

Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας  
Π.Μ.Σ.: «Περιβαλλοντική Βιολογία – Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων  
Βιολογικών Πόρων»

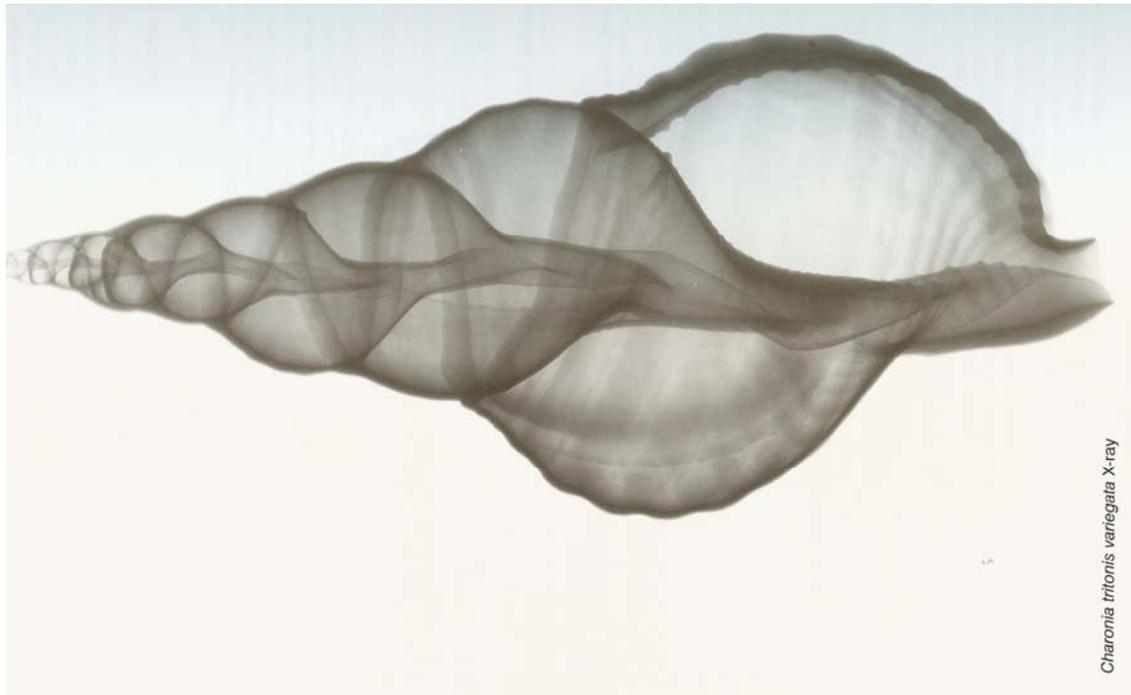


Μεταπτυχιακή Διατριβή

της Χρύσας Κ. Δόξα

**Τίτλος**

**«Διατροφή του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata* (Lamarck, 1816) υπό συνθήκες αιχμαλωσίας.»**



**Επιβλέποντες: Καθ. Μαρουδιώ Κεντούρη  
Δρ. Pascal Divanach**

**Ηράκλειο Κρήτης, 2008**

*Στην μνήμη του πατέρα μου*

*Στην μητέρα μου, τον αδελφό  
και την αδελφή μου*

Εξώφυλο: Ακτινογραφία κελύφους τρίτων (DeLamotte και Βαρδαλά-Θεοδώρου, 2001)

## Πρόλογος

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο Ενυδρείο Κρήτης του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών σε συνεργασία με το εργαστήριο Διατροφής του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών υπό την ευθύνη της καθηγήτριας κας Μαρουδιώς Κεντούρη και του Διευθυντή του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε και επιστημονικού υπευθύνου του Ενυδρείου Κρήτης Dr. Pascal Divanach.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Μαρουδιώ Κεντούρη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου από τον πρώτο κιάλας καιρό που εντάχθηκα στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης. Οι συζητήσεις μαζί της όλα αυτά τα χρόνια ήταν πάρα πολύ εποικοδομητικές. Θέλω να την ευχαριστήσω για την συνεχή επιστημονική της καθοδήγηση και για όλες εκείνες τις ευκαιρίες που μου προσέφερε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Διευθυντή του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών και επιστημονικό υπεύθυνο του Ενυδρείου Κρήτης του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Dr. Pascal Divanach για την στήριξη και πολύτιμη καθοδήγηση που προσέφερε απλόχερα όλα αυτά τα χρόνια. Μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα σε ένα εκπληκτικό περιβάλλον και ήταν πάντα δίπλα μου σε κάθε βήμα για να με συμβουλέψει.

Ευχαριστώ τον Πρόεδρο, καθ. Γ. Χρόνη, και το διοικητικό συμβούλιο του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. για την ευκαιρία που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την μεταπτυχιακή μου διατριβή στο χώρο του Ενυδρείου Κρήτης, καθώς και τον Διευθυντή του Ενυδρείου κο Μιχάλη Παπαδάκη ο οποίος στήριξε ένθερμα αυτήν την προσπάθεια. Η συνδρομή του για την επίτευξη αυτού του στόχου ήταν πολύ μεγάλη και τον ευχαριστώ θερμά.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην υπεύθυνη ενυδρειολογίας Δρ. Ασπασία Στεριώτη η οποία ήταν πάντα πρόθυμη για να μου παρέχει κάθε βοήθεια που χρειαζόμουν. Την ευχαριστώ για τον πολύτιμο χρόνο και τη συμπαράστασή της.

Θερμά ευχαριστώ και τον Δρ. Σταύρο Χατζηφώτη, στου οποίου το εργαστήριο πραγματοποιήθηκε μέρος των πειραμάτων της παρούσας διατριβής. Τον ευχαριστώ για το χρόνο που διέθεσε και για τον εργαστηριακό εξοπλισμό που μου παρείχε.

Η εκπόνηση της παρούσας διατριβής δεν θα ήταν δυνατή αν δεν υπήρχαν οι ερασιτέχνες αλιείς οι οποίοι συνέλεξαν τους τρίτωνες του πειραματικού μας πληθυσμού. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω θερμά τους Α. Ανδρεαδάκη, Ζ. Γρηγοράκη, Α. Λαμνίδη, Ν. Λιάπη, Γ. Μουντράκη, Α. Σιακαβάρα και ανώνυμους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλο το προσωπικό του Ενωδρείου Κρήτης για την ευχάριστη συνεργασία και το θερμό κλίμα που επικρατεί στον εργασιακό μας χώρο. Ιδιαίτερες ευχαριστίες χρωστάω στα παιδιά του τμήματος ενυδρειολογίας και στο τεχνικό τμήμα. Τα παιδιά της ενυδρειολογίας, ο Θόδωρος Δουλάμης, ο Florian Barths, η Sophie Derierpe και ο Πάνος Γρηγορίου, ήταν πάντα εκεί όταν χρειαζόμουν βοήθεια και ήταν πάντα πρόθυμοι να βοηθήσουν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους συνάδελφους και φίλους Γιάννη Καλώστο, Αντώνη Παγωνάκη και Αργύρη Σαριδάκη. Οι συζητήσεις μαζί τους ήταν πάντα εποικοδομητικές και η φιλία τους ανεκτίμητη. Η συμβολή τους για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής ήταν πολύ μεγάλη, καθώς βοήθησαν στην κατασκευή των πειραματικών εγκαταστάσεων και στην επίλυση όλων των τεχνικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα παιδιά του Εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών του Πανεπιστημίου Κρήτης και ιδιαίτερα τον Δημήτρη Σφακιανάκη και το Γιάννη Λέρη για τις εποικοδομητικές επιστημονικές συζητήσεις που κάναμε και τις συμβουλές που απλόχερα πάντα μου προσέφεραν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Γιάννη Παπαδάκη, μαζί με τον οποίο πρωτοξεκίνησα να δουλεύω πάνω στους τρίτωνες το καλοκαίρι του 2004, όταν πραγματοποιούσα τα πειράματα της πτυχιακής μου στο Ινστιτούτο Υδατοκαλλιεργειών.

Τελειώνοντας τον μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, και ιδιαίτερα τη Μαρία Σκουλά, για όλη τη βοήθεια και υποστήριξη της- με βοηθούσε σε καθετί που ζητούσα όλα αυτά τα χρόνια- , αλλά και όλους εκείνους που μου μετέδωσαν πολύτιμες γνώσεις, με βοήθησαν, συνεργάστηκαν μαζί μου, και μου συμπαράστηκαν στις δύσκολες στιγμές.

Θα πω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στις φίλες και μέχρι πέρυσι συνοδοιπόρους μου Αναστασία Λάγκη και Φωτεινή Κοκού για την συμπαράστασή τους όλο αυτόν τον καιρό που είμαστε μαζί. Μπορεί να είναι και οι δύο μακριά, αλλά θα τις νιώθω πάντα κοντά μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου Κώστα και Κώστα, Μαριάννα, Ζωή,

Νίκο, Νίκο, Βασίλη και όλους όσους δεν θυμάμαι για την κατανόησή που δείχνουν επειδή τον τελευταίο καιρό τους βλέπω πολύ πιο σπάνια και την ανοχή τους για τις ώρες που τους μιλάω για τη ζωολογία και το ενυδρείο.

Το πιο μεγάλο ευχαριστώ, που δυστυχώς η μοίρα δεν θέλησε να διαβάσει ο πατέρας μου, το χρωστάω στην οικογένειά μου, που είναι πάντα στο πλευρό μου και με στηρίζει σε κάθε μου βήμα. Μπορεί ο πατέρας μου να μην είναι πια μαζί μας, αλλά είμαι σίγουρη ότι από εκεί που είναι συνεχίζει να φροντίζει για εμάς. Πάντα θα τον θυμάμαι με αγάπη και νοσταλγία και θα του είμαι ευγνώμον για όλα όσα πρόσφερε σε μένα και στα αδέρφια μου. Ευχαριστώ πολύ την Μητέρα μου Δέσποινα και τα αδέρφια μου Γιώργο και Ιωάννα για όλη την υποστήριξη, την κατανόηση και την αγάπη τους όλα αυτά τα χρόνια. Θέλω να ξέρουν ότι τους αγαπώ πολύ!

**Σας ευχαριστώ πολύ!!!!**

# Συστηματική κατάταξη

Βασίλειο: Animalia

Φύλο: Mollusca

Κλαση: Gasteropoda

Υποκλάση: Prosobranchia

Τάξη: Caenogastropoda

Οικογένεια: Ranellidae (Cymatiidae)

Γένος: Charonia

Είδος: *Charonia tritonis* (Linnaeus, 1758)

**Υποείδος: *Charonia tritonis variegata*  
(Lamarck, 1816)**

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>11</b>
1.1. Εξημέρωση.....	12
1.1.1.Ορισμός.....	12
1.1.2.Στόχοι της εξημέρωσης – εξημέρωση και διατήρηση της βιοποικιλότητας.....	13
1.1.3.Διατροφική προσαρμογή εξημερωμένων ζώων.....	14
1.2. <i>Charonia tritonis variegata</i> .....	16
1.2.1. Τα γαστερόποδα του γένους <i>Charonia</i> (Gistel, 1847).....	16
1.2.2. Μορφολογία κελύφους και εξωτερική εμφάνιση.....	17
1.2.3. Βιολογία και οικολογία.....	19
1.2.4 Εξημέρωση για οικολογική αποκατάσταση και διατήρηση.....	22
1.3. Διατροφική προτίμηση.....	24
1.4. Μελέτη της διατροφής του θαλάσσιου γαστερόποδου <i>Charonia tritonis variegata</i> (Lamarck, 1816) σε συνθήκες αιχμαλωσίας.....	26
<b>2. Υλικά και μέθοδοι.....</b>	<b>28</b>
2.1. Πειραματικός πληθυσμός .....	29
2.2. Πειραματική διαδικασία.....	30
2.2.1. Βαθμός αποδοχής τροφών (food acceptability).....	31
2.2.2. <i>Ad libidum</i> κατανάλωση .....	33
2.2.3. Ικανότητα πέψης.....	34
2.2.4. Διατροφική προτίμηση.....	35
2.3. Κατά προσέγγιση βιοχημική ανάλυση.....	36
2.3.1 Μέτρηση υγρασίας.....	36
2.3.2 Μέτρηση τέφρας.....	36
2.3.3 Απόσπαση ολικών λιπών.....	37
2.3.4 Μέτρηση ολικών πρωτεϊνών.....	37
2.3.5 Υπολογισμός υδατανθράκων.....	38
2.3.6 Υπολογισμός ενέργειας.....	38
2.4. Ανάλυση δεδομένων.....	38



<b>3. Αποτελέσματα.....</b>	<b>40</b>
3.1. Πειραματικός πληθυσμός.....	41
3.2. Συμπεριφορά.....	42
3.2.1. Πρότυπο αντίληψης και αναζήτησης τροφής.....	42
3.2.2. Προσέγγιση και κατανάλωση.....	46
3.2.3. Πέψη και απόρριψη περιττωμάτων.....	47
3.3. Βιοχημικές αναλύσεις τροφών.....	49
3.3.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα.....	49
3.3.2. Υγρασία.....	50
3.3.3. Τέφρα.....	50
3.3.4. Ολικό λίπος.....	51
3.3.5. Ολικές πρωτεΐνες.....	51
3.3.6. Υδατάνθρακες.....	52
3.3.7. Ενέργεια.....	52
3.4. Βαθμός αποδοχής τροφών.....	54
3.5. <i>Ad libidum</i> κατανάλωση.....	56
3.5.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα.....	56
3.5.2. Υγρό βάρος.....	56
3.5.3. Ξηρό βάρος.....	59
3.5.4. Λίπη, πρωτεΐνες και υδατάνθρακες.....	60
3.5.5. Ενεργειακές απολαβές.....	61
3.6. Ικανότητα πέψης.....	62
3.6.1 Βιοχημικές αναλύσεις περιττωμάτων.....	62
3.6.1.1. Υγρασία.....	64
3.6.1.2. Τέφρα.....	64
3.6.1.3. Ολικό λίπος.....	65
3.6.1.4. Ολικές πρωτεΐνες.....	65
3.6.1.5. Υδατάνθρακες.....	66
3.6.2. Ικανότητα πέψης.....	66
3.6.3. Απορρόφηση ενέργειας.....	69

3.7. Διατροφική προτίμηση.....	71
3.7.1. Κατανάλωση τροφής παρουσία πολλαπλών επιλογών.....	71
3.7.2. Εκδήλωση προτίμησης.....	72
<b>4. Συζήτηση.....</b>	<b>76</b>
4.1. Συμπεριφορά αναζήτησης και κατανάλωσης τροφής.....	77
4.2. Βαθμός αποδοχής τροφών.....	78
4.3. <i>Ad libidum</i> κατανάλωση τροφής.....	79
4.4. Ικανότητα πέψης.....	80
4.5. Διατροφική προτίμηση.....	81
<b>5. Συμπεράσματα.....</b>	<b>84</b>
5.1. Συμπεριφορά αναζήτησης και κατανάλωσης τροφής.....	85
5.2. Βαθμός αποδοχής τροφών.....	85
5.3. <i>Ad libidum</i> κατανάλωση τροφής.....	85
5.4. Ικανότητα πέψης.....	86
5.5. Διατροφική προτίμηση.....	87
5.6. Μελλοντικοί στόχοι.....	87
<b>6. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>88</b>

## **1. Εισαγωγή**

---

## 1.1 Εξημέρωση

### 1.1.1 Ορισμός

Η εξημέρωση (**Domestication**) ορίζεται από τον Hale (1962) ως οι συνθήκες εκείνες μέσα στις οποίες η αναπαραγωγή, η φροντίδα και η χορήγηση τροφής των οργανισμών ελέγχεται λιγότερο ή περισσότερο από τον άνθρωπο. Σύμφωνα με ένα νεότερο ορισμό, αυτόν του Price (1984), η εξημέρωση ορίζεται ως η διαδικασία με την οποία ένας πληθυσμός ζώων προσαρμόζεται στον άνθρωπο και στο περιβάλλον αιχμαλωσίας μέσω ενός συνδυασμού γενετικών αλλαγών που λαβαίνουν χώρα από γενιά σε γενιά και αναπτυξιακών γεγονότων που προκλήθηκαν από περιβαλλοντικούς παράγοντες και τα οποία επανεμφανίζονται κατά τη διάρκεια κάθε γενιάς. Αφού λοιπόν η εξημέρωση είναι μια συνεχής και βαθμιαία διαδικασία που περιλαμβάνει γενετικές αλλαγές, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια εξελικτική διαδικασία όπου τα ζώα αξιοποιούν και προσαρμόζονται σε μια νέα οικολογική θέση (Hale, 1962; Price, 1998; Trut, 1999). Τα γενετικά φαινόμενα με τη μεγαλύτερη επίδραση στη διαδικασία της εξημέρωσης είναι η ενδογαμία (**Inbreeding**), η γενετική μετατόπιση (**Genetic drift**) και η επιλογή (**Selection**). Είναι δυνατόν, αυτές οι τρεις διαδικασίες επιλογής να δουλεύουν ταυτόχρονα ή σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Trut, 1999).

Η διαδικασία της εξημέρωσης συχνά συνοδεύεται από μια σειρά αλλαγών στην μορφολογία, φυσιολογία και συμπεριφορά, είναι ορατή σε πολλά διαφορετικά είδη, και αναφέρεται ως «εξημερωμένος τύπος» (Hale, 1962; Craig, 1981; Clutton-Brock, 1992; Price, 1998; Jensen, 2006). Τυπικές μορφολογικές αλλαγές που έχουν αναφερθεί είναι η μείωση του εγκεφάλου, μεταβολές του τριχώματος (π.χ. αλλαγές στο πάχος του τριχώματος και αυξημένη συχνότητα εμφάνισης λευκών και στικτών χρωματικών προτύπων), μείωση του μεγέθους των οστών και αλλαγές στο σχήμα των κεράτων (Clutton-Brocks, 1992; Trut, 1999). Παραδείγματα φυσιολογικών και αναπτυξιακών αλλαγών αποτελούν η πρόωμη αναπαραγωγική ωρίμανση, η αύξηση του μεγέθους των απορριμμάτων, παρατεταμένη και ευαίσθητη περίοδος κοινωνικοποίησης και νεοτονία (neotony), δηλαδή διατήρηση μορφολογικών και ηθολογικών χαρακτηριστικών ανήλικων μορφών στα ενήλικα άτομα (Belyaev *et al.*, 1985; Clutton-Brock, 1992; Trut, 1999; Schutz *et al.*, 2002). Επιπροσθέτως,

παραδείγματα αλλαγών συμπεριφοράς είναι η μείωση του φόβου και της επιθετικότητας, η αυξημένη κοινωνικοποίηση και η μείωση των αντιθρησκευτικών αποκρίσεων (Desforges και Wood-Gush, 1975; Craig, 1981; Price, 1984; Schutz *et al.*, 2001, 2004; Brokordt, 2006).

### 1.1.2 Στόχοι της εξημέρωσης – εξημέρωση και διατήρηση της βιοποικιλότητας

Η εξημέρωση φυτών και ζώων από τον άνθρωπο ξεκίνησε πριν από 13.000 χρόνια και συνδέθηκε άμεσα με την παραγωγή τροφής για τον άνθρωπο. Τα ζώα που εξημερώθηκαν χρησίμευσαν πολλές φορές εκτός από πηγή τροφής και σαν εργατικό δυναμικό και μέσο μεταφοράς (π.χ. άλογα, γαϊδούρια, Mignon-Grasteau *et al.*, 2005), σε κάθε περίπτωση πάντως στόχος ήταν η κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών.

Ενώ η εξημέρωση ζώων για αρκετές χιλιάδες χρόνια περιοριζόταν στην ξηρά, πριν από περίπου 2500 χρόνια άρχισε δειλά δειλά με την εκτροφή του κυπρίνου από τους Ρωμαίους να εξαπλώνεται σε υδάτινα περιβάλλοντα (Balon, 1995). Αυτή ήταν η απαρχή της Υδατοκαλλιέργειας. Ο όρος Υδατοκαλλιέργεια αναφέρεται είτε στην παραγωγή ιχθυδίων και άλλων νεαρών ασπόνδυλων σε εκκολαπτήρια, είτε στην συλλογή άγριου γόνου από τη φύση και εκτροφή του μέχρι να φτάσει σε μεγαλύτερο ή ενήλικο μέγεθος. Περιλαμβάνει επίσης και αναπαραγωγή θαλάσσιων φυτών όπως τα φύκη.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η εξημέρωση οργανισμών στο χερσαίο και υδάτινο περιβάλλον αντιμετωπίζει μια ακόμη πρόκληση, την διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας. Αν και η παγκόσμια βιολογική ποικιλότητα είναι κοντά στο ζενίθ της (Wilson, 1988), ο ρυθμός εξαφάνισης είναι τόσο μεγάλος που δεν είναι υπερβολικό να πούμε ότι βρισκόμαστε μπροστά σε μια παγκόσμια κρίση (Rahbek, 1993). Η εξαφάνιση ειδών που προκαλείται από την αποψίλωση τροπικών δασών μπορεί να φτάσει το 20 με 50% των ειδών του πλανήτη μέσα στις επόμενες δεκαετίες (Lugo, 1988; Mallinson, 1995). Τα τελευταία 400 χρόνια, 490 είδη που είχαν περιγραφεί είναι γνωστό ότι έχουν εξαφανιστεί (WCMC, 1992). Χρηματοοικονομικοί, δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί λόγοι καθιστούν αδύνατη την διατήρηση όλων των εναπομεινάντων μη κατεστραμμένων περιοχών και της βιοποικιλότητάς τους (Diamond και May, 1988). Πολλές στρατηγικές έχουν προταθεί και πολλές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Η εξημέρωση και η εκτροφή σε αιχμαλωσία είναι μια από τις τεχνικές διατήρησης ειδών που τυγχάνει όλο

και μεγαλύτερης προσοχής. Η εκτροφή σε αιχμαλωσία έχει ως στόχο την διατήρηση των ειδών που κινδυνεύουν με εξαφάνιση, και την παροχή ατόμων για επανένταξη στο φυσικό τους περιβάλλον. Ο Cade (1988) το χαρακτηρίζει ως ένα πολύ χρήσιμο και αναγκαίο διαχειριστικό εργαλείο. Σήμερα, που το επίκεντρο της διαχείρισης είναι η βιοποικιλότητα, η εξημέρωση και η εκτροφή ειδών σε συνθήκες αιχμαλωσίας αποκτούν νέα σημασία και ξεφεύγει από την απόλυτη μέχρι πρότινος ανθρωποκεντρική της μορφή.

Γιατί όμως ο κόσμος στρέφεται στην εξημέρωση για να προστατεύσει το περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα; Εκτός από την εκτροφή για προστασία ειδών που κινδυνεύουν άμεσα με εξαφάνιση και για επανένταξη ατόμων στο φυσικό τους περιβάλλον, οι Pomeroy *et al.* (2006) και οι Damania και Bulte (2007) κάνουν λόγο για εκτροφή ειδών για εμπορική εκμετάλλευση με στόχο την διαφύλαξη των φυσικών πληθυσμών. Η εμπορία σπάνιων προστατευόμενων ειδών αποδεικνύεται πολύ κερδοφόρα, καθώς αυτά τα είδη αποκτούν πολύ μεγάλη αξία, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παράνομη θήρευση για εμπορικούς λόγους. Σκοπός της εξημέρωσης και εκτροφής άγριων ζώων για εμπορικούς σκοπούς, είναι η μείωση των τιμών των άγριων ζώων και η αποτροπή από την παράνομη θήρευση καθώς αυτή δεν θα επιφέρει πλέον κέρδη. Η εκτροφή σε συνθήκες αιχμαλωσίας έχει προταθεί σαν ένας τρόπος για σίγουρη και σταθερή παροχή χολής αρκούδας, οστών τίγρης, και κεράτων ρινόκερων με ταυτόχρονη διαφύλαξη των φυσικών πληθυσμών της άγριας αρκούδας (Mills *et al.*, 1995), της τίγρης (Sieden-sticker *et al.*, 1999), και του μαύρου ρινόκερου (Brown και Layton, 2001). Όσον αφορά στο θαλάσσιο περιβάλλον, οι Pomeroy *et al.* (2007) προτείνουν την εισαγωγή πολλών ψαριών και ασπονδύλων των κοραλλιογενών υφάλων του Ινδο-ειρηνικού ωκεανού στην υδατοκαλλιέργεια ούτως ώστε να μειωθεί η υπεραλίευσή τους και να σωθούν οι φυσικοί πληθυσμοί των υφάλων που αποτελούν τα hot spot της θαλάσσιας βιοποικιλότητας.

### 1.1.3 Διατροφική προσαρμογή εξημερωμένων ζώων

Η διαδικασία της εξημέρωσης περιλαμβάνει την μεταφορά από την φύση στην αιχμαλωσία. Στα εξημερωμένα ζώα πολλές φορές παρέχονται περιβαλλοντικές συνθήκες που είναι παρόμοιες με αυτές που επικρατούσαν στο φυσικό περιβάλλον των άγριων προγόνων

τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι προσαρμογές στην συμπεριφορά και στην φυσιολογία είναι πολύ εύκολο να επιτευχθούν. Πολύ συχνά όμως, το περιβάλλον αιχμαλωσίας διαφέρει πολύ από το φυσικό περιβάλλον και η προσαρμογή αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση. Ο Price (1999) συνόψισε τις αλλαγές που γίνονται σε επίπεδο συμπεριφοράς στα ζώα που μεταβαίνουν από την φύση σε αιχμαλωσία.

Στην φύση, τα ζώα ξοδεύουν ένα μεγάλο μέρος του χρόνου και της ενέργειάς τους για να ψάξουν και να καταναλώσουν την τροφή τους. Τα ζώα επιλέγουν την τοποθεσία που θα φάνε και το είδος της τροφής. Τα περισσότερα ζώα υπό συνθήκες αιχμαλωσίας εξαρτώνται από τον άνθρωπο που τους παρέχει τροφή, η οποία είναι συχνά η ίδια σε καθημερινή και εποχική βάση. Από τη στιγμή που η επιλογή διατροφής είναι κατά ένα πολύ μεγάλο βαθμό μια διαδικασία που συνδέεται με τη μάθηση σε πολλά είδη (Lynch και Bell, 1987; Forbes, 1995; Galef και Allen, 1995; Provenza, 1995), τα ζώα μπορεί να είναι απρόθυμα να καταναλώσουν άγνωστες προς αυτά τροφές και οικείες τροφές που παρέχονται με νέους τρόπους (Galef και Clark, 1971; Kronenberger και Medioni, 1985; Heinrich, 1988).

Σε συνθήκες αιχμαλωσίας, η τροφή παρέχεται συνήθως σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία και σε συγκεκριμένη ποσότητα με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται ο χρόνος και η ενέργεια που ξοδεύουν τα ζώα για να φάνε σε σχέση με τα άγρια άτομα (Newberry, 1995). Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η παροχή τροφής στα εκτρεφόμενα ζώα έχει σαν αποτέλεσμα την χαλάρωση της φυσικής επιλογής σε χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την επιλογή και αποφυγή τροφής, την ικανότητα εντοπισμού και σύλληψης θηράματος, ακόμη και το κίνητρο να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους. Στην πραγματικότητα, φαίνεται ότι η επίδραση της χορήγησης τροφής παρέχει στα υπό αιχμαλωσία ζώα περισσότερο χρόνο απραξίας (idle) για να κάνουν διάφορα άλλα πράγματα, μερικά από τα οποία μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ευημερία τους.

## 1.2. *Charonia tritonis variegata*

### 1.2.1 Τα γαστερόποδα του γένους *Charonia* (Gistel, 1847)

Τα προσοβράγχια γαστερόποδα του γένους *Charonia*, ή αλλιώς Τρίτωνες, είναι από τους μεγαλύτερους και ομορφότερους θαλάσσιους θηρευτές των τροπικών και εύκρατων περιοχών. Το όνομα Τρίτωνας οφείλεται σε έναν από τους θεούς των αρχαίων Ελλήνων, τον Τρίτονα, γιο του Ποσειδώνα, θεού της θάλασσας. Τα είδη που ανήκουν στο γένος *Charonia* έχουν χρησιμοποιηθεί σαν σκεύη και μουσικά όργανα από παράκτιους και νησιωτικούς λαούς όπου και όποτε το γένος ήταν παρόν, και συγκαταλέγονται στα πιο οικεία για τον άνθρωπο μαλάκια. Σύμφωνα με τον A.G. Beu (1970) όλα τα ονόματα για τις μορφές στο γένος μειώνονται σε επτά γεωγραφικά υποείδη δυο ειδών, του *Charonia tritonis* (Linnaeus, 1758) που απαντά σε ζεστά εύκρατα και τροπικά νερά και του *Charonia lampas* (Linnaeus, 1758) που απαντά σε πιο κρύα υποτροπικά νερά και στα δύο ημισφαίρια. Τα δυο υποείδη του *Charonia tritonis* αν και φέρουν πολλές μορφολογικές ομοιότητες είναι γεωγραφικά διαχωρισμένα. Το *Charonia tritonis tritonis* απαντά στον Ινδικό και Ειρηνικό Ωκεανό, ενώ το *Charonia tritonis variegata* στον Ατλαντικό Ωκεανό και στη Μεσόγειο θάλασσα (Beu, 1970). Τα υποείδη του *Charonia lampas* εμφανίζουν διαφορές στο μέγεθος των εξογκωμάτων του κελύφους, την πρώιμη αρχιτεκτονική της σπείρας, το πάχος των οδοντώσεων που φέρει το εσωτερικό χείλος και το πάχος και ο αριθμός των ενδιάμεσων σπειρωμάτων. Τρία από τα υποείδη, τα *C. lampas lampas*, *C. lampas sauliae* και *C. lampas carax* είναι πολύ όμοια σε όλα τα χαρακτηριστικά και είναι δύσκολο να τα ξεχωρίσει κανείς αν εξετάσει λίγα άτομα. Διαφέρουν μόνο στις λεπτομέρειες του ενδόστυλου και στην αρχιτεκτονική της πρώιμης σπείρας. Τα άλλα δυο υποείδη, το *C. lampas rubicunda* και το *C. lampas pustulata*, μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους παρά με τα τρία άλλα υποείδη, αλλά διαχωρίζονται εύκολα από το πάχος της δευτερογενούς αρχιτεκτονικής της σπείρας, το μέγεθος και το χρώμα.

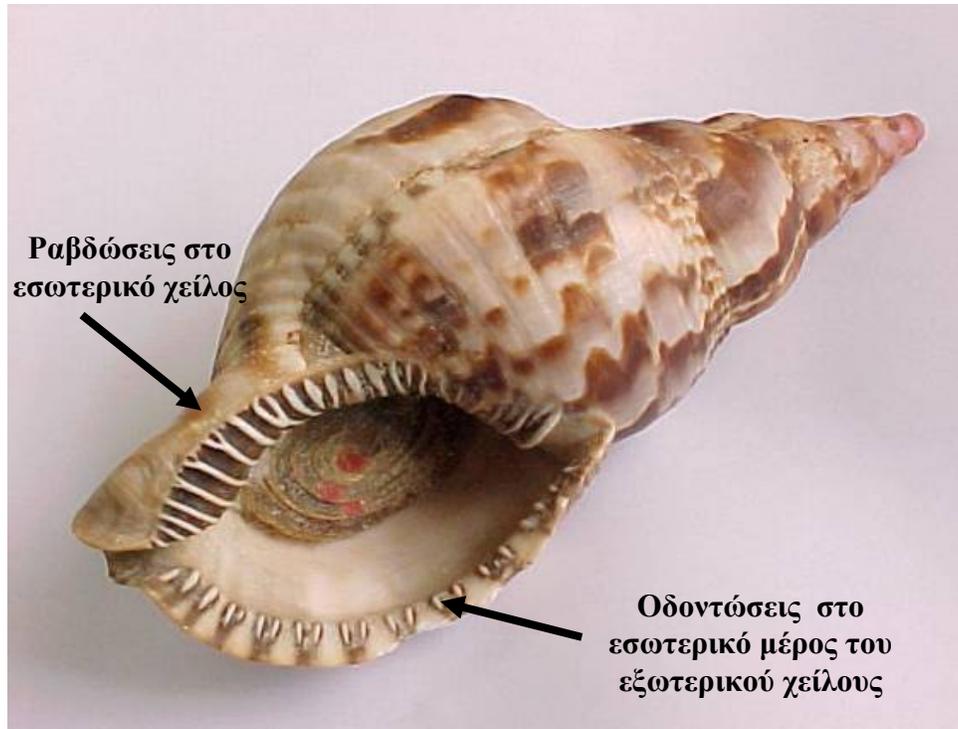


### 1.2.2 Μορφολογία κελύφους και γεωγραφική εξάπλωση

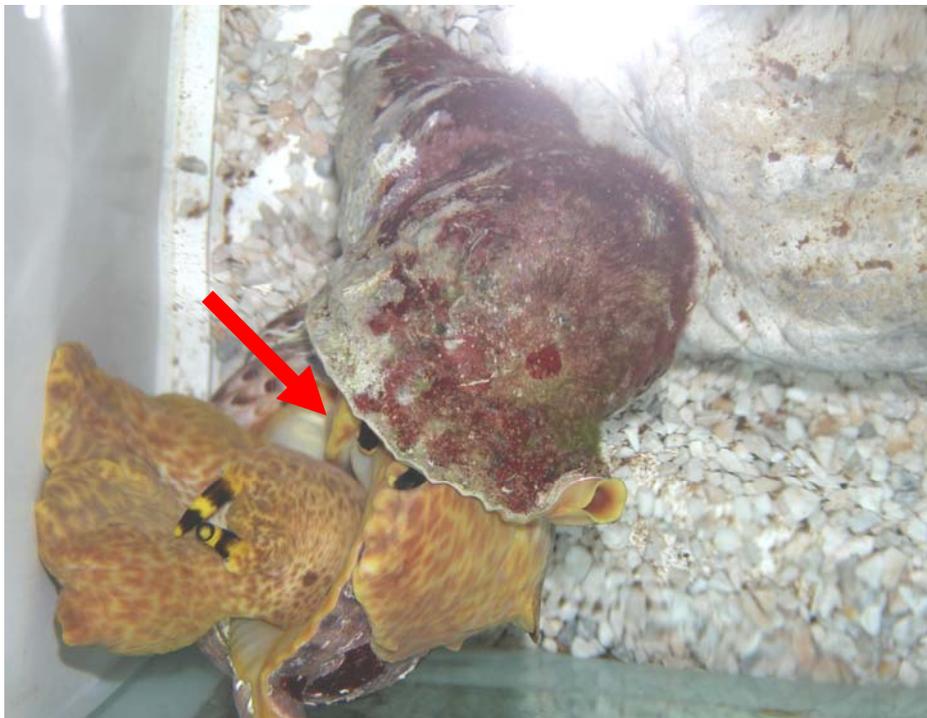
Τα άτομα του είδους *Charonia tritonis* γίνονται πολύ μεγάλα σε μέγεθος, και είναι πιθανώς το τρίτο σε μέγεθος είδος γαστεροπόδων. Η σπείρα και γενικότερα το σχήμα του κελύφους είναι λεπτό και μακρύ. Το εξωτερικό χείλος φέρει χρωματικές εναλλαγές. Στο εσωτερικό χείλος φέρει εμφανείς λευκές ραβδώσεις πάνω σε ένα σκούρο καφέ φόντο που απλώνονται σε όλο του το μήκος. Στο εσωτερικό μέρος του εξωτερικού χείλους υπάρχουν ζεύγη ή τριπλέτες καφέ οδοντώσεων σε ανοιχτόχρωμο φόντο (Εικ. 1). Η σπείρα αποτελείται από ευρείες χορδές με μια μόνο στενή γραμμή να γεμίζει τα μεσοδιαστήματα, ενώ τα εξογκώματα είναι πολύ μικρά ή δεν υπάρχουν καθόλου. Η επιφάνεια του κελύφους είναι πολύ γυαλιστερή και σχεδόν δεν υπάρχει καθόλου περίστρακο. Το χρωματικό πρότυπο είναι πολύ φωτεινό, με μια εναλλαγή αντιθέσεων μεταξύ κοκκινο-καφέ κηλίδων με σχήμα ημισελήνου πάνω σε ροζ-κρεμ φόντου.

Το σώμα του ζώου, όπως σε όλα τα γαστερόποδα αποτελείται από το κεφάλι, τον πόδα και τη σπλαχνική μάζα. Το κεφάλι φέρει ένα ζεύγος κιτρινόμαυρων ριγέ κεραιών στην βάση των οποίων είναι τοποθετημένοι οι οφθαλμοί. Το χρώμα του ζώου είναι κιτρινοκρεμ με πιο σκούρες καφέ κηλίδες (Εικ. 2).

Το *Charonia tritonis variegata* αν και ομοιάζει πολύ με το υποείδος του Ειρηνικού δεν φτάνει σε τόσο μεγάλο μέγεθος και έχει σχετικά πιο κοντή σπείρα. Εξαπλώνεται γεωγραφικά και στις δυο όχθες του Ατλαντικού ωκεανού και στην Μεσόγειο θάλασσα. Στον Δυτικό Ατλαντικό ωκεανό απαντά από τις Βερμούδες, τις Μπαχάμες, την κάτω Φλόριδα, τις Δυτικές Ινδίες και από το κεντρικό Μεξικό ως το Σάντος της Βραζιλίας (Clench και Turner, 1957). Στον Ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό απαντά στα νησιά του Πράσινου ακρωτηρίου, στα Κανάρια νησιά και στην Αγία Έλενα (Clench και Turner, 1957), στην Πορτογαλία (Tryon, 1881) και πιθανώς στις ακτές της Αφρικής κατά μήκος αυτής της περιοχής (Beu, 1970). Όσον αφορά στην εξάπλωση του υποείδους στην Μεσόγειο θάλασσα αυτό περιορίζεται στην Ανατολική λεκάνη, από τη Σικελία έως τις Μεσογειακές ακτές της Ασίας (Russo *et al.*, 1990).



Εικ. 1. Κέλυφος από άτομο *Charonia tritonis variegata*. Διακρίνεται το σχήμα και το χρώμα του κελύφους καθώς και οι χαρακτηριστικές ραβδώσεις και οδοντώσεις στο εσωτερικό χείλος και στο εσωτερικό μέρος του εξωτερικού χείλους αντίστοιχα.



Εικ. 2: Γονιμοποίηση ενός θηλυκού ατόμου *Charonia tritonis variegata* (Κάτω αριστερά) από ένα αρσενικό άτομο (Πάνω δεξιά). Με κόκκινο βέλος σημειώνεται το πέος του αρσενικού που εισχωρεί μέσα στο γενετικό πόρο του θηλυκού.

### 1.2.3 Βιολογία και Οικολογία

Το *C. tritonis variegata* είναι ένα γονοχωριστικό είδος. Η γονιμοποίηση είναι εσωτερική, και συντελείται με την εισαγωγή του πέους του αρσενικού στον γεννητικό πόρο του θηλυκού (Εικ. 2). Σε συνθήκες αιχμαλωσίας η γονιμοποίηση και η εναπόθεση των εμβρυονικών σάκων λαμβάνει χώρα στις αρχές του φθινοπώρου (Προσωπικές αδημοσίευτες παρατηρήσεις). Οι κιτρινωποί ροπαλοειδείς σάκοι προσκολλώνται από το θηλυκό άτομο σε σκληρό υπόστρωμα, όπου και παραμένουν έως την εκκόλαψή τους (Εικ. 3). Το μέγεθος των σάκων καθώς και ο αριθμός των εμβρύων που περιέχει εξαρτάται από το μέγεθος της μητέρας. Έτσι, ένας σάκος με μέσο βάρος 0,88 g περιέχει περίπου 3660 έμβρυα (Εικ. 4). Μετά από 2,5 με 3 μήνες, ανάλογα με την θερμοκρασία, απελευθερώνονται από τους σάκους πελαγικές πεπλοφόρες προνύμφες (Εικ. 5).

Οι αναφορές για τους τύπους υποστρώματος που ζουν οι τρίτωνες δεν είναι ομοιογενείς. Σύμφωνα με τους Russo *et al.* (1990), οι δύτες τις βλέπουν κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σκληρά υποστρώματα όπου συχνάζουν σκιοφιλες κοινότητες κοραλλινών και προκοραλλινών, ενώ από την άλλη, οι ψαράδες τις πιάνουν κυρίως τη νύχτα σε μαλακά υποστρώματα. Πιθανόν το ενδιαίτημα που προτιμούν είναι αυτό που χαρακτηρίζεται από εναλλαγή σκληρού και μαλακού υποστρώματος, όπως τα όρια βραχωδών περιοχών με αμμώδεις περιοχές. Σύμφωνα με τον Percharde (1972), ο οποίος πραγματοποίησε μια σειρά καταγραφών ζώων στο φυσικό τους περιβάλλον στην περιοχή του Trinidad και του Tobago, το *C. Tritonis variegata* εμφανίζει διμορφισμό, ανάλογα με το βάθος. Χωρίζει τα άτομα σε αυτά των ρηχών νερών, στους κοραλλιογενείς υφάλους που χαρακτηρίζονται από εντονότερα ασβεστοποιημένο και πιο ανοιχτόχρωμο κέλυφος, πάνω στο οποίο αναπτύσσονται άλγη και πολλές φορές σπόγγοι που ανήκουν στο γένος *Cliona*. Η μορφή που απαντά στα πιο βαθιά νερά, 15 με 45 μέτρα από την επιφάνεια, ζει σε αμμώδη-λασπώδη βυθό όπου υπάρχουν περιστασιακά βράχια, στα οποία βρίσκουν καταφύγιο τα ζώα όταν ξεκουράζονται. Στην εν λόγω μελέτη τα περισσότερα άτομα που παρατηρήθηκαν βρέθηκαν μέσα σε μικρές κοιλότητες και εσοχές που σχηματίζουν οι βράχοι, ή πάνω σε αμμώδη πυθμένα ο οποίος βρίσκεται στους «πρόποδες» κάποιου βράχου.



Εικ. 3: Εναπόθεση εμβρυονικών σάκων από ένα θηλυκό άτομο *Charonia tritonis variegata*.



Εικ. 4: Ροπαλοειδής εμβρυονικός σάκος του γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata*. Δεξιά διακρίνεται το σημείο πρόσφυσης του σάκου στο υπόστρωμα. Μέσα στο σάκο διακρίνονται μικρές πεπλοφόρες προνύμφες.



Εικ. 5 : Πεπλοφόρα προνύμφη του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata*. Διακρίνονται τα δυο δίλοβα πέπλα, οι οφθαλμικές κηλίδες, το πρωτοκοχύλι (protoconch) και ο πόδας.

Αυτό το εναλλασσόμενο ενδιαίτημα που περιγράφεται και από τους Russo *et al.* (1990) και από τον Percharde (1972) ταιριάζει με την γνωστή μέχρι σήμερα διατροφική προτίμηση του υποείδους. Σύμφωνα με την σύνοψη για τους Μεσογειακούς Τρίτωνες των Russo *et al.* (1990), το αγαπημένο τους θήραμα είναι ο αστερίας *Echinaster sepositus*, ο οποίος απαντά σε μεγάλη αφθονία σχεδόν σε όλη τη Μεσόγειο. Οι αστερίες τρέφονται με διάφορα είδη σπόγγων (*Axinella sp.*, *Leucandra sp.*, κλπ), οι οποίοι χαρακτηρίζουν σκιοφίλες κοινότητες («προκοραλλίνες» και «κοραλλίνες») σε βραχώδεις περιοχές. Αναφέρεται επίσης, ότι ελλείψει *Echinaster sepositus*, οι τρίτωνες τρέφονται με ποικίλα Μεσογειακά εχινόδερμα σκληρών (κυρίως αστερίες όπως ο *Ophidiaster ophidianus*, *Coscinasterias tenuispina*, *Marthasterias glacialis*, και αχινοί όπως ο *Paracentrotus lividus*) ή μαλακών υποστρωμάτων (κυρίως αστερίες όπως ο *Astropecten aranciacus* και ολοθούρια όπως το *Holothuria forskali*). Η πτωματοφαγία δεν μπορεί να εξαιρεθεί, μιας και έχουν βρεθεί κάποια άτομα πάνω σε υπολείμματα από ψάρια, και σε ενυδρεία έχουν ταϊστεί με υπολείμματα από ψάρι, καρκινοειδή και μαλάκια. Σύμφωνα με τους Doxa *et al.* (2006), που πειραματίστηκαν σε

συνθήκες αιχμαλωσίας, η προτίμηση ατόμων του υποείδους *Charonia tritonis variegata* για τον αστερία *Echinaster sepositus* ήταν πολύ μεγάλη (54%) σε σχέση με την προτίμηση για τις υπόλοιπες τρεις τροφές οι οποίες προσφέρθηκαν (αχινός: *Arbacia lixula*, ολοθούριο: *Holothuria impatiens*, ψάρι: *Pagrus pagrus*). Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η προτίμηση ανάμεσα στα υπόλοιπα δυο εχινόδερμα και στο ψάρι δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Ο Percharde (1972) αναφέρει ότι στο διαιτολόγιο του *Charonia tritonis variegata* στο Trinidad και Tobago περιλαμβάνονται τα εχινόδερμα *Echinaster sentus*, *Eusidaris tribuloides*, *Tripneustes sp.*, *Synapta sp.*, *Cucumaria sp.*, τα μαλάκια *Laevicardium laevigatum*, *Chione cancellata*, *Fasciolaria tulipa*, *Cypraea zebra*, ενώ γίνεται αναφορά σε δυο περιπτώσεις κατανάλωσης των δεκάποδων καρκινοειδών *Panulirus argus* και *Panulirus guttatus*.

Από τα παραπάνω μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι Τρίτωνες αφήνουν το βραχώδες καταφύγιό τους και βγαίνουν είτε σε αμμώδες-λασπώδες είτε σε βραχώδες υπόστρωμα για να κυνηγήσουν την τροφή τους.

#### 1.2.4 Εξημέρωση για οικολογική αποκατάσταση και διατήρηση

Οι λόγοι για τους οποίους προτείνεται η εκτροφή των τριτώνων είναι οικονομικοί και τους οικολογικοί. Ξεκινώντας από τους πρώτους, οι τρίτωνες είναι ένα είδος με μεγάλη εμπορική αξία, για τη σάρκα τους, η οποία αποτελεί μέρος της διατροφής των χωρών της Άπω Ανατολής (Hosking, 1996; Kang και Kim, 2004), ή για τα κελύφη τους που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο για διακοσμητικούς ή/και άλλους σκοπούς. Η χρήση των κελυφών σε διάφορες εποχές και περιοχές ως μουσικό όργανο είναι γνωστή (Wang, 1997; McLean, 1999). Η αλίευση για πώληση των κελυφών των τριτώνων του Ινδοειρηνικού ωκεανού έχει οδηγήσει σε τρομερή μείωση των εκεί πληθυσμών (Endean, 1977), ενώ είναι γνωστό ότι αλιεύεται με σκοπό την πώληση του κελύφους του και στην Μεσόγειο. Η εισαγωγή του είδους στις υδατοκαλλιέργειες και η ελεγχόμενη παραγωγή του θα μπορούσε να μειώσει ή και να αποτρέψει την υπεραλίευσή του, βοηθώντας στην διατήρηση των φυσικών πληθυσμών του. Πρόσφατα επίσης, οι Kang & Kim (2004) πρότειναν τη χρήση των μαλακίων του γένους *Charonia* λόγω των ιδιαίτερων διατροφικών τους συνθηκών για την προστασία των οστρακοκαλλιέργειών από τους αστερίες. Ένας ακόμα τομέας στον οποίο θα μπορούσε να συνδράμει η εκτροφή των τριτώνων είναι η χρήση τους στην βιομηχανία

φαρμάκων, καθώς όπως αναφέρει ο Shiu (2003), στον αδένα του μεσεντέρου τους περιέχεται τετραδοτοξίνη, ή παράγωγά της.

Οι τρίτωνες, και γενικότερα τα μαλάκια του είδους *Charonia tritonis*, αποτελούν έναν από τους πλέον ενδιαφέροντες θαλάσσιους θηρευτές, καθώς η καταστροφή πολλών κοραλλιογενών υφάλων από αστερίες είναι άμεσα συνδεδεμένη με την υπεραλίευση τους (Endean 1977). Συμβάλλουν στην προστασία των κοραλλιογενών υφάλων, καθώς αποτελούν κύριο θηρευτή του κοραλλιοφάγου αστερία *Acanthaster planci* (Linnaeus, 1758), ο οποίος έχει προκαλέσει τεράστια καταστροφή σε πολλούς κοραλλιογενείς υφάλους στον Ινδοειρηνικό ωκεανό τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες (Birkeland και Lucas, 1990; Bordie *et al.* 2005). Για την εξήγηση της έξαρσης των πληθυσμών του *A. planci* έχουν προταθεί δυο θεωρίες. Η πρώτη (Vine, 1973; Potts, 1981) υποστηρίζει ότι η έξαρση των πληθυσμών είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Η δεύτερη, υποστηρίζει ότι οι εξάρσεις αυτές οφείλονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες, από τους οποίους ο σημαντικότερος ίσως είναι η αφαίρεση των ενήλικων θηρευτών από το περιβάλλον λόγω της οικονομικής τους εκμετάλλευση (Endean, 1977). Όμως ο μόνος θηρευτής του *A. planci* που υφίσταται οικονομική εκμετάλλευση είναι το *Charonia tritonis* (Bordie *et al.*, 2005). Έτσι, η ελεγχόμενη απελευθέρωση εκτρεφόμενων ατόμων στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και η αποτροπή της παράνομης αλίευσης λόγω διάθεσης στην αγορά εκτρεφόμενων ατόμων, θα συμβάλει στην διατήρηση της βιοποικιλότητας στις εύκρατες και τροπικές περιοχές.

### 1.3. Διατροφική προτίμηση

Η διατροφική προτίμηση των ειδών και συνεπώς η τροφική τους θέση σε μια κοινότητα μας δίνει πολλές πληροφορίες για την οργάνωση της κοινότητας (Paine 1980) οι οποίες είναι απαραίτητες για πολλούς πρακτικούς οικολογικούς σκοπούς. Κάποιοι από αυτούς μπορεί να είναι η διαχείριση της βιοποικιλότητας, η βιομεγέθυνση (biomagnification) και ο βιοχειρισμός (biomanipulation) με απώτερο στόχο την οικολογική αποκατάσταση. Επιπλέον, η γνώση της διατροφικής προτίμησης ενός είδους είναι απαραίτητη για την εισαγωγή του σε συνθήκες εκτροφής.

Τα στοιχεία που μπορούν να επηρεάσουν το πρότυπο κατανάλωσης τροφής ενός ζώου είναι τρία, ο βαθμός αποδοχής (**acceptability**), η εκλεκτικότητα (**electivity**) και η προτίμηση (**preference**) (Singer, 2000). Ο βαθμός αποδοχής είναι η πιθανότητα που έχει μια πηγή (π.χ. θήραμα) να καταναλωθεί από ένα ζώο. Η εκλεκτικότητα ορίστηκε από τον Ivlev (1961) ως οι αναλογίες διαφορετικών τύπων τροφών στο διαιτολόγιο ενός ζώου σε σχέση με τις αναλογίες αυτών των τύπων τροφών στο περιβάλλον. Όταν ένα ζώο έχει την δυνατότητα επιλογής τροφής, η προτίμηση θα μπορούσε να περιγραφεί σαν ένα πρότυπο συμπεριφοράς που τα αποτελέσματά του δεν μπορούν να προβλεφθούν από το αντίστοιχο πρότυπο που παρατηρείται όταν δεν υπάρχουν δυνατότητες επιλογής. Μη τυχαίες συσχετίσεις μπορούν να προκληθούν από το συνδυασμό όλων ή κάποιων από τους παραπάνω παράγοντες (Singer, 2000; Underwood *et al.*, 2004).

Σύμφωνα με αυτούς τους ορισμούς, η ύπαρξη μιας προτίμησης προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων ενεργητικών συμπεριφορικών επιλογών (Singer, 2000) έναντι κάποιων τροφών, των οποίων η κατανάλωση όταν αυτές χορηγούνται μόνες τους διαφέρει από την κατανάλωση όταν αυτές χορηγούνται μαζί (Underwood *et al.*, 2004; Underwood and Clarke, 2005; Jackson and Underwood, 2006). Αυτή η ενεργητική επιλογή μπορεί να εμφανίζεται επειδή ένα συγκεκριμένο αντικείμενο είναι πιο νόστιμο, παρέχει την πιο αποδοτική πηγή ενέργειας, παρέχει σημαντικά ιχνοστοιχεία, ή μειώνει την έκθεση σε κίνδυνο, όπως οι θηρευτές, κατά τη διάρκεια αναζήτησης τροφής. Δυστυχώς, σύμφωνα με τους Underwood *et al.* (2004) στην πλειονότητα των περιπτώσεων, ο όρος «προτίμηση» χρησιμοποιείται χωρίς καθόλου στοιχεία για κάποια συμπεριφορική διαδικασία.



Η ύπαρξη μιας έκδηλης προτίμησης δεν είναι μόνο αντικείμενο γενικού ενδιαφέροντος για τους οικολόγους. Επειδή περισσότερες από μία διαδικασίες μπορεί να διαμορφώνουν τη σχέση μεταξύ ενός καταναλωτή και της τροφής του, η γνώση αυτού του μηχανισμού (π.χ προτίμηση ή κάτι άλλο) είναι σημαντική για διάφορους λόγους. Οι τροφικές μελέτες απαιτούν καλή κατανόηση της δυναμικής των διαφορετικών τροφικών επιπέδων και θα μπορούσαν να βοηθηθούν πολύ αν είναι γνωστό το κατά πόσο μη τυχαία πρότυπα διατροφής δημιουργούνται από προτίμηση ή άλλους μηχανισμούς, όπως η διασπορά του θηράματος. Ομοίως, για τις μελέτες που συλλέγουν στοιχεία για διαχείριση πόρων, είναι σημαντικό να γνωρίζουν αν αλλαγές στην διαθεσιμότητα των πόρων μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικά πρότυπα χρήσης των πόρων, ή αν οι παρατηρούμενες σχέσεις προκαλούνται από τις συμπεριφορικές προτιμήσεις του καταναλωτή, άσχετα με την διαθεσιμότητα διαφορετικών θηραμάτων. Προβλέψεις για τις οικολογικές συνέπειες των αλλαγών στην διαθεσιμότητα των πόρων μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο αν είναι γνωστές οι επιδράσεις τέτοιων αλλαγών στους οργανισμούς που μας ενδιαφέρουν.

#### 1.4 Μελέτη της διατροφής του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata* (Lamarck, 1816) σε συνθήκες αιχμαλωσίας.

Στόχος της παρούσης διατριβής είναι η μελέτη της διατροφής και της συμπεριφοράς ενήλικων ατόμων *Charonia tritonis variegata*, τα οποία αιχμαλωτίστηκαν από το φυσικό περιβάλλον, σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Ειδικότερα, εστιάζεται στην διερεύνηση του πιθανού διατροφικού προφίλ, την ποσοτικοποίηση κάποιων προτιμήσεων και την περιγραφή της συμπεριφοράς αναζήτησης, εύρεσης και κατανάλωσης της τροφής από τα άτομα του είδους παρουσία διαφορετικών τροφών (εχινόδερμο, μαλάκιο, καρκινοειδές, ψάρι).

Είδος που καταναλώνει εχινόδερμα στο φυσικό του περιβάλλον με εμφανή «προτίμηση» στους αστερίες (Percharde, 1972; Russo *et al.* 1990; Doxa *et al.*, 2006) είναι δύσκολο να εισαχθεί άμεσα σε εντατική εκτροφή λόγω δυσχέρειας στην εύρεση μεγάλων ποσοτήτων τροφής. Για το λόγο αυτό, οι τροφές οι οποίες εξετάστηκαν χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: α) αυτές που δεν γνωρίζουμε μέχρι σήμερα να καταναλώνονται στη φύση και είναι εύκολα διαθέσιμες στο εμπόριο – ψάρι: *Boops boops*, καλαμάρι: *Nototodarus sloanii*, τα μύδια: *Mytilus edulis* και γαρίδες: *Parapenaeus longirostris* - και β) αυτή που καταναλώνεται στη φύση με έντονη προτίμηση – αστερίας: *Luidia sarcii* & *Astropecten aranciacus* (Percharde, 1972; Russo *et al.* 1990; Kang & Kim, 2004; Doxa *et al.*, 2006).

Το πειραματικό μέρος χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα. Στο πρώτο, στόχος μας ήταν η μελέτη του βαθμού αποδοχής (acceptability) κάποιων ομάδων τροφών (αστερίες, ψάρια, καρκινοειδή, κεφαλόποδα και δίθυρα) και η δυνατότητα προσαρμογής από το θαλάσσιο γαστερόποδο *Charonia tritonis variegata*. Πραγματοποιήθηκε δηλαδή ένας έλεγχος για το «πάνελ» τροφών που δύνανται να καταναλώνουν σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Στη συνέχεια αφού αποκλείστηκε η τροφή με την χαμηλότερη αποδοχή (μύδια), προχωρήσαμε στον καθορισμό της ποσότητας που μπορούν να καταναλώσουν (*ad libidum*) τα άτομα ανά είδος τροφής. Για να μπορέσουν να γίνουν συγκρίσεις σε επίπεδο διατροφικής αξίας, πραγματοποιήθηκαν βιοχημικές αναλύσεις για τη σύσταση των τροφών (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες και τέφρα).

Στόχος της τρίτης ενότητας ήταν η μελέτη της πεπτικότητας και της απορρόφησης θρεπτικών των τροφών από τους τρίτωνες. Η γνώση της δυνατότητας απορρόφησης θρεπτικών ουσιών σε συνδυασμό με τον ρυθμό κατανάλωσης τροφής μπορούν να δώσουν

πληροφορίες για τον μεταβολισμό αυτών των ζώων και πιθανόν να εξηγήσουν τους χαμηλούς ρυθμούς αύξησης που φαίνεται να εμφανίζουν (Kang και Kim, 2004). Για τον προσδιορισμό της ποσότητας και της ποιότητας των ουσιών που κατακρατήθηκαν από τους τρίτωνες, η τρίτη σειρά πειραμάτων περιλάμβανε την παροχή τροφής, την συλλογή των περιττωμάτων που αντιστοιχούσαν στην συγκεκριμένη ποσότητα τροφής και εν συνεχεία την ποσοτική και ποιοτική τους ανάλυση (μέσω βιοχημικών αναλύσεων).

Η τέταρτη και τελευταία σειρά πειραμάτων ασχολείται με την διατροφική προτίμηση του *C. tritonis variegata* ανάμεσα σε τέσσερα είδη τροφής (*Luidia sarcii* & *Astropecten aranciacus*, *Boops boops*, *Nototodarus sloanii*, *Parapenaeus longirostris*). Ο καθορισμός των τροφών, όπως και στις δυο προηγούμενες ενότητες στηρίχθηκε στον βαθμό αποδοχής τους. Περιλαμβάνει την καταγραφή της ποσότητας της τροφής που κατανάλωνε ένα άτομο, από κάθε είδος τροφής, όταν αφηνόταν ελεύθερο να καταναλώσει ότι ήθελε για 24 ώρες.

## **2. Υλικά και Μέθοδοι**

## 2.1 Πειραματικός πληθυσμός

53 άτομα *Charonia tritonis variegata* συλλέχθηκαν από καταδύσεις που πραγματοποιήθηκαν στις βόρειες και νότιες ακτές της Κρήτης την περίοδο 2001-2007. Κατόπιν μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις του Ενυδρείου Κρήτης του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., στις Γούρνες Ηρακλείου. Εκεί, τοποθετήθηκαν σε ενυδρεία 150 και 300L με ημίκλειστο σύστημα νερού (ανανέωση 30%/h) και μηχανισμό φιλτραρίσματος του νερού. Η θερμοκρασία ρυθμιζόταν στην επιθυμητή τιμή, χάρη στη δυνατότητα παροχής νερού με θερμοκρασίες 17, 20 και 25 °C. Η φωτοπερίοδος ήταν σταθερή στο 12L:12D, η αλατότητα 35-36‰ και ο κορεσμός του νερού σε οξυγόνο μεγαλύτερος από 90%. Η διατροφή τους στηριζόταν κυρίως σε κατεψυγμένους αστερίες και ψάρι, και ζωντανά ολοθούρια και αχινούς, ενώ δεν είχαν καταναλώσει ποτέ καλαμάρι, γαρίδες και μύδια.



Εικ. 6: Μαρκάρισμα μέσω χάραξης κελυφών τριτώνων του είδους *Charonia tritonis variegata* με τη χρήση Dremel.

Όλα τα ζώα πριν την έναρξη των πειραμάτων μετρήθηκαν σε μήκος και βάρος και μαρκαρίστηκαν. Το ζύγισμα πραγματοποιήθηκε εκτός νερού σε ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων και αφαιρώντας συνεχώς το νερό που έβγαζε το άτομο από το σώμα του. Το μαρκάρισμα έγινε με τη χρήση του Dremel (Dremel 400 Digital) το οποίο μας προσφέρει την δυνατότητα να χαράξουμε μόνο την εξωτερική στοιβάδα του κελύφους των τριτώνων ανεξίτηλα (Εικ. 6). Έτσι, στο κέλυφος του κάθε ζώου χαράχτηκε ένας αριθμός για την αναγνώρισή του.

## 2.2. Πειραματική Διαδικασία

Είδος πολύ σπάνιο είδος για περιγραφική προσέγγιση μέσω αναλύσεων των στομαχικών περιεχομένων άγριων ατόμων και πολύ αργό για απευθείας *in situ* παρακολούθηση στο φυσικό περιβάλλον. Η επιστημονική στρατηγική που ακολουθείται βασίζεται σε παρατήρηση σε ενυδρεία και πειράματα εκτροφής, για εμπορική εκμετάλλευση και προστασία της υπάρχουσας βιολογικής ποικιλότητας.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του Ενυδρείου Κρήτης του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, εκτός από τις βιοχημικές αναλύσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Διατροφής του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. υπό την επίβλεψη του Δρ. Σταύρου Χατζηφώτη. Έλαβαν χώρα το διάστημα Αύγουστος 2007 – Μάρτιος 2008 και περιλάμβαναν τέσσερα αυτόνομα πειράματα. Όλα πραγματοποιήθηκαν στις καραντίνες ζεστού νερού του ενυδρείου Κρήτης.

Καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων η θερμοκρασία, το pH και ο κορεσμός του νερού σε O<sub>2</sub> μετριόταν καθημερινά με τη χρήση pH-μέτρου (WTW pH330i) και οξυγονόμετρου (WTW oxyguard handy gamma). Η φωτοπερίοδος ήταν σταθερή στο 12L:12D, η αλατότητα στο 35-36‰ και ο κορεσμός του νερού σε οξυγόνο μεγαλύτερος από 85%. Το pH και η θερμοκρασία παρουσίασαν λίγο μεγαλύτερη διακύμανση, η οποία εξαρτιόταν κάθε φορά από τον τύπο των δεξαμενών που χρησιμοποιήθηκαν, το ποσοστό ανανέωσης και την ύπαρξη ή μη φίλτρου, για αυτό και παρατίθενται ξεχωριστά παρακάτω.

Για όλα τα πειράματα και τις βιοχημικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν κατεψυγμένες (-20°C) τροφές άριστης ποιότητας. Όλες οι τροφές τοποθετούνταν στους 4 °C για απόψυξη 15 περίπου ώρες πριν την χορήγησή τους και απομακρύνονταν πάντα από τις πειραματικές

δεξαμενές 24 ώρες μετά τη χορήγησή τους εκτός από τα πειράματα που περιγράφονται στην ενότητα 2.2.1.

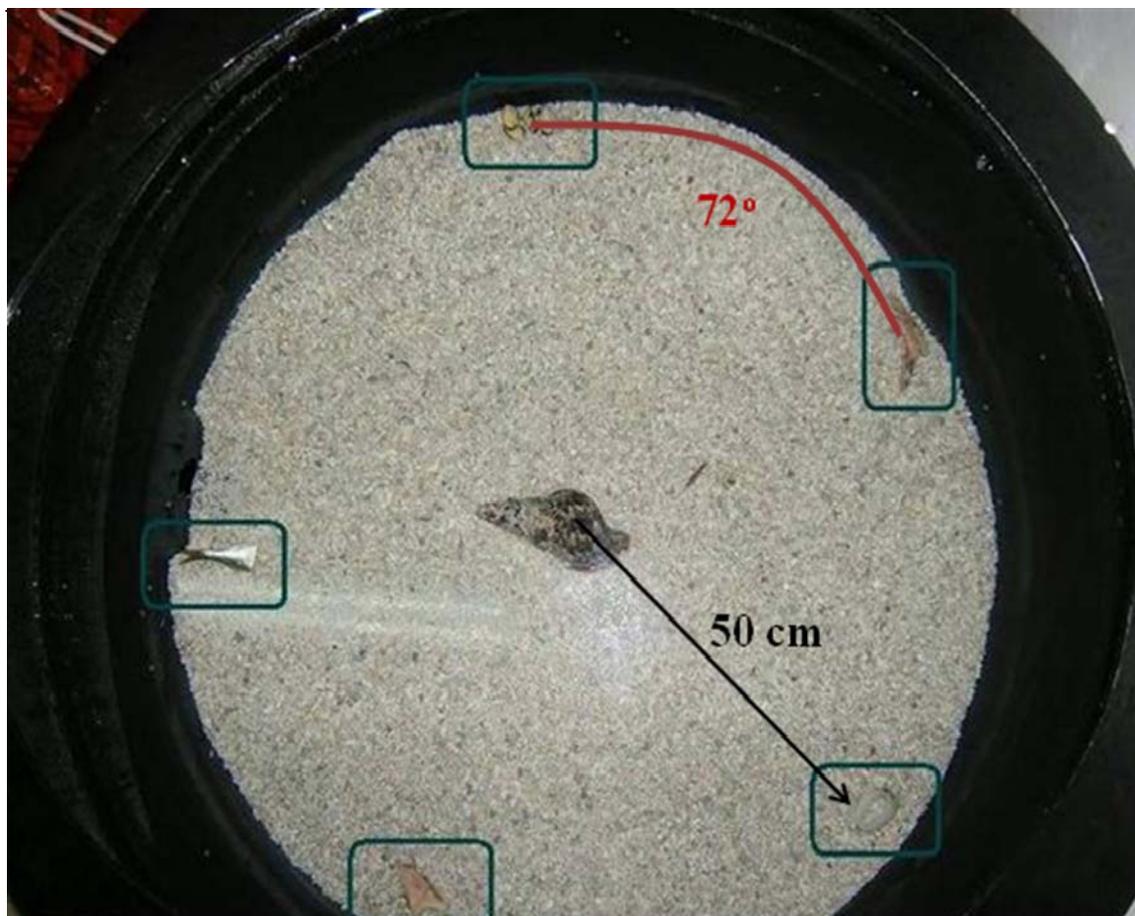
### 2.2.1 Βαθμός αποδοχής τροφής (*food acceptability*)

Σκοπός αυτής της ενότητας ήταν η μελέτη του βαθμού αποδοχής (*acceptability*) κάποιων ομάδων τροφών (αστερίες, ψάρια, καρκινοειδή, κεφαλόποδα και δίθυρα) από *Charonia tritonis variegata* και ο έλεγχος του «πάνελ» τροφών που δύνανται να καταναλώσουν. Οι τροφές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο αστερίας *Luidia sarcii* & *Astropecten aranciacus*, το ψάρι *Boops boops*, το καλαμάρι *Nototodarus sloanii*, τα μύδια *Mytilus edulis* και οι γαρίδες *Parapenaeus longirostris*. Από αυτές τις πέντε τροφές, μόνο οι δυο - αστερίες και ψάρι - είχαν καταναλωθεί κατά το παρελθόν, ενώ οι γαρίδες, το καλαμάρι και τα μύδια αν και είχαν προσφερθεί περιστασιακά κάποιες φορές δεν είχαν ποτέ καταναλωθεί. Επειδή οι διαθέσιμες ποσότητες από το κάθε είδος αστερία δεν επαρκούσαν για ολόκληρη την πειραματική διαδικασία χορηγήθηκε μείγμα των δυο ειδών σε αναλογία 1:1.

Χρησιμοποιήθηκαν 47 άτομα από τον πειραματικό πληθυσμό τα οποία υποβλήθηκαν έναστο σε τρεις δοκιμασίες επιλογής με χρονική διαφορά μιας εβδομάδας μεταξύ των διαδοχικών για κάθε άτομο δοκιμών. Η πρώτη δοκιμή για κάθε ζώο πραγματοποιήθηκε μετά από περίοδο νηστείας μίας εβδομάδας και μέχρι το τέλος των δοκιμών κανένα άτομο δεν αφέθηκε να καταναλώσει κάποια τροφή (εκτός από τρία άτομα, τα οποία ήταν τα πρώτα που δοκίμασαν για πρώτη φορά μύδια, γαρίδες και καλαμάρι). Η χρονική διάρκεια του πειράματος ήταν τέσσερις εβδομάδες.

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών χρησιμοποιήθηκαν τρεις μαύρες κυλινδρικές δεξαμενές χωρητικότητας 500L, επιστρωμένες με χαλίκι. Το κύκλωμα παροχής νερού ήταν κλειστό, χωρίς πρόσθετο φίλτρο και πραγματοποιούνταν αλλαγές νερού κάθε 24 ώρες. Για να διατηρηθούν ψηλά τα επίπεδα οξυγόνου μέσα στις δεξαμενές υπήρχε πρόσθετος αερισμός, ο οποίος αφαιρούνταν πριν από την τοποθέτηση των τροφών και την έναρξη κάθε δοκιμής. Ο λόγος για τον οποίο γινόταν αυτό ήταν για να μην υπάρξει μέσω του ρεύματος που δημιουργεί ο αερισμός και το ανοικτό κύκλωμα ανάμειξη των οσμών των πέντε τροφών. Τα επίπεδα του οξυγόνου ελέγχονταν συνεχώς και κατά τη διάρκεια της πειραματικής

διαδικασίας (WTW oxyguard handy gamma) διατηρούνταν πάνω από 85%. Το pH και η θερμοκρασία κυμάνθηκαν στο  $7,95 \pm 0,13$  &  $25,57^\circ \text{C} \pm 0,52$  αντίστοιχα.



Εικ. 7: Πειραματικός σχεδιασμός δοκιμής επιλογής τροφής. Στο κέντρο της δεξαμενής είναι τοποθετημένο ένα άτομο *Charonia tritonis variegata* και στην περίμετρο αυτής (50cm ακτίνα) οι πέντε τροφές, σε απόσταση ίσων τόξων ( $72^\circ$ ).

Η κάθε δοκιμή περιλάμβανε την τοποθέτηση 15 g από κάθε τροφή στην περίμετρο της δεξαμενής, απέχοντας ίσα τόξα ( $72^\circ$ ) (Εικ. 7) μεταξύ τους και 50cm από το κέντρο, στο οποίο τοποθετούνταν το εκάστοτε δοκιμαζόμενο άτομο. Καταγράφονταν ο χρόνος που χρειάζεται το ζώο για να βγει από το κέλυφος του καθώς και ο χρόνος που χρειάζεται για να προσεγγίσει την τροφή που επέλεξε. Πραγματοποιήθηκαν επίσης παρατηρήσεις στον τρόπο με τον οποία το ζώο αναζητά την τροφή του. Η κάθε δοκιμή σταματούσε όταν το άτομο είχε προσεγγίσει την τροφή του, έβγαζε την προβοσκίδα του και ξεκινούσε την κατανάλωση της



τροφής. Παρατηρήθηκε το φαινόμενο κάποια άτομα να δοκιμάζουν με την προβοσκίδα τους μια τροφή και στην συνέχεια να απομακρύνονται από αυτήν. Για το λόγο αυτό μόνο όταν ήμασταν σίγουροι ότι το άτομο αρχίζει την κατανάλωση μιας τροφής το απομακρύνουμε από αυτήν, αφήνοντάς το να καταναλώσει μόνο ελάχιστη ποσότητα.

### 2.2.2 *Ad libidum* κατανάλωση

Σκοπός αυτής της ενότητας ήταν η μελέτη της ποσότητας ανά είδος τροφής που έχουν τη δυνατότητα να καταναλώσουν «*ad libidum*» τα άτομα του υποείδους *C. tritonis variegata* και η περιγραφή της συμπεριφοράς ταΐσματος. Εξετάστηκαν οι τέσσερις επικρατέστερες τροφές (βλέπε 3.3), δηλαδή αστερίας, γαρίδα, καλαμάρι και ψάρι ενώ αποκλείστηκαν τα μύδια. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν 32 άτομα από τον πειραματικό πληθυσμό με μέσο βάρος  $601,84 \pm 255,5g$ , τα οποία τοποθετήθηκαν ατομικά σε ενυδρεία χωρητικότητας 150L. Τα ενυδρεία είχαν ανοιχτό σύστημα παροχής νερού με ανανέωση 30%/h και επιπρόσθετο φίλτρο. Το pH και η θερμοκρασία διατηρήθηκαν σταθερά στο  $7,8 \pm 0,1$  και  $23,2 \pm 0,3^{\circ}C$  αντίστοιχα.

Τα 32 άτομα χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες των 8 ατόμων και σε κάθε ομάδα προσφέρθηκε ένα είδος τροφής. Πριν την έναρξη του πειράματος τα ζώα υποβλήθηκαν σε νηστεία μιας εβδομάδας. Σε κάθε ενυδρείο τοποθετούνταν γνωστή ποσότητα τροφής (40-60g) σε ποσότητα που να περισσεύει, τα άτομα αφήνονταν για 24h να καταναλώσουν την ποσότητα που ήθελαν και κατόπιν τα υπολείμματα απομακρύνονταν και ζυγίζονταν. Η χορήγηση της τροφής πραγματοποιούνταν τέσσερις φορές την εβδομάδα (Δευτέρα-Πέμπτη) για τέσσερις εβδομάδες. Το βάρος και το μήκος των ζώων καταγράφηκε πριν την έναρξη και μετά τη λήξη της πειραματικής διαδικασίας.

Η ημερήσια ποσότητα που καταναλώσε κάθε άτομο υπολογιζόταν σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$F_c = F_s - [F_l - (F_l * p)]$$

Όπου

**F<sub>c</sub>**: Η ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε

**F<sub>s</sub>**: Η ποσότητα της τροφής που χορηγήθηκε

**Fl:** Υπολείμματα τροφής που συλλέχθηκαν

**p:** Ποσοστό μεταβολής του τελικού όγκου ως προς τον αρχικό όγκο λόγω της παραμονής της τροφής στο νερό για 24h.

Εκτός από τον υπολογισμό της ημερήσιας κατανάλωσης τροφής, πραγματοποιήθηκαν και παρατηρήσεις για την περιγραφή της συμπεριφοράς ταΐσματος.

Υπολογίστηκε επίσης και το ποσοστό της καταναλωθείσας τροφής επί του σωματικού βάρους των ατόμων σύμφωνα με τον τύπο:

$$Fc_{\%b.w.} = \frac{Fc}{W} * 100$$

Όπου

**Fc<sub>%b.w.</sub>:** Το % ποσοστό της καταναλωθείσας τροφής επί του σωματικού βάρους

**Fc:** Η ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε

**W:** Το βάρος των ατόμων

### 2.2.3 Ικανότητα πέψης

Μετά τον καθορισμό της ποσότητας ανά είδος τροφής που καταναλώνουν τα άτομα του υποείδους *C. tritonis variegata* σκοπός της τρίτης ενότητας ήταν η μελέτη των θρεπτικών ουσιών που απορροφούν από την τροφή που καταναλώνουν. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν 16 άτομα που χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες των 4 ατόμων. Σε κάθε ομάδα προσφέρθηκε ένα από τα τέσσερα διαφορετικά είδη τροφής (αστερίας, ψάρι, καλαμάρι και γαρίδες). Τα 16 ζώα τοποθετήθηκαν ατομικά σε ενυδρεία χωρητικότητας 150L όμοια με αυτά της προηγούμενης πειραματικής ενότητας εφοδιασμένα με ανοιχτό σύστημα παροχής νερού (ανανέωση 30%/h) και επιπρόσθετο φίλτρο. Το pH και η θερμοκρασία διατηρήθηκαν σταθερά στο  $7,8 \pm 0,1$  και  $23,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  αντίστοιχα.

Κάθε ζώο υποβλήθηκε σε τρεις δοκιμές. Η κάθε δοκιμή συνίστατο στην χορήγηση γνωστής ποσότητας τροφής, την κατανάλωσή της από τους τρίτωνες για 24h, την απομάκρυνση και ζύγιση των υπολειμμάτων τροφής και την συλλογή των περιττωμάτων. Η

συλλογή των περιττωμάτων γινόταν σε ημερήσια βάση για όσο διάστημα κρινόταν απαραίτητο. Θεωρήθηκε ότι η απέκκριση έλαβε τέλος μόνο μετά το πέρας τριών ημερών χωρίς την ύπαρξη περιττωμάτων. Τα περιττώματα συλλέχθηκαν μέσω σιφωνίου και φιλτραρίσματος σε δίκτυο ματιού 100μm, κατόπιν ζυγίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 20 mL και συντηρήθηκαν στους -20°C για βιοχημικές αναλύσεις.

Για τη μελέτη της ικανότητας πέψης των ζώων πραγματοποιήθηκε σύγκριση της βιοχημικής σύστασης των περιττωμάτων και της καταναλωθείσας τροφής. Σύμφωνα με τους Stickle και Bayne (1987) και τους Stenton-Dozey και Brown (1988) η ποσότητα θρεπτικών που απορροφήθηκε από τον οργανισμό, ισούται με τη διαφορά των θρεπτικών που καταναλώθηκαν και αυτών που χάθηκαν στα περιττώματα. Έτσι, κάνοντας την παραδοχή ότι η ποσότητα τροφής που χάνεται στα στερεά περιττώματα αποτελεί τα μοναδικά θρεπτικά που δεν απορροφώνται, υπολογίσαμε το ποσοστό απορρόφησης ως τη διαφορά της καταναλωθείσας τροφής μείον τα στερεά περιττώματα προς την καταναλωθείσα τροφή.

#### 2.2.4 Διατροφική προτίμηση

Για την μελέτη της διατροφικής προτίμησης του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata* χρησιμοποιήθηκαν 15 άτομα από τον πειραματικό πληθυσμό, με μέσο βάρος  $501,6 \pm 162,7\text{g}$ , τα οποία υποβλήθηκαν έκαστο σε τρεις δοκιμές που έλαβαν χώρα σε τρεις διαδοχικές ημέρες. Χρησιμοποιήθηκαν 6 κυλινδρικές δεξαμενές 500L με ανοικτό σύστημα παροχής νερού (ανανέωση 50%/h) και επιπρόσθετο αερισμό. Το pH και η θερμοκρασία διατηρήθηκαν σταθερά στο  $7,75 \pm 0,1$  και  $23,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$  αντίστοιχα.

Η κάθε δοκιμή περιλάμβανε την τοποθέτηση των τεσσάρων τροφών που εξετάστηκαν (αστερίας, ψάρι, καλαμάρι και γαρίδες) στην περιφέρεια της κάθε δεξαμενής, στις άκρες ενός νοητού σταυρού, και ενός ζώου στο κέντρο της το οποίο αφηνόταν να καταναλώσει την τροφή της αρεσκείας του για 24h. Κατόπιν καταγραφόταν η τροφή που καταναλώνονταν πρώτη, συλλέγονταν και ζυγίζονταν τα υπολείμματα όλων των τροφών προκειμένου να υπολογιστεί η ποσότητα που καταναλώθηκε ανά είδος τροφής.

Για να εξετάσουμε αν τα άτομα προτιμούν ποικιλία στην διατροφή τους συγκρίναμε το ποσοστό της τροφής που καταναλώνουν όταν αυτή προσφέρεται ταυτόχρονα με άλλες προς την ποσότητα που καταναλώνουν όταν προσφέρεται μόνη της. Η αναλογία (P) της

ποσότητας που καταναλώνεται όταν υπήρχε δυνατότητα επιλογής ( $F_{\text{choice}}$ ) προς αυτήν που καταναλώνεται όταν χορηγείται μόνη της ( $F_{\text{no choice}}$ ), εκφράζει την τάση του ζώου για ποικιλία στο διαιτολόγιό τους.

$$P = F_{\text{choice}}/F_{\text{no choice}}$$

### **2.3 Κατά προσέγγιση βιοχημική ανάλυση**

Για την πραγματοποίηση της κατά προσέγγιση βιοχημικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν 2-4 γραμμάρια ομογενοποιημένου ιστού. Αναλύθηκαν μόνο τα τμήματα των τροφών που επέλεξαν να καταναλώσουν οι τρίτωνες, δηλαδή ολόκληρο το σώμα αστερία, φιλέτο ψαριού με το δέρμα και τα λέπια, μυϊκός ιστός καλαμαριού και κοιλία αποφλοιωμένης γαρίδας. Για τον υπολογισμό του ολικού λίπους, των ολικών πρωτεϊνών, της υγρασίας και της τέφρας των ιστών, χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι που περιγράφονται παρακάτω. Τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων εκφράζονται σε επί τοις %.

#### *2.3.1. Μέτρηση υγρασίας*

Για τη μέτρηση της υγρασίας των ιστών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ξήρανσης με αερισμό. Τα δείγματα τοποθετούνταν σε προθερμασμένο και ζυγισμένο αλουμινόχαρτο, και όλα μαζί στη συνέχεια ζυγίζονταν, και αφυδατόνονταν σε φούρνο στους  $110 \pm 1^\circ \text{C}$ , μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος τους.

#### *2.3.2. Μέτρηση τέφρας ιστών*

Η τέφρα αποτελείται από τα ανόργανα κατάλοιπα που παραμένουν μετά από αποτέφρωση των ιστών σε  $600^\circ \text{C}$ . Όλα τα ασταθή συστατικά και ο άνθρακας αφαιρούνται κατά τη διαδικασία αυτή και τα στοιχεία ανάγονται σε πιο σταθερές μορφές, συνήθως οξειδία ή άλατα. Προς τούτο χρησιμοποιήθηκαν ένας ηλεκτρικός φούρνος και πορσελάνινα σκεύη, μέσα στα οποία τοποθετούνταν τα δείγματα. Στη συνέχεια, αυτά θερμαίνονταν στον ηλεκτρικό φούρνο για 6 ώρες και ζυγίζονταν.

### 2.3.3. Απόσπαση ολικών λιπών

Η απόσπαση ολικών λιπών από τους ιστούς, περιλάμβανε την ζύγιση και τοποθέτηση 2,5 γραμμαρίων των ομογενοποιημένων δειγμάτων μέσα σε πλαστικά falcon και προσθήκη διαλύματος χλωροφορμίου – μεθανόλης (Chloroform-Methanol 2/1 v/v) αρχικά σε αναλογία 1:5 και μετά από πολύ καλή ανάδευση σε τελική αναλογία 1:15. Έπειτα, αφού τυλίχθηκαν με αλουμινόχαρτο τοποθετήθηκαν στους 4°C για 20 λεπτά, για να διαλυθούν όλα τα λίπη που περιέχονται στον ιστό μέσα στο διαλύτη. Μετά το πέρας των 20 λεπτών, τα δείγματα φιλτράρονταν σε φίλτρο No 4. Στο προϊόν του φιλτραρίσματος προστέθηκε υδατικό διάλυμα χλωριούχου μαγνησίου (Aqueous MgCl<sub>2</sub> 0,027% w/v) σε αναλογία 1:10, και αφού η επιφάνεια του δ/τος ήρθε σε επαφή με αέριο άζωτο, το φυγοκεντρήθηκε στις 800rpm για πέντε λεπτά. Αφού αφαιρέθηκε το υπερκείμενο, που ουσιαστικά αποτελούνταν από τη μεθανόλη και το νερό που περιέχεται στον ιστό, φιλτραρίστηκε το εναπομείναν χλωροφόρμιο, μέσα στο οποίο είναι διαλυμένα τα λίπη, σε φίλτρο No 4 με άνυδρο άλας ούτως ώστε να απομακρυνθεί κάθε ίχνος νερού από το δείγμα. Τέλος, το διάλυμα χλωροφορμίου – λιπών τοποθετήθηκε σε ειδικές γυάλινες φλάσκες γνωστού βάρους και στην συνέχεια στον εξολκέα, μια συσκευή που εξατμίζει το διαλύτη, με αποτέλεσμα μέσα στις γυάλινες φλάσκες να απομονώνονται τα λίπη. Αφού εξατμιστεί όλος ο διαλύτης, οι φλάσκες ζυγίζονταν για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας του κάθε ιστού σε λίπος.

### 2.3.4. Μέτρηση ολικών πρωτεϊνών

Για τη μέτρηση των ολικών πρωτεϊνών των ιστών χρησιμοποιήθηκε το FP-528 της LECO, το οποίο υπολογίζει την ποσότητα αζώτου που περιέχουν τα δείγματα που αναλύει. Δεδομένου ότι το ποσοστό του αζώτου στις πρωτεΐνες ανέρχεται στο 16%, γνωρίζοντας το ποσοστό του αζώτου ενός ιστού μπορεί να υπολογιστεί και το ποσοστό των πρωτεϊνών. Η χρήση του FP-528 είναι ιδιαίτερα απλή. Γνωστή ποσότητα δείγματος (περίπου 100 mg) τοποθετείται σε ειδικές αλουμινένιες κάψουλες από τις οποίες αφαιρείται οποιαδήποτε ποσότητα αέρα και τοποθετούνται στην ειδική κεφαλή του μηχανήματος. Από εκεί, το δείγμα πέφτει σε μία ζεστή κάμινο και περικλείεται με καθαρό οξυγόνο για μια εξαιρετικά ταχεία καύση. Τα υποπροϊόντα της καύσης – CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O NO<sub>x</sub>, και N<sub>2</sub> – περνούν από το φίλτρο της καμίνου και από ένα θερμοηλεκτρικό ψύκτη για τελική συλλογή τους σε μια

συσκευή σταθεροποίησης. Έπειτα μέρος του μείγματος μετρήθηκε με τη μέθοδο της θερμικής αγωγιμότητας στοιχείου για άζωτο. Το σύστημα ελέγχεται από έναν εξωτερικό ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη χρήση λογισμικού που λειτουργεί σε περιβάλλον Windows στο οποίο εισάγεται σαν δεδομένο το βάρος των δειγμάτων και δίνει κατευθείαν το ποσοστό του αζώτου και ανάλογα με τον πρωτεϊνικό παράγοντα του δείγματος το % ποσοστό των πρωτεϊνών.

### *2.3.5 Υπολογισμός υδατανθράκων*

Το % ποσοστό των υδατανθράκων που περιέχονται μέσα στους ιστούς των τροφών που καταναλώθηκαν υπολογίστηκε βάση των αποτελεσμάτων των προαναφερθέντων αναλύσεων. Επειδή τα πέντε βασικά συστατικά ενός ιστού είναι η υγρασία, η τέφρα, τα ολικά λίπη, οι ολικές πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες, για να υπολογίσουμε το ποσοστό των υδατανθράκων αφαιρούμε από το 100% το άθροισμα των ποσοστών των υπόλοιπων συστατικών.

### *2.3.6 Υπολογισμός ενέργειας*

Το ποσό της ενέργειας που περιέχεται στις τροφές και στα περιττώματα υπολογίστηκε σύμφωνα με τους Garling και Wilson (1976). Έτσι, η ενέργεια ανά γραμμάριο πρωτεϊνών και υδατανθράκων ανέρχεται στα 4Kcal και ανά γραμμάριο λιπών στα 9 Kcal.

## **2.4 Ανάλυση δεδομένων**

Για να εξεταστεί αν η επιλογή τροφής ήταν τυχαίο γεγονός ή αν είναι αποτέλεσμα εκδήλωσης κάποιου συμπεριφορικού προτύπου εφαρμόστηκε το  $\chi^2$  σαν test καλής προσαρμογής στα δεδομένα της ενότητας 2.2.1. Τα δεδομένα των ομάδων που σχηματίζονταν, όταν αυτές ήταν περισσότερες από δύο, ελέγχθηκαν αρχικά για την κανονικότητα της κατανομής τους και την ισότητα των διασπορών τους. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ή και διπαραγοντική ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA), η οποία δίνει στοιχεία για το αν οι διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών

διαφορετικών ομάδων είναι στατιστικά σημαντικές ή όχι. Στις περιπτώσεις που δεν πληρούνταν οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή ανάλυσης διασποράς (ANOVA), πραγματοποιήθηκε η μη παραμετρική δοκιμή Kruskal-Wallis. Όταν οι μέσες τιμές διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) χρησιμοποιούταν το Tukey's test (HSD test) για την ανάλυση των διαφορών. Όταν οι ομάδες που έπρεπε να συγκριθούν ήταν δύο, αν τα δεδομένα ακολουθούσαν κανονική κατανομή και είχαν ίσες διασπορές, πραγματοποιούνταν το t-test, αν όχι τότε πραγματοποιούνταν το Mann-Whitney test.

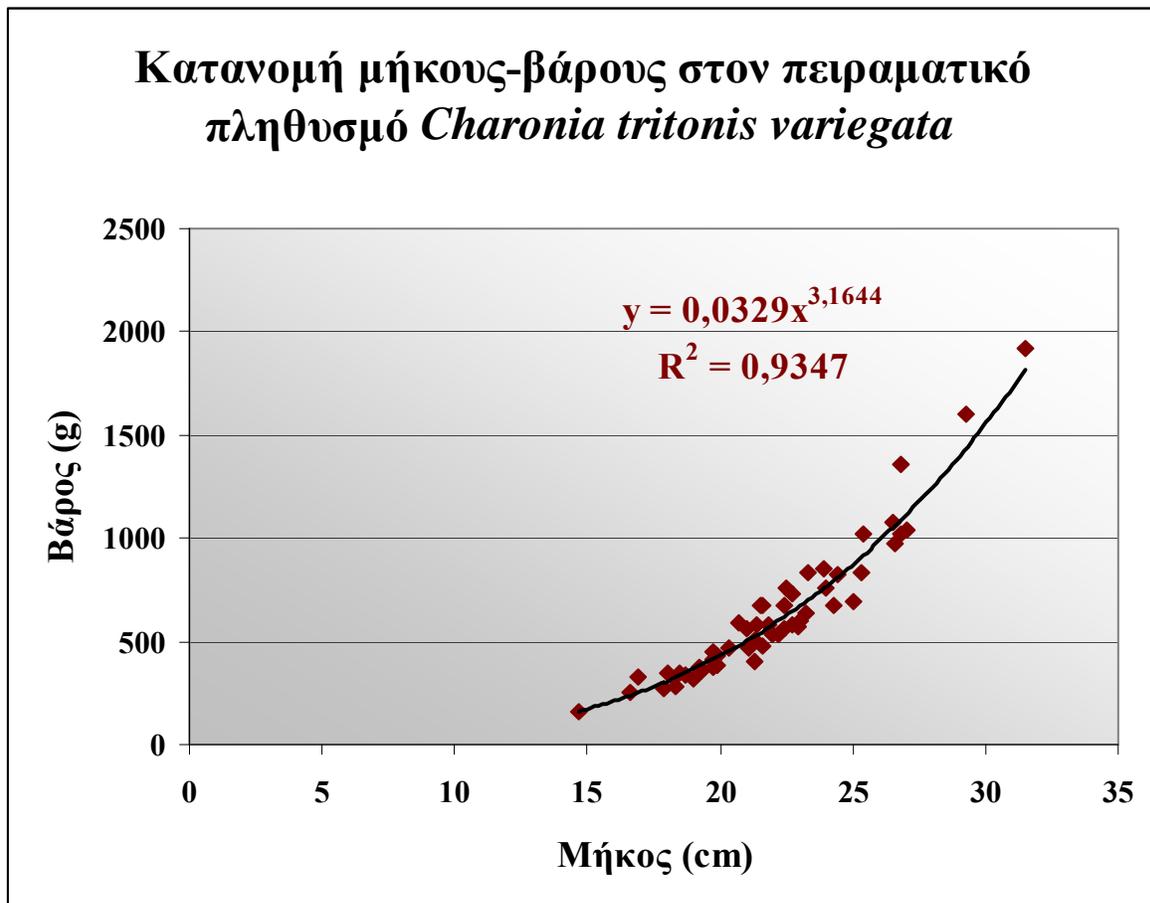
### **3. Αποτελέσματα**



### 3.1 Πειραματικός πληθυσμός

Το μήκος και το βάρος των ατόμων του πειραματικού πληθυσμού κυμάνθηκε από 14,7 cm και 163g έως 31,5 cm και 1917g. Το μέσο μήκος και βάρος ήταν 21,98cm και 631g αντίστοιχα. Στην εικόνα 8 εμφανίζεται η σχέση που προκύπτει μεταξύ μήκους και βάρους. Φαίνεται ότι το βάρος αυξάνεται εκθετικά σε σχέση με την αύξηση του μήκους, ακολουθώντας στην σχέση:

$$\text{Βάρος} = 0,0329 * \text{Μήκος}^{3,1644} \quad (R^2 = 0,9347)$$

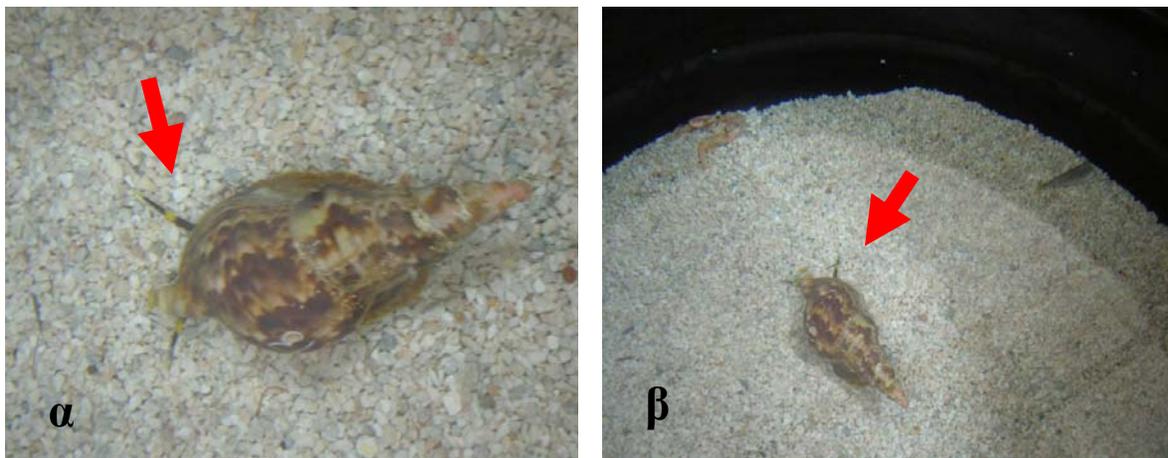


Εικ. 8: Γραφική απεικόνιση της κατανομής μήκους-βάρους των ατόμων *Charonia tritonis variegata* του πειραματικού πληθυσμού.

## 3.2 Συμπεριφορά

### 3.2.1 Πρότυπο αντίληψης και αναζήτησης τροφής

Το πρότυπο αντίληψης και αναζήτησης της τροφής μελετήθηκε κατά τη διάρκεια των δοκιμών για τον καθορισμό του βαθμού αποδοχής των τροφών. Όλα τα άτομα παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο συμπεριφοράς αναζήτησης της τροφής. Μετά την είσοδό τους στη δεξαμενή δοκιμών παρουσία τροφής αφού έμεναν για λίγο χρόνο ακίνητα (χρόνος αφύπνισης) έβγαιναν από το κέλυφός τους και ξεκινούσαν την πορεία τους προς την τροφή. Από τη στιγμή που άρχιζε η αναζήτηση της τροφής, τα ζώα χρησιμοποιούσαν τις κεραίες τους για να προσανατολιστούν προς την τροφή της επιλογής τους ενώ είναι πολύ χαρακτηριστικά το ανασήκωμα του κεφαλιού και το λίκνισμα των κεραιών δεξιά και αριστερά κατά την διάρκεια αυτής της αναζήτησης (Εικ. 9, 10).



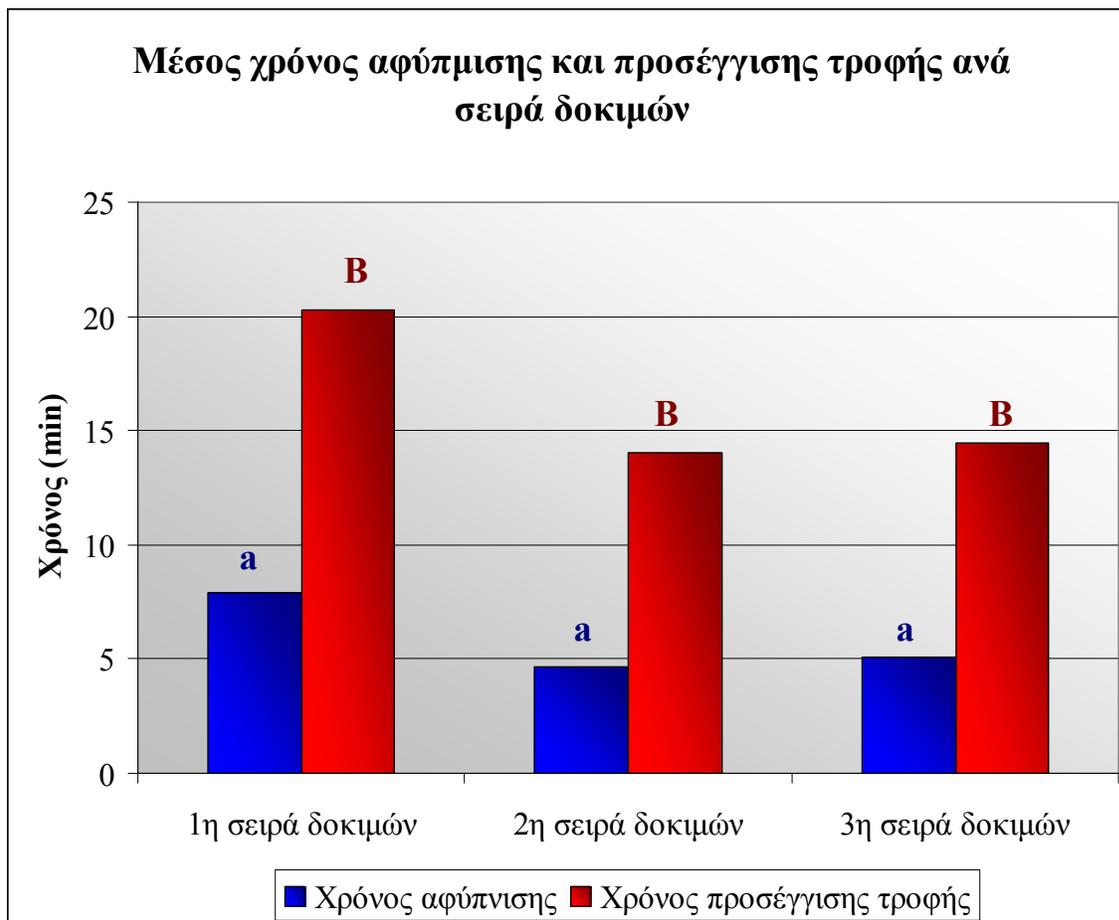
Εικ. 9 α,β : Απεικονίζεται ένα άτομο *Charonia tritonis variegata* στην προσπάθειά του να βρει την τροφή που επέλεξε. Διακρίνονται στο πρόσθιο τμήμα του ζώου οι κιτρινόμαυρες κεραίες του σε έκταση, οι οποίες σημειώνονται με κόκκινο βέλος. Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης της τροφής ταλαντεύονται αριστερά και δεξιά.

Όταν τα άτομα βρίσκονταν κοντά στο στόχο τους, πριν έρθουν σε άμεση επαφή οι κεραίες τους ή οποιοδήποτε άλλο μέρος του σώματός τους με την τροφή της επιλογής τους, εξέτιναν την προβοσκίδα τους προς την τροφή (Εικ. 10). Ο χρόνος που χρειαζόταν από την αφύπνιση του κάθε ατόμου έως την επαφή της προβοσκίδας του με την τροφή ονομάστηκε χρόνος προσέγγισης τροφής. Αφού το άτομο γεύοταν την τροφή με την προβοσκίδα του, την





κάλυπτε με τον πόδα του και άρχιζε να την καταναλώνει. Σε αυτό το σημείο η δομική λάμβανε τέλος, αποσπόταν η τροφή από τα ζώα (αφήνοντάς τα να καταναλώσουν ελάχιστη ποσότητα - <0,1g) τα οποία μεταφέρονταν πίσω στην δεξαμενή διατήρησής τους μέχρι την επόμενη δοκιμή. Υπήρξαν περιπτώσεις (5% των δοκιμών), που κάποια άτομα προσέγγισαν μια τροφή, την γεύτηκαν και κατόπιν έφυγαν και κατευθύνθηκαν προς κάποια άλλη τροφή.



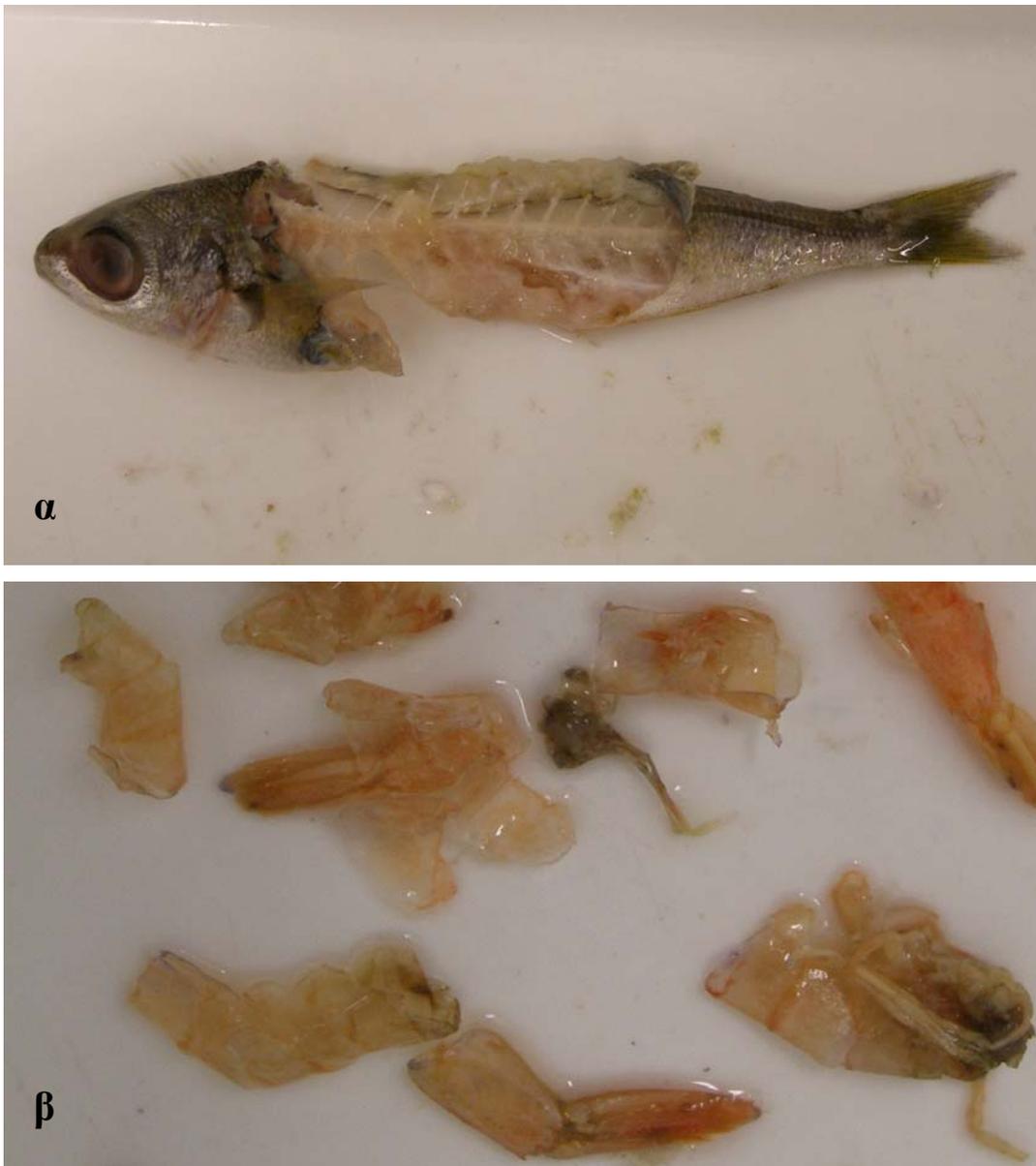
Εικ. 11: Μέσος χρόνος αφύπνισης και αναζήτησης της τροφής ανά σειρά δοκιμών. Οι μπάρες που φέρουν διαφορετικό γραμματικό δείκτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε για την αφύπνιση και την προσέγγιση τροφής στο σύνολο των δοκιμών ήταν  $5,89 \pm 6,48$  min και  $16,26 \pm 13,68$ min αντίστοιχα. Παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές στους χρόνους μεταξύ των σειρών των δοκιμών, οι οποίες όπως είδαμε στην ενότητα 2.3.1 απείχαν μεταξύ τους διάστημα μιας εβδομάδας. Ο χρόνος αφύπνισης και ο χρόνος προσέγγισης της τροφής μειώθηκαν με το πέρασμα του χρόνου (Εικ. 11), αλλά η ανάλυση διασποράς έδειξε ότι οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (ANOVA,  $p = 0,867$ ).

### 3.2.2 Προσέγγιση και κατανάλωση

Η συμπεριφορά κατανάλωσης της τροφής περιλάμβανε την αναζήτηση και προσέγγιση της τροφής, όπως αυτή περιγράφεται στην ενότητα 3.2.1, και έπειτα ξεκινούσε η κατανάλωσή της. Τα άτομα του είδους *Charonia tritonis variegata* αρχικά δοκίμαζαν την τροφή εκτίνοντας την προβοσκίδα τους αποσπώντας με αυτήν μικρά κομμάτια (Εικ. 10). Κατόπιν την αγκάλιαζαν με τον πόδα τους και ξεκινούσαν την κατανάλωσή της (Εικ. 10). Μετά το πέρας 24<sup>ωv</sup> ωρών, η πλειονότητα των ζώων έχοντας καταναλώσει την επιθυμητή ποσότητα τροφής είχε απομακρυνθεί από αυτή, ενώ παρατηρήθηκαν και κάποια άτομα που παρέμεναν δίπλα στην τροφή που όμως δεν είχαν πλέον αγκαλιάσει με τον πόδα τους.

Οι τροφές που παρέχονταν στα άτομα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ήταν τμήματα αστερία, μυϊκός ιστός καλαμαριού, ολόκληρα ψάρια και ολόκληρες μη αποφλοιωμένες γαρίδες. Τα τμήματα των τροφών που καταναλώνονταν ήταν πολύ συγκεκριμένα με τα ζώα να καταναλώνουν ολόκληρο το σώμα του αστερία και το καλαμάρι, ενώ από το ψάρι κατανάλωσαν μόνο το μυϊκό ιστό με το δέρμα και τα λέπια και από τις γαρίδες το μυϊκό ιστό της κοιλίας αφήνοντας το κέλυφος (Εικ. 12).

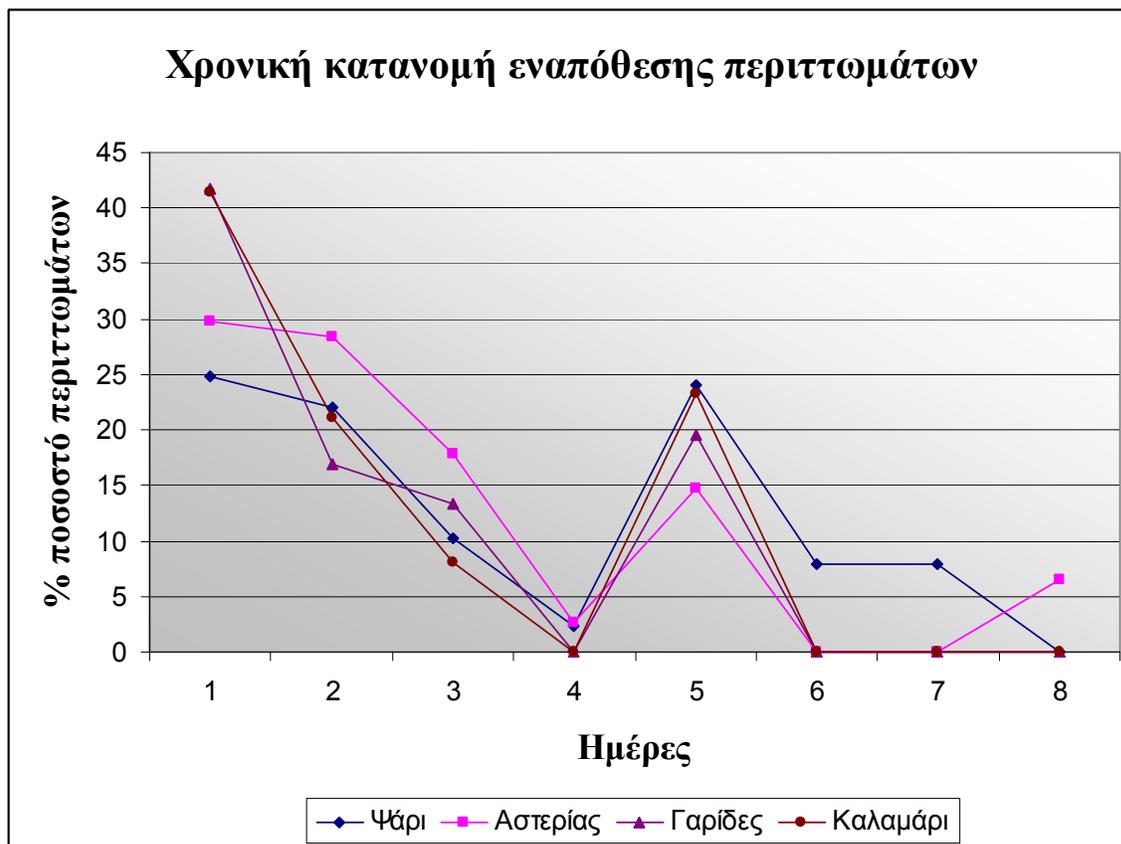


Εικ. 12: Υπολείμματα τροφής α) ψαριού (*Boops boops*) και β) Γαρίδας (*Parapenaeus longirostris*)

### 3.2.3 Πέψη και απόρριψη περιττωμάτων

Όσον αφορά στη διαδικασία της πέψης, αυτή φαίνεται να ακολουθεί το ίδιο πρότυπο σε όλα τα άτομα και να μην επηρεάζεται από το είδος της τροφής που καταναλώθηκε. Η εναπόθεση περιττωμάτων από την πέψη ενός γεύματος διαρκεί 6 με 8 ημέρες. Το μεγαλύτερο ποσοστό επί του συνόλου των περιττωμάτων εναποτίθεται την πρώτη μέρα μετά το τάισμα και κυμαίνεται μεταξύ 24,85% στο ψάρι και 41,7% στις γαρίδες (Εικ. 13).

Ακολουθεί μια φθίνουσα πορεία τις επόμενες μέρες με εξαίρεση την παρουσίαση μιας δεύτερης κορυφής την πέμπτη μέρα με τα ποσοστά των περιττωμάτων να αυξάνονται και να κυμαίνονται μεταξύ 14,7% στον αστερία και 24,1% στο ψάρι. Τις ημέρες που ακολουθούν τα ποσοστά συνεχίζουν φθίνουσα πορεία, και μηδενίζονται όλα την ένατη ημέρα.



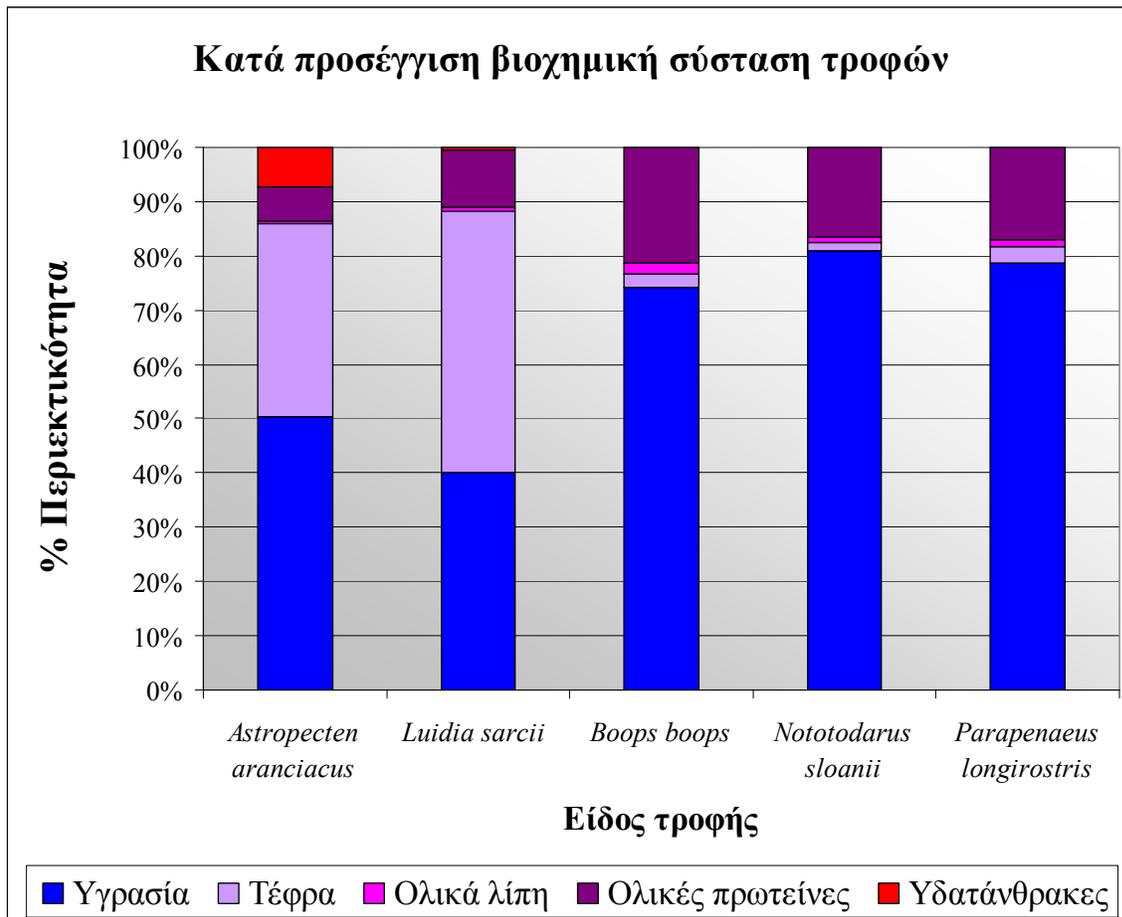
Εικ. 13: Απεικονίζονται τα ημερήσια ποσοστά εναπόθεσης περιττωμάτων ανά είδος τροφής.



### 3.3 Βιοχημικές αναλύσεις τροφών

#### 3.3.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της κατά προσέγγιση βιοχημικής ανάλυσης των τροφών παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Παρατίθενται τα ποσοστά μέσης περιεκτικότητας σε υγρασία, τέφρα, ολικά λίπη, ολικές πρωτεΐνες και υδατάνθρακες.



Εικ. 14: Σύνοψη της κατά προσέγγιση βιοχημικής σύστασης των τροφών.

Πίνακας 1: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) της υγρασίας, της τέφρας, των ολικών λιπών και των ολικών πρωτεϊνών των πέντε διαφορετικών τροφών που εξετάστηκαν, και την τιμή που προέκυψε για τους υδατάνθρακες. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε από την μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA). Με διαφορετικό γραμματικό εκθέτη υποδηλώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές (Tuckey's test,  $p < 0.05$ ).

	<i>Astropecten aranciacus</i>	<i>Luidia sarcii</i>	<i>Boops boops</i>	<i>Nototodarus sloanii</i>	<i>Parapenaeus longirostris</i>	P-value
Υγρασία %	50.348 <sup>a</sup> $\pm 0,7$	40,102 <sup>b</sup> $\pm 3,077$	74,792 <sup>c</sup> $\pm 0,378$	81,394 <sup>d</sup> $\pm 0,019$	78,878 <sup>d</sup> $\pm 0,085$	<0.001
Τέφρα %	35.643 <sup>a</sup> $\pm 1,307$	48 <sup>b</sup> $\pm 8,672$	2.62 <sup>c</sup> $\pm 0,916$	1.475 <sup>c</sup> $\pm 0,032$	2.98 <sup>c</sup> $\pm 0,0145$	<0.001
Ολικά λίπη %	0.593 <sup>a</sup> $\pm 0,0103$	0.932 <sup>a</sup> $\pm 0,0255$	1.908 <sup>b</sup> $\pm 0,178$	0.968 <sup>a</sup> $\pm 0,262$	1.426 <sup>c</sup> $\pm 0,068$	<0.001
Ολικές πρωτεΐνες %	6.0655 <sup>a</sup> $\pm 0,124$	10.452 <sup>b</sup> $\pm 1,242$	21.2635 <sup>c</sup> $\pm 0,425$	16.56 <sup>d</sup> $\pm 1,359$	16.9855 <sup>d</sup> $\pm 0,556$	<0.001
Υδατάνθρακες %	7,35	0,51	0,017	0	0	

### 3.3.2. Υγρασία

Το ποσοστό της υγρασίας στις τροφές που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από  $50.348 \pm 0,7\%$  στον αστερία *Luidia sarcii* έως και  $81,394 \pm 0,019\%$  στο καλαμάρι *Nototodarus sloanii*. Οι διαφορές στα ποσοστά υγρασίας μεταξύ των διαφορετικών ειδών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.001$ , ANOVA). Η μέση υγρασία στον αστερία *Astropecten aranciacus* ( $50,348\%$ ) αν και είναι η κοντινότερη σε αυτή του *Luidia sarcii* ( $40,102\%$ ), από την ανάλυση προκύπτει ότι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Το ίδιο ισχύει και για το ψάρι ( $74,192\%$ ), που ενώ πλησιάζει αρκετά -σε σχέση με τα δυο είδη αστεριών- τις τιμές του καλαμαριού ( $81,394\%$ ) και της γαρίδας ( $78,88\%$ ), διαφέρει από αυτές στατιστικά σημαντικά.

### 3.3.3. Τέφρα

Το ποσοστό της τέφρας στις τροφές που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από  $1,475 \pm 0,032\%$  στο καλαμάρι *Nototodarus sloanii* έως και  $48 \pm 8,672\%$  στον αστερία *Luidia sarcii*.

Οι διαφορές στα ποσοστά τέφρας μεταξύ των διαφορετικών ειδών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ , ANOVA). Το ποσοστό τέφρας μεταξύ του καλαμαριού (*Nototodarus sloanii*, 1,475%) του ψαριού (*Boops boops*, 2,62%) και της γαρίδας (*Parapenaeus longirostris*, 2,98%) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά ( $p > 0.05$ ), ενώ και οι τρεις τροφές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) ως προς το ποσοστό τέφρας με τα δύο είδη αστερία (*Astropecten aranciatus*, 35,643% και *Luidia sarcii*, 50,039%). Τα δύο είδη αστερία διαφέρουν μεταξύ τους, ως προς το ποσοστό τέφρας, στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.01$ ).

#### 3.3.4. Ολικό λίπος

Το μεγαλύτερο ποσοστό ολικού λίπους εμφανίζει το ψάρι *Boops boops* με  $1,908 \pm 0,0255\%$ , ενώ αντίστοιχα το χαμηλότερο ο αστερίας *Astropecten aranciatus* με  $0,593 \pm 0,0103\%$ . Οι διαφορές στα ποσοστά ολικού λίπους μεταξύ των διαφορετικών ειδών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ , ANOVA). Το ποσοστό ολικού λίπους μεταξύ του καλαμαριού (*Nototodarus sloanii*, 0,968%) και των δύο ειδών αστερία (*Astropecten aranciatus*, 0,593% και *Luidia sarcii*, 0,932%) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά ( $p > 0.05$ ), ενώ και οι τρεις τροφές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) ως προς το ποσοστό ολικού λίπους με το ψάρι (*Boops boops*, 1,907%) και τη γαρίδα (*Parapenaeus longirostris*, 1,426%). Στατιστικά σημαντική είναι και η διαφορά μεταξύ ψαριού και γαρίδας.

#### 3.3.5. Ολικές Πρωτεΐνες

Το ποσοστό ολικών πρωτεϊνών στις τροφές που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από  $6,066 \pm 0,124\%$  στον αστερία *Astropecten aranciatus* έως και  $21,264 \pm 0,425\%$  στο ψάρι *Boops boops*. Οι διαφορές στα ποσοστά ολικών πρωτεϊνών μεταξύ των διαφορετικών ειδών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ , ANOVA). Το ποσοστό ολικών πρωτεϊνών μεταξύ του αστερία *Astropecten aranciatus* (6,066%), του αστερία *Luidia sarcii* (10,452%) και του ψαριού *Boops boops* (21,264%) διαφέρει στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). Το καλαμάρι *Nototodarus sloanii* (16,560%) και οι γαρίδες *Parapenaeus longirostris* (1,426%)

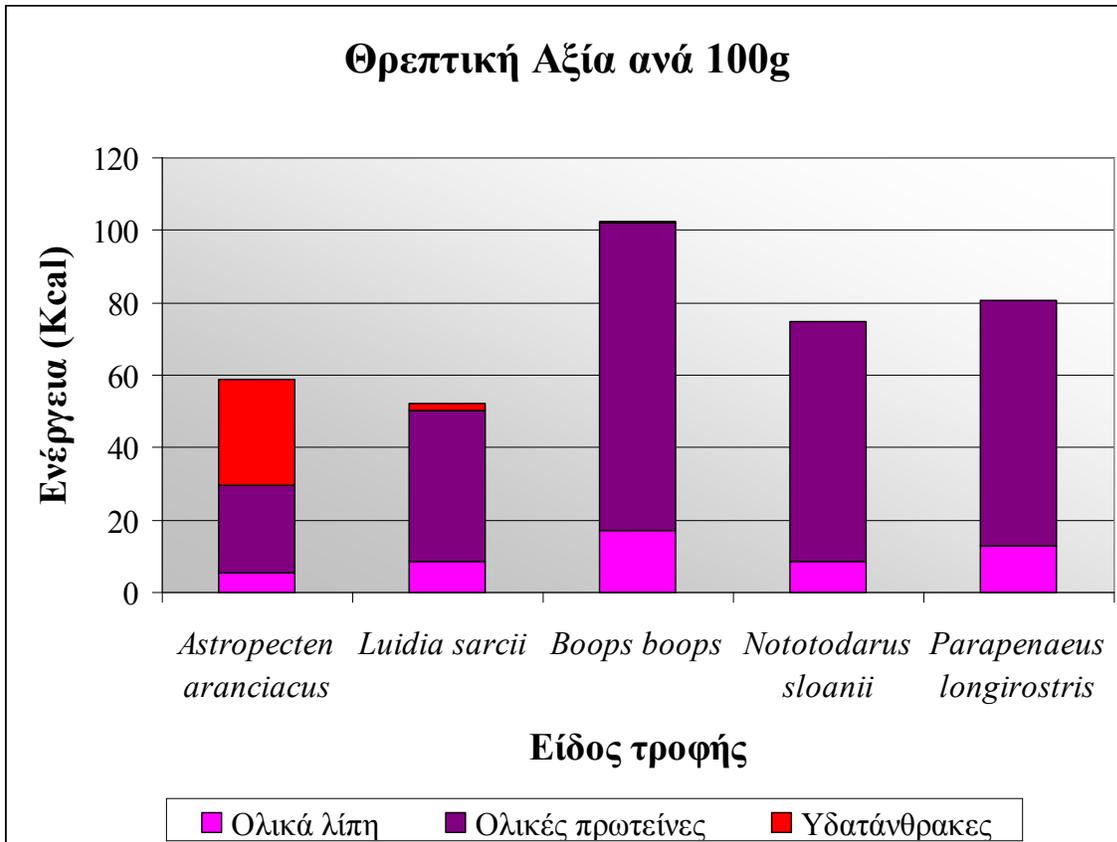
αν και δεν διαφέρουν ως προς το ποσοστό ολικών πρωτεϊνών στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, διαφέρουν με τις υπόλοιπες τρεις τροφές.

### 3.3.6 Υδατάνθρακες

Η τροφή με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες είναι ο αστερίας *Astropecten aranciacus* με 7,35% και ακολουθεί ο αστερίας *Luidia sarcii* με 0.51%. Οι υπόλοιπες τρεις τροφές, το ψάρι το καλαμάρι και οι γαρίδες εμφανίζουν μη ανιχνεύσιμα ποσοστά που προσεγγίζουν το μηδέν.

### 3.3.7 Ενέργεια

Η τροφή με την μεγαλύτερη θρεπτική αξία είναι το ψάρι με την ενέργεια ανά 100 γραμμάρια τροφής να ανέρχεται στα 102,3 Kcal και ακολουθούν το καλαμάρι με 80,77 Kcal και οι γαρίδες με 74,95 Kcal. Η φτωχότερη σε ενέργεια τροφή είναι ο αστερίας με το είδος *Astropecten aranciacus* να φτάνει τα 59 Kcal και το *Luidia sarcii* μόλις τα 52,25 Kcal (Εικ. 15). Το 50% της ενέργειας που περιέχει ο αστερίας *Astropecten aranciacus* αντιστοιχεί σε υδατάνθρακες, το 41% σε πρωτεΐνες και μόλις το 9% σε λίπη. Αντίθετα, το ποσοστό της ενέργειας των υπόλοιπων τροφών αντιστοιχεί στις πρωτεΐνες κυμαίνεται μεταξύ 80 και 88%, στα λίπη 12 και 16% και στους υδατάνθρακες 0 και 4%.



Εικ. 15: Απεικονίζεται η περιεκτικότητα 100g τροφής σε ενέργεια η οποία αντιστοιχεί στις πρωτεΐνες, στα λίπη και στους υδατάνθρακες, ανά είδος τροφής.

### 3.4. Βαθμός αποδοχής τροφής (food acceptability)

Τα αποτελέσματα της αποδοχής που εμφανίζουν τα άτομα του υποείδους *Charonia tritonis variegata* για τις τροφές: αστερίας (*Astropecten aranciacus-Luidia sarcii*, 1:1), ψάρι (*Boops boops*), καλαμάρι (*Nototodarus sloanii*) και γαρίδες (*Parapenaeus longirostris*), παρουσιάζονται στη εικόνα 16. Παρατηρούμε ότι όλα τα εδέσματα που επιλέχθηκαν, ακόμη και το καλαμάρι, οι γαρίδες και τα μύδια, τα οποία δεν είχαν ποτέ μέχρι εκείνη τη στιγμή προσελκύσει την προσοχή του είδους και μάλιστα σε αρκετά υψηλά ποσοστά. Τα είδη με τη μεγαλύτερη αποδοχή είναι ο αστερίας με 28,23% και οι γαρίδες με 26,87%. Ακολουθούν το ψάρι με 20,748% και το καλαμάρι με 15,99% ενώ τελευταία έρχονται τα μύδια με μόλις 8,16%.

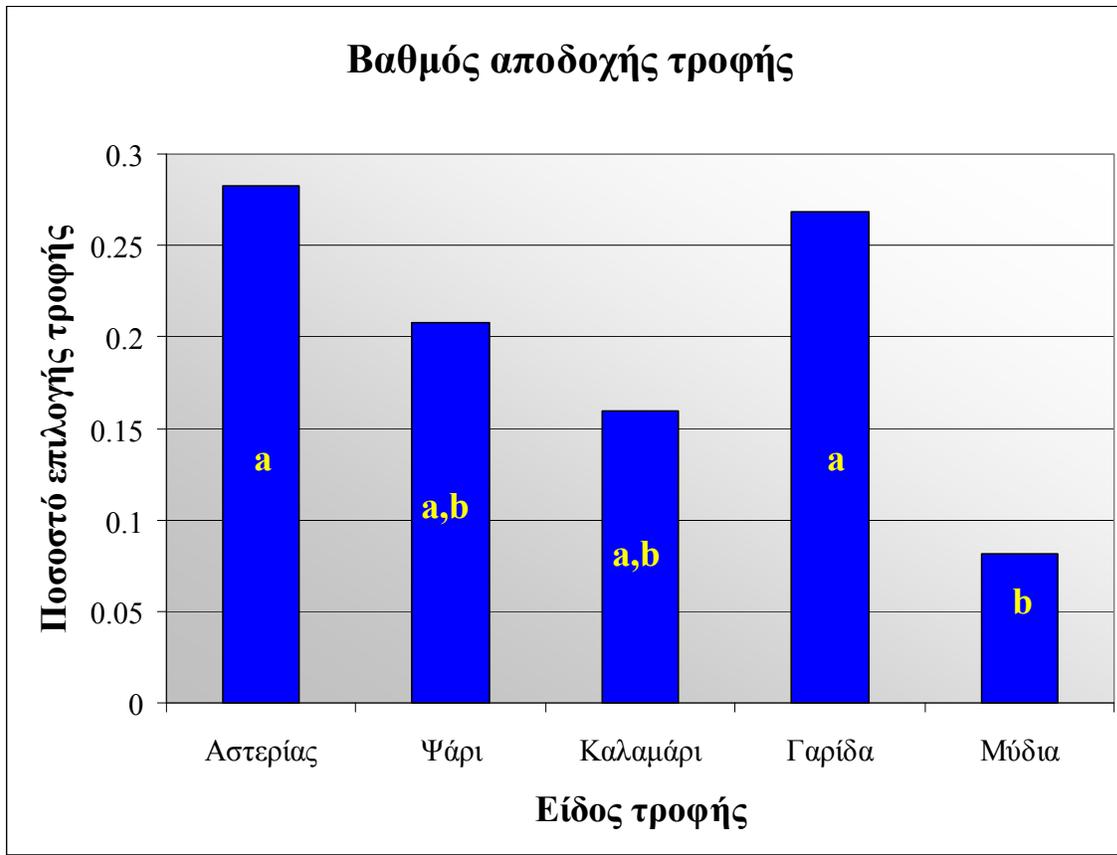
Η ανάλυση  $\chi^2$  ως τεστ καλής προσαρμογής έδειξε ότι η επιλογή τροφής δεν είναι τυχαία αλλά υπαρκτή. Η μηδενική μας υπόθεση ήταν ότι δεν υπήρχε επιλογή οπότε η κάθε τροφή είχε την ίδια πιθανότητα να καταναλωθεί ( $p = 0,2$ ), η οποία απορρίφθηκε σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,005$ .

Πίνακας 2: Δεδομένα ελέγχου  $\chi^2$  ως test καλής προσαρμογής.  $n_i$ =αριθμός  $i$  παρατηρήσεων,  $n$ =συνολικός αριθμός παρατηρήσεων,  $p_i$ =εκτιμώμενη πιθανότητα.

ΤΡΟΦΗ	ΑΣΤΕΡΙΑΣ	ΨΑΡΙ	ΚΑΛΑΜΑΡΙ	ΓΑΡΙΔΑ	ΜΥΔΙΑ
$n_i$	40	29	23	37	9
$p_i$	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
$np_i=\theta_i$	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{n_i^2}{\theta_i} - n = 22,144$$

$H_0: p_1=p_2=p_3=p_4=p_5=0,2$  απορρίπτεται για  $\chi^2=22,144 > \chi^2_{4, 0,005}=14,8602$ , οπότε συμπεραίνουμε ότι η αποδοχή της τροφής δεν είναι ισοπίθανη αλλά υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις 5 ομάδες.



Εικ. 16: Απεικονίζεται ο βαθμός αποδοχής της κάθε τροφής. Οι μπάρες αντιστοιχούν στις μέσες τιμές των επιλογών των ατόμων του είδους *C. tritonis variegata* έναντι των πέντε διαφορετικών τροφών. Οι μπάρες που φέρουν διαφορετικό γραμματικό δείκτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Για να ελεγχθεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στην δυνατότητα αποδοχής της κάθε τροφής πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA) και βρέθηκε ότι διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0,001$ ). Η διαφορά μεταξύ του αστερία και των μυδιών είναι στατιστικά σημαντική (Tukey's test,  $p = 0.001$ ) όπως και η διαφορά μεταξύ της γαρίδας και των μυδιών (Tukey's test  $p = 0.003$ ). Οι υπόλοιπες τροφές δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (Εικ.16).

### 3.5. *Ad libidum* κατανάλωση

#### 3.5.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3) παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της *Ad libidum* κατανάλωσης των ατόμων του υποείδους *Charonia tritonis variegata* ως προς τις τροφές: αστερίας (*Astropecten aranciacus-Luidia sarcii*, 1:1), ψάρι (*Boops boops*), καλαμάρι (*Nototodarus sloanii*) και γαρίδες (*Parapenaeus longirostris*). Παρατίθενται τα ποσοστά μέσης κατανάλωσης υγρού και ξηρού βάρους, ολικών λιπών, πρωτεϊνών και υδατανθρακών.

Πίνακας 3: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) του υγρού και ξηρού βάρους, των ολικών λιπών και των ολικών πρωτεϊνών τεσσάρων διαφορετικών τροφών που Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε είτε από την ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA) είτε από τον μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis (K-W). Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ . Με διαφορετικό γραμματικό εκθέτη υποδηλώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές (Tuckey's test,  $p < 0,05$ ).

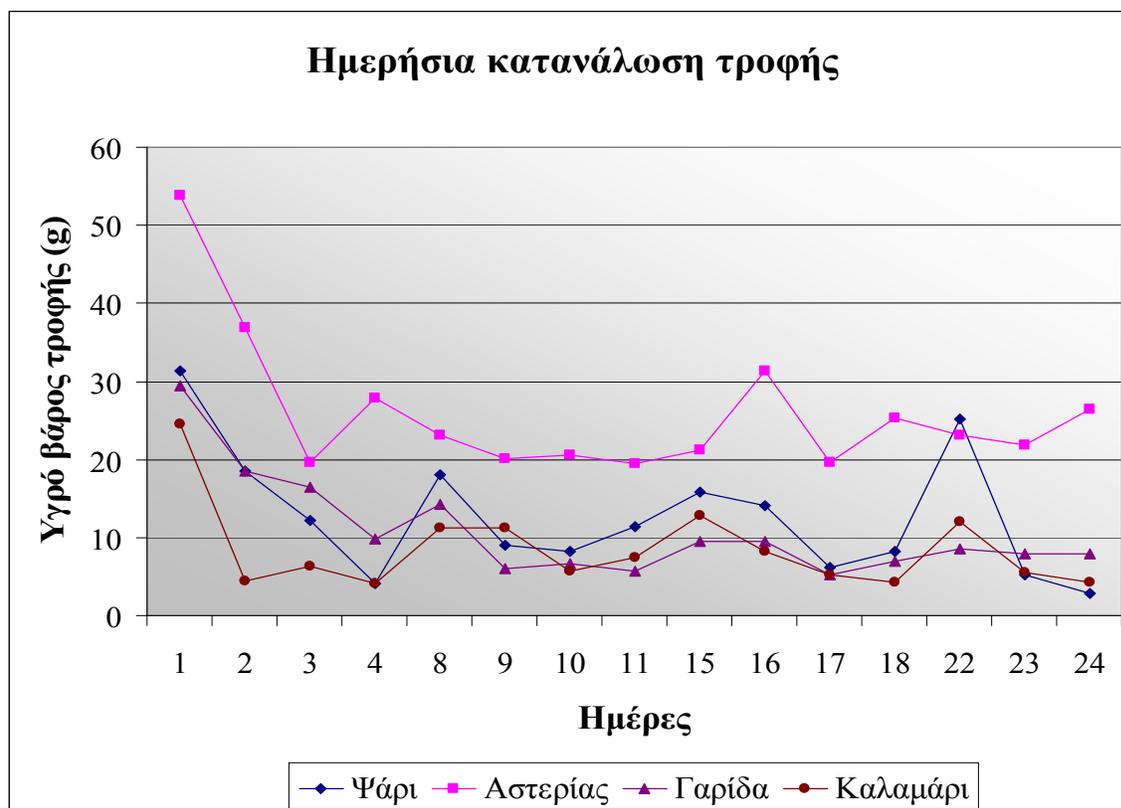
	Ψάρι	Αστερίας	Γαρίδες	Καλαμάρι	p-value
Υγρό βάρος (g)	11,36 <sup>a</sup> $\pm 3.744$	24,03 <sup>b</sup> $\pm 2.695$	9,52 <sup>a,c</sup> $\pm 1.214$	7,36 <sup>c</sup> $\pm 2.161$	<0,001*** ANOVA
Ξηρό βάρος (g)	3,27 <sup>a,b</sup> $\pm 2.072$	14,25 <sup>b</sup> $\pm 5.008$	2,29 <sup>a,c</sup> $\pm 1.371$	1,58 <sup>c</sup> $\pm 1.003$	<0,001*** K-W
Ολικά λίπη (g)	0,242 <sup>a</sup> $\pm 0.153$	0,198 <sup>a,b</sup> $\pm 0.069$	0,155 <sup>b,c</sup> $\pm 0.093$	0,0823 <sup>c</sup> $\pm 0.052$	<0,001*** K-W
Ολικές πρωτεΐνες (g)	2,703 <sup>a</sup> $\pm 1.71$	2,149 <sup>a,b</sup> $\pm 0.755$	1,843 <sup>b,c</sup> $\pm 1.1$	1,409 <sup>c</sup> $\pm 0.89$	<0,001*** K-W
Υδατάνθρακες (g)	0,0022 <sup>a</sup> $\pm 0,0014$	1,014 <sup>b</sup> $\pm 0,356$	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	<0,001*** K-W

#### 3.5.2 Υγρό βάρος

Η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε υγρό βάρος είναι ο αστερίας με  $24,03 \pm 2.69g$ , ακολουθούν το ψάρι με  $11,36 \pm 3.74g$ , οι γαρίδες με  $9,52 \pm 1.21g$  και τέλος



το καλαμάρι με  $7,36 \pm 2.16g$ . Σε ημερήσια βάση, η κατανάλωση αστερία κυμάνθηκε μεταξύ  $53,75g$  την πρώτη ημέρα και  $19,46g$  την 11<sup>η</sup> μέρα. Επειδή όμως η ποσότητα τροφής που καταναλώθηκε την πρώτη μέρα είναι πολύ μεγαλύτερη από όλες τις υπόλοιπες, η τιμή αυτή εξαιρέθηκε από τον υπολογισμό της μέσης κατανάλωσης (Εικ. 17). Η κατανάλωση ψαριού κυμάνθηκε σε ημερήσια βάση μεταξύ  $31,361g$  και  $2,89g$  την 24<sup>η</sup> μέρα. Όπως και με την περίπτωση του αστερία, αλλά όπως θα δούμε και παρακάτω και με τις γαρίδες και το καλαμάρι η κατανάλωση της πρώτης μέρας εξαιρέθηκε από τον μέσο όρο. Σε ημερήσια βάση, η κατανάλωση γαρίδας κυμάνθηκε μεταξύ  $29,49 g$  την πρώτη ημέρα και  $5,163g$  την 17<sup>η</sup> μέρα και η κατανάλωση καλαμαριού από  $24,51 g$  την πρώτη ημέρα και  $4,12g$  την 4<sup>η</sup> μέρα .

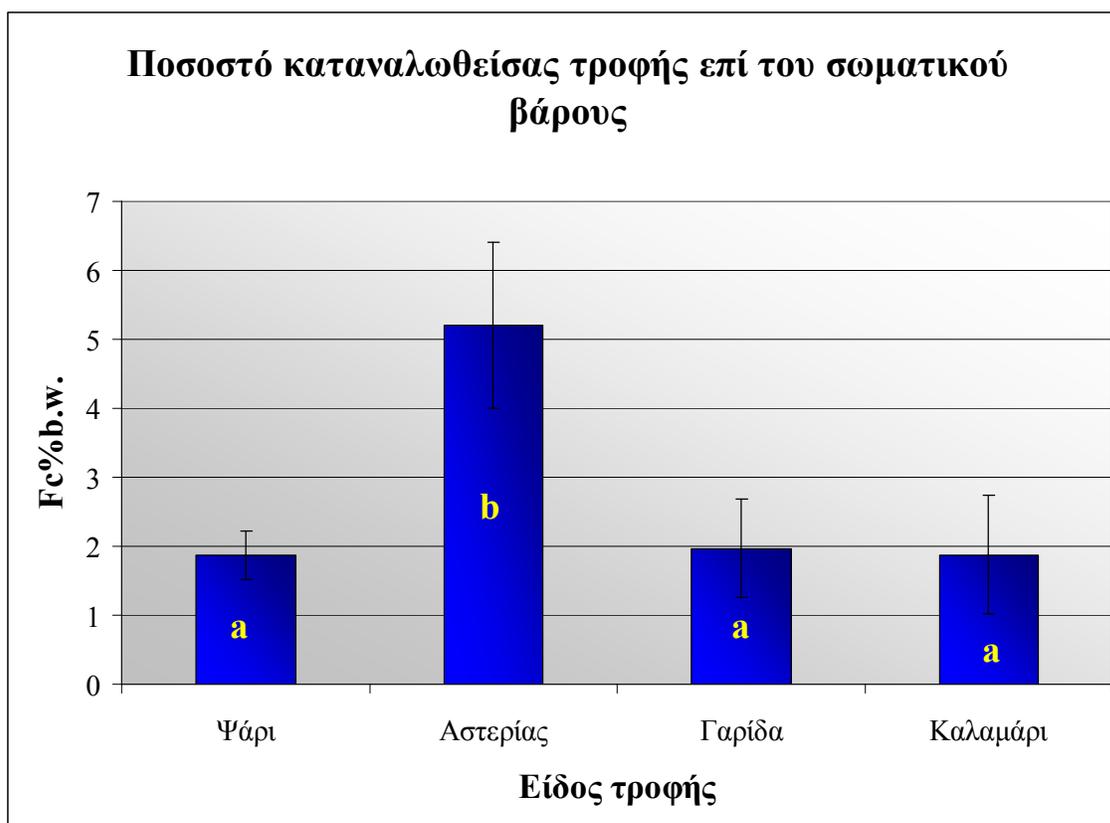


Εικ. 17: Ημερήσια κατανάλωση τροφής σε υγρό βάρος ανά είδος τροφής.

Η μέση κατανάλωση του αστερία ( $24,03 \pm 2.695g$ ) διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ) (Εικ.18). Η κατανάλωση ψαριού ( $11,36 \pm 3.743g$ ) διαφέρει από το καλαμάρι ( $7,36 \pm 2.16g$ ), και η κατανάλωση γαρίδας ( $9,52 \pm 1.214g$ ) διαφέρει μόνο από τον αστερία.

Για να εξεταστεί η επίδραση του μεγέθους στην κατανάλωση τροφής, τα άτομα που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν σε μικρά (μέσο βάρος  $439,5 \pm 94,68$  g) και μεγάλα (μέσο βάρος  $810,57 \pm 246,1$ g). Έπειτα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς για δύο παράγοντες, η οποία έδειξε ότι το βάρος των ατόμων δεν επηρεάζει την ποσότητα της καταναλωθείσας τροφής ( $p=0,471$ ).

Το ποσοστό (%) καταναλωθείσας τροφής επί το σωματικό βάρος των ατόμων κυμάνθηκε από  $1,87 \pm 0,348\%$  στο ψάρι έως και  $5,2 \pm 1,2\%$  στον αστερία. Οι τιμές για το καλαμάρι και τις γαρίδες είναι  $1,88 \pm 0,85\%$  και  $1,96 \pm 0,71\%$  αντίστοιχα. Η μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς έδειξε ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών ήταν στατιστικά σημαντικές (ANOVA,  $p<0,001$ ). Ο αστερίας διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις άλλες τροφές, οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους (Εικ. 18).



Εικ. 18: % Ποσοστό της καταναλωθείσας τροφής επί του σωματικού βάρους των ατόμων του πειραματικού πληθυσμού ανά είδος τροφής. Οι T-μπάρες αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση. Οι μπάρες που φέρουν διαφορετικό γραμματικό δείκτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p<0.05$ ).

### 3.5.3. Ξηρό βάρος

Η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε ξηρό βάρος είναι ο αστερίας με  $14,25 \pm 5.008g$  και ακολουθούν το ψάρι με  $3,27 \pm 2.072g$ , οι γαρίδες με  $2,29 \pm 1.371g$  και τέλος το καλαμάρι με  $1,58 \pm 1.00274g$ . Σε ημερήσια βάση, η κατανάλωση αστερία κυμάνθηκε μεταξύ  $29,455 g$  την πρώτη ημέρα και  $10,66g$  την 11<sup>η</sup> μέρα. Η κατανάλωση ψαριού κυμάνθηκε σε ημερήσια βάση μεταξύ  $8,09 g$  και  $0,745 g$  την 24<sup>η</sup> μέρα, της γαρίδας μεταξύ  $6,22 g$  την πρώτη ημέρα και  $1,089 g$  την 17<sup>η</sup> μέρα και του καλαμαριού από  $4,56 g$  την πρώτη ημέρα και  $0,767 g$  την 4<sup>η</sup> μέρα (Εικ. 19). Όπως και με την περίπτωση του υγρού βάρους, επειδή η ποσότητα που καταναλώθηκε την πρώτη μέρα είναι πολύ μεγαλύτερη από όλες τις υπόλοιπες, η τιμή αυτή εξαιρέθηκε από τον υπολογισμό της μέσης κατανάλωσης.



Εικ. 19: Ημερήσια κατανάλωση τροφής σε ξηρό βάρος ανά είδος τροφής.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis έδειξε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των τιμών κατανάλωσης σε ξηρό βάρος. Η μέση κατανάλωση

του αστερία ( $14,25 \pm 5.008g$ ) διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις γαρίδες και το καλαμάρι ενώ δεν διαφέρει από το ψάρι (Tukey's test,  $p<0.05$ ). Το καλαμάρι διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το ψάρι αλλά όχι από τις γαρίδες.

#### 3.5.4. Λίπη, πρωτεΐνες και υδατάνθρακες

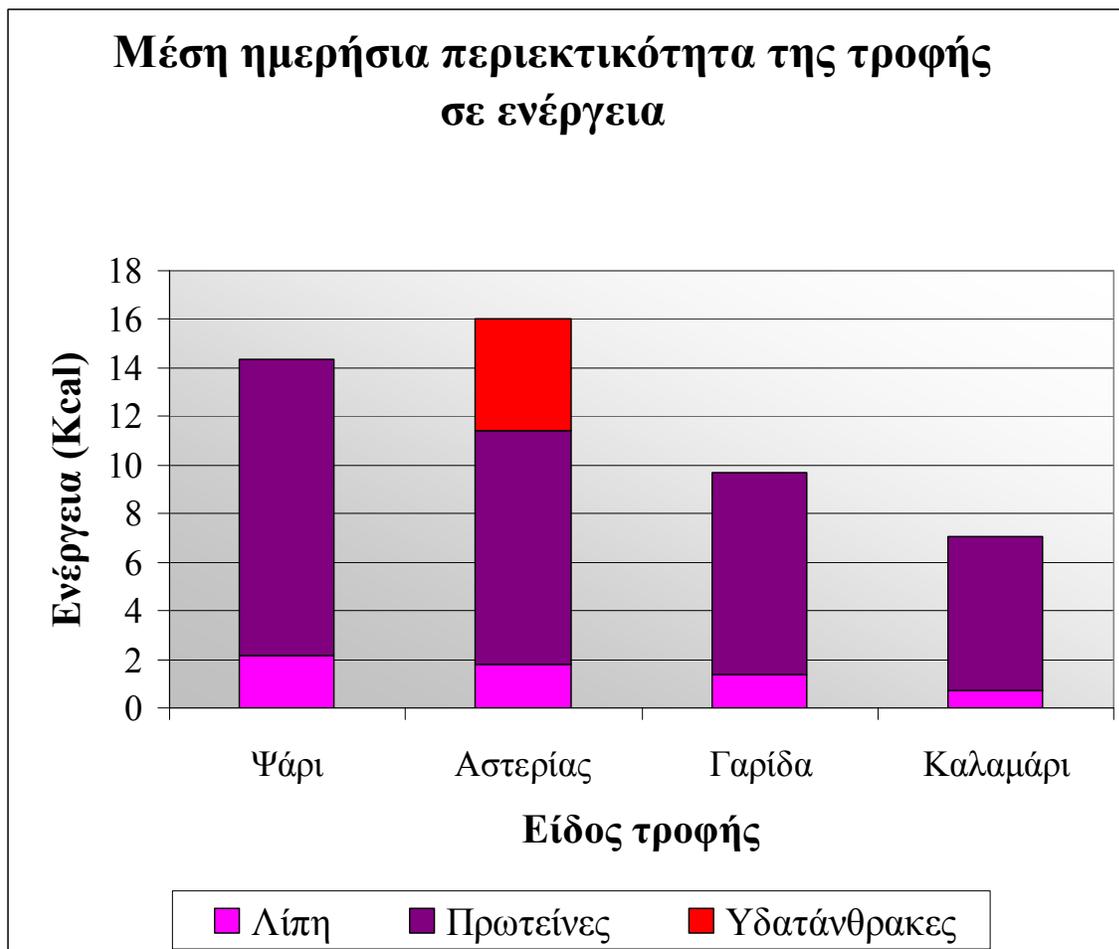
Η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε ολικό λίπος, σε αντίθεση με τις περιπτώσεις του υγρού και ξηρού βάρους είναι το ψάρι  $0,242 \pm 0.153g$  και ακολουθούν ο αστερίας με  $0,198 \pm 0.07g$ , οι γαρίδες με  $0,155 \pm 0.093g$  και τέλος το καλαμάρι με  $0,082 \pm 0.052g$ . Το ίδιο ακριβώς πρότυπο ακολουθείται και στην περίπτωση των πρωτεϊνών, με τις πρωτεΐνες που καταναλώθηκαν να ανέρχονται στο ψάρι στα  $2,703 \pm 1.71g$ , στον αστερία σε  $2,15 \pm 0.755g$ , στις γαρίδες σε  $1,84 \pm 1.1g$  και τέλος στο καλαμάρι σε  $1,41 \pm 0.89g$ . Όσον αφορά στην κατανάλωση υδατανθράκων η μόνη τροφή με αξιοσημείωτη κατανάλωση υδατανθράκων ήταν ο αστερίας με μέση ημερήσια κατανάλωση  $1,014 \pm 0,356g$ , το ψάρι περιείχε  $0,0022 \pm 0,0014g$  ενώ τα επίπεδα κατανάλωσης στο καλαμάρι και τις γαρίδες ήταν μηδενικά.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis έδειξε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των τιμών κατανάλωσης σε ολικά λίπη ( $p<0.001$ ) και ολικές πρωτεΐνες ( $p<0.05$ ). Όσον αφορά στην κατανάλωση ολικών λιπών, υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ψαριού και όλων των άλλων τροφών εκτός του αστερία, και του καλαμαριού με όλες τις άλλες τροφές εκτός από τις γαρίδες (Tukey's test,  $p<0.05$ ). Οι διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων τροφών δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Οι διαφορές στην κατανάλωση ολικών πρωτεϊνών ακολουθούν το ίδιο ακριβώς πρότυπο με τα ολικά λίπη, με τις διαφορές μεταξύ του ψαριού και όλων των άλλων ειδών εκτός του αστερία, και του καλαμαριού με όλες τις άλλες τροφές εκτός από τις γαρίδες να είναι στατιστικά σημαντικές (Tukey's test,  $p<0.05$ ). Όλες οι υπόλοιπες διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι διαφορές στην μέση ημερήσια κατανάλωση υδατανθράκων ήταν στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p<0,001$ ) με τον αστερία να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p<0.05$ ), οι οποίες δεν διέφεραν μεταξύ τους.

### 3.5.5 Ενεργειακές απολαβές

Η τροφή της οποίας η κατανάλωση οδήγησε στην μεγαλύτερη πρόσληψη ενέργειας ήταν ο αστερίας, με 16,01 Kcal ημερησίως, εκ των οποίων τα 9,67 Kcal αντιστοιχούν στις πρωτεΐνες, τα 1,78 Kcal στα λίπη και τα 4,56 Kcal στους υδατάνθρακες (Εικ. 20).



Εικ. 20: Απεικονίζεται η μέση ημερήσια περιεκτικότητα των τροφών σε ενέργεια η οποία αντιστοιχεί στις πρωτεΐνες, στα λίπη και στους υδατάνθρακες, ανά είδος τροφής.

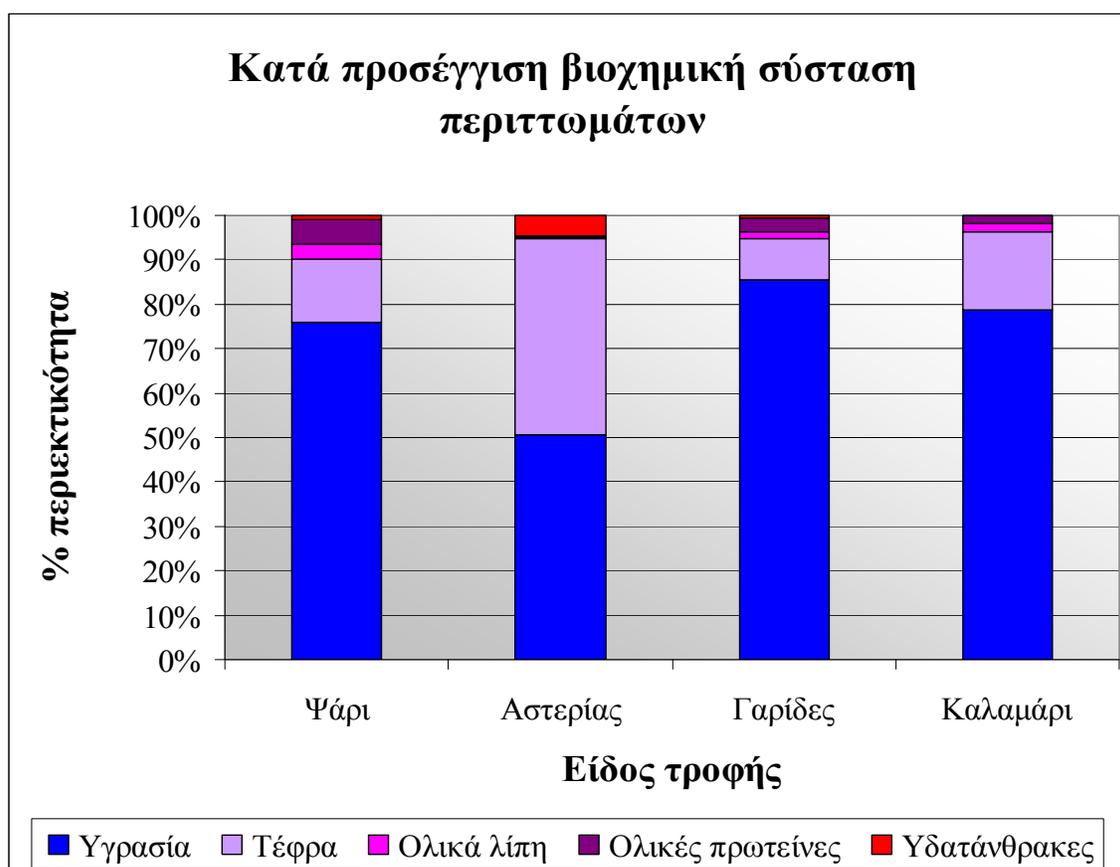
Ακολουθούν το ψάρι με μέση ημερήσια πρόσληψη ενέργειας 14,35 Kcal, εκ των οποίων τα 12,165 Kcal προήλθαν από την κατανάλωση πρωτεϊνών, τα 2,178 Kcal από τα λίπη και μόλις 0,01 Kcal από κατανάλωση υδατανθράκων και οι γαρίδες με 9,69 Kcal, εκ των οποίων τα 8,29 Kcal αντιστοιχούν στις πρωτεΐνες και τα 1,4 Kcal στα λίπη. Τέλος, η ενέργεια που προσλήφθηκε σε ημερήσια βάση από την κατανάλωση καλαμαριού ανέρχεται

στα 7,08 Kcal, εκ των οποίων τα 6,34 Kcal προέρχονται από την κατανάλωση πρωτεϊνών και τα 0,74 Kcal από το ολικό λίπος.

### 3.6. Ικανότητα πέψης

#### 3.6.1 Βιοχημικές αναλύσεις περιττωμάτων

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4) παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της κατά προσέγγιση βιοχημικής ανάλυσης των περιττωμάτων τα οποία αντιστοιχούν στην πέψη τεσσάρων διαφορετικών τροφών: αστερίας (*Astropecten aranciacus-Luidia sarcii*, 1:1), ψάρι (*Boops boops*), καλαμάρι (*Nototodarus sloanii*) και γαρίδες (*Parapenaeus longirostris*). Παρατίθενται τα ποσοστά μέσης περιεκτικότητας σε υγρασία, τέφρα, ολικό λίπος, ολικές πρωτεΐνες και υδατάνθρακες (Εικ. 21).



Εικ. 21: Σύνοψη της κατά προσέγγιση βιοχημικής σύστασης των περιττωμάτων ανά είδος τροφής

Πίνακας 4: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) της υγρασίας, της τέφρας, των ολικών λιπών και των ολικών πρωτεϊνών και την εκτίμηση για τους υδατάνθρακες των περιττωμάτων που αντιστοιχούν στις τέσσερις τροφές που εξετάστηκαν. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε είτε από την ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA) είτε από τον μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis (K-W). Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ . Με διαφορετικό γραμματικό εκθέτη υποδηλώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές (Tuckey's test,  $p < 0,05$ ).

	Ψάρι	Αστερίας	Γαρίδες	Καλαμάρι	P-value
Υγρασία %	75,9 <sup>a</sup> $\pm 7,85$	50,62 <sup>b</sup> $\pm 1,26$	85,52 <sup>a</sup> $\pm 11,62$	78,71 <sup>a</sup> $\pm 8,89$	0,003 ** ANOVA
Τέφρα %	14,31 <sup>a</sup> $\pm 6,20$	44,07 <sup>b</sup> $\pm 1,77$	9,23 <sup>a</sup> $\pm 2,56$	17,66 <sup>a</sup> $\pm 7,37$	<0.001*** ANOVA
Ολικά λίπη %	3,29 <sup>a</sup> $\pm 0,27$	0,22 <sup>b</sup> $\pm 0,034$	1,46 <sup>a,b</sup> $\pm 0,029$	1,69 <sup>a,b</sup> $\pm 1,16$	0.047* K-W
Ολικές πρωτεΐνες %	5,60 <sup>a</sup> $\pm 1,72$	0,5 <sup>b</sup> $\pm 0,58$	3,21 <sup>c</sup> $\pm 0,43$	1,83 <sup>b,c</sup> $\pm 0,75$	<0.001*** ANOVA
Υδατάνθρακες %	0,87%	4,59%	0,55%	0,11%	

Στηριζόμενοι στα αποτελέσματα των ενοτήτων 3.3 και 3.6.1 συγκρίναμε τη βιοχημική σύσταση των περιττωμάτων που αντιστοιχούν σε μια τροφή ως προς την σύσταση της τροφής αυτής. Τα αποτελέσματα αυτής της σύγκρισης παρατίθενται συνοπτικά στον πίνακα 5.

Πίνακας 5: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) των % ποσοστών της υγρασίας, της τέφρας, των ολικών λιπών και των ολικών πρωτεϊνών και την εκτίμηση για τους υδατάνθρακες των περιττωμάτων προς τις αντίστοιχες τιμές των τροφών. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε είτε από την ανάλυση διασποράς (1-way ANOVA) είτε από τον μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis (K-W). Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ .

$\frac{\text{Υδατάνθρακες}}{\text{Σύσταση Περιττωμάτων}} \%$ $\frac{\text{Σύσταση Τροφής}}{\text{Σύσταση Τροφής}}$	Ψάρι	Αστερίας	Γαρίδες	Καλαμάρι	P-value
Υγρασία	102,32 $\pm 10,6$	111,9 $\pm 2,8$	108,44 $\pm 14,7$	96,7 $\pm 10,9$	0,067 ANOVA
Τέφρα	546,5 $\pm 236,8$	102,9 $\pm 4,12$	309,6 $\pm 86,03$	1196,7 $\pm 499,8$	0.004** K-W
Ολικά λίπη	172,7 $\pm 95,9$	29,23 $\pm 4,43$	103,5 $\pm 2,03$	174,6 $\pm 119,9$	0.047* K-W
Ολικές πρωτεΐνες	26,34 $\pm 8,08$	6,06 $\pm 6,99$	18,9 $\pm 2,53$	11,06 $\pm 4,51$	0.003** ANOVA

### 3.6.1.1 Υγρασία

Το ποσοστό της υγρασίας στα περιττώματα των ζώων ανά είδος τροφής που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από  $50,62 \pm 1,26\%$  στον αστερία έως και  $85,52 \pm 11,62\%$  στις γαρίδες. Ενδιάμεσα βρίσκονται το καλαμάρι με  $78,71 \pm 8,89\%$  και το ψάρι με  $75,9 \pm 7,85\%$ . Οι διαφορές στα ποσοστά υγρασίας των περιττωμάτων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.01$ , ANOVA) με τον αστερία ( $50,62\%$ ) να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). Τα ποσοστά της υγρασίας μεταξύ των περιττωμάτων των υπόλοιπων τροφών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Η περιεκτικότητα των περιττωμάτων σε υγρασία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την αντίστοιχη περιεκτικότητα της αντίστοιχης τροφής (Mann-Whitney test,  $p < 0,05$ ). Για αυτό το λόγο όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5 όλες οι τιμές πλησιάζουν το  $100\%$ .

### 3.6.1.2 Τέφρα

Το ποσοστό της τέφρας στα περιττώματα των ζώων ανά είδος τροφής που εξετάστηκε κυμάνθηκε από  $9,23 \pm 2,56\%$  στις γαρίδες έως και  $44,07 \pm 1,77\%$  στον αστερία. Ενδιάμεσα βρίσκονται τα ποσοστά του καλαμαριού ( $17,66 \pm 7,37\%$ ) και του ψαριού ( $14,31 \pm 6,2\%$ ). Οι διαφορές στα ποσοστά τέφρας των περιττωμάτων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.01$ , ANOVA). Το μέσο ποσοστό τέφρας των περιττωμάτων που προκύπτουν μετά από κατανάλωση αστερία ( $44,07\%$ ) διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το ποσοστό τέφρας των περιττωμάτων που προκύπτουν από την κατανάλωση όλων των υπόλοιπων τροφών (Tukey's test,  $p < 0.05$ , βλ. Παράρτημα I: Πίνακας VI). Τα ποσοστά της τέφρας μεταξύ των περιττωμάτων των υπόλοιπων τροφών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η περιεκτικότητα των περιττωμάτων του αστερία και της γαρίδας σε τέφρα δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την αντίστοιχη περιεκτικότητα της αντίστοιχης τροφής (Mann-Whitney test,  $p > 0,05$ ), σε αντίθεση με την περιεκτικότητα σε τέφρα των περιττωμάτων του ψαριού και του καλαμαριού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με την περιεκτικότητα σε τέφρα των αντίστοιχων τροφών (t-test,  $p < 0,05$  και Mann-Whitney test,  $p < 0,05$  αντίστοιχα). Το ποσοστό τέφρας στα περιττώματα του καλαμαριού είναι σχεδόν 11 φορές μεγαλύτερο από το ποσοστό τέφρας στο καλαμάρι, και στα περιττώματα του ψαριού σχεδόν το πενταπλάσιο (Πίνακας 5).



### 3.6.1.3 Ολικό λίπος

Το μεγαλύτερο ποσοστό ολικού λίπους στα περιττώματα εμφανίζει το ψάρι με  $3,29 \pm 0,27$  % και ακολουθούν το καλαμάρι με  $1,69 \pm 1,16$ %, οι γαρίδες με  $1,46 \pm 0,029$ % και ο αστερίας με  $0,22 \pm 0,034$ %. Οι διαφορές στα ποσοστά ολικού λίπους μεταξύ των περιττωμάτων που αντιστοιχούν στην κατανάλωση διαφορετικών τροφών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ , Kruskal-Wallis). Το ποσοστό ολικού λίπους στα περιττώματα του αστερία διαφέρει στατιστικά σημαντικά με αυτά του ψαριού (Dunns method,  $p < 0,05$ ), ενώ οι υπόλοιπες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Το ολικό λίπος στα περιττώματα του ψαριού, του καλαμαριού και της γαρίδας ήταν ελαφρώς αυξημένα σε σχέση με τα αντίστοιχα ποσοστά των τροφών (Πίνακας 5), αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (t-test,  $p < 0,05$  και Mann-Whitney test,  $p < 0,05$ ). Αντίθετα, το ποσοστό ολικών λιπών στα περιττώματα που προήλθαν από κατανάλωση αστερία ήταν μειωμένο σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό στον αστερία (29,23 %) και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική (Mann-Whitney test,  $p < 0,05$ ).

### 3.6.1.4 Ολικές πρωτεΐνες

Το μεγαλύτερο ποσοστό ολικών πρωτεϊνών στα περιττώματα εμφανίζει το ψάρι με  $5,6 \pm 1,72$  % και ακολουθούν οι γαρίδες με  $3,21 \pm 0,43$  %, το καλαμάρι με  $1,83 \pm 0,75$ % και τέλος ο αστερίας με  $0,5 \pm 0,58$ %. Οι διαφορές στα ποσοστά ολικών λιπών μεταξύ των περιττωμάτων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.001$ , ANOVA). Το ποσοστό ολικών πρωτεϊνών στα περιττώματα των ατόμων που είχαν καταναλώσει ψάρι διαφέρει από τα ποσοστά των ατόμων που είχαν καταναλώσει οποιαδήποτε άλλη τροφή (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). Στατιστικά σημαντική ήταν και η διαφορά της περιεκτικότητας των περιττωμάτων σε ολικά λίπη μεταξύ των ζώων που είχαν καταναλώσει αστερία και αυτών που είχαν καταναλώσει γαρίδες (Tukey's test,  $p < 0.05$ ), ενώ όλες οι υπόλοιπες διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Όσον αφορά στα ποσοστά των ολικών πρωτεϊνών στα περιττώματα σε σχέση με τις τροφές, παρατηρούμε ότι είναι όλα μειωμένα (Πίνακας 5). Το ποσοστό των περιττωμάτων προς την αντίστοιχη τροφή για τον αστερία φθάνει το 6,06%, το καλαμάρι το 11,06%, τις γαρίδες το 18,9% και τέλος για το ψάρι το 26,34 %. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν (t-

test) έδειξαν ότι οι διαφορές μεταξύ του ποσοστού ολικών πρωτεϊνών στα περιττώματα και του αντίστοιχου ποσοστού στις τροφές είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ).

#### 3.6.1.6. Υδατάνθρακες

Το μεγαλύτερο ποσοστό υδατανθράκων στα περιττώματα εμφανίζει ο αστερίας με 4,59 % και ακολουθούν το ψάρι με 0,87 %, οι γαρίδες με 0,55% και τέλος το καλαμάρι με 0,11 %. Η ποσότητα υδατανθράκων που περιέχεται στα περιττώματα πλησιάζει εκείνη που περιέχεται στην τροφή.

#### 3.6.2 Ικανότητα πέψης

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 6) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης του υγρού και ξηρού βάρους, της τέφρας και των ολικών λιπών και πρωτεϊνών των περιττωμάτων, με την αντίστοιχη ποσότητα τροφής που καταναλώθηκε καθώς και το ποσοστό απορρόφησης (Πίνακας 7). Παρατίθενται τα ποσοστά του μέσου υγρού βάρους, της τέφρας, του ολικού λίπους, των ολικών πρωτεϊνών και των υδατανθράκων των περιττωμάτων προς τις αντίστοιχες καταναλωθείσες ποσότητες τροφής.

Πίνακας 6: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) του ποσοστού του υγρού βάρους, της τέφρας, του ολικού λίπους, των ολικών πρωτεϊνών και υδατανθράκων των περιττωμάτων προς τις αντίστοιχες τιμές της καταναλωθείσας τροφής ανά είδος τροφής. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε από τον μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis. Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ .

Βάρος περιττωμάτων (g)/ Βάρος τροφής (g)	Ψάρι	Αστερίας	Γαρίδες	Καλαμάρι	P-value
Υγρό βάρος	0,106 <sup>a,b</sup> $\pm 0,059$	0,55 <sup>b</sup> $\pm 0,089$	0,068 <sup>a,c</sup> $\pm 0,013$	0,035 <sup>c</sup> $\pm 0,023$	0,008 ** K-W
Ξηρό βάρος	0,115 <sup>a,b</sup> $\pm 0,062$	0,504 <sup>b</sup> $\pm 0,069$	0,075 <sup>a</sup> $\pm 0,046$	0,044 <sup>a</sup> $\pm 0,013$	0.012* K-W
Τέφρα	0,58 <sup>a,b</sup> $\pm 0,36$	0,57 <sup>b</sup> $\pm 0,06$	0,21 <sup>a</sup> $\pm 0,04$	0,35 <sup>a</sup> $\pm 0,12$	0,038* K-W
Ολικά λίπη	0,153 $\pm 0,075$	0,044 $\pm 0,0065$	0,114 $\pm 0,09$	0,083 $\pm 0,069$	0.051 K-W
Ολικές πρωτεΐνες	0,025 $\pm 0,008$	0,031 $\pm 0,031$	0,013 $\pm$ 0,0038	0,0037 $\pm 0,0015$	0.064 K-W
Υδατάνθρακες	-	0,65 $\pm 0,089$	-	-	

Πίνακας 7: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) του ποσοστού του υγρού βάρους, της τέφρας, του ολικού λίπους, των ολικών πρωτεϊνών και υδατανθράκων που απορροφήθηκαν προς τις αντίστοιχες τιμές της καταναλωθείσας τροφής ανά είδος τροφής. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε από τον μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis. Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ .

Βάρος τροφής (g) -Βάρος περιττωμάτων (g)/ Βάρος τροφής (g)	Ψάρι	Αστερίας	Γαρίδες	Καλαμάρι	P-value
Υγρό βάρος	0,89 <sup>a,b</sup> $\pm 0,05$	0,44 <sup>b</sup> $\pm 0,076$	0,93 <sup>a,c</sup> $\pm 0,016$	0,96 <sup>c</sup> $\pm 0,016$	0,007 ** K-W
Ξηρό βάρος	0,88 <sup>a,b</sup> $\pm 0,062$	0,49 <sup>b</sup> $\pm 0,069$	0,92 <sup>a</sup> $\pm 0,046$	0,95 <sup>a</sup> $\pm 0,013$	0.012* K-W
Τέφρα	0,41 <sup>a,b</sup> $\pm 0,36$	0,42 <sup>b</sup> $\pm 0,06$	0,79 <sup>a</sup> $\pm 0,04$	0,65 <sup>a</sup> $\pm 0,12$	0,038* K-W
Ολικά λίπη	0,85 $\pm 0,075$	0,96 $\pm 0,0065$	0,79 $\pm 0,09$	0,92 $\pm 0,069$	0.194 ANOVA
Ολικές πρωτεΐνες	0,975 $\pm 0,008$	0,97 $\pm 0,031$	0,987 $\pm$ 0,0038	0,996 $\pm 0,0015$	0.064 K-W
Υδατάνθρακες	-	0,35 $\pm 0,089$	-	-	

Η τροφή με την μεγαλύτερη απορρόφηση σε υγρό βάρος είναι το καλαμάρι με 96%. Ακολουθούν οι γαρίδες με 93% και το ψάρι με 89% ενώ η τροφή που εμφανίζει την μικρότερη απορρόφηση σε θρεπτικά είναι ο αστερίας με 44% σε υγρό βάρος. Οι διαφορές που παρατηρούνται είναι στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ), με τον αστερία να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το καλαμάρι και τις γαρίδες αλλά όχι από το ψάρι (Tukey's test,  $p < 0,05$ ). Αντίστοιχα, οι διαφορές μεταξύ του ψαριού και του καλαμαριού είναι στατιστικά σημαντικές ενώ οι διαφορά μεταξύ του ψαριού και της γαρίδας όχι. Τέλος, η διαφορά μεταξύ του καλαμαριού και της γαρίδας δεν είναι στατιστικά σημαντική.

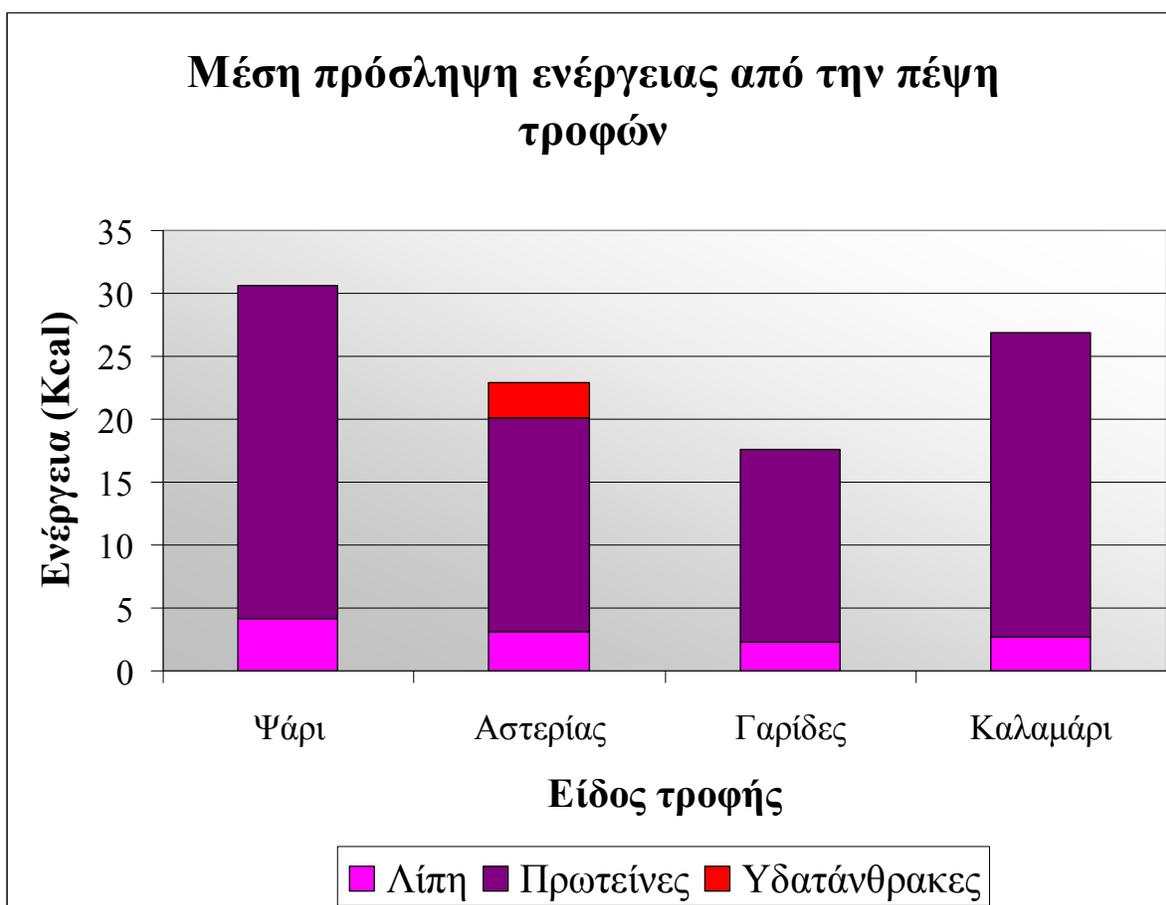
Παρόμοιο είναι και το πρότυπο που ακολουθείται για την απορρόφηση σε ξηρό βάρος με το καλαμάρι να εμφανίζει και πάλι το μεγαλύτερο ποσοστό με 95%. Ακολουθούν οι γαρίδες και το ψάρι με 92% και 88% αντίστοιχα και τέλος ο αστερίας με μόλις 49%. Η απορρόφηση σε ξηρό βάρος για τον αστερία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την αντίστοιχη του καλαμαριού και της γαρίδας ενώ δεν διαφέρει με το ψάρι (Tukey's test,  $p < 0,05$ ). Όλες οι υπόλοιπες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Όσον αφορά στην απορρόφηση τέφρας, πρώτες έρχονται οι γαρίδες με 79% και ακολουθούν το καλαμάρι με 65%, ο αστερίας με 42% και το ψάρι με 41%. Οι διαφορές που παρατηρούνται στην απορρόφηση τέφρας μεταξύ των τροφών είναι στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ), με τον αστερία να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις γαρίδες και το καλαμάρι (Tukey's test,  $p < 0,05$ ). Όλες οι υπόλοιπες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Σε επίπεδο απορρόφησης ολικών λιπών και πρωτεϊνών, και οι τέσσερις τροφές εμφανίζουν πολύ υψηλά ποσοστά. Η τροφή με την μεγαλύτερη απορρόφηση σε ολικά λίπη είναι ο αστερίας με 96% και ακολουθούν το καλαμάρι με 92%, το ψάρι με 85% και οι γαρίδες με 79%. Η ανάλυση διασποράς (ANOVA) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απορρόφηση ολικών λιπών ανά είδος τροφής ( $p > 0,05$ , Εικ. 37). Το ποσοστό απορρόφησης πρωτεϊνών αγγίζει περίπου το 100% των πρωτεϊνών που καταναλώθηκαν σε όλες τις τροφές. Και εδώ, οι διαφορές μεταξύ των τροφών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Η μόνη τροφή που εμφανίζει ποσοστά απορρόφησης υδατανθράκων είναι ο αστερίας. Το ποσοστό αρκετά μικρότερο από τα αντίστοιχα ποσοστά για το λίπος και τις πρωτεΐνες φτάνοντας μόλις το 35% της καταναλωθείσας ποσότητας υδατανθράκων.

### 3.6.3. Απορρόφηση ενέργειας

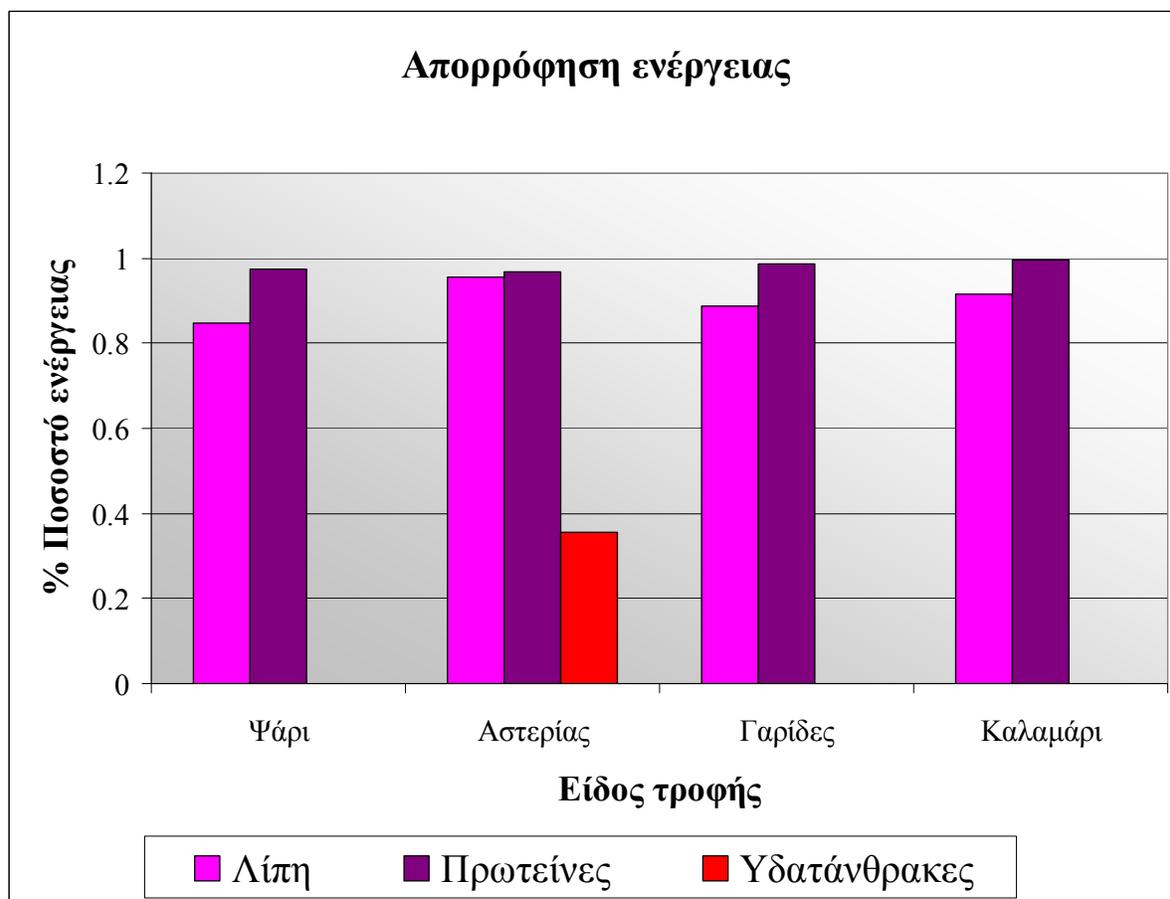
Η ποσότητα της ενέργειας που περιέχεται στα θρεπτικά που προσλαμβάνουν τα άτομα του υποείδους *Charonia tritonis variegata* κατά την πέψη των τεσσάρων τροφών που μελετήθηκαν συνοψίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί (Εικ. 22). Παρατηρούμε ότι η τροφή με την μεγαλύτερη πρόσληψη ενέργειας είναι το ψάρι με 30,67 Kcal, και ακολουθούν το καλαμάρι με 26,91 Kcal, ο αστερίας με 22,93 Kcal και οι γαρίδες με 17,62 Kcal.



Εικ. 22: Απεικονίζεται η μέση πρόσληψη ενέργειας ανά διατροφική ομάδα (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες) από την κατανάλωση διαφορετικών ειδών τροφής .

Παρά το γεγονός ότι η ποσότητα ενέργειας που προσλαμβάνεται από τα διάφορα είδη τροφής, τα ποσοστά απορρόφησης ενέργειας σε σχέση με αυτά που προσλήφθηκαν μέσω της τροφής δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο λιπών (Kruskal-Wallis,  $p=0,051$ )

και πρωτεϊνών (Kruskal-Wallis,  $p=0,64$ ) (Εικ. 23). Τα ποσοστά απορρόφησης ενέργειας από λίπη κυμάνθηκε μεταξύ 84,7% στο ψάρι και 95,6% στον αστερία, ενώ τα ποσοστά απορρόφησης ενέργειας από πρωτεΐνες κυμάνθηκε από 96,88% στον αστερία έως 99,63% στο καλαμάρι. Τα άτομα που κατανάλωσαν αστερία απορρόφησαν το 35,5% της ενέργειας μέσω των υδατανθράκων που περιέχονταν στην τροφή που κατανάλωσαν.



Εικ. 23: Απεικονίζεται το ποσοστό απορρόφησης ενέργειας ανά διατροφική ομάδα (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες) από την κατανάλωση διαφορετικών ειδών τροφής.

### 3.7. Διατροφική προτίμηση

#### 3.7.1. Κατανάλωση τροφής παρουσία πολλαπλών επιλογών

Τα αποτελέσματα της κατανάλωσης των ατόμων του υποείδους *Charonia tritonis variegata* παρουσία όλων των τροφών (ψάρι, αστερίας γαρίδες και καλαμάρι) Παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 8 (υγρό και ξηρό βάρος, ολικά λίπη, ολικές πρωτεΐνες και υδατάνθρακες).

Πίνακας 8: Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τους μέσους όρους ( $\pm$  τυπική απόκλιση) του υγρού και ξηρού βάρους, των ολικών λιπών και πρωτεϊνών και των υδατανθράκων των τεσσάρων τροφών που εξετάστηκαν όταν αυτές χορηγήθηκαν ταυτόχρονα. Αναγράφεται επίσης το p-value που προέκυψε από μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis. Με \* υποδηλώνονται διαφορές με  $p < 0,05$ , με \*\*  $p < 0,01$  και με \*\*\*  $p < 0,001$ . Με διαφορετικό γραμματικό εκθέτη υποδηλώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές (Tuckey's test,  $p < 0,05$ ).

	Γαρίδες	Καλαμάρι	Ψάρι	Αστερίας	p-value
Υγρό βάρος (g)	0,273 <sup>a</sup> $\pm 0,817$	7,71 <sup>b,c</sup> $\pm 7,283$	4,87 <sup>b</sup> $\pm 3,254$	15,54 <sup>c</sup> $\pm 10,457$	<0,001***
Ξηρό βάρος (g)	0,0577 <sup>a</sup> $\pm 0,172$	1,434 <sup>b</sup> $\pm 1,355$	1,257 <sup>b</sup> $\pm 0,84$	8,516 <sup>c</sup> $\pm 5,73$	<0,001***
Ολικά λίπη (g)	0,0039 <sup>a</sup> $\pm 0,0116$	0,0746 <sup>b</sup> $\pm 0,0705$	0,0929 <sup>b</sup> $\pm 0,0621$	0,1181 <sup>b</sup> $\pm 0,0795$	<0,001***
Ολικές πρωτεΐνες (g)	0,046 <sup>a</sup> $\pm 0,139$	1,276 <sup>b</sup> $\pm 1,206$	1,038 <sup>b</sup> $\pm 0,693$	1,284 <sup>b</sup> $\pm 0,864$	<0,001***
Υδατάνθρακες (g)	0	0	0	0,61 $\pm 0,41$	

Προκύπτει ότι η τροφή με την μεγαλύτερη μέση ημερήσια κατανάλωση σε υγρό βάρος, όταν προσφέρεται ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες, είναι ο αστερίας ( $15,54 \pm 10,457g$ ), ακολουθούν το καλαμάρι, το ψάρι, και οι γαρίδες ( $0,273 \pm 0,817g$ ). Ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis έδειξε ότι οι τιμές της κατανάλωσης μεταξύ των τροφών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0,001$ ). Με εξαίρεση τις γαρίδες, που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από

όλες τις άλλες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ) και τον αστερία που διαφέρει από το ψάρι (Mann-Witney test,  $p < 0,01$ ), όλες οι υπόλοιπες τροφές δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Η μέση κατανάλωση σε ξηρό βάρος ανά είδος τροφής όταν αυτές προσφέρονται ταυτόχρονα ακολουθεί το ίδιο πρότυπο με αυτή του υγρού βάρους. Έτσι, η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε ξηρό βάρος είναι ο αστερίας ( $8,516 \pm 5,73g$ ), ακολουθούν το καλαμάρι, το ψάρι και οι γαρίδες ( $0,0578 \pm 0,172$ ). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στην κατανάλωση των τροφών ήταν στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p < 0,001$ ) με τον αστερία και τις γαρίδες να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και με τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). Η διαφορά στη κατανάλωση μεταξύ καλαμαριού και ψαριού δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε ολικό λίπος είναι πάλι ο αστερίας ( $0,1181 \pm 0,0795g$ ) και ακολουθούν το ψάρι, το καλαμάρι και οι γαρίδες ( $0,0039 \pm 0,0116g$ ). Παρατηρούμε ότι σε σχέση με το υγρό και το ξηρό βάρος στην περίπτωση του ολικού λίπους η μέση κατανάλωση του ψαριού είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του καλαμαριού, γεγονός που οφείλεται στην μεγάλη περιεκτικότητα του ψαριού σε λίπη που αντισταθμίζει την κατανάλωση σε βάρος τροφής. Οι διαφορές στην κατανάλωση ολικού λίπους είναι στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p < 0,001$ ) με τις γαρίδες να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ) οι οποίες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

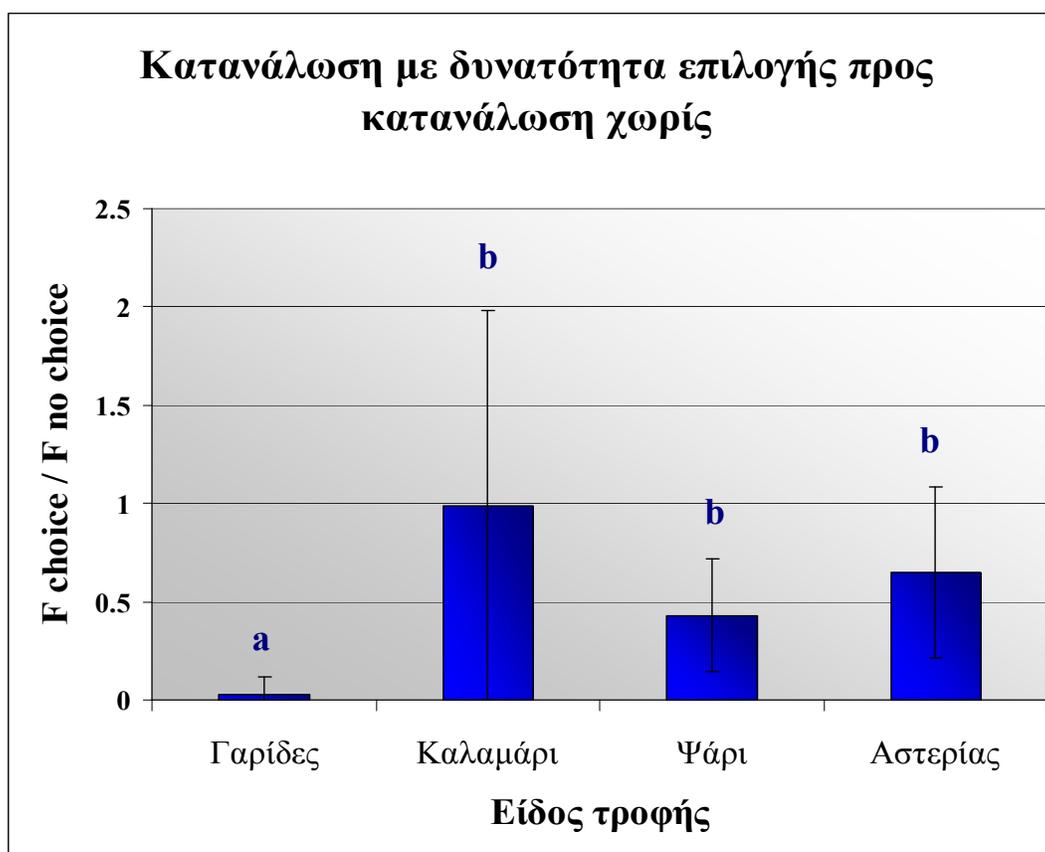
Η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε ολικές πρωτεΐνες είναι ο αστερίας ( $1,284 \pm 0,864g$ ) ακολουθούν το καλαμάρι, το ψάρι και οι γαρίδες ( $0,046 \pm 0,139g$ ). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν είναι στατιστικά σημαντικές (Kruskal-Wallis,  $p < 0,001$ ) με τις γαρίδες να διαφέρουν από όλες τις υπόλοιπες τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). Η μόνη τροφή με υπολογίσιμη κατανάλωση σε υδατάνθρακες είναι ο αστερίας με  $0,61 \pm 0,41g$ .

### 3.7.2 Εκδήλωση προτίμησης

Για την μελέτη της διατροφικής προτίμησης του *Charonia tritonis variegata* πραγματοποιήθηκε σύγκριση του ποσοστού της τροφής που κατανάλωσε ένα άτομο όταν όλες οι τροφές προσφέρθηκαν ταυτόχρονα προς την ποσότητα τροφής που κατανάλωσε όταν



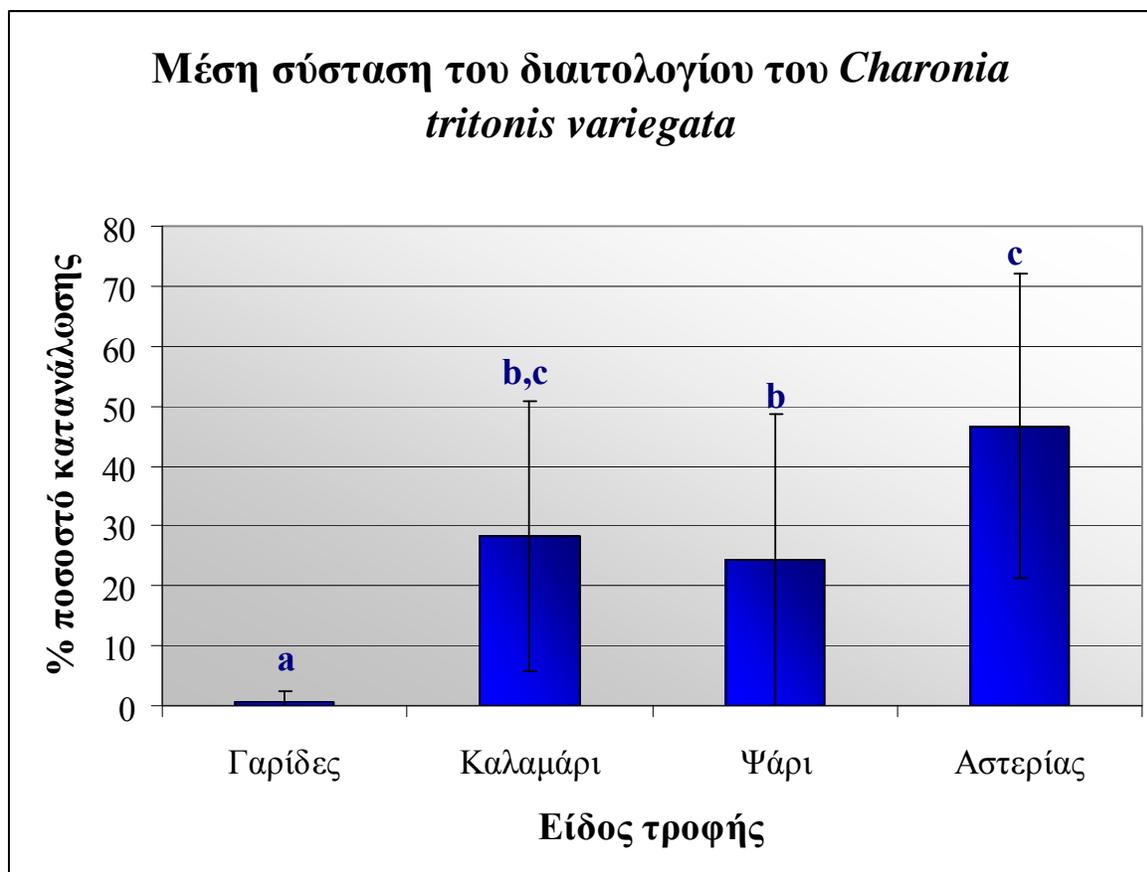
αυτή προσφέρθηκε μόνη της ( $F_{choice}/F_{no\ choice}$ ). Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζει το καλαμάρι με  $0,99 \pm 0,98$  και ακολουθούν ο αστερίας με  $0,65 \pm 0,44$ , το ψάρι με  $0,43 \pm 0,29$  και οι γαρίδες με  $0,029 \pm 0,086$  (Εικ. 24). Ο μη παραμετρικός έλεγχος των Kruskal-Wallis ο οποίος έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τροφών. Οι γαρίδες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλες τις τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ) ενώ δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των υπολοίπων τροφών.



Εικ. 24: Απεικονίζεται μέσω ποσοστό κατανάλωσης τροφής όταν όλες οι τροφές παρέχονται ταυτόχρονα προς την κατανάλωση τροφής όταν αυτή χορηγείται μόνη της ( $F_{choice}/F_{no\ choice}$ ) ανά είδος τροφής. Οι T-μπαρες αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση. Οι μπαρες που φέρουν διαφορετικό γραμματικό δείκτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Το διαιτολόγιο του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata*, όταν αυτό αφήνεται ελεύθερο να διαλέξει την τροφή του μεταξύ των τεσσάρων τροφών που εξετάστηκαν, αποτελείται από  $46,66 \pm 25,36\%$  αστερία,  $28,25 \pm 22,57\%$  καλαμάρι,  $24,39 \pm 24,39\%$  ψάρι και μόλις  $0,696 \pm 1,87\%$  γαρίδα (Εικ. 25). Παρατηρούμε ότι ο αστερίας απαντά σε αρκετά μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με το καλαμάρι και το ψάρι στο διαιτολόγιο των

ατόμων, και ότι οι γαρίδες είναι σχεδόν απύσες. Ο μη παραμετρικός έλεγχος των Kruskal-Wallis έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τροφών. Οι γαρίδες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλες τις τροφές (Tukey's test,  $p < 0.05$ ) και το ψάρι διαφέρει με τον αστερία (Mann-Witney test,  $p < 0,01$ ). Όλες οι υπόλοιπες διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Εικ. 46: Μέση σύσταση σε ποσοστό % του διαιτολογίου του *Charonia tritonis variegata* ανά είδος τροφής όταν αυτές χορηγούνται ταυτόχρονα. Οι T-μπάρες αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση. Οι μπάρες που φέρουν διαφορετικό γραμματικό δείκτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Βλέπουμε λοιπόν ότι ο αστερίας κατέχει το υψηλότερο ποσοστό στη σύσταση του διαιτολογίου των ατόμων, φτάνοντας το 46,6% δηλώνοντας μια σαφή προτίμηση. Παρατηρείται όμως ότι καταναλώνεται σε μικρότερη ποσότητα από αυτή που θα μπορούσε να καταναλωθεί. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει με το καλαμάρι, που αν και αποτελεί το  $28,25 \pm 22,57\%$  του διαιτολογίου των ατόμων, καταναλώνεται σε ποσότητες ίδιες με αυτές

που είναι ικανό να καταναλώσει. Η περίπτωση της γαρίδας είναι ξεκάθαρη περίπτωση μη προτίμησης, αφού εκτός από το πολύ χαμηλό ποσοστό που καταλαμβάνουν στο διαιτολόγιο του ζώου (μόλις  $0,696 \pm 1,87\%$ ), οι ποσότητες που είναι δυνατόν να καταναλωθούν είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που καταναλώθηκαν.

## **4. Συζήτηση**

Η δυνατότητα κατανόησης και ελέγχου του κύκλου ζωής των τριτώνων και των σταδίων της αναπαραγωγής, της εμβρυϊκής και νυμφικής ανάπτυξης, της μεταμόρφωσης και της ανάπτυξης των νεαρών και ενήλικων ατόμων, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη λύση διάφορων διαχειριστικών προβλημάτων και βοηθάει στην διατήρηση της βιοποικιλότητας. Τέτοιου είδους προβλήματα αποτελούν οι εξάρσεις του πληθυσμού του καραλλιοφάγου αστερία *Acanthaster planci* που έχει προκαλέσει τεράστιες καταστροφές στο Great Barrier Reef, στις Ανατολικές ακτές της Αυστραλίας (Endean, 1977) και η προστασία των οστρακοκαλλιιεργειών από αυτούς (Kang και Kim, 2004).

Απαραίτητος παράγοντας για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η γνώση των διατροφικών προτιμήσεων και της συμπεριφοράς του θαλάσσιου γαστερόποδου *Charonia tritonis variegata* (Lamarck, 1816). Η διατροφή αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει όλες τις φυσιολογικές διεργασίες της ζωής ενός ζώου σε όλα τα στάδια, και συνδέεται και με την ευημερία των ζώων σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Για αυτό και αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

#### **4.1 Συμπεριφορά αναζήτησης και κατανάλωσης τροφής**

Η συμπεριφορά αναζήτησης και προσέγγισης της τροφής περιλαμβάνει την κίνηση του ζώου προς την τροφή της επιλογής του και τη χρήση των κεραιών του ως μέσον προσανατολισμού (Percharde, 1972; παρούσα μελέτη). Είναι άλλωστε γνωστό ότι η τροφή στο φυσικό περιβάλλον εντοπίζεται από όλα τα γαστερόποδα χάρις στις κεραίες τους (Bovbjerg, 1968; Audesirk, 1975, Bicker *et al.*, 1982; Ungless, 2001). Στην *Aplysia* και το *Charonia tritonis variegata* στις κινήσεις προσέγγισης της τροφής περιλαμβάνεται η ανύψωση και ο κυματισμός του κεφαλιού (Kupfermann, 1974; Teyke *et al.*, 1990a,b; παρούσα μελέτη). Στο γένος *Helix*, οι πρόσθιες χημειοαισθητήριες κεραίες ανιχνεύουν και προσανατολίζονται στην κατεύθυνση που είναι η τροφή πριν ακόμη τα άτομα ξεκινήσουν να κινούνται προς αυτήν (Peschel *et al.*, 1996).

Η επαφή με την τροφή γίνεται αισθητή χάρις σε μηχανικούς και χημικούς αισθητήρες (Bicker *et al.*, 1982; Rosen *et al.* 1982) και ενεργοποιείται η επόμενη φάση του ταΐσματος, η κατανάλωση της τροφής. Στα σαρκοφάγα, μπορεί να υπάρχει μια επιπλέον, ξεχωριστή φάση σύλληψης της λείας πριν από την κατανάλωσή της.

Οι κινήσεις που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την σύλληψη της λείας στα σαρκοφάγα γαστερόποδα εμφανίζουν πολύ μεγάλη εξειδίκευση. Για παράδειγμα, η σύλληψη της λείας στα *Pleurobranchaea* πραγματοποιείται με την προέκταση της προβοσκίδας (Davis και Mprintsos, 1971). Το ίδιο πρότυπο θήρευσης ακολουθεί και το *Charonia tritonis variegata* (Percharde, 1972; Παρούσα μελέτη). Επιπλέον ο Percharde (1972) αναφέρει ότι το υπό μελέτη είδος εκκρίνει μέσω της προβοσκίδας του ισχυρά όξινο σάλιο μέσα στο θήραμα το οποίο προκαλεί την ακαριαία παράλυσή του, και ακολουθεί ο εναγκαλιασμός του ακινητοποιημένου θηράματος με τη χρήση του πόδα. Παρόμοιος εναγκαλιασμός της τροφής παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη. Διαφορετική στρατηγική θήρευσης εμφανίζεται στα άτομα που ανήκουν στο γένος *Navana* τα οποία καταδιώκουν τη λεία τους (άλλα γαστερόποδα) ακολουθώντας τα ίχνη βλέννας που αφήνουν πίσω τους όταν κινούνται (Paine, 1963). Στη συνέχεια, καταπίνουν τη λεία τους με τη βοήθεια ενός ασυνήθιστα εκτατού φάρυγγα, ο οποίος δεν φέρει ξύστρο (Susswein *et al.*, 1984). Τα άτομα του γένους *Clione* χρησιμοποιούν τους ειδικούς στοματικούς κώνους που περιβάλλουν στο στόμα τους, και οι οποίοι φέρουν γάντζους που συλλαμβάνουν τη λεία πριν καταναλωθεί (Hermans και Satterlie, 1992; Norekian 1995).

#### 4.2 Βαθμός αποδοχής τροφών

Σκοπός της πρώτης σειράς πειραμάτων είναι η διερεύνηση του βαθμού αποδοχής (acceptability) κάποιων τροφών από το θαλάσσιο γαστερόποδο *Charonia tritonis variegata* (Lamarck, 1816). Το ενδιαφέρον μας εστιάστηκε στις εύκολα διαθέσιμες στο εμπόριο τροφές, όπως είναι το ψάρι (*Boops boops*), το καλαμάρι (*Nototodarus sloanii*), οι γαρίδες (*Parapenaeus longirostris*) και τα μύδια (*Mytilus edulis*), ενώ χρησιμοποιήθηκε και ένα μείγμα αστεριών (*Astropecten aranciacus* & *Luidia sarcii* 1:1), τροφή που ως γνωστό το συγκεκριμένο υποείδος καταναλώνει στη φύση (Percharde, 1972; Russo *et al.*, 1990).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υπό μελέτη υποείδος είναι ικανό να καταναλώσει όλες τις τροφές που του χορηγήθηκαν. Η αυξημένη επιλεξιμότητα έναντι του αστερία ήταν αναμενόμενη, καθώς ήταν ήδη γνωστό ότι μαζί με άλλα εχινόδερμα αποτελούν τη βασική διατροφή του υποείδους στην φύση (Percharde, 1972; Russo *et al.*, 1990, Kang and Kim, 2004). Αν και η δυνατότητα να καταναλώνουν ψάρια είναι γνωστή από το 2006, όταν οι

Doxa *et al.* παρατήρησαν άτομα του παρόντος πειραματικού πληθυσμού να καταναλώνουν για πρώτη φορά ψάρι (*Pagrus pagrus*), δεν υπάρχουν ανάλογες αναφορές για την κατανάλωση των υπόλοιπων τριών τροφών. Υπάρχουν μόνο κάποιες ασαφείς αναφορές από τους Russo *et al.* (1990) οι οποίοι μιλούν για πιθανή πτωματοφαγία, μιας και έχουν βρεθεί κάποια άτομα πάνω σε υπολείμματα από ψάρια, και σε ενυδρεία έχουν ταϊστεί με υπολείμματα από ψάρι, καρκινοειδή και μαλάκια., χωρίς να αναφέρονται περαιτέρω λεπτομέρειες. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη που αναφέρεται στον βαθμό αποδοχής τροφών που τα ζώα δεν δύνανται να κυνηγήσουν στη φύση, όπως το καλαμάρι το ψάρι και οι γαρίδες που υποδηλώνουν ένα είδος διατροφικής προσαρμογής σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Μπορεί τα ζώα να είναι όντως περιστασιακά πτωματοφάγα στην φύση, αλλά το πρότυπο που επικρατεί είναι αυτό της ενεργητικής θήρευσης (Russo *et al.*, 1990). Η γνώση του φάσματος των τροφών που μπορεί να καταναλώνει ένα ζώο είναι πολύ σημαντική για την διατήρησή του σε συνθήκες αιχμαλωσίας, καθώς η χορήγηση ποικιλίας τροφών και συνεπώς η δυνατότητα εκδήλωσης της προτίμησης του ζώου σχετίζεται άμεσα με την ευημερία του ζώου (Swaisgood, 2007).

#### 4.3 *Ad libidum* κατανάλωση τροφής

Αφού έγινε γνωστός ο βαθμός αποδοχής των τροφών που ελέγχθηκαν, σκοπός της δεύτερης σειράς πειραμάτων ήταν η μελέτη της *ad libidum* κατανάλωσης των τροφών με την μεγαλύτερη επιλεξιμότητα από το *C. tritonis variegata*. Η τροφή με την μεγαλύτερη κατανάλωση σε υγρό και ξηρό βάρος ήταν ο αστερίας, ενώ ακολούθησαν το ψάρι, οι γαρίδες και το καλαμάρι.

Μέχρι σήμερα αναφορές που σχετίζονται με τη μελέτη του ρυθμού ημερήσιας κατανάλωσης τροφής του υπό μελέτη οργανισμού είναι ελάχιστες και στηρίζονται σε πολύ μικρό αριθμό ατόμων. Συγκεκριμένα, οι αναφορές που υπάρχουν, αφορούν στην παρατήρηση 2 ατόμων του είδους *C. tritonis tritonis*, 25 και 31cm, που κατανάλωσαν 1 άτομο *Acanthaster planci*, 14 άτομα *Nardoa pauciforis* και 1 άτομο *Linckia laevigata* σε περίοδο 7 εβδομάδων (περίπου 10 μικροί αστερίες το μήνα), και 9 άτομα *A. planci*, 8 άτομα *Culcita novaeguineae* και 1 άτομο *L. laevigata* σε περίοδο 6 μηνών αντίστοιχα (περίπου 3 μεγάλοι αστερίες το μήνα) (Birkeland και Lucas, 1990). Οι Kang και Kim, μελετώντας την

θήρευση μαλακίων του γένους *Charonia*, αναφέρουν ότι άτομα μέσου βάρους 751g είναι ικανά να καταναλώσουν σε διάστημα 30 ημερών 319g από τον αστερία *Asterina pectinifera* και 334g από τον αστερία *Asterias amurensis*. Η ποσότητα που καταναλώνουν τα ίδια άτομα σε ολοθούρια του είδους *Stichopus japonicus* ανέρχεται σε 139g, σε αχινό του είδους *Hemicentrotus pulcherrimus* μόλις 18g και σε αχινό του είδους *Anthocidaris crassipina* 63g σε περίοδο 30 ημερών. Ο ρυθμός κατανάλωσης που εμφανίζουν τα άτομα που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη φαίνεται να είναι αυξημένος σε σχέση με αυτόν που αναφέρουν οι Kang και Kim, αλλά άμεση σύγκριση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια είδη αστερία, δεν είναι γνωστό το είδος που μελέτησαν (*Charonia* sp.) και τέλος δεν γίνονται γνωστές οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν. Και στις δύο μελέτες όμως υφίσταται μια εμφανώς αυξημένη κατανάλωση αστεριών, είτε μεταξύ ζωντανών ατόμων που δύναται να θηρεύσει και στο φυσικό περιβάλλον (αχινοί, ολοθούρια), είτε μεταξύ των τροφών που του παρέχονται νεκρά σε συνθήκες αιχμαλωσίας (ψάρι, γαρίδες, καλαμάρι).

#### 4.4 Ικανότητα πέψης

Μέχρι στιγμής, δεν έχουν υποπέσει στην αντίληψή μας αναφορές για την πέψη και την ικανότητα απορρόφησης στα γαστερόποδα του γένους *Charonia* πόσο μάλλον για παράγοντες που μπορεί να την επηρεάζουν. Η ικανότητα απορρόφησης σε ξηρό βάρος στο *C. tritonis variegata* κυμαίνεται μεταξύ 49% για τον αστερία και 95% για το καλαμάρι. Το ψάρι και οι γαρίδες παρουσιάζουν απορρόφηση που προσεγγίζει το 90% της καταναλωθείσας τροφής. Τα αρκετά υψηλά ποσοστά που εμφανίζουν τα ζώα που καταναλώνουν ψάρι, καλαμάρι και γαρίδες αποτελούν μεγάλο πλεονέκτημα για την αντιμετώπιση μη προβλέψιμης παροχής τροφής. Το παρατηρούμενο ποσοστό απορρόφησης αστερία αγγίζει τα κατώτερα όρια που έχουν καταγραφεί για άλλα σαρκοφάγα γαστερόποδα (52 έως 95%), ενώ η απορρόφηση στις υπόλοιπες τρεις τροφές είναι μέσα στα ανώτατα όρια (Bayne και Newell, 1983). Η διαφορά στην ικανότητα πέψης και απορρόφησης μεταξύ των τροφών μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική βιοχημική σύσταση. Παρατηρούμε ότι ενώ η απορρόφηση σε λίπη και πρωτεΐνες δεν διαφέρει μεταξύ των τεσσάρων τροφών, υπάρχει



μεγάλη διαφορά στην απορρόφηση τέφρας. Δεδομένου ότι ο αστερίας περιέχει περίπου 14, 16 και 29 φορές περισσότερη τέφρα από τις γαρίδες, το καλαμάρι και το ψάρι αντίστοιχα.

Η ικανότητα απορρόφησης στα γαστερόποδα μπορεί να εμφανίζει μεγάλη διακύμανση, επηρεαζόμενη άμεσα από την ποιότητα, παρά από την ποσότητα της τροφής, καθώς και από την περίοδο νηστείας και τον βαθμό παρασιτισμού (Calow, 1975). Ένας παράγοντας που από την παρούσα μελέτη φαίνεται ότι επηρεάζει την ικανότητα απορρόφησης στο *C. tritonis variegata* είναι το είδος της καταναλωθείσας τροφής. Η διαφορά στην ικανότητα πέψης και απορρόφησης των διαφόρων τύπων τροφών μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική βιοχημική τους σύσταση.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα απορρόφησης είναι η θερμοκρασία και η αλατότητα (Stickle *et al.*, 1985) Έτσι, στο *Thais lapillus* η ικανότητα απορρόφησης από 42% που εμφάνιζε στους 15 °C και σε 35‰ αλατότητα μειώθηκε σε 2% σε θερμοκρασία 20 °C και 17,5‰ αλατότητα. Τα αρκετά αυξημένα ποσοστά απορρόφησης θα μπορούσαν να εξηγηθούν από τη μεγάλη χρονική διάρκεια, αφού χρειάζονται 6 με 8 ημέρες για την ολοκλήρωση της πέψης. Σε αντίστοιχο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Stenton-Dozey και Brown (1988) που βρήκαν ότι το ποσοστό απορρόφησης σε άτομα του είδους *Bullia digitalis* όταν αυτά κατανάλωναν μύδια ανερχόταν σε 88%, και η διάρκεια πέψης κυμαίνονταν μεταξύ 7 και 10 ημερών.

Τα αποτελέσματα της ικανότητας απορρόφησης που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία συγκρίθηκαν και συζητούνται με αποτελέσματα αντίστοιχων εργασιών από δεδομένα που συλλέχθηκαν ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία. Ίσως όμως αποτελούν μια ελαφρώς υπερεκτιμημένη προσέγγιση καθώς ενδέχεται να υπήρχαν κάποιες μικρές απώλειες στον υπολογισμό των ουσιών που δεν κατακρατήθηκαν.

#### **4.5 Διατροφική προτίμηση**

Στόχος της τέταρτης σειράς πειραμάτων ήταν η διερεύνηση της διατροφικής προτίμησης του *Charonia tritonis variegata* μεταξύ των τεσσάρων τροφών με το μεγαλύτερο βαθμό αποδοχής. Σύμφωνα με τον ορισμό των Singer (2000) και των Underwood *et al* (2004), η ύπαρξη μιας προτίμησης προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων ενεργητικών συμπεριφορικών επιλογών (Singer, 2000) έναντι κάποιων τροφών, των οποίων η

κατανάλωση όταν αυτές χορηγούνται μόνες τους διαφέρει από την κατανάλωση όταν αυτές χορηγούνται μαζί (Underwood et al., 2004; Underwood and Clarke, 2005; Jackson and Underwood, 2006). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι ενώ η τροφή με το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης όταν αυτή χορηγείται ταυτόχρονα με τις άλλες προς την κατανάλωση όταν χορηγείται μόνη της (καλαμάρι) δεν συνέπιπτε με την τροφή που καταλάμβανε το μεγαλύτερο ποσοστό στο διαιτολόγιο του ζώου (αστερίας). Η προτίμηση του υπό μελέτη οργανισμού για αστερία είναι εμφανής, όπως και η επιλογή του να μην καταναλώνει αποκλειστικά αστερίες, αλλά να συμπληρώσει το διαιτολόγιό του με καλαμάρι και ψάρι. Έτσι, στην παρούσα περίπτωση, η προτίμηση ορίστηκε ως το αποτέλεσμα ενεργής συμπεριφορικής επιλογής, η οποία οδηγεί στην κατανάλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων από την προτιμώμενη τροφή. Η αναλογία της τροφής που καταναλώθηκε όταν χορηγήθηκε ταυτόχρονα με άλλες προς αυτήν που καταναλώθηκε όταν προσφέρθηκε μόνη της χρησιμοποιήθηκε σαν δείκτης για την τάση των ατόμων για ένα σύνθετο διαιτολόγιο.

Η επιλογή τροφής στην φύση γίνεται σπάνια βάση της αφθονίας της, αλλά είναι αποτέλεσμα εκδήλωσης προτίμησης. Τα πειράματα που έχουν σκοπό να καθορίσουν αυτές τις προτιμήσεις είναι πολλά (π.χ. Paine, 1969; Carefoot, 1973; Fairweather και Underwood, 1983; Steinberg, 1985; Wheelwright, 1988; Murray και Dickman, 1994, Enderlein *et al.*, 2003; Palacios και Ferraro, 2003; Floeter και Temming, 2005). Η κατανάλωση διαφορετικών θηραμάτων μπορεί να έχει διαφορετικές συνέπειες στο ρυθμό αύξησης, την επιβίωση ή την αναπαραγωγική επιτυχία των θηρευτών και έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η χρήση συγκεκριμένων τύπων θηραμάτων προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα επιλογής (π.χ. Micheli, 1995). Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρούμε ότι η τροφή με την μεγαλύτερη προτίμηση είναι οι αστερίες, οι οποίοι αποτελούν μέρος της φυσικής διατροφής του *C. tritonis variegata* οπότε είναι αναμενόμενη η εκδήλωση μιας τέτοιας προτίμησης. Αυτή προτίμηση μπορεί να αποτελεί προϊόν παλαιότερης φυσικής ή ακόμη και γονιδιακής μνήμης. Η προτίμηση των ατόμων του γένους *Charonia* στο φυσικό περιβάλλον για αστερίες αναφέρεται από τον Percharde (1972) και σε συνθήκες αιχμαλωσίας από τους Kang και Kim (2004). Το καλαμάρι, η δεύτερη σε προτίμηση τροφή, εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό απορρόφησης κατά την πέψη οπότε δίνει πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την αντιμετώπιση μη προβλέψιμης παροχής τροφής.

Παρατηρήθηκε επίσης, ότι ενώ οι γαρίδες απολάμβαναν μεγάλο ποσοστό επιλεξιμότητας στην πρώτη σειρά πειραμάτων στα πειράματα προτίμησης φάνηκε ότι ήταν η τροφή με την μικρότερη, ίσως και μηδενική προτίμηση. Θα μπορούσε κανείς να αμφισβητήσει τον πειραματικό σχεδιασμό και να επικαλεστεί το γεγονός ότι δεν αφήνονταν τα άτομα να καταναλώσουν εξ ολοκλήρου την τροφή της επιλογής τους. Όμως, είναι αναμφισβήτητο ότι κάθε ζώο αφέθηκε να δοκιμάσει την τροφή της επιλογής του, και υπήρξαν περιπτώσεις όπου, το ζώο, αφού δοκίμαζε μια τροφή που προφανώς δεν ικανοποιούσε τις γευστικές του προσδοκίες άλλαζε κατεύθυνση ψάχνοντας για άλλη. Άλλωστε για να μην υπάρχει αμφιβολία ότι τα άτομα ήταν ικανά να καταναλώσουν γαρίδες, καλαμάρι και μύδια, τροφές που αν και προσφέρθηκαν δεν είχαν καταναλωθεί στο παρελθόν, τα αφήσαμε να καταναλώσουν την τροφή στην πρώτη τους επαφή μαζί της. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα άτομα που κατανάλωσαν γαρίδες και καλαμάρι επέλεξαν και δεύτερη φορά την ίδια τροφή. Μια πιθανή εξήγηση για το ποσοστό επιλεξιμότητας της γαρίδας θα μπορούσε να είναι η «περιέργεια» του ζώου για μια νέα τροφή. Τέλος, διαπιστώθηκε (ενότητα 3.4) ότι τα άτομα στα οποία χορηγήθηκαν μόνο γαρίδες σαν τροφή κατανάλωσαν ποσότητα που πλησίαζε τις αντίστοιχες του ψαριού και του καλαμαριού.

## **5. Συμπεράσματα**

### 5.1. Συμπεριφορά αναζήτησης και κατανάλωσης τροφής

Τα αισθητήρια όργανα που φαίνεται να είναι υπεύθυνα για τον προσανατολισμό και την κίνηση προς μια τροφή είναι οι κεραίες, οι οποίες φέρουν χημοϋποδοχείς. Τα ζώα κατά τη διάρκεια της αναζήτησης της τροφής λικνίζουν τις κεραίες τους δεξιά και αριστερά, κίνηση που πολλές φορές συνοδεύεται και από κινήσεις της κεφαλής. Λίγο πριν προσεγγίσουν την τροφή, την οποία έχουν ήδη ανιχνεύσει με τις κεραίες τους, τα άτομα του είδους *Charonia tritonis* εκτείνουν την προβοσκίδα τους, η οποία είναι η πρώτη δομή που έρχεται σε επαφή με την τροφή. Κατόπιν, αφού αποδειχτεί ικανοποιητικό το αποτέλεσμα της δοκιμής της τροφής, τα άτομα αγκαλιάζουν την τροφή με τον πόδα τους και ξεκινούν την κατανάλωσή της.

### 5.2. Βαθμός αποδοχής τροφής

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το θαλάσσιο γαστερόποδο *Charonia tritonis variegata* είναι ικανό να καταναλώσει όλες τις τροφές που του χορηγήθηκαν, οι οποίες ήταν ένα μείγμα αστεριών (*Astropecten aranciacus* & *Luidia sarcii* 1:1), ψάρι (*Boops boops*), καλαμάρι (*Nototodarus sloanii*), γαρίδες (*Parapenaeus longirostris*) και μύδια (*Mytilus edulis*). Είναι η πρώτη φορά που παρατηρείται η κατανάλωση καλαμαριού, γαρίδας και μυδιών υπό συνθήκες εκτροφής, ενώ η κατανάλωση ψαριού έγινε γνωστή μόλις το 2006 (Doxa *et al.*, 2006).

Οι τροφές με την μεγαλύτερη επιλεξιμότητα ήταν ο αστερίας και οι γαρίδες με 28,23% και 26,87% αντίστοιχα, ακολουθούν το ψάρι με 20,748% και το καλαμάρι με 15,99% και τέλος η τροφή με την μικρότερη επιλεξιμότητα να είναι τα μύδια 8,16%. Οι διαφορές μεταξύ των τεσσάρων πρώτων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ο μικρός βαθμός αποδοχής ήταν αυτός που τις εξείρασε από τις υπόλοιπες τρεις ενότητες.

### 5.3 *Ad libidum* κατανάλωση τροφής

Η μελέτη της *ad libidum* κατανάλωσης τροφής από τους τρίτωνες έδειξε ότι η τροφή με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση σε καθαρό υγρό και ξηρό βάρος είναι ο αστερίας

(24,03g υγρού και 14,25g ξηρού βάρους). Ακολουθούν το ψάρι (με μέση ημερήσια κατανάλωση 11,36g υγρού και 3,27g ξηρού βάρους), οι γαρίδες (9,52g υγρού και 2,29g ξηρού βάρους) και το καλαμάρι (7,36g υγρού και 1,58g ξηρού βάρους). Ο αστερίας έρχεται πρώτος και στο ποσοστό (%) της καταναλωθείσας τροφής επί του σωματικού βάρους των ατόμων (5,2%) και ακολουθούν οι γαρίδες, το καλαμάρι και το ψάρι με 1,96%, 1,88% και 1,87% αντίστοιχα.

Επειδή όμως το ψάρι παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό ολικού λίπους (1,9%) και πρωτεϊνών (21,26%), τα άτομα που του κατανάλωσαν παρά το γεγονός ότι έφαγαν μικρότερη ποσότητα τροφής, πήραν συνολικά μεγαλύτερη ποσότητα λιπών (0,242g) και πρωτεϊνών (2,7g) σε ημερήσια βάση. Δεύτερη σε κατανάλωση ολικών λιπών και πρωτεϊνών τροφή είναι ο αστερίας, που ενώ καταναλώνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες (24,03g ημερησίως) περιέχει μόλις 0,1976g ολικά λίπη και 2,1485g ολικές πρωτεΐνες. Ακολουθούν οι γαρίδες με μέση ημερήσια κατανάλωση ολικών λιπών και πρωτεϊνών 0,155g και 1.84g αντίστοιχα και το καλαμάρι με 0,08g λιπών και 1,41g πρωτεϊνών.

#### **5.4 Ικανότητα πέψης**

Η τροφή με την μεγαλύτερη απορρόφηση σε ξηρό βάρος φαίνεται να είναι το καλαμάρι με 95%, ακολουθούν οι γαρίδες, το ψάρι (92 και 88% αντίστοιχα) και ο αστερίας (49%). Σε επίπεδο όμως συστατικών με διατροφική αξία, όπως οι πρωτεΐνες και τα λίπη, η ικανότητα απορρόφησης δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά. Οι διαφορές στην απορρόφηση θα μπορούσαν να εξηγηθούν βάση της βιοχημικής σύστασης των τροφών και των περιττωμάτων τους. Ο αστερίας είναι μια τροφή με πολύ μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας αποβάλλεται στα περιττώματα, γεγονός που οδηγεί στην ελάττωση της συνολικής απορρόφησης. Αντίθετα, το καλαμάρι, οι γαρίδες και το ψάρι είναι τροφές με πολύ μικρή περιεκτικότητα τέφρας και μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας, αλλά απορροφούν αρκετά μεγάλο ποσοστό της ποσότητας που καταναλώνουν.

## 5.5 Προτίμηση τροφής

Όταν τα άτομα του υποείδους *Charonia tritonis variegata* αφέθηκαν να καταναλώσουν την τροφή της επιλογής τους, στην ποσότητα που εκείνα επέλεξαν, παρουσία και των τεσσάρων τροφών, αυτά κατανάλωσαν μεγαλύτερη ποσότητα αστερία (15,54g υγρού βάρους), σε σχέση με το καλαμάρι (7,71g υγρού βάρους) και το ψάρι (4,87g υγρού βάρους), ενώ οι γαρίδες καταναλώθηκαν ελάχιστα (0,273g υγρού βάρους). Όμως, λόγω της διαφορετικής σύστασης των τροφών, η ποσότητα των ολικών λιπών και πρωτεϊνών που πήραν από τον αστερία, το ψάρι και το καλαμάρι δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά (περίπου 0,09 g ολικών λιπών και 1,1g ολικών πρωτεϊνών ημερησίως).

Παρατηρήθηκε ότι ο αστερίας κατέχει το υψηλότερο ποσοστό στη σύσταση του διαιτολογίου των ατόμων, φτάνοντας το 46,6% δηλώνοντας μια σαφή προτίμηση. Παρατηρείται όμως ότι καταναλώνεται σε μικρότερη ποσότητα από αυτή που θα μπορούσε να καταναλωθεί. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει με το καλαμάρι, που αν και αποτελεί το 28,25 % του διαιτολογίου των ατόμων, καταναλώνεται σε ποσότητες ίδιες με αυτές που είναι ικανό να καταναλώσει. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ενώ η τροφή με την μεγαλύτερη προτίμηση είναι ο αστερίας, τα άτομα του υποείδους *Charonia tritonis variegata* προτιμάει να εμπλουτίζει το διαιτολόγιό του και με άλλες τροφές, όπως το καλαμάρι και το ψάρι. Η τροφή με την σαφέστατα μικρότερη προτίμηση ήταν οι γαρίδες.

## 5.6. Μελλοντικοί στόχοι

Στους μελλοντικούς μας στόχους εντάσσεται η περαιτέρω διερεύνηση του εύρους των τροφών που δύναται να καταναλώσει το *Charonia tritonis variegata* - μιας και η συγκεκριμένη μελέτη εστιάστηκε μόνο σε έξι είδη- καθώς και η επίδραση αβιοτικών παραγόντων (θερμοκρασία, αλατότητα κ.α.) στην κατανάλωση τροφής. Πρόκληση για εμάς αποτελεί η ακριβής εκτίμηση και η περαιτέρω μελέτη της ικανότητας πέψης των ατόμων, χρησιμοποιώντας νέες μεθοδολογίες με στόχο την εμβάθυνση σε θέματα που αφορούν τη θερμοδυναμική της ζωής και τον μεταβολισμό των ατόμων.

## **6. Βιβλιογραφία**



- Audesirk, T. E., Alexander, J. E., Audesirk, G. J. and Moyer, C. M., 1982. Rapid, nonaversive conditioning in a freshwater gastropod. I. Effects of age and motivation. *Behav. Neural Biology* 36, 379–390.
- Balon, E.K., 1995. Origin and domestication of the wild carp *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture* 129, 3– 48.
- Bayne, B.L. & Newell, R. C., 1983. Physiological energetics of marine molluscs. In, *The Mollusca*, Vol. 4, Physiology (Part I), edited by A. S.M. Saleuddin & K.M. Wilbur, Academic Press, New York, New York, pp. 407-523.
- Beu A.G., 1970. The Mollusca of the Genus *Charonia* (Family Cymatiidae). *Transactions of the Royal Society of New Zealand, Biological sciences*, 11, 205-223
- Bicker, G., Davis, W. J., Matera, E. M., Kovac, M. P. and StormoGipson, D. J. (1982). Chemoreception and mechanoreception in the gastropod mollusk *Pleurobranchaea californica*. I. Extracellular analysis of afferent pathways. *Journal of Comparative Physiology A* 149, 221–234.
- Bovbjerg, R. V., 1968. Responses to food in lymnaeid snails. *Physiol. Zool.* 41, 412–424.
- Birkeland C., Lucas J.S. (1990). *Acanthaster planci*: major management problem of coral reefs. CRC Press, Boca Raton LA, 257 p.
- Bordie J., Fabricius, K., De'ath, G., Okaji, K., 2005. Are increased nutrient inputs responsible for more outbreaks of crown-of-thorns starfish? An appraisal of the evidence. *Marine Pollution Bulletin* 51, 266-278
- Brodkordt, K.B., Fernandez, M., Gaymer, F., 2006. Domestication reduces the capacity to escape from predators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 329, 11-19.

- Brown, G., Layton, D.F., 2001. A market solution for preserving biodiversity: the black rhino. In: Shogren, J., Tschirhart, T. (Eds.), *Protecting Endangered Species in the United States: Biological Needs, Political Realities, Economic Choices*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cade, T.J., 1988. Using science and technology to reestablish species lost in nature. In *Biodiversity* (E.O. Wilson, ed.) Washington D.C.: National Academy Press. pp. 279-288.
- Calow, P., 1975. The feeding strategies of two freshwater gastropods, *Ancylus fluviatilis* (Mull.) and *Planorbis contortus* Linn. (Pulmonata), in terms of ingestion rates and absorption efficiencies. *Oecologia* 20, 33-49.
- Carefoot, T.H., 1973. Feeding, food preference, and uptake of food energy by the supralittoral isopod *Ligia pallasii*. *Marine Biology* 18, 228–236.
- Clench W.J., Turner R.D. (1957). The Family Cymatiidae in the western Atlantic. *Johnsonia* 3, 189-244.
- Craig, J.V. 1981. Domestication. In: *Domestic animal behavior: causes and implications for animal care and management* (ed: Craig, J.V.). Prentice- Hall Inc., London. pp. 21-31.
- Clutton-Brock, J. 1992. The process of domestication. *Mammal Review* 22, 79- 85.
- Damania, R., Bulte, E.H., 2007. The economics of wildlife farming and endangered species conservation. *Ecological Economics* 62, 461-472.
- Davis, W. J. and Mpitsos, G. J. (1971). Behavioral choice and habituation in the marine mollusc *Pleurobranchaea californica* MacFarland (Gastropoda, Opisthobranchia). *Z. Vergl. Physiol.* 75, 207–223.

- Diamond, J., 1999. *Guns, Germs and Steel: the Fate of Human Societies*. Norton W.W., New York.
- Diamond, J., 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* 418, 700-707
- Diamond, J.M. and May, R.M., 1988. Conservation biology: a discipline with a time limit. *Nature* 317, 111-2.
- Delamotte, M. και Βαρδάλου-Θεοδώρου Ε., 2001. Κοχύλια από τις ελληνικές θάλασσες. Εκδόσεις Γουλανδρή, Αθήνα.
- Desforges, M.F. and Wood-Gush, D.G.M., 1975. A behavioural comparison of domestic and mallard ducks. Habituation and flight reactions. *Animal Behaviour* 23, 692-697.
- Doxa, C.K., Papadakis, I., Kentouri, M., Divanach, P., 2006. Feeding preference of the Giant Triton *Charonia tritonis variegata* and its contribution to the conservation of the marine environment. AQUA 2006. Linking Tradition and Technology. Highest Quality for the Consumer. WAS and EAS co-organized Annual Conference on Aquaculture.
- Enderlein, P., Moorthi, S., Rohrscheidt, H., and Wahl, M., 2003. Optimal foraging versus shared doom effects: interactive influence of mussel size and epibiosis on predator preference, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 292, 231–242.
- Endean R., 1977. *Acanthaster planci* infestations of reefs of Grate Barrier Reef. In: *Proceedings of the Third International Coral Reef Symposium, Miami, vol.1*, 185-191.
- Fairweather, P.G., and Underwood, A.J., 1983. The apparent diet of predators and biases due to different handling times of their prey, *Oecologia* 56, 169–179.

- Floeter J. and Temming A., 2005. Analysis of prey size preference of North Sea whiting, saithe, and grey gurnard, *ICES Journal of Marine Science* 62, 897–907.
- Galef, B.G. Jr., Clark, M.M., 1971. Social factors in the poison avoidance and feeding behavior of wild and domesticated rat pups. *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 78, 341–357.
- Galef, B.G. Jr., Allen, C., 1995. A new model system for studying behavioural traditions in animals. *Animal Behaviour* 50, 705–717.
- Garling, D.L. and Wilson, R.P., 1976. Optimum Dietary Protein to Energy Ratio for Channel Catfish Fingerlings, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Nutrition* 106, 1368-1375.
- Hale, E.B. 1962. Domestication and the evolution of behaviour. In: *The behaviour of domestic animals* (ed: Hafez, E.S.E.). London, Baillière, Tindall & Cox. pp. 21-53.
- Heinrich, B., 1988. Why do ravens fear their food? *Condor* 90, 950–952
- Hermans, C. O. and Satterlie, R. A. (1992). Fast-strike feeding behavior in a pteropod mollusc, *Clione limacina* Phipps. *Biological Bulletin* 182, 1–7.
- Hosking, R., 1996. *Dictionary of Japanese food*. Tuttle Publishing, pp239.
- Jackson, A.C. and Underwood A.J., 2007. Application of new techniques for the accurate analysis of choice of prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 341, 1-9.
- Jensen, P. 2006. Domestication-from behaviour to genes and back again. *Applied Animal Behaviour Science* 97, 3-15.

- Ivlev, V.A., 1961. *Experimental Ecology of the Feeding of Fishes*, Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Kang K.H. and Kim J.M. (2004). The predation of trumpet shell, *Charonia sp.*, on eight different marine invertebrate species. *Aquaculture Research*, 1-5.
- Kronenberger J.-P. and Medioni J. 1985. Food neophobia in wild and laboratory mice (*Tis musculus domesticus*). *Behavioural Processes* 11, 53-59.
- Kupfermann, I. (1974). Feeding in *Aplysia*: a simple system for the study of motivation. *Behavioural Biology* 10, 1–26.
- Lugo, A.E.,1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In *Biodiversity* (E.O. Wilson, ed.) Washington D.C.: National Academy Press. pp. 58-70.
- Lynch, J.J., Bell, A.K., 1987. The transmission from generation to generation in sheep of the learned behaviour of eating grain supplements. *Aust. Vet. J.* 64, 291–292.
- Mallinson, J.J.C., 1995. Conservation breeding programmes: an important ingredient for species survival. *Biodiversity and Conservation* 4, 617–635.
- Mignon-Grasteau, S., Boissyb, A., Bouixc, J., Faurea, J.M., Fisherd, A.D., Hinche, G.N., Jensenf, P., Neindreb, P., Mormedeg, P., Pruneth, P., Vandeputte, M., Beaumont, C., 2005. Genetics of adaptation and domestication in livestock. *Livestock Production Science* 93, 3-14.
- Mills, J., Chan, S., Ishihara, A., 1995. *The Bear Facts: The East Asian Market for Bear Gall Bladder*. Traffic East Asia, Cambridge.

- McLean, M., 1999. Weavers of Song: Polynesian Music & Dance. Auckland University Press, pp556.
- Micheli, F., 1995. Behavioral plasticity in prey-size selectivity of the blue crab *Callinectes sapidus* feeding on bivalve prey, *Journal Animal Ecology* 64, 63–74.
- Murray, B.R. and Dickman, C.R., 1994. Food preferences and seed selection in 2 species of Australian desert rodents, *Wildlife. Research.* 21, 647–655.
- Norekian, T. P., 1995. Prey capture phase of feeding behavior in the pteropod mollusc *Clione limacina*: neuronal mechanisms. *Journal of Comparative Physiology A* 177, 41–53.
- Paine, R., 1963. Food recognition and predation on opisthobranchs by *Navanax inermis*. *Veliger* 6, 1–8.
- Paine, R.T., 1969. *Pisaster–Tegula* interaction — prey patches, predator food preference, and intertidal community structure, *Ecology* 50, 950–961.
- Paine, R.T., 1980. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. *Journal of Animal Ecology* 49, 667-685.
- Palacios, K.C. and Ferraro, S.P., 2003. Green crab (*Carcinus maenas* Linnaeus) consumption rates on and prey preferences among four bivalve prey species, *Journal of Shellfish Research* 22, 865–871.
- Percharde, P.L., 1972. Observations on the gastropod, *Charonia variegata*, in Trinidad and Tobago. *Nautilus* 85
- Peschel, M., Straub, V. and Teyke, T., 1996. Consequences of food attraction conditioning in *Helix*: a behavioral and electrophysiological study. *Journal of Comparative Physiology A* 178, 317–327.

- Potts D.C., 1981. Crown of thorns starfish: man-induced pest or natural phenomenon? In: Kitching, R.L., Jones, R.E. (Eds.), *The Ecology of Pests*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne, pp. 55-86.
- Price, E.O. 1984. Behavioral aspects of animal domestication. *The Quarterly Review of Biology* 59, 1-32.
- Price, E.O. 1998. Behavioral genetics and the process of animal domestication. In: *Genetics and the behavior of domestic animals* (ed: Grandin, T.). Academic Press. pp. 31-65.
- Price, E.O. 1999. Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 245-271.
- Provenza, F.D., 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48, 2-17.
- Rahbek, C., 1993. Captive breeding- a useful tool in the preservation of biodiversity? *Biodiversity and Conservation* 2, 426-437.
- Rosen, S. C., Weiss, K. R. and Kupfermann, I. (1982). Cross-modality sensory integration in the control of feeding in *Aplysia*. *Behav. Neural Bioogy.* 35, 56-63.
- Russo, G.F., Fasulo, G., Toscano, A., Toscano, F., 1990. On the presence of triton species (*Charonia* spp.) (Mollusca Gastropoda) in the Mediterranean Sea: Ecological considerations. *Bolletino Malacologico* 26, 91-104.
- Schütz, K.E., Forkman, B. and Jensen, P. 2001. Domestication effects on foraging strategy, social behaviour and different fear responses: a comparison between the red junglefowl (*Gallus gallus*) and a modern layer strain. *Applied Animal Behaviour Science* 74, 1-14.

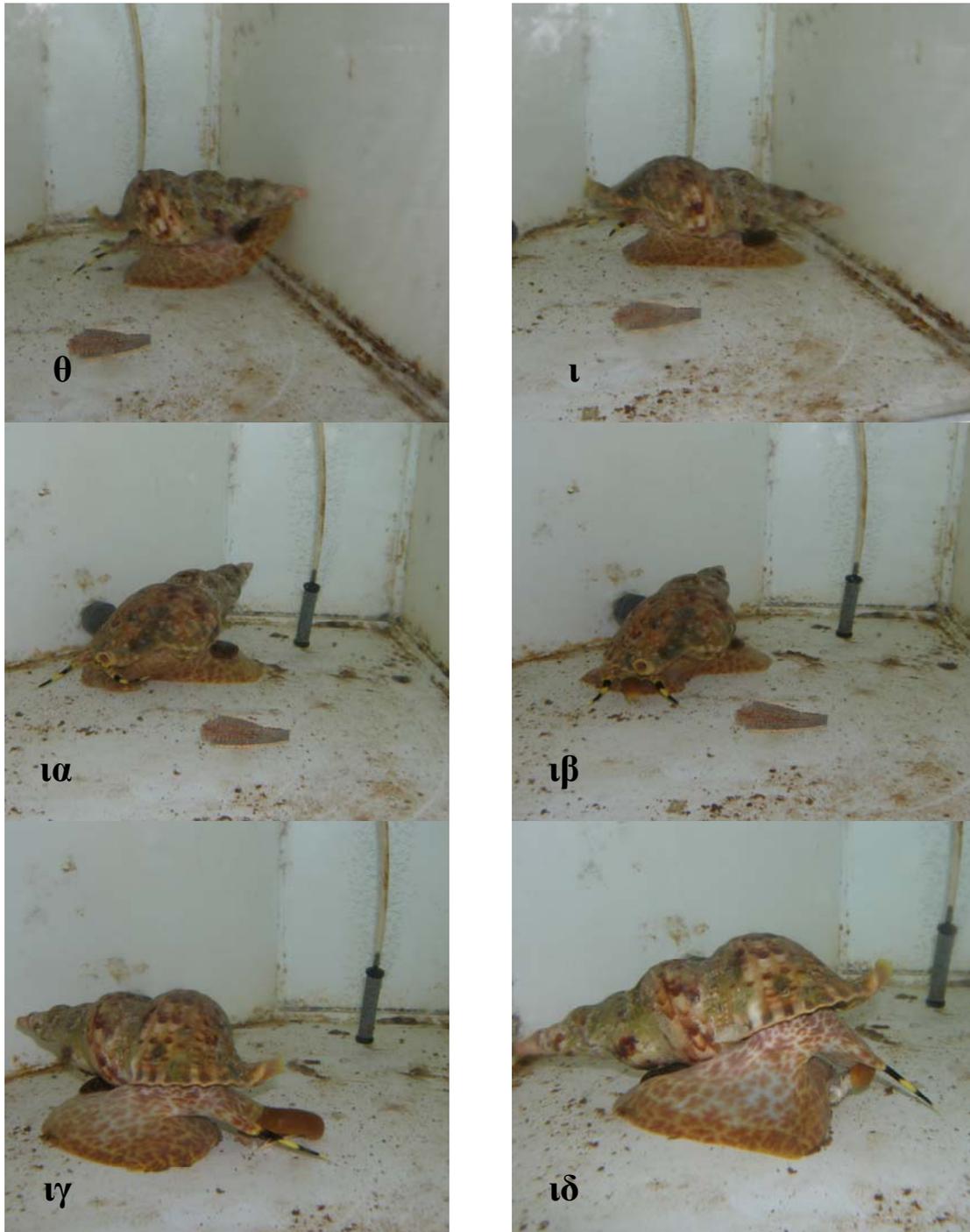
- Schütz, K., Kerje, S., Carlborg, Ö., Jacobsson, L., Andersson, L. and Jensen, P. 2002. QTL analysis of a red junglefowl x White Leghorn intercross reveals trade-off in resource allocation between behavior and production traits. *Behavior Genetics* 32, 423-433.
- Schütz, K.E., Kerje, S., Jacobsson, L., Forkman, B., Carlborg, Ö., Andersson, L. and Jensen, P. 2004. Major growth QTLs in fowl are related to fearful behavior: possible genetic links between fear responses and production traits in a red junglefowl x White Leghorn intercross. *Behavior Genetics* 34, 121-130.
- Shiu, Y.-C., 2003. Occurrence of tetrodotoxin in the causative gastropod *Polinices idyma* and another gastropod *Natica lineata* collected from Western Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 11, 159-163.
- Seidensticker, J., Christie, S., Jackson, P. (Eds.), 1999. *Riding the Tiger*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Singer, M.C., 2000. Reducing ambiguity in describing plant-insect interactions: “preference”, “acceptability” and “electivity”, *Ecological Letters* 3, 159–162.
- Steinberg, P.D., 1985. Feeding preferences of *Tegula funebris* and chemical defenses of marine brown algae, *Ecology Monographs* 55, 333–349.
- Stenton-Dozey, J. M. E., and Brown, A. C., 1988. Feeding, assimilation, and scope for growth in the scavenging sandy-beach neogastropod *Bullia digitalis* (Dillwyn). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 119, 253-268.
- Stickle, W.B., and Bayne, B.L., 1987. Energetics of the muricid gastropod *Thais (Nucella) lapillus* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 107, 263-278.



- Stickle, W.B., Moore, M.N., and Bayne, B.L., 1985. Effects of temperature, salinity and aerial exposure on predation and lysosomal stability of the Dogwhelk *Thais (Nucella) lapillus* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 93, 235-258.
- Susswein, A. J., Achituv, Y., Cappell, M. S., Spray, D. C. and Bennett, M. V. L. (1984). Pharyngeal movements during feeding sequences in *Navanax inermis*: a cinematographic analysis. *Journal of Comparative Physiology A* 155, 209–218.
- Swaisgood, R.R., 2007. Current status and future directions of applied behavioral research for animal welfare and conservation. *Applied Animal Behaviour Science* 102, 139-162.
- Teyke, T., Weiss, K. R. and Kupfermann, I. (1990a). An identified neuron (CPR). evokes neuronal responses reflecting food arousal in *Aplysia*. *Science* 247, 85–87.
- Teyke, T., Weiss, K. R. and Kupfermann, I. (1990b). Appetitive feeding behavior of *Aplysia* – Behavioral and neural analysis of directed head turning. *Journal of Neuroscience* 10, 3922–3934.
- Trut, L.N. 1999. Early canid domestication: the farm-fox experiment. *American Scientist* 87, 160-169.
- Tryon, G.W., 1881. *Manual of Conchology*, vol. 3. Tryon, Philadelphia, pp 310.
- Underwood, A.J. and Clarke, K.R., 2005. Solving some statistical problems in analyses of experiments on choices of food and on associations with habitat, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 318, 227–237.

- Underwood, A.J., and Clarke, K.R., 2006. Response on a proposed method for analyzing experiments on food choice, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335, 151–153
- Underwood, A.J., Chapman, M.G., and T.P. Crowe, 2004. Identifying and understanding ecological preferences for habitat and prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300, 161–187
- Ungless, M.A. (2001). Dissociation of food-finding and tentacle-lowering, following food-attraction conditioning in the snail, *Helix aspersa*. *Behavioural Processes* 53, 97-101
- Vine P.J. (1973). Crown of thorns (*Acanthaster planci*) plagues: the natural causes theory. *Atoll Research Bulletin* 166, 1–10.
- Wang, D.D., 1997. *Fin-de-siecle: Repressed Modernities of Late Qing Fiction, 1849-1911*. Stanford University Press, pp 444.
- WCMC, 1992. *Global Biodiversity Status of the Earth's Living Resources*. World Conservation Monitoring Centre. London: Chapman & Hall.





Εικ. 10: Απεικονίζεται η διαδικασία αναζήτησης και εύρεσης της τροφής σε ένα άτομο *Charonia tritonis variegata*. α) Το άτομο να είναι μέσα στο κέλυφός του σε μια γωνία του ενυδρείου του. β) Το ίδιο άτομο όταν τοποθετηθεί η τροφή, στην προκειμένη περίπτωση ένα πόδι από έναν αστερία *Astropecten aranciacus*, που σημειώνεται με κόκκινο κύκλο. Αρχίζει και προβάλλει η μία από τις δύο κεραίες. γ) Οι δυο κεραίες είναι ευδιάκριτες. δ-ια) Ξεκινάει και εξελίσσεται η διαδικασία αναζήτησης της τροφής, οι κεραίες του ζώου είναι τεντωμένες και λικνίζονται δεξιά και αριστερά ψάχνοντας την σωστή κατεύθυνση. ιβ) Όταν βρίσκεται κοντά στην τροφή, χωρίς να την έχει ακουμπήσει με τις κεραίες του χρησιμοποιεί την προβοσκίδα του για την εύρεση της τροφής. ιγ) Η προβοσκίδα έχει έρθει σε επαφή με την τροφή. ιδ) Εναγκαλιασμός της τροφής με τη βοήθεια του πόδα και έναρξη κατανάλωσης.

