



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΥΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναπαραγωγικοί κύκλοι γαστερόποδων σε σκληρό υπόστρωμα

Ανδρέου Ελένη

ΒΟΛΟΣ 2017

<< Αναπαραγωγικοί κύκλοι γαστερόποδων σε σκληρό υπόστρωμα >>

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Δημήτριος Βαφείδης**, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση- έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**.
- 2) **Μαριάνθη Χατζηγιωάννου**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Εκτροφή Σαλιγκαριών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΗΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν για να διεκπεραιωθεί η παρούσα προπτυχιακή διπλωματική εργασία, αλλά και όσους ήταν δίπλα μου και με στήριζαν στην προσπάθειά μου να την ολοκληρώσω.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Δημήτριο Βαφείδη, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, για την ανάθεση της εργασίας και την υπομονή που έδειξε μέχρι την ολοκλήρωσή της.

Ευχαριστώ θερμά, την κα. Μαριάνθη Χατζηγιάννου, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες συμβουλές και την καθοδήγηση στην εργασία.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κα. Χρυσούλα Αποστολογάμβρου, μέλος Ε.Τ.Ε.Π, για την αμέριστη ανιδιοτελή βοήθειά, υποστήριξη και καθοδήγηση της κατά την διάρκεια της ολοκλήρωσης και συγγραφής της διπλωματικής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η βιβλιογραφική μελέτη των αναπαραγωγικών κύκλων των γαστερόποδων *Pattella* και *Littorina* του σκληρού υποστρώματος της μεσοπαλιρροιακής ζώνης.

Αρχικά μελετήθηκαν τα γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά και η συστηματική κατάταξη του φύλλου Μαλάκια, και κατόπιν τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την ομοταξία γαστερόποδα. Τέλος, παρατηρήθηκε η μορφολογία και η σύσταση του όστρακου των γαστερόποδων.

Εν συνεχεία, περιγράφηκε η μεσοπαλιρροιακή ζώνη, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν το σκληρό υπόστρωμα και οι συνθήκες επιβίωσης των οργανισμών του οικοσυστήματος.

Επιπλέον, εξετάστηκε η βιολογία, το αναπαραγωγικό σύστημα, η αναπαραγωγή, τα στάδια ωρίμανσης των γονάδων, η αναπαραγωγική ωρίμανση και η αναπαραγωγική περίοδος των γαστερόποδων.

Τέλος, έγινε αναφορά στο πως αλληλεπιδρούν οι επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες στην αναπαραγωγή των οργανισμών.

Λέξεις κλειδιά: γαστερόποδα, αναπαραγωγή, σκληρό υπόστρωμα, πεταλίδα, λιτορίνα.

Keywords: gastropods, reproduction, hard substrate, patella, littorina.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	2-9
1.1 Μαλάκια(Molusca)	2
1.2 Συστηματική κατάταξη Μαλάκια	3
1.3 Ομοταξία Γαστερόποδα (Gastropoda)	4
1.4 Όστακο γαστερόποδων	5
1.5 Συστηματική κατάταξη Γαστερόποδα	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	10-12
2.1 Εξέλιξη Μαλάκιων	10
2.1.1 Εξέλιξη Ομοταξίας Γαστερόποδα (Gastropoda)	10
2.1.2 Εξέλιξη Γαστερόποδων στην Ελλάδα	11
2.1.3 Εξέλιξη Οστράκου	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	13-16
3.1 Οργάνωση Κοινοτήτων σε Σκληρό Υπόστρωμα	13
3.2 Οικολογία Γαστερόποδων.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	17-40
4.1 Αναπαραγωγικό Σύστημα Γαστερόποδων.....	17
4.2 Αναπαραγωγή των Γαστερόποδων.....	21
4.3 Σταδία ωριμότητας γονάδων	23
4.4 Αναπαραγωγική ωρίμανση της πεταλίδας.....	29
4.5 Αναπαραγωγικοί περίοδοι της πεταλίδας	30
4.6 Αναπαραγωγική ωρίμανση των λιτορινών.....	35
4.7 Αναπαραγωγικοί περίοδοι των λιτορινών.....	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	41-42
5.1 Αναπαραγωγή και περιβάλλον.....	41
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43-46
6.1 Ξένη βιβλιογραφία.....	43
6.2 Ελληνική βιβλιογραφία.....	46
7. ABSTRACT	47

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	2-8
1.1 Μαλάκια(Molusca)	2
1.2 Συστηματική κατάταξη Μαλάκια	3
1.3 Ομοταξία Γαστερόποδα (Gastropoda)	4
1.4 Όστρακο γαστερόποδων	5
1.5 Συστηματική κατάταξη Γαστερόποδα	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	10-13
2.1 Οργάνωση Κοινοτήτων σε Σκληρό Υπόστρωμα	10
2.2 Οικολογία Γαστερόποδων.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	14-36
3.1 Αναπαραγωγικό Σύστημα Γαστερόποδων.....	14
3.2 Αναπαραγωγή των Γαστερόποδων.....	18
3.3 Σταδία ωριμότητας γονάδων	20
3.4 Αναπαραγωγική ωρίμανση της πεταλίδας.....	25
3.5 Αναπαραγωγικοί περίοδοι της πεταλίδας	26
3.6 Αναπαραγωγική ωρίμανση των λιτορινών.....	31
3.7 Αναπαραγωγικοί περίοδοι των λιτορινών.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	37-38
4.1 Αναπαραγωγή και περιβάλλον.....	37
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	39-42
5.1Ξένη βιβλιογραφία.....	39
5.2 Ελληνική βιβλιογραφία.....	42
6. ABSTRACT	43

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ομοταξία γαστερόποδα που ανήκει στο φύλλο μαλάκια. Συγκεκριμένα έγινε αναφορά στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φύλλου μαλάκια καθώς και στη βιολογία των γαστερόποδων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των αναπαραγωγικών κύκλων των γαστερόποδων σε σκληρό υπόστρωμα. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε η μελέτη για την εύρεση των αναπαραγωγικών προτύπων, διαδικασιών και περιόδων των ειδών *Cellana radiata*, *Patella argenvillei*, *Patella aspera*, *Patella barbara*, *Patella colear*, *Patella depressa*, *Patella granatina*, *Patella granularis*, *Patella longicosta*, *Patella lusitanica*, *Patella oculus*, *Patella rustica*, *Patella ulyssiponensis*, *Patella vulgate* και *Littorina anguilifera*, *Littorina arcane*, *Littorina brevicula*, *Littorina lineata*, *Littorina littorea*, *Littorina melanostoma*, *Littorina neglecta*, *Littorina nigrolineata*, *Littorina rudis*, *Littorina saxatilis*, *Thais carinefera*, *Melarhaphe neritoides* στηριζόμενη στην βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Τέλος εξετάστηκε η επίδραση που ασκούν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες στην αναπαραγωγή των γαστερόποδων σε σκληρό υπόστρωμα της μεσοπαλιρροιακής ζώνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Μαλάκια (Mollusca)

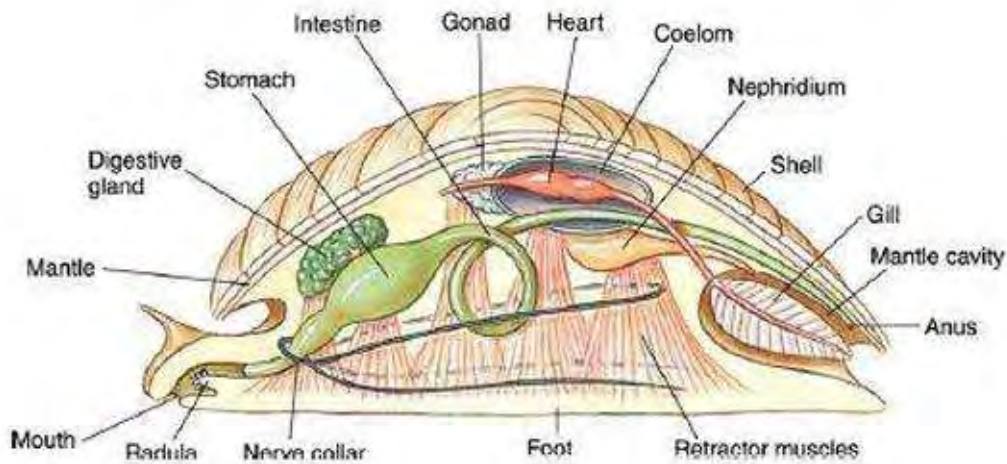
Τα μαλάκια είναι ένα από τα μεγαλύτερα ζωικά φύλλα. Τα μαλάκια είναι ζώα αμφίπλευρης συμμετρίας με ή δίχως κεφαλή. Είναι υδρόβιοι οργανισμοί που φέρουν βράγχια, αναπτύσσονται με μωσαϊκή αυλάκωση και έχουν μαλακό σώμα.

Το φύλλο των μαλάκιων περιλαμβάνει απλές δομές οργανισμών μέχρι και ποιο σύνθετα ασπόνδυλα (χιτώνες, σαλιγκάρια, μύδια, στρείδια, καλαμάρια, χταπόδια). Το μέγεθος των οργανισμών αυτού του φύλλου κυμαίνεται από σχεδόν μικροσκοπικούς οργανισμούς 0,5mm – 5 m. Αλλά έχει βρεθεί και το γιγάντιο καλαμάρι *Arhiteuthis* > 15 m.

Το μαλάκιο αποτελείται από ένα τμήμα που περιλαμβάνει το κεφάλι- πόδι και ένα δεύτερο τμήμα που είναι η σπλαχνική μάζα. Στο τμήμα κεφάλι- πόδι συγκαταλέγονται τα όργανα πρόσληψης τροφής, κίνησης και τα αισθητήρια όργανα της κεφαλής. Η σπλαχνική μάζα περιέχει τα όργανα της πέψης, του κυκλοφορικού, της αναπνοής και της αναπαραγωγής.

Το δέρμα των μαλάκιων πτυχώνεται, σχηματίζοντας την μανδρακή κοιλότητα μέσα στην οποία περικλείονται τα σπλάχνα. Σε μερικά μαλάκια, ο μανδύας εκκρίνει ασβεστιτική ουσία και σχηματίζει το όστρακο πάνω στην σπλαχνική μάζα. Το όστρακο λειτουργεί ως χώρος προστασίας και άμυνας του οργανισμού. Το όστρακο μπορεί να αποτελείται από ένα τμήμα (όπως παρατηρείται στα μονοπλακοφόρα, γαστερόποδα, κεφαλόποδα και σκαφόποδα) είτε από δύο τμήματα (στα δίθυρα). Βέβαια υπάρχουν και μαλάκια στα οποία απουσιάζει το όστρακο όπως για παράδειγμα στο χταπόδι.

Τα μαλάκια διαθέτουν το ξύστρο που είναι ένα όργανο που μοιάζει με γλώσσα πάνω στο οποίο βρίσκονται πολυάριθμα δόντια. Η λειτουργία του ξύστρου είναι πρώτον να ξύνει και να αποσπά μικρά τροφικά σωματίδια από σκληρές επιφάνειες και δεύτερον λειτουργεί ως μεταφορικός ιμάντας με σκοπό την μεταφορά των σωματιδίων από το εξωτερικό περιβάλλον στον πεπτικό σωλήνα ([http1](#), [http2](#)).



Εικόνα 1. Γενικευμένο Μαλάκιο

1.2 Συστηματική κατάταξη Μαλάκια

Η συστηματική κατάταξη σύμφωνα με τον Linnaeus είναι η εξής:

Βασίλειο: Animalia

Φύλλο : Mollusca

Ομοταξία: Caudofoveata (παράδειγμα *Chaetoderma*)

Solinogastres (παράδειγμα *Neomenia*)

Monoplacophora (παράδειγμα *Neopilina, Vena*)

Polyplacophora ή Amphineura (παράδειγμα *Morpalia*)

Scaphopoda (παράδειγμα *Dentalium*)

Bivalvia (παράδειγμα *Venus*)

Rostroconhia

Gastropoda (παράδειγμα *Littorina*)

Cephalopoda(παράδειγμα *Octopus*)

Στην παρούσα εργασία θα μελετηθεί μόνο η ομοταξία των γαστερόποδων όσων αφορά τον αναπαραγωγικό κύκλο των ειδών ([http1](#), [http2](#),[http4](#)).

1.3 Ομοταξία Γαστερόποδα (Gastropoda)

Τα γαστερόποδα είναι η μεγαλύτερη και ποιο σύνθετη ομοταξία του φύλλου μαλάκια. Η ομοταξία γαστερόποδα περιλαμβάνει σαλιγκάρια, πεταλίδες, γυμνοσαλίγκαρους και κοχύλια.

Τα γαστερόποδα διακρίνονται σε θαλάσσια, γλυκού νερού και χερσαία σαλιγκάρια και γυμνοσαλίγκαρους. Επίσης, τα γαστερόποδα χαρακτηρίζονται ως νωθρά εδραία ζώα εξαιτίας του βαρύ οστράκου και της αργής κίνησης. Ορισμένα είδη είναι εξειδικευμένα στην αναρρίχηση, στο κολύμπι ή στην διείδυση χάριν στο μεγάλο πόδι που διαθέτουν. Το μέγεθος των γαστερόποδων κυμαίνεται από 1,5 mm- 8 cm ([http1](#), [http2](#),[http3](#),[http 4](#), [http8](#)).

Τα γαστερόποδα φέρουν κεφαλή με οφθαλμούς και αισθητήρια όργανα. Οι κεραίες λειτουργούν ως χημειούποδοχείς και όργανα αφής. Οι οφθαλμοί που πολλές φορές βρίσκονται στο άκρο των κεραίων αποτελούνται από χρωστικοφόρο επιδερμίδα. Η χρωστικοφόρος επιδερμίδα φέρει φωτοϋποδοχείς, φακό, υαλώδες σώμα, κερατινοειδή και αμφιβληστροειδή χιτώνα. Οι οφθαλμοί διακρίνουν την ένταση του φωτός αλλά η εικόνα που σχηματίζεται είναι ατελής ([http8](#)).

Το στόμα των γαστερόποδων φέρει ξύστρο (Radula) το οποίο αποτελείται από πολυάριθμα δόντια τοποθετημένα σε σειρές. Επιπλέον, τα γαστερόποδα διαθέτουν κυκλοφορικό, νευρικό γεννητικό σύστημα και αναπνέουν με βράγχια. Τα εξελιγμένα γαστερόποδα διαθέτουν μια σωληνοειδή προέκταση στο στόμα τους, την προβοσκίδα.

Τα σπλάχνα και τα βράγχια περικλείονται από τον μανδύα πάνω στον οποίον σχηματίζεται το όστρακο ασβεστιτικής σύνθεσης με σκοπό να προστατεύεται ο οργανισμός. Η σπλαχνική μάζα που περιέχει τα εσωτερικά όργανα και την μανδουακή κοιλότητα είναι ελικοειδής περιστρεμμένη και βρίσκεται μέσα στο κέλυφος. Επίσης, η σπλαχνική κοιλότητα περιέχει την έδρα, η οποία βρίσκεται στο εμπρόσθιο τμήμα του ζώου, τους βλεννογόνους αδένες και το οσφρίδιο, το οποίο είναι αισθητήριο όργανο για χημικά και μηχανικά ερεθίσματα. ([http1](#), [http2](#),[http3](#),[http 4](#), [http8](#)).

Το κυκλοφορικό σύστημα αποτελείται από την καρδιά, που έχει μια κοιλία και έναν ή δυο κόλπους, τις αρτηρίες και τα αιματοκόιλα. Όταν υπάρχει ένα βράγχιο τότε υπάρχει ένας κόλπος και το απεκκριτικό σύστημα αποτελείται από ένα μετανεφρίδιο. Η αναπνοή γίνεται μέσω των βραγχίων ([http8](#)).

Η ανάπτυξη των γαστερόποδων ακολουθεί τα εξής στάδια. Αρχικά, είναι το στάδιο της τροχοφόρου προνύμφης που ακολουθείται από το στάδιο της πεπλοφόρου προνύμφης κατά το οποίο σχηματίζεται το όστρακο. Η ιστιοφόρος προνύμφη έχει δύο βλεφαριδοφόρους λοβούς σαν ιστία, που χρησιμεύουν στην κολύμβηση και το αναπτυσσόμενο πόδι είναι ορατό. Αρχικά, το στόμα βρίσκεται σε πρόσθια θέση και η έδρα σε οπίσθια θέση. Αλλά, οι σχετικές θέσεις του οστράκου, του πεπτικού σωλήνα και της μανδουακής κοιλότητας αλλάζουν θέση μέσω της διαδικασίας συστροφής.

Μετά την συστροφή η έδρα και η μανδουακή κοιλότητα βρίσκονται πάνω από το στόμα και το κεφάλι. Το αριστερό βράγχιο, το αριστερό νεφρό και ο κόλπος της καρδιάς βρίσκονται στην δεξιά πλευρά, ενώ το αρχικά δεξί βράγχιο, δεξί νεφρό και ο δεξιάς κόλπος της καρδιάς βρίσκονται στην αριστερή πλευρά, ενώ το νευρικό σχοινί παίρνει τη σχήμα 8. Λόγω του χώρου που δημιουργείται στην μανδουακή κοιλότητα, το ευαίσθητο άκρο με το κεφάλι του ζώου μπορεί να αποσύρεται μέσα στο όστρακο με το σκληρό πόδι να αποτελεί φράγμα προς το εξωτερικό περιβάλλον ([http2](#)).

1.4 Όστρακο Γαστερόποδων

Το όστρακο των γαστερόποδων αποτελείται από ένα τμήμα και μπορεί να είναι περιελιγμένο ή όχι, ασβεστολιθικής σύστασης και κωνικού σχήματος.

Η περιέλιξη του οστράκου γίνεται με διάφορους τρόπους, στο επίπεδο, στο χώρο ή και ελεύθερα. Τα σχήματα και οι μορφές περιέλιξης είναι ποικίλα και χαρακτηριστικά. Η αρχή της περιέλιξης ονομάζεται κορυφή που αντιστοιχεί στην μικρότερη και παλαιότερη σπείρα. Οι σπείρες διαδοχικά μεγαλώνουν και περιελίσσονται γύρω από τον στυλίσκο. Η τελευταία περιέλιξη αντιστοιχεί στο στόμιο. Η περιέλιξη του οστράκου μπορεί να είναι δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη. Η πλειοψηφία των γαστερόποδων εμφανίζουν δεξιόστροφη περιέλιξη.

Το στόμιο των γαστερόποδο χωρίζεται στο εξωτερικό και εσωτερικό χείλος. Το εξωτερικό χείλος μπορεί να είναι συνεχές ή διακοπτόμενο από μικρή ή μεγάλη

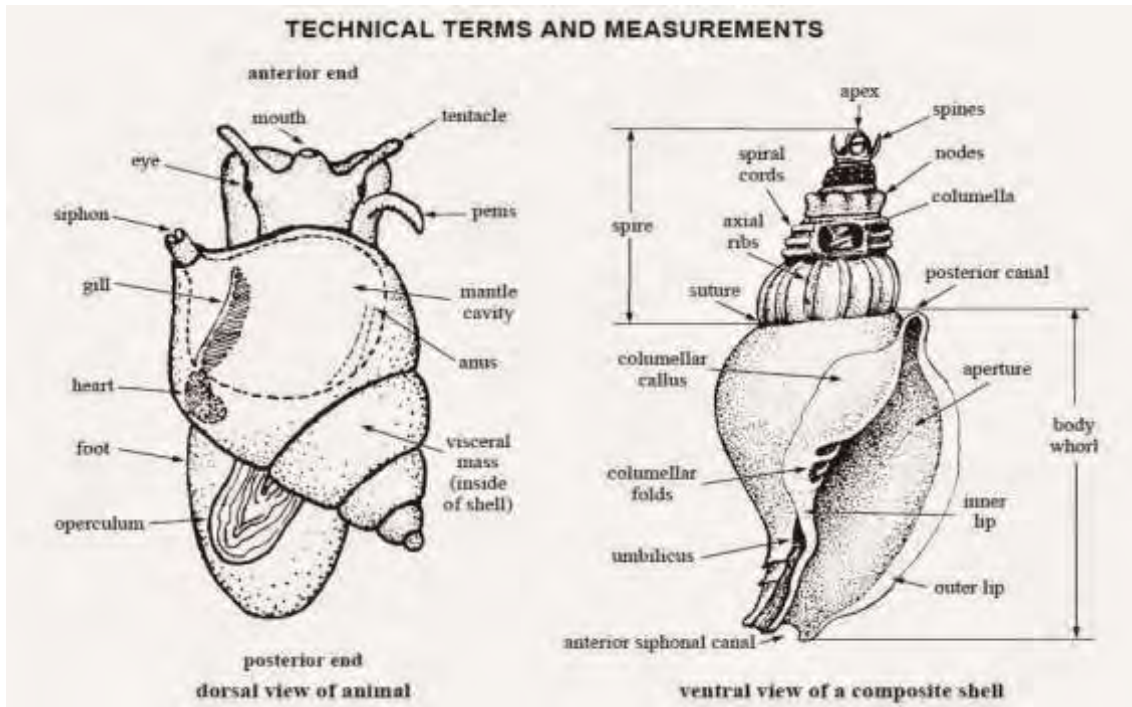
σιφωνική αύλακα, αιχμηρό, παχύ, λεπτό, με οδοντώσεις ή και με άλλα χαρακτηριστικά. Το εσωτερικό χείλος είναι δυνατό να φέρει ιδιαίτερες παχιές αποθέσεις με οδοντώσεις.

Πολλά γαστερόποδα διαθέτουν πώμα, δηλαδή μια πλάκα κερατινώδους ή ασβεστιτικής σύστασης που καλύπτει το στόμιο. Εξωτερικά, το όστρακο παρουσιάζει ανάγλυφα σχέδια, ραβδώσεις, άκανθες και διάφορες αποχρώσεις.

Η σύσταση του οστράκου είναι ασβεστολιθική και παρουσιάζει δύο στρώματα. Το εξωτερικό στρώμα είναι παχύ και αποτελείται από ινώδεις κρυστάλλους αραγωνίτη διατεταγμένους κάθετα στην εξωτερική επιφάνεια. Το εσωτερικό στρώμα είναι λεπτό πηλώδες ή μαργαρώδες αποτελούμενο από ελάσματα αραγωνίτη παράλληλα στην εσωτερική επιφάνεια του οστράκου ([http1](#),[http2](#), Πετρίδου 2015).

Το σχήμα του κελύφους ποικίλει ανάλογα με το είδος του γαστερόποδου. Το κέλυφος μπορεί να είναι :

- a) ελικοειδές,
- b) πεταλόμορφο,
- c) τροχόμορφο,
- d) κουκουλόμορφο,
- e) πυργοειδές
- f) δισκοειδές
- g) τουρμπινοειδές
- h) δικωνικό
- i) ισοστροφικό
- j) ακανόνιστο
- k) δακτυλωτό ([http4](#))



Εικόνα 2. Γαστερόποδο, εμπρόσθια και οπίσθια άποψη



Εικόνα 3. *Bolinus brandaris*



Εικόνα 4. *Littorina obtusata*



© Conchmologistas do Brasil **Εικόνα 5.** *Littorina anguifera*

1.5 Συστηματική Κατάταξη Γαστερόποδα

Η συστηματική κατάταξη των γαστερόποδων σύμφωνα με τον Linnaeus είναι η εξής:

Ομοταξία: Gasteropoda

Υφομοταξία: Prosobranchiata

Τάξεις : Archeogastropoda

Mesogastropoda

Neogastropoda

Υφομοταξία: Opisthobranchiata

Τάξεις: Pteropoda

Nudibranchia

Υφομοταξία: Pulmonata

Τάξεις: Stylomatophora

Vassomatophora

(http1, http2)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Οργάνωση Κοινοτήτων σε Σκληρό Υπόστρωμα

Οι οργανισμοί που θα μελετηθούν στην παρούσα εργασία είναι τα γαστερόποδα των σκληρών υποστρωμάτων. Με αλλά λόγια τα γαστερόποδα της μεσοπαληρροιακής ζώνης.

Η μεσοπαληρροιακή ζώνη, είναι η οικολογική ζώνη της βενθικής ενότητας η οποία ορίζεται ως το τμήμα του βυθού που διαδοχικά καλύπτεται και αποκαλύπτεται από το νερό. Σε κανονικές συνθήκες η διαδοχική ανάδυση και κατάδυση αυτής της οικολογικής ζώνης αποδίδεται στο φαινόμενο της παλίρροιας και για αυτόν τον λόγο η ζώνη είναι γνωστή και ως παληρροιακή ζώνη. Σε ακτές με μικρό ύψος παλίρροιας (όπως είναι οι ακτές της Μεσογείου) το ανώτερο όριο της μεσοπαληρροιακής ζώνης αντιστοιχεί στο ανώτερο επίπεδο που φτάνει η θάλασσα με τον κυματισμό ή όταν η θάλασσα είναι ήρεμη στο επίπεδο της μέσης στάθμης του νερού. Το κατώτερο όριο της ζώνης αντιστοιχεί στο κανονικό επίπεδο ανάδυσης του υποστρώματος. Το πλάτος της ζώνης σε μία περιοχή είναι κυρίως συνάρτηση της κλίσης της ακτής. Οι οργανισμοί που εξαπλώνονται στην οικολογική αυτή ζώνη και συγκρατούν τις αντίστοιχες κοινότητες είναι πολύ καλά προσαρμοσμένοι προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις διαφορετικές οικολογικές συνθήκες που επικρατούν στη διάρκεια της ανάδυσης (έλλειψη νερού, έκθεση στον αέρα, ηλιοφάνεια) και αυτές που επικρατούν στη διάρκεια της κατάδυσης (κυματική δράση, θηρευτές). Οι οργανισμοί αυτοί απαιτούν ή ανέχονται σχετικά μικρή χρονική διάρκεια ανάδυση αλλά δεν μπορούν να ανεχτούν μόνιμη κατάδυση. Λόγω της γειννίας της οικολογικής αυτής ζώνης με την ξηρά και τις πηγές φερτών υλικών υπάρχει αυξημένη πρωτογενής παραγωγή που συνεπακόλουθα οδηγεί σε αυξημένους πληθυσμούς των λίγων καλά προσαρμοσμένων να ζουν σε αυτή ειδών θαλάσσιων οργανισμών.

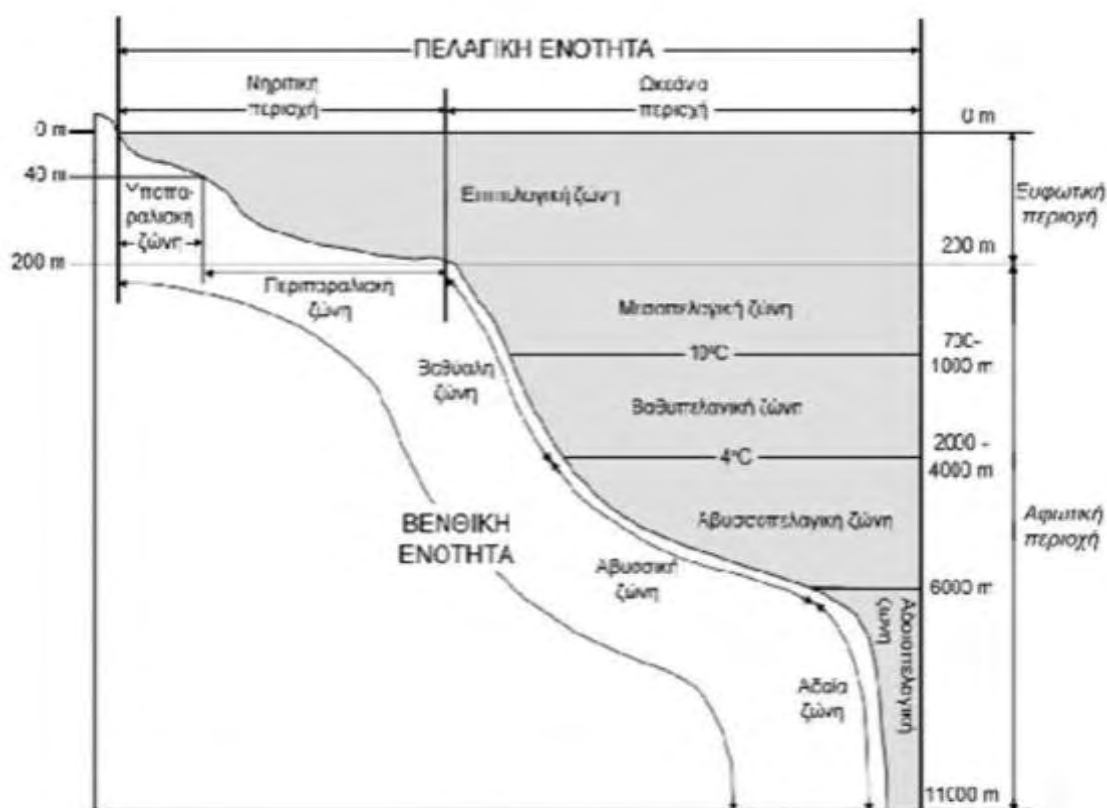
Η μεσοπαληρροιακή ζώνη χαρακτηρίζεται ως ένα μοναδικό δυναμικό οικοσύστημα σε σχέση με τα άλλα θαλάσσια περιβάλλοντα, λόγω της συχνής έκθεσης στον αέρα. Επίσης, είναι μια βιοκοινότητα που παρουσιάζει υψηλή βιοποικιλότητα. Ανάμεσα στους ποικίλους φυσικούς και ζωικούς οργανισμούς που ενδιαίτουν στην διαπαληρροιακή ζώνη συγκαταλέγονται και τα γαστερόποδα όπως οι πεταλίδες, λιτορίνες. Ο βυθός της μεσοπαληρροιακής ζώνης διαιρείται σε σκληρό και κινητό

υπόστρωμα. Όμως, η παρούσα μελέτη ασχολείται με τα γαστερόποδα του σκληρού υποστρώματος όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ([http1](#)).

Τα πλεονεκτήματα που παρέχει η μεσοπαλιρροιακή ζώνη στους οργανισμούς είναι η αφθονία της τροφής, τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά, η πλούσια περιεκτικότητα σε οξυγόνο, τα καταφύγια και οι επιφάνειες προσκόλλησης. Ωστόσο, εξαιτίας του παλιρροιακού κύκλου, η ζωή στην συγκεκριμένη βιοκοινότητα επιφυλάσσει προκλήσεις. Το συγκεκριμένο περιβάλλον χαρακτηρίζεται από τις συχνές μεταβολές των αβιοτικών συνθηκών. Έτσι οι άποικοι αυτής της ζώνης εκτός από τον ανταγωνισμό για τροφή, φώς, χώρο και προστασία από τους θηρευτές τους πρέπει να ανταπεξέλθουν με επιτυχία στις ραγδαίες αλλαγές της αλατότητας, του Ph, της θερμοκρασίας και της πιθανότητας αποξήρανσης τους κατά την διάρκεια της ανάδυσης τους αναπτύσσοντας κάποια στρατηγική προσαρμογής. Οι μέθοδοι αντιμετώπισης του προβλήματος αποξήρανσης από τα γαστερόποδα είναι η στεγανοποίηση και η στρατηγική "τρέχω να κρυφτώ" ([http3](#)).

Οι κοινότητες του βραχώδους υποστρώματος εμφανίζονται σε απόκρημνες ακτές όπου οι ποσότητες ιζήματος είναι μικρές. Οι συγκεκριμένες περιοχές είναι αναδιδόμενες ως αποτέλεσμα γεωλογικών φαινομένων. Αυτές οι ανυψωμένες ακτές δεν έχουν διαβρωθεί ή να συσσωρεύσουν ιζήματα. Υπάρχουν όμως και βραχώδεις ακτές που σχηματίζονται με επώθηση. Τα κύματα και τα ρεύματα που ενεργούν σε αυτές της ακτές απομακρύνουν τα ιζήματα, αφήνοντας πίσω τους γυμνό πέτρωμα.

Η άμπωτη δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στους οργανισμούς του βραχώδους υποστρώματος της μεσοπαλιρροιακής ζώνης. Η ανάδυση τους αποτελεί μια συνθήκη πολύ πιο αντίξοη από εκείνη μέσα στο νερό. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί κατά την διάρκεια της ανάδυσής τους αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της αποξήρανσης. Τα γαστερόποδα αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της αφυδάτωσης ως εξής, όταν επικρατεί η άμπωτη αυτά μετακινούνται σε υγρές περιοχές όπως νερόλακκους και σχισμές βραχών είτε κλίνονται μέσα στο όστρακο διατηρώντας έτσι την υγρασία τους. ([http3](#)).



Οικολογικές Ζώνες του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (από Nybakken, 1997, μερικώς τροποποιημένο)

2.2 Βιολογία Γαστερόποδων

Ενδιαίτημα των γαστερόποδων είναι οι ρωγμές των βράχων οι οποίες βρίσκονται στην μεσοπαλιρροιακή ζώνη και ως επί των πλείστων δεν καλύπτεται από θαλασσινό νερό. Το συγκεκριμένο περιβάλλον παρέχει στα γαστερόποδα την αναγκαία για την επιβίωση τους υγρασία, δροσιά, υψηλό επίπεδο αλατότητας, προστασία από ηλιακές ακτίνες, τους ανέμους και τον κυματισμό.

Ωστόσο, τα γαστερόποδα δεν παραμένουν στους νερόλακκους κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Την εποχή της αναπαραγωγής τα γαστερόποδα εγκαταλείπουν το ενδιαίτημά τους και επιστρέφουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Μετά την αναπαραγωγή, τα νεαρά άτομα επανέρχονται στους ρηχούς νερόλακκους μέσω του παλιρροιακό κύκλο (Lebour 1935).

Όσον αφορά την διαίτα των γαστερόποδων αυτή βασίζεται στην πανίδα της περιοχής. Συγκεκριμένα τα γαστερόποδα είναι βοσκητές και τρέφεται με βακτήρια,

κυανοβακτήρια, διάτομα, λειχήνες και μικροφύκη που βρίσκονται στις σχισμές των βράχων (Sandrine et al.2006,Skoven et al 2010). Όμως, οι οργανισμοί είναι αναγκασμένοι να εκθέτουν τα μαλακά μέρη του σώματος για να τραφούν. Αυτό σημαίνει, ότι εκθέτουν τα τμήματα πρόσληψης της τροφής που είναι περισσότερο ευαίσθητα στην αφυδάτωση. Κατά συνέπεια τα γαστερόποδα του σκληρού υποστρώματος τρέφονται κατά την διάρκεια της πλημμυρίδας ([http 5](http://5)).

Τα γαστερόποδα είναι ζώα γονοχωριστικά αλλά και ερμαφρόδιτα. Είναι κυρίως ωτόκα αλλά και ζωτόκα. (Christianssen et al. 1978, Wolf et al. 2000,[http8](http://8)).

Τα γαστερόποδα εξαπλώνονται γεωγραφικά σε περιοχές με υποτροπικά προς εύκρατα κλίματα (Williams et. al 2003). Συγκεκριμένα, τα άτομα εντοπίζονται στην νότια Ευρώπη, στην μεσόγειο θάλασσα, στις ακτές της Πορτογαλίας, στην Γαλλία, πάνω από τις ακτές της Νορμαδίας, νοτιοδυτικά και δυτικά των Βρετανικών νησιών και στις ακτές της Αμερικής (Borkowski et al.1971,Hughes et al.1981,Kerstin 1992, Chase et al. 1995, Williams et al 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αναπαραγωγικό Σύστημα Γαστερόποδων

Η μοναδική γονάδα, ωοθήκη ή όρχις, βρίσκεται στις σπείρες της σπλαχνικής μάζας, μέσα στον πεπτικό αδένα.

Στα αρσενικά άτομα ένας άσπρο-κίτρινος γοναγωγός εισχωρεί στον πεπτικό αδένα. Ο σπερματικός αγωγός περνά κατά μήκος του ενδομήτριου σπειράματος, το οποίο χαλαρά περιπλέκεται και διαστέλλεται για να δημιουργήσει τα σπερματικά κιστίδια τα οποία συνήθως μετατρέπονται σε σπερματοζωάρια. Ο σπερματικός αγωγός καλύπτεται με κυβικό επιθήλιο. Ο γοναγωγός έχει αναπτυχθεί σε στενή σχέση με το δεξιό νεφρίδιο. Οι γαμέτες περνούν μέσω ενός μικρού αγωγού που εκτείνεται από την γονάδα και ανοίγεται σε διάφορα σημεία του νεφριδίου. Μετά μεταφέρονται από το νεφρίδιο στην μανδουακή κοιλότητα, μέσω του νεφριδιοπόρου. Έτσι ο γενετικός αγωγός σχηματίζεται από δύο δομές, το γοναγωγό και το δεξιό νεφρίδιο (Berry et al.1973, [http7](http://)).

Επιπλέον ο γενετικός αγωγός έχει επιμηκυνθεί από μια τρίτη προσθήκη, που ονομάζεται μανδουακός αγωγός, ο οποίος έχει προέλθει από τον μανδύα. Ο γεννητικός πόρος βρίσκεται στο άνοιγμα της μανδουακής κοιλότητας. Στο μανδουακό τμήμα του γενετικού αγωγού αποθηκεύονται τα σπερματοζωάρια ([http7](http://)).

Ο αδένας του προστάτη είναι ένας κυλινδρικός αγωγός σε σχήμα λοβού. Το μεγαλύτερο μέρος του προστάτη βρίσκεται στην κορυφή της δεξιάς πλευράς της κοιλότητας του μανδύα και είναι καλυμμένος με διάσπαρτα ραβδικά κύτταρα. Το ένα τέταρτο του πρόσθιου μανδύα αυξάνεται και παίρνει σχήμα θηλής και καλύπτεται με κροσσωτά επιθήλια. Ολόκληρος ο αγωγός του προστάτη περιβάλλεται από μια εξωτερική θήκη συνδετικού ιστού και μυϊκών ινών τα οποία είναι λεπτά στην οπίσθια αδενική περιοχή αλλά παχαίνουν στην πρόσθια περιοχή. Ο προστάτης ανοίγει πρόσθια στη δεξιά σχισμή του μανδύα. Μια αύλακα του σπερματικού αυλού περνάει προς τα εμπρός και κοντά στο άνοιγμα του γενετικού αγωγού στην βάση της κεφαλής του πέους και συνεχίζει ως αυλάκωση στην οπίσθια πλευρά του πέους. Το πέος είναι μια παχιά μακριά κυλινδρική προεξοχή ή πτυχή του σωματικού τοιχώματος σχεδόν στο μισό μήκος του σώματος ενώ το περιφερειακό τμήμα είναι νηματοειδής και διακριτικά αιχμηρό. Η παχιά βάση του πέους δεν περιέχει μεγάλους αδένες. Το εξωτερικό δέρμα

είναι πλούσιο σε αδενικά κύτταρα ενώ η σπερματική ράβδωση του πέους είναι ισχυρή ελαστική. Το πέος βρίσκεται ακριβώς πίσω από την δεξιά κεφαλική κεραία (Berry et al.1973, http7).

Οι όρχεις ανιχνεύονται στον προστάτη και είναι σωληνοειδής και τρυπητοί αλλά χωρίς αδενικά κύτταρα τα σπερματοζώαρια εμφανίζονται σε σχήμα σαλιγκαριού (Berry et al. 1973).

Στα θηλυκά άτομα εμφανίζεται μία ωχροκίτρινη-πορτοκαλί διακλαδισμένη ωοθήκη που βρίσκεται ανάμεσα στο σπλαχνικό αδένι ενώ ο λεπτός κροσσωτός ωαγωγός διέρχεται κατά μήκος της σπλαχνικής μάζας για να ενωθεί με τον γονοπερικαρδιακό αγωγό που συνδέεται με το περικάρδιο. Το μανδουακό τμήμα του ωαγωγού σχηματίζει έναν λευκοματογόνο αδένι την μήτρα καθώς και έναν αδένι, που εκκρίνει ζελατίνη για τον σχηματισμό των καψών. Τα ωάρια παράγονται στον μανδουακό τμήμα του ωαγωγού και κλείνονται μέσα σε μια κάψα. Στο τέλος του μανδουακού τμήματος ωαγωγού που είναι κοντά στην γονάδα βρίσκεται ένας σπερματικός υποδοχέας, ο οποίος δέχεται και αποθηκεύει το σπέρμα. Επίσης, τα ωάρια γονιμοποιούνται σε αυτό το σημείο, προτού αυτά περάσουν στο εκκριτικό τμήμα του ωαγωγού (Berry et al.1973, http7).

Τα θηλυκά απελευθερώνουν τα πελαγικά αυγά μέσα στο θαλασσινό νερό. Κάθε κάψουλα περιέχει ένα ωάριο το οποίο περιβάλλεται από ένα λεπτό στρώμα αλβουμίνης και από μια σφαιρική μεμβράνη κάλυψης. Η εξωτερική κάψουλα είναι συμμετρική δισκοειδής. Οι μεμβράνες που περιβάλλουν το ωάριο αντιστοιχούν σε τρεις αδενικές ενώσεις του (rallial) ωαγωγού. Οι τρεις στρώσεις που παράγονται είναι ο αλβουμινικός αδένις, ο αδένις κάλυψης και το κέλυφος(Berry et al. 1973).

Από τα αυγά απελευθερώνονται τροχοφόρες προνύμφες. Μέτα από τρεις μέρες οι τροχοφόρες προνύμφες παίρνουν την μορφή της πεπλοφόρου προνύμφης με αποφλοιωμένο κέλυφος. Το χαρακτηριστικό της πεπλοφόρου προνύμφης είναι το κολυμβητικό όργανο, που λέγεται πέπλο, το οποίο αποτελείται από δύο μεγάλους ημικυκλικούς βλεφαριδωτούς λοβούς. Το πέπλο σχηματίζεται ως μια προς τα εμπρός επέκταση του πρωτοτρόχου της τροχοφόρου προνύμφης. Άλλες δομές της πεπλοφόρου προνύμφης, δείχνουν ένα μεγαλύτερο βαθμό ανάπτυξης από εκείνον που παρουσιάζει η τροχοφόρος προνύμφη. Εμφανίζονται το πόδι, οι οφθαλμοί και οι κεραίες. Το κέλυφος που προσχηματίστηκε στην τροχοφόρο προνύμφη, αναπτύσσεται σπειροειδώς στην

πεπλοφόρο, εξαιτίας της ανόμοιας αύξησης. Το στομοδαίο αναπτύσσεται στις στοματικές δομές και στον οισοφάγο και συνδέεται με το στόμαχο. Επίσης σχηματίζονται επισπαστήρες μύες. Κατά τη διάρκεια του σταδίου της πεπλοφόρου προνύμφης γίνεται η στρέψη, και το κέλυφος και η σπλαχνική μάζα περιστρέφονται κατά 180° σε σχέση με την κεφαλή και το πόδι (Berry et al.1973, http7).

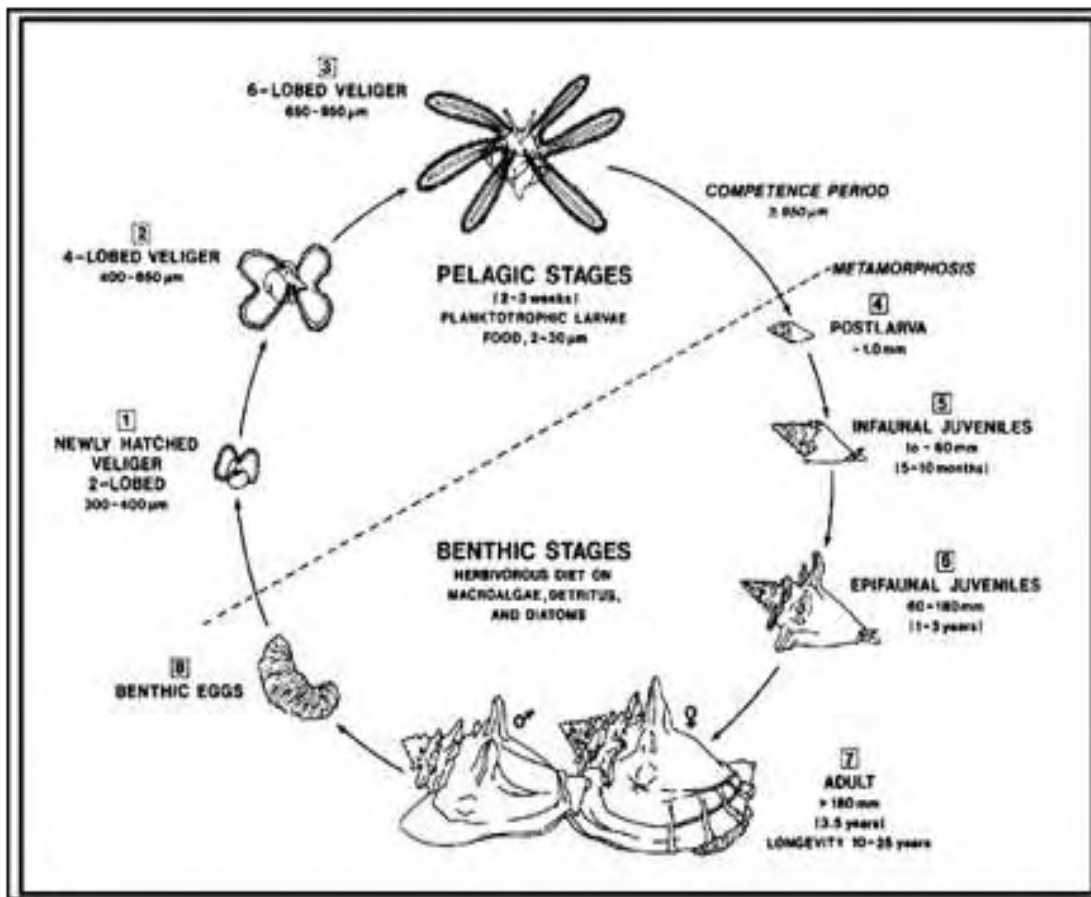
Καθώς η ανάπτυξη συνεχίζεται, η προνύμφη φθάνει σε ένα σημείο, στο οποίο το πόδι έχει σχηματισθεί και επιτρέπει την "έρπυση". Τότε γίνεται η εγκατάσταση της στον πυθμένα και η μεταμόρφωση. Το πέπλο χάνεται και εμφανίζονται οι τελικοί χαρακτήρες της ώριμης μορφής. Οι θέσεις της εγκατάστασης έχουν μεγάλη σπουδαιότητα για την επιβίωση της προνύμφης και πολλά είδη μπορούν να καθυστερούν τη μεταμόρφωση μέχρι να βρουν κατάλληλους τύπους υποστρωμάτων. Η μεταμόρφωση φαίνεται να προκαλείται μάλλον από χημικά παρά από φυσικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος (http7).



Εικόνα 6. Προνύμφη veliger



Εικόνα 7. Κάβα αυγών γαστερόποδων.



Εικόνα 8. Αναπαραγωγικός κύκλος των γαστερόποδων.

3.2 Αναπαραγωγή των Γαστερόποδων

Τα γαστερόποδα πραγματοποιούν εσωτερική γονιμοποίηση. Η διαδικασία είναι η εξής: το σπέρμα τρέφεται με στην σπερματοθήκη μέχρι να χρησιμοποιηθεί στην γονιμοποίηση. Η μεταφορά του σπέρματος στο θηλυκό επιτυγχάνεται μέσω των θρεπτικών κυττάρων (nurse cells). Ο συντονισμός του σπέρματος και των θρεπτικών κυττάρων θεωρούνται ως μια μονάδα στο σύστημα των θηλυκών. Τα ωάρια μεταφέρονται στην σπερματοθήκη του θηλυκού ατόμου όπου εκεί βρίσκεται το αποθηκευμένο σπέρμα ώστε να πραγματοποιηθεί η γονιμοποίηση. Τα αυγά αρχικά περιβάλλονται με υγρά και με αλβουμινικό αδένια και έπειτα καλύπτονται με το περικάρπιο. Όταν η φάση της γονιμοποίησης ολοκληρωθεί τα αυγά ελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον (Borkowski 1971)

Η αναπαραγωγική περίοδος καθορίζεται τόσο από βιολογικές όσο και από περιβαλλοντικές παραμέτρους. Οι βιολογικοί παράγοντες είναι η φωτοκία, ο αριθμός των λαρβών, η εμφάνιση ώριμων αυγών και σπέρματος στην γονάδα. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα της τροφής, η φωτοπερίοδος και ο παλιρροιακός κύκλος (Chase et al. 1995, Radwan et al. 2009).

Τα γαστερόποδα είναι γονοχωριστικά ή ερμαφρόδιτα. Στα γονοχωριστικά γαστερόποδα σπάνια εμφανίζεται φυλετικός διμορφισμός (http8). Με βάση βιβλιογραφικές αναφορές τα γαστερόποδα της οικογένειας Littorinidae είναι φωτόκα είδη (Christiansen et al 1978, Kerstin 1992, Chase et al 1995, Cronin et al 2000), αλλά ενδέχεται να είναι και φωζωτόκα (Johnson et al. 2000). Επίσης, υπάρχουν αναφορές για παρουσία ερμαφροδιτισμού στα γαστερόποδα (Wolf et al. 2001, Strenberg et al 2010). Επιπλέον οι πεταλίδες εμφανίζουν πρωτανδρικό ερμαφροδιτισμό, με αλλαγή φύλλου σε μέγεθος 40mm. (Guallart et al. 2013).

Τα γαστερόποδα ως φωτόκα αποβάλλουν πελαγικά αυγά περιβάλλονται με κάψα. Μετά το πέρας της πρώτης εβδομάδας, από τα πελαγικά αυγά θα εκκολαφθούν πλαγκτονοτροφικές λάρβες τύπου veliger ικανές να κολυμπήσουν. Οι λάρβες μόλις απελευθερωθούν αρχίζουν να τρέφονται αμέσως με πλαγκτόν. Μετά από διάστημα 4-8 εβδομάδων οι πλαγκτονοτροφικές λάρβες μεταμορφώνονται σε πελαγικές (Christiansen et al 1978, Kerstin 1992, Chase et al 1995, Cronin et al 2000).

Η ύπαρξη πλακτονοτροφικών λαρβών για μεγάλο χρονικό διάστημα σε πλακτονοτροφική μορφή μπορεί να εξηγηθεί ως μια μέθοδος εγκλιματισμού

προκειμένου να γίνουν πιο ανταγωνιστικοί άποικοι (Christiansen et al. 1978). Επιπλέον, τα γαστερόποδα που γεννούν πλαγκτονοτροφικές λάρβες παρουσιάζουν μεγαλύτερη γενετική διακύμανση (Kerstin 1992).

Σύμφωνα με την Johnson et al.(2000) τα γαστερόποδα μπορεί να είναι και ωζωοτόκα. Σύμφωνα με αυτόν τον τρόπο ωοτοκίας, τα έμβρυα αναπτύσσονται μέσα σε μία επωαστική θήκη και μετά την εκκολαψη τα νεαρά άτομα (crawlaway) σύρονται από αυτή. Τα στάδια ανάπτυξης είναι τα εξής κάτωθι: στάδιο I: μέσα στο μη διασπασμένο αυγό αρχίζει να δημιουργείται το κέλυφος, στάδιο II: το κέλυφος έχει δημιουργηθεί αλλά δεν έχει ανοργανοποιηθεί, στάδιο III: το κέλυφος έχει ανοργανοποιηθεί και το άτομο μπορεί να κινηθεί.

Επιπρόσθετα, οι Branch (1974) και Wolf, Coen, Backeljau & Blust (2001) υποστηρίζουν την παρουσία ερμαφροδιτισμού στα γαστερόποδα της οικογένειας Littorinidae. Το φαινόμενο του ερμαφροδιτισμού χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη και υπέρθεση του σπερματικού πόρου ή και του πέους πάνω στον ωαγωγό των θηλυκών ατόμων. Ως αποτέλεσμα να εμποδίζεται η εναπόθεση των ωαρίων στον ωαγωγό με απόρροια τα θηλυκά άτομα να γίνονται στείρα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι ενώσεις TBT (tribulytin compounds) που χρησιμοποιούνται κυρίως στα αντιφούλινγκ (antifouling) των υδατοκαλλιεργείων προκαλεί την παρουσία του ερμαφροδιτισμού στα γαστερόποδα.

Στα ερμαφρόδιτα γαστερόποδα το αναπαραγωγικό σύστημα είναι πολύ σύνθετο. Τα στάδια του ερμαφροδιτισμού είναι τα εξής: στο στάδιο I: το θηλυκό γενετικό όργανο ανοίγει και διευρύνεται από μια σχισμή ενός ατροφικού συνδέσμου. Στο στάδιο II: το υπόλοιπο του ωαγωγού ανοίγει κάθετα, εκθέτοντας τους εσωτερικούς λοβούς. Στο στάδιο III: ο αδένας του ωαγωγού ολικός ή μερικώς αντικαθιστάται από τον αδένα του προστάτη. Στο στάδιο IV: εντοπίζεται το πέος και η σπερματική αυλάκωση. Στα στάδια II, III ή IV τα θηλυκά γίνονται στείρα είτε επειδή ο αλβουμινικός αδένας για την παραγωγή των αυγών απουσιάζει είτε επειδή τα ωοκύτταρα και τα υλικά του περικαρπίου (capsule) διοχετεύονται στην κοιλότητα του μανδύα.

Επιπρόσθετα οι πεταλίδες εμφανίζουν δύο τρόπους ερμαφροδιτισμού. Η πρώτη μέθοδος ερμαφροδιτισμού είναι τα άτομα να φέρουν ταυτόχρονα αρσενικές και θηλυκές γονάδες. Η δεύτερη μέθοδος ερμαφροδιτισμού είναι τα άτομα να αλλάζουν

φύλλο, συνήθως από πρωτανδρικά να μετατρέπονται σε θηλυκά, σε ένα επιτυχημένο κύκλο αναπαραγωγής (Guallart et al. 2013).

Αν και τα σπερματοζώαρια και τα ωάρια προέρχονται από μια κοινή γονάδα, παρ' όλα αυτά δεν συμβαίνει η αυτογονιμοποίηση του ατόμου, γιατί τα σπερματοζώαρια και τα ωάρια διοχετεύονται διαμέσου διαφορετικών αγωγών ή εμφανίζεται το φαινόμενο της πρωτανδρίας (http 6).

3.3 Σταδία ωριμότητας γονάδων

Η αναγνώριση του φύλου και η ταυτοποίηση του σταδίου ωριμότητας των γονάδων των γαστερόποδων, στηρίχθηκαν σε μελέτες που αφορούν το είδος από την υπάρχουσα διεθνή βιβλιογραφία.

Οι Barros & Moreira (1998), χρησιμοποίησαν 5 στάδια ωριμότητας της γονάδας για κάθε φύλο ως εξής: στάδιο I: ανώριμο ή κενή φάση (immature or spent phase), στάδιο II: πρώιμο στάδιο αναδιοργάνωσης (earling recovering), στάδιο III: επόμενο στάδιο αναδιοργάνωσης (late recovering), στάδιο IV: πλήρης ή ώριμο στάδιο (full or ripe), στάδιο V: μερικώς κενές γονάδες (partial spent).

Σύμφωνα με την Radwan (2009), χρησιμοποιούνται 5 στάδια ωριμότητας της γονάδας για τα αρσενικά άτομα και 6 στάδια ωριμότητας της γονάδας για τα θηλυκά άτομα .

Αναλυτικότερα για τα αρσενικά άτομα ορίστηκαν τα παρακάτω στάδια ωρίμανσης γονάδας:

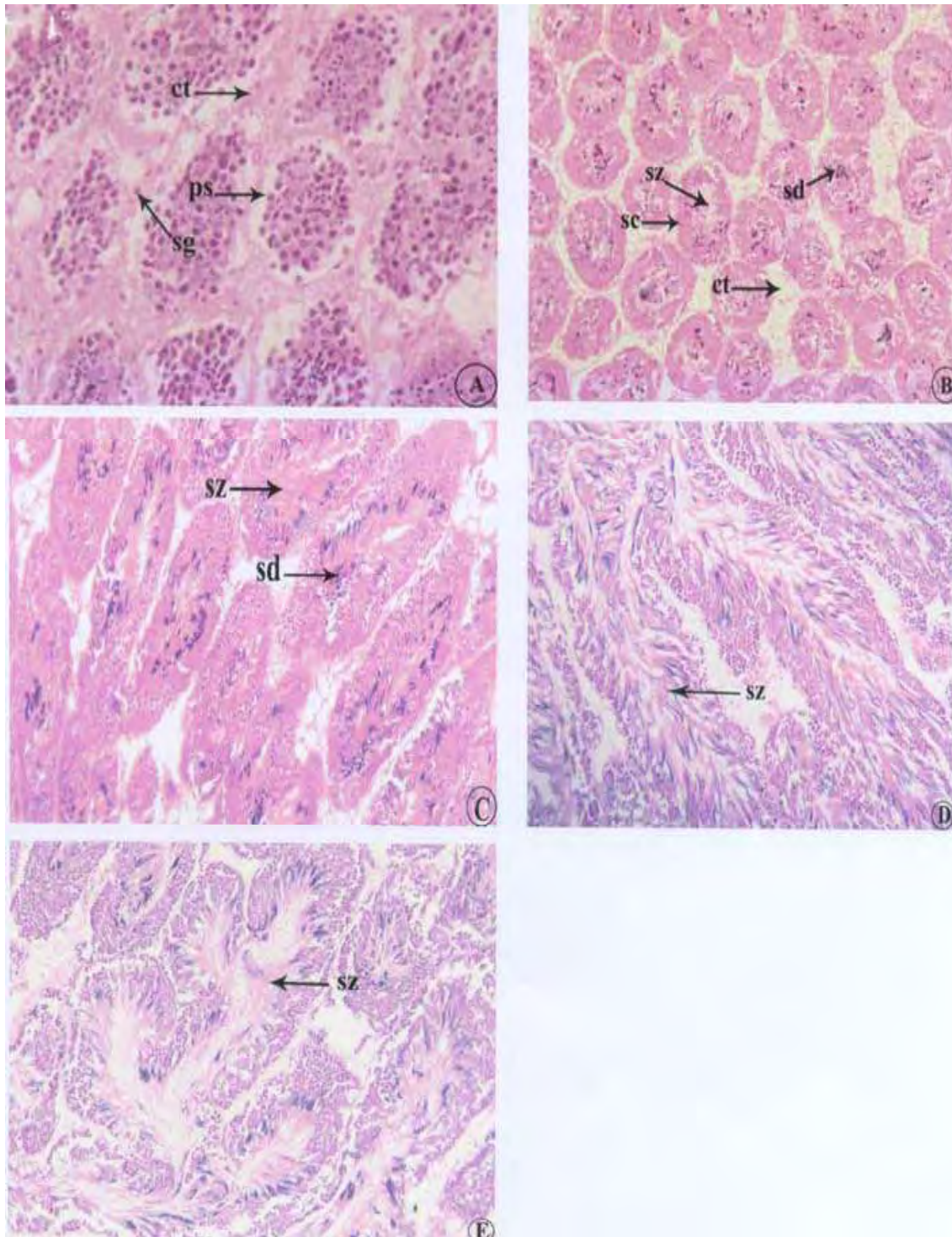
Στάδιο 1: πρώιμο ενεργό στάδιο(early active stage), η γονάδα περιέχει πολυάριθμα ευδιάκριτα σπερματοθυλάκια (follicles), στα περισσότερα από αυτά είναι γεμάτα με σπερματογονία και με λίγες σπερματοκύστες. Ο συνδετικός ιστός που είναι ανάμεσα στα σπερματοκύτταρα είναι σε μεγάλη ποσότητα (εικόνα 1A).

Στάδιο 2: επόμενο ενεργό στάδιο (late active stage), τα σπερματοθυλάκια (follicles) της γονάδας αυξάνουν σε αριθμό καθώς μειώνεται η ποσότητα του συνδετικού ιστού. Σε αυτό το στάδιο, εκτός από την σπερματογονία και τις σπερματικές κύστες προστίθενται και μερικές σπερματίδες οι οποίες εμφανίζονται με μαύρο χρώμα κοντά στο κέντρο (εικόνα 1B).

Στάδιο 3: ώριμη φάση (ripe phase), η γονάδα γίνεται μεγαλύτερη, καθώς τα σπερματοθυλάκια μεγαλώνουν σε μέγεθος και γίνονται επιμήκη. Το σπέρμα εμφανίζεται και καταλαμβάνει τον αυλό των σπερματοθυλάκιων (follicles) (εικόνα 1C).

Στάδιο 4: πλήρης ώριμη φάση (fully ripe phase), σε αυτή τη φάση παρατηρούνται πολυάριθμα επιμήκη λοβώδη σπερματοθυλάκια με μεγάλο αυλό. Τεράστια ποσότητα σπέρματος καταλαμβάνει το περισσότερο μέρος του αυλού με τις ουρές να προσανατολίζονται προς τον αυλό. Τα εξωτερικά στρώματα και το τοίχωμα του περικαρπίου γίνεται λεπτότερο (εικόνα 1D).

Στάδιο 5: μερική φάση ωοτοκίας (partially spawned phase), σε αυτό το στάδιο, τα θυλάκια της γονάδας γίνονται πολύ μεγάλα και περισσότερο λοβώδης. Τα θυλάκια είναι σχεδόν κενά εξαιτίας της αποβολής (discharge) του σπέρματος. Τα σπερματογεννητικά κύτταρα συναντώνται σε ποικίλα στάδια ανάπτυξης και είναι ορατά στα θυλάκια (follicles) (εικόνα 1E).



Εικόνα 9: φωτογραφίες των σταδίων ανάπτυξης των γονάδων των αρσενικών ατόμων. Α πρώιμο ενεργό στάδιο, Β επόμενο ενεργό στάδιο, C ώριμη φάση, D πλήρης ώριμη φάση, E μερική φάση ωοτοκίας. Sg, σπερματογονία ; Ps πρώιμο σπερματοκύτταρα ; Sc, δευτερεύοντα σπερματοκύτταρα; Sd, σπερματίδες ; Sz, σπερματοζωάρια; Ct συνδετικός ιστός. (200 X).

Για τα θηλυκά άτομα ο καθορισμός των σταδίων ανάπτυξης των γονάδων ορίζεται ως εξής :

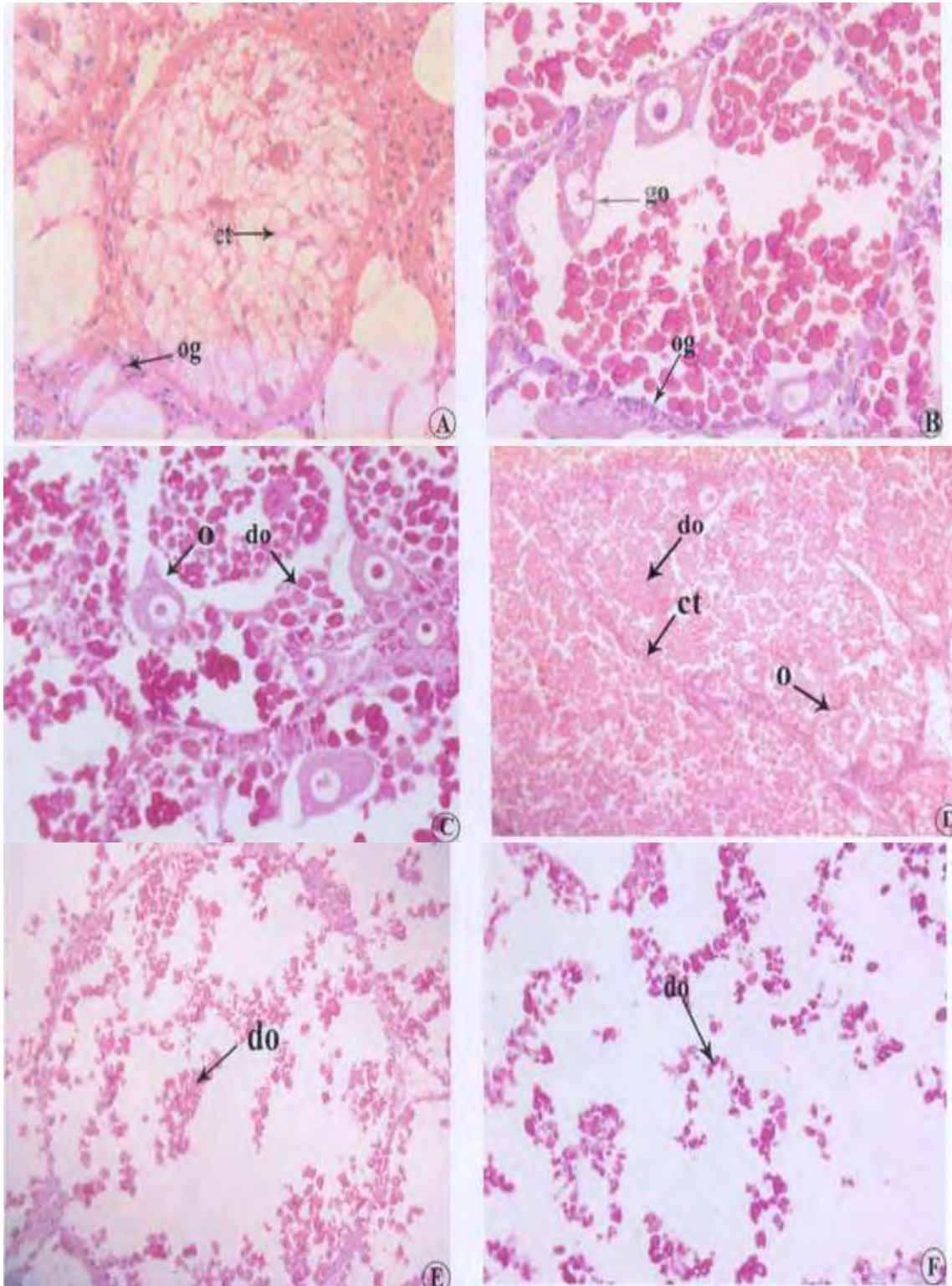
Στάδιο 1: πρώιμο ενεργό στάδιο(early active stage), η γονάδα είναι άσπρου χρώματος και έχει μικρό μέγεθος, περιέχοντας μεγάλη ποσότητα συνδετικού ιστού καθώς επίσης και έναν αριθμό οωγενετικών θυλακίων. Κάθε θυλάκιο περιέχει οωγονία (oogonia) και λίγα πρώιμα ωοκύτταρα τα οποία μοιάζουν με οφθαλμό (bud) από αδενικό τοίχωμα (εικόνα 2A).

Στάδιο 2: επόμενο ενεργό στάδιο (late active stage), τα ωοθυλάκια γίνονται μεγαλύτερα με λιγότερη ποσότητα συνδετικού ιστού μεταξύ των ωοθυλακίων. Τα ωοθυλάκια περιέχουν οωγονία, πρώιμα ωοκύτταρα και λίγα αναπτυσσόμενα ωοκύτταρα. Εκφυλισμένα ωάρια βρίσκονται στον αυλό των ωοθυλακίων (εικόνα 2B).

Στάδιο 3: ώριμη φάση (ripe phase), η γονάδα γίνεται μεγαλύτερη σε σύγκριση με το προηγούμενο στάδιο με μεγαλύτερα ωοθυλάκια. Ωριμα ωάρια εμφανίζονται στον αυλό (εικόνα 2 C).

Στάδιο 4: φάση της ωοτοκίας (spawning phase), ο αυλός του ωοθυλακίου είναι πλήρης γεμάτος με ώριμα ωάρια, τα περισσότερα από τα οποία είναι εκφυλισμένα. Το τοίχωμα των ωοθυλακίων γίνεται πολύ λεπτό και εμφανίζονται μερικά κενोटόπια εξαιτίας της μερικής ωοτοκίας (εικόνα 2D).

Στάδιο 5: κενές γονάδες (spent phase), παρόλο του μεγάλου μεγέθους της ωοθήκης σε αυτό το στάδιο, η ακαμψία της είναι ελάχιστη από το προηγούμενο στάδιο. Σε αυτό το στάδιο, τα ώριμα ωοκύτταρα στα ωοθυλάκια αποβάλλονται στο περιβάλλον και λίγα εκφυλισμένα ωάρια παραμένουν στα ωοθυλάκια. Ο αυλός του ωοθυλακίου είναι κενός. Το τοίχωμα μερικών ωοθυλακίων είναι σχισμένο (teared) στο τελευταίο στάδιο (εικόνες E,F).



Εικόνα 10. Φωτογραφίες σταδίων ανάπτυξης των γονάδων των θηλυκών ατόμων. Α, πρώτο ενεργό στάδιο. Β, επόμενο ενεργό στάδιο. C, ώριμη φάση. D, φάση της ωοτοκίας. E, μερικώς κενές γονάδες. F, κενές γονάδες. Og, οωγονία; Go, αναπτυσσόμενα οωκύτταρα; o, ώριμα ωάρια; do, εκφυλισμένα ωάρια; Ct, συνδετικός ιστός. (200 X).

3.4 Αναπαραγωγική ωρίμανση της πεταλίδας

Το είδος *Patella aspera* επιτυγχάνει αναπαραγωγική ωρίμανση σε μέγεθος 41.78 mm για τα θηλυκά άτομα ενώ τα αρσενικά ωριμάζουν σε μέγεθος 38.29 mm (Ricardo et al. 2017)

Η *Patella depressa* φθάνει σε γεννητική ωρίμανση σε μέγεθος 20 mm για τα αρσενικά άτομα (Brazao et al. 2003).

Επίσης, τα αρσενικά *Patella ferruginea* ωριμάζουν αναπαραγωγικά σε μέγεθος 25mm ενώ τα θηλυκά ωριμάζουν σε μέγεθος 40 mm (Guallart et al. 2017)

Όσον αφορά την *Patella vulgata* αυτή ωριμάζει σε μέγεθος 16mm για τα αρσενικά άτομα και 40 mm για τα θηλυκά άτομα (Biorges et al. 2016).

Πίνακας 4.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αναπαραγωγικής ωρίμανσης των αρσενικών ειδών *Patella*.

Είδος	Μέγεθος ωρίμανσης (mm)	Αναφορά
<i>P. aspera</i>	38.29	Ricardo et al. 2017
<i>P. depressa</i>	20	Brazao et al. 2003
<i>P. ferruginea</i>	25	Guallart et al. 2017
<i>P. vulgata</i>	16	Biorges et al. 2016

Πίνακας 4.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αναπαραγωγικής ωρίμανσης των θηλυκών ειδών *Patella*.

Είδος	Μέγεθος ωρίμανσης (mm)	Αναφορά
<i>P. aspera</i>	41.78	Ricardo et al. 2017
<i>P. ferruginea</i>	40	Guallart et al. 2017
<i>P. vulgata</i>	40	Biorges et al. 2016

3.5 Αναπαραγωγικοί περίοδοι της πεταλίδας

Με βάση την έρευνα του Rao (1973) στις ακτές της Ινδίας η πεταλίδα *Cellana radiata* παρουσιάζει δύο αναπαραγωγικές περιόδους. Η πρώτη περίοδος είναι από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο. Η δεύτερη αναπαραγωγική περίοδος επιτυγχάνεται από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο. Επιπλέον, η *Patella vulgata* αναπαράγεται από τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο στην ίδια περιοχή.

Σύμφωνα με τον Branch (1974) στην περιοχή της Νότιας Αφρικής τα είδη πεταλίδας *Patella cochlear*, *Patella argenvillei*, *Patella Barbara*, *Patella granatina*, *Patella granularis* αναπαράγονται τους μήνες Μάιο με Ιούνιο. Επίσης, το είδος *Patella oculus* αναπαράγεται το μήνα Σεπτέμβριο ενώ το είδος *Patella longicosta* αναπαράγεται την περίοδο Οκτώβριο με Νοέμβριο.

Επιπρόσθετα το 1986 οι Banez, Pena and Feliu πραγματοποίησαν έρευνα στις ακτές της Ισπανίας με σκοπό την μελέτη της αναπαραγωγής διάφορων ειδών πεταλίδας, δηλαδή, της *Patella lusitanica*, *Patella Vulgata*, *Patella depressa* και *Patella aspera*. Συγκεκριμένα η *P. lusitanica* αναπαράγεται από τον Αύγουστο μέχρι τον Σεπτέμβριο, η *P. Vulgata* παρατηρήθηκε ότι αναπαράγεται στα τέλη της άνοιξης με αρχές καλοκαιριού. Τέλος, για τα είδη *P. depressa* και *P. Aspera* παρατηρείται να αναπαράγονται όλο τον χρόνο.

Οι Morais, Boavertura, Narciso & Hawkins (2003) παρατήρησαν ότι στην Νότια Αγγλία η *P. depressa* αναπαράγεται το καλοκαίρι Ιούλιο με Σεπτέμβριο ενώ αντίθετα το ίδιο είδος στην Πορτογαλία αναπαράγεται το φθινόπωρο από Οκτώβριο ως Νοέμβριο.

Οι Ribeiro, Xavier, Stantos & Hawkins (2009) τα είδη *P. depressa* και *P. ulysiponensis* παρουσιάζουν δύο αναπαραγωγικές περιόδους στην Πορτογαλία. Η έναρξη της πρώτης αναπαραγωγικής περιόδου παρατηρείται από τον Σεπτέμβριο και τελειώνει τον Ιανουάριο, ενώ η δεύτερη αναπαραγωγή του είδους παρατηρείται από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο. Όσον αφορά την *P rustica.*, αυτή αναπαράγεται από τον Σεπτέμβριο με Οκτώβριο και Δεκέμβριο με Ιανουάριο στις ακτές της Πορτογαλίας.

Πίνακας 4.5. Βιβλιογραφική ανασκόπηση της περιόδου αναπαραγωγής του είδους *Patella*.

Είδος	Περιοχή έρευνας	Αριθμός αναπαραγωγικών περιόδων	Εποχή αναπαραγωγής	Αναφορά
<i>Cellana radiata</i>	Ινδία	2	Ιούνιος– Αύγουστος Δεκέμβριος- Φεβρουάριο	Rao 1973
<i>Patella argenvillei</i>	Νότια Αφρική	1	Μάιος-Ιούνιος	Branch 1974
<i>Patella aspera</i>	Ισπανία	-	Όλο το έτος	Banez et al 1986
<i>Patella Barbara</i>	Νότια Αφρική	1	Μάιος-Ιούνιος	Branch 1974
<i>Patella cochlear</i>	Νότια Αφρική	1	Μάιος-Ιούνιος	Branch 1974

<i>Patella depressa</i>	Ισπανία	-	Όλο το έτος	Banez et al 1986
<i>Patella depressa</i>	Νότια Αγγλία	1	Ιούλιος- Σεπτέμβριος	Morais et al. 2003
<i>Patella depressa</i>	Πορτογαλία	1	Οκτώβριος- Νοέμβριος	Morais et al. 2003
<i>Patella depressa</i>	Πορτογαλία	2	Σεπτέμβριος- Ιανουάριος Μάρτιος- Ιούνιος	Ribeiro et al. 2009
<i>Patella granatina</i>	Νότια Αφρική	1	Μάιος-Ιούνιος	Branch 1974
<i>Patella granularis</i>	Νότια Αφρική	1	Μάιος-Ιούνιος	Branch 1974
<i>Patella longicosta</i>	Νότια Αφρική	1	Οκτώβριος- Νοέμβριος	Branch 1974
<i>Patella lusitanica</i>	Ισπανία	1	Αύγουστος- Σεπτέμβριος	Banez et al 1986
<i>Patella oculus</i>	Νότια Αφρική	1	Οκτώβριος- Νοέμβριος	Branch 1974
<i>Patella rustica</i>	Πορτογαλία	2	Σεπτέμβριο- Οκτώβριο Δεκέμβριο- Ιανουάριο	Ribeiro et al. 2009
<i>Patella ulyssiponensis</i>	Πορτογαλία	2	Σεπτέμβριος- Ιανουάριος Μάρτιος- Ιούνιος	Ribeiro et al. 2009

<i>Patella vulgata</i>	Ινδία	1	Οκτώβριος- Δεκέμβριος	Rao 1973
<i>Patella Vulgata</i>	Ισπανία	1	Άνοιξη- καλοκαίρι	Banez et al 1986



© Eddie Hardy **εικόνα 11.** *Patella Vulgata*



© Trause, Siefert **εικόνα12.** *Patelladepressa*



© Trause, Siefert **εικόνα13.** *Patella ulyssiponensis*

3.6 Αναπαραγωγική ωρίμανση των λιτορινών

Οι Hughes & Roberts (1981) υποστηρίζουν ότι τα θηλυκά άτομα *L. neritoides*, *L. rudis* και *L. nigrolineata* φθάνουν σε αναπαραγωγική ωρίμανση σε μέγεθος 3.50 mm, 6.50 mm και 9.00 mm αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τους Johnson, Mill, Hull, Ducrottoy & Caley (2000) τα *L. neglecta* ωριμάζουν αναπαραγωγικά σε μικρότερο μέγεθος από τα *L. saxatilis* και τα *L. acarna*. Έτσι, τα αρσενικά *L. neglecta* ωριμάζουν σε ύψος κελύφους 1.25 mm, τα *L. saxatilis* ωριμάζουν σε ύψος κελύφους 1.70 mm και τα *L. acarna* ωριμάζουν σε ύψος κελύφους 1.80 m.

Ομοίως, τα θηλυκά άτομα *L. neglecta* ωριμάζουν σε ύψος κελύφους 1.30 mm, τα *L. saxatilis* σε 2.00 mm, και τα *L. acarna* σε 1.75 mm.

Τα αρσενικά *L. zebra* επιτυγχάνουν αναπαραγωγική ωρίμανση σε μέγεθος 15.2 mm και τα *L. variegata* ωριμάζουν σε μέγεθος 15 mm (Riascos et al. 2010).

Επίσης τα θηλυκά *L. zebra* φθάνουν σε αναπαραγωγική ωρίμανση σε 19.6 mm και τα *L. variegata* σε 21 mm (Riascos et al. 2010).

Πίνακας 4.6 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αναπαραγωγικής ωρίμανσης των αρσενικών ειδών της οικογένειας Littorinidae.

Είδος	Μέγεθος ωρίμανσης (mm)	Αναφορά
<i>L. acarna</i>	1.80	Johnson et al. 2000
<i>L. neglecta</i>	1.25	Johnson et al. 2000
<i>L. variegata</i>	15	Riascos et al. 2010
<i>L. zebra</i>	15.2	Riascos et al. 2010
<i>L. saxatilis</i>	1.70	Johnson et al. 2000

Πίνακας 4.6 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αναπαραγωγικής ωρίμανσης των θηλυκών ειδών της οικογένειας Littorinidae.

Είδος	Μέγεθος ωρίμανσης (mm)	Αναφορά
<i>L. arcana</i>	1.75	Johnson et al. 2000
<i>L. neglecta</i>	1.30	Johnson et al. 2000
<i>L. neritoides</i>	3.5	Hughes et al 1981
<i>L. nigrolineata</i>	9.0	Hughes et al 1981
<i>L. rudis</i>	6.5	Hughes et al 1981
<i>L. variegata</i>	21	Riascos et al. 2010
<i>L. zebra</i>	16.9	Riascos et al. 2010
<i>L. saxatilis</i>	2.00	Johnson et al. 2000

3.7 Αναπαραγωγικοί περίοδοι των λιτορινών

Ο Borowski (1971) μελέτησε την αναπαραγωγή της *Littorina lineata* στο Μαϊάμι και συμπέρανε ότι αναπαράγεται από τον Μάρτιο μέχρι τον Απρίλιο.

Οι Berry & Chew (1973) παρατήρησαν ότι στην Χαβάη το είδος *Littorina melanostoma* αναπαράγεται κατά την διάρκεια όλου του έτους. Το *Littorina anguilifera* στο Μαϊάμι παρουσιάζει δύο αναπαραγωγικές περιόδους. Η πρώτη αναπαραγωγή αντιστοιχεί στους ανοιξιότικους μήνες και η δεύτερη στους φθινοπωρινούς μήνες του έτους.

Σύμφωνα με τους Hughes & Roberts (1981) τα *L. rudis* αναπαράγονται τον Μάιο. Όσον αφορά τα *L. neritoides* και τα *L. nigrolineata* δεν έχει βρεθεί συγκεκριμένη περίοδος αναπαραγωγής.

Όσον αφορά την *Littorina brevicula*, αυτή αναπαράγεται τον χειμώνα. Δηλαδή, από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Απρίλιο στην Κορέα (Son et al. 1998).

Σύμφωνα με τους Cronin, Myers & Riordam (2000) τα *Melarhaphes neritoides* στην Ιταλία εμφανίζουν μια αναπαραγωγική περίοδο η οποία είναι από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, ενώ στην Βόρεια Ουαλία παρουσιάζουν δύο αναπαραγωγικές περιόδους. Η πρώτη περίοδος εξελίσσεται από τον Ιανουάριο μέχρι Ιούλιο και η δεύτερη πραγματοποιείται από τον Μάρτιο ως τον Ιούνιο.

Με βάση την έρευνα των Johnson, Mill, Hull, Ducrottoy & Caley (2000) τα *L. neglecta* αναπαράγονται Μάιο-Αύγουστο. Τα αρσενικά *L. neglecta* εμφανίζουν μέγιστοι ωρίμανση Ιανουάριο-Ιούνιο. Τα θηλυκά *L. neglecta* επιτυγχάνουν μέγιστοι ωρίμανση από τον Μάιο-Ιούλιο. Τα νεαρά άτομα *L. neglecta* εμφανίζονται από Μάιο-Αύγουστο.

Τα *L. saxatilis* αναπαράγονται όλο τον χρόνο. Τα αρσενικά άτομα φτάνουν στην μέγιστη γενετική ωριμότητα από τον Οκτώβριο-Απρίλιο. Ενώ τα θηλυκά άτομα ωριμάζουν αναπαραγωγικά από Μάιο-Αύγουστο. Τέλος τα νεαρά άτομα εμφανίζονται όλο τον χρόνο.

Τα *L. arcana* αναπαράγονται αρχές καλοκαιριού. Τα αρσενικά άτομα ωριμάζουν αναπαραγωγικά από Οκτώβριο-Μάιο. Ενώ τα θηλυκά φτάνουν σε αναπαραγωγική ωριμότητα το καλοκαίρι.

Τα *L. litorea* στην Πορτογαλία αναπαράγονται δύο φορές τον χρόνο, τον φθινόπωρο και την άνοιξη (Barosso et al. 2007). Στην Ιρλανδία το είδος αναπαράγεται από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούλιο (Grahame et al. 1975, Chase et al. 1995), ενώ στον βορειο-δυτικό Ατλαντικό αναπαράγεται από τον Μάρτιο μέχρι τον Μάιο (Chase et al. 1995). Τέλος το είδος, στην Ιρλανδία παρατηρείται να αναπαράγεται από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούλιο (Erlandsson et al. 1994).

Το *Thais Carinifera* χαρακτηρίζεται από συνεχείς ωοτοκίες. Η συνεχόμενη αναπαραγωγή έχει άμεση σχέση με την αφθονία της τροφής. Η ακμή της αναπαραγωγικής ωριμότητας εμφανίζεται την Άνοιξη-Καλοκαίρι για τα αρσενικά άτομα και Φθινόπωρο-Χειμώνα-Άνοιξη για τα θηλυκά (Radwan et al. 2009).

Πίνακας 4.7 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της περιόδου αναπαραγωγής των ειδών *Littorina*

Είδος	Περιοχή έρευνας	Αριθμός αναπαραγωγικών περιόδων	Εποχή αναπαραγωγής	Αναφορά
<i>Littorina arcana</i>	B/A Αγγλία	1	Αρχές καλοκαιριού	Johnson et al.2000
<i>Littorina saxatilis</i>	B/A Αγγλία	-	Όλο τον χρόνο	Johnson et al.2000
<i>Littorina brevicula</i>	Κορέα	1	Δεκέμβριος-Απρίλιος	Son et al.1998
<i>Littorina lineata</i>	Μαϊάμι	1	Μάρτιος-Απρίλιος	Borkowski et al.1971
<i>Littorina Littorea</i>	Σουιδία	1	Μάρτιος -Ιούλιος	Erlandsson et al.1994
<i>Littorina littorea</i>	B/Δ Ατλαντικός	2	Μάρτιος-Μάιος	Chase et al.1995
<i>Littorina littorea</i>	Πορτογαλία	2	Φθινόπωρο/Άνοιξη	Barosso et al.2007
<i>Littorina neritoides</i>	Βόρεια Ουαλία	-	-	Hughes et al.1981
<i>Littorina nigrolineata</i>	Βόρεια Ουαλία	-	-	Hughes et al.1981
<i>Littorina rudis</i>	Βόρεια Ουαλία	1	Μάιος	Hughes et al.1981
<i>Littorina littorea</i>	Ιρλανδία	1	Ιανουάριος-Ιούλιος	Chase et al. 1995
<i>Littorina littorea</i>	Ιρλανδία	1	Ιανουάριος-Ιούλιος	Grahame et al. 1975

<i>Littorina Melanostoma</i>	Χαβάι		Όλο τον χρόνο	Berry et al. 1973
<i>Littorina neglecta</i>	B/A Αγγλία	1	Μάιο-Αύγουστο	Johnson et al.2000
<i>Littorina. anguilifera</i>	Μαϊάμι	2	Άνοιξη-Φθινόπωρο	Berry et al. 1973
<i>Melarhappe neritoides</i>	Βόρεια Ουαλία	2	Ιανουάριος-Ιούνιος Μάρτιος-Ιούνιος	Cronin et al 2000
<i>Melarhappe neritoides</i>	Ιταλία	1	Δεκέμβριος-Απρίλιος	Cronin et al.2000
<i>Thais Carinifera</i>	Αίγυπτο	-	Όλο τον χρόνο	Radwan et al. 2009



εικόνα 14. *Littorina neritoides*



εικόνα 15. *Littorina littorea*



εικόνα 16. *Littorina rudis*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Αναπαραγωγή και περιβάλλον

Η αναπαραγωγική περίοδος καθορίζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, από την διαθεσιμότητα της τροφής, από την φωτοπερίοδο και από τον παλιρροιακό κύκλο (Chase et al. 1995, Radwan et al. 2009).

Λόγω ότι οι οργανισμοί της μεσοπαλιρροιακής ζώνης κινούνται ελάχιστα, η διασπορά των ειδών εξασφαλίζεται αναγκαστικά από τα γονιμοποιημένα αυγά και τις προνύμφες που βρίσκονται ελεύθερα στο πλαγκτόν. Αναλυτικότερα, στον κύκλο αναπαραγωγής των γαστερόποδων παρουσιάζεται ένας δεκαπενθήμερος ρυθμός ωοτοκίας, ο οποίος συμπίπτει με την υψηλό επίπεδο της πλημμυρίδας και επιτρέπει στα γαστερόποδα να απελευθερώσουν τις πλαγκτονικές προνύμφες (Lysaght 1941, Borkowski 1971).

Η αναπαραγωγή των γαστερόποδων εξαρτάται από τον παλιρροιακό κύκλο. Η αναπαραγωγική προσαρμογή που σχετίζεται με την θέση των οργανισμών στην μεσοπαλιρροιακή ζώνη, είναι ότι, για να διασφαλιστεί η γονιμοποίηση, οι αναπαραγωγικοί κύκλοι των οργανισμών της ζώνης αυτής είναι συγχρονισμένοι με την ύπαρξη των παλιρροιών, όπως με της παλίρροιες συζυγιών. Στις πεταλίδες οι γονάδες ωριμάζουν κατά την περίοδο της παλίρροιας συζυγιών, ενώ η μετέπειτα αποβολή των γαμετών γίνεται στην επακόλουθη παλίρροια τετραγωνισμών. Στις λιτορίνες τα αυγά αποβάλλονται κατά την διάρκεια των παλιρροιών συζυγιών. Άρα, η αναπαραγωγή των γαστερόποδων εξαρτάται από τον παλιρροιακό κύκλο και επιτυγχάνεται κατά την διάρκεια της πλημμυρίδας, η οποία σχετίζεται με τον σεληνιακό κύκλο. Στις περιπτώσεις που οι οργανισμοί εμφανίζουν εξωτερική γονιμοποίηση, η συγχρονισμένη αποβολή των γενετικών προϊόντων από όλα τα άτομα εξασφαλίζει το μέγιστο αριθμό γαμετών στο νερό, πράγμα που διευκολύνει την γονιμοποίηση (http 5).

Η περίοδος απελευθέρωσης των αυγών διαφέρει ανάμεσα στα διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη. Στα μικρά γεωγραφικά πλάτη η αναπαραγωγική περίοδος έχει μικρότερη διάρκεια ενώ αντίθετα στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη η διάρκεια αναπαραγωγής είναι μεγαλύτερη. Θεωρείτε, ότι η αύξηση ή η μείωση της θερμοκρασίας επηρεάζει την διάρκεια της ωοτοκίας. Έχει παρατηρηθεί ότι σε

φυσιολογικές θερμοκρασίες η ωοτοκία διαρκεί 17-21 εβδομάδες ενώ με την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας η διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου μειώνεται στις 8-14 εβδομάδες. Όμως στην περίπτωση που ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας είναι φυσιολογικός άλλα καθυστερεί η έναρξη της αύξησης, η διάρκεια της αναπαραγωγής επεκτείνεται στις 21-24 εβδομάδες (Chase et al. 1995). Συγκεκριμένα αυτό που επηρεάζει την αναπαραγωγή είναι η μέση θερμοκρασία που επικρατεί στην περιοχή (Conover 1992). Επίσης, το μέγεθος της αναπαραγωγικής προσπάθειας εξαρτάται από το μικροκλίμα της περιοχής. Αναλυτικότερα, το μέγεθος της αναπαραγωγικής προσπάθειας εξαρτάται από αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυσμενής ή όχι για την επιβίωση των αυγών και των προνυμφών (Hughes et al. 1980).

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι οι οργανισμοί που μελετήθηκαν διαφοροποιούνται αναπαραγωγικά. Τα είδη πεταλίδας και λιτορίνας έχουν διαφορετικούς περιόδους και συχνότητες αναπαραγωγής, η οποία εξαρτάται από τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που επικρατούν στον βιότοπό τους. Συνεπώς παρουσιάζεται μια ποικιλότητα στον αναπαραγωγικό κύκλο των οργανισμών.

5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Ξένη βιβλιογραφία

Bacaparameswara Rao (1973). Sex phenomenon and reproductive cycle in the lipment *Cerrana radiata* (Gastropoda: Prosobranchia) Jour. Exp. Mar. Biol. 12: 263-278.

Banez M., Pena J., Feliu J. (1986). Reproduction of *Patella* sp. On the Basque coast of Spain. Hydrobiologia 142: 327- 332.

Barroso G.M., Goncalves G and Moreira M.H. (2007). Growth, reproductive cycle and penis shedding of *Littorina littorea* in the Ria de Aveiro (north-west Portugal) .Mar Biol Ass.87:547-550.

Berry A.J., Chew E (1973). Reproductive systems and cyclic release of eggs in *Littorina melanostoma* from Malayan mangrove swamps (Mollusca: Gastropoda). J. Zool. Lond. 171: 333-334.

Biorges D.G., Hakins S.J., Crowe P.T., Doncaster. The influence of simulated exploitation C.P. on *Pattella vulgate* population prodandric sex change insize dependent

Borkowski V.T. (1971).Reproduction and reproductive periodicities of south Floridian littorinidae University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science.

Branch G.M.(1974). The ecology of patella Linnaeus from the Cape Peninsula, South Africa reproductive cycle. Transactions of the Royal Society of South Africa 41:118-128.

Brazao S., Baorentura D., Morais S., Narcis L. (2003) Reproduction of *Patella depressa* Pennant, 1777 on the central Portuguese Coast Bie Inst. Exp. Oceanogr. 196:1-4

Carlucci R, sassanelli G, Matarrele A, Giove A, Donghia G (2010). Experimental data on growth, mortality and reproduction of *ostrea edalis* (L.1758(in a semi0enclosed basin of the Mediterranean sea. Aquaculture 306:167-176

Chase M.E., Thomas M.L.H. (1995). The effect of the rate and onset of temperature increase on spawning of the periwinkle, *Littorina littorea* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 186: 277-287.

M.A, Cronin, Myers A.A., R.M.O. Riordan (2000). The reproductive of the intertidal gastropod *Melarhaphe NERITOIDES* on the west and south Coasts of Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 100:97-106.

Erlandsson J., Johannesson K. (1994). Sexual selection on female size in a Marine snail, *Littorina littorea* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 181: 145-157.

Grahame J (1975) spawning in *Littorina littorea* (L) (Gastropoda: prosobranchiata) *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 18: 185-196.

Guallart J.C.M., Aceved I., Tempeado J., Two-way sex change in the endangered limpet *Patella forruginea*. *Invertebrate Reproduction and development* 2013.

Hughes N.R., Roberts J.D. (1981). Comparative demography of *Littorina rudis*, *L. Nigrolineata* and *L. Neritoides* on three contrasted shores in north Wales. *Journal of Animal Ecology* 50:251-268.

Johnson J.L., Mill J.P., Hull L.S., Ducrotoy P.J., Gley J.K.(2000) Seasonal patterns in the reproductive activity of barnacle-dwelling littorids *J. mar. Biol. Ass* 80: 821-826

Kerstin J. (1992). Genetic Variability and large scale differentiation in two species of littorinid gastropods with planktotrophic development *Littorina littorea* (L) and *Melarhaphe (Littorina) neritoides* (L) (Prosobranchia: Littorinacea) with notes on a mass occurrence of *M. neritoides* in Sweden. *Biological Journal of the Linnean society* 47:285-299.

Lebour V.M.,(1935). The Breeding of *Littorina neritoides* Naturalist at the Plymouth Laboratory. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom (New series)* 20: 373-378.

Lysaght A. M. (1941) The Biology and Trematode Parasites of the Gastropod *Littorina Neritoides* (L.) on the Plymouth Breakwater, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 25: 41-67.

Morais S., Boaventura D., Narciso L., Hawkins S. (2003). Gonad development and fatty acid composition of *Patella depressa* pennant (Gastropoda: Prosobranchia) population of different patterns of spatial distribution in exposed and sheltered sites. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 294: 61-80.

Radwan A.N., Mohammad H.S., Mohamed Z.S., Yaseen E.A. (2009). Reproduction and gonad development of gastropod *thais carinifera* in lake Timsah, Suez Canal, Egypt J. Aquat. Biol.& Fish, 13:53-67.

Riascos M.J., Guzman A.P. (2010). The ecological significance of growth rate, sexual dimorphism and size at maturity of *Littoraria zebra* and *L. Variegata* (Gastropoda: Littorinidae). Journal of Molluscan Studies 76:289-295.

Eicardo S., Delgado J., Rinto R. A., Henriques P. (2017) growth and reproduction of the north-eastern Atlantic keystone species *Patella ajpera* (Mollusca: Patellostropoda) Hel

Robiero P., Xavier R., Stantow A., Hawkin S (2009). Reproductive cycles of four species of *Patella* (Mollusca:Gastropoda) on the northern and central portuguese coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 6: 1215-1221.

Sellem F., Guilou M. (2007). Reproductive biology of *Paracentrotus lividus* (echinodermata:echinoidea) in two contrasting habitats of northern Tunisia (South-east Mediterranean). Journal of the Marine Biological Association 87:763-767.

Sandrine L., Riera P. (2006). Trophic ecology of the supralittoral rocky shore (Roscoff France): A dual stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) and experimental approach.

Son H.M. and Hong Y.S. (1998) Reproduction of *Littorina brevicula* in Korean waters. Marine Ecology Progress Series 172:215-223.

Strenberg M.R. Gooding P.M. Hotchkiss K.A., Le Blanc G.A. (2010) Environmental-endocrine control of reproductive maturation in gastropods: implication for the mechanism of tributyltin-induced imposex in prosobranchs. Environmental toxicology 19:4-23.

Williams S.T., Reid D.G., Littlewood D.T.J.(2003). A molecular phylogeny of the Littorininae (Gastropoda: Littorinidae): unequal evolutionary rates, morphological parallelism and biogeography of the southern ocean. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 28:60-86.

Wolf H.D., Coen W. D., Backeljau, Blust R. (2001). Intersex and sterility in the periwinkle *Littorina littorea* (Mollusca: Gastropoda) along the Western Scheldt estuary, the Netherlands. *Marine Environmental Research* 52: 249-255.

5.2 Ελληνική βιβλιογραφία

http1 : Hickman R.C., Roberts S.L., Keen S.L., Larson A., Anson I.H.,Eisenhour D.J. (2011). Ζωολογία, ολοκληρωμένες αρχές. Τόμος 1.Εκδόσεις Utopia. Σελ. 461-497.

http2: <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg320y/Molluska.htm> (προσβ. 3/7/2017)

http3: Castro P , Huber M.E. (1999). Θαλάσσια βιολογία. UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, σελ.288-289.

http4: <http://eclass.upatras.gr/modules/document.file.phd/pdf>. (προσβ. 3/7/2017)

http 5: Nybakken J. W(2005).Θαλάσσια βιολογία, μια οικολογική προσέγγιση. Εκδόσεις ΙΩΝ, σελ.245-246.

http6:Προφήτου- Αθανασιάδου Δ. (2012).Γενική και εφαρμοσμένη ζωολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη, σελ 281-282.

http7: Κατούλα Εμμ. Μ. (1985). Ζωολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη, σελ. 583-586.

http8: Λαζαρίδου- Δημητριάδου Μ. (1992). Γενική ζωολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη, σελ 181- 182.

Πετρίδου Σ (2015). Εποχιακή πληθυσμιακή δομή του γαστερόποδου *Melarhappe neritoides* (Linnaeus, 1758) στον παγασητικό κόλπο. Προπτυχιακή διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

6. ABSTRACT

The aim of this study was the bibliographic study of the breeding cycles of *Pattela* and *Littorina* gastropods on the hard substrate of the tidal zone.

Initially, the general characteristics and the systematic classification of the Mollusca and then the gastropod coexistence were studied.

Subsequently, the tidal zone, the environmental factors characterizing the hard substrate and the survival conditions of the ecosystem organisms were described.

In addition, biology, reproductive system, reproduction, gonodal stages, reproductive maturation and gastropod reproduction period were examined.

Finally, reference was made to how the prevailing environmental conditions interact with the reproduction of organisms.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	2
1.1 Μαλάκια (Mollusca).....	2
1.2 Συστηματική κατάτα.....	3
1.3 Ομοταξία Γαστερόποδα (Gastropoda).....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	10