



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:**

**“ Μελέτη σωματομετρικών, βιοχημικών και άλλων βιομετρικών χαρακτηριστικών του εδώδιμου αχινού *Paracentrotus lividus* από διαφορετικές περιοχές της ελληνικής επικράτειας.”**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ**

Μουρούτης Ν. Παναγιώτης

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Δρ. Πανταζής Παναγιώτης

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2012



βιομετρικών, βιοζ



ν γαλακτοκομικών ζώων, D lividus



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:**

***“Study of the morfometric, biochemical and other biometric characteristics of the edible sea urchin *Paracentrotus lividus* from different regions of Greece.”***

### **POSTGRADUATE STUDENT**

Mouroutis N. Panagiotis

### **SUPERVISOR**

Dr. Pantazis Panagiotis

HGOUMENITSA 2012



*Στον Νικόλα και στην Κατερίνα...*



## Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής, ήταν ο προσδιορισμός διαφόρων χαρακτηριστικών (σωματομετρικών, βιοχημικών και βιομετρικών), του εδώδιμου αχινού *Paracentrotus lividus*, από τρεις διαφορετικές περιοχές της ελληνικής επικράτειας και η σύγκριση των πληθυσμών μεταξύ τους. Για την σύγκριση των πληθυσμών, μελετήθηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του *P. lividus* και σκόπιμος θεωρήθηκε, ο προσδιορισμός των γονάδων, (GSI), καθώς και η βιοχημική ανάλυση αυτών. Συλλέχθηκαν αχινοί από τρεις διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, κατά την θερινή περίοδο. Οι περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες ήταν οι εξής: 1) η περιοχή του λιμένα των Νέων Μουδανιών Χαλκιδικής, 2) η περιοχή του λιμένα της πόλης της Ηγουμενίτσας και 3) η περιοχή του λιμένα της πόλης του Βόλου, στον Παγασητικό κόλπο. Συνολικά συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν 150 δείγματα αχινών. Μετρήθηκαν τα σωματομετρικά και βιομετρικά χαρακτηριστικά τους και εν συνεχεία αφαιρέθηκαν και ζυγίστηκαν οι γονάδες τους. Προσδιορίστηκε και καταγράφηκε ο GSI του κάθε ατόμου. Κρατήθηκε δείγμα των γονάδων και τοποθετήθηκε σε ειδικούς περιέκτες με αλκοόλη, όπου στο εργαστήριο έγινε ανάλυση τους για τον προσδιορισμό πρωτεΐνης, τον προσδιορισμό λίπους και υγρασίας. Εν συνεχεία, έγινε προσδιορισμός της περιεκτικότητας των γονάδων σε καροτινοειδή. Ακολούθησε διαχωρισμός και ομαδοποίηση των πληθυσμών σε ενήλικα και υποενήλικα άτομα, καθώς και καταγράφηκε η αναλογία θηλυκών προς αρσενικών ατόμων. Ακολούθησε ανάλυση των αποτελεσμάτων με το ANOVA EXCEL. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν μας δείχνει τα εξής: Στις τρεις περιοχές οι πληθυσμοί είναι ανάμικτοι, δηλ. αποτελούνται από ενήλικα και υποενήλικα άτομα και όσον αφορά το σωματικό βάρος αλλά και το βάρος των γονάδων, γενικά η περιοχή των Μουδανίων φαίνεται να ευνοεί την δημιουργία πληθυσμών πιο ομοιόμορφων και με υψηλότερα μέσα βάρη (ολικά και γονάδων). Επίσης συντριπτική είναι η παρουσία των θηλυκών ατόμων, έναντι των αρσενικών στην περιοχή των Μουδανιών.



## Abstract

To compare the development in three populations, we studied the morphometric characteristics of *Paracentrotus lividus* and it was considered necessary to study the gonads and their biochemical analysis. The purpose of this study was to identify various characteristics (morphometric, biochemical and biometric), of the edible sea urchin *P. lividus*, from three different regions of Greek territory and the comparison between the populations. This research is of great interest because of growing demand (domestic and international) of this urchin. Urchins were collected from three different regions of Greece during the reproductive period in summer. Fifty individuals were caught from the local population from three different bays. The areas where the sampling took place were: 1) the harbor area of Moudania Halkidiki, 2) the area of the port city of Igoumenitsa and 3) the area of the port city of Volos, in Pagasitikos Gulf. A total of 150 samples were collected and processed in order to be studied. The morphometric and biometric characteristics were measured and then the gonads were removed and weighed. The gonadal somatic index (GSI) of each individual was identified and recorded. Gonad sample was kept and placed in special containers with alcohol in the laboratory where the analysis took place to determine protein, fat and moisture. Next took place the determination of the concentration of carotenoids in the gonads. What followed was the separation and clustering of populations in adult and subadult individuals and recorded the equation between females and males. Then the results were analysed with ANOVA EXCEL. The processing of the results shows the following: In three areas the populations are mixed, meaning that they are composed of adult individuals and subadults and as for the body weight and the weight of the gonads, generally the area of Moudania seems to favor the creation of more uniform populations with higher than average weights (total and gonad). Adding, overwhelming is the presence of females compared to males in Moudania.



## Ευχαριστίες

Η ερευνητική αυτή δουλειά, πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών, "Υδατοκαλλιέργειες – Ιχθυοπαθολογία εκτρεφόμενων ειδών", από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Κτηνιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας.

Όλες οι εργαστηριακές αναλύσεις, έγιναν στα εργαστήρια της Σχολής, Τεχνολογίας, Αλιείας και Υδατοκαλλιέργειων, του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού και Εκπαιδευτικού Ιδρύματος, Θεσσαλονίκης.

Για την πραγματοποίησή της, συνεργάστηκα με ορισμένα άτομα που χωρίς τη βοήθεια και την υποστήριξη των οποίων, η ολοκλήρωση της έρευνας αυτής δεν θα ήταν επιτυχής. Εδώ θα ήθελα να πω, πως σε αυτές τις δύσκολες οικονομικές εποχές που περνάει η πατρίδα μου, το όποιο κόστος προέκυψε για την εκπόνηση αυτής της ερευνητικής εργασίας, καλύφθηκε αποκλειστικά από μένα τον ίδιο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Πανταζή Παναγιώτη, γιατί υπήρξε ένας δάσκαλος. Στα πέντε αυτά χρόνια της γνωριμίας μου και στα δύο συνεργασίας μας, γνώρισα έναν άνθρωπο, οξυδερκή, με αγάπη και ενδιαφέρον για τους συνεργάτες του. Η αφοσίωση και η αγάπη του για την έρευνα, μεταδιδόταν σε όλους τους φοιτητές του.

Πέρα από το μάθημα της Διατροφής Ιχθύων, μου έμαθε, πως να αντιμετωπίζω κριτικά, κάθε πρόβλημα που προέκυπτε. Μου έμαθε να αντιμετωπίζω την έρευνα ως μία ζωντανή διαδικασία και τα προβλήματά της, ως μυστήρια που έπρεπε να λυθούν. Η συνεργασία μας αυτή που πραγματοποιήθηκε στα πρώτα βήματα της ερευνητικής μου καριέρας και θα είναι καθοριστική για την μετέπειτα πορεία μου στο χώρο. Θα αποτελεί πάντα μέτρο σύγκρισης για τις μελλοντικές μου συνεργασίες.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Δρ. Περδικάρη Κωνσταντίνο, για την υπομονή του στα μαθήματα που μας παρέδιδε και τις όποιες απορίες μου, που προέκυπταν, καθώς και για τις όποιες υποδείξεις μου έκανε, για την βελτίωση της διπλωματικής μου άσκησης.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα, την Δρ. Αθανασοπούλου Φωτεινή και τον Δρ. Ιωάννη Πάσχο, για την κατανόηση τους σε διάφορα προβλήματα που προέκυψαν, καθώς και για τις όποιες συμβουλές που



μου έδωσαν, τόσο σε θέματα διδασκαλίας, αλλά και σε προσωπικό επίπεδο. Τους ευχαριστώ.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Βαρελτζή Κ. Πάτροκλο PhD, Επιστημονικό Υπεύθυνο, στο Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, τον οποίο θεωρώ, εξάίρετο επιστήμονα και τον ευχαριστώ για την αμέριστη συμπαράσταση του και τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς για την βοήθεια του στις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων.

Ευχαριστώ την κα. Νεοχωρίτου Παναγιώτα για την βοήθεια που μου παρείχε στην συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας. Ιδιαίτερα την ευχαριστώ για την ψυχολογική υποστήριξή της.

Ευχαριστώ επίσης την κα. Αρχοντή Αναστασία για την βοήθεια, για τους χώρους εργασίας, καθώς και για τον όποιο εξοπλισμό μου παρείχε. Κυρίως, την ευχαριστώ για τη συμπαράστασή της, στις δύσκολες στιγμές μου, αλλά και στις αποτυχίες, η οποίες ήταν καθοριστικές για τη συνέχιση των προσπαθειών μου.

Τους ευχαριστώ, γιατί πίστεψαν στις δυνάμεις μου και με εμπύχωναν σε κάθε μου προσπάθεια γιατί χωρίς την βοήθεια τους, όλα ίσως να ήταν διαφορετικά.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| Εισαγωγή.....                                     | σελ.9  |
| Ο αχινός <i>Paracentrotus lividus</i> .....       | σελ.11 |
| Συστηματική κατάταξη και φυλογενετική θέση.....   | σελ.13 |
| Βιολογία του <i>P. lividus</i> .....              | σελ.14 |
| Αιτίες μείωσης του πληθυσμού .....                | σελ.19 |
| Οικολογικές συνέπειες.....                        | σελ.20 |
| Φυσικοί θηρευτές .....                            | σελ.21 |
| Οι γονάδες.....                                   | σελ.22 |
| Φυσικοχημικοί παράμετροι.....                     | σελ.23 |
| Θερμοκρασία.....                                  | σελ.23 |
| Οξύγονο.....                                      | σελ.23 |
| Αλατότητα.....                                    | σελ.23 |
| Ο αχινός ως πειραματικό υλικό.....                | σελ.24 |
| Αναπαραγωγή.....                                  | σελ.25 |
| Η εμβρυογένεση στον αχινό.....                    | σελ.25 |
| Διαδικασία της γονιμοποίησης.....                 | σελ.26 |
| Διατροφικές συνήθειες του <i>P. lividus</i> ..... | σελ.27 |
| Σωματική αύξηση.....                              | σελ.27 |
| Επικάλυψη με διάφορα αντικείμενα.....             | σελ.28 |
| Υλικά και μέθοδοι.....                            | σελ.29 |
| Μεθοδολογία και επεξεργασία δειγμάτων.....        | σελ.29 |
| Όργανα μετρήσεων.....                             | σελ.37 |
| Σύσταση γονάδων αχινών <i>P. lividus</i> .....    | σελ.40 |
| Προσδιορισμός συγκέντρωσης της πρωτεΐνης.....     | σελ.40 |
| Προσδιορισμός λίπους.....                         | σελ.41 |





|                                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| Προσδιορισμός υγρασίας.....                                     | σελ.43 |
| Περιγραφή μεθόδου προσδιορισμού καροτενοειδών.....              | σελ.43 |
| Εκχύλιση από τους ιστούς.....                                   | σελ.43 |
| Προσδιορισμός στο φασματοφωτόμετρο.....                         | σελ.44 |
| Αλιευτικά πεδία.....                                            | σελ.45 |
| Δειγματοληψία 1.....                                            | σελ.45 |
| Δειγματοληψία 2.....                                            | σελ.46 |
| Δειγματοληψία 3.....                                            | σελ.47 |
| Αποτελέσματα μετρήσεων.....                                     | σελ.49 |
| Αποτελέσματα αναλύσεων χημικής σύστασης <i>P. lividus</i> ..... | σελ.63 |
| Αποτελέσματα περιεκτικότητας σε καροτενοειδή.....               | σελ.64 |
| Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI).....                              | σελ.65 |
| Συζήτηση – Συμπεράσματα.....                                    | σελ.65 |
| Παράρτημα.....                                                  | σελ.69 |
| Βιβλιογραφία.....                                               | σελ.74 |



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αχινός, *Paracentrotus lividus* τα τελευταία χρόνια, αλιεύεται ανεξέλεγκτα, σε αρκετές περιοχές της Μεσογείου, με αποτέλεσμα τα φυσικά αποθέματα των πληθυσμών να μειώνονται.

Ειδικότερα, στη Μεσόγειο Θάλασσα, διάφορες νόμιμες και παράνομες αλιευτικές δραστηριότητες, πάνω σε σκληρά υποστρώματα που διαβιούν οι αχινοί, και σε λειμώνες, προκαλούν έμμεσα, ή άμεσα, τεράστια προβλήματα, στους διάφορους οργανισμούς που ζουν σε αυτά, όπως για παράδειγμα στο *P. lividus*, αλλά και σε άλλα είδη, που μοιράζονται το ίδιο ενδιαίτημα με αυτούς.

Μερικοί άλλοι σημαντικοί παράγοντες που συντελούν στη μείωση των αποθεμάτων του είδους, είναι η ρύπανση που προέρχεται από τη γεωργία, είτε από βιομηχανικά και αστικά απόβλητα που καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα, είναι ότι οι αχινοί συλλέγονται λίγο πριν φτάσουν σε πλήρη γεννητική ωριμότητα, και έτσι δεν έχουν ευκαιρία να γεννήσουν (Grosjean 2001). Παρά το οικονομικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει το είδος του αχινού, *Paracentrotus lividus*, κάποια στοιχεία του βιολογικού του κύκλου, παραμένουν άγνωστα είτε αδιευκρίνιστα (Lozano et al 1995; Touron 1995a; Sala 1996).

Οι αχινοί, κυρίως αλιεύονται για τις γονάδες τους, οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον. Οι γονάδες αφαιρούνται από τον αχινό και καταναλώνονται, ανεξαρτήτως θηλυκών ή αρσενικών ατόμων, αλλά με ιδιαίτερη προτίμηση προς τις θηλυκές γονάδες. Η ποιότητα των γονάδων, των αχινών, εξαρτάται πολύ, από ορισμένους αβιοτικούς παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, η διαθεσιμότητα της τροφής, η αλατότητα, καθώς και το pH (Spirlet 1998; Spirlet 2000; Spirlet 2001).

Οι αγορές που απορροφούν τις μεγαλύτερες ποσότητες των αχινών, βρίσκονται στην Ιαπωνία, στην Ευρώπη, ιδιαίτερα στην Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, αλλά υπάρχουν και άλλες αγορές, όπως οι ΗΠΑ.

Στην Ελλάδα η εμπορική αξία του αχινού διαφοροποιείται ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή. Οι αχινοί είναι ιδιαίτερα περιζήτητοι στη Κρήτη, τα Δωδεκάνησα και στον νότιο Ελλαδικό χώρο γενικότερα και ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου και ασκείται ιδιαίτερη



αλιευτική πίεση στους ντόπιους πληθυσμούς του αχινού, οι οποίοι και σταδιακά μειώνονται. Συγκεκριμένα τις δυο τελευταίες δεκαετίες, παρουσιάζεται ενδιαφέρον, πάνω στην ανάπτυξη της εκτροφής, του *P. lividus*, διότι τα αποθέματα έχουν αρχίσει να μειώνονται δραματικά λόγω της υπεραλίευσής του (Byrne 1990; Fernandez 1996).

Ως εκ τούτου, η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και μελέτη του είδους, σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, καθώς και σε διαφορετικούς πληθυσμούς, είναι απαραίτητα στοιχεία, για την ανάπτυξη της εκτροφής και την εξέλιξη, πιο καθετοποιημένης εκτροφής του είδους, γίνεται μέρα με την μέρα, πιο επιτακτική.



## Ο αχινός *Paracentrotus lividus*

Το είδος *P. lividus* είναι ο γνωστός σε όλους μας πετραχινός, που βρίσκεται προσκολλημένος στις επιφάνειες των θαλάσσιων πετρωμάτων (Εικόνα 1.), καθώς τον συναντάμε στην παράκτια ζώνη και όπου υπάρχει κατάλληλο υπόστρωμα (σκληρό).



**Εικόνα 1.** *P. lividus*, προσκολλημένος σε θαλάσσιο πέτρωμα.

Γενικά τα ενδιαυτήματα που μπορεί να ζήσει αυτό το είδος, είναι πολλά, είτε αυτά είναι φυσικά πετρώματα (βράχια, ύφαλοι, σκόπελοι,) (Εικόνα 2). Είτε επίσης τον συναντάμε προσκολλημένο σε πετρώματα που βρέθηκαν στο θαλάσσιο περιβάλλον, με ανθρώπινη παρέμβαση, (π.χ. από την δημιουργία τεχνητών κυματοθραυστών, τεχνητοί ύφαλοι και από την διενέργεια τεχνικών έργων στο θαλάσσιο περιβάλλον και την δημιουργία κατάλληλου σκληρού υποστρώματος, ώστε να μπορεί να προσκολληθεί, (λιμενικές εγκαταστάσεις, μπλόκια κ.α.). Επίσης τον συναντάμε σε λειμώνες του φύκου *Posidonia oceanica*, (Fernandez, 1996), και του είδους *Zostera marina* (Mortensen 1927, Boudouresque & Verlaque 2001), κατά μήκος των ακτών μας, επίσης και στην ευρύτερη περιοχή,



στην παράκτια ζώνη του νότιου Μεσογειακού χώρου, (Sellem et al. 2000), καθώς επίσης και κατά μήκος των ακτών της Βόρειας Ευρώπης (στα παράλια της Ιρλανδίας και της Μ. Βρετανίας).

Ο αχινός *P. lividus*, απαντάται σχεδόν σε όλη την ελληνική παράλια ζώνη (βόρειο-δυτικό Ιόνιο έως βόρειο-ανατολικό Καρπάθιο πέλαγος (Pancucci-Papadopoulou 1996). Γενικά οι αχινοί σε περιοχές με βραχώδεις ακτές, παρουσιάζουν συμπεριφορά φωλιάσματος. Οι τρύπες-καταφύγια, στους βράχους, τους προστατεύουν από τα κύματα και τους φυσικούς θηρευτές τους. (Grosjean 2001).

Έχει αποδειχτεί ότι η περιορισμένη ανοχή του *P. lividus* στη θαλάσσια ρύπανση, το καθιστά ως έναν ιδανικό βιοδείκτη (Bayed 2005).



## Συστηματική κατάταξη και φυλογενετική θέση

- **Συνομοταξία** : Εχινόδερμα
- **Υποσυνομοταξία** : Ελευθερόζωα
- **Ομοταξία** : Εχινοειδή
- **Υφομοταξία** : Ενδοκυκλικά
- **Υπέρταξη** : Εχινόμορφα
- **Τάξη** : Καμερόδοντα
- **Οικογένεια** : Echinidae
- **Γένος** : *Paracentrotus*
- **Είδος** : *Paracentrotus lividus*



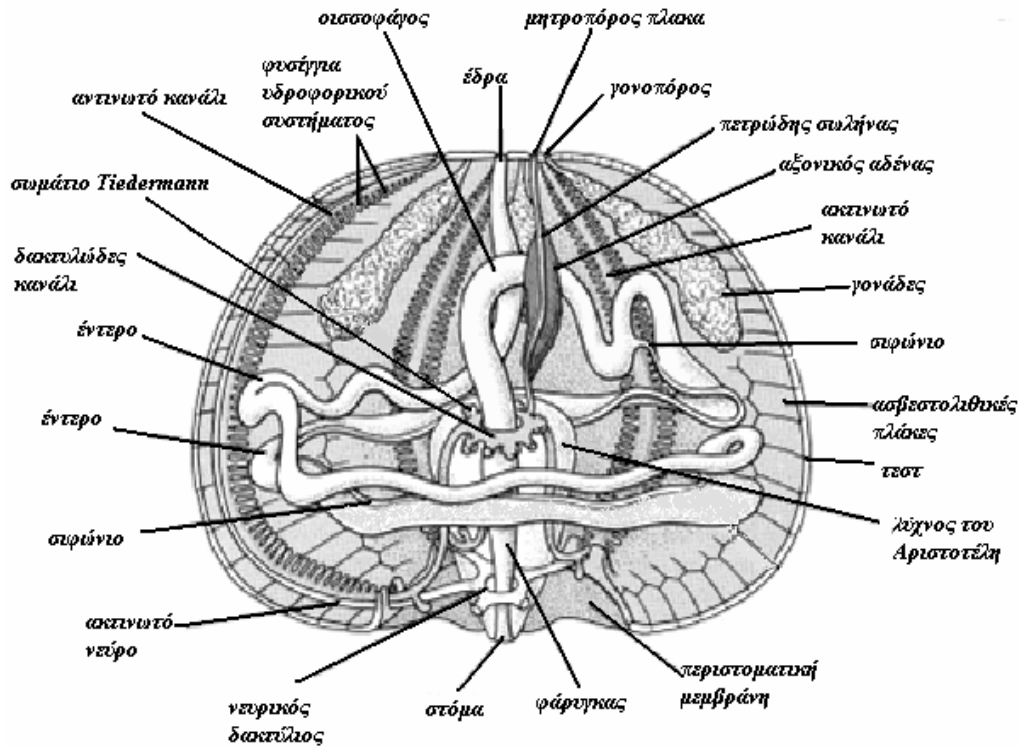
**Εικόνα 2.** Εδώ άλλο ένα άτομο *P.lividus* σε μία φωτογραφία όπου διακρίνονται τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του, καθώς και ο χρωματισμός του σε φυσικό περιβάλλον.



Ένα άλλο χαρακτηριστικό του αχινού, που τον καθιστά σημαντικό, είναι η φυλογενετική του θέση. Τα εχινόδερμα και τα ημιχορδωτά είναι αδελφές ομάδες. Τα εχινόδερμα, τα ημιχορδωτά και τα χορδωτά (στα οποία ανήκει ο άνθρωπος) είναι τα μόνα φύλα εν ζωή, από την κατηγορία των δευτεροστομίων του ζωικού βασιλείου. Με άλλα λόγια τα χορδωτά έχουν κοινό πρόγονο με τα εχινόδερμα. Για το λόγο αυτό οι αχινοί είναι περισσότερο συγγενικοί με όλα τα άλλα δευτεροστόμια από ότι είναι ένα δευτεροστόμιο με οποιαδήποτε άλλη ομάδα ζώων (π.χ. μύγες, σκώληκες).

## **Βιολογία του *Paracentrotus lividus***

Ως τυπικός αχινός, χαρακτηρίζεται από πεντακτινωτή συμμετρία, το κλασσικό υδροφορικό του σύστημα, που χρησιμεύει στη βάδιση και στην μετακίνηση του, καθώς και από την φάση της αναπαραγωγικής του διαδικασίας και ιδιαίτερα την εξωτερική γονιμοποίηση του. Το σώμα του είναι σφαιρικό, πεπλατυσμένο στους δύο πόλους (στον άνω και κάτω πόλο) δημιουργώντας ουσιαστικά έτσι, δύο επιφάνειες που ονομάζονται, άνω στοματική επιφάνεια και κάτω στοματική έδρα. Επίσης φέρει ισχυρές ακάνθες σε όλο το μήκος και το ύψους όλου του κελύφους και το χρώμα των ακάνθων μπορεί να είναι μαύρο έως κοκκινωπό, ερυθρό, ιώδες, ελαιώδες πράσινο, ή μελανό.



Εικόνα 3. Σχηματική απεικόνιση της ανατομίας του *P.lividus*, σε κάθετη διατομή.

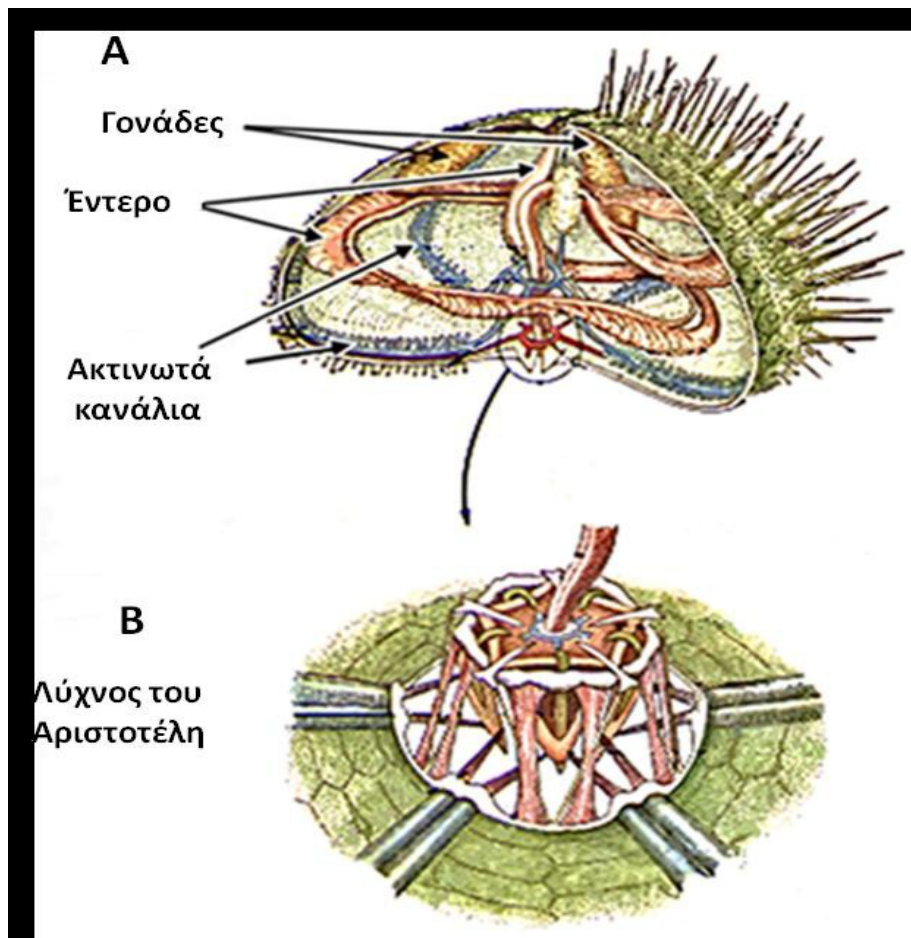
Μεταξύ των άκανθων, των οποίων, υπάρχουν ανάμεσα τους, οι βαδιστικοί ποδίσκοι και οι ποδολαβίδες. Η κίνηση των άκανθων επιτυγχάνεται με μύες, προσφυόμενους που βρίσκονται στη βάση του κελύφους. Κάτω από το εξωδερμικό περίβλημα, υπάρχει ο ενδοδερμικός σκελετός, που αποτελείται από τα ασβεστολιθικά πινακίδια. Η διάμετρος του σώματος (κέλυφος,) μπορεί να φτάσει μέχρι και έως τα 7,5 εκ. χωρίς τις άκανθες. Οι δε άκανθες, είναι οξύληκτες σχηματισμένες και μπορούν και φτάνουν τα ως και τα 3 εκ. σε μήκος και κινούνται με τη βοήθεια των μυών(Hickman et al., 2001).

Όπως και στα άλλα μέλη της συνομοταξίας των εχινόδερμων δεν παρατηρείται κεφαλαιοποίηση. Υπάρχει ωστόσο ένας στοματικός-αντιστοματικός άξονας, κατά ύψος του κελύφους, ανάμεσα στην άνω στοματική επιφάνεια και στην κάτω στοματική έδρα. Στην παρακάτω εικόνα(Εικόνα 4), φαίνεται η εσωτερική δομή του αχινού. Το μεγαλύτερο μέρος του εσωτερικού όγκου του κελύφους του αχινού καταλαμβάνεται από το πεπτικό σύστημα και τους γεννητικούς αδένες (γονάδες). Μια από τις λειτουργίες της κοιλότητας του κελύφους, είναι να εξασφαλιστεί η διατήρηση των γονάδων και της πεπτικής οδού. Στο κέντρο της





στοματικής επιφάνειας διακρίνεται το στόμα, ενώ στην στοματική περιοχή, η έδρα.



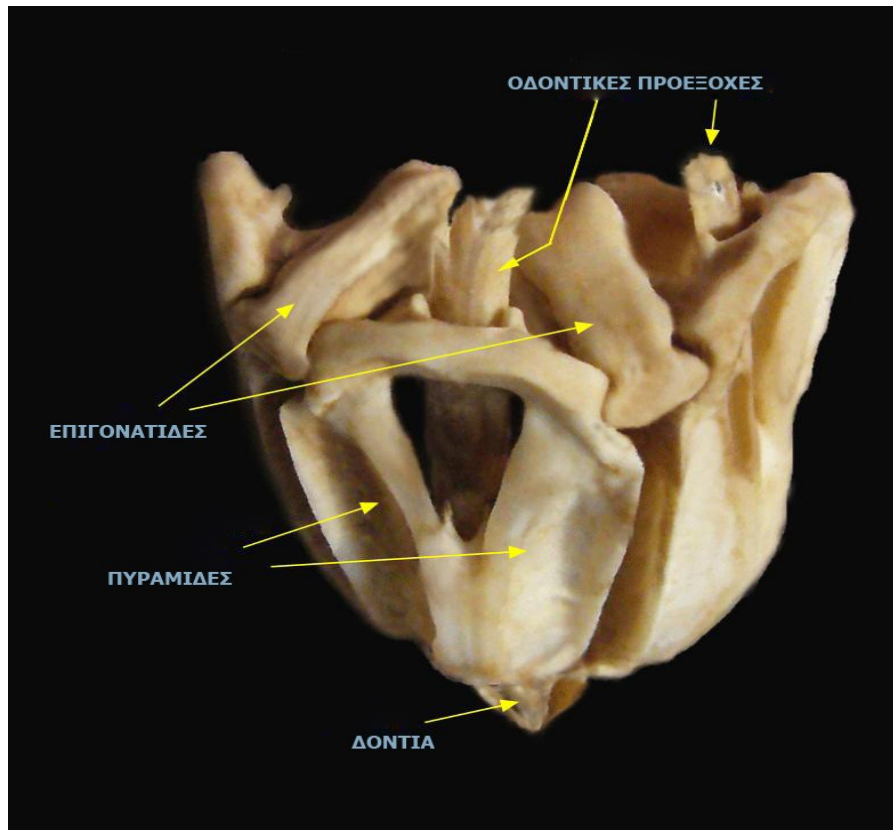
**Εικόνα 4.** Σχηματική απεικόνιση της ανατομίας του *P.lividus* όπου φαίνονται κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως η θέση των γονάδων, τα ακτινωτά κανάλια, το έντερο και ο Λύχνος του Αριστοτέλη.

Χαρακτηριστική είναι επίσης, η μασητική συσκευή των εχινοειδών από την οποία ξεκινάει το πεπτικό σύστημα. Η μασητική συσκευή η οποία είναι γνωστή και ως « λύχνος του Αριστοτέλη»(Εικόνα 4), εκτείνεται ως τον φάρυγγα και αποτελείται από τα δόντια και τις γνάθους(Εικόνα 5). Τα πέντε μακρὰ κυρτά δόντια εκφύονται από τις πέντε γνάθους και προεξέχουν από το στόμα. Οι δε γνάθοι, συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια μικρών σκελετικών τεμαχίων από ανθρακικό ασβέστιο, που ονομάζονται επιφύσεις. Η κίνηση των γνάθων, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια προσαγωγών και απαγωγών μασητήριων



μυών. Οι κινήσεις των δοντιών, καθώς και οι κινήσεις του στόματος, οφείλονται σε διαφορετικούς μυς της μασητικής συσκευής.

Είναι τοποθετημένοι στη βάση του στόματος, και αποτελούνται από ασβεστολιθικό υλικό και ονομάζονται "περιγναθική περιοχή", που αποτελεί και το σύνορο της στοματικής κοιλότητας.



**Εικόνα 5.** Ο Λίχνος του Αριστοτέλη και τα τμήματα του σε απεικόνιση.

Συνέχεια της μασητικής συσκευής αποτελεί ο οισοφάγος, ο διευρυμένος στόμαχος και το σωληνοειδές περιελιγμένο έντερο που καταλήγει στην έδρα. Ο σίφωνας είναι τυφλός σωλήνας που εκφύεται από τον οισοφάγο και ενώνεται με το πρόσθιο τμήμα του τελικού εντέρου. Χρησιμεύει για την απομάκρυνση της περίσσειας του θαλασσινού νερού, που εισέρχεται στη στοματική κοιλότητα με τη τροφή. Στο κοίλωμα του αχινού περιφέρονται τα κοιλωματικά κύτταρα, με φαγοκυτταρική δράση και ικανότητα επούλωσης των τραυμάτων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το υδροφορικό σύστημα του αχινού, που ξεκινά από τη μητροπόρα πλάκα και οδηγεί το νερό στον περιοισοφαγικό υδροφορικό κλοιό. Το νερό μέσα από ένα σύστημα



τυφλών σωλήνων και υδροφόρων αγωγών καταλήγει σε σωληνοειδείς τυφλούς βαδιστικούς ποδίσκους οι οποίοι εξέρχονται από τους πόρους των βαδιστικών πινακιδίων και προβάλλουν στην εξωτερική επιφάνεια (Εικόνα 6). Οι βαδιστικοί ποδίσκοι διατείνονται από το περιεχόμενο νερό και προκαλούν την κίνηση του ζώου, με τη βοήθεια και ζευγών μυών.

Το νευρικό σύστημα του αχινού αποτελείται από τον περιοισοφαγικό νευρικό κλοιό, από τον οποίο εκφύονται πέντε νευρικά στελέχη. Διαθέτει επίσης βράγχια τα οποία βρίσκονται συμμετρικά γύρω από το περίστομο ενώ το αιμοφόρο (κυκλοφορικό) του σύστημα αποτελείται από ένα στενό αιμοφόρο αγγείο παράλληλο προς τον πετρώδη σωλήνα, που καλείται ως αξονικό όργανο (Hickman et al., 2001).



**Εικόνα 6.** Βαδιστικοί ποδίσκοι οι οποίοι εξέρχονται από τους πόρους των βαδιστικών πινακιδίων και προβάλλουν στην εξωτερική επιφάνεια.

Οι βαδιστικοί ποδίσκοι(Εικόνα 6) λαμβάνουν μέρος στην διαδικασία της αναπνευστικής λειτουργίας και των ακτινωτών καναλιών, του αχινού. Το νερό περνάει μέσω του βραγχιακού συστήματος του αχινού μέσω της πλάγιας καναλοειδής περιοχής και μέσω μιας κύστης που βρίσκεται στην περιοχή των ποδιών. Η μεταφορά του οξυγόνου και η ανταλλαγή του οξυγόνου από το θαλασσινό νερό διενεργείται στα τείχη, στα ακτινωτά κανάλια (υδροφορικό σύστημα).

Τέλος το οξυγόνο μεταφέρεται με διαφορετικές επεκτάσεις γύρω από τα εσωτερικά όργανα των αχινών για τις βασικές του λειτουργίες.



## Αιτίες μείωσης του πληθυσμού.

Σε παλαιότερες δεκαετίες η αλιεία των αχινών γινόταν μόνο από λιγοστούς ανθρώπους, χωρίς μεγάλες παραγωγές, διότι η πώληση γινόταν σε τοπικές αγορές (Boudouresque 1987).

Σήμερα οι άνθρωποι που ασχολούνται επαγγελματικά είναι περισσότεροι, με αποτέλεσμα να έχουν αυξηθεί οι περιοχές αλιείας, διότι υπάρχει μεγάλη ζήτηση από τις αγορές της Ασίας και ειδικότερα της Ιαπωνίας (Yokota 2002).

Παράλληλα, και οι μέθοδοι αλιείας έχουν εξελιχθεί (Perry 2002). Η υπεραλίευση των αχινών, οδήγησε ορισμένες χώρες στην ενίσχυση μιας διαφορετικής πολιτικής (Lesser, Walker 1998): προστασία του φυσικού πληθυσμού ώστε αυτός να αναπαράγεται και να αυξάνονται τα φυσικά τους αποθέματα (San Martin 1987, Botsford 1999, Yokota 2002). Στο συγκεκριμένο είδος του αχινού, *P. Lividus*, τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζεται μια ανεξέλεγκτη αλίευση του, σε αρκετές περιοχές της Μεσογείου, με αποτέλεσμα, τα αποθέματα των φυσικών πληθυσμών να έχουν αρχίσει να παρουσιάζουν σημαντική μείωση. Στην γειτονική Ιταλία, όπου η αλιεία του *P. lividus*, είναι πολύ διαδομένη και κυρίως, στα πιο νότια τμήματα, της χώρας (Boudouresque and Verlac 2001).

Οι αλιευτικές δραστηριότητες που διενεργούνται, μερικές φορές καταστρέφουν ή διαφοροποιούν την δομή του πυθμένα άμεσα, καταστρέφοντας έτσι ολόκληρη την βιολογική, την δομή του οικοσυστήματος του βιότοπου που διαβιώνει, είτε έμμεσα, καταστρέφοντας έτσι, κυρίες ομάδες πληθυσμών, με αποτέλεσμα να αλλάζει ολόκληρη η δομή των πληθυσμών που ζουν σε ένα ενδιαίτημα (Dayton 1995, Turner 1999, Link 2002).

Ειδικότερα, στη Μεσόγειο Θάλασσα, διάφορες παράνομες και νόμιμες αλιευτικές μέθοδοι σε σκληρό υπόστρωμα, προκαλούν άμεσα η έμμεσα, τεράστια προβλήματα, στους διάφορους οργανισμούς που ζουν σε αυτά, όπως για παράδειγμα στο *P. Lividus* αλλά και σε όλους τους οργανισμούς που μοιράζονται το ίδιο ενδιαίτημα με αυτά.

Το συγκεκριμένο είδος αχινού, *P. lividus* αλιεύεται όχι μόνο στην λεκάνη της Μεσόγειου Θάλασσας, αλλά και κατά μήκος των ακτών του βόρειο-ανατολικού Ατλαντικού ωκεανού, από την Σκωτία και την Ιρλανδία μέχρι και βόρεια της παραλιακής περιοχής του Μαρόκου (Boudouresque and Verlaque 2001).



## Οικολογικές συνέπειες

Ο αχινός *P. lividus*, αποτελεί εδώδιμο είδος, το οποίο προστατεύεται σε Ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Σύμφωνα με τη σύμβαση της Βέρνης, 98/746/EK, το είδος κρίθηκε και επίσημα προστατευόμενο. Η μείωση των πληθυσμών, του συγκεκριμένου είδους, στα διάφορα ενδιαίτηματα, θα μπορούσε να προκαλέσει μεγάλες συνέπειες στις κοινωνίες του βένθους.

Η γενική εικόνα που παρατηρείται και από μαρτυρίες, από επαγγελματίες και ερασιτέχνες ψαράδες, καθώς και από κατοίκους των διάφορων περιοχών, είναι ότι το συγκεκριμένο είδος αχινού, παρουσιάζει μείωση στους πληθυσμούς του, σε διάφορες περιοχές, καθώς αλιεύεται ανεξέλεγκτα και παράνομα, ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται και την ευκολία της πρόσβασης σε αυτής. Λίγοι κανόνες υπάρχουν για να περιοριστεί η υπερεκμετάλλευση της αλιείας των αχινών. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι ότι οι αχινοί συλλέγονται λίγο πριν φτάσουν σε πλήρη γεννητική ωριμότητα, και έτσι δεν έχουν ευκαιρία να γεννήσουν (Grosjean 2001). Επιπλέον, η αφαίρεση ενήλικων αχινών από τις τοποθεσίες τους, πιθανό να έχει και αρνητικό αντίκτυπο στην επιβίωση των νεαρών ατόμων. Τα νεαρά μπορεί να είναι περισσότερο ευαίσθητα στους θηρευτές τους διότι δεν προστατεύονται από το ισχυρά ασβεστοποιημένο αγκαθένιο κάλυμμα των ενηλίκων ατόμων (Tegner & Dayton 1977).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συντελεί στη μείωση των αποθεμάτων του είδους, είναι η ρύπανση που προέρχεται από τη γεωργία που με τα διάφορα λιπάσματα και φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται να καταλήγουν τελικός, στην παράκτια ζώνη, όπου υπάρχουν οι αχινοί, επηρεάζοντας έτσι την αναπαραγωγική διαδικασία με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αρκετές ανωμαλίες σε διάφορα στάδια του γόνου των αχινών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται μία αυξημένη θνησιμότητα του, κυρίως όταν είναι στο στάδιο του πλουτέα (Moschino 2002).



Η αλιεία του *P. lividus* επηρεάζει έμμεσα έναν άλλο αχινό, το *Arbacia lixura*. Ο μεγαλύτερος πληθυσμός του *A. lixura* σε κάποιες περιοχές ευνοείται από την υπεραλίευση του *P. lividus*. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, τα δυο είδη συνυπάρχουν απλά στον ίδιο χώρο, χωρίς το ένα να επιδρά αρνητικά στο άλλο (Guidetti 2003).

Μερικοί επιστήμονες κατέγραψαν ότι το *P. lividus* τρέφεται με σαρκώδη ανορθωμένα φύκη και οργανικά υπολείμματα, ενώ το *A.Lixura* τρέφεται με φύκη προκοραλλιογενών σχηματισμών (Verlaque and Nedelec 1983, Frantzis 1998, Boudouresque and Verlaque 2001).

Θα πρέπει μέσα σε όλα αυτά, να συνυπολογίσουμε και τις όποιες θνησιμότητες του είδους προέρχονται πέρα από τον ανθρωπογενή παράγοντα. Όπως είναι, οι φυσικοί θηρευτές, ο ανταγωνισμός, η πρόωγη θνησιμότητα, τα βακτηρία, τα παράσιτα και την διαθεσιμότητα της τροφής (Jangoux 1987, McClanahan and Shafir 1990, Turon 1995, Sala and Zabala 1996, Lopez 1998).

### **Φυσικοί θηρευτές**

Οι κυριότεροι από τους φυσικούς θηρευτές του *Paracentrotus lividus*, στη Μεσόγειο θάλασσα, είναι οι αστερίες *Marthasterias glacialis*, *Asteria rubens*, είναι τα ψάρια *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* και *Coris julis*, *Labrus merula*, που μπορούν και θηρεύουν μικρά άτομα, αλλά και άτομα νεότερης ηλικίας.

Επίσης και τα καβούρια ανήκουν στους θηρευτές του *P. lividus*, τα οποία, τους σπάζουν με τις δαγκάνες τους, και συγκεκριμένα το είδος του καβουριού αράχνη, *Maja crispate*.

Στους θηρευτές επίσης είναι και το γαστερόποδο *Trunculariopsis trunculus* (Boudouresque & Verlaque 2001).





## Οι γονάδες

Το *Paracentrotus lividus*, ωριμάζει όταν η διάμετρός του φτάσει τα 20με25mm, επίσης τα ώριμα άτομα έχουν πορτοκαλί - κόκκινο χρώμα γονάδων (αρσενικά), και πορτοκαλί ανοιχτό (θηλυκά) (Grosjean 2001).

Οι αχινοί, αλιεύονται για τις γονάδες τους, οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα όμως που προκύπτει, είναι ότι οι αχινοί συλλέγονται (αλιεύονται) λίγο πριν φτάσουν σε πλήρη γεννητική ωριμότητα και έτσι δεν έχουν την ευκαιρία να γεννήσουν (Grosjean 2001). Παρόλα αυτά οι οικολογικές συνέπειες δεν έχουν ερευνηθεί σε βάθος ακόμη.

Η εκτροφή θαλάσσιων αχινών είναι απαραίτητα, η εναλλακτική λύση για όλες τις χώρες που εκμεταλλεύονται τους αχινούς (Grosjean 2001).



**Εικόνα 7.** *P. lividus*, ενήλικο άτομο, σε πλήρη γεννητική ωριμότητα, σε οριζόντια τομή όπου έχουν αποκαλυφθεί οι γονάδες. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



## Φυσικοχημικοί παράμετροι

### Θερμοκρασία

Γενικά όπως αναφέρουν βιβλιογραφικές πηγές, τα όρια της θερμοκρασίας, που διαβιώνει ο αχινός, κυμαίνονται από 10<sup>0</sup>C έως 15<sup>0</sup>C τον χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι από 18<sup>0</sup>C έως 25<sup>0</sup>C (Boudouresque & Verlaque 2001). Η θερμοκρασία των νερών σχετίζεται άμεσα με την σωματική αύξηση του θαλάσσιου αχινού (Fernandez 1996). Οι εποχιακές μεταβολές που παρατηρούνται στην αύξηση των αχινών φαίνεται να σχετίζονται με την θερμοκρασία των νερών (Boudouresque & Verlaque 2001). Στη Μεσόγειο, η μέγιστη αύξηση παρατηρείται μεταξύ 12 και 18<sup>0</sup> C την άνοιξη, μερικές φορές το φθινόπωρο και ελαττώνεται το χειμώνα (Fernandez & Caltagirone 1994). Η θερμοκρασία φαίνεται να κατέχει τον κύριο παράγοντα και στην αναπαραγωγή του *P. lividus*. Ο Boudouresque & Verlaque (2001) αναφέρουν ότι μπορεί να υπάρχουν και δυο αναπαραγωγικές περίοδοι, για το ίδιο έτος, οι οποίοι οφείλονται στις τιμές της θερμοκρασίας. Όταν υπάρχουν δύο περίοδοι αναπαραγωγής, η πρώτη εμφανίζεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται σε ένα κρίσιμο σημείο και όταν η θερμοκρασία πέσει σε αυτό το κρίσιμο σημείο εμφανίζεται η δεύτερη αναπαραγωγική περίοδος (Boudouresque & Verlaque 2001 από Fenaux 1968).

### οξυγόνο – αλατότητα

Το είδος *Paracentrotus lividus*, παρουσιάζεται σε γενικές γραμμές, ανθεκτικό σαν είδος, σε σχέση με τις τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό (Boudouresque & Verlaque 2001).

Παρόλη την παρουσία του θαλάσσιου αχινού σε μεσογειακές παραλιακές λιμνοθάλασσες και σε εκβολές ποταμών στον Ατλαντικό, ο *P. lividus* είναι ευαίσθητο είδος σε χαμηλές και υψηλές τιμές αλατότητας. Γενικά στον αχινό, οι χαμηλότερες και υψηλότερες τιμές θνησιμότητας της αλατότητας είναι αντίστοιχα 15 έως 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub> και 39 έως 40<sup>0</sup>/<sub>00</sub> και για μεγάλη διάρκεια έκθεσης (Boudouresque & Verlaque 2001).





## Ο αχινός ως πειραματικό υλικό

Ο αχινός αποτελεί ένα από τα πιο κοινά πειραματόζωα και έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για μελέτες ποικίλων κλασσικών αναπτυξιακών προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών της γονιμοποίησης και της ενεργοποίησης των ωαρίων, αυλάκωσης, της γαστριδίωσης και της ρύθμισης της διαφοροποίησης στο πρώιμο έμβρυο. Αυτό οφείλεται στην πληθώρα των ατόμων που είναι διαθέσιμα, στην απλή διαδικασία της εμβρυογένεσης και στο γεγονός ότι τα εμβρυικά κύτταρα είναι διαφανή, επιτρέποντας άμεση παρατήρηση των κυτταρικών διαιρέσεων και κινήσεων σε ολόκληρο το έμβρυο και την προνύμφη (Ammons et al., 1999; Arnone et al., 1997). Αυτό αποτέλεσε ως τώρα σπουδαίο πλεονέκτημα στο χαρακτηρισμό των αναπτυξιακών γεγονότων του αχινού καθώς και τη διεξαγωγή πειραμάτων και την παρατήρηση των αποτελεσμάτων σε ζωντανά έμβρυα. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ο σύντομος χρόνος ανάπτυξης του, που έως το στάδιο του βλαστιδίου απαιτεί μόλις μια μέρα ενώ για τον ώριμο πλουτέα απαιτούνται περίπου δύο ημέρες.

Επίσης η αφθονία των αυγών του αχινού παρέχει πλούσιο υλικό για βιοχημικούς και μοριακούς χαρακτηρισμούς και επιτρέπει τη διεξαγωγή πειραμάτων με μεγάλο αριθμό εμβρύων με συγχρονισμένη ανάπτυξη. Γενικά τα έμβρυα του αχινού είναι εύκολα στο χειρισμό, γεγονός που δίνει στους ερευνητές που ασχολούνται, την δυνατότητα πραγματοποίησης πειραμάτων, που περιλαμβάνουν, την απομάκρυνση ή μεταμόσχευση βλαστομεριδίων, την απομόνωση βλαστικών στοιβάδων ή και την διχοτόμηση ολόκληρων εμβρύων. Σημαντική είναι επίσης η ευκολία της γονιδιακής μεταφοράς, καθώς η εισαγωγή γενετικού υλικού είναι πιο εύκολη από ότι σε άλλους οργανισμούς (McMahon et al., 1985, Flytzanis et al., 1985., Bogarad et al., 1998).



## Αναπαραγωγή

Ο αχινός είναι γονοχωριστικός οργανισμός και φέρει πέντε γονάδες που διατάσσονται ακτινωτά ως προς τον στοματικό-αντιστοματικό άξονα. Παρατηρείται διαφορά ως προς το χρώμα των γονάδων και συγκεκριμένα οι αρσενικές είναι υποκίτρινες έως και ερυθρές, ενώ οι θηλυκές είναι πορτοκαλί. Τα ώριμα άτομα (αρσενικά και θηλυκά) συγκεντρώνονται μαζί και ταυτόχρονα απελευθερώνουν τους γαμέτες τους (Boudouresque & Verlaque 2001), στο θαλάσσιο περιβάλλον, από τους πόρους των γεννητικών πινακιδίων και έτσι επιτυγχάνεται εξωτερικά η γονιμοποίηση. Το γεγονός της γέννας ποτέ δεν αφορά όλα τα άτομα του πληθυσμού (Allain 1972). Η αιώρηση ώριμων αρσενικών και θηλυκών γαμετών, μπορεί να ερεθίσει και να προκαλέσει την απελευθέρωση των γαμετών, των ώριμων θηλυκών και των αρσενικών ατόμων αντίστοιχα (Boudouresque & Verlaque 2001). Το γεννητικό υλικό των θηλυκών και των αρσενικών ατόμων (ωάρια και σπέρμα) αναμιγνύονται και γονιμοποιούνται, στη στήλη του νερού και αναπτύσσονται σε ελεύθερες-κολυμβητικές πλαγκτονικές λάρβες (προνύμφες). Η επιτυχία της αναπαραγωγής και η εγκατάσταση του γόνου εξαρτάται από την εποχή της αναπαραγωγής και στα διαφορετικά ενδιαιτήματα που ζουν οι αχινοί. Δεν υπάρχουν διάφορες ανάμεσα στον αναπαραγωγικό κύκλο των θηλυκών και των αρσενικών ατόμων (Turon 1995).

## Η εμβρυογένεση στον αχινό

Η διαδικασία της εμβρυογένεσης είναι πολύ καλά μελετημένη στον αχινό. Η γονιμοποίηση είναι εξωτερική και τα γονιμοποιημένα αυγά του *P. lividus* περνούν από το στάδιο του βλαστιδίου, του γαστριδίου και του πλουτέα σε διάστημα δύο ημερών σε θερμοκρασία 18° C. Κατόπιν, τα έμβρυα μετατρέπονται σε νύμφες και μεταμορφώνονται σε νεαρούς αχινούς σε διάστημα τεσσάρων περίπου εβδομάδων από τη στιγμή της γονιμοποίησης (Davidson et al. 1982; Davidson 1986; Gilbert 1985). Άλλα είδη αχινού, όπως ο *Strongylocentrotus Purpuratus* ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους με αργότερο ρυθμό, ενώ ο *Lytechinus Variegatus* με



γρηγορότερο ρυθμό, μιας και διαβιώνει σε πιο θερμά νερά. Χαρακτηριστικό στοιχείο κατά την ανάπτυξη του αχινού είναι ότι μέχρι και το στάδιο του βλαστιδίου, δεν πραγματοποιούνται μεταναστεύσεις κυττάρων και έτσι μπορούν να χαρτογραφηθούν και να προβλεφθούν οι αναπτυξιακές τύχες των διαφόρων εμβρυικών περιοχών (Davidson et al. 1998).

## **Διαδικασία της γονιμοποίησης**

Ο αχινός είναι γονοχωριστικός οργανισμός και φέρει πέντε γονάδες που διατάσσονται ακτινωτά ως προς τον στοματικό-αντιστοματικό άξονα. Παρατηρείται ως προς το χρώμα των γονάδων και συγκεκριμένα οι αρσενικές και υποκίτρινες ενώ οι θηλυκές είναι πορτοκαλί. Οι αχινοί μόλις εισέλθουν στην φάση της αναπαραγωγής τους περιόδου, με τις κατάλληλες συνθήκες και παρουσία των δύο φύλλων, απελευθερώνουν τα γεννητικά τους προϊόντα, στο θαλάσσιο περιβάλλον, από τους πέντε πόρους που έχουν, των γεννητικών πινακιδίων τους και έτσι, με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται εξωτερικά, η γονιμοποίηση του είδους. Κατόπιν αυτού, το ώριμο ωάριο του αχινού περιβάλλεται από ένα παχύ βλεννώδες-ζελατινώδες περίβλημα (gel coat) και χρησιμεύει για την ενεργοποίηση των σπερματοζωαρίων κατά την φάση της γονιμοποίησης. Παράγοντες σ' αυτό το βλεννώδες περίβλημα, προκαλούν την αντίδραση του ακροσώματος στο σπερματοζωάριο και είναι ειδικοί για κάθε είδος. Ενώ στην εσωτερική πλευρά αυτού του περιβλήματος, εκεί βρίσκεται η λεκιθική μεμβράνη που καλύπτει την κυτταρική μεμβράνη. Το ώριμο σπερματοζωάριο, το οποίο αποτελείται από τα εξής τμήματα, α) την κεφαλή, β) τον αυχένα, γ) το μέσο τμήμα, δ) και την ουρά. Ενώ φέρει στο πρόσθιο άκρο της κεφαλής του, το ακρόσωμα. Στο ακρόσωμα περιέχονται πρωτεολυτικά ένζυμα που πέπτουν την λεκιθική μεμβράνη και στον αχινό σχηματίζεται το ακροσωμικό νημάτιο με την φάση της διαδικασίας της αντίδρασης του ακροσώματος. Σε αντίθεση με τα σπερματοζωάρια των θηλαστικών ζώων που χρησιμοποιούν τα θρεπτικά συστατικά από το θηλυκό αναπαραγωγικό τους σύστημα, ως πηγή ενέργειας για την κίνηση τους. Τα δε σπερματοζωάρια του αχινού τώρα, κολυμπούν στην θάλασσα και επομένως διαθέτουν ενδογενείς ενεργειακούς πόρους όπως φωσφολιπίδια ή τριγλυκερίδια τα οποία παράχθηκαν κατά τη σπερματογένεση και αποθηκεύτηκαν. Κατά τη



διάρκεια της φάσης της γονιμοποίησης, το ωάριο συντήκεται με το σπερματοζωάριο, αφού το δεύτερο, το σπερματοζωάριο δηλαδή, διασχίζει το ζελατινώδες περίβλημα, με τη βοήθεια των ακροσωμικών ενζύμων. Στη συνέχεια συντήκονται οι προπυρήνες του ωαρίου και σπερματοζωαρίου με αποτέλεσμα τον σχηματισμό και την δημιουργία του ζυγωτού, κάτι το οποίο σηματοδοτεί την έναρξη των αυλακώσεων (Gilbert 2000).

### **Διατροφικές συνήθειες του *P. lividus***

Οι αχινοί γενικά κατέχουν πολύ σημαντική θέση στο θαλάσσιο βενθικό οικοσύστημα, λόγω των διατροφικών τους αναγκών, να διατρέφονται με θαλάσσια φύκη, περιορίζοντας έτσι την ανάπτυξη τους, (Benedetti 1998). Το *Paracentrotus lividus*, αν και χαρακτηρίζεται και ως οπορτουνιστής είναι κυρίως φυτοφάγος οργανισμός. Όταν οι πηγές των μακρόφυκων δεν είναι περιορισμένες, αποδεικνύει ότι είναι βασικός φυτοφάγος (Boudouresque & Verlaque 2001). Παρόλο που τα μακροφύκη και τα λιβάδια-λειμώνες αποτελούν την κύρια πηγή τροφής για το *P. lividus*, στη φύση, αυτό το είδος εμφανίζεται να είναι οπορτουνιστής, δηλαδή ικανός να εκμεταλλευτεί κάθε είδους πηγή τροφής, ειδικά κάτω από περιοριστικές συνθήκες (Boudouresque & Verlaque 2001). Τα μικροφύκη, οι σπόγγοι, τα υδρόζωα, τα κωπήποδα, ζωοπλαγκτόν, κ.ά. μπορεί να βρεθούν στο εσωτερικό του (Regis 1978). Ο Boudouresque & Verlaque (2001), αναφέρει ότι, άτομα του *P. lividus* έτρωγαν νεκρά ψάρια που βρίσκονταν στο πυθμένα.

Τέλος, φαινόμενα κανιβαλισμού μπορεί να εμφανιστούν, σε συνθήκες ασιτίας και όταν τα άτομα παραμείνουν μόνα τους. Σε ενυδρείο παρατηρήθηκε (Pastor 1971, και από Boudouresque & Verlaque 2001), επίθεση και κατανάλωση μικρών ατόμων αχινών (2-3cm διαμέτρου) από τα μεγαλύτερα άτομα αχινών, που λιμοκτονούσαν.



## Σωματική αύξηση

Η σωματική αύξηση του *P. lividus*, στο φυσικό του πεδίο φαίνεται να σχετίζεται κυρίως με την θερμοκρασία, την ποιότητα της τροφής και τη γοναδική αύξηση (Fernandez 1996). Εποχιακές μεταβολές στην αύξηση των ατόμων των αχινών, φαίνεται να σχετίζονται με την θερμοκρασία (Boudouresque & Verlaque 2001). Στη Μεσόγειο θάλασσα, η μέγιστη αύξηση παρατηρείται μεταξύ τους 12<sup>0</sup> και 18<sup>0</sup>C την άνοιξη (Fernandez & Caltagirone 1994). Ατομα 2cm γενικά, θεωρούνται, ως μέσος όρος, δύο χρονών, ενώ τα 4cm άτομα θεωρούνται τεσσάρων με πέντε χρονών.

## Επικάλυψη με διάφορα αντικείμενα

Κατά την διάρκεια της ερευνητικής εργασίας, συγκεκριμένα κατά την συλλογή, αλιεία των δειγμάτων, παρατήρησα τους αχινούς, να είναι καλυμμένοι με διάφορα αντικείμενα, όπως για παράδειγμα φύκη, πέτρες, κοχύλια, κ.τ.λ.

Βιβλιογραφικές πηγές, αναφέρουν, ότι παρατηρείται συχνά στους αχινούς να είναι καλυμμένοι με διάφορα αντικείμενα. Οι αχινοί μεγάλου και μεσαίου μεγέθους παρουσιάζουν πιο συχνή τάση, δηλαδή, να καλύπτονται, σε αντίθεση με τους μικρότερους σε μέγεθος, οι οποίοι δεν εμφανίζουν, την τάση να καλύπτονται, γιατί, μπορούν να κρύβονται πιο εύκολα σε τρύπες ανάμεσα στους βράχους και κάτω από αυτούς (Barnes 2001).

Οι αχινοί που βρίσκονται στα πιο πάνω μέρη και στα πλάγια μέρη των βράχων, βρίσκονται συχνά καλυμμένοι, σε αντίθεση με τους αχινούς που βρίσκονται στη βάση των βράχων και κάτω από τους αυτούς (Barnes 2001). Οι λόγοι που μπορούμε να υποθέσουμε ότι οδηγούν τους αχινούς στο να καλυφθούν είναι οι εξής ( Barnes 2001).

- 1) Ως βοήθεια, (αντίσταση) για να μην μετακινηθούν από τους κυματισμούς
- 2) Για προστασία από τον ήλιο και την ζέστη.
- 3) Για άμυνα κατά των επιθέσεων και ίσως για καμουφλάζ.
- 4) Για κάλυμμα (προστασία) κατά τη διάρκεια της μετακίνησης για ανάγκες (πχ. εύρεση τροφής, αλλαγή θέσης).



## Υλικά και μέθοδοι

### Μεθοδολογία και επεξεργασία δειγμάτων

Όλα τα δείγματα, μεταφέρθηκαν ζωντανά από το αλιευτικό πεδίο σε εργαστηριακό χώρο, όπου καταμετρήθηκαν τα άτομα και τοποθετήθηκαν αμέσως σε ειδικό χώρο, σε συνθήκες κατάψυξης στους  $-22^{\circ}\text{C}$ . Οι συνθήκες της θανάτωσης όλων των αχινών πραγματοποιήθηκε με υποθερμικό σοκ, ταυτόχρονα για όλα τα άτομα.



**Εικόνα 8.** *P. lividus* σε πλήρης γενετική ωριμότητα, έχει ήδη αρχίσει να αποβάλλει το γεννητικό του υλικό. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



Στην Εικόνα 8 βλέπουμε έναν αχινό που υπέστη σοκ από την αλλαγή της θερμοκρασίας και απελευθερώνει γεννητικό υλικό. Όλα τα δείγματα των αχινών σε όλα τα στάδια από την αλίευση έως και την επεξεργασία των δειγμάτων, είχαν τους ίδιους χειρισμούς. Αφού συγκεντρώθηκαν όλα τα απαραίτητα δείγματα, άρχισε και η επεξεργασία τους.

Οι αχινοί έβγαιναν από συνθήκες κατάψυξης και η απόψυξη των δειγμάτων μας γινόταν σε συνθήκες θερμοκρασίας εργαστηρίου. Αφού πρώτα καθαρίστηκαν εξωτερικά οι αχινοί και απομακρύνθηκαν από το πάνω μέρος των άκανθων, τα διάφορα φύκια και στερεά σώματα (πέτρες, κελύφη) που βρίσκονταν προσκολλημένα πάνω στους άκανθους. Στην εικόνα 9 βλέπουμε έναν αχινό αφού έχουν απομακρυνθεί οι άκανθες και είναι έτοιμος για μετρήσεις. Εν συνεχεία, με ένα χειρουργικό ψαλίδι, ανοίγονταν κατά την επεξεργασία του αχινού, μια μικρή οπή πάνω στην έδρα της προκτικής περιοχής. Κατόπιν, πολύ προσεκτικά τρυπιόταν στην πλευρά, της στοματικής έδρας δημιουργώντας μια δεύτερη οπή με το χειρουργικό ψαλιδάκι, λίγο μεγαλύτερη, πλάγια του στόματος (Λύχνος του Αριστοτέλη), στη στοματική περιοχή (στη περιοχή της μεμβράνης).

Σκοπός ήταν, με αυτόν τον τρόπο, να εισέλθει αέρας, στο εσωτερικό μέρος του κελύφους ώστε να απομακρύνουμε το θαλασσινό νερό, που βρισκόταν εγκλωβισμένο, μέσα στο κέλυφος του αχινού, έτσι ώστε να γίνει η καθαρή μέτρηση του βάρους του νωπού αχινού, (χωρίς να ζυγίσουμε νερό και να το προσμετρήσουμε στο συνολικό βάρος του αχινού) περιορίζοντας έτσι, τυχόν λάθος μετρήσεις στον προσδιορισμό του βάρους. Η μέτρηση του βάρους του αχινού, πραγματοποιούνταν σε εργαστηριακό ζυγό ακριβείας, μέχρι και δύο δεκαδικών ψηφίων. Στη συνέχεια με ειδικά γάντια, ο αχινός πιάνονταν και συγκρατιόταν σε σταθερή θέση και με τη βοήθεια ενός καταδυτικού μαχαιριού τύπου INOX (λεπίδα) απομακρύνουμε τις άκανθες σπάζοντας τις από τη ρίζα του κελύφους. Φτάνοντας ουσιαστικά το μαχαίρι σε επαφή με το κέλυφος καθ' όλο το μήκος της διαμέτρου του και καθ' όλο το ύψος του.





**Εικόνα 9.** *P. lividus*. Αχινός, αφού έχουν απομακρυνθεί οι άκανθες και είναι έτοιμος για μετρήσεις. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)

Εν συνεχεία, μ' ένα συρμάτινο σφουγγαράκι, τριβόταν ελαφρά το κέλυφος για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων από θρυμματισμένους άκανθες. Το κέλυφος σκουπιζόταν με χαρτί για να ακολουθήσει η διαδικασία της μέτρησης. Ακολουθούσαν διαδοχικές μετρήσεις, έτσι ώστε να λάβουμε την πιο ακριβή τιμή.





**Εικόνα 10.** *P. lividus* . κατά την μέτρηση του μήκους της διαμέτρου του κελύφους.  
(φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)

Ακολούθως, πολύ προσεκτικά κοβόταν η μεμβράνη γύρω από τη στοματική κοιλότητα με ένα χειρουργικό ψαλιδάκι και αφαιρούσαν εξολοκλήρου με μία χειρουργική λαβίδα όλο το μασητικό σύστημα του αχινού μας. Πολύ προσεκτικά θρυμματιζόταν το κέλυφος από την πλευρά της στοματικής έδρας και αποκαλύπτονταν οι γονάδες εσωτερικά του κελύφους. Στην εικόνα 12 μπορούμε να δούμε πώς φαίνεται ένας αχινός μετά την διατομή. Σε αυτό το στάδιο γινόταν και ο προσδιορισμός του φύλου των αχινών μας (αρσενικό / θηλυκό) καθώς και το στάδιο ανάπτυξης των γονάδων.



**Εικόνα 11.** *Paracentrotus lividus* . κατά την μέτρηση του ύψους του κελύφους.  
(φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



**Εικόνα 12.** *P.lividus*. οριζόντια τομή, ώριμου, ενήλικου ατόμου.  
(φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)





Εν συνεχεία πολύ προσεκτικά με μία χειρουργική λαβίδα αφαιρούνταν όλα τα εσωτερικά όργανα του αχινού, αφήνοντας στο κέλυφος μόνο τις γονάδες ανέπαφες χωρίς να έχουν υποστεί κάποιον κακό χειρισμό (π.χ. τρύπημα ή σχίσιμο των γονάδων). Στις εικόνες 12, 13, και 14 φαίνονται αχινοί (ενδεικτικοί σε διάφορα στάδια ανάπτυξης), αφού έχουν υποστεί την παραπάνω διαδικασία και οι γονάδες είναι έτοιμες προς ζύγιση. Με μία χειρουργική βελόνα αφαιρούνταν οι γονάδες μία - μία και εν συνεχεία πραγματοποιούταν η ακριβής ζύγιση τους (όλου του γεννητικού υλικού).

Στη συνέχεια οι γονάδες, συσκευαζόταν σε ειδικά φιαλίδια όπου και γινόταν καταχώρηση των στοιχείων του αχινού και της περιοχής.



**Εικόνα 13.** *P.lividus* Θηλυκές γονάδες, ώριμου, ενήλικου ατόμου, έτοιμες για την αφαίρεση τους και προς ζύγιση τους διαδικασία (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



Η πλήρωση των φιαλιδίων όπου και τοποθετούνταν οι γονάδες γίνονταν με αιθυλική αλκοόλη καθαρότητας 98%.

Τέλος τα φιαλίδια τοποθετούνταν σε ειδικές θήκες σε συνθήκες συντήρησης για την περαιτέρω ανάλυση τους (προσδιορισμός πρωτεΐνης, προσδιορισμός λίπους, προσδιορισμός υγρασίας και προσδιορισμός καροτινοειδών).

Αφού λοιπόν γινόταν αρίθμηση των αχινών και της περιοχής, γινόταν καταγραφή των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, του φύλου, του βάρους των γονάδων και του σταδίου ανάπτυξης τους και τυχόν παρατηρήσεις. Επίσης υπολογιζόταν και γινόταν ο προσδιορισμός του γοναδοσωματικού δείκτη  $GSI = (\text{βάρος γονάδας} / \text{ολικό βάρος σώματος}) \times 100$  (Lawrence et al. 1965).



**Εικ14.** *P. lividus*. Θηλυκές γονάδες, υπό-ενήλικου ατόμου, σε γεννητικά ανώριμο στάδιο. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



## Όργανα μετρήσεων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, έγινε με την χρήση του προγράμματος ANOVA του Excel, της Microsoft Office.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν εργαστηριακά όργανα, τα σημαντικότερα των οποίων είναι τα ακόλουθα:



**Εικ17.**Φασματοφωτόμετρο (Ηελιος α) (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)





Η ομογενοποίηση των γονάδων των αχινών, έγινε με ομογενοποιητή τύπου (Disperser) IKA®-WERKE (Εικόνα 18).



**Εικ18.** Μηχανικός ομογενοποιητής (Disperser)  
IKA®-WERKE

Η ζύγιση των ατόμων και των γονάδων, έγινε με ζυγό ακριβείας 0,01 gr (Εικόνα 19).



**Εικόνα 19.** Ψηφιακή φορητή ζυγαριά (KERN PCB) . (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)



Οι διαστάσεις των αχινών, (μήκος, ύψος) μετρήθηκαν με ψηφιακό παχύμετρο ακρίβειας 0,01 mm (εικόνα 20).



**Εικόνα 20.** Ψηφιακό παχύμετρο (HILKA, 76991500)

Φούρνος (Nüve fn 500)  
Διαχωριστικές φλάσκες (separating funnels).  
Ογκομετρικές φιάλες.  
Χαρτιά διήθησης (filter paper).

#### **Αντιδραστήρια**

Αιθυλική αλκοόλη (98%)

Μεθανόλη

Τρυγικό νάτριο

$\text{Na}_2\text{CO}_3$

$\text{NaOH}$

$\text{CuSO}_4$

Folin ciocalteu phenol

Χλωροφορμίο

Ακετόνη



## Σύσταση γονάδων αχιών *Paracentrotus lividus*

### Προσδιορισμός συγκέντρωσης της πρωτεΐνης

Για τον προσδιορισμό της πρωτεΐνης, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος (Markwell et al., 1978) με ορισμένες τροποποιήσεις.

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής ήταν απαραίτητη η παρασκευή τριών αντιδραστηρίων. Αρχικά παρασκευάστηκε το αντιδραστήριο Α, αποτελούμενο από 0,16% κ.β. τρυγικό νάτριο, 2% κ.β.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0,4% κ.β.  $\text{NaOH}$  και 1% κ.β.  $\text{SDS}$ . Στη συνέχεια παρασκευάστηκε το αντιδραστήριο Β από 4% κ.β.  $\text{CuSO}_4$ . Το αντιδραστήριο Γ, προήλθε από μίξη των Α και Β σε αναλογία 100:1 αντίστοιχα. Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης κατασκευάστηκε η ακόλουθη πρότυπη καμπύλη, χρησιμοποιώντας την BSA, ως πρότυπη πρωτεΐνη. Το προς ανάλυση δείγμα αραιώθηκε σε 6 όγκους νερού. Από το διάλυμα αυτό, δείγμα 1 ml αραιώθηκε σε 5ml  $\text{NaOH}$ . Δείγμα 200ml αναμίχθηκε σε 800 ml  $\text{NaOH}$  και προστέθηκαν 3 ml αντιδραστηρίου Γ και ακολούθησε επώαση σε θερμοκρασία δωματίου για μισή ώρα. Στη συνέχεια ακολούθησε προσθήκη 0,3ml αραιωμένου με νερό (1:1) αντιδραστηρίου Folin ciocalteu phenol. Μετά από ανάμειξη και επώαση των δειγμάτων για 45 λεπτά σε συνθήκες δωματίου, ο προσδιορισμός του χρώματος έγινε στα 660 nm.





**Εικόνα 24.** *P. lividus*. Θηλυκές γονάδες, ώριμου, ενήλικου ατόμου, πλήρως γεννητικά ώριμες, έτοιμες προς αφαίρεση και ζύγιση. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)

## Προσδιορισμός λίπους

Για τον προσδιορισμό του λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folch, η οποία βασίζεται στην εξαγωγή του λίπους, χρησιμοποιώντας ένα μίγμα χλωροφορμίου: μεθανόλης (Lee et al., 1996). Αποτελείται από ένα μείγμα πολύ πολικών διαλυτών, έτσι ώστε το μείγμα αυτό, να εξάγει όλα τα λιπίδια, συμπεριλαμβανομένων των διαρθρωτικών (Undeland et al., 2002). Ποσότητα δείγματος ομογενοποιήθηκε σε αναλογία 1:5 με διάλυμα χλωροφορμίου/μεθανόλης (2:1 κ.ο.). Ακολούθησε προσθήκη διαλύματος 0,5% κ.β. NaCl και φυγοκέντριση στις 3000 rpm και στους 4°C για 10 λεπτά. Στη συνέχεια απομακρύνθηκε η φάση του χλωροφόρμιου, ζυγίστηκε και τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 40°C για να εξατμιστεί με τη βοήθεια αδρανούς αερίου ( $N_2$ ). Το ποσοστό του λίπους υπολογίστηκε βαρομετρικά από τη διαφορά βάρους που προέκυψε πριν και μετά την εξάτμιση του χλωροφορμίου.



**Εικόνα 25.** *P. lividus* . Οριζόντια τομή αχινού, διακρίνονται οι θηλυκές γονάδες, ώριμου, ενήλικου ατόμου, πλήρως γεννητικά ώριμες, έτοιμες προς αφαίρεση, ζύγιση και προς, προσδιορισμού λίπους και υγρασίας. (φωτο: Παναγιώτης Ν. Μουρούτης)

Στις εικόνες 24 και 25 μπορούμε να δούμε πως φαίνονται οι γονάδες των πολύ ώριμων γεννητικά ατόμων που είναι έτοιμες να αφαιρεθούν και να ζυγιστούν, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες διαδικασίες για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών, του λίπους και της υγρασίας.

### Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο AOAC 985. Ζυγίστηκε δείγμα (περίπου 5 γραμμάρια) και τοποθετήθηκε σε φούρνο (Nüve fh 500) για 24 ώρες στους 105°C. Η υγρασία προσδιορίστηκε μετατρέποντας σε ποσοστό την διαφορά βάρους, πριν και μετά τη τοποθέτηση του δείγματος στο φούρνο.



## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ

### Εκχύλιση από τους ιστούς

Οι προς εκχύλιση ιστοί πρέπει να είναι φρέσκοι και μη κακοποιημένοι. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό, αποθηκεύονται σε  $<-10^{\circ}\text{C}$  και όχι σε διάλυμα διαλύτη διότι τα καροτενοειδή υφίστανται εύκολα cis / trans ισομερίωση και αλλοιώνεται η χημική τους δομή.

Κατ'αρχήν χρησιμοποιούμε ακετόνη που είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτή, επειδή οι ιστοί των αχινών περιέχουν υψηλά επίπεδα νερού (ώστε η εκχύλιση των καροτενοειδών από τους ιστούς να είναι η μέγιστη δυνατή). Προσθέτουμε 20ml (10+10) ακετόνης στο δείγμα μας και το ομογενοποιούμε σε ομογενοποιητή (σε περιβάλλον πάγου και ει δυνατόν σε ρεύμα αζώτου).

Φιλτράρουμε το δείγμα μας σε διαχωριστικές φλάσκες (separating funnels) με την βοήθεια χωνιού και χαρτιού διήθησης (filter paper).

Επαναλαμβάνουμε την εκχύλιση με παρόμοιους όγκους (10 ml +10 ml) διεθυλ-αιθέρα και φιλτράρουμε το εκχύλισμα μας στην ίδια διαχωριστική φλάσκα.

Προσθέτουμε (στη διαχωριστική φλάσκα) ίσο όγκο (20ml) n-επτάνιο ώστε να σχηματιστούν δύο φάσεις: η επίφαση που είναι χρωματισμένη και περιέχει τα καροτενοειδή (σε διεθυλ-αιθέρα) και η υπόφαση που είναι σχεδόν άχρωμη και περιέχει τα λίπη (σε n-επτάνιο) και ως εκ τούτου απορρίπτεται (εκτός και αν θέλουμε να προχωρήσουμε σε προσδιορισμό Λιπαρών Οξέων). Καταμετρούμε επακριβώς τον όγκο της επίφασης.



## Προσδιορισμός στο φασματοφωτόμετρο

Τοποθετούμε στην κυψελίδα του φασματοφωτομέτρου ακριβή μετρημένο όγκο από την επίφαση. Μετράμε και καταγράφουμε την απορρόφηση στα 476nm και υπολογίζουμε την ποσότητα των διαλυμένων καροτενοειδών με βάση το τύπο:

$$X = (A_{476} * Y) / A^{1\%}_{1\text{cm}} * 100)$$

Όπου

X = ποσότητα διαλυμένων στο εκχύλισμα καροτενοειδών (σε γρ)

A<sub>476</sub> = καταγραφείσα απορρόφηση στα 476nm

A<sup>1%</sup><sub>1cm</sub> = extinction coefficient = 2100

Y = όγκος εκχυλίσματος στην κυψελίδα σε ml

Το αποτέλεσμα το πολλαπλασιάζουμε με τον συντελεστή αραίωσης ώστε να βρούμε την συνολική ποσότητα καροτενοειδών στο αρχικό δείγμα (δηλαδή αν ο αρχικός συνολικός όγκος του εκχυλίσματος ήταν 20 ml και στην κυψελίδα τοποθετήσαμε 3 ml, τότε πολλαπλασιάζουμε με 20/3).

Διαιρώντας την συνολική ποσότητα των καροτενοειδών δια της συνολικής ποσότητας ιστού που εκχυλίσαμε, εκφράζουμε την περιεκτικότητα του ιστού σε καροτενοειδή (συνήθως σε μg / gρ ιστού).



## Αλιευτικά Πεδία

### Δειγματοληψία 1

Η συγκεκριμένη δειγματοληψία, είναι η πρώτη που διενεργήθηκε στα πλαίσια της ερευνητικής εργασίας.

Πρώτο αλιευτικό πεδίο για την συλλογή των δειγμάτων, ήταν η περιοχή της παραλιακής ζώνης και συγκεκριμένα, πλησίον κοντά της περιοχής του λιμένα των Ν. Μουδανίων (Εικόνα 21), στο νομό της Χαλκιδικής.



**Εικόνα 21.** Λιμένας Μουδανίων.

Γεωγραφικό πλάτος  $40^{\circ} 14' 18.73''$  Β

Γεωγραφικό μήκος  $23^{\circ} 16' 34.95''$  Ε





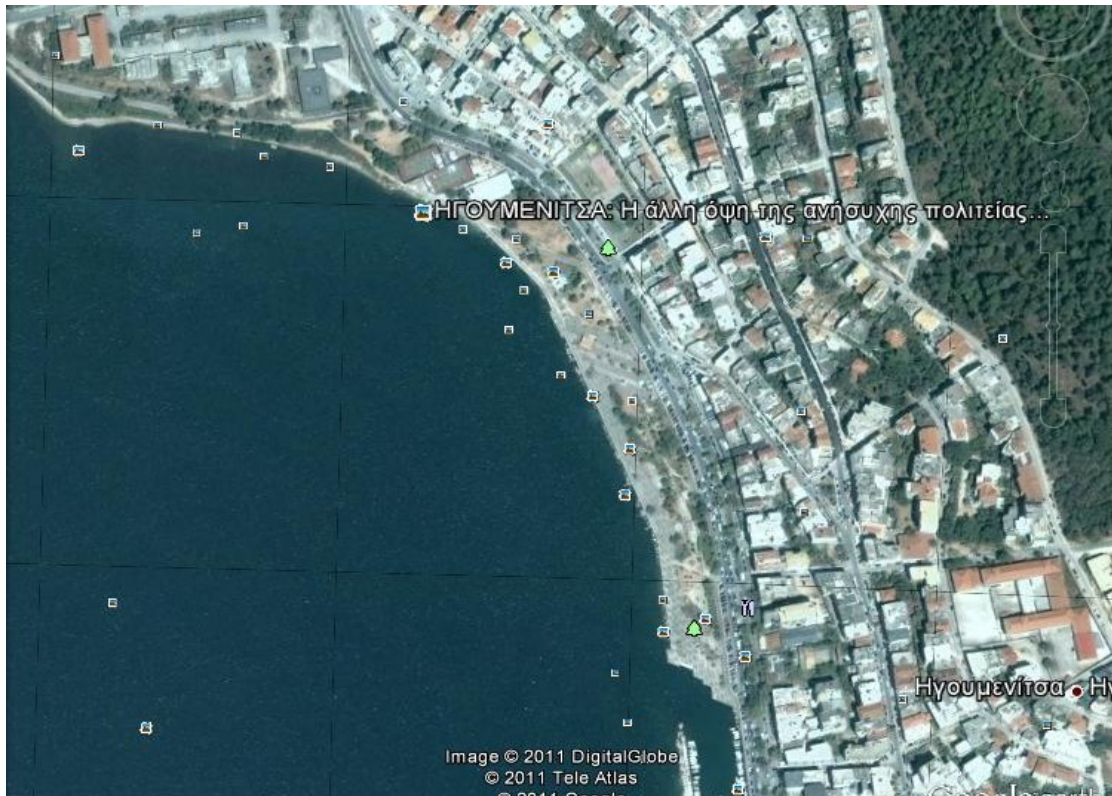
Το δε βάθος που ξεκίνησε η αλιεία των αχινών ήταν τα 0,4 m ,ενώ το μέγιστο βάθος ήταν μέχρι 1,2m. Η παρουσία των αχινών ήταν έντονη, καθώς η πληθώρα των ατόμων ήταν πολύ συχνή.

Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες ήταν πολύ καλές, και η αλιεία έγινε επτά ημέρες πριν το γέμισμα της Σελήνης.

Αποτελέσματα δειγματοληψίας και μετρήσεων: παράρτημα/πίνακας 1.

## Δειγματοληψία 2

Η δεύτερη δειγματοληψία, διενεργήθηκε για την αλιεία και συλλογή των δειγμάτων στην Ηγουμενίτσα(Εικόνα 22), στο νομό της Θεσπρωτίας. Αλιευτικό πεδίο για την συλλογή των δειγμάτων, ήταν η περιοχή της παραλιακής ζώνης, πλησίον της περιοχής του λιμένα της πόλης.



**Εικόνα 22.** Λιμένας Ηγουμενίτσας.

Γεωγραφικό πλάτος  $39^{\circ} 30' 33.66''$  Β

Γεωγραφικό μήκος  $20^{\circ} 15' 36.05''$  Ε



Για τη συγκεκριμένη αλιεία των αχινών διενεργήθηκε ελεύθερη αυτόνομη κατάδυση (μάσκα, αναπνευστήρας, βατραχοπέδιλα).

Η δε συλλογή των αχινών ξεκινούσε από βάθος 0,50 ως 2 m και η παρουσία πληθυσμών δεν ήταν τόσο έντονη όσο στην περιοχή των Μουδανίων. Συγκεκριμένα, οι πληθυσμοί τους βρίσκονταν σε συγκεκριμένα κομμάτια του βυθού συγκεντρωμένοι.

Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας, ήταν οι θερμές μέρες του καλοκαιριού. Η αλιεία έγινε τις μεσημβρινές ώρες (μιάμιση μέρα πριν την πανσέληνο).

Αποτελέσματα δειγματοληψίας και μετρήσεων: παράρτημα/πίνακας 2.

### Δειγματοληψία 3

Τρίτος προορισμός για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της συλλογής των δειγμάτων και την περάτωση όλων των δειγματοληψιών, ήταν η πόλη του Βόλου (Εικόνα 23). Και πάλι εδώ, αλιευτικό πεδίο για την συλλογή των αχινών, ήταν η παραλιακή ζώνη, πλησίον της περιοχής του λιμένα της πόλης.



**Εικόνα 23.** Λιμένας Βόλου. .



Γεωγραφικό πλάτος 39° 2 '06.40" Β

Γεωγραφικό μήκος 22° 57'27.56" Ε

Εδώ η αλιεία διενεργήθηκε τις μεσημβρινές ώρες του Αυγούστου (10/8/2011). Και εδώ η διαδικασία της αλίευσης των αχινών έγινε με ελεύθερη κατάδυση.

Η ακριβής ημερομηνία της αλίευσης ήταν 10/8/2011 . Ο εντοπισμός των αχινών και η αλίευση τους δεν ήταν καθόλου εύκολη υπόθεση για τον απαιτούμενο αριθμό των δειγμάτων, λόγω του ότι δεν υπήρχε συχνή παρουσία πληθυσμών. Οι αχινοί ήταν σαφώς λιγότεροι και βρίσκονταν σε συγκεκριμένα σημεία του βυθού (κρυμμένοι κάτω από πέτρες και σε μικρότερες ομάδες.

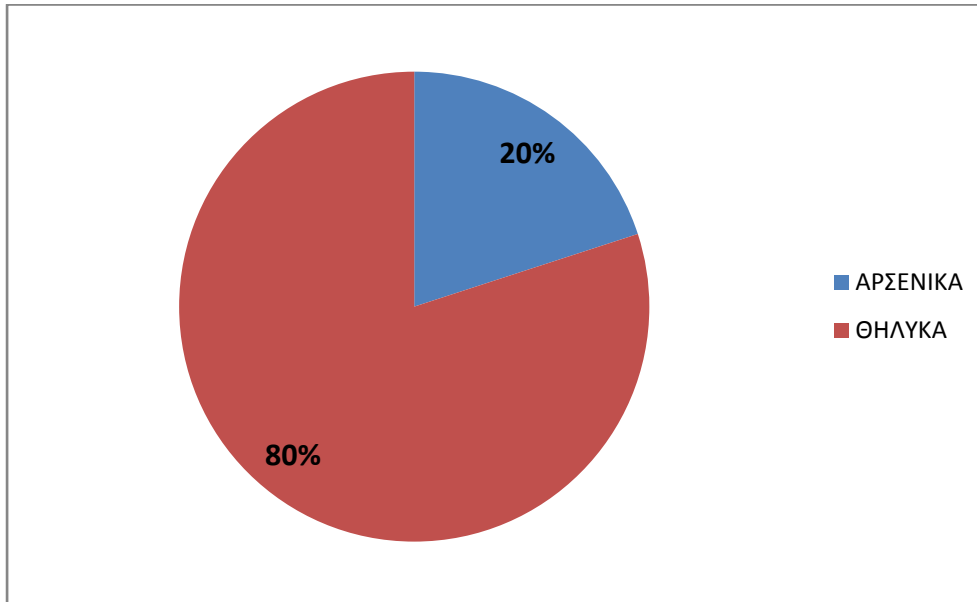
Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες ήταν κακές (άνεμοι, κύμα, συννεφιά, βροχοπτώσεις ). Τέλος από έρευνα (διάλογος με αλιείς του ερασιτεχνικού συλλόγου αλιέων Βόλου), που γνώριζαν την περιοχή χρόνια, προέκυψε ότι τα δέκα, με δεκαπέντε τελευταία χρόνια οι αχινοί έχουν σχεδόν εξαφανιστεί από την περιοχή αυτή και ότι στο παρελθόν όλη η συγκεκριμένη περιοχή ήταν γεμάτη με αχινούς.

Αποτελέσματα δειγματοληψίας και μετρήσεων: παράρτημα/πίνακας 3.

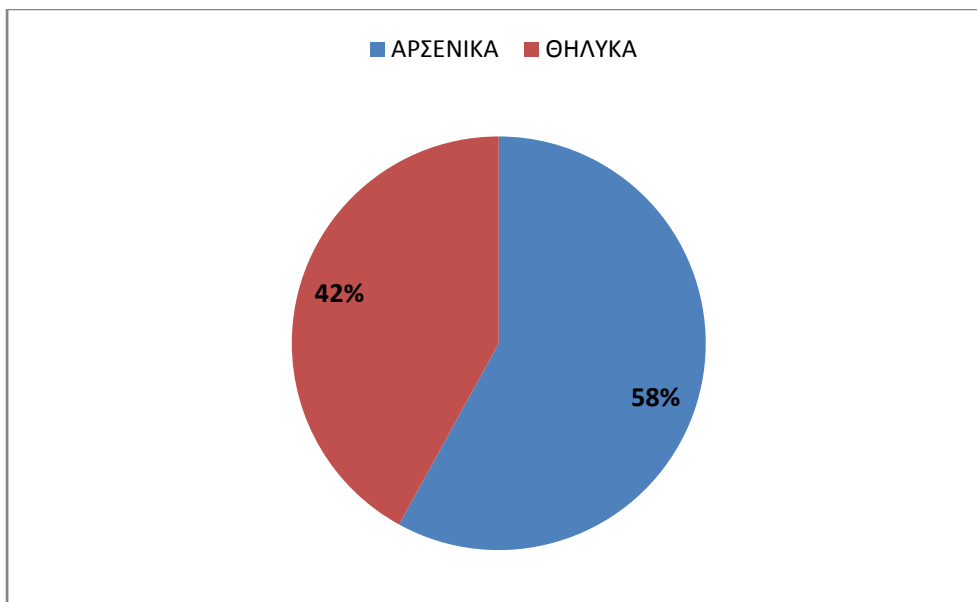




## Αποτελέσματα μετρήσεων



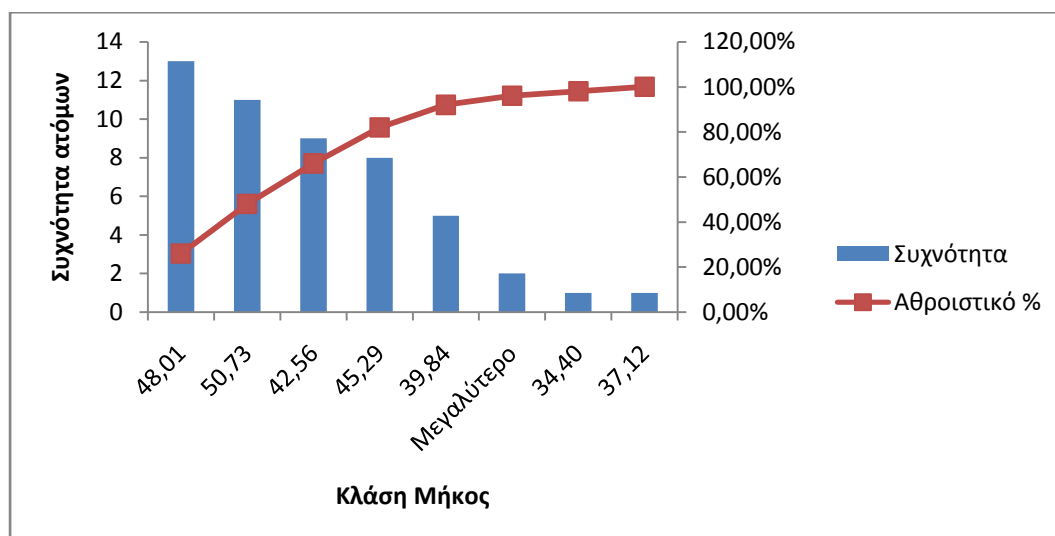
**Πίνα 1.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων του πληθυσμού της Ηγουμενίτσας.



**Πίνα 2.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών επί του συνόλου των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων του πληθυσμού του Βόλου.

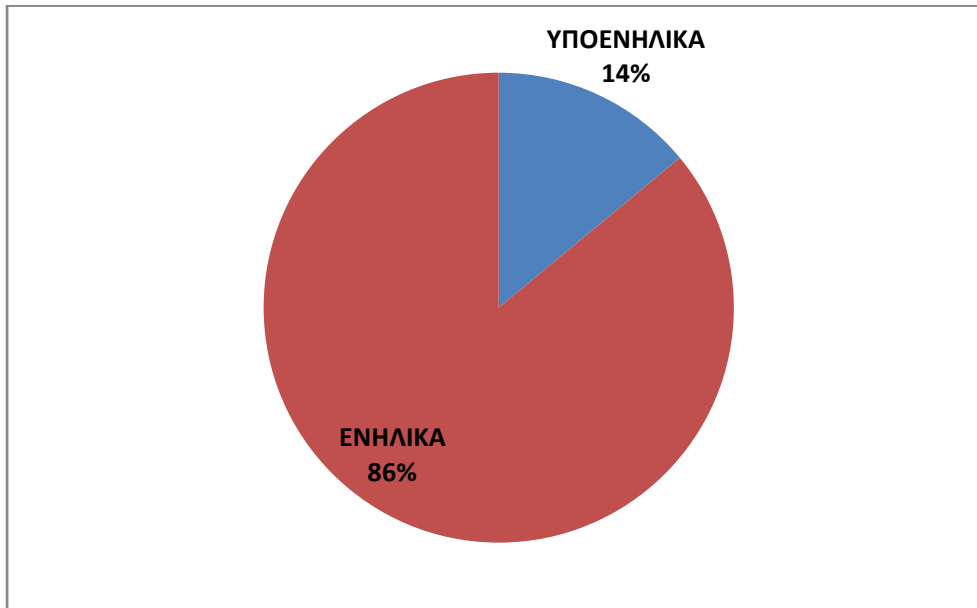


| ΜΟΥΔΑΝΙΑ-ΜΗΚΟΣ |           |              |            |           |              |
|----------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση          | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 34,4           | 1         | 2,00%        | 48,00      | 13        | 26,00%       |
| 37,12          | 1         | 4,00%        | 50,72      | 11        | 48,00%       |
| 39,            | 5         | 14,00%       | 42,56      | 9         | 66,00%       |
| 42,56          | 9         | 32,00%       | 45,28      | 8         | 82,00%       |
| 45,28          | 8         | 48,00%       | 39,84      | 5         | 92,00%       |
| 48,00          | 13        | 74,00%       | Μεγαλύτερο | 2         | 96,00%       |
| 50,72          | 11        | 96,00%       | 34,4       | 1         | 98,00%       |
| Μεγαλύτερο     | 2         | 100,00%      | 37,12      | 1         | 100,00%      |



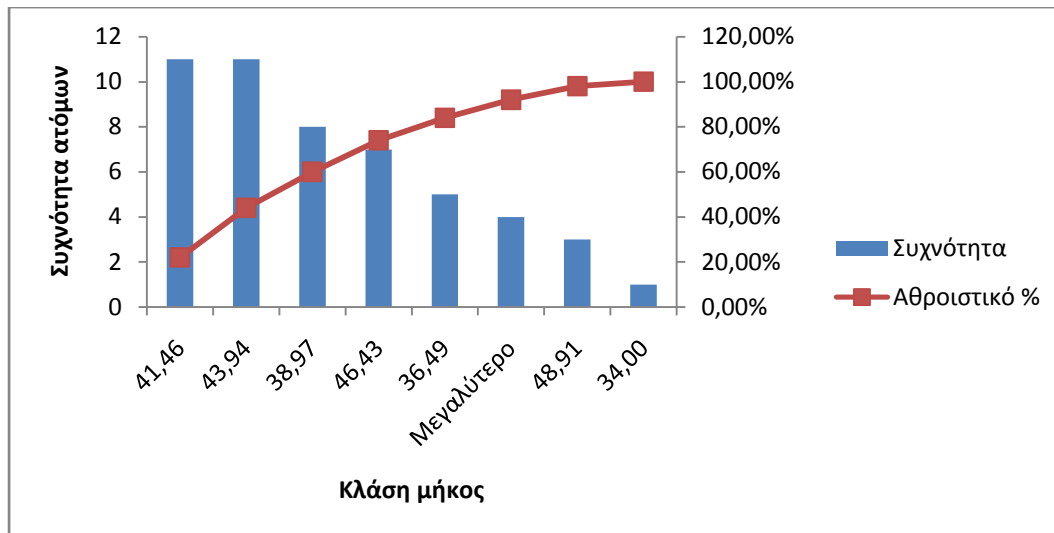
**Ιστόγραμμα 1.** Στο ιστόγραμμα 1 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό των Μουδανίων.

| ΜΟΥΔΑΝΙΑ-ΜΗΚΟΣ mm        |              |
|--------------------------|--------------|
| Μέσος                    | 44,661       |
| Τυπικό σφάλμα            | 0,589970823  |
| Διάμεσος                 | 45,36        |
| Επικρατούσα τιμή         | #Δ/Υ         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου | 4,171723693  |
| Διακύμανση               | 17,40327857  |
| Κύρτωση                  | -0,348386026 |
| Ασυμμετρία               | -0,40928883  |
| Εύρος                    | 19,05        |
| Ελάχιστο                 | 34,4         |
| Μέγιστο                  | 53,45        |
| Άθροισμα                 | 2233,05      |
| Πλήθος                   | 50           |



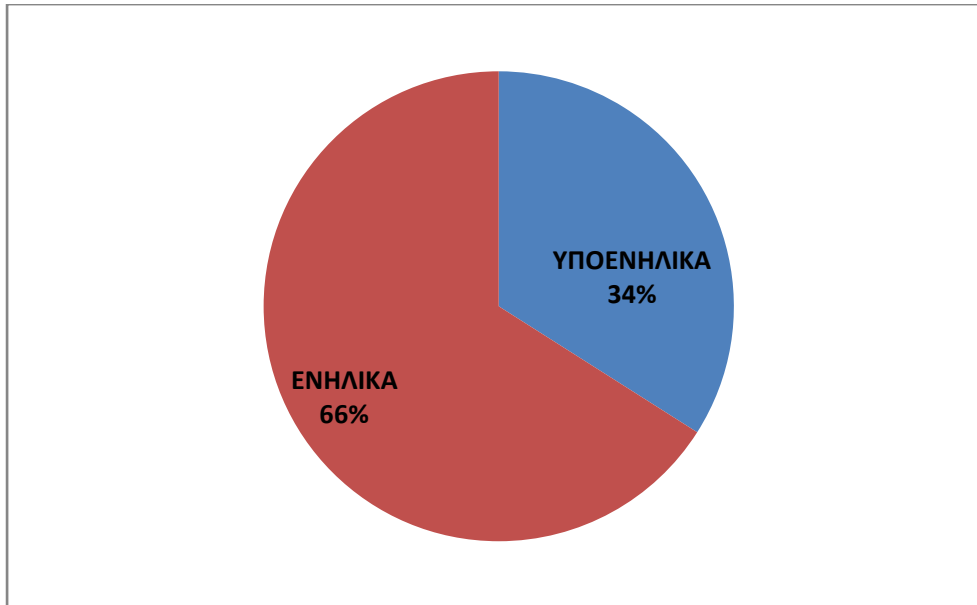
**Πίνα 3.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών των ενήλικων και των υποενήλικων ατόμων του πληθυσμού των Μουδανίων.

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |           |              |            |           |              |
|-----------------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                             | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 34                                | 1         | 2,00%        | 41,45      | 11        | 22,00%       |
| 36,48                             | 5         | 12,00%       | 43,94      | 11        | 44,00%       |
| 38,97                             | 8         | 28,00%       | 38,97      | 8         | 60,00%       |
| 41,45                             | 11        | 50,00%       | 46,42      | 7         | 74,00%       |
| 43,94                             | 11        | 72,00%       | 36,48      | 5         | 84,00%       |
| 46,42                             | 7         | 86,00%       | Μεγαλύτερο | 4         | 92,00%       |
| 48,91                             | 3         | 92,00%       | 48,91      | 3         | 98,00%       |
| Μεγαλύτερο                        | 4         | 100,00%      | 34         | 1         | 100,00%      |

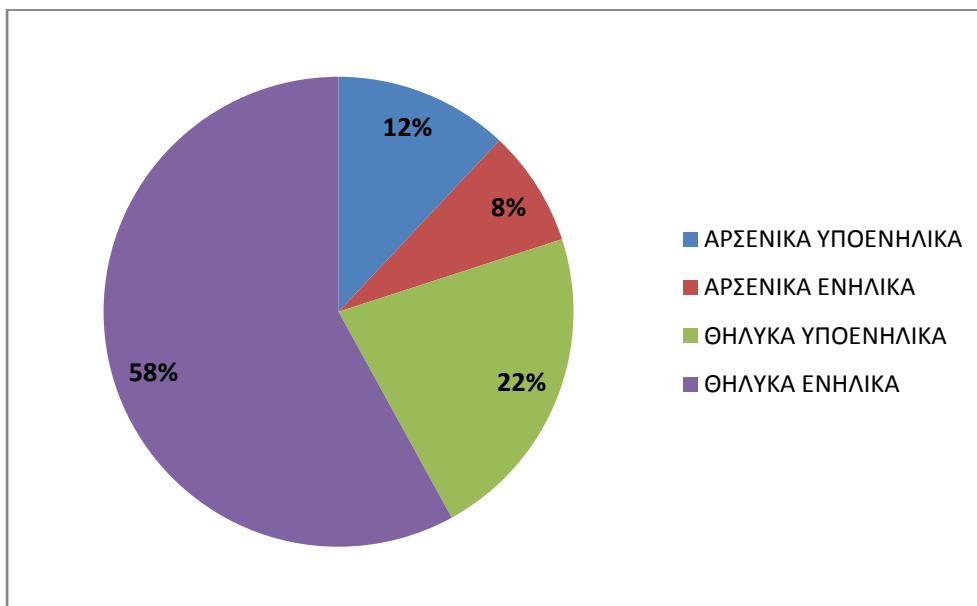


**Ιστόγραμμα 2.** Στο ιστόγραμμα 2 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, σε όλο τον πληθυσμό της Ηγουμενίτσας.

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |              |
|-----------------------------------|--------------|
| Μέσος                             | 41,5882      |
| Τυπικό σφάλμα                     | 0,619654393  |
| Διάμεσος                          | 41,3         |
| Επικρατούσα τιμή                  | 40,4         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου          | 4,381618231  |
| Διακύμανση                        | 19,19857833  |
| Κύρτωση                           | -0,374406161 |
| Ασυμμετρία                        | 0,408785842  |
| Εύρος                             | 17,4         |
| Ελάχιστο                          | 34           |
| Μέγιστο                           | 51,4         |
| Άθροισμα                          | 2079,41      |
| Πλήθος                            | 50           |



**Πίνα 4.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών των ενήλικων και των υποενηλίκων ατόμων του πληθυσμού της Ηγουμενίτσας.

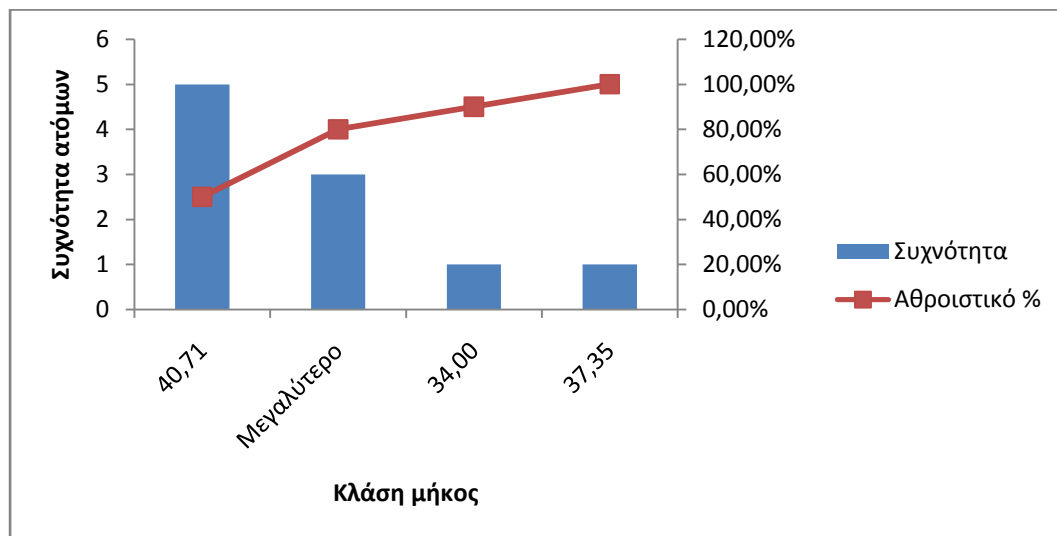


**Πίνα 5.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών επί του συνόλου, των αρσενικών ενήλικων, των αρσενικών υποενηλίκων, των θηλυκών ενήλικων και των θηλυκών υποενηλίκων ατόμων του πληθυσμού της Ηγουμενίτσας.

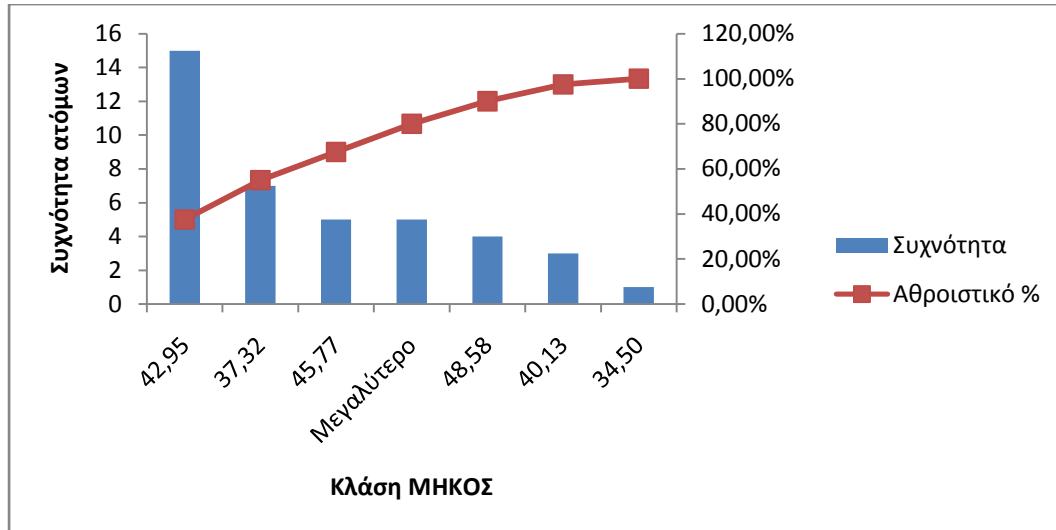


| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΑΡΣΕΝΙΚΑ |           |              |            |           |              |
|----------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                      | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 34                         | 1         | 10,00%       | 40,70      | 5         | 50,00%       |
| 37,35                      | 1         | 20,00%       | Μεγαλύτερο | 3         | 80,00%       |
| 40,70                      | 5         | 70,00%       | 34         | 1         | 90,00%       |
| Μεγαλύτερο                 | 3         | 100,00%      | 37,35      | 1         | 100,00%      |

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΘΗΛΥΚΑ |           |              |            |           |              |
|--------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                    | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 34,5                     | 1         | 2,50%        | 42,95      | 15        | 37,50%       |
| 37,31                    | 7         | 20,00%       | 37,31      | 7         | 55,00%       |
| 40,13                    | 3         | 27,50%       | 45,76      | 5         | 67,50%       |
| 42,95                    | 15        | 65,00%       | Μεγαλύτερο | 5         | 80,00%       |
| 45,76                    | 5         | 77,50%       | 48,58      | 4         | 90,00%       |
| 48,58                    | 4         | 87,50%       | 40,13      | 3         | 97,50%       |
| Μεγαλύτερο               | 5         | 100,00%      | 34,5       | 1         | 100,00%      |



**Ιστόγραμμα 3.** Στο ιστόγραμμα 3 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό των αρσενικών ατόμων της Ηγουμενίτσας.



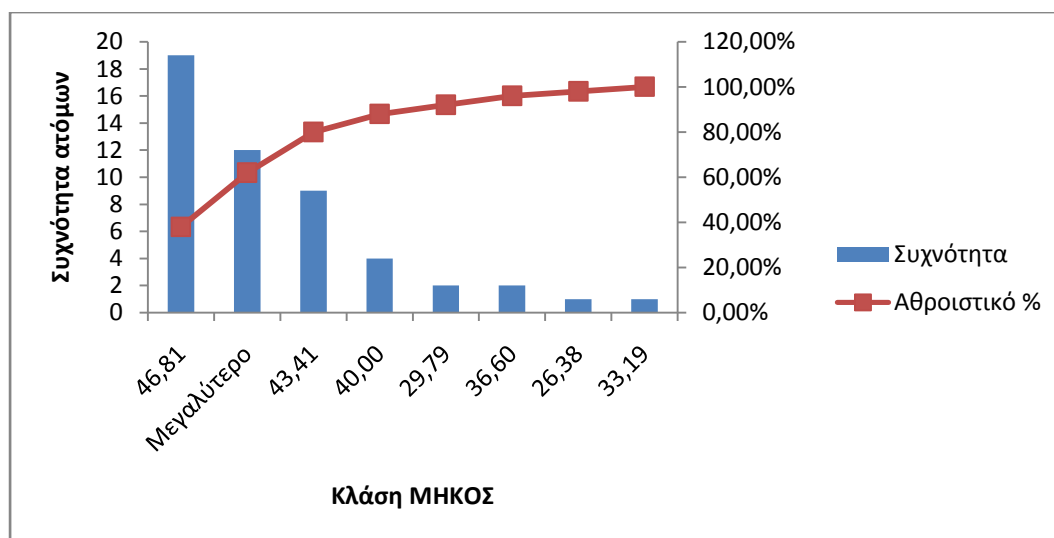
**Ιστόγραμμα 4.** Στο ιστογράμμο 4 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό των θηλυκών ατόμων της Ηγουμενίτσας.

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΑΡΣΕΝΙΚΑ |              |
|----------------------------|--------------|
| Μέσος                      | 39,312       |
| Τυπικό σφάλμα              | 1,009820446  |
| Διάμεσος                   | 38,98        |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου   | 3,193332637  |
| Διακύμανση                 | 10,19737333  |
| Κύρτωση                    | -0,71284364  |
| Ασυμμετρία                 | -0,082362017 |
| Εύρος                      | 10,06        |
| Ελάχιστο                   | 34           |
| Μέγιστο                    | 44,06        |
| Άθροισμα                   | 393,12       |
| Πλήθος                     | 10           |



| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-ΜΗΚΟΣ-ΘΗΛΥΚΑ |              |
|--------------------------|--------------|
| Μέσος                    | 42,15725     |
| Τυπικό σφάλμα            | 0,709003633  |
| Διάμεσος                 | 41,89        |
| Επικρατούσα τιμή         | 40,4         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου | 4,484132702  |
| Διακύμανση               | 20,10744609  |
| Κύρτωση                  | -0,573134161 |
| Ασυμμετρία               | 0,309953552  |
| Εύρος                    | 16,9         |
| Ελάχιστο                 | 34,5         |
| Μέγιστο                  | 51,4         |
| Άθροισμα                 | 1686,29      |
| Πλήθος                   | 40           |

| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |           |              |            |           |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                       | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 26,38                       | 1         | 2,00%        | 46,81      | 19        | 38,00%       |
| 29,78                       | 2         | 6,00%        | Μεγαλύτερο | 12        | 62,00%       |
| 33,19                       | 1         | 8,00%        | 43,40      | 9         | 80,00%       |
| 36,59                       | 2         | 12,00%       | 40,00      | 4         | 88,00%       |
| 40,00                       | 4         | 20,00%       | 29,78      | 2         | 92,00%       |
| 43,40                       | 9         | 38,00%       | 36,59      | 2         | 96,00%       |
| 46,81                       | 19        | 76,00%       | 26,38      | 1         | 98,00%       |
| Μεγαλύτερο                  | 12        | 100,00%      | 33,19      | 1         | 100,00%      |

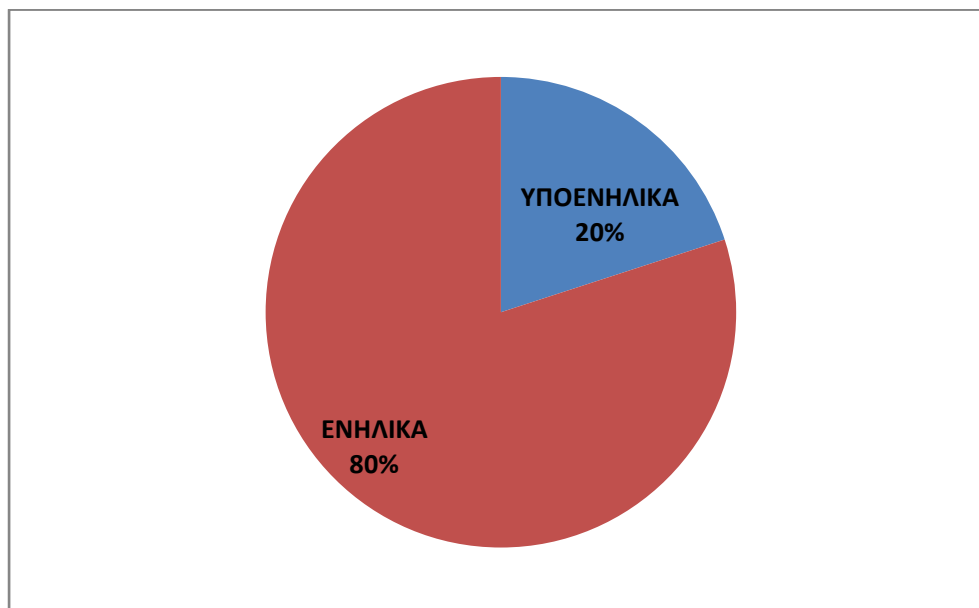


**Ιστόγραμμα 5.** Στο ιστόγραμμα 5 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό όλων των ατόμων του Βόλου.

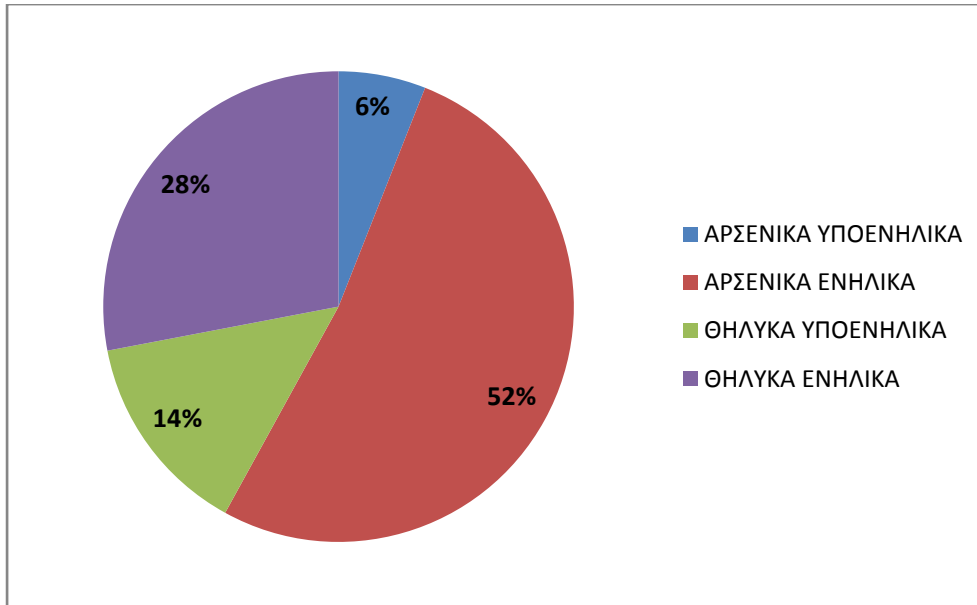




| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |              |
|-----------------------------|--------------|
| Μέσος                       | 42,9576      |
| Τυπικό σφάλμα               | 0,776452296  |
| Διάμεσος                    | 44,565       |
| Επικρατούσα τιμή            | #Δ/Υ         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου    | 5,490346839  |
| Διακύμανση                  | 30,14390841  |
| Κύρτωση                     | 1,961341556  |
| Ασυμμετρία                  | -1,442736557 |
| Εύρος                       | 23,84        |
| Ελάχιστο                    | 26,38        |
| Μέγιστο                     | 50,22        |
| Άθροισμα                    | 2147,88      |
| Πλήθος                      | 50           |



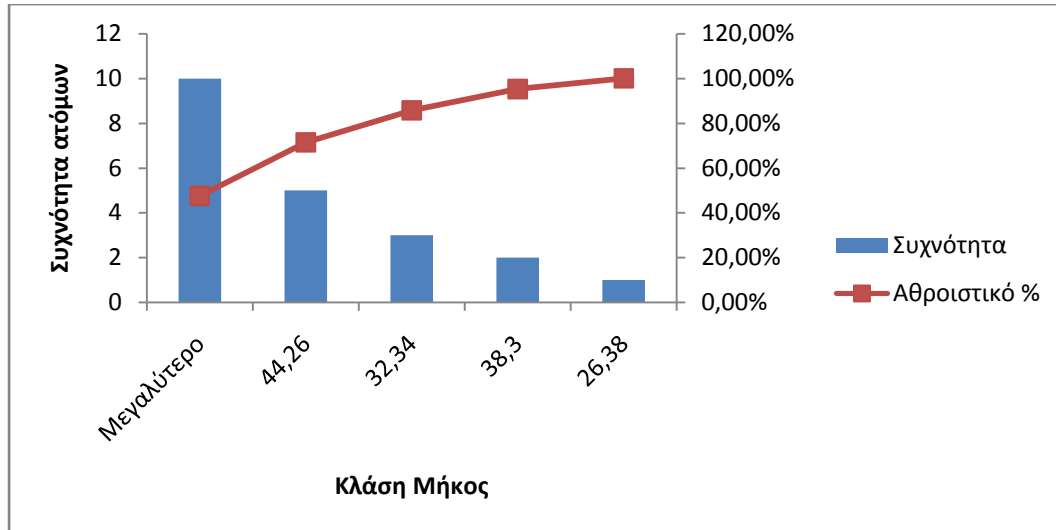
**Πίνα 6.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών επί του συνόλου, των ενήλικων και των υποενηλίκων ατόμων του πληθυσμού του Βόλου.



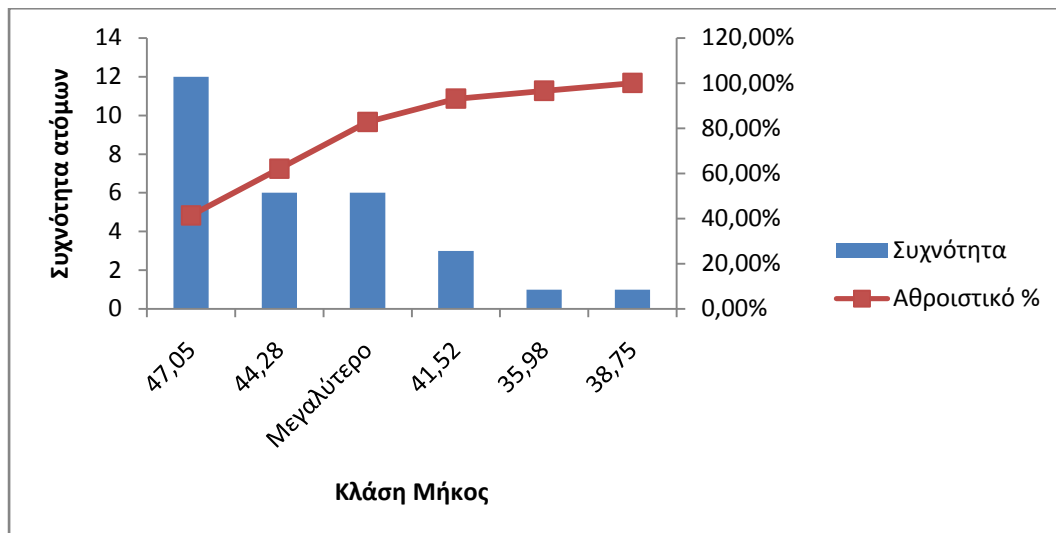
**Πίνα 7.** Απεικόνιση των επί τοις εκατό ποσοστών επί του συνόλου, των αρσενικών ενήλικων, των αρσενικών υποενηλίκων, των θηλυκών ενήλικων και των θηλυκών υποενηλίκων ατόμων του πληθυσμού του Βόλου.

| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΘΗΛΥΚΑ |           |              |            |           |              |
|--------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση              | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 26,38              | 1         | 4,76%        | Μεγαλύτερο | 10        | 47,62%       |
| 32,34              | 3         | 19,05%       | 44,26      | 5         | 71,43%       |
| 38,3               | 2         | 28,57%       | 32,34      | 3         | 85,71%       |
| 44,26              | 5         | 52,38%       | 38,3       | 2         | 95,24%       |
| Μεγαλύτερο         | 10        | 100,00%      | 26,38      | 1         | 100,00%      |

| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΑΡΣΕΝΙΚΑ |           |              |            |           |              |
|----------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 35,98                | 1         | 3,45%        | 47,05      | 12        | 41,38%       |
| 38,74                | 1         | 6,90%        | 44,28      | 6         | 62,07%       |
| 41,51                | 3         | 17,24%       | Μεγαλύτερο | 6         | 82,76%       |
| 44,28                | 6         | 37,93%       | 41,51      | 3         | 93,10%       |
| 47,05                | 12        | 79,31%       | 35,98      | 1         | 96,55%       |
| Μεγαλύτερο           | 6         | 100,00%      | 38,74      | 1         | 100,00%      |



**Ιστόγραμμα 6.** Στο ιστόγραμμα 6 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό των θηλυκών ατόμων του Βόλου.



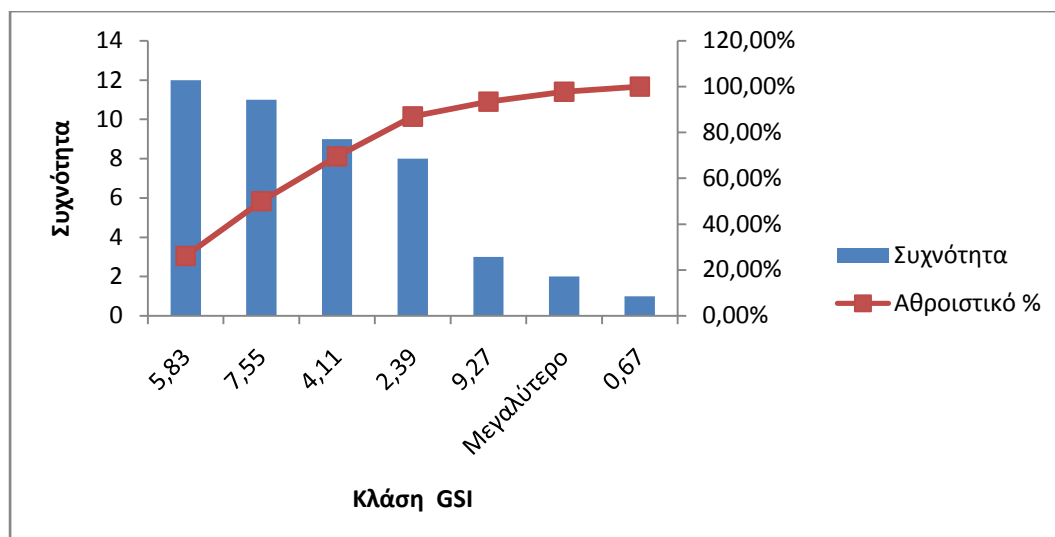
**Ιστόγραμμα 7.** Στο ιστόγραμμα 7 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς το μήκος, στον πληθυσμό των αρσενικών ατόμων του Βόλου.



| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΘΗΛΥΚΑ       |              |
|--------------------------|--------------|
| Μέσος                    | 40,85333333  |
| Τυπικό σφάλμα            | 1,536980548  |
| Διάμεσος                 | 42,1         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου | 7,043329705  |
| Διακύμανση               | 49,60849333  |
| Κύρτωση                  | -0,262737024 |
| Ασυμμετρία               | -0,874293703 |
| Εύρος                    | 23,84        |
| Ελάχιστο                 | 26,38        |
| Μέγιστο                  | 50,22        |
| Άθροισμα                 | 857,92       |
| Πλήθος                   | 21           |

| ΒΟΛΟΣ-ΜΗΚΟΣ-ΑΡΣΕΝΙΚΑ     |              |
|--------------------------|--------------|
| Μέσος                    | 44,48137931  |
| Τυπικό σφάλμα            | 0,632221574  |
| Διάμεσος                 | 44,93        |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου | 3,404617373  |
| Διακύμανση               | 11,59141946  |
| Κύρτωση                  | 0,551333742  |
| Ασυμμετρία               | -0,808039115 |
| Εύρος                    | 13,84        |
| Ελάχιστο                 | 35,98        |
| Μέγιστο                  | 49,82        |
| Άθροισμα                 | 1289,96      |
| Πλήθος                   | 29           |

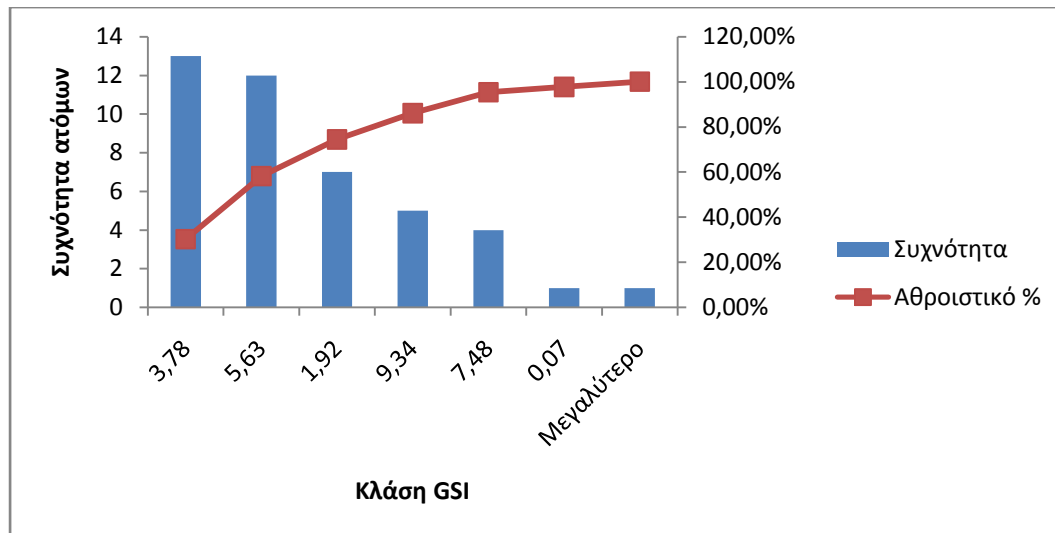
| ΜΟΥΔΑΝΙΑ-GSI-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |           |              |             |           |              |
|------------------------------|-----------|--------------|-------------|-----------|--------------|
| Κλάση                        | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση       | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 0,67                         | 1         | 2,17%        | 5,83        | 12        | 26,09%       |
| 2,39                         | 8         | 19,57%       | 7,55        | 11        | 50,00%       |
| 4,11                         | 9         | 39,13%       | 4,11        | 9         | 69,57%       |
| 5,83                         | 12        | 65,22%       | 2,39        | 8         | 86,96%       |
| 7,55                         | 11        | 89,13%       | 9,27        | 3         | 93,48%       |
| 9,27                         | 3         | 95,65%       | Μεγαλύτερο  | 2         | 97,83%       |
| Μεγαλύτερο                   | 2         | 100,00%      | 0,674157303 | 1         | 100,00%      |



**Ιστόγραμμα 8.** Στο ιστόγραμμα 8 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς τον GSI, στον πληθυσμό των Μουδανίων.

| ΜΟΥΔΑΝΙΑ-GSI-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |              |
|------------------------------|--------------|
| Μέσος                        | 4,826698301  |
| Τυπικό σφάλμα                | 0,360075597  |
| Διάμεσος                     | 4,626928768  |
| Επικρατούσα τιμή             | #Δ/Υ         |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου     | 2,442151515  |
| Διακύμανση                   | 5,964104022  |
| Κύρτωση                      | -0,061538794 |
| Ασυμμετρία                   | 0,338427663  |
| Εύρος                        | 10,31742361  |
| Ελάχιστο                     | 0,674157303  |
| Μέγιστο                      | 10,99158092  |
| Άθροισμα                     | 222,0281218  |
| Πλήθος                       | 46           |

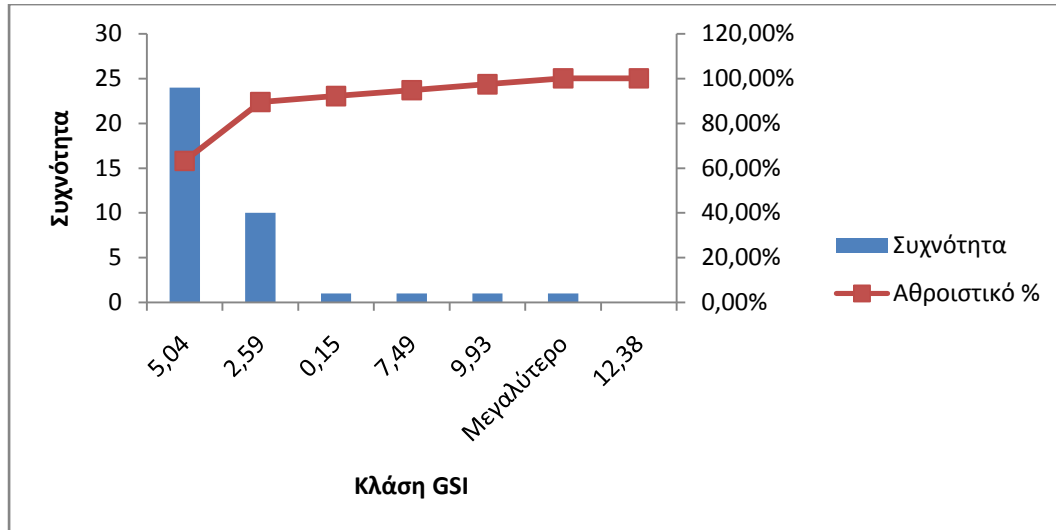
| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-GSI-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |           |              |            |           |              |
|---------------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                           | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 0,06                            | 1         | 2,33%        | 3,77       | 13        | 30,23%       |
| 1,92                            | 7         | 18,60%       | 5,62       | 12        | 58,14%       |
| 3,77                            | 13        | 48,84%       | 1,92       | 7         | 74,42%       |
| 5,62                            | 12        | 76,74%       | 9,33       | 5         | 86,05%       |
| 7,48                            | 4         | 86,05%       | 7,48       | 4         | 95,35%       |
| 9,33                            | 5         | 97,67%       | 0,06       | 1         | 97,67%       |
| Μεγαλύτερο                      | 1         | 100,00%      | Μεγαλύτερο | 1         | 100,00%      |



**Ιστόγραμμα 9.** Στο ιστόγραμμα 9 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς τον GSI, στον πληθυσμό της Ηγουμενίτσας.

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ-GSI-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |             |
|---------------------------------|-------------|
| Μέσος                           | 4,169780283 |
| Τυπικό σφάλμα                   | 0,369700724 |
| Διάμεσος                        | 3,888888889 |
| Επικρατούσα τιμή                | #Δ/Υ        |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου        | 2,424289769 |
| Διακύμανση                      | 5,877180882 |
| Κύρτωση                         | 0,558741696 |
| Ασυμμετρία                      | 0,883408006 |
| Εύρος                           | 11,12582926 |
| Ελάχιστο                        | 0,067024129 |
| Μέγιστο                         | 11,19285339 |
| Άθροισμα                        | 179,3005522 |
| Πλήθος                          | 43          |

| ΒΟΛΟΣ-GSI-ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |           |              |            |           |              |
|---------------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|
| Κλάση                     | Συχνότητα | Αθροιστικό % | Κλάση      | Συχνότητα | Αθροιστικό % |
| 0,14                      | 1         | 2,63%        | 5,03       | 24        | 63,16%       |
| 2,59                      | 10        | 28,95%       | 2,59       | 10        | 89,47%       |
| 5,03                      | 24        | 92,11%       | 0,14       | 1         | 92,11%       |
| 7,48                      | 1         | 94,74%       | 7,48       | 1         | 94,74%       |
| 9,93                      | 1         | 97,37%       | 9,93       | 1         | 97,37%       |
| 12,37                     | 0         | 97,37%       | Μεγαλύτερο | 1         | 100,00%      |
| Μεγαλύτερο                | 1         | 100,00%      | 12,37      | 0         | 100,00%      |



**Ιστόγραμμα 10.** Στο ιστόγραμμα 10 απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ατόμων ως προς τον GSI, στον πληθυσμό του Βόλου.

| ΒΟΛΟΣ-GSI-ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ |             |
|---------------------------|-------------|
| Μέσος                     | 3,688073579 |
| Τυπικό σφάλμα             | 0,390122098 |
| Διάμεσος                  | 3,405467117 |
| Επικρατούσα τιμή          | 2,083333333 |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου  | 2,404874125 |
| Διακύμανση                | 5,783419556 |
| Κύρτωση                   | 12,33075586 |
| Ασυμμετρία                | 2,886748035 |
| Εύρος                     | 14,67734405 |
| Ελάχιστο                  | 0,147275405 |
| Μέγιστο                   | 14,82461946 |
| Άθροισμα                  | 140,146796  |
| Πλήθος                    | 38          |



## Αποτελέσματα αναλύσεων χημικής σύστασης *P. lividus*

Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων πρωτεΐνης, λίπους, και υγρασίας στους τρεις πληθυσμούς, από την κάθε περιοχή δειγματοληψίας και με διαχωρισμό σε θηλυκά-αρσενικά.

| Δείγματα    |          | Πρωτεΐνη (% wet weight) | Λίπος (% wet weight) | Υγρασία (%) |
|-------------|----------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Βόλος       | Αρσενικά | 11.8±1.29               | 3,2±0.2              | 80.2±0.38   |
|             | Θηλυκά   | 16.6±2.34               | 3,4±0.1              | 80.4±0.42   |
| Ηγουμενίτσα | Αρσενικά | 8.01±2.13               | 4.7±0.1              | 80.2±0.35   |
|             | Θηλυκά   | 16.8±1.46               | 3,5±0.2              | 79.4±0.22   |
| Μουδανιά    | Θηλυκά   | 13.9±1.22               | 3,65±0.1             | 81.1±0.41   |

Πίνακας 1. Σύσταση αχινών από 3 διαφορετικές περιοχές (±SD, n=3)

## Αποτελέσματα περιεκτικότητας σε καροτενοειδή

Με βάση τα στοιχεία που συλλέξαμε και των υπολογισμών που έγινε, η περιεκτικότητα των γονάδων σε καροτενοειδή ανά περιοχή δειγματοληψίας, έχει ως εξής:

### Μουδανιά

Carotenoid Concentration ug/g wet weight 0,185489

Carotenoid concentration ug/g dry weight 0,976257





### Ηγουμενίτσα

Carotenoid Concentration ug/g wet weight 0,189558403

Carotenoid concentration ug/g dry weight 0,947792015

### Βόλος

Carotenoid Concentration ug/g wet weight 0,220172684

Carotenoid concentration ug/g dry weight 1,114798402

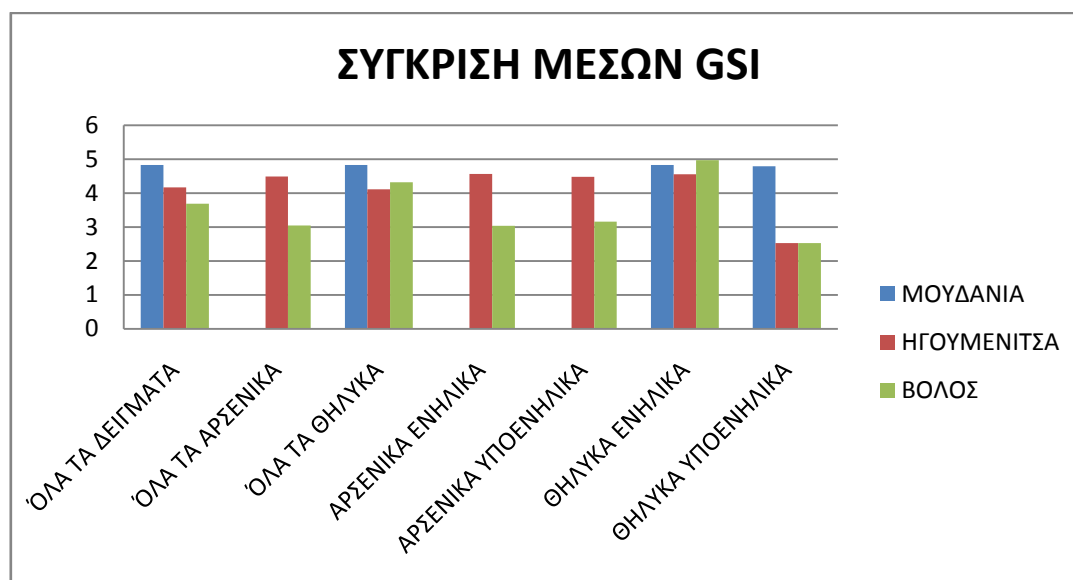
Γενικά οι περιεκτικότητες αυτές, σε καροτενοειδή είναι λογικές, δεν θεωρούνται (ούτε πολύ υψηλές αλλά ούτε και πολύ χαμηλές). και ανταποκρίνονται σε επίπεδα καροτενοειδών που είχαν βρεθεί παλιότερα (Pantazis, P. 2006. Carotenoid profiles of two Echinoids from Central Greece), σε αχινούς του Παγασητικού κόλπου - των Β. Σποράδων (σε περιεκτικότητες που κυμαίνονταν από 2,23μg/g έως 4,8μg/g επί του ξηρού βάρους).



## Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ -GSI |                 |                 |               |                  |                     |                |                   |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
|                             | ΌΛΑ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ | ΌΛΑ ΤΑ ΑΡΣΕΝΙΚΑ | ΌΛΑ ΤΑ ΘΗΛΥΚΑ | ΑΡΣΕΝΙΚΑ ΕΝΗΛΙΚΑ | ΑΡΣΕΝΙΚΑ ΥΠΟΕΝΗΛΙΚΑ | ΘΗΛΥΚΑ ΕΝΗΛΙΚΑ | ΘΗΛΥΚΑ ΥΠΟΕΝΗΛΙΚΑ |
| ΜΟΥΔΑΝΙΑ                    | 4,826698301     | .....           | 4,826698301   | .....            | .....               | 4,833254028    | 4,790173537       |
| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ                 | 4,169780283     | 4,492459179     | 4,117453976   | 4,56445993       | 4,478059029         | 4,556269539    | 2,52674756        |
| ΒΟΛΟΣ                       | 3,688073579     | 3,051399236     | 4,324747922   | 3,038346097      | 3,162350915         | 4,967877822    | 2,523984202       |

Πίνακας 2: κατάταξη των μέσων GSI



Γράφημα 1. Σύγκριση των μέσων GSI ανά κατηγορία πληθυσμού.



## Συζήτηση - Συμπεράσματα

Παρατηρούμε ότι τα θηλυκά υπερέχουν σε συγκέντρωση πρωτεΐνης στους δύο ανάμικτους πληθυσμούς του Βόλου και της Ηγουμενίτσας, ενώ στα Μουδανιά που ο πληθυσμός είναι αμιγής σε θηλυκά άτομα η συγκέντρωση σε πρωτεΐνη είναι χαμηλότερη, από τους αντίστοιχους πληθυσμούς των δύο άλλων περιοχών. Η συγκέντρωση σε λίπος είναι ελαφρώς πιο αυξημένη στα αρσενικά άτομα της Ηγουμενίτσας.

Ο πληθυσμός των Μουδανίων αποτελείται μόνο από θηλυκά άτομα (100%). Στον πληθυσμό των Μουδανίων απαντώνται περισσότερο άτομα με μήκος μεταξύ 48 και 50 mm, σε ποσοστό 48% του πληθυσμού (ιστόγραμμα 1). Σε μεγαλύτερα των 50 mm απαντώνται κατά 4%. Ως εκ τούτου, το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού των Μουδανίων αποτελείται από ενήλικα άτομα (86%) ενώ ο πληθυσμός των υποενήλικων ατόμων καλύπτει μόλις το 14% του συνόλου (πίτα 3).

Όπως φαίνεται στον διαχωρισμό του πληθυσμού της Ηγουμενίτσας σε αρσενικά και θηλυκά (πίτα 1), το μεγαλύτερο ποσοστό (80%) που συναντώνται είναι θηλυκά, ενώ μόλις το 20% είναι αρσενικά.

Τα πιο συχνά μήκη στον συνολικό πληθυσμό της Ηγουμενίτσας είναι μεταξύ 41 και 43mm (περίπου ο μισός πληθυσμός).

Τα πολύ μεγάλα άτομα (από 48mm και πάνω καλύπτουν ένα 14% και ο υπόλοιπος πληθυσμός είναι άτομα μέσων κλάσεων (36-38 mm).

Υπάρχουν και κάποιες αποκλίσεις από την γενική τάση, όπως είναι τα άτομα των 46 mm που απαντώνται σε μεγαλύτερη συχνότητα από άτομα μεγαλύτερα των 48 mm (ιστόγραμμα 2).

Συνεπώς τα ενήλικα άτομα έχουν τη πλειοψηφία (66%) έναντι των υποενήλικων ατόμων που καλύπτουν μόλις το 34% του συνόλου (πίτα 4).

Βλέπουμε κι εδώ, όπως και στα Μουδανιά μια υπεροχή των ενήλικων ατόμων, αν και στα Μουδανιά η υπεροχή των ενήλικων αχινών, ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη (86%).

Σε πιο αναλυτική κατανομή του πληθυσμού, τα κυρίαρχα σε ποσοστό επί του συνόλου, είναι τα θηλυκά ενήλικα (58%).

Εδώ έχουμε ένα διαχωρισμό του συνόλου σε 4 κατηγορίες όπως δείχνει η πίτα 5, ενώ στα Μουδανιά έχουμε μόνο δύο υποκατηγορίες επειδή δεν απαντώνται αρσενικοί αχινοί. Στον πληθυσμό των αρσενικών αχινών της



Ηγουμενίτσας οι περισσότεροι αχινοί έχουν ένα μήκος γύρω στο 40 mm (ιστόγραμμα 3). Η αμέσως επόμενη κλάση είναι μήκος μεγαλύτερο των 40 mm. Οι μικρότεροι αχινοί καλύπτουν ένα ποσοστό της τάξης του 20%. Στους θηλυκούς αχινούς της Ηγουμενίτσας παρατηρούμε ότι υπερισχύει η κλάση των 42 mm σε ποσοστό περίπου 40% (ιστόγραμμα 4). Οι μεγαλύτεροι αχινοί είναι 40% και οι μικρότεροι αχινοί είναι το υπόλοιπο του πληθυσμού.

Ο διαχωρισμός του πληθυσμού του Βόλου σε αρσενικά και θηλυκά δείχνει ότι σε αντίθεση με την Ηγουμενίτσα, το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού αποτελείται από αρσενικά άτομα (58%) και ο πληθυσμός των θηλυκών ατόμων αντιπροσωπεύει το 42% του συνόλου (πίτα 2). Στον Βόλο παρατηρείται ότι τα μήκη είναι γενικώς μεγαλύτερα από αυτά της Ηγουμενίτσας (Ιστόγραμμα 5). Το κυρίαρχο μήκος είναι 47 mm σε ποσοστό 38%. Τα μεγαλύτερα των 46 mm είναι 24% και το 26% αποτελείται από άτομα 40-43 mm. Τα υπόλοιπα είναι μικρότερες κλάσεις. Όπως δείχνει η πίτα 6 τα ενήλικα στον Βόλο είναι το 80% του συνόλου. Το αποτέλεσμα είναι ενδιάμεσο από τις δύο άλλες περιοχές αλλά περισσότερο συγκλίνει με αυτό των Μουδανίων. Στο Βόλο ο μισός πληθυσμός (52%) είναι αρσενικά ενήλικα σε αντίθεση με την Ηγουμενίτσα που υπερισχύουν τα θηλυκά ενήλικα σε ποσοστό 58%.

Τα θηλυκά ενήλικα καλύπτουν το 28% του συνόλου. Ενώ στην Ηγουμενίτσα τα αρσενικά ενήλικα είναι μόλις 8% του συνόλου.

Το μήκος των θηλυκών ατόμων του Βόλου τείνει να είναι μεγαλύτερο των 44 mm (ιστόγραμμα 6). Το 48% του πληθυσμού των θηλυκών είναι άτομα αυτής της κλάσης ενώ το υπόλοιπο 52% μοιράζονται άτομα κλάσης 44 mm (κατά 24%) και κάτω. Στα αρσενικά του Βόλου το κυρίαρχο μήκος είναι 47 mm (42%). Τα μεγαλύτερα άτομα είναι σε ποσοστό 20%. Κι εδώ όπως και στα θηλυκά του Βόλου, βλέπουμε ότι το μήκος τείνει να είναι μεγαλύτερο των 44 mm (ιστόγραμμα 7).

Ο GSI των δειγμάτων στα Μουδανιά έχει μια μέση τιμή γύρω στο 5 (ιστόγραμμα 8). Το 26% των ατόμων έχουν GSI 5,8. Στο 7,5 είναι 24% του πληθυσμού, ενώ ένα ποσοστό 37% είναι μεταξύ 2 και 4. Ο υπόλοιπος πληθυσμός είναι άτομα ίσα ή και μεγαλύτερα των 9 καθώς και κλάσης 0,6. Στην Ηγουμενίτσα ο μέσος GSI είναι περίπου 3.8 (ιστόγραμμα 9). Το 30% του πληθυσμού έχει μέσο GSI 3.77. Το 28% των ατόμων, έχει 5.62 και τα υπόλοιπα άτομα διακυμαίνονται. Στον Βόλο ο GSI έχει μία μέση τιμή για όλο τον πληθυσμό 3.4 (ιστόγραμμα 10). Τα περισσότερα



δείγματα έχουν τιμή 5, σε ποσοστό 63%. Ενώ το 30% του πληθυσμού είναι με τιμή 2.5. Στα Μουδανιά υπάρχει ομοιομορφία στους μέσους GSI για τις διάφορες κατηγορίες του πληθυσμού, σε αντίθεση με τις άλλες δύο περιοχές της έρευνας, όπου παρατηρείται μία διακύμανση στους μέσους GSI (πίνακας 2, γράφημα 1). Επίσης οι τιμές στα Μουδανιά είναι σε αρκετά υψηλά επίπεδα σε αντίθεση με τον Βόλο όπου οι μέσοι GSI για τις διάφορες κατηγορίες του πληθυσμού κυμαίνονται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, με εξαίρεση τα θηλυκά ενήλικα άτομα.

Στην Ηγουμενίτσα δεν παρατηρούνται διακυμάνσεις με μεγάλη απόκλιση, με εξαίρεση τα θηλυκά υποενήλικα άτομα του πληθυσμού στα οποία ο μέσος GSI είναι αρκετά χαμηλός από του υπόλοιπους του ίδιου πληθυσμού.

Στα Μουδανιά ο πληθυσμός είναι μικτός (δηλαδή αποτελείται και από ενήλικα και από υπο-ενήλικα άτομα) με μεγάλη διακύμανση στο ολικό βάρος και μικρότερη αντίστοιχα διακύμανση στη διάμετρο. Επίσης μικρή διακύμανση παρατηρήθηκε και στο βάρος γονάδας, που είναι κατά μέσο όρο ιδιαίτερα υψηλό και σημαίνει ότι ανεξαρτήτως μεγέθους όλοι οι αχινοί είχαν γεμίσει αρκετά και είναι σε προχωρημένο στάδιο.

Στην Ηγουμενίτσα ο πληθυσμός είναι πάλι μικτός (δηλαδή αποτελείται και από ενήλικα και από υπο-ενήλικα άτομα) με μικρότερη διακύμανση στο ολικό βάρος, αλλά γενικώς φαίνεται να είναι λιγότερο «γεμάτος» από αυτόν των Μουδανιών γιατί χαρακτηρίζεται από μικρότερα μέσα βάρη (ολικά και γονάδων) από αυτό των Μουδανιών.

Στον Παγασητικό ο πληθυσμός είναι πάλι μικτός αλλά περισσότερο ανομοιομορφος από τους προηγούμενους δύο, διότι χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερες διακυμάνσεις σε ολικό βάρος και διάμετρο. Τα βάρη γονάδων είναι παρόμοια με αυτά της Ηγουμενίτσας, ενώ ο πληθυσμός των Μουδανιών υπερέχει σε μέσο βάρος γονάδων και από τις δύο άλλες τοποθεσίες.

Γενικά η περιοχή των Μουδανιών φαίνεται να ευνοεί την δημιουργία πληθυσμών πιο ομοιόμορφων και με υψηλότερα μέσα βάρη (ολικά και γονάδων). Αυτό όμως σχετίζεται άμεσα και με τις συγκεκριμένες περιοχές δειγματοληψίας σε κάθε γεωγραφική περιοχή και η εικόνα αυτή ίσως να αλλάζει αν γίνουν πολλές δειγματοληψίες σε επιμέρους διαφορετικές περιοχές της κάθε γεωγραφικής οντότητας.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μετρήσεων, δειγματοληψίας από Μουδανιά.

| ΜΟΥΔΑΝΙΑ    |             |             |            |         |                         |                   |                        |             |
|-------------|-------------|-------------|------------|---------|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------|
| ΑΧΙΝΟΣ      | ΒΑΡΟΣ<br>gr | ΜΗΚΟΣ<br>mm | ΥΨΟΣ<br>mm | ΦΥΛΟ    | ΒΑΡΟΣ<br>ΓΟΝΑΔΩ<br>N gr | Ωριμα-<br>Ανώριμα | Ενήλικα-<br>Υποενήλικα | GSI         |
| 1ος αχινός  | 38,35       | 46,5        | 29,5       | θηλυκός | 0,3                     | ανώριμο           | ενήλικο                | 0,782268579 |
| 2ος αχινός  | 17,3        | 41,4        | 20,09      | θηλυκός | 1,18                    | ώριμο             | ενήλικο                | 6,820809249 |
| 3ος αχινός  | 16,46       | 38,5        | 18,6       | θηλυκός | 1,24                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 7,533414338 |
| 4ος αχινός  | 29,5        | 45,78       | 26,68      | θηλυκός | 1,53                    | ώριμο             | ενήλικο                | 5,186440678 |
| 5ος αχινός  | 28,36       | 47,42       | 23,6       | θηλυκός | 0,8                     | ώριμο             | ενήλικο                | 2,820874471 |
| 6ος αχινός  | 27,9        | 46,46       | 24,08      | θηλυκός | 0,88                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,154121864 |
| 7ος αχινός  | 34,6        | 49,2        | 24,6       | θηλυκός | 0,78                    | ώριμο             | ενήλικο                | 2,25433526  |
| 8ος αχινός  | 42,2        | 50,84       | 25,86      | θηλυκός | 1,51                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,578199052 |
| 9ος αχινός  | 32,13       | 48,3        | 25,6       | θηλυκός | 1,01                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,143479614 |
| 10ος αχινός | 30,13       | 49,4        | 24,54      | θηλυκός | 1,68                    | ώριμο             | ενήλικο                | 5,575838035 |
| 11ος αχινός | 29,8        | 49,18       | 27,2       | θηλυκός | 0,4                     | ανώριμο           | ενήλικο                | 1,342281879 |
| 12ος αχινός | 23,6        | 45,3        | 23,52      | θηλυκός | 0,52                    | ανώριμο           | ενήλικο                | 2,203389831 |
| 13ος αχινός | 25,68       | 48,32       | 25,28      | θηλυκός | 1,12                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,361370717 |
| 14ος αχινός | 23,46       | 45          | 23,4       | θηλυκός | 0,78                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,324808184 |
| 15ος αχινός | 28,5        | 49,64       | 24,72      | θηλυκός | 1,36                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,771929825 |
| 16ος αχινός | 27,77       | 49,14       | 25,02      | θηλυκός | 1,1                     | ώριμο             | ενήλικο                | 3,961109111 |
| 17ος αχινός | 24,42       | 47,7        | 22,1       | θηλυκός | 1,06                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,340704341 |
| 18ος αχινός | 27,66       | 46,82       | 22,8       | θηλυκός | 2,26                    | ώριμο             | ενήλικο                | 8,170643529 |
| 19ος αχινός | 25,62       | 44,33       | 24,54      | θηλυκός | 1,79                    | ώριμο             | ενήλικο                | 6,986729118 |
| 20ος αχινός | 20,14       | 40,88       | 19,79      | θηλυκός | 1,09                    | ώριμο             | ενήλικο                | 5,412115194 |
| 21ος αχινός | 13,56       | 34,4        | 16,15      | θηλυκός | 0,23                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 1,696165192 |
| 22ος αχινός | 20,75       | 45,42       | 19,48      | θηλυκός | 0,93                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,481927711 |
| 23ος αχινός | 13,35       | 37,2        | 17,5       | θηλυκός | 0,09                    | ανώριμο           | υποενήλικο             | 0,674157303 |
| 24ος αχινός | 15          | 39,18       | 19,62      | θηλυκός | 1,09                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 7,266666667 |
| 25ος αχινός | 21,38       | 44,01       | 21,18      | θηλυκός | 2,35                    | ώριμο             | ενήλικο                | 10,99158092 |
| 26ος αχινός | 28,03       | 47,32       | 22,5       | θηλυκός | 2,88                    | ώριμο             | ενήλικο                | 10,27470567 |
| 27ος αχινός | 22,94       | 45,6        | 22,72      | θηλυκός | 0,51                    | ανώριμο           | ενήλικο                | 2,223190933 |
| 28ος αχινός | 17,05       | 38,56       | 19,58      | θηλυκός | 1,07                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 6,275659824 |
| 29ος αχινός | 25,06       | 48,6        | 22,65      | θηλυκός | 1,08                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,309656824 |
| 30ος αχινός | 24,1        | 43,55       | 22,28      | θηλυκός | 2,18                    | ώριμο             | ενήλικο                | 9,045643154 |
| 31ος αχινός | 20          | 44          | 21,32      | θηλυκός | 1,55                    | ώριμο             | ενήλικο                | 7,75        |
| 32ος αχινός | 20,2        | 41,26       | 20,12      | θηλυκός | 1,27                    | ώριμο             | ενήλικο                | 6,287128713 |
| 33ος αχινός | 15,19       | 40,98       | 19,69      | θηλυκός | 1                       | ώριμο             | ενήλικο                | 6,583278473 |
| 34ος αχινός | 13,72       | 36,28       | 17,78      | θηλυκός | 0,87                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 6,341107872 |
| 35ος αχινός | 23,84       | 47,61       | 21,98      | θηλυκός | 1,37                    | ώριμο             | ενήλικο                | 5,746644295 |



|             |       |       |       |         |      |         |            |                                        |
|-------------|-------|-------|-------|---------|------|---------|------------|----------------------------------------|
| 36ος αχινός | 37,82 | 53,45 | 28,28 | θηλυκός | 1,3  | ώριμο   | ενήλικο    | 3,437334744                            |
| 37ος αχινός | 26,2  | 49,34 | 24,12 | θηλυκός | 1,1  | ώριμο   | ενήλικο    | 4,198473282                            |
| 38ος αχινός | 21,74 | 40,32 | 21,58 | θηλυκός | 0,17 | ανώριμο | ενήλικο    | 0,781968721                            |
| 39ος αχινός | 23,42 | 43,73 | 20,98 | θηλυκός | 0,95 | ώριμο   | ενήλικο    | 4,056362084                            |
| 40ος αχινός | 14,69 | 38,48 | 19,58 | θηλυκός | 0,55 | ώριμο   | υποενήλικο | 3,744043567                            |
| 41ος αχινός | 21,3  | 43,75 | 23,36 | θηλυκός | 1,31 | ώριμο   | ενήλικο    | 6,150234742                            |
| 42ος αχινός | 18,75 | 42,46 | 21,52 | θηλυκός | 0,92 | ώριμο   | ενήλικο    | 4,906666667                            |
| 43ος αχινός | 18,65 | 42,39 | 19,19 | θηλυκός | 1,1  | ώριμο   | ενήλικο    | 5,898123324                            |
| 44ος αχινός | 18,6  | 41,63 | 19,6  | θηλυκός | 0,96 | ώριμο   | ενήλικο    | 5,161290323                            |
| 45ος αχινός | 22,1  | 46,18 | 22,56 | θηλυκός | 0,3  | ανώριμο | ενήλικο    | 1,357466063                            |
| 46ος αχινός | 23,11 | 43,6  | 21,78 | θηλυκός | 1,54 | ώριμο   | ενήλικο    | 6,663781913                            |
| 47ος αχινός | 23,12 | 48,79 | 21,92 | θηλυκός |      | ώριμο   | ενήλικο    |                                        |
| 48ος αχινός | 27,95 | 45,8  | 21,48 | θηλυκός |      | ώριμο   | ενήλικο    |                                        |
| 49ος αχινός | 28,06 | 48,36 | 25,98 | θηλυκός |      | ώριμο   | ενήλικο    |                                        |
| 50ος αχινός | 21,56 | 40,69 | 20,72 | θηλυκός |      | ώριμο   | ενήλικο    |                                        |
|             |       |       |       |         |      |         |            | <b>Μέσος GSI</b><br><b>4,826698301</b> |





**Πίνακας 2.** Αποτελέσματα μετρήσεων, δειγματοληψίας από Ηγουμενίτσα.

| ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ |             |             |            |          |                         |                   |                        |             |
|-------------|-------------|-------------|------------|----------|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------|
|             | ΒΑΡΟΣ<br>gr | ΜΗΚΟΣ<br>mm | ΥΨΟΣ<br>mm | ΦΥΛΟ     | ΒΑΡΟΣ<br>ΓΟΝΑΔ<br>ΩΝ gr | Ωριμα-<br>Ανώριμα | Ενήλικα-<br>υποενήλικα | GSI         |
| 1ος αχινός  | 37,96       | 51,4        | 21,94      | θηλυκό   | 1,1                     | ώριμο             | ενήλικο                | 2,897787144 |
| 2ος αχινός  | 27,56       | 44,42       | 23,82      | θηλυκό   | 2,36                    | ώριμο             | ενήλικο                | 8,563134978 |
| 3ος αχινός  | 28,74       | 46,97       | 23,92      | θηλυκό   | 0,98                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,409881698 |
| 4ος αχινός  | 30,5        | 49,15       | 23,46      | θηλυκό   | 2,46                    | ώριμο             | ενήλικο                | 8,06557377  |
| 5ος αχινός  | 30,4        | 49,9        | 24,26      | θηλυκό   | 0,9                     | ώριμο             | ενήλικο                | 2,960526316 |
| 6ος αχινός  | 29,64       | 48,8        | 23,83      | θηλυκό   | 2,64                    | ώριμο             | ενήλικο                | 8,906882591 |
| 7ος αχινός  | 23,83       | 45,82       | 21,81      | θηλυκό   | 0,55                    | ώριμο             | ενήλικο                | 2,308015107 |
| 8ος αχινός  | 24,6        | 45,95       | 24,46      | θηλυκό   | 1,1                     | ώριμο             | ενήλικο                | 4,471544715 |
| 9ος αχινός  | 15,88       | 36,62       | 17,54      | θηλυκό   | 0,52                    |                   | υποενήλικο             | 3,274559194 |
| 10ος αχινός | 27,38       | 48,08       | 22,52      | θηλυκό   | 1,46                    | ώριμο             | ενήλικο                | 5,332359386 |
| 11ος αχινός | 18,14       | 39,58       | 18,84      | θηλυκό   | 0,78                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 4,299889746 |
| 12ος αχινός | 18,88       | 41,5        | 20,86      | θηλυκό   | 1,17                    | ώριμο             | ενήλικο                | 6,197033898 |
| 13ος αχινός | 23,7        | 42,9        | 21,9       | θηλυκό   | 1,56                    | ώριμο             | ενήλικο                | 6,582278481 |
| 14ος αχινός | 13,16       | 36,63       | 17,06      | θηλυκό   | 0,56                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 4,255319149 |
| 15ος αχινός | 15,21       | 40,4        | 17,39      | θηλυκό   | 0,25                    |                   | ενήλικο                | 1,64365549  |
| 16ος αχινός | 19,06       | 41,02       | 19,17      | θηλυκό   | 0,51                    |                   | ενήλικο                | 2,675760756 |
| 17ος αχινός | 19,03       | 41,9        | 19,49      | θηλυκό   | 2,13                    | ώριμο             | ενήλικο                | 11,19285339 |
| 18ος αχινός | 17,24       | 39,08       | 17,85      | θηλυκό   | 0,24                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 1,392111369 |
| 19ος αχινός | 19,42       | 42,3        | 20,3       | θηλυκό   | 0,71                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,656024717 |
| 20ος αχινός | 18          | 41,1        | 20,11      | θηλυκό   | 0,33                    |                   | ενήλικο                | 1,833333333 |
| 21ος αχινός | 31,14       | 50,98       | 23,95      | θηλυκό   | 0,96                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,082851638 |
| 22ος αχινός | 28,7        | 43,1        | 20,02      | αρσενικό | 1,31                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,56445993  |
| 23ος αχινός | 17,97       | 38,16       | 15,94      | αρσενικό | 0,76                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 4,229271007 |
| 24ος αχινός | 26,89       | 44,85       | 21,15      | θηλυκό   | 0,85                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,161026404 |
| 25ος αχινός | 23,74       | 45          | 21,3       | θηλυκό   | 0,7                     | ώριμο             | ενήλικο                | 2,948609941 |
| 26ος αχινός | 21,06       | 41,88       | 21         | θηλυκό   | 1,7                     | ώριμο             | ενήλικο                | 8,072174739 |
| 27ος αχινός | 23,63       | 38,21       | 17,48      | αρσενικό | 0,96                    | ώριμο             | υποενήλικο             | 4,062632247 |
| 28ος αχινός | 20          | 42,16       | 19,9       | θηλυκό   | 0,45                    | ώριμο             | ενήλικο                | 2,25        |
| 29ος αχινός | 27,13       | 44,51       | 21,19      | θηλυκό   | 1,26                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,644305197 |
| 30ος αχινός | 19,8        | 42,02       | 19,6       | θηλυκό   | 0,77                    | ώριμο             | ενήλικο                | 3,888888889 |
| 31ος αχινός | 21,77       | 42,49       | 18,87      | θηλυκό   | 1,05                    | ώριμο             | ενήλικο                | 4,823151125 |
| 32ος αχινός | 21,42       | 40,62       | 19,54      | θηλυκό   | 1,5                     | ώριμο             | ενήλικο                | 7,00280112  |



|             |       |       |       |          |      |         |            |             |
|-------------|-------|-------|-------|----------|------|---------|------------|-------------|
| 33ος αχινός | 14,92 | 36,13 | 18,82 | θηλυκό   | 0,01 | ανώριμο | υποενήλικο | 0,067024129 |
| 34ος αχινός | 17,69 | 35,8  | 15,37 | αρσενικό | 0,69 | ώριμο   | υποενήλικο | 3,900508762 |
| 35ος αχινός | 18,65 | 40,41 | 18,12 | θηλυκό   | 0,15 | ανώριμο | ενήλικο    | 0,804289544 |
| 36ος αχινός | 21,58 | 40,4  | 19,4  | θηλυκό   | 1,62 | ώριμο   | ενήλικο    | 7,50695088  |
| 37ος αχινός | 14,4  | 34    | 14,6  | αρσενικό | 0,59 | ώριμο   | υποενήλικο | 4,097222222 |
| 38ος αχινός | 17,04 | 40,47 | 17,55 | θηλυκό   | 0,25 |         | ενήλικο    | 1,46713615  |
| 39ος αχινός | 19,63 | 43,81 | 21,72 | θηλυκό   | 0,35 | ανώριμο | ενήλικο    | 1,782985227 |
| 40ος αχινός | 16,38 | 37,84 | 19,43 | θηλυκό   | 0,46 |         | υποενήλικο | 2,808302808 |
| 41ος αχινός | 14,08 | 35,42 | 17,04 | θηλυκό   | 0,38 |         | υποενήλικο | 2,698863636 |
| 42ος αχινός | 13,4  | 36,72 | 15,88 | θηλυκό   | 0,19 |         | υποενήλικο | 1,417910448 |
| 43ος αχινός | 19,67 | 37,56 | 15,28 | αρσενικό | 1,2  | ώριμο   | υποενήλικο | 6,100660905 |
| 44ος αχινός | 14,66 | 36,5  | 17,1  | θηλυκό   |      | ώριμο   | υποενήλικο |             |
| 45ος αχινός | 22,25 | 40,5  | 18,61 | αρσενικό |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 46ος αχινός | 12,58 | 36,06 | 16,75 | θηλυκό   |      | ανώριμο | υποενήλικο |             |
| 47ος αχινός | 29,18 | 41,98 | 19,88 | αρσενικό |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 48ος αχινός | 22,3  | 39,75 | 17,6  | αρσενικό |      | ώριμο   | υποενήλικο |             |
| 49ος αχινός | 12,08 | 34,5  | 17,03 | θηλυκό   |      | ανώριμο | υποενήλικο |             |
| 50ος αχινός | 23,66 | 44,06 | 19,9  | αρσενικό |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |

**Μέσος GSI**  
**4,169780283**

**Πίνακας 3.** Αποτελέσματα μετρήσεων, δειγματοληψίας από Βόλο.

| <b>ΒΟΛΟΣ</b> |                    |                    |                   |                |                               |                           |                                |             |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------|
|              | <b>ΒΑΡΟΣ</b><br>gr | <b>ΜΗΚΟΣ</b><br>mm | <b>ΥΨΟΣ</b><br>mm | <b>ΓΟΝΑΔΕΣ</b> | <b>ΒΑΡΟΣ</b><br>ΓΟΝΑΔΩΝ<br>gr | <b>Ωριμα-<br/>Ανώριμα</b> | <b>Ενήλικα-<br/>υποενήλικα</b> | <b>GSI</b>  |
| 1ος αχινός   | 6,79               | 28,36              | 19,95             | θηλυκός        | 0,01                          | ανώριμο                   | υποενήλικο                     | 0,147275405 |
| 2ος αχινός   | 32,04              | 44,78              | 21,2              | θηλυκός        | 1,44                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,494382022 |
| 3ος αχινός   | 34,28              | 50,22              | 23,8              | θηλυκός        | 1,12                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,267211202 |
| 4ος αχινός   | 33,38              | 48,21              | 23                | αρσενικός      | 0,8                           | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,396644697 |
| 5ος αχινός   | 8,63               | 32,02              | 13,33             | θηλυκός        | 0,07                          | ανώριμο                   | υποενήλικο                     | 0,811123986 |
| 6ος αχινός   | 33,86              | 48,03              | 23,76             | θηλυκός        | 1,25                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,691671589 |
| 7ος αχινός   | 12,18              | 35,25              | 16,76             | θηλυκός        | 0,48                          | ώριμο                     | υποενήλικο                     | 3,9408867   |
| 8ος αχινός   | 31,4               | 46,1               | 23,4              | θηλυκός        | 1,28                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,076433121 |
| 9ος αχινός   | 15,75              | 38,17              | 18,58             | θηλυκός        | 0,88                          | ώριμο                     | υποενήλικο                     | 5,587301587 |
| 10ος αχινός  | 27,38              | 45,6               | 23,82             | θηλυκός        | 1,05                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,834915997 |
| 11ος αχινός  | 35,24              | 44,5               | 21,4              | θηλυκός        | 0,91                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,582292849 |
| 12ος αχινός  | 20,54              | 41,5               | 19,73             | θηλυκός        | 1,02                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,965920156 |
| 13ος αχινός  | 21,1               | 44,56              | 22,66             | θηλυκός        | 0,99                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,691943128 |
| 14ος αχινός  | 21,18              | 42,1               | 20,96             | θηλυκός        | 1,86                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 8,781869688 |
| 15ος αχινός  | 24,7               | 42,76              | 19,7              | αρσενικός      | 1,15                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,655870445 |
| 16ος αχινός  | 14,83              | 35,98              | 17,61             | αρσενικός      | 0,74                          | ώριμο                     | υποενήλικο                     | 4,989885367 |
| 17ος αχινός  | 27,96              | 45,36              | 20,13             | αρσενικός      | 1,05                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,755364807 |
| 18ος αχινός  | 31,55              | 47,08              | 20,01             | θηλυκός        | 1,16                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,676703645 |
| 19ος αχινός  | 29,99              | 45,15              | 22,08             | αρσενικός      | 1,35                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,5015005   |
| 20ος αχινός  | 28,76              | 44,8               | 22,1              | θηλυκός        | 0,94                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,268428373 |
| 21ος αχινός  | 30,22              | 48,52              | 24,91             | θηλυκός        | 4,48                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 14,82461946 |
| 22ος αχινός  | 22,5               | 39,21              | 18,19             | θηλυκός        | 0,48                          | ανώριμο                   | υποενήλικο                     | 2,133333333 |
| 23ος αχινός  | 27,74              | 46                 | 23,26             | αρσενικός      | 1,23                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,434030281 |
| 24ος αχινός  | 25,27              | 44,1               | 20,9              | αρσενικός      | 0,76                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,007518797 |
| 25ος αχινός  | 28,41              | 43,9               | 22,42             | αρσενικός      | 0,77                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,71031327  |
| 26ος αχινός  | 28,48              | 44,93              | 21,44             | αρσενικός      | 0,84                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,949438202 |
| 27ος αχινός  | 27,43              | 44,3               | 19,29             | αρσενικός      | 1,02                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,718556325 |
| 28ος αχινός  | 19,48              | 41,76              | 23,08             | θηλυκός        | 0,51                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,618069815 |
| 29ος αχινός  | 20,52              | 40,76              | 20,48             | θηλυκός        | 0,98                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 4,77582846  |
| 30ος αχινός  | 35,52              | 49,58              | 22,63             | αρσενικός      | 0,74                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 2,083333333 |
| 31ος αχινός  | 30,86              | 46,82              | 22,58             | αρσενικός      | 1,08                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,499675956 |
| 32ος αχινός  | 31,15              | 47,3               | 22,9              | αρσενικός      | 0,62                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 1,990369181 |
| 33ος αχινός  | 20,92              | 41,22              | 19,36             | αρσενικός      | 0,32                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 1,529636711 |
| 34ος αχινός  | 27,38              | 47,02              | 24                | αρσενικός      | 0,89                          | ώριμο                     | ενήλικο                        | 3,250547845 |



|             |       |       |       |           |      |         |            |             |
|-------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|------------|-------------|
| 35ος αχινός | 17,98 | 36,88 | 16,53 | αρσενικός | 0,24 | ανώριμο | υποενήλικο | 1,334816463 |
| 36ος αχινός | 28,69 | 46,5  | 24,16 | αρσενικός | 0,95 | ώριμο   | ενήλικο    | 3,311258278 |
| 37ος αχινός | 25,44 | 44,57 | 20,71 | αρσενικός | 0,53 | ώριμο   | ενήλικο    | 2,083333333 |
| 38ος αχινός | 27,05 | 48,11 | 22,28 | αρσενικός | 0,48 | ώριμο   | ενήλικο    | 1,774491682 |
| 39ος αχινός | 24,58 | 40,02 | 19,02 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 40ος αχινός | 19,36 | 39,7  | 18,92 | αρσενικός |      | ώριμο   | υποενήλικο |             |
| 41ος αχινός | 25,32 | 42,28 | 20,4  | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 42ος αχινός | 22,32 | 44,88 | 22,48 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 43ος αχινός | 24,6  | 41,7  | 19,26 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 44ος αχινός | 31,4  | 43,59 | 21,42 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 45ος αχινός | 27,54 | 45,96 | 19,22 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 46ος αχινός | 32,3  | 49,82 | 22,36 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 47ος αχινός | 6,23  | 28,22 | 13,19 | θηλυκός   |      | ανώριμο | υποενήλικο |             |
| 48ος αχινός | 31,72 | 47,92 | 22,88 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |
| 49ος αχινός | 5,44  | 26,38 | 12,12 | θηλυκός   |      | ανώριμο | υποενήλικο |             |
| 50ος αχινός | 31,48 | 45,4  | 21,14 | αρσενικός |      | ώριμο   | ενήλικο    |             |

Μέσος GSI  
**3,688073579**



## Βιβλιογραφία

- Allain, J.-Y., 1972. Structure des populations de *Paracentrotus lividus*(Lamarck) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur les côtes nord de Bretagne. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 39(2):171-212.
- Ammons, D., Rampersad, J., Flytzanis, C.N. (1999) Intracellular trafficking of the nuclear receptor COUP-TF in live sea urchin embryos. American Zoologist 39:774-782.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, Virginia, USA, 17th Edition, 1300p.
- Arnone, M.I., Bogarad, L.D., Collazo, A., Kirchhamer, C.V., Cameron, R.A., Rast, J.P., Gregorians, A., Davidson, E.H. Green (1997) Fluorescent Protein in the sea urchin: new experimental approaches to transcriptional regulatory analysis in embryos and larvae. Development 124:4649-4659.
- Barnes, D.K.A., Crook, A.C., (2001). Quantifying behavioural determinants of the coastal European sea-urchin *Paracentrotus lividus*, Marine biology 138, p 1205-1212.
- Barnes, D.K.A., Crook, A.C., (2001). Implication of temporal and spatial variability in *Paracentrotus lividus* populations to the associated commercial coastal fishery, Hydrobiologia 465, p 95-102.
- Bayed A., Quiniou F., Benrha A. and Guillou M. (2005) The *Paracentrotus lividus* populations from the northern Moroccan Atlantic coast : growth, reproduction and health condition. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom 85, 999-1007.



- Benedetti-Cecchi, L., Bulleri, F., Cinelli, F., 1998. Density dependent foraging of sea urchins in shallow subtidal reefs on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 163, 203–211.
- Bogarad, L. D., Arnone, M. I., Chang, C. and Davidson, E. H. (1998). Interference with gene regulation in living sea urchin embryos: Transcription factor Knock Out (TKO), a genetically controlled vector for blockade for specific transcription factors. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 14827-14832.
- Botsford, L.W., Morgan, L.E., Lockwood, D.R., Wilen, J.E., 1999. Marine reserves and management of the northern California red sea urchin fishery. *Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep.* 40, 87–93.
- Boudouresque, C.F., 1987. Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS Posidonie Publ., Marseille.
- Boudouresque, C.F. & Verlaque, M., 2001. Ecology *Paracentrotus lividus*. In edible sea urchins; biology and ecology (ed. J. M. Lawrence), pp. 177-216. Amsterdam. Elsevier Science B.V.
- Byrne, M., 1990. Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar. Biol.* 104, 275-289.
- Christophersen, A. G., P. Knuthsen, and L. H. Skibsted. 1989. Determination of carotenoids in salmonids. *Z. Lebensm Unters Forsch* 188:413–418.
- Davies, B. H. 1976. Carotenoids. Vol. 2. Pages 38–165 in T. W. Goodwin, editor. *Chemistry and biochemistry of plant pigments*. Academic Press, London, England, UK.
- Davidson, E.H., Hough-Evans, B.R., and Britten, R.J., *Molecular Biology of the Sea Urchin Embryo*, Science, 1982, vol. 217, pp. 17–26.
- Davidson, E.H. 1986. *Gene activity in early development*, 3rd ed. Academic Press, Orlando, FL.



- Davidson et al 1998 E.H Davidson, R.A Cameron, A Ransick Specification of cell fate in the sea urchin embryo summary and some proposed mechanisms Development, 125 (1998), pp. 3269–3290.
- Dayton, P.K., 1985. The structure and regulation of some South American kelp communities. Ecol. Monogr. 45, 137–159.
- Fernandez, C & A. Caltagirone, 1994. Growth rate of adult sea urchins, *Paracentrotus lividus* in a lagoon environment :the effect of different diet types. In :B. David, A. Guille, J.-P. Feral & M. Roux(eds.)Echinoderms through Time. Balkema, Rotterdam. Pp.655-660.
- Fernandez, C., 1996. Croissance et nutrition de *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle. PhD Thesis, Universite de Corse, France.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. (1957)A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- Frantzis, A., Berthon, J.F., Maggiore, F., 1988. Relation trophique entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoidea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park 14, 81–140.
- Gilbert, S. F. (1985). Developmental Biology. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc.
- Gilbert SF. 2000. Developmental biology. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Grosjean, P., 2001. Growth model of the reared sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816). Universite Libre de Bruxelles.
- Guidetti Paolo, 2004.Helgoland marine research:Consumers of sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* , in shallow Mediterranean rocky reefs (110-116).





- Guidetti, P., Frascchetti, S., Terlizzi, A., Boero, F., 2003. Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the rock-boring mollusc *Lithophaga lithophaga*. *Mar. Biol.* (in press).
- Hickman, C., Roberts, S., Larson, A. (2001) *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill Higher Education
- Jangoux, M., 1987. Diseases of Echinodermata. I. Agents microorganisms and protistans. *Dis. Aquat. Org.* 2, 147–162.
- Lawrence, J. M., A. L. Lawrence, N. D. Holland. 1965. Annual cycle in the size of the gut of the purple sea urchins, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Nature* 205 (4977):1238-1239.
- Lesser, M.P. & C.W. Walker. 1998. Over exploitation of the urchin fishery: does history repeat itself and is there anything we can do to insure a sustainable yield to the market? *J. Shellfish Res.*, 17: 331.
- Lòpez, S., Turon, X., Montero, E., Palac`in, C., Duarte, C.M., Tarjuelo, I., 1998. Larval abundance, recruitment and early mortality in *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). Interannual variability and plankton–benthos coupling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 172, 239–251.
- Lozano, J., Gallera, J., Lopez, S., Turon, X., Palacin, C. & Morera, G., 1995. Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 122, 179-191.
- Markwell, M.A., Haas, S.M., Bieber, L.L. and Tolbert, N.E. (1978). A modification of the Lowry procedure to simplify protein determination in membrane and lipoprotein samples. *Anal. Biochem.* 87, 206-210.
- McClanahan, T.R., Shafir, S.H., 1990. Causes and consequences of sea urchin abundance and diversity in Kenyan coral reef lagoons. *Oecologia* 83, 362–370.



- McMahon AP, Flytzanis CN, Hough-Evans BR, Katula KS, Britten RJ, Davidson EH. Introduction of cloned DNA into sea urchin egg cytoplasm: replication and persistence during embryogenesis. *Dev Biol.* 1985 Apr;108(2):420-30.
- Mortensen, T., 1927. Handbook of the echinoderms of the British Isles. Oxford: Clarendon Press.
- Moschino, V. and Marin, M. G. 2002. Spermioxicity and embryotoxicity of Triphenyltin in the sea urchin *Paracentrotus lividus* Link. *Appl. Organometal Chem.* 16:175-181.
- Nedelec H (1983) Sur un nouvel indice de repletion pour les oursins reguliers. *Rapp PV Reun Comm Int Explor Sci Mer Medit Monaco* 28(3):149-151
- Pancucci-Papadopoulou, M.A. 1996. The echinodermata of Greece. Hellenic Zoological Society, Athens, Greece. 162.
- Pantazis, P. 2006. Carotenoid profiles of two Echinoids from Central Greece, *Psammechinus microturbeculatus* and *Echinus esculentus*. *Journal of the World Aquaculture Society.* Volume 37, no 3, 339-344.
- Pastor R (1971) Distribución del erizo de mar, *Paracentrotus lividus* (Lmk), en la ría de Vigo. *Publ. Tecn. Dir. Gen. Pesca Marit, Spain* 9: 255-270.
- Perry, R.I., Zhang, Z., Harbo, R., 2002. Development of the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) fishery in British Columbia, Canada—back from the brink using a precautionary framework. *Fish. Res.* 55, 253–266.
- Regis, M.-B. & R. Arfi, 1978. Etude comparee de la croissance de trois populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck), occupant des biotopes differents, dans le golfe de Marseille. *C. R. Acad. Sc. Paris D*, 286:1211-1214.
- Sala, E., Zabala, M., 1996. Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 140, 71–81.



- San Martin, G., 1987. L'oursin *Loxechinus albus* au Chili: biologie, ecologie et exploitation. In: Boudouresque, C.F. (Ed.), Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS Posidonie Publ., Marseille, 377–390.
- Sellem F, Langar H, Pesando. D (2000) Age et croissance de l'oursin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata-Echinoidea) dans le golfe de Tunis (Méditerranée). *Oceanologica Acta* 23 (5) : 607-613.
- Spirlet, C., Grosjean, P., Jangoux, M., 1998. Reproductive cycle of the echinoid *Paracentrotus lividus*: analysis by means of maturity index. *Invert. Reprod. Dev.* 34, 69-81.
- Spirlet, C., Grosjean, P., Jangoux, M., 2000. Optimization of gonad growth by manipulation of temperature and photoperiod in cultivated sea urchins, *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata). *Aquaculture* 185, 85-99.
- Spirlet C., Grosjean P. & Jangoux M. (2001) Cultivation of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) on extruded feeds: digestive efficiency, somatic and gonadal growth. *Aquaculture Nutrition* 7, 91-99.
- Tegner, M. J. & P. K. Dayton, 1977. Sea urchin recruitment patterns and implication of commercial Fishing. *Science*, 196:324-326.
- Torrissen, O. J., R. Christiansen, G. Struksnaes, and R. Estermann. 1995. Astaxanthin deposition in the flesh of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in relation to dietary astaxanthin concentration and feeding period. *Aquaculture Nutrition* 1(2):77–84.
- Turon X, Gibiret G, Lopez S, Palacin C (1995) Growth and population structure of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in 2 contrasting habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 122:193-20.
- Yokota, Y. 2002. Fishery and consumption of the sea urchin in Japan. In: Y. Yokota, V. Matranga & Z. Smolenicka (Editors). *Sea Urchin: From Basic Biology to Aquaculture*. Balkema Publ., Rotterdam, 129–138.