήκος μεγαλύτερο από 15 cm (Idris *et al.*, 2008).

Σύμφωνα με τον Yonge (1953) και τους Dietl & Alexander (2005) τα δίθυρα της οικογένειας Pinnidae έχουν την ικανότητα να αναπλάθουν τις θυρίδες τους όταν αυτές φθείρονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Οι θυρίδες της *A. pectinata* αποτελούν υπόστρωμα για διάφορους άλλους οργανισμούς, όπως δίθυρα, πολύχαιτους, γαστερόποδα, σπόγγους, ασκίδια, κ.ά. (Šimunović *et al.*, 2001). Οι οργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι επιβιοτικοί, δηλαδή μόνιμα προσκολλημένοι στις θυρίδες της πίννας ή συμβιοτικοί, δηλαδή οργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται μόνιμα ή περιστασιακά στις θυρίδες αλλά δεν είναι προσκολλημένοι (Γαληνού – Μητσούδη, 2002). Τα νεκρά άτομα της *A. pectinata* αποτελούν και αυτά υπόστρωμα εσωτερικά και εξωτερικά των θυρίδων τους καθώς και καταφύγιο άλλων οργανισμών (Šimunović *et al.*, 2001). Οι επιβιοτικοί οργανισμοί των Pinnidae έχουν μελετηθεί από τον Zavodnik (1967) (*P. nobilis* στην Β. Αδριατική), τους Butler & Brewster (1979) (*P. bicolor* στην Ν. Αυστραλία), τον Keough (1984) (δυναμική των επιβιοτών της *P. bicolor*), τους Corriero & Pronzato (1987) (επιβιοτικοί σπόγγοι της *P. nobilis*), τους Šimunović *et al.* (2001) (επιβιότες της *A. fragilis* στην Αδριατική), τον Giacobbe (2002) (επιβιοτική κοινωνία των μαλάκιων στην *P. nobilis*) και τους Siletic & Peharda (2003) (δυναμική πληθυσμού της *P. nobilis*).

Τα είδη της οικογένειας Pinnidae φιλοξενούν στο εσωτερικό τους ορισμένα είδη δεκάποδων. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, στα Pinnidae έχουν βρεθεί ως ενδοβιότες τα εξής είδη καβουριών της οικογένειας Pinnotheridae:

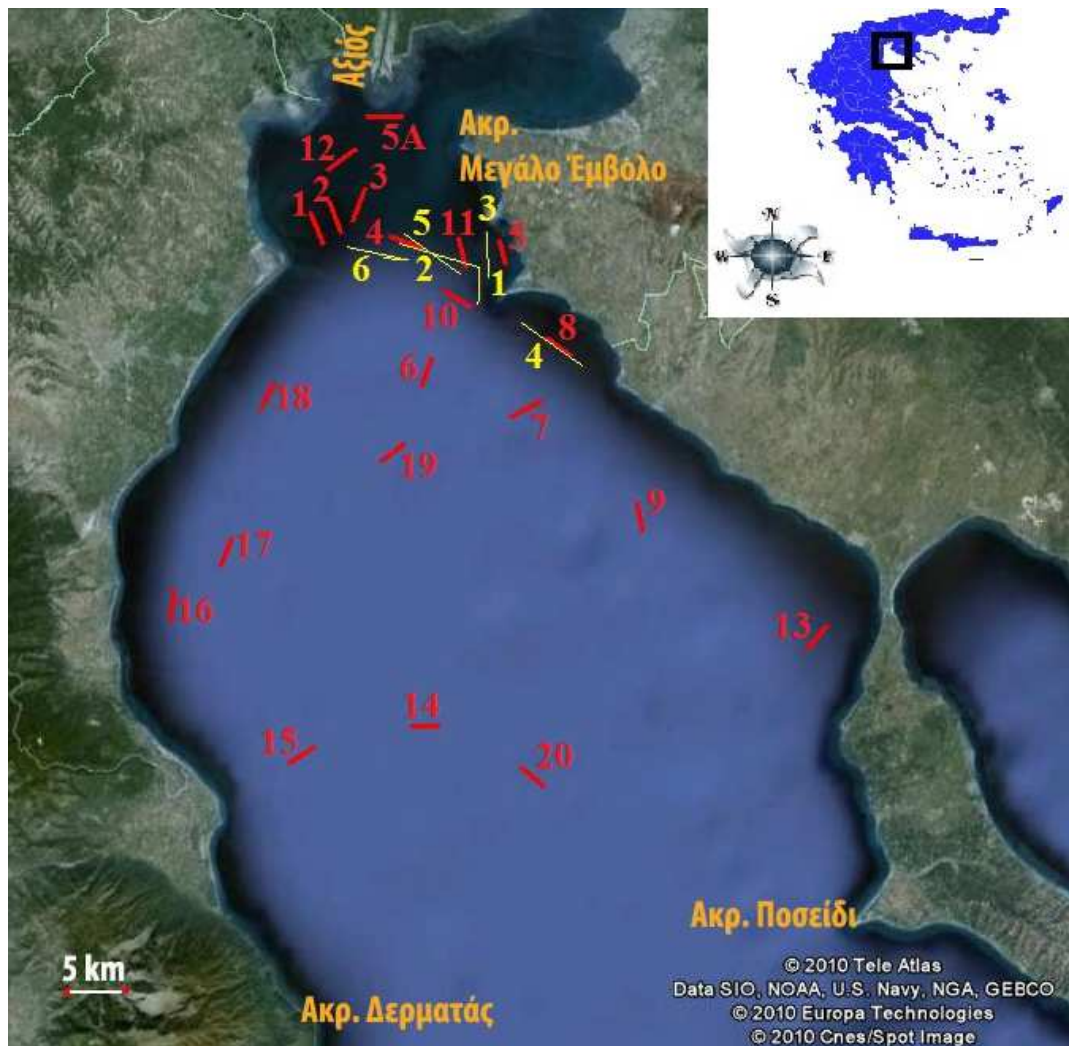
Neppinotheres pinnotheres και *Pinnotheres pisum* (Zavodnik, 1967, Γαληνού-Μητσούδη & Πετρίδης, 2001, Γαληνού – Μητσούδη κ.ά., 2006, Rabaoui *et al.*, 2008), καθώς και η γαρίδα του είδους *Pontonia pinnophylax* (Γαληνού-Μητσούδη και Πετρίδης, 2001, Γαληνού – Μητσούδη κ.ά., 2006, Rabaoui *et al.*, 2008). Η σχέση μεταξύ του δίθυρου ξενιστή και του ενδοβιότη έχει μελετηθεί σε διάφορα είδη διθύρων με διάφορα είδη ενδοβιοτών της οικογένειας Pinnotheridae. Για παράδειγμα έχει μελετηθεί η σχέση μεταξύ του *Mytilus edulis* και του *P. pisum* (Houghton, 1963, Seed, 1969, Haines *et al.*, 1994) και ο παρασιτισμός των Pinnotheridae σε διάφορα είδη οστράκων (Silas & Alagarswami, 1967, Kruczynski, 1972, Dix, 1973, Kruczynski, 1974, Pregonzer, 1981, Bierbaum & Shumway, 1988, Γαληνού-Μητσούδη & Πετρίδης, 2001, Hsueh, 2003, Jose & Deepthi, 2005, Γαληνού-Μητσούδη κ.ά., 2006, Sun *et al.*, 2006, Asama & Yamaoka, 2009).

Στο σώμα της πίννας επίσης, συχνά παρατηρούνται μαργαριτάρια σε διάφορα χρώματα και μεγέθη (Γαληνού-Μητσούδη & Πετρίδης, 2001).

Στις ελληνικές θάλασσες η *A. pectinata* παγιδεύεται στο σάκο της μηχανότρατας, ενώ δεν αποτελεί αλίευμα στόχο, αλλά εντάσσεται στα «απορριπτόμενα». Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε συλλογή απορριπτόμενου υλικού από μηχανότρατες προκειμένου για πρώτη φορά στην Ελλάδα να καταγραφούν βιολογικά και οικολογικά στοιχεία του μεγάλου αυτού δίθυρου. Τα στοιχεία αυτά θα αφορούν στη δυναμική, τη βιολογία της αναπαραγωγής, την ηλικία και αύξηση, την οικολογία του καθώς και ορισμένα χαρακτηριστικά των μαργαριταριών (θέση στο σώμα της πίννας, αριθμός, μέγεθος, χρώμα, σχήμα) ως ενδεικτικό στοιχείο της διαβίωσης των πιννών αφού πυρήνας των μαργαριταριών μπορεί να είναι παράσιτο, κόκκος άμμου κ.λ.π..

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο Θερμαϊκό κόλπο από τις εκβολές του ποταμού Αξιού και ανατολικά του Μεγάλου Έμβολου μέχρι δυτικά του Ακρωτηρίου Δερματά και ανατολικά του Ποσειδίου (Εικ. 2). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 27 σύρσεις με μηχανότρατα. Έξι καλάδες πραγματοποιήθηκαν το Μάιο και το Νοέμβριο του 2005 καθώς επίσης και 21 την περίοδο Ιουλίου και Σεπτεμβρίου 2008 στα πλαίσια του προγράμματος «Διαχείριση και έλεγχος των όρων πρόσβασης καθώς και προώθηση τεχνικών μέτρων διατήρησης των αλιευτικών πόρων στο Θερμαϊκό Κόλπο. Γ΄ Κοινοτικό Πλαίσιο, ΕΠ.ΑΛ. 2000-2006, Μέτρο 4.4 Ενέργειες που τίθενται σε εφαρμογή από τους επαγγελματίες. ΠΕΠΜΑ-ΙΝΑΛΕ-ΑΤΕΙΘ. Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Καλλιανιώτης Α.». Κατά τις δειγματοληψίες τηρήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία: συντεταγμένες των περιοχών, χρόνος σύρσης και ταχύτητα του σκάφους, προκειμένου να υπολογιστεί η επιφάνεια σύρσης για την εύρεση της πυκνότητας του πληθυσμού των πιννών. Επίσης, καταγράφηκε το βάθος και μετά την ανάσυρση καταγράφηκαν στοιχεία του περιεχομένου των καλάδων.



Εικόνα 2: Θέσεις δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης
(οι κίτρινες καλάδες πραγματοποιήθηκαν το 2005 και οι κόκκινες το 2008)

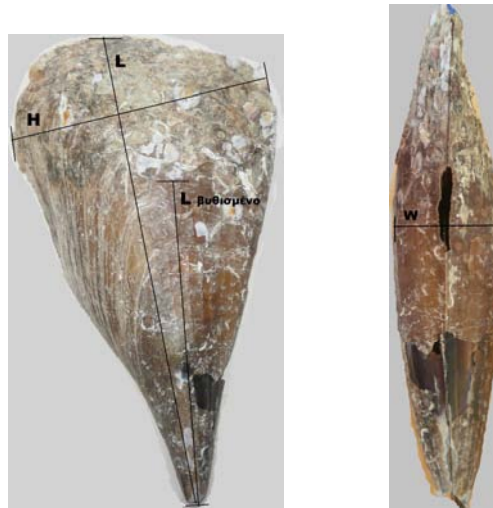
Το άνοιγμα της τράτας εκτιμάται σε 7 m. Στον πίνακα 1 δίνονται το βάθος (m), η απόσταση (km), οι επιφάνειες σύρσης (km²) των καλάδων και ο τύπος του υποστρώματος.

Πίνακας 1: Βάθος (m), μήκος (km), επιφάνειες σύρσης (km²) των καλάδων και ο τύπος του υποστρώματος

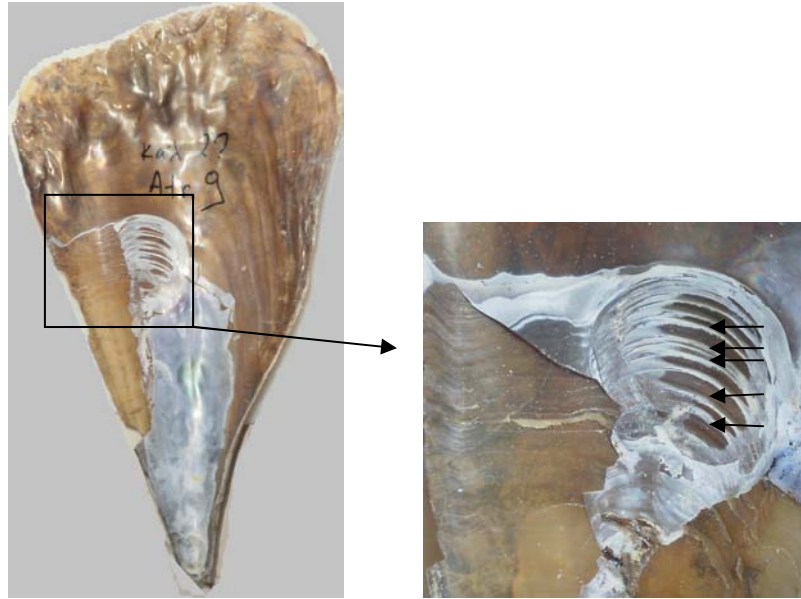
Καλάδα / Ημερομηνία	Βάθη (m)	Μήκος καλάδας (km)	Επιφάνεια σύρσης (km ²)	Υπόστρωμα
1 / 2005	40,0	3,0	0,021	λάσπη
2 / 2005	41,0	7,0	0,050	λάσπη
3 / 2005	28,5	4,0	0,028	λάσπη
4 / 2005	35,0	6,5	0,046	λάσπη
5 / 2005	41,0	6,0	0,044	λάσπη
6 / 2005	41,0	8,0	0,056	λάσπη
1 / 2008	30,0	3,0	0,021	λάσπη
2/ 2008	32,5	3,0	0,021	λάσπη
3/ 2008	33,0	3,0	0,021	λάσπη
4/ 2008	38,5	3,0	0,021	λάσπη
5/ 2008	17,0	2,0	0,016	λάσπη
5 ^A / 2008	23,0	3,0	0,022	λάσπη
6/ 2008	52,0	3,0	0,019	λάσπη
7/ 2008	55,0	3,0	0,022	λάσπη
8/ 2008	33,0	3,0	0,018	άμμος και μακροφύκη
9/ 2008	77,0	2,5	0,017	λάσπη
10/ 2008	44,0	3,0	0,020	άμμος και μακροφύκη
11/ 2008	38,0	3,0	0,019	άμμος και μακροφύκη
12/ 2008	27,5	3,0	0,020	λάσπη
13/ 2008	64,0	3,0	0,019	λάσπη
14/ 2008	81,0	2,0	0,017	λάσπη
15/ 2008	71,0	2,5	0,017	λάσπη
16/ 2008	52,0	3,0	0,019	λάσπη
17/ 2008	58,0	2,5	0,018	λάσπη
18/ 2008	45,0	2,5	0,018	λάσπη
19/ 2008	57,5	2,5	0,018	λάσπη
20/ 2008	88,0	2,5	0,018	λάσπη

Από κάθε καλάδα συλλέχθηκαν και καταμετρήθηκαν με προσοχή όλα τα ζωντανά και νεκρά άτομα πιννών που βρέθηκαν. Τα ζωντανά άτομα συντηρήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 7 %, το καθένα χωριστά, για περαιτέρω μελέτη. Στο εργαστήριο, από κάθε άτομο πίννας απομακρύνθηκαν με προσεκτικούς χειρισμούς οι επιβιοτικοί και οι συμβιοτικοί οργανισμοί σε

μεγάλα κόσκινα με άνοιγμα ματιού 500 μm. Έπειτα, αποχωρίστηκε το σώμα της πίννας από τις θυρίδες και συλλέχθηκαν οι ενδοβιότες και τα μαργαριτάρια. Για τα μαργαριτάρια, καταγράφηκαν η θέση τους στο σώμα της πίννας, ο αριθμός, το μέγεθος, το χρώμα και το σχήμα τους. Στις θυρίδες μετρήθηκαν με τη χρήση παχύμετρου ακρίβειας 0,01 cm το μήκος (L), το ύψος (H) και το πάχος (W), καθώς επίσης και το βυθισμένο στο υπόστρωμα μήκος της *A. pectinata* (Εικ. 3). Η ηλικία των πιννών προσδιορίστηκε με την καταμέτρηση των ετήσιων δακτυλίων από τα αποτυπώματα του οπίσθιου προσαγωγού μυ στο εσωτερικό των θυρίδων (Butler & Brewster, 1979, Butler, 1987, Richardson *et al.*, 1999, Γαληνού-Μητσούδη & Πετρίδης, 2001, Kennedy *et al.*, 2001, Richardson *et al.*, 2004, Galinou-Mitsoudi *et al.*, 2006) (Εικ. 4).



Εικόνα 3: Διαστάσεις της *A. pectinata*, L: μήκος, H: ύψος, W: πάχος και L βυθισμένο: βυθισμένο μήκος στο υπόστρωμα



Εικόνα 4: Αποτύπωμα του οπίσθιου προσαγωγού μυ στις θυρίδες της *A. pectinata*

Σε όλα τα άτομα ελέγχθηκε η παρουσία γονάδων. Στην περίπτωση παρουσίας, αναγνωρίστηκε το φύλο σύμφωνα με το χρώμα των γονάδων και την παρουσία θυλακίων με γεννητικό υλικό (ωάρια, σπερματοζωάρια) (Γαληνού – Μητσούδη, 1994). Επίσης προσδιορίστηκε το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των πιννών σύμφωνα με την κλίμακα των Valli *et al.* (1986) όπως τροποποιήθηκε από τη Γαληνού – Μητσούδη (1994):

- **Ανώριμα:** Στερεοσκοπικά διαφανείς γονάδες δίχως δυνατότητα αναγνώρισης του φύλου. Συνήθως πολύ μικρά άτομα.
- **Στάδιο 0:** Περίοδος ηρεμίας. Οι γονάδες είναι συμπαγείς και υπόλευκες. Δεν αναγνωρίζεται το φύλο ούτε σε ιστολογικά παρασκευάσματα.
- **Στάδιο I:** Αρχή διαφοροποίησης. Μακροσκοπικά οι γονάδες εμφανίζονται σχετικά ογκώδεις και με υπόλευκο χρώμα. Δεν ξεχωρίζει

ακόμη το φύλο ούτε και στερεοσκοπικά. Ιστολογικά εμφανίζονται μικρά θυλάκια με σπερματογόνια ή ωογόνια. Υπάρχουν εκτεταμένες περιοχές συνδετικού ιστού μεταξύ των θηλακίων.

- Στάδιο II: Φάση αύξησης. Μακροσκοπικά οι γονάδες εμφανίζονται με μεγαλύτερο όγκο, αρχίζει να διακρίνεται το φύλο από το χρώμα. Οι θηλυκές γονάδες έχουν απαλό πορτοκαλί και οι αρσενικές υπόλευκο. Στερεοσκοπικά και με εγχάραξη της γονάδας αρχίζουν να φαίνονται τα πορτοκαλόχρωμα αυγά και τα σχεδόν άχρωμα και ημιδιάφανα σπερματοθηλάκια. Η γονάδα είναι συμπαγής, ο συνδετικός ιστός είναι αδιαφανής και αρχίζει να περιορίζεται σε έκταση. Ιστολογικά τα ωοθυλάκια και τα σπερματοθυλάκια εμφανίζονται σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους.
- Στάδιο III: Φάση ωριμότητας. Μακροσκοπικά οι γονάδες εμφανίζονται ογκώδεις και συμπαγείς, οι θηλυκές είναι πορτοκαλόχρωμες και οι αρσενικές υπόλευκες ως γαλακτώδεις. Στερεοσκοπικά, οι γονάδες εμφανίζονται εξωτερικά κοκκώδεις χωρίς σχεδόν καθόλου συνδετικό ιστό. Με εγχάραξη, το γεννητικό υλικό μπορεί να αποχωριστεί από τα θυλάκια. Ιστολογικά τα θυλάκια εμφανίζονται σε επαφή μεταξύ τους και είναι πλήρη γεννητικού υλικού (ωάρια ή σπερματοζωάρια).
- Στάδιο IV: Αναπαραγωγή. Μακροσκοπικά οι γονάδες αρχίζουν να χάνουν το χρώμα τους και είναι λίγο πλαδαρές. Στερεοσκοπικά και σε τομή η γονάδα εμφανίζει ορισμένα κενά (άδεια θυλάκια), και πολλά αυγά ή σπερματοζωάρια διαχέονται στην τομή. Ιστολογικά, εμφανίζονται εν μέρει ή εντελώς κενά θυλάκια καθώς και πλήρη.

- Στάδιο V: Μακροσκοπικά οι γονάδες έχουν χρώμα υπόλευκο σκοτεινό ως ανοιχτό καφέ ή υπόλευκο με καφετιές κηλίδες, είναι πλαδαρές και θυμίζουν άδειο σάκο. Ο προσδιορισμός του φύλου δεν είναι εύκολος. Στερεοσκοπικά, σε τομή, εμφανίζονται με σπογγώδη υφή. Ιστολογικά διακρίνονται ακόμη λίγα αυγά ή σπερματοζωάρια σε θυλάκια.

Οι επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί που συλλέχθηκαν για ποιοτική μελέτη, κατατάχθηκαν σε συστηματικές ομάδες κυρίως σε επίπεδο κλάσης, ενώ ορισμένοι οργανισμοί κατατάχθηκαν σε επίπεδο ανθυποτάξης (*infraorder*, Wikipedia). Τα δίθυρα προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους με τη χρήση ατλάντων και σχετικών τόμων όπως Campell & Nicholis (1979), FAO (1987), Delamotte & Βαρδαλά-Θεοδώρου (1994), Hayward & Ryland (1995), Gibson *et al.* (2001). Για την ονοματολογία χρησιμοποιήθηκαν οι on line βάσεις δεδομένων CLEMAM και MarBEF επικαιροποιημένα την 19^η Ιανουαρίου 2009. Οι μεγάλες συστηματικές ομάδες δίνονται στον πίνακα 2 που ακολουθεί:

Πίνακας 2: Συστηματικές ομάδες επιβιοτικών και συμβιοτικών οργανισμών

Biota	Division								
Plantae	Macroalgae								
Biota	Phylum	Subphylum	Class	Subclass	Infraclass	Superorder	Order	Suborder	Infraorder
Animalia	Annelida		Polychaeta						
	Arthropoda	Crustacea	Maxillopoda	Thecostraca	Cirripedia				
			Malacostraca	Eumalacostraca		Eucarida	Decapoda	Pleocyemata	Brachyura
						Peracarida	Amphipoda		
	Porifera		Demospongiae						
	Cnidaria		Anthozoa						
	Platyelminthes		Turbellaria						
	Mollusca		Bivalvia						
			Gastropoda						
	Echinodermata	Asterozoa	Ophiuroidea						
	Chordata	Tunicata	Ascidiacea						

Πηγή: www.marbef.org και www.somali.asso.fr/clemam
 Τελευταία ενημέρωση: 19.01.2010

Για τους ενδοβιότες οι οποίοι συλλέχθηκαν από τις πίννες έγινε αναγνώριση του είδους και του φύλου (Riedl, 1983). Επίσης, μετρήθηκε το μήκος του κεφαλοθώρακά τους με τη χρήση παχύμετρου ακρίβειας 0,01 cm.

Τέλος, μετρήθηκαν το βάρος του σώματος και των θυρίδων των πιννών καθώς και το ολικό (ατομικό) βάρος των ενδοβιοτών. Τα μεν υγρά βάρη ζυγίστηκαν σε ζυγό ακρίβειας 0,01 g τα δε ξηρά, με ακρίβεια 0,001 g μετά από ξήρανση σε κλίβανο στους 120 °C για 24 h.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα MINITAB (έκδοση 15).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1) ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

3.1.1) Γενικά

Πίννες βρέθηκαν στις καλάδες 2, 3, 5 και 6 του 2005 και 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11 και 12 του 2008. Οι παραπάνω καλάδες βρίσκονται κυρίως στο Β. Θερμαϊκό κόλπο, το υπόστρωμά τους είναι κυρίως λασπώδες και τα βάθη τους κυμαίνονται από 17 m έως 41 m.

3.1.2) Πυκνότητα

Με βάση τον αριθμό των καταμετρημένων ατόμων πίννας υπολογίστηκε η πυκνότητα του πληθυσμού τους ως άτομα / m² τόσο για τα ζωντανά όσο και για τα νεκρά. Οι πυκνότητες δίνονται στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

3.1.3) Μορφομετρία

Σε όλες τις ζωντανές πίννες μετρήθηκαν οι διαστάσεις του μήκους (L), του ύψους (H) και του πάχους (W) (Πιν. 4). Τα άτομα στη συντριπτική τους πλειοψηφία είχαν μήκος > 20 cm. Επίσης βρέθηκε ένα άτομο μήκους 4,8 cm με ημιδιάφανο όστρακο μέσα σε νεκρή πίννα του ίδιου είδους.

Πίνακας 3: Επιφάνεια σύρσης (m²), αριθμός ατόμων και πυκνότητα (άτομα / m²) για ζωντανά και νεκρά άτομα πιπνών

Καλάδα / Ημερομηνία	Επιφάνεια σύρσης (m ²)	N ζωντανών	Πυκνότητα ζωντανών (άτομα / m ²)	N θανατοκοινωνίας	Πυκνότητα νεκρών (άτομα / m ²)
1 / 2005	21000	0	0	0	0
2 / 2005	50000	37	0,000700	83	0,001600
3 / 2005	28000	1	0,000030	1	0,000036
4 / 2005	46000	0	0	0	0
5 / 2005	44000	6	0,000130	64	0,001000
6 / 2005	56000	4	0,000071	16	0,000280
1 / 2008	21000	22	0,001000	8	0,000370
2/ 2008	21000	12	0,000580	0	0
3/ 2008	21000	11	0,000500	4	0,000190
4/ 2008	21000	17	0,000790	0	0
5/ 2008	16000	0	0	0	0
5 ^A / 2008	22000	0	0	0	0
6/ 2008	19000	0	0	0	0
7/ 2008	22000	0	0	0	0
8/ 2008	18000	0	0	0	0
9/ 2008	17000	1	0,000057	1	0,000057
10/ 2008	20000	1	0,000051	0	0
11/ 2008	19000	2	0,000100	3	0,000150
12/ 2008	20000	1	0,000049	1	0,000049
13/ 2008	19000	0	0	0	0
14/ 2008	17000	0	0	0	0
15/ 2008	17000	0	0	0	0
16/ 2008	19000	0	0	0	0
17/ 2008	18000	0	0	0	0
18/ 2008	18000	0	0	0	0
19/ 2008	18000	0	0	0	0
20/ 2008	18000	0	0	0	0

Πίνακας 4: Διαστάσεις των πιννών στην περιοχή μελέτης, όπου Μ.Ο. L: μέσος όρος του μήκους, \pm SD: \pm τυπική απόκλιση, H: ύψος και W: πάχος για τις ελάχιστες (min) και μέγιστες (max) τιμές τους

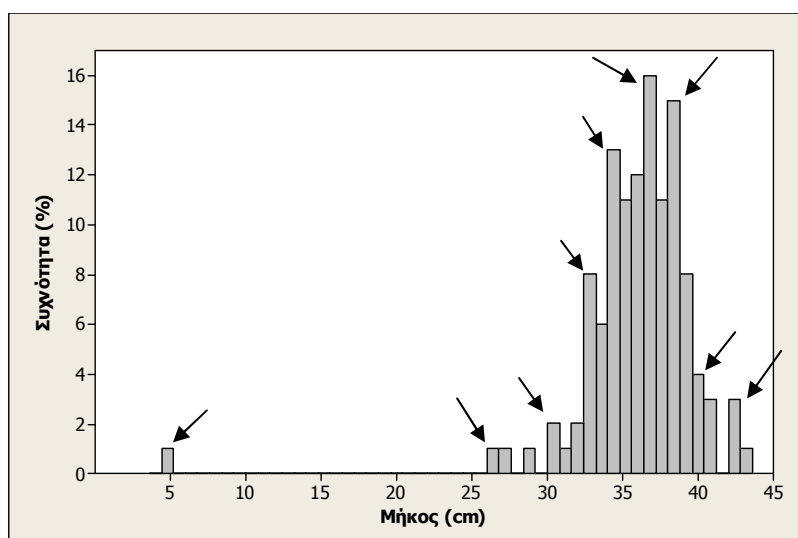
Καλάδα	N	M.O. L \pm SD	min H	max H	min W	max W
1 / 2005	0	-	-	-	-	-
2 / 2005	37	35,7 \pm 2,2	19,0	26,5	5,5	8,5
3 / 2005	1	36	23,5	23,5	6,5	6,5
4 / 2005	0	-	-	-	-	-
5 / 2005	6	35,5 \pm 2,1	21,3	23,8	6,0	6,9
6 / 2005	4	35,7 \pm 2,3	19,0	24,6	6,0	7,0
1 / 2008	22	38,2 \pm 1,5	20,0	26,5	6,0	9,5
2/ 2008	12	38,3 \pm 2,7	20,0	24,0	7,2	9,0
3/ 2008	11	36,6 \pm 2,4	19,5	24,5	6,5	9,0
4/ 2008	17	35,1 \pm 2,7	20,0	25,2	6,7	8,9
5/ 2008	0	-	-	-	-	-
5 ^A / 2008	0	-	-	-	-	-
6/ 2008	0	-	-	-	-	-
7/ 2008	0	-	-	-	-	-
8/ 2008	0	-	-	-	-	-
9/ 2008	1	22	13,5	13,5	4,5	4,5
10/ 2008	1	34,7	20,0	20,0	6,8	6,8
11/ 2008	1	39,0	23,0	23,0	6,8	6,8
12/ 2008	1	34,5	21,5	21,5	7,0	7,0
13/ 2008	0	-	-	-	-	-
14/ 2008	0	-	-	-	-	-
15/ 2008	0	-	-	-	-	-
16/ 2008	0	-	-	-	-	-
17/ 2008	0	-	-	-	-	-
18/ 2008	0	-	-	-	-	-
19/ 2008	0	-	-	-	-	-
20/ 2008	0	-	-	-	-	-

Από τις μετρήσεις του βυθισμένου τμήματος της πίννας στο υπόστρωμα βρέθηκε ότι οι πίννες είναι βυθισμένες κατά μέσο όρο στα 2/3 του μήκους τους, με εύρος από 50 – 80 % του μήκους της (Πιν. 5).

Πίνακας 5: Βυθισμένο μέρος των πιννών και ο λόγος του βυθισμένου τμήματος ως προς το μήκος των πιννών. Όπου Μ.Ο.: μέσος όρος, ± SD: ± τυπική απόκλιση

Παράμετρος	Τιμή
Μ.Ο. L βυθισμένο ± SD	24,78 ± 3,83
Μ.Ο. βυθίσματος πίννας	2/3 του μήκους
min βυθίσματος πίννας	1/2 //
max βυθίσματος πίννας	4/5 //

Ανεξάρτητα από τη θέση δειγματοληψίας, για το σύνολο των ζωντανών πιννών (N= 120), έγινε η ανάλυση συχνότητας του μήκους (Εικ. 5). Η ανάλυση ανέδειξε τουλάχιστον 8 ομάδες μηκών που μπορεί να αντιστοιχούν σε ηλικιακές ομάδες για τα μήκη των ατόμων μεγαλύτερα των 25 cm. Φαίνεται ότι η κάθε ηλικιακή ομάδα διαφέρει σε μήκος από την επόμενη ≈ 3-5 cm.



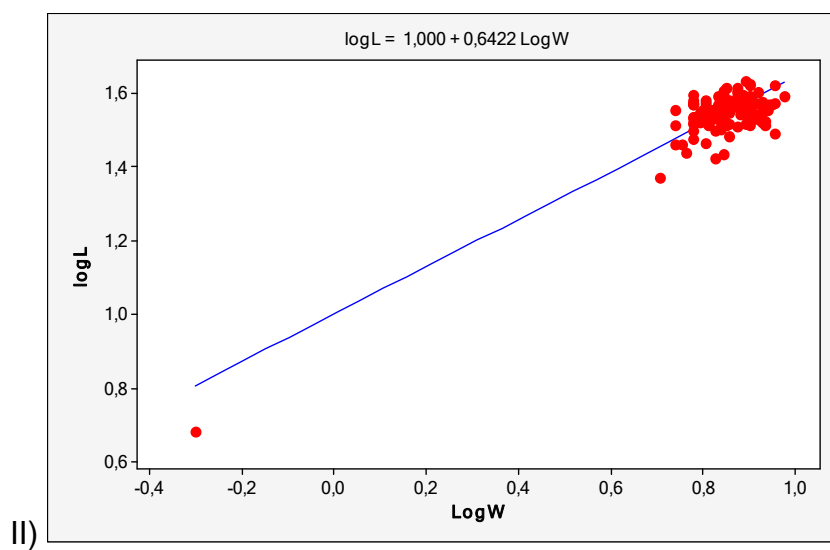
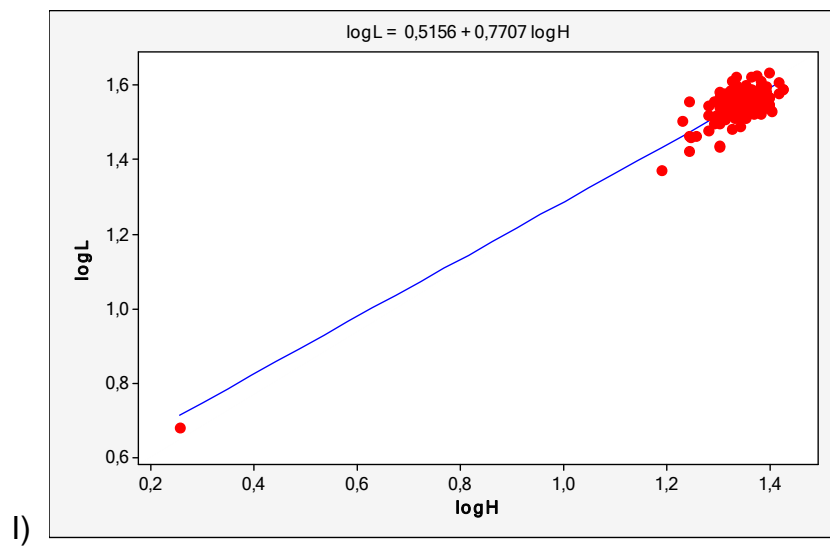
Εικόνα 5: Συχνότητα κατανομής (%) του μήκους (L) της *A. pectinata*

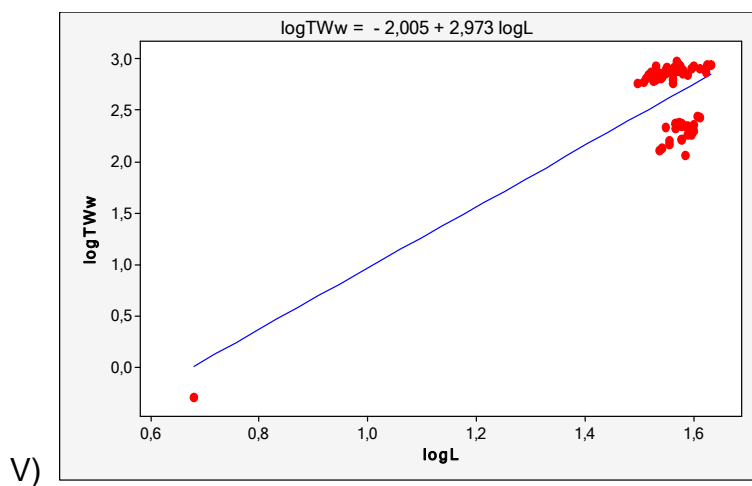
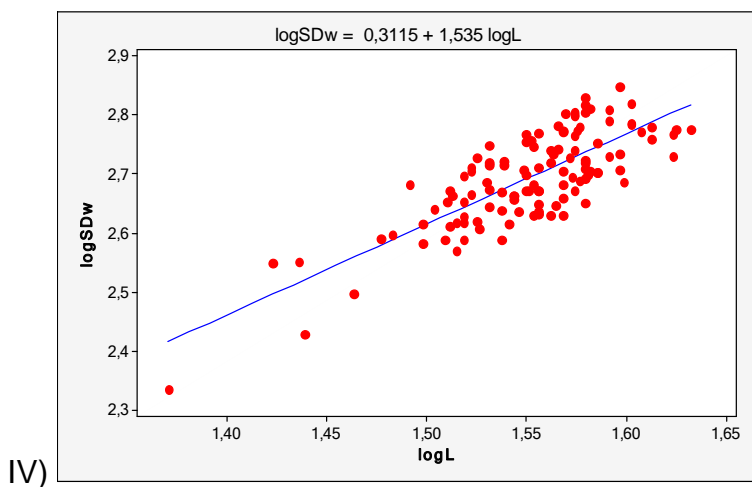
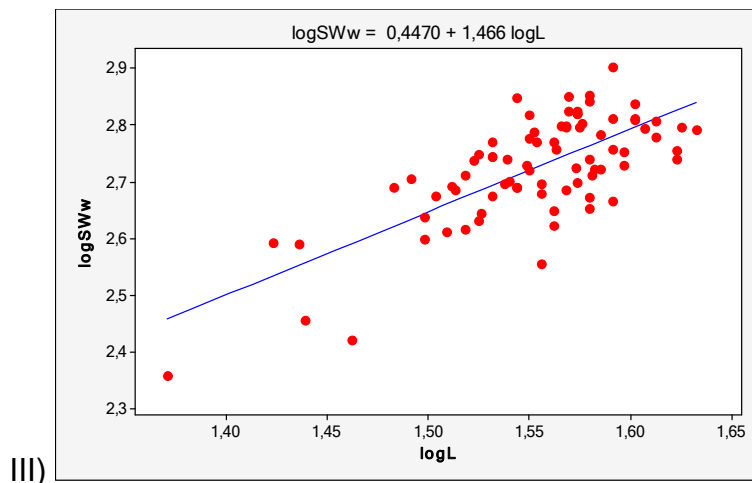
3.1.4) Αλλομετρική αύξηση

Για να βρεθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων της πίννας και των βαρών της και πιο συγκεκριμένα του μήκους με το ύψος και το πάχος, καθώς και του μήκους με τα βάρη (υγρά και ξηρά) της *A. pectinata* έγιναν γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ των μεγεθών αυτών (Εικ. 6). Ισχυρότερη σχέση είναι του μήκους (L) με το ύψος (H) ($R^2 = 85\%$) (Εικ. 6I). Η συσχέτιση μεταξύ του μήκους (L) και του υγρού βάρους σώματος (BWw) δεν ήταν ισχυρή ($R^2 \leq 50\%$). Στον πίνακα 6 δίνονται τα στοιχεία των ισχυρών παλινδρομήσεων μεταξύ διαστάσεων και μεταξύ διαστάσεων και βαρών. Από τα στοιχεία των γραμμικών παλινδρομήσεων των πιννών φαίνεται ότι η συσχέτιση του μήκους (L) με το ύψος (H) και του μήκους (L) με το υγρό βάρος οστράκου (SWw) δίνουν καλύτερο συντελεστή προσδιορισμού (R^2), 85 και 62,7 % αντίστοιχα. Η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης με γενική μορφή $\log y = \log a + b \log x$ παρουσιάζει θετική αλλομετρία όταν καθώς μεγαλώνει το x, το y μεγαλώνει με μεγαλύτερο ρυθμό. Καμία όμως γραμμική παλινδρόμηση στην παρούσα μελέτη δεν παρουσίασε θετική αλλομετρία. Αρνητική αλλομετρία, δηλαδή όταν αυξάνεται το x, το y αυξάνεται με μικρότερο ρυθμό, παρουσίασαν οι εξισώσεις του μήκους (L) με το ύψος (H), το πάχος (W), το υγρό βάρος οστράκου (SWw) και το ξηρό βάρος οστράκου (SDw). Τέλος, ισομετρία, όπου το x και το y μεγαλώνουν ταυτόχρονα με τον ίδιο ρυθμό, παρουσίασε η εξίσωση του μήκους (L) και του ολικού υγρού βάρους (TWw) της πίννας.

Πίνακας 6: Γραμμικές παλινδρομήσεις διαστάσεων και βαρών της *A. pectinata*. Όπου N= αριθμός ατόμων, R² = συντελεστής προσδιορισμού (%), P= πιθανότητα ANOVA, b= κλίση ευθείας, SE= τυπικό σφάλμα του b, C.I.= όρια εμπιστοσύνης του b για 95 % πιθανότητα, Ισ.= ισομετρία, Αλ.= αλλομετρία, - = αρνητική αλλομετρία, 0= ισομετρία, L= μήκος, H= ύψος, W= πάχος, SWw= υγρό βάρος οστράκου, SDw= ξηρό βάρος οστράκου, TWw= ολικό υγρό βάρος

N	Εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης Γενική μορφή: $\log y = \log a + b \log x$	R² (%)	P	SE of b (95 % C.I. of b)	Ισ./Αλ.
131	$\log L = 0,5156 + 0,7707 \log H$	85	0,000	0,028 (0,715-0,827)	-
130	$\log L = 1,000 + 0,6422 \log W$	72,8	0,000	0,035 (0,572-0,712)	-
79	$\log SWw = 0,4470 + 1,4666 \log L$	52,8	0,000	0,157 (1,153-1,781)	-
117	$\log SDw = 0,3115 + 1,535 \log L$	62,7	0,000	0,110 (1,315-1,755)	-
66	$\log TWw = -2,005 + 2,973 \log L$	52,6	0,000	0,350 (2,273-3,673)	0

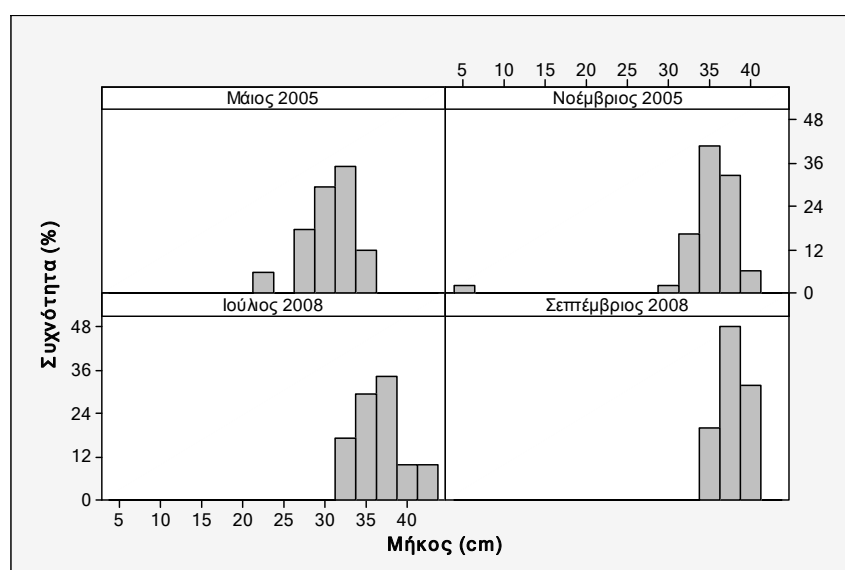




Εικόνα 6: Γραμμικές παλινδρομήσεις διαστάσεων και βαρών I) ύψους (H) – μήκους (L), II) πάχους (W) – μήκους (L), III) μήκους (L) – υγρού βάρους οστράκου (SWw), IV) μήκους (L) – ξηρού βάρους οστράκου (SDw), V) μήκους (L) – ολικού υγρού βάρους (TWw)

3.2) ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

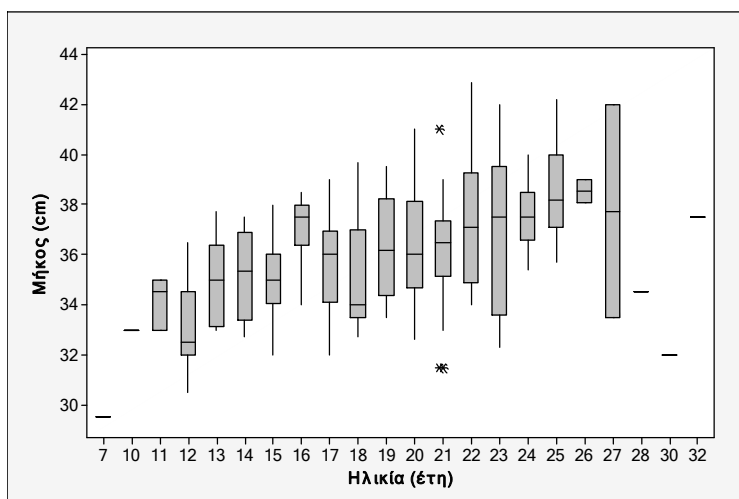
Το μήκος των οστράκων απεικονίζεται για τέσσερις διαφορετικούς μήνες στις δύο μεγάλες περιόδους των δειγματοληψιών (έτη 2005 και 2008). Στο διάγραμμα συχνότητας που ακολουθεί (Εικ. 7), τα άτομα φαίνεται να παρουσιάζουν μικρή αύξηση και από τις κυρίαρχες κλάσεις των 32,5 – 35,0 cm μετατοπίζονται στην κλάση > 37,5 cm.



Εικόνα 7: Χρονική μεταβολή της συχνότητας (%) του μήκους (cm) της *A. pectinata* στην περιοχή μελέτης

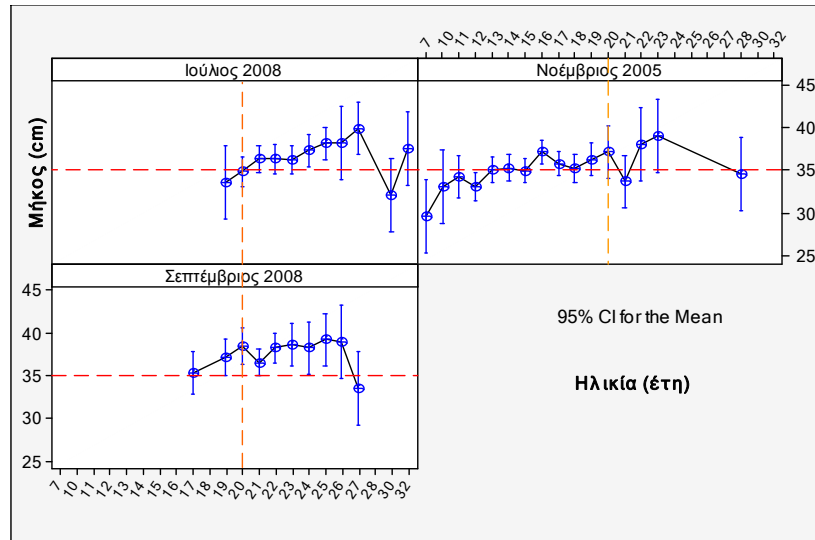
Ο προσδιορισμός της ηλικίας έδειξε ότι οι πίννες ήταν από 7 έως 32 ετών σε μήκη από 29,5 cm μέχρι 37,5 cm. Το μοναδικό μικρό άτομο το οποίο βρέθηκε, θεωρήθηκε ότι ήταν ηλικίας λίγων μηνών (0^+) με μήκος 4,8 cm. Στο παρακάτω θηκόγραμμα εμφανίζεται η ηλικία των ατόμων σε σχέση με το μήκος τους (Εικ. 8). Σύμφωνα με το θηκόγραμμα, οι πίννες αυξάνονται σε μήκος με αργούς ρυθμούς σε σχέση με την ηλικία τους. Έτσι, άτομα του ίδιου μήκους έχουν διαφορετική ηλικία ή άτομα ίδιας ηλικίας έχουν διαφορετικό μήκος, για

παράδειγμα άτομα μήκους 37 cm έχουν ηλικιακό εύρος 16-32 ετών ή άτομα 22 ετών έχουν εύρος μηκών 35-39 cm.



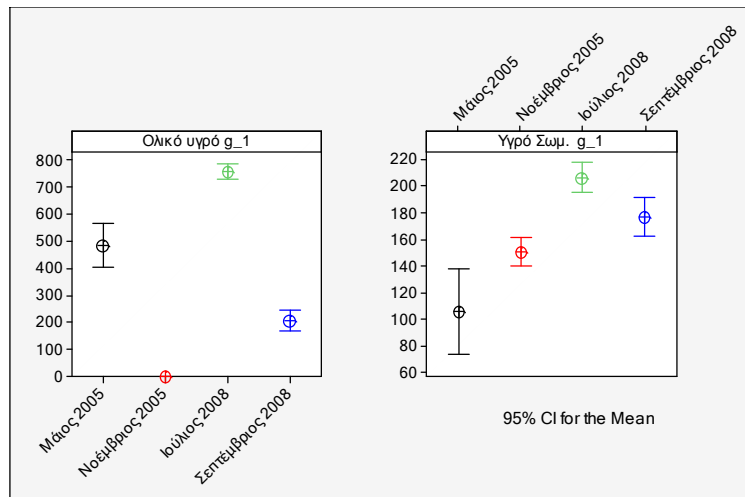
Εικόνα 8: Κατά μήκος αύξηση της *A. pectinata*. Όπου – : η διάμεσος, *: απομακρυσμένες τιμές

Σύμφωνα με το διάγραμμα των μέσων τιμών του μήκους και της ηλικίας των ατόμων του πληθυσμού, το Νοέμβριο του 2005, τον πληθυσμό αποτελούσαν κυρίως άτομα μικρά σε μήκος αλλά και σε ηλικία, ενώ τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο του 2008 τα άτομα ήταν μεγαλύτερα σε μήκος και ηλικία (Εικ. 9).



Εικόνα 9: Ηλικιακή σύνθεση σε σχέση με το μήκος, στις περιόδους μελέτης της *A. pectinata*, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)

Το ολικό υγρό βάρος (TWw) και το υγρό βάρος σώματος (BWw) των οστράκων φαίνεται να παρουσιάζουν αυξητική τάση από την άνοιξη μέχρι τον Ιούλιο ενώ στη συνέχεια μειώνονται (Εικ. 10).

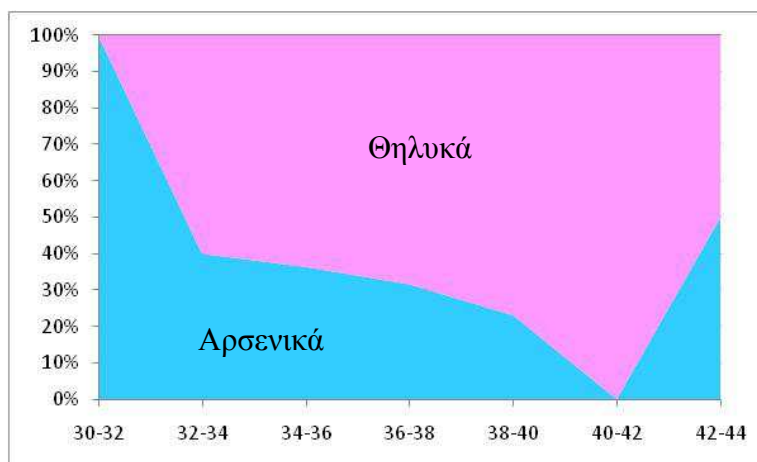


Εικόνα 10: Μέση τιμή του ολικού υγρού βάρους (TWw) και του υγρού βάρους σώματος (BWw) για τις δειγματοληπτικές περιόδους, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)

3.3) ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.3.1) Αναλογία φύλων

Η αναλογία φύλων στο σύνολο των ατόμων με γονάδες που το φύλο ήταν αναγνωρίσιμο βρέθηκε να είναι 1:2. Η αναλογία παρουσιάζεται στο διάγραμμα των φύλων σε σχέση με το μήκος των πιννών (N= 60) (Εικ. 11). Οι θηλυκές πίννες εμφανίζονται περισσότερες στις κλάσεις μήκους 36-38 cm και 38-40 cm, με ποσοστό 68,42 και 76,92 % αντίστοιχα. Γενικά το ποσοστό των αρσενικών πιννών εμφανίζεται χαμηλότερο από αυτό των θηλυκών ($\approx 40\%$), το οποίο όμως δεν διαφέρει στατιστικά από την αναλογία 1:1 (έλεγχος χ^2) (Πιν. 7 και Πιν. 8).



Εικόνα 11: Αναλογία φύλων της *A. rectinata* σε σχέση με το μήκος της

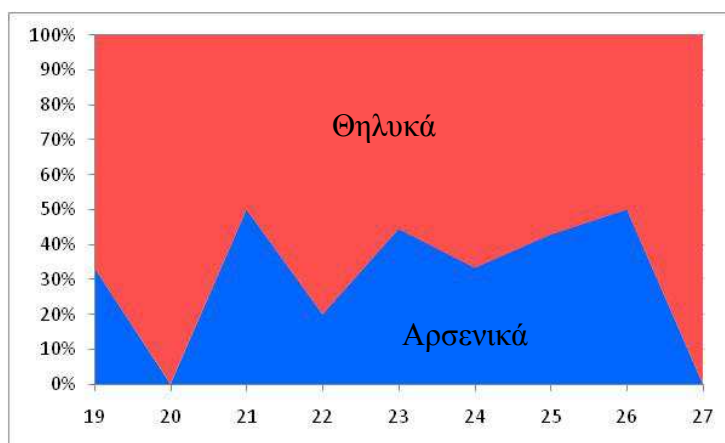
Πίνακας 7: Αριθμός και ποσοστό (%) των αρσενικών και θηλυκών ατόμων και η αναλογία φύλων της *A. reclinata* ανά κλάση μήκους

Κλάση μήκους (cm)	Αρσενικά		Θηλυκά		Σύνολο	Αναλογία φύλων	Έλεγχος χ^2
	n	%	n	%			
30-32	1	100	0	0	1	1:0	1,00
32-34	4	40	6	60	10	1:1,5	0,40
34-36	4	36,36	7	63,63	11	1:1,75	0,82
36-38	6	31,57	13	68,42	19	1:2,17	2,58
38-40	3	23,07	10	76,92	13	1:3,33	3,77
40-42	0	0	4	100	4	1:0	4,00
42-44	1	50	1	50	2	1:1	0,00

Πίνακας 8: Αριθμός και ποσοστό (%) των αρσενικών και θηλυκών ατόμων της *A. reclinata* και η αναλογία φύλων σε σχέση με την ηλικία της

Ηλικία (έτη)	Αρσενικά		Θηλυκά		Σύνολο	Αναλογία φύλων	Έλεγχος χ^2
	n	%	n	%			
19	1	33,33	2	66,66	3	1:2	0,33
20	0	0	9	100	9	1:0	9,00
21	6	50	6	50	12	1:1	0,00
22	2	20	8	80	10	1:4	3,60
23	4	44,44	5	55,55	9	1:1,25	0,11
24	2	33,33	4	66,66	6	1:2	0,66
25	3	42,86	4	57,14	7	1:1,33	0,14
26	1	50	1	50	2	1:1	0,00
27	0	0	2	100	2	1:0	2,00

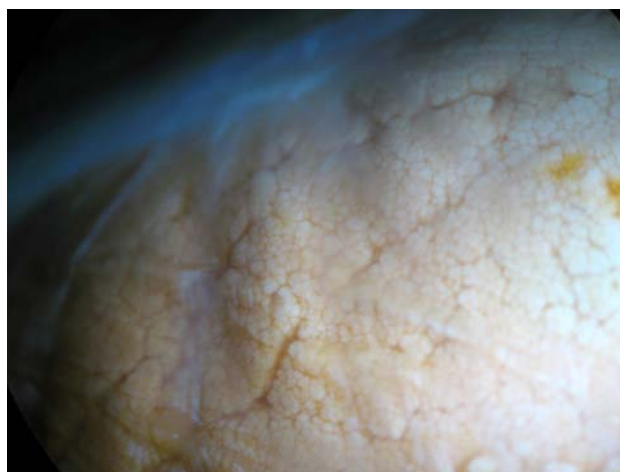
Το φύλο των πιννών σε σχέση με την ηλικία τους έδειξε ότι στον πληθυσμό υπερτερούν σε απόλυτους αριθμούς τα θηλυκά άτομα (Εικ. 12), χωρίς όμως να ισχύει στατιστικά (έλεγχος χ^2).



Εικόνα 12: Αναλογία φύλων της *A. pectinata* σε σχέση με την ηλικία της για N= 60 άτομα

3.3.2) Αναπαραγωγική δραστηριότητα

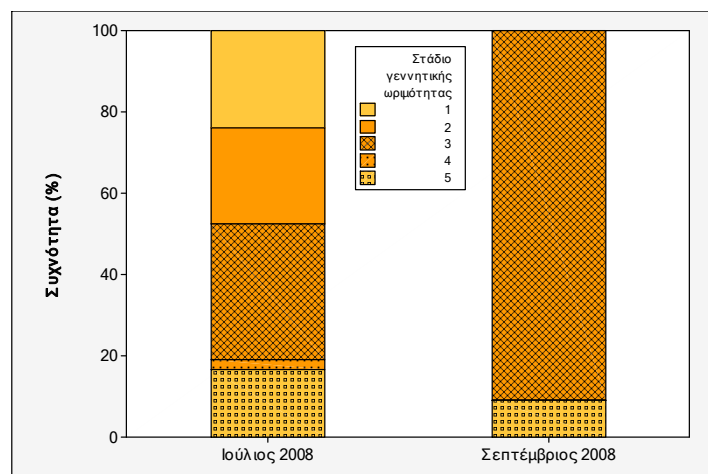
Οι γονάδες των ατόμων εμφανίζονταν κυρίως ογκώδεις, συμπαγείς, κοκκώδεις εξωτερικά και χωρίς σχεδόν καθόλου συνδετικό ιστό. Τα θηλυκά άτομα είχαν πορτοκαλόχρωμες γονάδες και τα αρσενικά υπόλευκες ως γαλακτώδεις (Εικ. 13).



Εικόνα 13: Θηλυκή γονάδα της *A. pectinata*

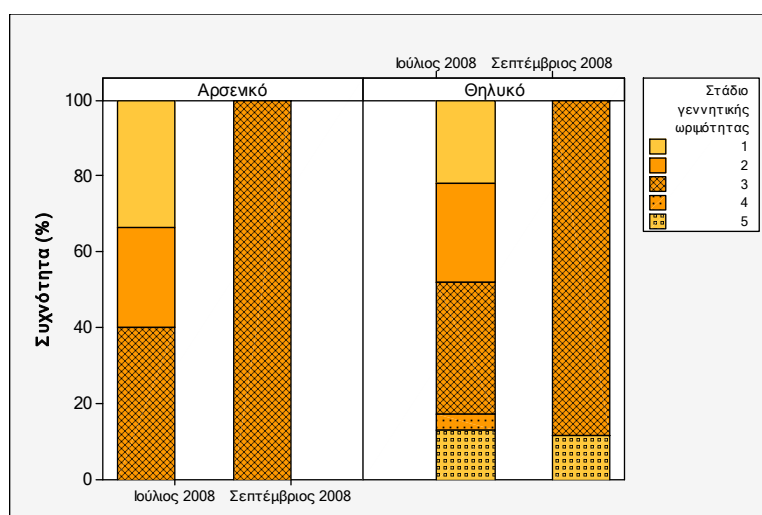
Η δραστηριοποίηση των γονάδων της *A. pectinata* το φθινόπωρο, περιοριζόταν κυρίως στο τρίτο στάδιο της γεννητικής ωριμότητας (Εικ. 14).

Τον Ιούλιο, τον πληθυσμό αποτελούσαν άτομα τα οποία βρίσκονταν και στα πέντε στάδια της γεννητικής τους ωριμότητας. Πιο αναλυτικά, το 33 % των ατόμων τον μήνα Ιούλιο βρισκόταν στη φάση ωριμότητας των γονάδων (στάδιο 3), ενώ μόλις το 2,4 % των πιννών βρισκόταν στο στάδιο της αναπαραγωγής (στάδιο 4).



Εικόνα 14: Συχνότητα κατανομής (%) των σταδίων γεννητικής ωριμότητας της *A. rectinata* ανεξάρτητα του φύλου, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο 2008

Σε σχέση με το φύλο, τα θηλυκά άτομα έχουν ένα μικρό προβάδισμα στα στάδια γεννητικής τους ωριμότητας σε σχέση με τα αρσενικά (Εικ. 15). Το 40 % των αρσενικών ατόμων τον Ιούλιο, βρισκόταν κυρίως στο τρίτο στάδιο, ενώ ένα μικρό ποσοστό των θηλυκών ατόμων τον Ιούλιο είχε φτάσει στο στάδιο της αναπαραγωγής (στάδιο 4) ή είχε ολοκληρωθεί η αναπαραγωγική του δραστηριότητα (στάδιο 5). Το μήνα Σεπτέμβριο, το 100% των αρσενικών ατόμων είχε περάσει στη φάση ωριμότητας των γονάδων, ενώ το 90 % των θηλυκών ατόμων βρισκόταν ήδη στη φάση ωριμότητας των γονάδων (στάδιο 3) και το 10 %, στο στάδιο μετά την αναπαραγωγή (στάδιο 5).



Εικόνα 15: Συχνότητα κατανομής (%) των σταδίων γεννητικής ωριμότητας των δύο φύλων της *A. rectinata* το καλοκαίρι και το φθινόπωρο 2008

3.4) ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

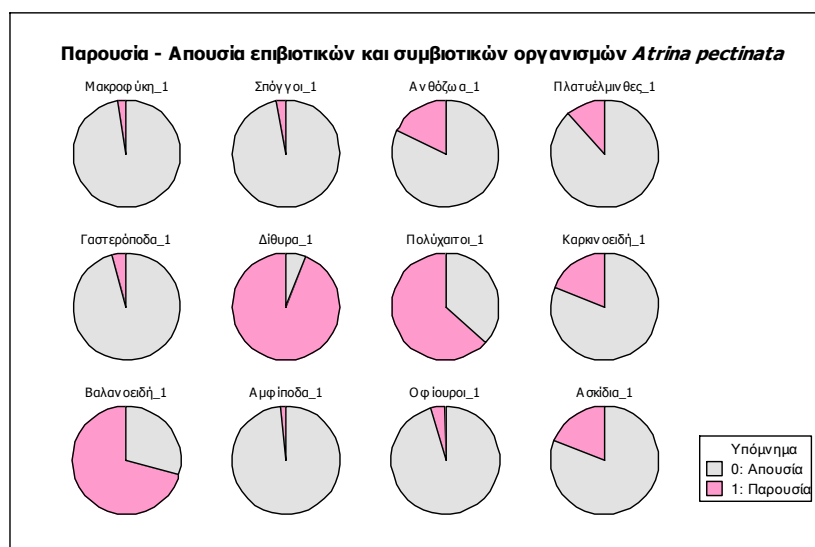
3.4.1) Επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί

Στο ελεύθερο οπίσθιο τμήμα των πιννών υπήρχαν εγκατεστημένοι οργανισμοί από διάφορα τάξα, είτε επιβιοτικοί είτε συμβιοτικοί. Οι οργανισμοί αυτοί βρέθηκε να ανήκουν σε 12 συστηματικές ομάδες (Πιν. 9). Αξιοσημείωτο φαίνεται να είναι ότι η βιοποικιλότητα των επιβιοτών και των συμβιοτών μειώνεται από δυτικά προς ανατολικά στο Θερμαϊκό κόλπο, καθώς και ότι όσο μεγαλώνει η πίννα, τόσο περισσότερα τάξα φιλοξενεί. Επίσης, στις θυρίδες των πιννών βρέθηκαν φύλλα από νεκρά φανερόγαμα στο 2,9 % του πληθυσμού.

Πίνακας 9: Επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί σε σχέση με την περιοχή μελέτης και το μήκος (L) της *A. pectinata*

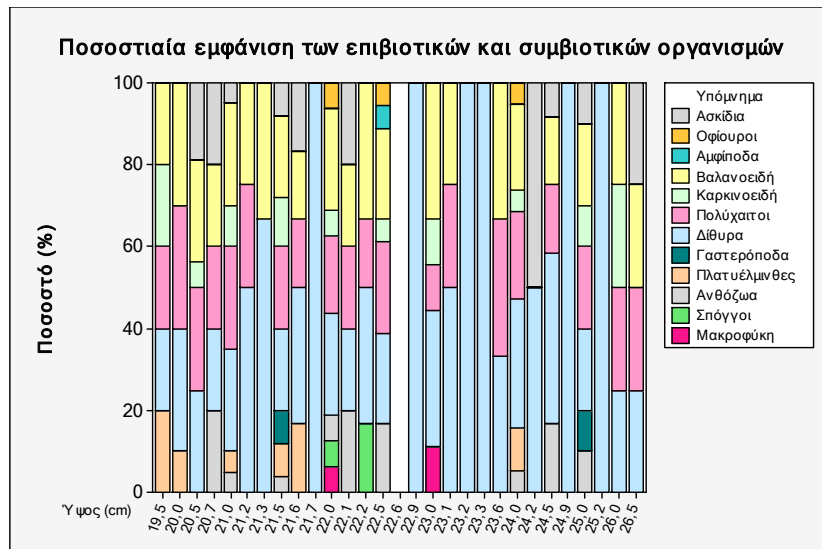
Συστηματικές ομάδες	Δυτικός Θερμαϊκός	Κεντρικός Θερμαϊκός	Ανατολικός Θερμαϊκός	L πίννας 25-35 cm	L πίννας 35-45 cm
Macroalgae	*				*
Porifera	*			*	*
Anthozoa	*	*		*	*
Platyelminthes	*				*
Gastropoda	*	*		*	*
Bivalvia	*	*	*	*	*
<i>Anomia ehippium</i>	*	*		*	*
<i>Mimachlamys varia</i>	*	*	*	*	*
<i>Hiatella arctica</i>	*	*	*	*	*
<i>Pododesmus patelliformis</i>	*	*	*	*	*
<i>Musculus constulatus</i>	*			*	*
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	*				*
<i>Pteria hirundo</i>		*			*
<i>Ostrea edulis</i>	*	*		*	*
Polychaeta	*	*		*	*
Crustacea	*	*		*	*
Brachyura	*			*	*
Cirripedia	*	*		*	*
Amphipoda	*				*
Ophiuroidea	*				*
Ascidiacea	*	*		*	*

Η πιο συχνά εμφανιζόμενη ταξινομική ομάδα είναι τα δίθυρα (94,1 %) και ακολουθούν οι πολύχαιτοι (63,2 %) και τα βαλανοειδή (70,6 %), ενώ οι συμβιότες είχαν μικρότερα ποσοστά εμφάνισης, όπως για παράδειγμα τα αμφίποδα και οι οφίοιροι με ποσοστά εμφάνισης 1,5 % και 4,4 % αντίστοιχα (Εικ. 16).



Εικόνα 16: Συχνότητα παρουσίας – απουσίας (%) των επιβιοτικών και συμβιοτικών οργανισμών της *A. pectinata*

Στο διάγραμμα κατανομής των επιβιοτικών και συμβιοτικών τάξα παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισής τους σε σχέση με το ύψος της *A. pectinata* (Εικ. 17). Τα δίθυρα φαίνεται πάλι να είναι η συχνότερη συστηματική ομάδα που συναντάται σε όλα τα μεγέθη πινών σε σχέση με τους υπόλοιπους επιβιότες και ακολουθούν οι πολύχαιτοι και τα βαλανοειδή. Μικρότερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν τα μακροφύκη και οι σπόγγοι ενώ σημειώθηκε μικρή παρουσία αμφιπόδων και οφίοιρων. Σε μία ζωντανή πίννα δε, με ύψος 22,6 cm, δεν βρέθηκαν καθόλου επιβιότες ή συμβιότες.

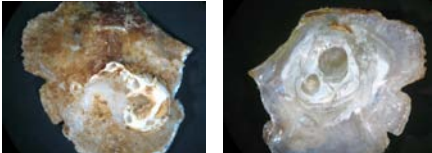









Εικόνα 17: Συχνότητα εμφάνισης (%) των επιβιοτικών και συμβιοτικών οργανισμών σε σχέση με το ύψος (H) της *A. pectinata*

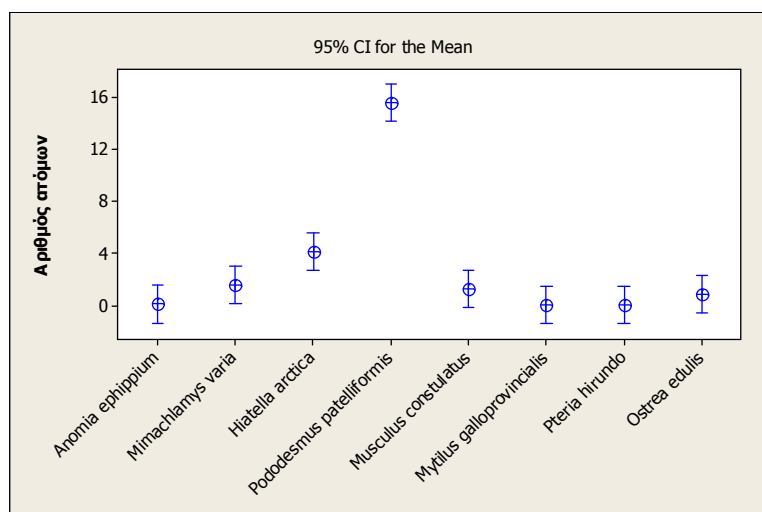
3.4.2) Επιβιοτικά είδη δίθυρων

Τα δίθυρα που αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο είδους, παρουσιάζονται με φωτογραφική απεικόνιση στον πίνακα 10.

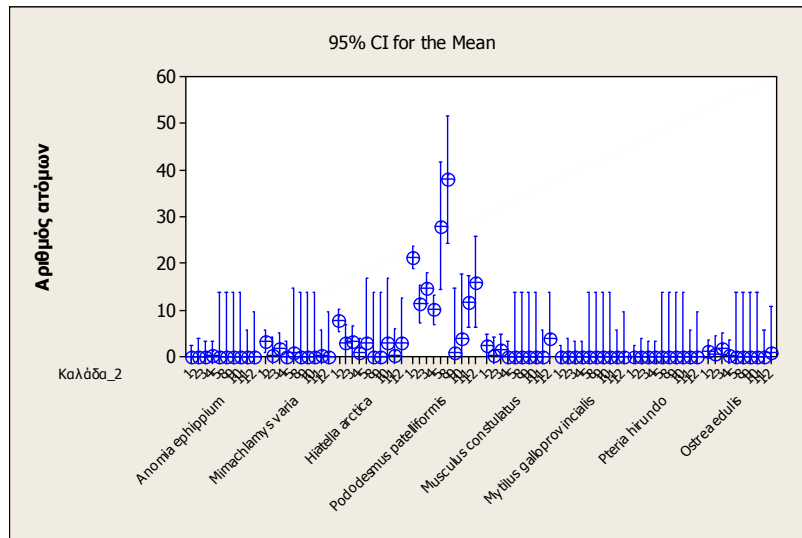
Πίνακας 10: Είδη επιβιοτικών διθύρων

Είδος επιβιοτικού διθύρου	Φωτογραφία
<i>Anomia ehippium</i>	
<i>Mimachlamys varia</i>	
<i>Hiatella arctica</i>	
<i>Pododesmus patelliformis</i>	
<i>Musculus constulatus</i>	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	
<i>Pteria hirundo</i>	
<i>Ostrea edulis</i>	

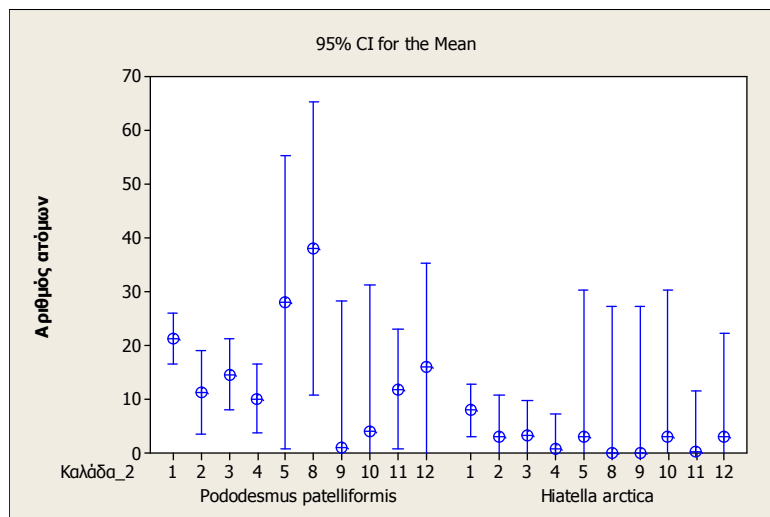
Τα επιβιοτικά δίδυρα ανήκαν σε 8 είδη εκ των οποίων τα συχνότερα ήταν το *Pododesmus patelliformis* και η *Hiatella arctica* ενώ σημειώθηκε η παρουσία ενός ατόμου *Pteria hirundo* στον κεντρικό Θερμαϊκό κόλπο (καλάδα 4) (Εικ. 18). Πιο αναλυτικά, πολυάριθμα άτομα του *P. patelliformis* βρέθηκαν σε πίννες στην Ανατολική πλευρά του Θερμαϊκού (καλάδες 5 και 8) και του *H. arctica* σε πίννες που συλλέχθηκαν σε καλάδες κυρίως του δυτικού Θερμαϊκού κόλπου (καλάδες 1, 2, 3, 12) (Εικ. 19 και 20).



Εικόνα 18: Μέση τιμή του αριθμού των ατόμων του κάθε επιβιοτικού διθύρου / άτομο πίννας, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)



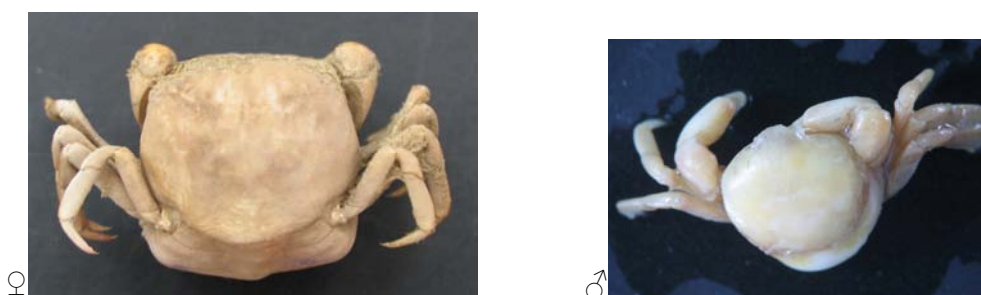
Εικόνα 19: Μέση τιμή του αριθμού των ατόμων του κάθε επιβιοτικού διθύρου / καλάδα, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)



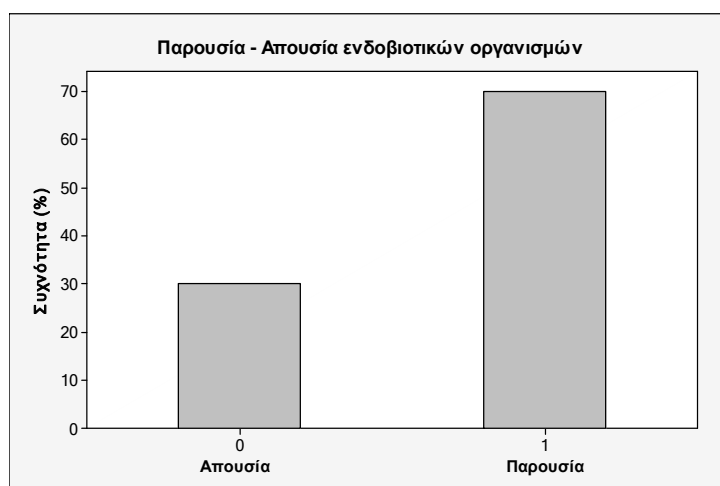
Εικόνα 20: Μέση τιμή του αριθμού των ατόμων του κάθε επιβιοτικού διθύρου / καλάδα, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)

3.5) ΕΝΔΟΒΙΟΤΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Τα περισσότερα άτομα *A. rectinata* έφεραν ενδοβιότες στο εσωτερικό τους. Όλοι οι ενδοβιότες ανήκαν σε ένα μόνο είδος το *Nepinnotheres pinnotheres* (Εικ. 21) εκτός από μία μόνο περίπτωση στην ανατολική περιοχή του Θερμαϊκού (καλάδα 5) όπου ο ενδοβιότης ήταν του είδους *Pinnotheres pisum*. Τα περισσότερα θηλυκά άτομα έφεραν αβγά. Ενδοβιότες βρέθηκαν στο 70 % του πληθυσμού των πιννών (Εικ. 22).

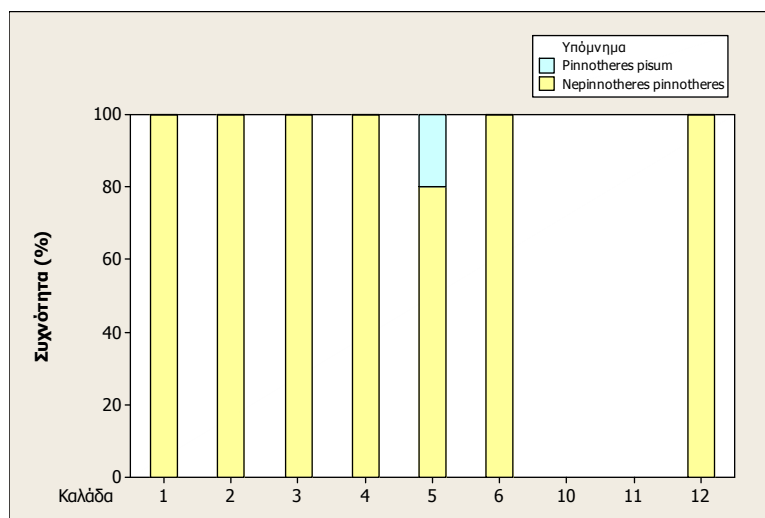


Εικόνα 21: Θηλυκό (προσ. αρχείο Γαληνού-Μητσούδη Σ.) και αρσενικό άτομο *Nepinnotheres pinnotheres*



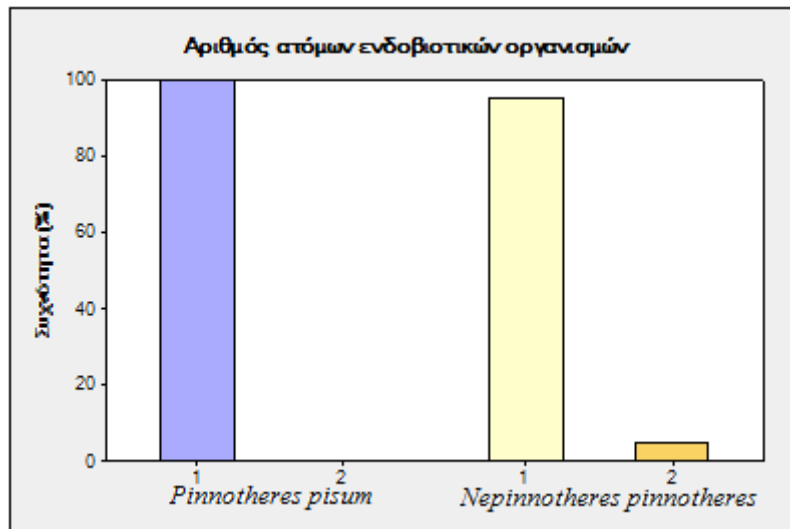
Εικόνα 22: Παρουσία - Απουσία (%) των ενδοβιοτών στις πίννες της περιοχής μελέτης

Οι πίννες που έφεραν ενδοβιότες προέρχονται από τις καλάδες 1 έως 6 και 12 που βρίσκονται κυρίως δυτικά στο Θερμαϊκό (Εικ. 23).

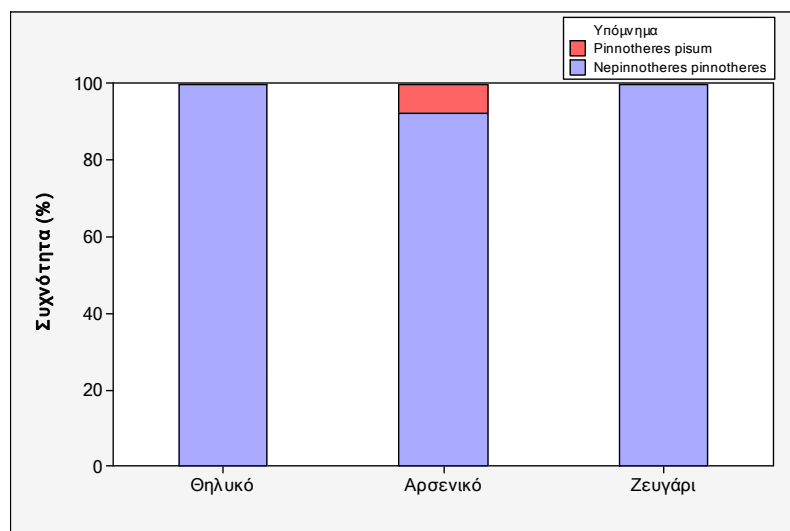


Εικόνα 23: Συχνότητα παρουσίας (%) των ενδοβιοτών στις δειγματοληπτικές περιοχές

Η πλειοψηφία των πιννών έφερε ένα μόνο ενδοβιοτικό άτομο (Εικ. 24). Οι περισσότεροι ενδοβιότες ήταν θηλυκά άτομα, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις μέσα σε μια πίννα υπήρχαν δύο ενδοβιότες, ένα θηλυκό και ένα αρσενικό άτομο (Εικ. 25). Το φύλο του μοναδικού *P. pisum* ενδοβιότη ήταν αρσενικό.

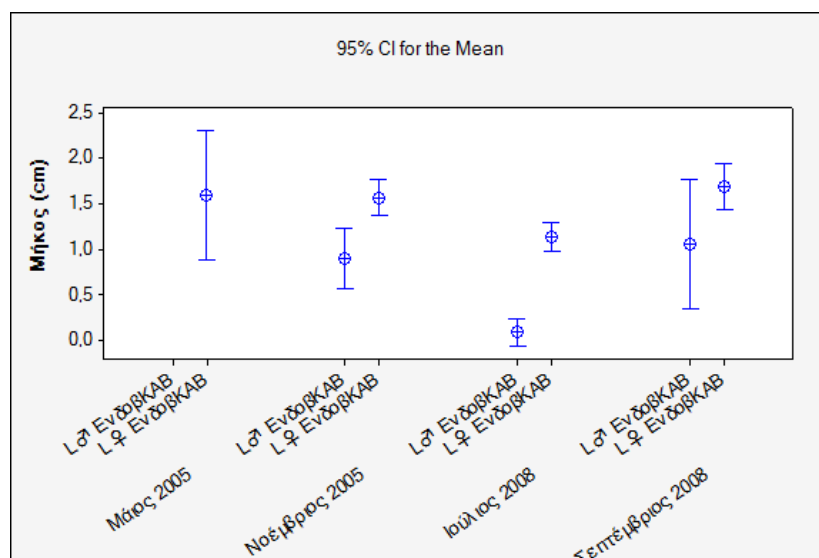


Εικόνα 24: Συχνότητα εμφάνισης (%) του αριθμού ατόμων των ενδοβιοτών



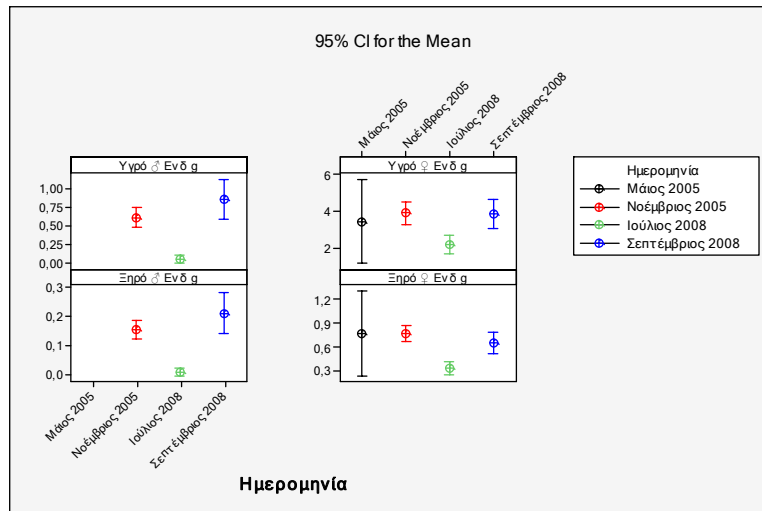
Εικόνα 25: Συχνότητα εμφάνισης (%) του φύλου και των ζευγαριών των ενδοβιοτών

Τα θηλυκά άτομα των ενδοβιοτών είχαν μέσο μήκος $1,38 \text{ cm} \pm 0,65$ και ήταν πάντα μεγαλύτερα των αρσενικών που είχαν μέσο μήκος $0,92 \text{ cm} \pm 0,20$ (Εικ. 26). Τα μικρότερα ενδοβιοτικά καβούρια, τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά, παρουσιάζονται τον Ιούλιο.



Εικόνα 26: Μέσες τιμές του μήκους (L) των ενδοβιοτών ανά φύλο στις περιόδους μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)

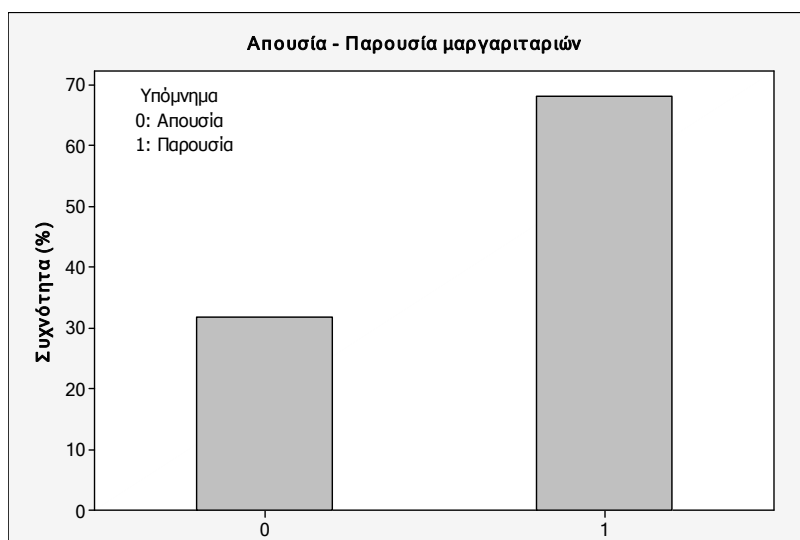
Το υγρό και το ξηρό βάρος των ενδοβιοτών φαίνεται να έχει μικρότερες τιμές τον Ιούλιο τόσο στα αρσενικά άτομα όσο και στα θηλυκά (Εικ. 27). Το φθινόπωρο αρχίζει να αυξάνει, ενώ τους υπόλοιπους μήνες δεν παρουσιάζονται σημαντικές διακυμάνσεις στο βάρος τους. Σημειώνεται ότι τα περισσότερα θηλυκά έφεραν αυγά.



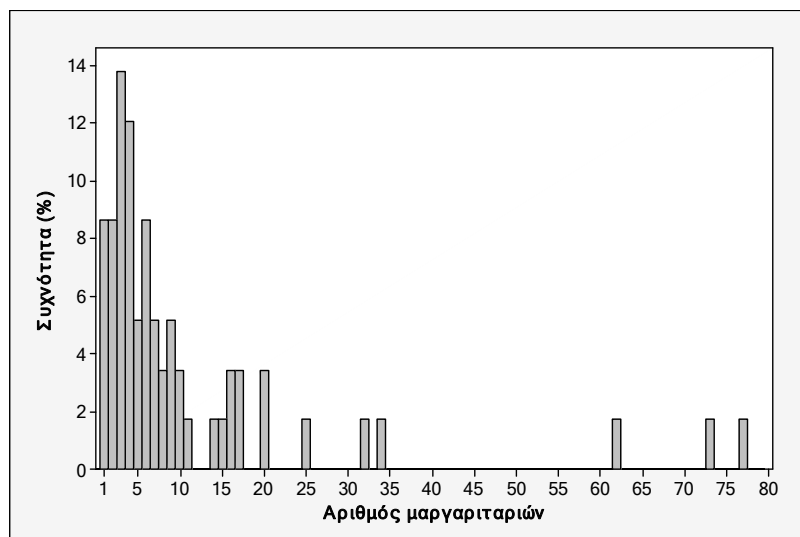
Εικόνα 27: Μέσες τιμές του υγρού και του ξηρού βάρους (g) των ενδοβιοτών στις περιόδους μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης 95 % των μέσων (95 % CI for the mean)

3.6) ΜΑΡΓΑΡΙΤΑΡΙΑ

Μαργαριτάρια βρέθηκαν περίπου στο 70 % των πιννών (Εικ. 28). Τα περισσότερα μαργαριτοφόρα άτομα της *A. pectinata* έφεραν 3-4 μαργαριτάρια, ενώ υπήρξαν και άτομα τα οποία έφεραν πάνω από 70 μαργαριτάρια (Εικ. 29).

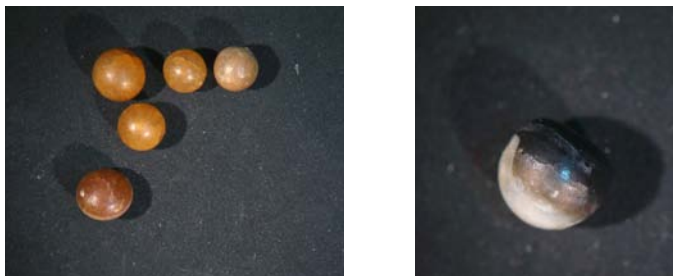


Εικόνα 28: Συχνότητα παρουσίας και απουσίας (%) των μαργαριταριών



Εικόνα 29: Συχνότητα κατανομής (%) του πλήθους των μαργαριταριών

Τα μαργαριτάρια τα οποία συλλέχθηκαν από τα σώματα των πιννών είχαν μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και μεγεθών (Εικ. 30).



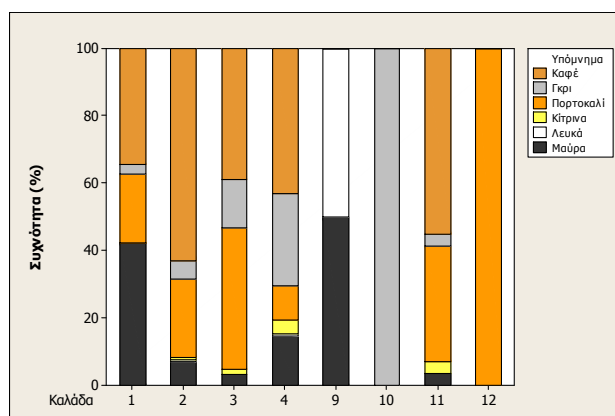
Εικόνα 30: Μαργαριτάρια της *A. pectinata*

Τα μαργαριτάρια κατατάχθηκαν σε τρία μεγέθη, τρία διαφορετικά σχήματα και εντοπίστηκαν έξι χρώματα (Πιν. 11). Το κυρίαρχο σχήμα των μαργαριταριών ήταν το σφαιρικό και η πλειοψηφία τους ήταν μικρά σε μέγεθος.

Πίνακας 11: Το μέγεθος, τα σχήματα και τα χρώματα των μαργαριταριών της *A. pectinata*

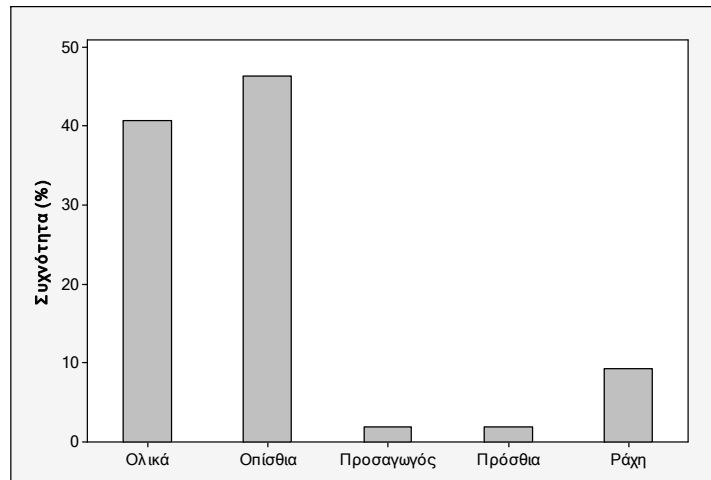
Μέγεθος και διάμετρος (mm)	Σχήματα	Χρώματα
Μικρά μαργαριτάρια $\leq 1,80$	Σφαιρικό	Μαύρο
Μεσαία μαργαριτάρια $1,80 - 2,62$	Ωοειδές	Λευκό
Μεγάλα μαργαριτάρια $> 2,62$	Συσσωματώματα	Κίτρινο
		Πορτοκαλί
		Γκρι
		Καφέ

Τα μαργαριτάρια είχαν έξι διαφορετικά χρώματα (Εικ. 31). Στις καλάδες 10 και 12 βρέθηκαν μαργαριτάρια ενός μόνο χρώματος (γκρι και πορτοκαλί αντίστοιχα). Η καλάδα 9 είχε μαργαριτάρια δύο χρωμάτων, το λευκό και το μαύρο, με αναλογία 50 – 50. Οι υπόλοιπες περιοχές έφεραν από 4 μέχρι 6 διαφορετικά χρώματα.



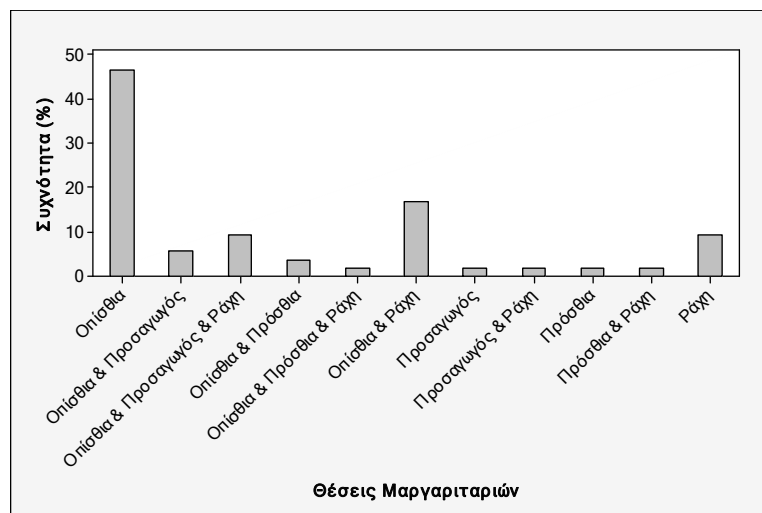
Εικόνα 31: Χρώματα μαργαριταριών στις δειγματοληπτικές περιοχές που βρέθηκαν

Σχετικά με τη θέση των μαργαριταριών στο σώμα των πιννών βρέθηκε ότι τα μαργαριτάρια εμφανίζονται συχνότερα στην οπίσθια περιοχή, ενώ η περιοχή του οπίσθιου προσαγωγού μυ και η πρόσθια περιοχή του σώματος δεν έφεραν συχνά μαργαριτάρια (Εικ. 32). Η περιοχή «ολικά» αναφέρεται στα άτομα που έφεραν μαργαριτάρια σε πάνω από δύο διαφορετικές θέσεις.



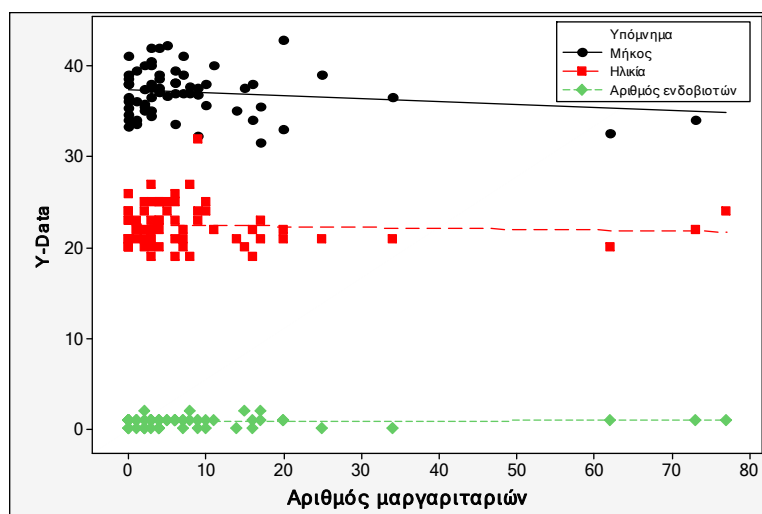
Εικόνα 32: Συχνότητα εμφάνισης (%) των μαργαριταριών στις διάφορες θέσεις του σώματος της *A. pectinata*

Πιο αναλυτικά, η οπίσθια περιοχή, καθώς και η οπίσθια περιοχή και η ράχη είναι οι δύο περιοχές του σώματος με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης μαργαριταριών, 46,3 % και 16,7 % αντίστοιχα (Εικ. 33).



Εικόνα 33: Συχνότητα παρουσίας (%) των μαργαριταριών αναλυτικά στις θέσεις του σώματος της *A. pectinata*

Για να βρεθεί εάν ο αριθμός των μαργαριταριών σχετίζεται με το μήκος της πίννας όπως και με την ηλικία της και τον αριθμό των ενδοβιοτών της έγινε το καρτεσιανό διάγραμμα της εικόνας 34. Φαίνεται ότι ο αριθμός των μαργαριταριών δεν σχετίζεται με καμία από τις τρεις παραπάνω παραμέτρους καθώς μεγάλος αριθμός μαργαριταριών υπάρχει τόσο σε μικρά μεγέθη και ηλικίες όσο και σε μεγάλα μεγέθη ή/και σε ηλικιωμένες πίννες. Επίσης μαργαριτάρια παρατηρούνται και ανεξάρτητα από τον αριθμό των ενδοβιοτών που φιλοξενεί στο εσωτερικό του οστράκου της.



Εικόνα 34: Καρτεσιανό διάγραμμα του αριθμού των μαργαριταριών της *A. pectinata* σε σχέση με το μήκος (L), την ηλικία και τον αριθμό των ενδοβιοτών της (Y-Data)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1) Δυναμική Πληθυσμού

4.1.1) Γενικά

Ο Β. Θερμαϊκός όπου είναι ο βιότοπος της *A. pectinata* είναι ένα ανώτερο μεσότροφο ως εύτροφο οικοσύστημα (Πιν. 12) (SoHeIME, 2005). Η κυκλοφορία του νερού στο Θερμαϊκό κόλπο είναι αριστερόστροφη. Μάζες νερού υψηλής αλατότητας και πυκνότητας, προερχόμενες από το Β. Αιγαίο Πέλαγος, εισέρχονται από τον Α. Θερμαϊκό στον κόλπο Θεσσαλονίκης και τελικά κατευθύνονται νότια, παράλληλα στις ακτές της Πιερίας, μεταφέροντας μάζες νερού μικρότερης αλατότητας προερχόμενες από τους ποταμούς Αξιό, Λουδία, Αλιάκμονα και Πηνειό (Poulos *et al.*, 2000).

Πίνακας 12: Φυσικοχημικές παράμετροι και χλωροφύλλη-*a* του Θερμαϊκού κόλπου (SoHeIME, 2005)

Παράμετρος	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Θερμοκρασία (°C)	9-14	29-15
Αλατότητα (‰)	29-38	35-38
Οξυγόνο (ml/l)	5,66	4,91
Θρεπτικά (μg-at/l)		
PO ₄ -P	0,35	0,29
NO ₂ -N	0,28	0,14
NH ₄ -N	0,96	1,04
NO ₃ -N	1,31	0,83
SiO ₄ -S	3,54	3,06
Χλωροφύλλη <i>a</i> (mg/m ³)	(φθινόπωρο) 1,80	(άνοιξη) 5,50

Ο πληθυσμός της *A. pectinata* μελετάται για πρώτη φορά στις ελληνικές θάλασσες από το Θερμαϊκό κόλπο. Η *A. pectinata* βρέθηκε κυρίως στο Β. Θερμαϊκό κόλπο, σε μαλακό υπόστρωμα και σε βάθη από 17 μέχρι

41,20 m. Ο βιότοπός της είναι γνωστός στους ψαράδες και αποφεύγεται επειδή όταν η πίννα πιάνεται στα δίχτυα της τράτας τους αυτά φθείρονται. Η αλιεία με μηχανότρατα στον κόλπο Θεσσαλονίκης και το Θερμαϊκό κόλπο ρυθμίζεται από το ΠΔ 189/1978 (ΦΕΚ 41Α΄/1978), όπως αυτό τροποποιήθηκε από το ΠΔ 68/2009 (ΦΕΚ 90Α΄/2009) και ορίζει ότι «η αλιεία με μηχανότρατες απαγορεύεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους: α) εντός του κόλπου Θεσσαλονίκης και στο συνεχόμενο με αυτόν τμήμα του Θερμαϊκού κόλπου, που βρίσκεται εσωτερικά της νοητής γραμμής που ενώνει το ακρωτήριο Επανομής με το ακρωτήριο Αθερίδας, β) σε απόσταση μικρότερη των τριών ναυτικών μιλίων από τις ακτές του Θερμαϊκού κόλπου ή σε απόσταση από την ακτή μέχρι την ισοβαθή των πενήντα μέτρων, στην περίπτωση που το βάθος αυτό συναντάται σε μικρότερη απόσταση από την ακτή, σε καμία περίπτωση όμως σε απόσταση μικρότερη των δύο ναυτικών μιλίων από τις ακτές. Η αλιεία με τα ανωτέρω όργανα επιτρέπεται στο Θερμαϊκό κόλπο, με την επιφύλαξη των εκάστοτε ισχυουσών αποφάσεων, με τις οποίες ορίζονται οι θαλάσσιες περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας με υποθαλάσσια λιβάδια Ποσειδωνίας». Σύμφωνα με το ίδιο ΠΔ 189/1978 (ΦΕΚ 41Α΄/1978), η αλιεία με μηχανότρατα επιτρεπόταν σε απόσταση δύο ναυτικών μιλίων από τις ακτές του Θερμαϊκού και σε ακτίνα τριών ναυτικών μιλίων από τις εκβολές του Πηνειού. Με την επέκταση της απόστασης της απαγόρευσης αλιείας με μηχανότρατα από τις ακτές προς το εσωτερικό του Θερμαϊκού ο πληθυσμός των πιννών έχει την ευκαιρία να αυξήσει την πυκνότητά του καθώς και τη βιωσιμότητά του. Η συχνότητα εμφάνισης της *A. pectinata* στο σύνολο των δειγματοληπτικών σταθμών του Δαμιανίδη (2007) βρέθηκε να υπερβαίνει το 50 % (F= 80,95 %) και χαρακτηρίστηκε ως σταθερό είδος στη σύνθεση των

απορριπτόμενων ασπόνδυλων οργανισμών του Θερμαϊκού κόλπου, στην παρούσα μελέτη η συχνότητα εμφάνισης ήταν $F = 57,14 \%$.

4.1.2) Πυκνότητα

Η πυκνότητα της *A. pectinata* στην περιοχή μελέτης βρέθηκε να είναι 0,001-0,00004 άτομα / m². Οι πυκνότητες αυτές είναι πολύ μικρότερες σε σύγκριση με αντίστοιχες περιοχές που έχουν πληθυσμούς των Pinnidae (Πιν. 13) αλλά και του ίδιου είδους από τη Β. Αδριατική. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στους διαφορετικούς τρόπους δειγματοληψίας αφού στις αντίστοιχες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν δύτες για τη συλλογή των ατόμων. Οπότε οι πυκνότητες της *A. pectinata* στο Θερμαϊκό κόλπο ίσως είναι υποεκτιμημένες.

Πίνακας 13: Συγκριτικός πίνακας πυκνότητας (άτομα / m²), μέσου μήκους (cm) και βάθους (m) των Pinnidae

Είδος	Περιοχή μελέτης	Τρόπος δειγματοληψίας	Πυκνότητα (άτομα / m ²)	Μέσο μήκος (cm)	Βάθος (m)	Βιβλιογραφική αναφορά
<i>P. bicolor</i>	Ν.Αυστραλία	Δύτης	2,8	-	6	Butler & Brewster, 1979
<i>A. fragilis</i>	Β.Αδριατική	Αργαλειός	0,13	-	25	Hall-Spencer <i>et al.</i> , 1999
<i>P. nobilis</i>	ΝΑ Ισπανία	Δύτης	0,04-0,3	-	-	Richardson <i>et al.</i> , 1999
<i>P. nobilis</i>	Ιόνιο Πέλαγος	Δύτης	0,02-0,08	22,5	-	Hames <i>et al.</i> , 2001
<i>P. nobilis</i>	Α. Αδριατική	Δύτης	0,02-0,2	38 ± 9,56	3-19	Siletic & Peharda, 2003
<i>P. nobilis</i>	Δ.Μεσόγειος	Δύτης	0,015	-	> 40	Garcia-March & Kersting, 2006
<i>P. rudis</i>	Δ.Μεσόγειος	Δύτης	0,003	-	> 40	Garcia-March & Kersting, 2006
<i>P. nobilis</i>	Α.Θερμαϊκός	Δύτης	0,8-1,3	33,7± 9,78	2-3	Galinou-Mitsoudi <i>et al.</i> , 2006
<i>P. nobilis</i>	Ιόνιο Πέλαγος	Δύτης	0,00001-0,00007	-	3-16	Centoducati <i>et al.</i> , 2007
<i>P. nobilis</i>	Δ.Μεσόγειος	Δύτης	6,3	-	2-6	Addis <i>et al.</i> , 2009
<i>P. nobilis</i>	Δ. Κρήτη	Δύτης	0,001-0,2	-	< 4 - >30	Katsanevakis & Thessalou-Legaki, 2009
<i>A. pectinata</i>	Θερμαϊκός κόλπος	Αργαλειός	0,001-0,00004	35,16 ± 4,59	17 - 41,20	Παρούσα μελέτη

Μελέτες αναφέρουν ότι η τράτα διεισδύει στο υπόστρωμα 1-3 cm ανάλογα με το βάρος της και τον τύπο του υποστρώματος (Currie & Parry, 1996) ή 4 cm σε λασπώδες υπόστρωμα (Walting & Norse, 1998). Σύμφωνα με τους Hall-Spencer *et al.* (1999) κατά τη σύρση δικτυών με τύπο αργαλειού (rapido trawl) πολλοί οργανισμοί διαφεύγουν διότι περνούν κάτω ή μέσα από τα δίχτυα του. Στη σύρση με μηχανότρατα, σε περίπτωση που δεν συλλεχθεί στα δίχτυα της η *A. pectinata*, μπορεί λόγω του μεγάλου βυθίσματος που έχει στο υπόστρωμα (2/3 του συνολικού μήκους της) 1) να σπάσουν οι θυρίδες της από το πλαίσιο της τράτας, ή 2) να πιεστεί, να γύρει η πίννα και να την υποσκελίσει η τράτα με ή χωρίς φθορές. Η πυκνότητα των πιννών φαίνεται να επηρεάζεται από διάφορες αιτίες όπως: 1) η θερμοκρασία του νερού (Richardson *et al.*, 1999, Hames *et al.*, 2001), 2) το βάθος (Katsanevakis & Thessalou-Legaki, 2009), 3) ο βióτοπος του πληθυσμού (Siletic & Peharda, 2003, Addis *et al.*, 2009) και 4) οι θνησιμότητες είτε είναι φυσικές είτε προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως απομάκρυνση – αλιεία από δύτες (Hames *et al.*, 2001, Garcia-March *et al.*, 2007a, Katsanevakis, 2007). Στο Θερμαϊκό κόλπο η φυσική θνησιμότητα εν μέρει, και κυρίως από την αλιεία φαίνεται να είναι η κύρια αιτία διαμόρφωσης της πυκνότητας του πληθυσμού.

4.1.3) Μορφομετρία

Ο πληθυσμός της *A. pectinata* στο Θερμαϊκό κόλπο φαίνεται να έχει άτομα παρόμοιου μεγέθους με συγγενικά είδη από άλλες περιοχές (βλ. Πίν. 13) ενώ βρέθηκε και άτομο μήκους 42,9 cm, μεγαλύτερο από το μέγιστο καταγεγραμμένο μήκος στη βιβλιογραφία, 42 cm (Pisor, 2008).

Η *A. pectinata* βρέθηκε να είναι βυθισμένη κατά τα 2/3 του συνολικού μήκους της στο μαλακό λασπώδη βυθό του Β. Θερμαϊκού κόλπου από τα σημαντικά φορτία αιωρούμενου υλικού των μεγάλων ποταμών (Αξιός, Αλιάκμονας) που εκβάλλουν σε αυτόν. Το ποσοστό βύθισης σύμφωνα με τον Zavodnik (1967) εξαρτάται από τη σκληρότητα και τη συνοχή του υποστρώματος όπως μάλλον συμβαίνει με την *P. nobilis* που είναι βυθισμένη σε αμμώδη συνήθως, υποστρώματα κατά το 1/3 του μήκους της (Zavodnik, 1967, Παπουτσή, 2005).

Οι μορφομετρικές παράμετροι, κυρίως το μήκος, επηρεάζονται από την ηλικία (Butler & Brewster, 1979, Butler, 1987). Από το ιστόγραμμα συχνότητας του μήκους της *A. pectinata* αναδεικνύονται κλάσεις μεγέθους που μπορεί να αντιστοιχούν σε ηλικιακές κλάσεις μέχρι 8 ετών σε μεγαλύτερο μήκος 25 cm. Η απουσία πιννών στο εύρος μηκών 5-25 cm οφείλεται στην δυνατότητα σύλληψής τους από τη μηχανότρατα. Οι Addis *et al.* (2009) αναφέρουν τους λειμώνες των φανερόγαμων ως ένα σημαντικό παράγοντα για τη διαμόρφωση του πληθυσμού των *P. nobilis* στο βυθό, όσον αφορά στα μεγέθη των ατόμων. Επίσης, ανθρωπογενείς δραστηριότητες μπορεί να επηρεάσουν τους πληθυσμούς. Οι Galinou-Mitsoudi *et al.* (2006) παρατήρησαν απουσία μεγάλων ατόμων της *P. nobilis* (εύρος μηκών 55-70 cm) που αποδόθηκε στις εργασίες για την επέκταση του λιμανιού της Επανωμής, το 1999-2000, με τη διαταραχή στη καθαρότητα του νερού τη συγκεκριμένη περίοδο. Η απουσία ατόμων μιας συγκεκριμένης κλάσεις μήκους μπορεί επίσης να οφείλεται σε θνησιμότητες που προκαλούνται από σύρση μηχανότρατας (Katsanevakis & Thessalou-Legaki, 2009).

Ένα μεγάλο ποσοστό των ατόμων του πληθυσμού της *A. pectinata* βρέθηκε να έχει σπασμένες θυρίδες. Ορισμένα άτομα όμως βρίσκονταν στη διαδικασία αναδημιουργίας του οστράκου τους (Εικ. 35).



Εικόνα 35: Άτομο *A. pectinata* από την περιοχή μελέτης, το οποίο βρίσκεται στη διαδικασία ανάπτυξης του σπασμένου οστράκου του

Σύμφωνα με τον Butler (1987) έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις σε πληθυσμό πιννών του είδους *P. bicolor* όπου άτομα έχουν υποστεί μεγάλη ζημιά στις θυρίδες, μέχρι να απουσιάζουν εκτεταμένα κομμάτια σχεδόν μέχρι τον οπίσθιο προσαγωγό μυ. Η θνησιμότητα του πληθυσμού είχε φτάσει το 50 %, ενώ οι πίννες οι οποίες επέζησαν, μπόρεσαν σε 3 μήνες να αναπλάσουν πλήρως τις θυρίδες τους.

4.1.4) Αλλομετρική αύξηση

Η αλλομετρική σχέση μήκους-βάρους μπορεί να συμβάλει I) στην εκτίμηση του βάρους γνωρίζοντας το μήκος των ατόμων (Anderson & Gutreuter, 1983 από Gaspar *et al.*, 2001), II) στη σύγκριση των παραμέτρων

αύξησης των πληθυσμών ειδών ή του ίδιου είδους μεταξύ διαφορετικών περιοχών (Gaspar *et al.*, 2001) και III) στη μετατροπή των εξισώσεων της αύξησης εκφρασμένες με το μήκος, σε εξισώσεις αύξησης εκφρασμένες με το βάρος, ώστε να εκτιμηθεί το βάρος με την ηλικία και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε μοντέλα εκτίμησης αποθεμάτων (Pauly, 1993 από Gaspar *et al.*, 2001).

Οι Katsanevakis *et al.* (2006) παρατήρησαν ότι η σχετική αύξηση του πάχους της *P. nobilis* σε σχέση με το μήκος της αρχικά χαρακτηρίζεται από ισχυρή θετική αλλομετρία η οποία στη συνέχεια, όταν η πίννα ξεπεράσει σε μήκος τα 20 cm, γίνεται αρνητική αλλομετρία, όπως βρέθηκε να συμβαίνει και με την *A. pectinata* για μεγέθη μεγαλύτερα από 25 cm. Το γεγονός αυτό ίσως να σχετίζεται με τη γεννητική ωριμότητα, όταν τα θηλυκά άτομα πρέπει να αυξήσουν το κοιλιακό τμήμα του σώματός τους για να φιλοξενήσουν τα αυγά τους (Katsanevakis *et al.*, 2006). Μελέτες για τη μορφολογία διαφόρων ειδών οστράκων δείχνουν ότι ο τύπος της αλλομετρίας φαίνεται να επηρεάζεται από περιβαλλοντικές παραμέτρους (το βάθος και ο τύπος του υποστρώματος) ή και από τον τρόπο με τον οποίο βυθίζεται στο υπόστρωμα το κάθε είδος (Gaspar *et al.*, 2001, Gaspar *et al.*, 2002). Οι διαφορές αυτές της αύξησης μεταξύ των διθύρων αποδίδονται στα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους, στον υδροδυναμισμό, στον τύπο του υποστρώματος, σε διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες (βάθος, κυματισμός, ρεύματα, παλίρροια, εισροή γλυκού νερού, θερμοκρασία, αλατότητα) και στη διαθεσιμότητα της τροφής (Gaspar *et al.*, 2001, Gaspar *et al.*, 2002, Rabaoui *et al.*, 2007).

4.2) Ηλικία και αύξηση

Σύμφωνα με τους Richardson *et al.* (2004) η μελέτη της αύξησης της πίννας μπορεί να γίνει I) με τη μέτρηση στο πεδίο μαρκαρισμένων ατόμων, II) με τον υπολογισμό του αριθμού των αποτυπωμάτων από τις μετακινήσεις του οπίσθιου προσαγωγού μμ στο εσωτερικό μέρος του οστράκου και III) με τον προσδιορισμό των εποχιακών αλλαγών της θερμοκρασίας και την εξαγωγή συμπεράσματος για τον εποχιακό ρυθμό αύξησης στις κοίλες άκανθες, του εξωτερικού διάκοσμου των πιννών, οι οποίες αποσπώνται από τον κατά μήκος άξονα αύξησής τους.

Η δημιουργία των δακτυλίων του οπίσθιου προσαγωγού μμ γίνεται ετησίως ξεκινώντας από την άνοιξη μέχρι και την αρχή του καλοκαιριού (περίοδοι όπου η θερμοκρασία αυξάνεται) και αντιπροσωπεύουν τη μετακίνηση του οπίσθιου προσαγωγού μμ του ατόμου στο εσωτερικό του οστράκου (Richardson *et al.*, 1999). Σύμφωνα με τους Richardson *et al.* (1999) η *P. nobilis* δημιουργεί τον πρώτο ετήσιο δακτύλιό της κατά το δεύτερο έτος της ζωής της ενώ οι Galinou-Mitsoudi *et al.* (2006) αναφέρουν ότι δημιουργείται από το πρώτο έτος ζωής της. Ο ρυθμός αύξησης των πιννών ποικίλει ανάλογα με την περιοχή, εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του ζωοπλαγκτού (Centoducati *et al.*, 2007), είναι εποχιακός (χαμηλός από τα τέλη του φθινοπώρου μέχρι την αρχή της άνοιξης, ενώ είναι υψηλός από τα τέλη της άνοιξης μέχρι την αρχή του καλοκαιριού), σχετίζεται με το συνδυασμό της θερμοκρασίας και τη διαθεσιμότητα της τροφής και δεν επηρεάζεται από το βάθος των ατόμων (Katsanevakis, 2007), αν και υπάρχουν διαφορετικές καταγραφές σε άλλες μελέτες όσον αφορά το βάθος (Galinou-Mitsoudi & Sinis, 1995a, b, Garcia-March *et al.*, 2007a, b, c, Garcia-March *et al.*, 2008). Επίσης, σύμφωνα με τους Kennedy *et al.* (1999) έχει βρεθεί σχέση μεταξύ

του ρυθμού αύξησης της πίννας και των θερμοκρασιακών μεταβολών τουλάχιστον κατά τη νεαρή ηλικία, δηλαδή τα τέσσερα πρώτα έτη της ζωής της (Γαληνού-Μητσούδη & Πετρίδης, 2001). Τα άτομα που βρίσκονται σε βαθιά νερά αυξάνονται με πιο αργούς ρυθμούς αλλά γίνονται μεγαλύτερα σε μέγεθος (Garcia-March *et al.*, 2007a, b, c, Garcia-March *et al.*, 2008). Οι Garcia-March *et al.* (2007a, b, c) έχουν παρατηρήσει ότι υπάρχει ένας διαχωρισμός μεγεθών στα άτομα του πληθυσμού της *P. nobilis* ανάλογα με το βάθος. Τα μικρά άτομα βρέθηκαν με μεγαλύτερες πυκνότητες στα ρηχά νερά ενώ τα μεγαλύτερα άτομα στα βαθιά νερά. Οι Butler *et al.* (1993) αναφέρουν ότι βρέθηκαν άτομα της οικογένειας Pinnidae να έχουν μετακινηθεί από την αρχική τους θέση σε απόσταση 1-3 m. Δύο πιθανές εξηγήσεις δόθηκαν: 1) τα νεαρά άτομα όταν μεγαλώσουν μεταναστεύουν σιγά σιγά σε πιο βαθιά νερά (Butler *et al.*, 1993, Garcia-March *et al.*, 2007a, b, c, Garcia-March *et al.*, 2008) και 2) ο υδροδυναμισμός της περιοχής να ευθύνεται για τον διαχωρισμό των ατόμων (Garcia-March *et al.*, 2007a, b, c, Garcia-March *et al.*, 2008). Ο Katsanevakis (2005) αναφέρει ότι η εγκατάσταση των προνύμφων της *P. nobilis* περιορίζεται στα ρηχά νερά λόγω του θερμοκλινούς το οποίο εμφανίζεται τους θερινούς μήνες αποτρέποντας τις νύμφες να φτάσουν σε πιο βαθιά νερά. Το θερμοκλινές στο Θερμαϊκό κόλπο εμφανίζεται στα 30 ως 60 m (SoHeIME, 2005, Tully *et al.*, 2006) και δεν επηρεάζει τον πληθυσμό της *A. pectinata* ο οποίος βρέθηκε κυρίως σε μικρότερα βάθη. Οι Richardson *et al.* (1999) αναφέρουν ότι τα μεγαλύτερα άτομα *P. nobilis* βρέθηκαν να είναι βυθισμένα βαθύτερα στο μαλακό υπόστρωμα σε σχέση με τα μικρότερα. Έτσι, υπέθεσαν ότι καθώς μεγαλώνουν οι πίννες, βυθίζονται στο υπόστρωμα για να αντισταθμίσουν την αυξημένη ανάπτυξή τους πάνω στην επιφάνεια του υποστρώματος. Αυτό όμως δεν φαίνεται να ισχύει για τις πίννες του είδους

P. nobilis στον Α. Θερμαϊκό και για την *A. pectinata* στην παρούσα μελέτη. Μελέτη από τον Grave (1911) για τη συγκεκριμένη ικανότητα της *Atrina rigida* (~ 10 cm / έτος) αναφέρει ότι οι πίννες κατάφεραν να βυθιστούν και πάλι στο υπόστρωμα έπειτα από απομάκρυνσή τους από αυτό (Richardson *et al.*, 1999). Οι Richardson *et al.* (1999) αναφέρουν ότι ο ρυθμός αύξησης της *P.nobilis* είναι ~ 0,3 με 0,6 mm/ημέρα με θερμοκρασίες 19 - 22 °C και αυξανόμενης της θερμοκρασίας, οι πίννες αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό (> 0,8 mm/ημέρα). Κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων ετών της ζωής της η πίννα έχει μεγάλο ρυθμό αύξησης, ο οποίος στη συνέχεια μειώνεται (Katsanevakis, 2005, Galinou-Mitsoudi *et al.*, 2006). Η μείωση αυτή σχετίζεται με την είσοδο του οργανισμού στην αναπαραγωγική ηλικία (Richardson *et al.*, 1999, Solandt, 2003). Στην περιοχή μελέτης η μεγαλύτερη πίννα που βρέθηκε ήταν 32 ετών σε μήκος 37,5 cm, ενώ η μικρότερη εκτιμήθηκε σύμφωνα με την τελευταία περίοδο αναπαραγωγής του πληθυσμού, ότι ήταν 2 - 4 μηνών σε μήκος 4,8 cm (τα στάδια γεννητικής ωριμότητας μπορεί να διευρύνονται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιόδου). Ο ρυθμός αύξησης της *A. pectinata* στο Θερμαϊκό κόλπο φαίνεται να ακολουθεί τους ίδιους ρυθμούς αύξησης με την *P. bicolor* της νότιας Αυστραλίας, περίπου 3 με 5 cm/έτος (Butler & Keough, 1981).

4.3) Βιολογία της αναπαραγωγής

Η *A. pectinata* είναι γονοχωριστικός οργανισμός και η γονιμοποίησή του είναι εξωτερική (www.marlin.ac.uk). Σύμφωνα με τον Butler (1987) η *P. bicolor* μπορεί να αναπαραχθεί από το πρώτο έτος της ζωής της. Ο κύκλος αναπαραγωγής της *P. bicolor* είναι εποχιακός, έχοντας μία μοναδική κορυφή το καλοκαίρι. Η διαδικασία της γαμετογένεσης αρχίζει στα τέλη του χειμώνα με

την άνοιξη, ενώ τα άτομα είναι ώριμα τον Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο. Μικρές διαφορές μπορεί να υπάρχουν από περιοχή σε περιοχή (Butler, 1987). Οι δειγματοληψίες στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο, έτσι οι πίννες ήταν στο στάδιο ωρίμανσης των γονάδων καθώς και στο στάδιο της αναπαραγωγής. Οι Richardson *et al.* (1999) αναφέρουν ότι η *P. nobilis* είναι γεννητικά ώριμη ανάμεσα στο 1^ο και 2^ο έτος της ηλικίας της, με την ανάπτυξη των γαμετών να λαμβάνει χώρα από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο και να ακολουθούν διαδοχικές γονιμοποιήσεις και γαμετογενέσεις από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο. Σύμφωνα με τον Booth (1979) η *Atrina pectinata zelandica* στην Ν. Ζηλανδία έχει δύο κορυφές στον αναπαραγωγικό της κύκλο, μία το καλοκαίρι και μία το χειμώνα. Επίσης, παρατήρησε ότι υπήρχαν και μικρές σποραδικές αναπαραγωγές κατά την διάρκεια του έτους και διαπίστωσε ότι η επιτυχία αυτών των αναπαραγωγών ποικίλει ανάλογα με την έντασή τους. Η επιτυχία της αναπαραγωγικής διαδικασίας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα ο συγχρονισμός της γονιμοποίησης στα άτομα του ίδιου πληθυσμού, καθώς επίσης και παράγοντες όπως η κίνηση των νερών και η πυκνότητα του πληθυσμού (Butler *et al.*, 1993). Σύμφωνα με τους Butler *et al.* (1993) όταν τα άτομα του πληθυσμού είναι αραιά μεταξύ τους η γονιμοποίηση συνήθως αποτυγχάνει και θέτει σε κίνδυνο την ύπαρξη του ίδιου του πληθυσμού. Η μεροπλαγκτονική φάση της *P. nobilis* μπορεί να διαρκέσει 5-10 ημέρες (Butler *et al.*, 1993), όταν εγκατασταθεί στο υπόστρωμα θα έχει μήκος 1 mm, όταν φτάσει τα 1-2 cm θα είναι εύθραυστη και η προσκόλλησή της στον πυθμένα αδύναμη (Butler *et al.*, 1993). Το μικρότερο άτομο που βρέθηκε στην περιοχή μελέτης ήταν 4,8 cm και είχε συλληφθεί το Νοέμβριο. Σύμφωνα με τα στάδια γεννητικής ωριμότητας της *A. pectinata*, που βρέθηκε ότι τον Ιούλιο ξεκινά η

αναπαραγωγική δραστηριότητα, το μικρότερο αυτό άτομο πρέπει να γεννήθηκε Αύγουστο με Σεπτέμβριο.

4.4) Οικολογία

4.4.1) Επιβιοτικοί και συμβιοτικοί οργανισμοί

Η *A. pectinata* προσφέρει ένα κατάλληλο υπόστρωμα για να εγκατασταθούν άλλοι οργανισμοί, όπως για παράδειγμα δίθυρα, βρυόζωα και υδρόζωα (Šimunović *et al.*, 2001). Σε νεκρά όστρακα της *A. pectinata*, ορισμένοι οργανισμοί βρίσκουν στο εσωτερικό των οστράκων καταφύγιο (γαστερόποδα, δίθυρα) αλλά και στην εξωτερική επιφάνειά τους, υπόστρωμα εγκατάστασης (Šimunović *et al.*, 2001). Η Καραχλέ (1999) αναφέρει ότι οι επιβιοτικοί οργανισμοί της *P. nobilis* χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: 1) στα είδη τα οποία ενισχύουν το όστρακό της και βοηθούν ώστε να μην καταστραφεί (ασβεστολιθικά φύκη, αποικίες βρυοζώων), 2) στα είδη που καταστρέφουν το όστρακό της, χημικές ή μηχανικές καταστροφές (διατρητικοί σπόγγοι) και 3) στα είδη τα οποία δεν επηρεάζουν τη δομή του οστράκου (εδραία και μη εδραία είδη). Ορισμένοι επιβιότες της πίννας, όπως ορισμένα είδη σπόγγων, τα ασκίδια, οι ανεμώνες κ.ά. μπορεί να της προσφέρουν προστασία από τους θηρευτές, όπως συμβαίνει και στο είδος *Lithophaga lithophaga* (Γαληνού-Μητσούδη, 1994).

Στις θυρίδες της *A. pectinata* βρέθηκαν συνολικά 12 μεγάλες συστηματικές ομάδες επιβιοτών και συμβιοτών καθώς και 8 είδη επιβιοτικών διθύρων (βλ. Πιν. 9). Σύμφωνα με τον Zavodnik (1967) ο αριθμός των επιβιοτών σχετίζεται με το μέγεθος της πίννας και μάλιστα σε άτομα μήκους 50 cm έχουν καταγραφεί 20 διαφορετικοί επιβιοτικοί οργανισμοί, με μέσο όρο καταγραφής 11 συστηματικές ομάδες. Το γεγονός επιβεβαιώνεται στην

παρούσα μελέτη όπου τα μεγαλύτερα άτομα (35-45 cm) φιλοξενούσαν μεγαλύτερη βιοποικιλότητα μέχρι 12 συστηματικές ομάδες. Οι επιβιοτικοί οργανισμοί της *A. pectinata* και της *P. nobilis* είναι παρόμοιοι (Πίν. 14). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η καταγραφή των συστηματικών ομάδων γίνεται με διαφορετικό τρόπο, όπως με τη χρήση ευρύτερων ή πιο αναλυτικών συστηματικών ομάδων. Έτσι, για παράδειγμα η συστηματική ομάδα των Crustacea (υποφύλο) μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί η πιο αναλυτική κατάταξη (Brachyura, Cirripedia, Isopoda Amphipoda).

Πίνακας 14: Συγκριτικός πίνακας επιβιοτών και συμβιοτών της *A. pectinata* και της *P. nobilis* σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου

Συστηματικές Ομάδες	Βιβλιογραφική αναφορά και αντίστοιχη περιοχή μελέτης				
	Zavodnik 1963 (B.Αδριατική) <i>P. nobilis</i>	Zavodnik 1967 (A.Αδριατική) <i>P. nobilis</i>	Siletic & Peharda 2003 (A.Αδριατική) <i>P. nobilis</i>	Παπουτσή 2005 (A.Θερμαϊκός) <i>P. nobilis</i>	Παρούσα μελέτη 2010 (Θερμαϊκός) <i>A. pectinata</i>
Macroalgae	*	*	*	*	*
Porifera	*	*	*	*	*
Anthozoa	*	*	*	*	*
Platyelminthes				*	*
Bryozoa (Ectoprocta)	*	*	*	*	
Polyplacophora	*	*	*	*	
Gastropoda	*	*	*	*	*
Bivalvia	*	*	*	*	*
Polychaeta	*	*	*	*	*
Crustacea	*	*	*	*	*
Brachyura					*
Cirripedia					*
Isopoda		*		*	
Amphipoda				*	*
Echinodermata			*		
			(Asteroidea)		
Echinoidea	*	*	*	*	
Ophiuroidea	*		*	*	*
Ascidiacea	*	*	*	*	*
Osteichthyes		*		*	

Συγκρίνοντας τους επιβιότες της *A. pectinata* με την επιπανίδα του σκληρού υποστρώματος της Α. Μεσογείου βρέθηκε ότι από τις 7 συστηματικές ομάδες που καταγράφηκαν, οι 5 βρέθηκαν ως επιβιότες της *A. pectinata* (Porifera, Mollusca, Polychaeta, Bryozoa και Ascidiacea) αναδεικνύοντας και την πίννα αυτού του είδους σε κατάλληλο υπόστρωμα, ανάλογο του σκληρού υποστρώματος (Morri *et al.*, 1999). Μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης κατείχαν οι επιβιοτικοί οργανισμοί σε σχέση με τους συμβιοτικούς. Οι συμβιοτικοί οργανισμοί ως ελεύθεροι (μη εδραίοι) μπορεί να βρίσκονται περιστασιακά στο όστρακο της πίννας και η παρουσία τους να επηρεάζεται από παράγοντες όπως η κίνηση του νερού, η διαθεσιμότητα της τροφής και η προστασία τους από θηρευτές. Οι Siletic & Peharda (2003) αποδίδουν τις διαφορές στην παρουσία των επιβιοτικών και συμβιοτικών οργανισμών της πίννας στην επίδραση των περιοχών μέσω των ρευμάτων από την ανοιχτή θάλασσα. Επίσης σημαντικότερος ρόλος στην περίπτωση αυτής της μελέτης θα πρέπει να αποδοθεί στον τρόπο αλιείας και στη διαφυγή τους μέχρι την αποθήκευση της κάθε πίννας.

4.4.2) Επιβιοτικά είδη δίθυρων

Τα επιβιοτικά δίθυρα της *A. pectinata* είναι παρόμοια σε αριθμό με τις περιοχές της Αδριατικής ενώ είναι πολύ λιγότερα σε αριθμό (8 συνολικά είδη) από αυτά της *P. nobilis* στη Σικελία και τον Α. Θερμαϊκό (Πίν. 15). Ωστόσο, στην *A. pectinata* εμφανίζονται τα είδη *Pododesmus patelliformis* και *Pteria hirundo* που δεν σημειώθηκαν στην *P. nobilis* της ίδιας περιοχής του Θερμαϊκού αλλά και της Μεσογείου.

Πίνακας 15: Συγκριτικός πίνακας των επιβιοτικών διθύρων της *A. pectinata* και της *P. nobilis* σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου

Είδη διθύρων	Βιβλιογραφική αναφορά και αντίστοιχη περιοχή μελέτης				
	Zavadnik 1963 (Β.Αδριατική) <i>P. nobilis</i>	Giacobbe 2002 (Σικελία) <i>P. nobilis</i>	Siletic & Peharda 2003 (Α. Αδριατική) <i>P. nobilis</i>	Παπουτσή 2005 (Α.Θερμαϊκός) <i>P. nobilis</i>	Παρούσα μελέτη 2010 (Θερμαϊκός) <i>A. pectinata</i>
<i>Anadara transversa</i>				*	
<i>Anomia ephippium</i>		*	*	*	*
<i>Anomia</i> sp.	*				
<i>Arca noae</i>		*	*	*	
<i>Barbatia barbata</i>		*			
<i>Cardita calyculata</i>		*			
<i>Chama gryphoides</i>		*		*	
<i>Chiton olivaceus</i>	*				
<i>Chlamys multistriata</i>		*			
<i>Ctena decussate</i>				*	
<i>Gastrana fragilis</i>				*	
<i>Glans trapezia</i>		*		*	
<i>Hiatella arctica</i>				*	*
<i>Hiatella rugosa</i>		*			
<i>Hiatella</i> sp.			*		
<i>Kellia suborbicularis</i>		*			
<i>Lima lima</i>		*			
<i>Limaria tuberculata</i>				*	
<i>Mimachlamys varia</i>			*	*	*
<i>Modiolarca subpicta</i>		*			
<i>Modiolula phaseolina</i>		*			
<i>Modiolus barbatus</i>		*		*	
<i>Musculus costulatus</i>		*			*
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				*	*
<i>Ostrea edulis</i>	*		*	*	*
<i>Pododesmus patelliformis</i>					*
<i>Pseudochama gryphina</i>		*			
<i>Pteria hirundo</i>					*
<i>Scrobicularia plana</i>				*	
<i>Striarca lactea</i>		*		*	
<i>Thracia distorta</i>		*			
<i>Venericardia antiquata</i>		*			
<i>Venus verrucosa</i>				*	

Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης κατείχαν το *Pododesmus patelliformis* και η *Hiatella arctica* σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη. Τα δύο αυτά δίθυρα εμφανίζονται άφθονα σε ολόκληρο το Θερμαϊκό κόλπο (προσ. επικοινων. Γεωργιάδη Κ.).

4.5) Ενδοβιοτικοί οργανισμοί

Ενδοβιότες βρέθηκαν στο 70 % των πιννών του πληθυσμού στην περιοχή μελέτης και ιδιαίτερα σε εκείνα τα άτομα που συλλέχθηκαν από τον Α. Θερμαϊκό. Όλοι οι ενδοβιότες ανήκαν σε ένα μόνο είδος το *Nerpinnotheres pinnotheres* εκτός από μία μόνο περίπτωση, στην ανατολική πλευρά του Θερμαϊκού όπου ο ενδοβιότης ήταν του είδους *Pinnotheres pisum*. Η μεμονωμένη αυτή παρουσία θεωρήθηκε τυχαία. Το είδος *N. pinnotheres* έχει καταγραφεί ως ενδοβιότης και στη *P. nobilis* (Rabaoui *et al.*, 2008) καθώς και σε άλλα είδη διθύρων όπως *Modiolus modiolus* και *Ostrea edulis* (<http://ip30.eti.uva.nl>). Οι *N. pinnotheres* είναι καβούρια με σκληρό κεφαλοθώρακα, το μέγεθός του οποίου είναι μεγαλύτερο στα θηλυκά άτομα σε σχέση με αυτό των αρσενικών (<http://ip30.eti.uva.nl>). Η γεωγραφική εξάπλωση του *N. pinnotheres* είναι σε ολόκληρη τη Μεσόγειο, τις Ευρωπαϊκές ακτές και τη ΒΔ Αφρική (Balkis *et al.*, 2001, Kocatay *et al.*, 2004, McDermott, 2009) σε αλατότητα ~ 38 ‰, ενώ η κατά βάθος κατανομή του σημειώνεται στα 10 m (Balkis & Kurun, 2008). Σύμφωνα με τον Orton (1920) ο ενδοβιότης προειδοποιεί το δίθυρο-ξενιστή για την προσέγγιση ενός θηρευτή ενοχλώντας τον μανδύα του, προκαλώντας έτσι το δίθυρο να κλείσει τις θυρίδες του. Μελέτες αναφέρουν την παρουσία διάφορων ειδών ενδοβιοτών της οικογένειας Pinnotheridae ως επιβλαβή για τα δίθυρα-ξενιστές. Πιο αναλυτικά, αναφέρουν ως απευθείας επιδράσεις στο δίθυρο-ξενιστή 1) τον ανταγωνισμό

για τροφή, 2) την καταστροφή των βραγχίων αλλά και άλλων οργάνων του ξενιστή, 3) τη μείωση του ρυθμού διήθησης και 4) τη μείωση του ρυθμού κατανάλωσης O₂ (Kruczynski, 1972, Bierbaum & Shumway, 1988, Sun *et al.*, 2006). Μακροχρόνιες επιδράσεις αναφέρονται 1) στη μείωση του ρυθμού αύξησης, 2) τη μείωση του σωματικού βάρους, 3) την παραμόρφωση του σχήματος του οστράκου και 4) τη μείωση της γονιμότητας (Kruczynski, 1972, Bierbaum & Shumway, 1988, Sun *et al.*, 2006). Ωστόσο, υπάρχουν και αναφορές οι οποίες υποστηρίζουν ότι οι ενδοβιότες της οικογένειας Pinnotheridae δεν επηρεάζουν το δίθυρο-ξενιστή (Hickman, 1978, Marshall *et al.*, 2003).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το βάρος των ενδοβιοτών παρουσιάζεται μειωμένο τον Ιούλιο ενώ το φθινόπωρο αυξημένο (βλ. Εικ. 27). Το γεγονός αυτό φαίνεται να συμβαδίζει με την αναπαραγωγική περίοδο των ενδοβιοτών καθώς τα Pinnotheridae ελευθερώνουν το γεννητικό τους υλικό τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο (González-Gordillo *et al.*, 2003, Γαληνού-Μητσούδη κ.ά., 2006).

4.6) Μαργαριτάρια

Οι μαργαριτοφόρες πίννες στην περιοχή μελέτης βρέθηκε να αποτελούν το 70 % του πληθυσμού. Η θέση των μαργαριταριών στο σώμα της πίννας, ο αριθμός, το μέγεθος, το χρώμα και το σχήμα τους βρέθηκε να ποικίλουν μεταξύ των ατόμων *A. pectinata*. Τα μαργαριτάρια δημιουργούνται όταν κάποιος ενοχλητικός παράγοντας (π.χ. κόκκοι άμμου, θρύμματα, παράσιτα κ.α.) εισβάλει στο εσωτερικό ενός οστράκου μεταξύ σώματος και θυρίδας, «μητέρα του μαργαριταριού» (Castro & Huber, 1997), το οποίο προκειμένου να τον εξουδετερώσει, εκκρίνει μάργαρο και επικαλύπτει τον

ενοχλητικό παράγοντα. Όταν το μάργαρο είναι λαμπερό τα μαργαριτάρια αποκτούν και εμπορική αξία. Σύμφωνα με τους Lutz & Hidu (1978) η δημιουργία μαργαριταριών στο μύδι *Mytilus edulis* μπορεί να οφείλεται στο παράσιτο *Gymnophallus bursicoba*. Τα μαργαριτοφόρα στρείδια (*Pinctada*) παράγουν τα καλύτερης ποιότητας μαργαριτάρια.

Η κυρίαρχη θέση των μαργαριταριών στο σώμα της πίννας είναι η οπίσθια περιοχή, η οποία έρχεται πρώτη σε επαφή με το θαλάσσιο περιβάλλον όταν η πίννα ανοίγει τις θυρίδες της. Ο έντονος υδροδυναμισμός που παρατηρείται στα πρώτα στρώματα του νερού φαίνεται να είναι υπεύθυνος για το πλήθος των μαργαριταριών στο δίθυρο *Lithophaga lithophaga* (Διαμαντή, 2009) ενώ η πιθανότερη αιτία που συμβάλει το σχήμα των μαργαριταριών είναι η αρχή της δημιουργίας του μαργαριταριού, δηλαδή ο πυρήνας του (www.geo.utexas.edu).

Στην παρούσα μελέτη βρέθηκαν έξι διαφορετικά χρώματα, με κυρίαρχα το καφέ και το πορτοκαλί. Το χρώμα των μαργαριταριών φαίνεται να σχετίζεται με το εσωτερικό χρώμα των θυρίδων του οστράκου (Διαμαντή, 2009). Σύμφωνα με την Strack (2006) το χρώμα των μαργαριταριών προσδιορίζεται από την ποσότητα του μάργαρου που εναποτίθεται πάνω στον πυρήνα.

Η δημιουργία των μαργαριταριών συμβαίνει σε αλατότητες 21 ‰ και άνω και σε συγκεντρώσεις οξυγόνου >1 mg/l (Ohwada & Uemoto, 1988), στοιχεία τα οποία συναντώνται στο βιότοπο της *A. pectinata* στο Θερμαϊκό (βλ. Πιν. 12). Η ύπαρξη και η αφθονία των μαργαριταριών σχετίζεται με το μέγεθος του οστράκου και ενδεχομένως με την ηλικία του (Fernandes & Seed, 1983) το οποίο δεν επιβεβαιώνεται από την παρούσα μελέτη (βλ. Εικ. 34). Τα μικρά μαργαριτάρια ήταν τα κυρίαρχα σε μέγεθος στον πληθυσμό του

Θερμαϊκού και το κυρίαρχο σχήμα τους ήταν το σφαιρικό. Η πίννα του είδους *P. nobilis* μπορεί να παράγει μαργαριτάρια μεγέθους 7 mm ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνουν τα 15 mm (Strack, 2006). Ο αριθμός των μαργαριταριών δεν φαίνεται να σχετίζεται με το μήκος και την ηλικία των πιννών καθώς και με τον αριθμό των ενδοβιοτών της (βλ. Εικ. 34), γεγονός που συμφωνεί με αντίστοιχα αποτελέσματα στη *Lithophaga lithophaga* (Γαληνού-Μητσούδη, 1994) και στην *P. nobilis* (Παπουτσή, 2005).

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Addis, P., Secci, M., Brundu, G., Manunza, A., Corrias, S., Cau, A., 2009. Density, size structure, shell orientation and epibiontic colonization of the fan mussel *Pinna nobilis* L. 1758 (Mollusca: Bivalvia) in the three contrasting habitats in an estuarine area of Sardinia (W Mediterranean). *Scientia Marina*, Vol. 73(1), p. 143-152
- Asama, H., Yamaoka, K., 2009. Life history of the pea crab, *Pinnotheres sinensis*, in term of infestation in the bivalve mollusk, *Septifer virgatus*. *Marine Biodiversity Records*, Vol. 2, p. 2-5
- Balkis, H., Balkis, N., Altinsacli, S., 2001. The crab species found on the coasts of Gökçeada (Imbroz) island in the Aegean sea. *Hydrobiologia*, Vol. 499, p. 99-103
- Balkis, H., Kurun, A., 2008. The crab species found in the Edremit bay (NE Aegean sea). *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, Vol. 14, p. 39-51
- Bierbaum, R., Shumway, S. E., 1988. Filtration and oxygen consumption in mussels, *Mytilus edulis*, with and without pea crabs, *Pinnotheres maculates*. *Estuaries*, Vol. 11(4), p. 264-271
- Booth, J. D., 1979. Common bivalve larvae from New Zealand: Pteriacea, Anomiacea, Ostreacea. *New Zealand Journal of marine & freshwater research*, Vol. 13(1), p. 131-139
- Butler, A. J., Brewster, F. J., 1979. Size Distributions and Growth of the Fan-Shell *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca: Eulamellibranchia) in South Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, Vol. 30, p. 25-39

- Butler, A. J., Keough, M. J., 1981. Distribution of *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca:Bivalvia) in South Australia with observations on recruitment. *Trans. R. Soc. S. Aust.*, Vol. 105(1), p. 29-39
- Butler, A. J., 1987. Ecology of *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca: Bivalvia) in Gulf St Vincent, South Australia: Density, Reproductive Cycle, Recruitment, Growth and Mortality at Three Sites. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, Vol. 38, p. 743-769
- Butler, A., Vicente, N., De Gaulejac, B., 1993. Ecology of the Pteroid Bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* L. *Marine Life*, Vol. 3(1-2), p. 37-45
- Campbell, A. C., Nicholis, J., 1979. Guide de la Fauna et de la Flore Littorales des Mers d' Europe. *Delachaux & Niestlé S.A.* Paris, 322 p.
- Castro, P., Huber, M., 1997. Marine Biology. *WCB McGraw-Hill*, Boston, 450 p.
- Centoducati, G. Tarsitano, E., Bottalico, A., Marvulli, M., Lai, O. R., Crescenzo, G., 2007. Monitoring of the endangered *Pinna nobilis* Linné, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian sea, Italy). *Environ. Monit. Assess.*, Vol. 131, p. 339-347
- Corriero, G., Pronzato, R., 1987. Epibiontic sponges on the bivalve *Pinna nobilis*. *Marine ecology-Progress series*, Vol. 35, p. 75-82
- Currie, D. R., Parry, G. D., 1995. Effects of scallop dredging on a soft sediment community: a large scale experimental study. *Mar.Ecol.Pro.Ser.*, Vol. 134, p. 131-150
- Delamotte, M. and Βαρδάλα – Θεοδώρου, Ε., 1994. Κοχύλια από τις Ελληνικές Θάλασσες. *Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας*, Αθήνα, 313 p.

- Dietl, G. P., Alexander, R.R., 2005. High frequency and severity of breaking-induced shell repair in western Atlantic Pinnidae (Bivalvia). *Journal of molluscan studies*, Vol. 71(3), p. 307-311
- Dix, T. G., 1973. Mantle changes in the pearl oyster *Pinctada maxima* induced by the pea crab *Pinnotheres villosulus*. *The Veliger*, Vol. 15(4), p. 330-331
- F.A.O., 1987. Fischer, W., M.-L. Bauchot et M. Schneider (rédacteurs), Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. *Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations*. Rome, FAO, Vol. 1, p. 760
- Fernandes, F. C., Seed, R., 1983. The Incidence of Pearls in Populations of the Blue Mussel, *Mytilus edulis* L., from North Wales. *J. moll. Stud.*, Vol. 49, p. 107-115
- Galinou-Mitsoudi, S., 1995. Biology and ecology of date mussel *Lithophaga lithophaga* (L.,1758) in Evoikos gulf. *Bios*, Vol. 3, p. 189-191
- Galinou-Mitsoudi, S., Sinis, A. I., 1995. Age and growth of *Lithophaga lithophaga*,(L.) (Bivalvia: Mytilidae) based on annual growth lines in the shell. *Journal of Molluscan Studies*, Vol. 61, p. 435-453
- Galinou-Mitsoudi, S., Vlahavas, G., Papoutsis, O., 2006. Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in Thermaikos Gulf (North Aegean sea). *Journal of Biological research*, Vol. 5, p. 47-53
- Garcia-March, J. R., Kersing, D. K., 2006. Preliminary data on the distribution and density of *Pinna nobilis* and *Pinna rudis* in the Columbretes islands

- marine reserve (Western Mediterranean, Spain). *International Congress on Bivalvia*, Barcelona, p. 33-34
- Garcia-March, J. R., Perez-Rojas, L., Garcia-Carrascosa, A. M., 2007a. Influence of hydrodynamic forces on population structure of *Pinna nobilis* L., 1758 (Mollusca: Bivalvia): The critical combination of drag force, water, depth, shell size and orientation. *Journal of experimental marine biology and ecology*, Vol. 342, p. 202-212
- Garcia-March, J. R., Garcia-Carrascosa, A. M., Peña Cantero, A. L., Wang, Y.G., 2007b. Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Mar. Biol.*, Vol. 150, p. 861-871
- Garcia-March J. R., Perez-Rojas L., Garcia-Carrascosa A. M., 2007c. Influence of hydrodynamic forces on population structure of *Pinna nobilis* L., 1758 (Mollusca: Bivalvia): the critical combination of drag force, water depth, shell size and orientation. *J Exp Mar Biol Ecol*, Vol. 342, p. 202–212
- Gaspar, M. B., Santos, M. N., Vasconcelos, P., 2001. Weight- Length Relationship of 25 Bivalve Species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve Coast (Southern Portugal). *Marine Biology*, Vol. 81, p. 805-807
- Gaspar, M. B., Santos, M. N., Vasconcelos, P., Monteiro, C. C., 2002. Shell Morphometric Relationships of the Most Common Bivalve Species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve Coast (Southern Portugal). *Hydrobiologia*, Vol. 477, p. 73-80
- Giacobbe, S., 2002. Epibiotic Mollusc Communities on *Pinna nobilis* L. (Bivalvia, Mollusca). *Journal of Natural History*, Vol. 36, p. 1385-1396

- Gibson, R., Hextall, B. & Rogers, A., 2001. Photographic Guide to the Sea & Shore Life Britain and North – West Europe. *Oxford*, New York, 436 p.
- González – Gordillo, J. I., Arias, A. M., Rodriguez, A., Drake, P., 2003. Recruitment Patterns of Decapod Crustacean Megalopae in a Shallow Inlet (SW Spain) Related to Life History Strategies. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 56, p. 593-607
- Haines, C. M. C., Edmunds, M., Pewsey, A. R., 1994. The pea crab, *Pinnotheres pisum* (Linnaeus, 1767), and its association with the common mussel, *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758), in the Solent (UK). *Journal of shellfish research*, Vol. 13(1), p. 5-10
- Hall-Spencer, J. M., Froggia, C., Atkinson, R. J. A., Moore, P. G., 1999. The impact of rapido trawling for scallops, *Pecten jacobaeus* (L.), on the benthos of the Gulf of Venice. *Journal of marine sciences*, Vol. 56, p. 111-124
- Hames, S., Tzanatos, E., White, M., 2001. An Investigation Into the Distribution and Abundance of *Pinna nobilis* in North East Kefalonia. *Fiskardo's Nautical & Environmental Club*, 13 p.
- Hayward, P. J. and Ryland, J. S., 1995. The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Vol. 1 & 2, *Oxford*, New York, 996 p.
- Hickman, R. W., 1978. Incidence of a pea crab and a trematode in cultivated and natural green-lipped mussels. *N. Z. Journal of marine and freshwater research*, Vol. 12(2), p. 211-215
- Houghton, D. R., 1963. The relationship between tidal level and the occurrence of *Pinnotheres pisum* (Pennant) in *Mytilus edulis* L.. *Journal of animal ecology*, Vol. 32, p. 253-257

- Hsueh, P. W., 2003. Responses of the pea crab *Pinnotheres taichungae* to the life history patterns of its primary bivalve host *Laternula marilina*. *Journal of Natural History*, Vol. 37, p. 1453-1462
- Idris, M. H., Arshad, A., Japar Sidik, B., Mazlan, A. G., Daud, S.K., 2008. Biodiversity and distribution of pen shells (Bivalvia:Pinnidae) from the seagrass beds of Sungai Pulai, Peninsular Malaysia. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, Vol. 3(2), p. 54-62
- Jose, B., Deepthi, T. R., 2005. Green mussel *Perna viridis*, a new host for the pea crab *Pinnotheres placunae* along the Malabar coast, Kerala. *Current Science*, Vol. 89(7), p. 1090-1091
- Katsanevakis, S., 2005. Population ecology of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in a marine lake. *Endangered Species Research*, Vol. 1, p. 1-9
- Katsanevakis, S., Thessalou-Legaki, M., Karlou-Riga, C., Lefkadiou, E., Dimitriou, E., Verriopoulos, G., 2006. Information-theory approach to allometric growth of marine organisms. *Mar. Biol.*, doi: 10.1007/s00227-006-0529-4
- Katsanevakis, S., 2007. Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. *Mar. Biol.*, doi: 10.1007/s00227-007-0781-2
- Katsanevakis S., Thessalou-Legaki M., 2009. Spatial distribution and abundance of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay (Crete Island, Greece). *Aquatic Biology*, Vol. 8, p. 45-54
- Kennedy, H., Richardson, C. A., Duarte, C. M., Kennedy, D. P., 2001. Diet and Associated of *Pontonia pinnophylax* Occurring in *Pinna nobilis*:

- Insights From Stable Isotope Analysis. *Marine Biology*, Vol. 81, p. 177-178
- Keough, M. J., 1984. Dynamics of the Epifauna of the Bivalve *Pinna bicolor*. Interactions Among Recruitment, Predation and Competition. *Ecology*, Vol. 65 (3), p. 677-688
- Kocatas, A., Katagan, T., Suat Ates, A., 2004. Atlanto-Mediterranean originated Decapod Crustaceans in the Turkish seas. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, Vol. 7(10), p. 1827-1830
- Kruczynski, W. L., 1972. The effect of the pea crab, *Pinnotheres maculates* Say, on growth of the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Chesapeake Science*, Vol. 13, p. 218-220
- Kruczynski, W. L., 1974. Relationship between depth and occurrence of pea crabs, *Pinnotheres maculates*, in the blue mussels, *Mytilus edulis*, in the vicinity of Woods Hole, Massachusetts. *Chesapeake Science*, Vol. 15, p. 167-169
- Lutz, R. A. and Hidu, H., 1978. Some observations on the occurrence of pearls in the blue mussel, *Mytilus edulis* L.. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, Vol. 68, p. 17-37
- Marshall, W. L., Bower, S. M., Meyer, G. R., 2003. A comparison of the parasite and symbiont fauna of cohabiting native (*Protothaca staminea*) and introduced (*Veneripus philippinarum* and *Nuttalia obscurata*) clams in British Columbia. *Journal of shellfish research*, Vol. 22(1), p. 185-192
- McDermott J. J., 2009. Hypersymbioses in the pinnotherid crabs (Decapoda: Brachyura: Pinnotheridae): a review. *Journal of natural history*, Vol. 43(13-14), p. 785-805

- Montagu G. 1803. Testacea Britannica, or natural history of British shells, marine, land and the fresh-water, including the most minute: systematically arranged and embellished with figures. *HOLLIS, JS*, England, 606 p.
- Morri, C., Bianchi, C. N., Cocito, S., Peirano, A., De Biase, A. M., Aliani, S., Pansini, M., Boyer, M., Ferdeghini, F., Pestarino, M., Dando, P., 1999. Biodiversity of Marine Sessile Epifauna at an Aegean Island Subject to Hydrothermal Activity: Mylos, Eastern Mediterranean Sea. *Marine Biology*, Vol. 135, p. 729-739
- Ohwada, K., Uemoto, H., 1988. Environmental Conditions in Pearl Oyster Culture Groups in Japan. *Environmental Quality and Aquaculture Systems, Japan*, p. 45-50
- Orton, J. H., 1920. Mode of feeding and sex-phenomena in the pea crab *Pinnotheres pisum*. *Nature*, Vol. 106(2669), p. 533-534
- Pisor, D. L., 2008. Registry of world record size shells. *ConchBooks and Pisor Marine Enterprise Inc.*, San Diego, 207p.
- Poulos, S.E., Chronis, G.T., Collins, M.B., Lykousis, V., 2000. Thermaikos gulf coastal system, NW Aegean sea: an overview of water/ sediment fluxes in relation to air-land-ocean interactions and human activities. *Journal of Marine Systems*, Vol. 25, p. 47-76
- Pregenzer, C. L., 1981. The effect of *Pinnotheres hickmani* on the meat yield (condition) of *Mytilus edulis* measured several ways. *The Veliger*, Vol. 23(3), p. 250-253
- Rabaoui, L., Tlig Zouari, S., Katsanevakis, S., Ben Hassine, O. K., 2007. Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna*

- nobilis* populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. *Mar. Biol.*, Vol. 152(3), p. 537-548
- Rabaoui, L., Tlig Zouari, S., Ben Hassine, O. K., 2008. Two species of crustacean (Decapoda) associated with the fan mussel, *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia). *Crustaceana*, Vol. 81(4), p. 433-446
- Richardson, C. A., Kennedy, H., Duarte, C. M., Kennedy, D. P., Proud, S. V., 1999. Age and Growth of the Fan Mussel *Pinna nobilis* From South-East Spanish Mediterranean (*Posidonia oceanica*) Meadows. *Marine Biology*, Vol. 133, p. 205-212
- Richardson, C. A., Peharda, M., Kennedy, H., Kennedy, P., Onofri, V., 2004. Age, Growth Rate and Season of Recruitment of *Pinna nobilis* (L.) in the Croatian Adriatic Determined From Mg:Ca and Sr:Ca Shell Profiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 299, p. 1-16
- Riedl, R., 1983. Fauna und flora des Mettelmeeres. *Verlag Paul Parey*, Hamburg and Berlin, p. 1-761
- Seed, R., 1969. The incidence of the pea crab, *Pinnotheres pisum* in the two types of *Mytilus* (Mollusca: Bivalvia) from Padstow, south-west England. *Journal of Zoology*, Vol. 158, p. 413-420
- Silas, E. G., Alagarswami, K., 1967. On an instance of parasitisation by the pea crab (*Pinnotheres* sp.) on the backwater clam [(*Meretrix casta* (Chemnitz)] from India, with a review of the work on the systematics, ecology, biology and ethology of pea crabs of the genus *Pinnotheres* Latreille. *Proceedings of the Symposium on Crustacea held*, Ernakulam, p. 1161-1227

- Siletic, T., Peharda, M., 2003. Population Study of the Fan Shell *Pinna nobilis* L. in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic Sea). *Scientia Marina*, Vol. 67(1), p. 91-98
- Šimunovic, A., Piccinetti, C., Bartulovic, M., 2001. Distribution of *Atrina fragilis* (Pennant, 1777) (Pinnidae, Mollusca Bivalvia) in the Adriatic sea. *Acta Adriat.*, Vol. 42(1), p. 61-70
- SoHelME, 2005. State of Hellenic Marine Environment. E. Papathanasiou & A. Zenetos (eds.), *HCMR publ.*, 360 p.
- Solandt, J. L., 2003. *Atrina fragilis* (Pennant 1777): A Species of Conservation Concern.(www.mcsuk.org/.../download_files/advice_on_bap/Atrina_fragilis_british_wildlife_article_August%202003.pdf)
- Strack, E., 2006. Pearls. *Rühe-Diebener-Verlag*, Stuttgart, 707 p.
- Sun, W., Sun, S., Yuqi, W., Baowen, Y., Weibo, S., 2006. The prevalence of the pea crab, *Pinnotheres sinensis*, and its impact on the condition of the cultured mussel, *Mytilus galloprovincialis*, in Jiaonan waters (Shandong Province, China). *Aquaculture*, Vol. 253, p. 57-63
- Taylor, J. D., Kennedy, W. J., Hall, A., 1969. The shell structure and mineralogy of the Bivalvia. *Bul. British Museum Natural History*, Suppl. 3, 125 p.
- Tully, O., Hervas, A., Berry, A., Hartnett M., Sutton, G. O'Keefe, E., Hickey J., 2006. Monitoring and Assessment of Scallops off the South East Coast of Ireland. *Final Report of Project 01.SM.T1.07*, 26 p.
- Watling, L., Norse, E. A., 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology*, Vol. 12(6), p. 1180-1197

- Yonge, C. M., 1953. Form and habit in *Pinna carnea* Gmelin. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Vol. 237, p. 335-374
- Zavodnik, D., 1963. *Pinna nobilis* L. Comme Centre D' Association. *Rapport's et Proces-Verbaux des Reunions*, Vol. 17(2), p. 273-275
- Zavodnik, D., 1967. Contribution to the Ecology of *Pinna nobilis* L. (Moll., Bivalvia) in the Northern Adriatic. *Thalassia Jugosl.*, Vol. 3(1-6), p. 93-103

Ελληνική βιβλιογραφία

- Γαληνού – Μητσούδη, Σ., 1994. Βιολογία και Οικολογία του Πετροσωλήνα *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) στον Ευβοϊκό Κόλπο. *Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*, 270 σελ.
- Γαληνού - Μητσούδη, Σ., Πετρίδης, Δ., 2001. Μορφομετρία και Ορισμένα Οικολογικά Στοιχεία Ενός Παράκτιου Πληθυσμού *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia) στο Θερμαϊκό Κόλπο. *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*, Χανιά, σελ. 33-36
- Γαληνού-Μητσούδη Σ., 2002. Αλιεία και διαχείριση οστράκων. *ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών*, Ν. Μουδανιά, 90 σελ.
- Γαληνού-Μητσούδη, Σ., Παπουτσή Ο., Βλαχάβας, Γ., Παπαθανασίου, Ε., 2006. Οι ενδοβιοτικοί οργανισμοί του δίθυρου οστράκου *Pinna nobilis* (L., 1758) στον Θερμαϊκό κόλπο, ΒΔ Αιγαίο. *8^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ωκεανογραφίας και Αλιείας*, Θεσσαλονίκη
- Δαμιανίδης, Π., 2007. Ποιοτική και ποσοτική μελέτη των απορριπτόμενων ασπονδύλων οργανισμών από μηχανότρατες στο Θερμαϊκό κόλπο με

έμφαση στη βιομετρία και τις αλλομετρικές σχέσεις. ΑΠΘ, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, 140 σελίδες.

Διαμαντή, Ζ., 2009. Μαργαριτοφόρο φορτίο στο δίθυρο *Lithorhaga lithorhaga* (Linnaeus, 1758) στον Ευβοϊκό κόλπο. Πτυχιακή εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, 61 σελ.

Καραχλέ, Π., 1999. Δομή και Λειτουργία της Κοινότητας του Δίθυρου Μαλακίου *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758. Εργασία στα πλαίσια Μεταπτυχιακού τίτλου, Θεσσαλονίκη, σελ. 15

Παπουτσή, Ο., 2005. Δυναμική πληθυσμού του προστατευόμενου οστράκου *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758. Πτυχιακή εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, 59 σελ.

ΦΕΚ 41Α'/1978. «Περί κανονισμού Αλιείας εις Κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού»

ΦΕΚ 90Α'/2009. «Περί κανονισμού Αλιείας εις Κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού»

Διαδικτυακές τοποθεσίες

Check List of European Marine Mollusca. Available from <http://www.somali.asso.fr/clemam/biotaxis.php> [accessed 19 Jan. 2010]

Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning EU Network of Excellence. Available from <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=browser> [accessed 19 Jan. 2010]

MarLIN-The Marine Life Information Network. Available from
<http://www.marlin.ac.uk/speciesfullreview.php?speciesID=2680> [20 Oct.
2009]

Pinnotheres pinnotheres. Available from
[http://ip30.eti.uva.nl/bis/crustacea.php?selected=beschrijving&menuent
ry=soorten&id=213](http://ip30.eti.uva.nl/bis/crustacea.php?selected=beschrijving&menuentry=soorten&id=213) [accessed 21 Sep. 2009]

The University of Texas at Austin. Available from
[http://www.geo.utexas.edu/courses/347K/redesign/gem_notes/pearl/pearl
main.htm](http://www.geo.utexas.edu/courses/347K/redesign/gem_notes/pearl/pearl_main.htm) [accessed 24 Jan. 2010]