

Σ.Τ.Ε.Γ  
ΤΜΗΜΑ: ΜΕΣΟΛΟΓΙΑΣ – ΛΑΧΕΛΑΣ  
Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
Αριθ. Έτος: 1999-2000

ΕΥΡΕΣΑΝΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

## ΗΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *ICTOPUS*



*Ευγενία*

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
Αριθ. Εισαγωγής 735

ΕΠΙΣΤΗΤΗ:  
ΚΑΘ. ΑΝΔΡΕΑΣ ΤΣΕΡΕΜΕΤΣΚΑΝ

ΤΕΡΜ. ΕΠΟΧΗΜΕΤΩΝ:  
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ  
ΜΑΡΚΟΣ ΠΑΛΑΤΟΥΣΗΣ  
ΕΥΣΤΡΑΤΟΣ Κ. ΑΝΔΡΕΙΔΗΣ

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ -----	1
1 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	3
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΘΟΛΟΓΙΑ -----	3
1.2 ΧΤΑΠΟΔΙΑ- ΓΕΝΙΚΑ -----	6
1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ -----	7
2 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----	9
2.1 ΑΧΡΩΜΑΤΟΨΙΑ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ -----	9
2.2 ΑΥΤΟΦΑΓΙΑ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ -----	12
3 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ -----	21
3.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ -----	21
3.2 ΨΥΧΟΛΟΓΟΙ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ -----	21
3.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΝΣΤΙΚΤΩΔΟΥΣ Ή ΕΜΦΥΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ -----	22
3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ -----	22
3.5 ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ -----	23
3.6 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ -----	24
3.7 ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΟΥΣ -----	26
3.8 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ <i>O. VULGARIS</i> -----	27
3.9 ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ-ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ <i>O. Vulgaris</i> -----	31
4 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ -----	41
4.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ -----	41
4.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	42
4.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ -----	47
4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ -----	48
5 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΣΕΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ- ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ -----	50
5.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ -----	50
5.2 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ-ΓΕΝΙΚΑ -----	54

5.3	ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ -----	57
5.4	ΧΗΜΟΤΑΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΧΤΑΠΟΔΙ -----	59
5.5	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΦΗΣ -----	69
5.6	ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ -----	70
5.7	ΕΠΙΛΟΓΟΣ -----	72
<b>6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>		
<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΟΤΟΠΟΥ -----</b>		<b>73</b>
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	73
6.2	ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ -----	73
6.3	ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Ή ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ -----	73
6.4	ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ <i>O. vulgaris</i> -----	74
6.5	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΠΙΤΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΑΛΛΑ ΕΙΔΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ -----	83
6.6	ΧΩΡΟΚΡΑΤΙΚΟΤΗΤΑ -----	84
6.6.1	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΧΩΡΟΚΡΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ -----	84
6.7	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ -----	85
<b>7° ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>		
<b>ΤΡΟΦΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----</b>		<b>86</b>
7.1	ΤΡΟΦΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----	86
7.2	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΤΡΟΦΗΣ -----	86
7.3	Η ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΖΩΩΝ -----	87
7.4	ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΤΡΟΦΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----	88
7.5	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ -----	89
7.6	ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ -----	101
7.7	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΡΟΦΗΣ, ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΟΠΡΟΣΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΝΕΑΡΟΥ <i>O. VULGARIS</i> -----	102
7.8	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΕΨΗ -----	111
<b>8° ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>		
<b>ΑΝΤΙΘΗΡΕΥΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----</b>		<b>116</b>
8.1	Εισαγωγή -----	116
8.2	ΑΝΤΙΘΗΡΕΥΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ -----	116
8.3	ΑΠΟΚΡΥΨΗ-ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ-ΔΙΑΦΥΓΗ ΑΠΟ ΘΗΡΕΥΤΕΣ -----	117
8.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -----	118

## 9ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

<b>ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΠΩΑΣΗ</b>	<b>119</b>
9.1 ΓΕΝΙΚΑ	119
9.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ	119
9.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΘΗΛΥΚΟ ΧΤΑΠΟΔΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΩΑΣΗ	121
<b>10 ΠΡΟΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΚΟΧΥΛΙΑ</b>	<b>127</b>
<b>10 ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΚΟΧΥΛΙΑ</b>	<b>127</b>
<b>Χταπόδια που πραγματοποίησαν ωορρηξία</b>	<b>128</b>
<b>Πριν την ωορρηξία</b>	<b>128</b>
Χταπόδια που δεν πραγματοποίησαν ωορρηξία	128
<b>10<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>138</b>

## ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Η συγγραφή της πτυχιακής αυτής ήταν ένα χρονοβόρο και ιδιαίτερα κοπιαστικό εγχείρημα. Η επεξεργασία του επιστημονικού υλικού που μας δόθηκε δεν απαιτούσε απλώς την μετάφραση και την δακτυλογράφηση του αλλά και την πλήρη κατανόηση ενός επιστημονικού πεδίου που δεν είχαμε προηγουμένως διδαχθεί. Μη έχοντας λοιπόν ιδιαίτερη γνώση της επιστήμης της ηθολογίας, προσπαθήσαμε να ερμηνεύσουμε διάφορα χαρακτηριστικά δράσης των χταποδιών στηριζόμενοι σε κριτήρια αρχικά άγνωστα σε μας.

Ωστόσο με την συστηματική ενασχόλησή με το αντικείμενο αυτό και χρησιμοποιώντας γενικότερες γνώσεις που αποκτήσαμε στη σχολή, καταφέραμε να ξεπεράσουμε τις αρχικές δυσκολίες που παρουσιάστηκαν. Έτσι ενώ αρχικά υπήρχαν δυσκολίες στην κατανόηση και την ακριβή απόδοση της αγγλικής ορολογίας, στη συνέχεια τα προβλήματα μετατοπίστηκαν στην αξιολόγηση της σπουδαιότητας και της χρησιμότητας των στοιχείων που εκμαιεύτηκαν από τα ξενόγλωσσα κείμενα.

Παρά τις όποιες ατέλειες που ίσως ακόμη να παρουσιάζει, πιστεύουμε ότι το παρόν κείμενο αποδίδει πιστά τα χαρακτηριστικά δράσης ενός θαλάσσιου ασπόνδυλου χρησιμοποιώντας μια διαφορετική επιστημονική προσέγγιση, αυτή της ηθολογίας.

*Ἡ ἠθολογία ασχολείται με την συμπεριφορά των ζώων και του ανθρώπου, θεωρώντας την σαν λειτουργία ενός συστήματος που οφείλει την ύπαρξη του και την ιδιαίτερη μορφή του, σε μια εξελικτική διαδικασία, κατά την φυλογένεση και την οντογένεση. ΚΟΝΡΑΝΤ ΛΟΡΕΝΤΣ*

## 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΘΟΛΟΓΙΑ

---

Η ηθολογία σύμφωνα με την ελληνική ερμηνεία του όρου είναι η μελέτη των ηθών των ζώων. Ο Niko Tinbergen, ένας από τους πιο διάσημους ηθολόγους, όρισε την ηθολογία ως την βιολογική μελέτη της συμπεριφοράς. Σύμφωνα με την επικρατέστερη σύγχρονη άποψη, η ηθολογία είναι η μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων. Ακριβέστερα μάλλον θα μπορούσε να οριστεί, ως η επιστήμη της συγκριτικής μελέτης της συμπεριφοράς των ζώων.

Η μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων ξεκίνησε αιώνες πριν. Ο Αριστοτέλης (384-322 π.χ ) στο βιβλίο “Περί ζώων ιστορίες” αναφέρεται ειδικότερα στη συμπεριφορά των ζώων στο κεφάλαιο “Διαφορά των ζώων κατά τρόπους ζωής, συμπεριφοράς και τροφής”. Κατόπιν μεσολάβησε ένα μεγάλο διάστημα στο οποίο οι διάφοροι επιστήμονες αναφέρονταν σποραδικά στη συμπεριφορά των ζώων. Το ενδιαφέρον στη συμπεριφορά των ζώων τονίστηκε πιο συστηματικά από τον Δαρβίνο (Charles Darwin, 1809-1882 μ.Χ.). Το 1859 ο Δαρβίνος στο βιβλίο του “Origin of Species” ή “Καταγωγή των Ειδών”, περικλείει ένα κεφάλαιο για το “Ένστικτο”. Επίσης το 1872 έγραψε ένα βιβλίο ειδικό για τη συμπεριφορά με τον τίτλο “The Expression of the Emotions in Man and in Animals” ή “Η Έκφραση των Συναισθημάτων στον Άνθρωπο και στα Ζώα”. Εντούτοις, στα μέσα του αιώνα μετά τον Δαρβίνο, υπήρξε μικρό ενδιαφέρον πάνω στη συμπεριφορά των ζώων, αν και στο ίδιο διάστημα οι ζωολόγοι ασχολήθηκαν με προβλήματα κατανόησης των βασικών αρχών της συστηματικής, της φυσιολογίας και της αναπτυξιακής βιολογίας.

Ελάχιστοι επιστήμονες της εποχής αυτής όπως, ο Julian Huxley στη Βρετανία, ο Oscar Heinroth στη Γερμανία και ο Charles Otis Whitman στην Αμερική, ξεχώρισαν για τη συμβολή τους στη μελέτη της συμπεριφοράς. Μόνο στα 1930 και 1940, άρχισε να ξεπροβάλλει μια κατανοητή θεωρία της συμπεριφοράς των ζώων από δύο ευρωπαίους ερευνητές τους Konrad Lorenz και Niko Tinbergen. Σ’ εκείνα τα χρόνια ουσιαστικά γεννήθηκε η ηθολογία. Οι δύο αυτοί ερευνητές ανέπτυξαν την ηθολογική στρατηγική συνδυάζοντας αυστηρές παρατηρήσεις των ζώων, συνήθως στο φυσικό τους περιβάλλον, με την εξελικτική ανάλυση των προτύπων συμπεριφοράς που παρατηρήθηκαν.

Αργότερα το 1972 ήρθε η εποχή όπου η ηθολογία αναγνωρίστηκε ως επιστήμη με την απονομή του βραβείου Νόμπελ στους Lorenz και Tinbergen . Το βραβείο αυτό το μοιράστηκαν με τον Karl von Frisch, ο οποίος ανακάλυψε τον εκπληκτικό χορό των μελισσών που επιτρέπει στις ανιχνεύτριες μέλισσες, να γνωστοποιούν στις άλλες εργάτριες της κυψέλης, τον εντοπισμό αγαθών τροφής. Το βραβείο ήταν η αληθινή αναγνώριση των τριών αυτών ερευνητών, που πολλοί τους έβλεπαν απλά ως φυσιοδίφες, για την ουσιαστική συμβολή τους στην ανάπτυξη της επιστήμης.

Είναι γεγονός, ότι η ηθολογία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως κλάδος της φυσικής ιστορίας, διότι η ποικιλία της φύσης ήταν πάντοτε μια πηγή ενδιαφέροντος και θαυμασμού για εκείνους οι οποίοι, όπως οι ηθολόγοι, μελετούν τη φυσική συμπεριφορά των ζώων. Η ακριβής παρατήρηση και περιγραφή της συμπεριφοράς των ζώων, είναι

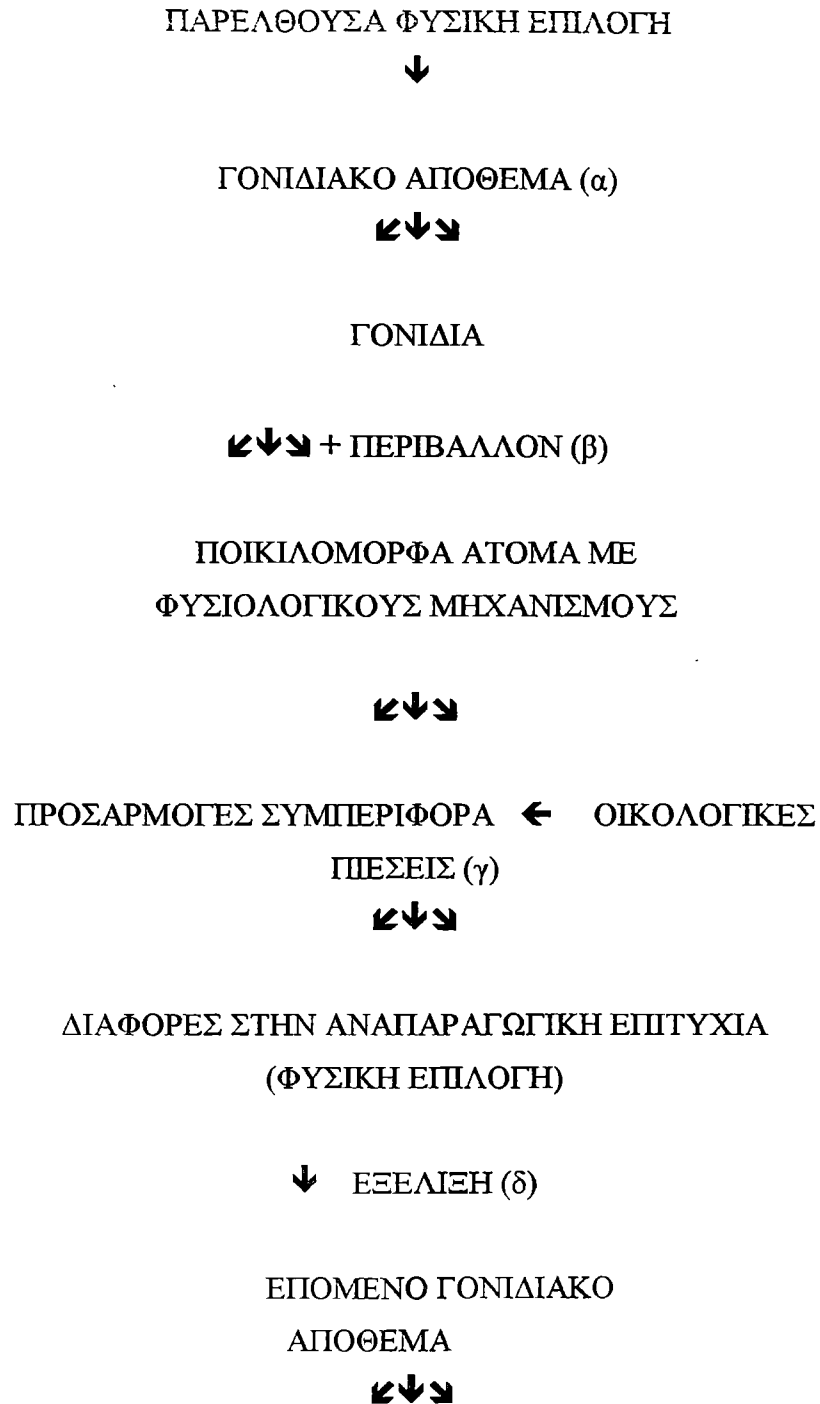
μια συναρπαστική μελέτη από μόνη της. Επίσης είναι μια ουσιώδης εισαγωγή προς μια πιο επιστημονική ανάλυση αυτής της συμπεριφοράς. Έτσι πολλοί ερευνητές δαπανούν ώρες παρατηρώντας υπομονετικά διάφορα ζώα, γεγονός που από μόνο του μπορεί να είναι πράγματι αποκαλυπτικό ακόμα και αν δεν επεκταθεί σε σχηματισμό υποθέσεων και διεξαγωγή πειραμάτων.

Ως αποτέλεσμα αυτής της προκαταρκτικής περιόδου λεπτομερούς και προσεκτικής καταγραφής, οι ερευνητές μπορούν να κάνουν έναν κατάλογο των προτύπων συμπεριφοράς κάθε είδους που μελετούν. Στον τυχαίο παρατηρητή θα μπορούσε να φανεί ωστόσο, ότι διαφορετικά είδη πουλιών ή ψαριών συμπεριφέρονται τα περισσότερα κατά τον ίδιο τρόπο. Θα μπορούσε επίσης να φανεί ότι η συμπεριφορά κάθε ζώου είναι πολύ σύνθετη υπόθεση και δεν είναι εύκολο να αναλυθεί σε συγκεκριμένους τύπους. Ευτυχώς, για τα περισσότερα είδη ζώων αυτές οι εντυπώσεις δεν είναι ολοκληρωτικά αληθινές. Κάθε είδος τείνει να έχει μια σειρά στερεοτύπων προτύπων συμπεριφοράς, μερικά από τα οποία μοιράζονται με συγγενικά είδη, ενώ άλλα είναι μοναδικά. Η δε περιγραφή και η αναγνώριση τους, κάθε φορά που εμφανίζονται δεν είναι τόσο δύσκολη όσο φαίνεται από την πρώτη ματιά.

Σχεδόν όλα τα ζώα αντιμετωπίζουν βασικά όμοια οικολογικά προβλήματα: Πώς να βρουν ένα κατάλληλο τόπο στον οποίο να ζήσουν, πώς να βρουν τις κατάλληλες τροφές για να τραφούν, πώς ν' αποφύγουν τους θηρευτές τους και το βασικότερο, πώς να παράγουν όσο είναι δυνατόν περισσότερους απογόνους, που θα επιβιώσουν και θα αναπαραχθούν με την σειρά τους. Παρόλο που τα προβλήματα είναι βασικά όμοια, οι προσαρμογές της συμπεριφοράς των ζώων είναι εκπληκτικά διάφορες, τουλάχιστον τόσο ευδιάκριτες όσο τα δομικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών.

Τα βασικά λοιπόν ερωτήματα πάνω στη συμπεριφορά των ζώων μπορούν να ενταχθούν σε δύο ξεχωριστές κατηγορίες: **ΠΩΣ** και **ΓΙΑΤΙ**. Με τα ερωτήματα "πώς", ρωτούμε, πώς ένα ζώο καταφέρνει να εκτελέσει μια ενέργεια, δηλαδή με ποιό τρόπο λειτουργούν οι μηχανισμοί μέσα σ' ένα ζώο ώστε να καθιστούν δυνατή την εκδήλωση μιας συμπεριφοράς. Με τα "γιατί", ρωτούμε, γιατί το ζώο έχει αναπτύξει τους μηχανισμούς εκείνους που του επιτρέπουν να κάνει ορισμένα πράγματα. Τα ερωτήματα της πρώτης κατηγορίας χρειάζονται γρήγορες απαντήσεις γύρω από τους άμεσα υποκείμενους γενετικούς και φυσιολογικούς μηχανισμούς υπεύθυνους για τη συμπεριφορά. Τα ερωτήματα της δεύτερης κατηγορίας χρειάζονται θεμελιώδεις ή βασικές απαντήσεις γύρω από τους μακροχρόνιους οικολογικούς και εξελικτικούς παράγοντες υπεύθυνους για την συμπεριφορά. Έτσι οι ουσιαστικότεροι κλάδοι που συμβάλλουν στη μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων είναι: η φυσιολογία, η γενετική, η οικολογία και η εξελικτική βιολογία όπως φαίνεται σχηματικά στην εικόνα 1.1.





Εικ. 1.1 . Συσχετισμοί ανάμεσα στους κλάδους που συμβάλλουν στην μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων: Γενετική (α), Φυσιολογία(β), Οικολογία(γ) και Εξελικτική βιολογία(δ).

## 1.2 ΧΤΑΠΟΔΙΑ- ΓΕΝΙΚΑ

---

Τα χταπόδια έχουν εμπνεύσει απίθανες διηγήσεις για τέρατα που κατέστρεφαν πλοία και άρπαζαν τρομοκρατημένους ναύτες από το κατάστρωμα. Στο μυθιστόρημα του “Οι εργάτες της θάλασσας”, το 1866, ο Βίκτωρ Ουγκώ περιγράφει μια λυσσαλέα μάχη μέχρι θανάτου, ανάμεσα σε ένα χταπόδι κι ένα άνθρωπο. Οι περιγραφές αυτές του Ουγκώ παρέμειναν ως σημείο αναφοράς επί σχεδόν μισό αιώνα για όσους ήθελαν να μιλήσουν για το χταπόδι, όμως στο μεγαλύτερο μέρος τους ήταν φανταστικές. Η άγνοια που επικρατούσε εκείνη την εποχή προσέδωσε και την δεύτερη κοινή ονομασία στο χταπόδι, αυτή του “διαβολόψαρου” (Devilfish). Στην πραγματικότητα ωστόσο, τα χταπόδια είναι δειλά, έξυπνα ζώα με ισχυρό μητρικό ένστικτο.

Τα ζώα αυτά ανήκουν στην κλάση των μαλακίων που ονομάζεται Κεφαλόποδα. Η λέξη αυτή υποδηλώνει το γεγονός ότι τα “πόδια” τους φαίνεται να ξεφυτρώνουν απευθείας από το κεφάλι. Τα χταπόδια έχουν οκτώ πλοκάμια (βραχίονες), ενώ τα περισσότερα άλλα Κεφαλόποδα (π.χ. σουπιά, καλαμάρι ναυτίλος κ.α.) έχουν δέκα ή και περισσότερα.

Τα χταπόδια εκδηλώνουν πλήθος διαφορετικών συμπεριφορών όταν θέλουν να υπερασπιστούν το ζωτικό τους χώρο ή να επιτεθούν, όταν αισθάνονται φόβο ή περιέργεια. Αρκετοί ερευνητές θεωρούν τα χταπόδια ως τα πιο έξυπνα απ’ όλα τα ασπόνδυλα, με ευφυΐα ανάλογη με της κατοικίδιας γάτας. Τα πρώτα γραπτά κείμενα που μας μαρτυρούν την ύπαρξη των χταποδιών είναι από τον Αριστοτέλη (384-322 π. Χ.), ο οποίος διέκρινε και περιέγραψε έξι διαφορετικά είδη του γένους στην ανατολική Μεσόγειο. Η συστηματική κατάταξη παρατίθεται ακολούθως.

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

(Λαζαρίδου- Δημητριάδου Μ., 1991):

Βασίλειο: Protista

Φύλο: Mollusca

Κλάση: Cephalopoda (Siphonopoda)

Υπόκλαση: Coleoidea

Τάξη: Octopoda

Οικογένεια: Octopodidae

Γένος: Octopus

Είδη: *Octopus vulgaris*, *O. cyanea*, *O. dofleini*, *O. bimaculatus*, *O. bimaculoides*, *O. macropus*, *O. ornatus*, *O. briareus*, *O. joubini*, *O. macropus*, *O. rubescens*, *O. maya*, *O. apollyon*, *O. defilippi*, *O. variabilis* κ.α.

### 1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το χταπόδι εξωτερικά αποτελείται από την κεφαλή ή μανδύα (κοινώς κουκούλα), που αποτελεί το 1/3 του συνολικού μήκους στα ενήλικα άτομα και από οκτώ βραχίονες που το μέσο μήκος τους, αποτελεί τα υπόλοιπα 2/3. Στη ραχιαία πλευρά του μανδύα και προς τους βραχίονες υπάρχουν μεγάλα μάτια, τα οποία είναι διατεταγμένα σχετικά μακριά το ένα από το άλλο και ελαφρώς προεξέχοντα ώστε να εξασφαλίζουν όσο το δυνατόν ευρύτερο οπτικό πεδίο.



φωτ. 1.1 *O. briareus*

Στην κάτω πλευρά της κεφαλής (μανδύας), βρίσκεται το στόμα του χταποδιού το οποίο δεν μπορεί να γίνει ορατό όταν το ζώο δεν κολυμπάει. Αυτό αποτελείται από δύο χιτίνινα μέρη τα οποία έχουν σχήμα ράμφους με τη βοήθεια των οποίων συνθλίβει την τροφή του. Έχει επίσης μια ιδιόμορφη “γλώσσα”, με πολλά εξογκώματα (ξύστρο).



Φωτ.1.2 εκτοκοτύλη

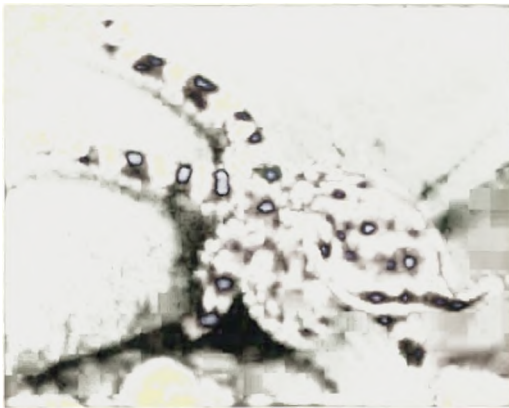
Γύρω από το στόμα απλώνονται οκτώ ευκίνητοι και μακρύς βραχίονες ενωμένοι μεταξύ τους σε μία μεμβράνη (ιστό). Στη βάση τους είναι παχύς ενώ τα ελεύθερα άκρα τους είναι λεπτότερα. Κάθε βραχίονας, σε όλο το μήκος της εσωτερικής τους πλευράς, φέρει δύο σειρές από άμισχες κοτύλες (βεντούζες) κωνικού σχήματος με τη βάση του κώνου προς τα έξω. Το μέγεθος των βεντουζών μειώνεται προοδευτικά από την βάση στα ελεύθερα άκρα των πλοκαμιών.

Οι πλευρικοί βραχίονες είναι μακρύτεροι από τους αντίστοιχους κοιλιακούς, ενώ οι ραχιαίοι είναι οι πιο κοντοί. Στα αρσενικά άτομα, οι πλευρικοί βραχίονες φέρουν ορισμένες μεγάλες κοτύλες, άνισες σε σχέση με το μέγεθος αυτών που έπρεπε να υπάρχουν σε εκείνο το σημείο. Επίσης ο 3ος δεξιός βραχίονας των αρσενικών έχει το 75% του μήκους του αντίστοιχου αριστερού και καταλήγει σε ένα γλωσσίδιο που αποτελεί την απόληξη του σπερματογωγού και είναι το όργανο σύζευξης (εκτοκοτύλη φωτ. 1.2) . Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά βοηθούν στο μακροσκοπικό διαχωρισμό των φύλων.

Στην κοιλιακή επιφάνεια του μανδύα μπορούμε να παρατηρήσουμε ένα άνοιγμα που μοιάζει με μεγάλη σχισμή. Αυτή είναι η απαγωγός οπή του νερού, το μέρος δηλαδή από το οποίο, με την διαστολή της μανδουακής κοιλότητας εισέρχεται το νερό που είναι

απαραίτητο για την αναπνοή και την κίνηση του χταποδιού. Η απαγωγός οπή του νερού από την μανδρακίη κοιλότητα είναι μια προσάρτηση, σωληνοειδούς μορφής που βρίσκεται στην έξοδο του προαναφερθέντος ανοίγματος και καλείται χοάνη ή σίφωνα.

Το χρώμα του χταποδιού ποικίλει από καφέ-πράσινο, γκριζο-σταχτί μέχρι ανοιχτό καφέ-μπεζ και αυτό γιατί έχει την ικανότητα, με την βοήθεια πολυάριθμων χρωματοφόρων κυττάρων του σώματός του, να αλλάζει χρώμα κατά την βούληση του, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο ζει και ανάλογα με το θυμικό του. Ορισμένα είδη που εντοπίζονται στην Αμερική και στην Αυστραλία παρουσιάζουν ιδιαίτερα έντονα χρωματικά σχέδια, αντίθετα τα βαθύβια είδη της οικογένειας έχουν ένα ενιαίο γκρι χρώμα ή είναι διάφανα (φωτ.1.3-1.5).



Φωτ. 1.3

Φωτ. 1.4

Φωτ. 1.5

## 2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

### 2.1 ΑΧΡΩΜΑΤΟΨΙΑ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ

---

#### 2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Συμφωνά με παλαιότερες μελέτες έχουν παρουσιαστεί ενδείξεις ότι σε μία εκπαιδευτική κατάσταση τα χταπόδια δεν μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε διαφορετικές αποχρώσεις, αν και με μεγάλη ευκολία διακρίνουν ανάμεσα σε διαφορετικές φωτεινότητες (Messenger, Wilson & Hedge, 1973). Αυτά τα πειράματα υπόκεινται σε ορισμένες επικρίσεις.

Στην μελέτη του J. B. Messenger το 1977 πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα το οποίο απαιτούσε από τα χταπόδια να διακρίνουν ένα κίτρινο από ένα γκρι ορθογώνιο και ένα βιολετί από ένα γκρι, όταν τους παρουσιάζονταν ταυτόχρονα. Το κίτρινο και το βιολετί επιλέχτηκαν λόγω του ότι δεν είχαν ελεγχθεί από προηγούμενες μελέτες (Messenger et al., 1973). Το γκρι επιλέχτηκε σαν το άλλο διακριτό, γιατί δεν υπάρχουν ενδείξεις για το εάν τα χταπόδια μπορούν να διακρίνουν μία απόχρωση του γκρι με την ίδια φωτεινότητα.

Τα χταπόδια εκπαιδεύτηκαν σύμφωνα με έναν καινοτόμο τρόπο ώστε να ελέγχεται η διακριτικής τους απόδοση καθόλη την διάρκεια της εκπαίδευσης. Κατά την διάρκεια κάθε δοκιμασίας εκπαιδεύτηκαν σε δύο διαφορετικές εργασίες διάκρισης, μία δοκιμασία στην Εργασία Ι εναλλάσσόταν με μία δοκιμασία στην Εργασία ΙΙ. Σε αυτή την κατάσταση, τα χταπόδια δεν πραγματοποιούσαν διακρίσεις με βάση την απόχρωση. Αντίθετα κατά την διάρκεια των περιόδων ελέγχου πραγματοποιούσαν διακρίσεις με βάση την φωτεινότητα, ή τον προσανατολισμό.

#### 2.1.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα ζώα ήταν πειραματικά ανεκπαίδευτα άτομα του *Octopus vulgaris* από τον κόλπο της Νάπολης και κρατούνταν ξεχωριστά σε δεξαμενές. Στις δεξαμενές αυτές υπήρχε κεντρικά ένα θολάμι από το οποίο μπορούσαν να δουν τις εισαχθείσες εικόνες σε μία κιτρινωπή οθόνη. Αυτή η οθόνη είχε ένα κεντρικό κατακόρυφο κομμάτι, το οποίο προβαλλόταν σε απόσταση 20 εκατοστών από το χταπόδι, έτσι ώστε να καταλαμβάνει το εμπρόσθιο μέρος της δεξαμενής εξίσου δεξιά και αριστερά, οπότε όταν ένα ζεύγος από εικόνες παρουσιάζονταν στο χταπόδι, αυτό να μπορούσε να επιτεθεί και να αρπάξει μόνο μία εικόνα κάθε φορά. Τα ζώα στην αρχή εκπαιδεύτηκαν για δύο ημέρες, να μένουν στο σπίτι. και στην συνέχεια εκπαιδεύονταν άλλη μία μέρα να κολυμπούν προς τα κάτω και να επιτίθενται σε ένα γκρι τετράγωνο που παρουσιάζονταν σε διαφορετικές πλευρές για έξι δοκιμασίες. Οι επιθέσεις ανταμείβονταν με ένα γραμμάριο σαρδέλας.

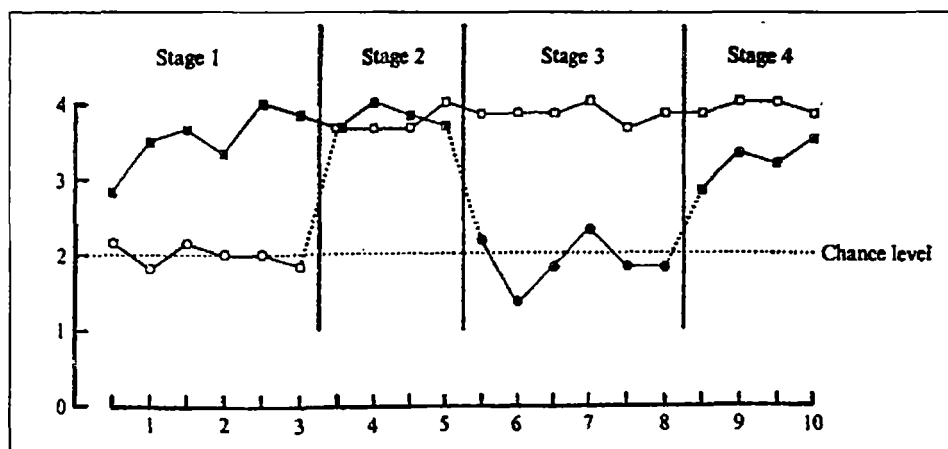
Εικόνες. Οι εικόνες, είχαν μέγεθος 10x2εκ. και ήταν ορθογώνιες. Στις εργασίες φωτεινότητας και απόχρωσης τα ορθογώνια ήταν κατακόρυφα προσανατολισμένα. Για την διάκριση της φωτεινότητας, μαύρα και άσπρα τετράγωνα χρησιμοποιήθηκαν. Για την διάκριση της απόχρωσης ειδικά χαρτιά κολλήθηκαν σε πλαστικά ορθογώνια.

Προεκπαίδευση. Για τρεις δοκιμασίες, σε κάθε μία από τις 8 δοκιμές στα χταπόδια δειχθηκε ένα απλό μαύρο (4 δοκιμασίες ) ή ένα απλό κίτρινο ορθογώνιο (4 δοκιμασίες ). Το κίτρινο και το μαύρο παρουσιαζόταν σε τυχαία σειρά και κάθε ένα δειχνόταν δύο φορές στα αριστερά και δύο φορές στα δεξιά. Οι επιθέσεις ανταμείβονταν με ένα γραμμάριο σαρδέλας.

Εκπαίδευση. Οι δύο εικόνες της Εργασίας I παρουσιάζονταν ταυτόχρονα και στο χταπόδι επιτρεπόταν να πραγματοποιήσει μία αντίδραση. Μία επίθεση στην θετική εικόνα ακολουθούσαν άμεσα από μία τροφική αμοιβή και η επίθεση καταγραφόταν ως «σωστή». Μία επίθεση στην αρνητική εικόνα δεν ανταμειβόταν. Έπειτα από 10 δευτερόλεπτα και εφόσον δεν είχε πραγματοποιηθεί η επιθυμητή, επίθεση η εικόνα απομακρυνόταν από το χταπόδι, το οποίο επέστρεφε πίσω στο σπίτι του. Η επίθεση αυτή καταγραφόταν ως « μη σωστή» αλλά οι εικόνες δειχνόνταν ξανά στο χταπόδι και η διαδικασία επαναλαμβανόταν έως ότου το ζώο πραγματοποιούσε την σωστή επιλογή. Αυτή είναι η «διορθωτική εκπαίδευση» σύμφωνα με τους Sutherland & Muntz (1959), η οποία ορισμένες φορές απαιτούσε και 8 επαναπαρουσιάσεις. Οι δύο εικόνες της Εργασίας II στην συνέχεια δειχνόνταν ταυτόχρονα και όταν το χταπόδι επιτίθεντο, είτε του δινόταν η τροφική ανταμοιβή είτε γινόταν η διορθωτική εκπαίδευση.

Οι Εργασίες I και II εναλλάσσονταν αλλά η τοποθεσία της θετικής εικόνας ποίκιλε από πλευρά σε πλευρά σε μία τυχαία αλληλουχία, σε κάθε περίπτωση η διορθωτική εκπαίδευση απαλείφει οποιαδήποτε πλευρική προτίμηση. Κατά την διάρκεια των 16 εκπαιδευτικών δοκιμών, 8 δοκιμές στην Εργασία I άλλαξαν με 8 δοκιμές στην Εργασία II. Λόγω αυτής της διορθωτικής εκπαίδευσης το ενδιάμεσο

διάστημα ανάμεσα στις δοκιμές ποικίλε.(Εικ.2.1)



### 2.1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα φαίνονται ευδιάκριτα στην εικόνα 1. Ακόμα και με το τέλος του πρώτου μισού των διαδικασιών αυτών υπάρχει μία σημαίνουσα διαφορά ανάμεσα στην συμπεριφορά που επιδεικνύεται στις Εργασίες. Στην διάκριση με βάση την φωτεινότητα η καινούργια, λευκή εικόνα αγνοήθηκε σαφώς καθώς τα ζώα συνεχίζουν να επιτίθενται στην μαύρη εικόνα, η οποία έχει προηγουμένα συσχετιστεί με μία τροφική ανταμοιβή. Στην διάκριση της απόχρωσης το αποτέλεσμα της προεκπαίδευσης δεν είναι τόσο προφανές στην κίτρινη εικόνα, όπου τα ζώα επιτίθενταν περίπου με την ίδια συχνότητα όπως και στην γκρι εικόνα την οποία δεν είχαν ξαναδεί. Αυτή η διαφοροποίηση στ' αποτελέσματα συνεχίζεται και στις

επόμενες τρεις διαδικασίες. Στην κάθε μία από αυτές παραμένει ένα επίπεδο τυχαίας επιλογής στην διάκριση της απόχρωσης, ενώ η απόδοση στην διάκριση φωτεινότητας είναι σημαντικά καλύτερη σε σχέση με την τυχαία επιλογή

Κατά την τρίτη σειρά δοκιμασιών τα ζώα επιτίθονταν ιδιαίτερα αργά κατά την διάρκεια διάκρισης της απόχρωσης και έδειχναν σημάδια ενόχλησης. Ακολούθως για δύο διαδικασίες, χωρίς καμία προεκπαίδευση, αντικαταστήθηκε ο προσανατολισμός διάκρισης με την διάκριση της απόχρωσης για να ελεγχθεί το εάν τα χταπόδια μπορούν πραγματικά να δείξουν διάκριση σε δύο ταυτόχρονες διεργασίες, οι οποίες τους παρουσιάζονταν εναλλακτικά. Προφανώς μπορούν να το πραγματοποιήσουν αυτό, όπως η Εικ. 1 καθιστά σαφές. Η εισαγωγή αυτής της καινούργιας εργασίας (διάκριση προσανατολισμού) δεν επηρεάζει την απόδοση σε άλλες εργασίες (διάκριση φωτεινότητας).

Στην συνέχεια έγιναν μία σειρά από 12 προεκπαιδευτικές δοκιμές με ένα βιολετί ορθογώνιο πριν από το στάδιο 3 του πειράματος. Όταν αλλάχθηκε η οριζόντια με την κατακόρυφη διάκριση, παρουσιάστηκε μία δεύτερη εργασία απόχρωσης βιολετί έναντι γκρι. Τα χταπόδια συνέχιζαν να διακρίνουν το κάθετο από το οριζόντιο σε ένα σημαντικό υψηλό ποσοστό, αλλά κάποια στιγμή ξεκίνησαν να επιλέγουν τυχαία και συνέχισαν να το κάνουν αυτό για 6 συνεχόμενες διεργασίες. Έπειτα από όλες τις δοκιμασίες, παρόλα αυτά, ούτε ένα άτομο δεν έκανε σημαντικά περισσότερες επιθέσεις στην αρνητική εικόνα ούτε κανένα άλλο ζώο πραγματοποίησε περισσότερες επιθέσεις στην θετική εικόνα παρά του ότι είχε προεκπαιδευτεί για της επιτεθεί.

Κατά την διάρκεια αυτού του σταδίου του πειράματος, υπήρχαν σημαίνοντες ποιοτικές διαφορές στην συμπεριφορά των ζώων και στις δύο εργασίες. Οι επιθέσεις άλλαζαν, ήταν περισσότερο σίγουρες με την διάκριση προσανατολισμού, αλλά ήταν λιγότερο βέβαιες στην διάκριση των βιολετί με τις γκρι εικόνες. Πραγματικά ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να αποσπαστούν οι επιθέσεις με αυτά τα σχήματα. Στην 8<sup>η</sup> δοκιμασία, μόνο 8 από τις 48 επιθέσεις στα κατακόρυφα και στα οριζόντια σχήματα απαιτούσαν περισσότερο από 5 δευτερόλεπτα για να πραγματοποιηθούν. Αντίθετα και οι 48 επιθέσεις στο βιολετί ή στο γκρι απαιτούσαν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τα 5 δευτερόλεπτα. Αρκετά συχνά, το δέρμα έδειχνε το σχέδιο το οποίο συσχετίζεται με μία κατάσταση «σύγκρουσης» (Packard, 1963), όταν τα γκρι και τα βιολετί σχήματα τους παρουσιάζονταν.

Τελικά επανεισήχθηκε η διάκριση φωτεινότητας για δύο δοκιμασίες χωρίς περαιτέρω προεκπαίδευση, ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα ζώα δεν είχαν χάσει την ικανότητα να διακρίνουν δύο εργασίες την ίδια στιγμή. Αν και η απόδοση ήταν αρχικά χαμηλότερη από ότι ήταν στο στάδιο 1, ήταν αρκετά υψηλότερη από τα τυχαία αποτελέσματα τόσο στο πρώτο μισό όσο και στο ολικό (το χαμηλότερο αρχικό αποτέλεσμα μπορεί να είχε προέλθει λόγω του ότι η μαύρη εικόνα ήταν ελάχιστα σκοτεινότερη σε σχέση με τη βιολετί, ενώ επίσης οι γκρι εικόνες είχαν προκαλέσει συμπεριφορά αμφιβολίας σε προηγούμενα στάδια του πειράματος).

#### **2.1.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Η πιο σημαντική παρατήρηση που εμφανίστηκε μέσω αυτών των πειραμάτων είναι ότι τα υποκείμενα δεν διέκριναν την απόχρωση στο ίδιο χρονικό διάστημα που διέκριναν την φωτεινότητα. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποίησε ο Messenger αποκλείει την πιθανότητα τα χταπόδια να ήταν άρρωστα, παραχωρτασμένα ή απλώς

ανίκανα να πραγματοποιήσουν οπτικές διακρίσεις κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης τρίωρης περιόδου, όταν δηλαδή δεν μπορούσαν να διακρίνουν το κίτρινο από το γκρι. Η μέθοδος ταυτόχρονης παρουσίασης είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική λόγω του ότι δεν μειώνει το επίπεδο της επίθεσης. Έτσι όλα τα ζώα επιτίθονταν σε κάθε δοκιμασία. Ωστόσο έπειτα από τις 3 πρώτες διαδικασίες οι 144 επιθέσεις της ομάδας στην διεργασία διάκρισης απόχρωσης μοιράστηκαν εξίσου στην κίτρινη και στην γκρι εικόνα, ενώ στις 3 αυτές διαδικασίες κατά την διάκριση της φωτεινότητας χωρίστηκαν με την ακόλουθη αναλογία 127 στο μαύρο και 17 στο λευκό.

Μια παρόμοια κατάσταση σχέσεων μπορεί να παρατηρηθεί όταν εξετάζουμε την απόδοση στον προσανατολισμό και στην απόχρωση (διεργασίες 6-8) οι 144 επιθέσεις στην διεργασία απόχρωσης χωρίστηκαν με την αναλογία 68 στο βιολετί και 76 στο γκρι ενώ πάνω από τις ίδιες τρεις διεργασίες των 144 επιθέσεων στην οριζόντια διεργασία χωρίστηκαν σε μία αναλογία 138 στην κατακόρυφη και 6 στην οριζόντια. Πρέπει να υπάρχει μια επιφυλακτικότητα, επειδή η θετική εικόνα του ζεύγους προσανατολισμού (η κατακόρυφη ) είναι μία ισχυρά προτιμητέα εικόνα.

Ακόμα και η εμπειρία που μπορεί να είχε ατομικά αποκτηθεί έπαιξε πολύ μικρό ρόλο στον καθορισμό της συμπεριφοράς του χταποδιού, το γεγονός παραμένει ότι διέκριναν αυτές τις φιγούρες και το πραγματοποιούσαν αυτό σε ένα χρονικό διάστημα στο οποίο δεν μπορούσαν να διακρίνουν το βιολετί από το γκρι. Οι σημαντικές ποιοτικές διαφορές της συμπεριφοράς σε αυτό το στάδιο του πειράματος δείχνουν περισσότερο εύλωττα αυτήν την έλλειψη διακριτικής ικανότητας του βιολετί από το γκρι ορθογώνιο. Είναι δύσκολο να υποθεθεί ότι τα ζώα επιτίθενται περισσότερο αργά ή να αλλάζουν την πορεία τους κατά την μέση μιας επίθεσης , εκτός και εάν οι φιγούρες που έβλεπαν ήταν ταυτόσημες και τα χταπόδια δεν μπορούσαν να μάθουν ν' «αποδίδουν» την ανταμοιβή της τροφής σε μία συγκεκριμένη εικόνα. Παρόλα αυτά, είναι περίεργο το ότι συμπεριφέρονταν με αυτόν τον τρόπο ακόμα και εφόσον δεν υπήρχε τιμωρία για την πραγματοποίηση μιας λανθασμένης επιλογής.

Η επίδειξη για πρώτη φορά, ότι στην διαδικασία μάθησης μιας διάκρισης, τα χταπόδια μπερδεύουν τις αποχρώσεις του γκρι με την ίδια φωτεινότητα είναι μία σημαντική απόδειξη για την αχρωματοψία (Autrum & Thomas, 1973).

## **2.2 ΑΥΤΟΦΑΓΙΑ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ**

---

### **2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η αυτοφαγία (αυτοφάγωση) και η αυτοτόμηση (εθελοντικός ακρωτηριασμός = τομή μερών του σώματος) είναι γνωστές μορφές αυτοακρωτηριασμού (αυτοκαταστροφής). Συμβαίνουν σε μία ποικιλία από είδη ζώων από τα ασπόνδυλα, όπως τα εχινόδερματα, τα μαλάκια και τα καρκινοειδή (Riggenbach, 1901) ως τα σπονδυλωτά, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου (Meyer-Holzapfel, 1968).

Στα κεφαλόποδα ο αυτοακρωτηριασμός, ειδικότερα των πλοκαμιών είναι ευρέως γνωστό φαινόμενο σε ορισμένα είδη χταποδιών και ζώα στα οποία λείπει ή έχει αναγεννηθεί ένα μικρότερο πλοκάμι δεν είναι σπάνιο. Αν και πολλές φορές αυτές οι περιπτώσεις οφείλονται στην δράση των θηρευτών, άλλες φορές μπορεί να οφείλονται στον αυτοακρωτηριασμό. Ο αυτοακρωτηριασμός των πλοκαμιών συμπεριλαμβάνει τόσο την αυτοτόμηση όσο και την αυτοφαγία.





εικ.2.1 αρσενικό άτομο του tremoctopus

Η αυτοτόμηση ενός πλοκαμιού επιτυγχάνεται είτε μέσω ενός άμεσου σπασίματος το οποίο ξεκινά ( κάτω από το δέρμα) σε ένα προκαθορισμένο σημείο, ή μέσω του δαγκώματος του πλοκαμιού από το ίδιο το ζώο. Βιολογικά, η αυτοτόμηση είναι μία συμπεριφορά που δεν έχει νόημα. Είναι ευρέως γνωστή για το σεξουαλικά ώριμο, αρσενικό άτομο του Tremoctopus (εικ 2.1), του *Ocythoe* στην διαδικασία της αναπαραγωγής και συχνά στο *Octopus defilippi*. Σε αντίθεση, έχει περιγραφεί σε πολλά άλλα είδη κατά το τέλος των λαρβικών τους σταδίων, κατά την διάρκεια της σεξουαλικής ωρίμανσης και της ωορρηξίας κατά την διάρκεια μαχών και σαν μία μορφή στρατιωτικής επιβίωσης όταν ένα πλοκάμι ενός ζώου παγιδεύεται με κάποιον τρόπο καταστρέφεται (Jatta, 1896· Riegenbach, 1901· Lo Bianco, 1909· Nesis, 1987· Hanlon & Wolterding, 1989· Norman, 1992).

Σε αντίθεση, η αυτοφαγία ενός πλοκαμιού είναι περισσότερο σύνθετη. Είναι διαφορετική από τον κανιβαλισμό επειδή τα ζώα τρώνε μέρη των ίδιων των πλοκαμιών τους. Έχει αναφερθεί σε πολλά είδη χταποδιών αλλά μόνο σαν ένα θέμα δευτερεύουσας σημασίας ή σε μία ανέκδοτη μορφή: στο *O. vulgaris* (Lo Bianco, 1909·Taki, 1936 ), στο *O. variabilis* (Takis, 1936, 1941), στο *O. dofleini* (Reimschuessel & Stoskopf, 1990), στο *O. joubini* (Dalhousie, 1980), στο *Eledone moschata* (Lo Bianco, 1909). Προς έκπληξη, δεν υπάρχει αναφορά για αυτοφαγία σε κανένα είδος από τα άλλα δεκάποδα (σουπιές και καλαμάρια).

Τα ποσοτικά στοιχεία για την αυτοφαγία στο *O. vulgaris* παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά στην εργασία του B. U. Budelmann που πραγματοποιήθηκε το 1988. Αν και τα στοιχεία είναι ακόμα υποτυπώδη, επιτρέπουν ορισμένα σχόλια στην συμπεριφορά αυτή καθ' αυτή, στον αριθμό αλλά και τον τύπο των πλοκαμιών που επηρεάζονται, στο εάν η αυτοφαγία είναι μεταδοτική, στον χρόνο επώασης, και στον χρόνο ανάμεσα στην εκκίνηση της αυτοφαγίας και τον θάνατο, στον λόγο που μπορεί να προκαλέσει αυτοφαγία και μία στρατηγική για αποφυγή της .

### 2.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ

Τα στοιχεία συλλέχθηκαν ανάμεσα στον Ιούνιο του 1982 και τον Ιανουάριο του 1985. Αυτά τα στοιχεία απορρέουν από 161 άτομα του *O. vulgaris* (αρσενικά και θηλυκά), τα οποία συλλήφθηκαν στον κόλπο της Νάπολης. Τα ζώα συλλήφθηκαν και μεταφέρθηκαν στον ζωολογικό σταθμό σε μεγάλους κουβάδες, ενώ αρκετά ζώα βρίσκονταν μαζί σε έναν κουβά. Τα ζώα τρέφονταν με ζωντανά καβούρια του είδους *Carcinus mediterraneus* κάθε μέρα. Τα ζώα κρατήθηκαν σε μία υδάτινη θερμοκρασία 15-18°C ενώ η ποιότητα του νερού ελεγχόταν τακτικά

Καθώς στα χταπόδια που βρίσκονταν στην αιχμαλωσία συχνά παρουσιάζονταν μικρές δερμικές οργανικές βλάβες ή αλλοιώσεις στις βεντούζες κατά μήκος των πλοκαμιών τους, η αυτοφαγία καταγράφηκε σαν μία τέτοια λειτουργία μόνο όταν ένα πλοκάμι δαγκωνόταν πραγματικά και τουλάχιστον ένα μέρος του τρωγόταν ή όταν ένα πλοκάμι είχε μία τόσο μεγάλη και βαθιά πληγή ώστε να μην είναι λειτουργικό.

Αν και 161 περιπτώσεις αυτοφαγίας βρίσκονται καταγεγραμμένες στην εργασία του B. U. Budelmann, τα στοιχεία για κάθε θέμα που συζητήθηκε δεν προέρχονται από όλα τα ζώα αλλά μόνο από δύο μεγάλα μέρη και αυτό έγινε για δύο λόγους. Πρώτον τα σχετικά στοιχεία δεν κατεγράφησαν για όλα τα ζώα και δεύτερον πολλά ζώα χρησιμοποιήθηκαν προτού πεθάνουν (π.χ αμέσως αφού έδειξαν τα πρώτα σημάδια της αυτοφαγίας) για άλλες έρευνες

### 2.2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα στοιχεία βασίζονται σε καταγραφές 161 ατόμων του *O. vulgaris* από δύο μεγάλους πληθυσμούς της τάξης των 56 και 65 ζώων και από αρκετά μικρότερες ομάδες. Σε μία περίοδο 20 ετών (1967-1987) αυτοί ήταν οι μόνοι πληθυσμοί του *Octopus vulgaris* οι οποίοι παρουσίασαν αυτοφάγωση.

Ορισμένα ζώα τρέφονταν τακτικά έως και μία μέρα πριν ξεκινήσει η αυτοφάγωση, ενώ άλλα σταματούσαν την διατροφή δύο μέρες πριν την εκκίνηση της. Το γεγονός αυτό, μαζί με το γεγονός ότι συχνά μεγάλα κομμάτια του πλοκαμιού τα οποία είχαν αποκοπεί δεν τρωγόntonουσαν αποδεικνύει ότι η πείνα δεν φαίνεται να είναι ο πρωτεύοντας λόγος της αυτοφάγωσης όπως είχε ήδη δηλωθεί από τον Lo Bianco (1909) και τον Taki (1936). Παρόλα αυτά τακτικοί έλεγχοι της διατροφής αλλά και των περιεχομένων του στομάχου δεν πραγματοποιήθηκαν

Το πλέον ξεκάθαρο σύμπτωμα ότι ένα ζώο είχε την πρόθεση να δαγκώσει ένα ή περισσότερα από τα πλοκάμια του ήταν οι μη συνδυσμένες, ασταθείς και σε ένα βαθμό τρεμάμενες κινήσεις των πλοκαμιών. Το γεγονός αυτό μπορεί να υποδηλώνει ότι τα συγκεκριμένα μέρη του κεντρικού νευρικού συστήματος ή της νευρικής χορδής του πλοκαμιού, ήταν κατά κάποιο τρόπο προσβεβλημένες, πιθανότατα από ασθένεια.

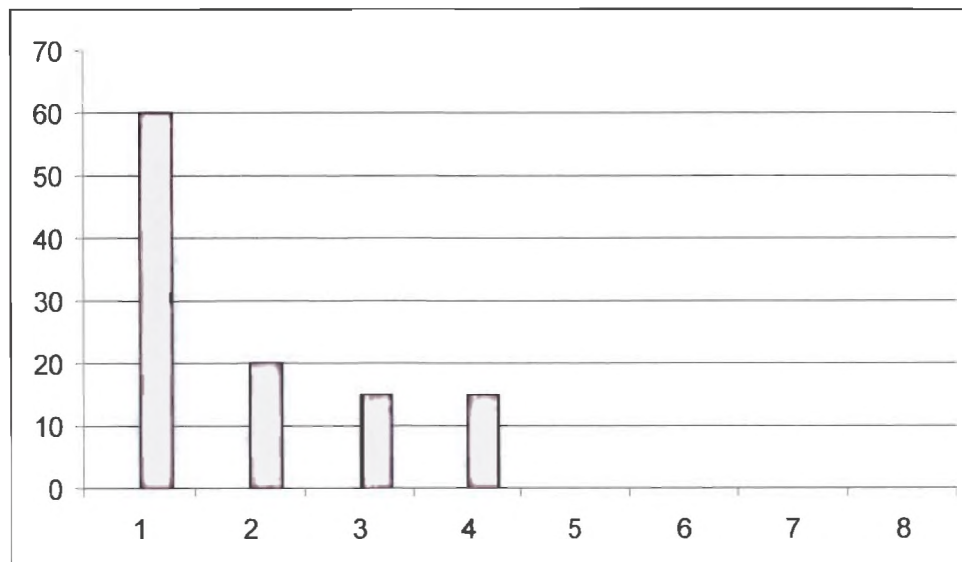
Όταν ένα ζώο δαγκώνει πραγματικά ένα πλοκάμι του, ακολουθεί μία χαρακτηριστική στάση. Αρκετά εκατοστά από την βάση των πλοκαμιών συγκρατούνται σφιχτά μαζί σαν ένα κοτσάνι, ενώ οι της άκρες των πλοκαμιών είναι στριβογυρισμένες και δεν κολλούν στο υπόστρωμα. Το πλοκάμι που αποκόπτεται είναι τόσο λυγισμένο προς την βάση του ώστε το σημείο του δαγκώματος να είναι όσο κοντά επιτρέπει η ανατομία στο στόμα. Αυτή η περιγραφή του Budelmann διαφέρει από την περιγραφή του Taki (1936) σύμφωνα με την οποία η αυτοφάγωση ξεκινάει στην άκρη του πλοκαμιού και τελειώνει στην βάση του. Έπειτα από την αποκοπή του η πληγή του πλοκαμιού και στις δύο πλευρές είναι ιδιαίτερα γλοιώδης. Επιπλέον καμία προφανής σύσπαση του μυϊκού δέρματος δεν παρατηρείται, η οποία εν μέρει να βοηθά στο κλείσιμο της πληγής όπως είναι σύνηθες στα υγιή άτομα έπειτα από μία χειρουργική διαδικασία.

Ο Taki (1936) αναφέρει ότι δεν πραγματοποιείται αιμορραγία στην διάρκεια της αυτοφάγωσης. Αυτός ο ισχυρισμός αμφισβητείται, λόγω του ότι σε όλες τις περιπτώσεις που η αυτοφάγωση ήταν σε εξέλιξη ή είχε ήδη πραγματοποιηθεί, μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνικού αφρού βρέθηκαν συσσωρευμένες στην επιφάνεια του νερού. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, δεν παρατηρήθηκε αφρός σε καμία από τις άλλες

δεξαμενές ( με ζώα τα οποία δεν είχαν υποστεί αυτοφάγωση) που ήταν συνδεδεμένες με το ίδιο κλειστό κύκλωμα. Για το λόγο αυτό, μη αναμενόμενες φυσαλίδες αφρού στην επιφάνεια του νερού, των δεξαμενών είναι μια ακόμη ένδειξη άλλος, εκτός από την στάση που παίρνει το ζώο, ότι η αυτοφάγωση μπορεί να είναι σε εξέλιξη ή ότι ένα πλοκάμι έχει αποκοπεί ήδη μέσω του δαγκώματος. Το εάν τελικά το ζώο πεθαίνει από αιμορραγία, παρόλα αυτά, είναι ακόμα άγνωστο.

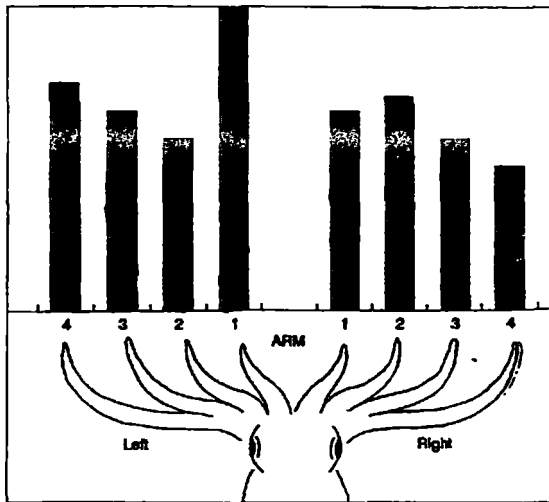
## 2.2.4 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΠΛΟΚΑΜΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΝΤΑΙ

Σύμφωνα με την μελέτη του Budelmann, ένα αρχείο (84 ζώα) κρατήθηκε για τον αριθμό των πλοκαμιών που είχε προσβληθεί από την αυτοφάγωση. Στις περισσότερες περιπτώσεις (62=74% του συνόλου) ήταν μόνο ένα πλοκάμι, σε ορισμένες άλλες περιπτώσεις (16 =19% του ολικού πληθυσμού) ήταν δύο πλοκάμια και μόνο περιστασιακά ήταν τρία (3=3.5% του συνολικού πληθυσμού ) ή και 4 (3=3,5% του συνολικού πληθυσμού). Δεν υπήρξαν περιπτώσεις από 4 πλοκάμια προσβεβλημένα (Πιν. 2.1). Παρόλα αυτά, σε μια άλλη μελέτη ο Wood είχε ένα ζώο (*O. bimaculoides*) στο εργαστήριο το οποίο είχε αποκόψει μέσω του δαγκώματος έξι πλοκάμια.(Πιν.2.1)



Πιν. 2.1 Κατανομή του αριθμού των πλοκαμιών που προσβλήθηκαν από την αυτοφάγωση σε 84 *O. vulgaris*.

Όπως αναφέρθηκε από τον Taki (1936), δεν υπάρχουν ξεκάθαρες προτιμήσεις για το εάν το πλοκάμι είναι δεξί ή αριστερό (Πιν 2.2). Το πρώτο αριστερό πλοκάμι (22 περιπτώσεις που είναι ίσο με το 26 % του συνολικού πληθυσμού) μπορεί να εμπεριέχεται περισσότερο από ότι τα άλλα 7, σε μία τέτοια διαδικασία (Πιν. 2.2).

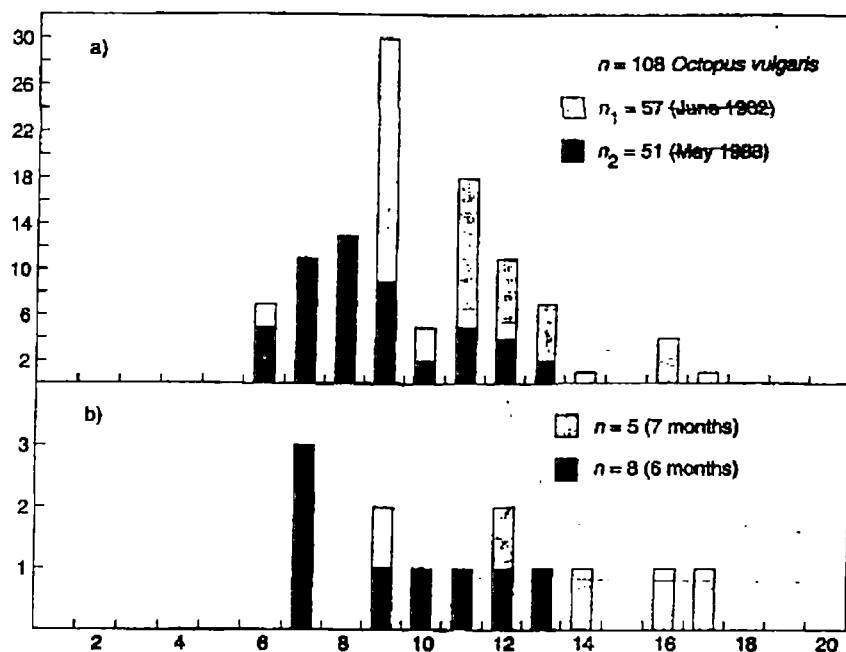


Πιν. 2.2 Κατανομή των προσβληθέντων πλοκαμιών σε σχέση με την θέση τους

### 2.2.5 ΕΙΝΑΙ Η ΑΥΤΟΦΑΓΩΣΗ ΜΕΤΑΔΟΤΙΚΗ;

Στις δύο πρώτες περιπτώσεις, που μελέτησε ο Budelmann, όταν η αυτοφάγωση εμφανίστηκε, ο ολικός πληθυσμός προσβλήθηκε και τελικά πέθανε. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα της μελέτης αυτής, δύο μικροί υγιείς πληθυσμοί που βρίσκονταν στο ίδιο κλειστό κύκλωμα, προσβλήθηκαν και πέθαναν επίσης. Αυτές οι περιπτώσεις αποδεικνύουν ότι η αυτοφάγωση είναι δυνατό να απλώνεται από το ένα ζώο στο επόμενο και για αυτό το λόγο να είναι μεταδοτική. Κατά τις περιπτώσεις που πραγματοποιήθηκε η αυτοφάγωση, τα φυσικοχημικά στοιχεία του θαλασσινού νερού δεν άλλαξαν, ούτε πριν την αυτοφάγωση ούτε έπειτα από την πραγματοποίησή της. Αυτό και ιδιαίτερα το γεγονός ότι οι δύο υγιείς πληθυσμοί μολύνθηκαν, καθιστά περισσότερο πιθανό ότι κάποιος παράγοντας εισήχθηκε στο κλειστό κύκλωμα του θαλασσινού νερού από ένα ή περισσότερα άτομα της νέας άφιξης. Αυτός θα είχε διανεμηθεί μέσω του ανακυκλωμένου νερού, μολύνοντας όλα τα υπόλοιπα χταπόδια.

Κατά την διάρκεια επόμενων παρατηρήσεων της αυτοφάγωσης, δεν προσβλήθηκαν όλα τα χταπόδια, πιθανώς λόγω των προληπτικών μέτρων τα οποία είχαν ληφθεί.



Πιν. 2.3 Χρόνος επώασης της αυτοφάγωσης στο *O. vulgaris*- (α) Αριθμός των ημερών από την ημερομηνία που τα ζώα εισήχθησαν στο κλειστό κύκλωμα θαλασσινού νερού έως την εκκίνηση της αυτοφάγωσης. Όπου  $n$  είναι ο συνολικός αριθμός των χταποδιών που εισήχθησαν στο κύκλωμα και είχαν αυτοφάγωση.  $n_1$  είναι αριθμός των ατόμων της πρώτης ομάδας που εισήχθηκε και  $n_2$  της δεύτερης. (β) Αριθμός των ημερών ανάμεσα στην άφιξη των νέων ζώων στο κλειστό κύκλωμα και στην εκκίνηση της αυτοφάγωσης στα ζώα που ήδη βρίσκονταν στο κλειστό κύκλωμα για έξι ή επτά μήνες. Όπου  $n$  ο αριθμός των ατόμων που υπήρχαν στο κύκλωμα και το χρονικό διάστημα που ήταν σ' αυτό.

Έπειτα από αυτό το χρονικό σημείο ο αριθμός των περιπτώσεων αυξανόταν σταθερά σε ένα μέγιστο 30 περιπτώσεων την ημέρα, 9 προτού αρχίσει να μειώνεται ξανά, με την τελευταία περίπτωση στην ημέρα 17 (Πιν. 2.3α).

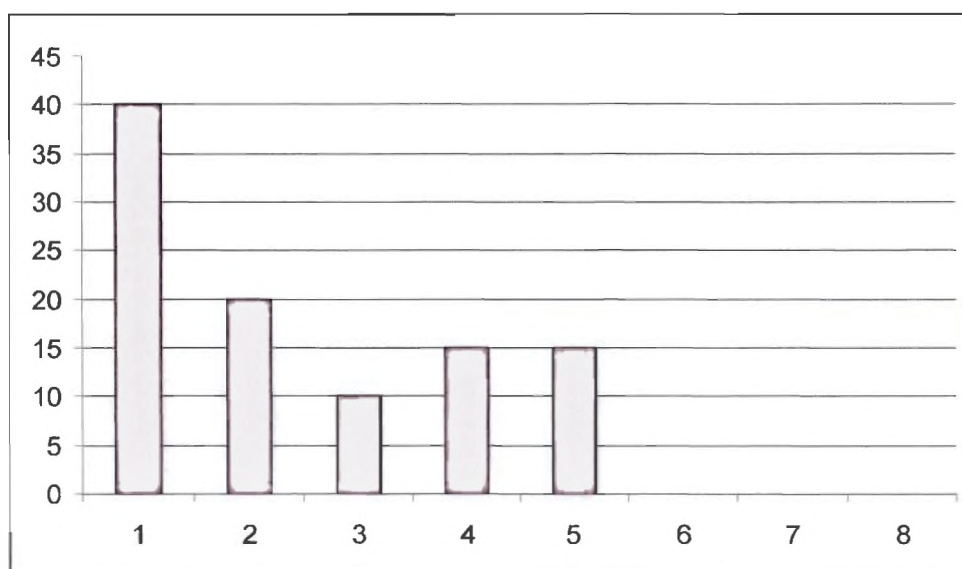
## 2.2.6 ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΩΑΣΗΣ

Σε κάθε έναν από τους δύο μεγάλους πληθυσμούς, οι πρώτες περιπτώσεις της αυτοφάγωσης σημειώθηκαν έξι ημέρες έπειτα από την μεταφορά των ζώων στο κλειστό σύστημα του θαλασσινού νερού (Πιν 2.3α). Ένα παρόμοιο χρονικό όριο παρατηρήθηκε για τους δύο καθορισμένους πληθυσμούς (8 και 5 ζώα) οι οποίοι είχαν μεταφερθεί στο θαλασσινό σύστημα του για αντίστοιχα έξι και επτά μήνες. Σε αυτούς τους δύο πληθυσμούς, οι πρώτες περιπτώσεις της αυτοφάγωσης σημειώθηκαν αντίστοιχα την 5<sup>η</sup> και την 7<sup>η</sup> ημέρα έπειτα από την άφιξη και πιθανά από την μετάδοση του ιού από τα "νέα" άτομα, τελευταία περίπτωση ήταν πάλι στην 17<sup>η</sup> ημέρα (Πιν 2.3β).

Από τις παρατηρήσεις ότι η αυτοφάγωση χρειάστηκε από την 5<sup>η</sup>-6<sup>η</sup> έως και την 17<sup>η</sup> ημέρα σε ένα κλειστό κύκλωμα για να επιβεβαιωθεί η εκδήλωση της (Εικ. 2.4) μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι η ασθένεια έχει ένα χρόνο επώασης περίπου από μία έως δύο εβδομάδες. Παρόλα αυτά, υπήρχαν ορισμένες εξαιρέσεις σ' αυτό το χρονικό όριο. Στους άλλους τέσσερις πληθυσμούς που έφτασαν, 11 περιπτώσεις αυτοφάγωσης κατεγράφησαν από μία έως και πέντε ημέρες έπειτα από την μεταφορά των ζώων στο κλειστό κύκλωμα που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη. Παρόλα αυτά, όλες αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να εξηγηθούν με τους όρους της μίας με δύο εβδομάδας επώασης,

λόγω του ότι από 6 έως 16 ημέρες προτού ξεκινήσει η αυτοφάγωση στα ζώα, αυτά έρχονταν σε φυσική επαφή με άλλα ζώα. Στους ίδιους 4 πληθυσμούς, υπήρχαν επιπρόσθετα έξι περιπτώσεις αυτοφάγωσης από 18 έως 26 ημέρες και άλλες 5 περιπτώσεις 57 έως 84 ημέρες έπειτα από την εισαγωγή τους στο κλειστό κύκλωμα θαλασσινού νερού. Αυτοί οι εκτεταμένοι χρόνοι επώασης είναι δυσκολότερο να εξηγηθούν. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι ο παράγοντας που προκάλεσε την αυτοφάγωση επέζησε στο θαλασσινό σύστημα αυτές περιόδους λόγω των αποτρεπτικών δράσεων που πάρθηκαν έτσι μόνο αργότερα καταστάθηκε μολυσματικός. Μία άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι η μόλυνση πραγματοποιήθηκε, αλλά αρχικά ήταν “κάτω από το κρίσιμο επίπεδο”, σε σχέση με τα συμπτώματα της, π.χ δάγκωμα ενός πλοκαμιού.

### 2.2.7 ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΥΤΟΦΑΓΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΘΑΝΑΤΟ



Πιν. 2.4

Στις 50 περιπτώσεις που κατεγράφησαν, όλα τα ζώα πέθαναν ανάμεσα σε μία έως και πέντε ημέρες έπειτα από την εκκίνηση των συμπτωμάτων της αυτοφάγωσης. Από αυτά, το 80% του πληθυσμού πέθανε κατά την πρώτη ημέρα, το 10% έπειτα από 10 ημέρες και το υπόλοιπο 10% μέσα σε τρεις έως πέντε ημέρες (Πιν 2.4.). Αυτό συμφωνεί με την σημείωση του Taki (1936) ότι τα ζώα πεθαίνουν “γρήγορα έπειτα από την εκκίνηση της αυτοφάγωσης”. Σε δύο άλλες περιπτώσεις που αναφέρθηκαν από τους Reimschuessel & Stoskopf (1990) τα ζώα πέθαιναν στις επόμενες μία έως δύο ημέρες.

### 2.2.8 ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΤΗΝ ΑΥΤΟΦΑΓΩΣΗ;

Προς το παρόν, τα στοιχεία δεν επιτρέπουν μία ξεκάθαρη απάντηση σε αυτήν την ερώτηση. Τα στοιχεία παρόλα αυτά δείχνουν, ότι ο παράγοντας μπορεί να μεταδίδεται μέσω ενός κλειστού κυκλώματος και είναι δυνατό να παρακάμψει το βιολογικό φίλτρο

και το φίλτρο άμμου. Πιθανός παράγοντας είναι μία χημική ουσία η οποία απελευθερώνεται από τα ίδια τα ζώα ή ορισμένοι μικροοργανισμοί όπως οι υιοί και τα βακτήρια.

### **2.2.9 ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΝΕΥΡΙΚΗ ΧΟΡΔΗ ΤΟΥ ΠΛΟΚΑΜΙΟΥ Ή ΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΥΤΟΦΑΓΩΣΗ;**

Οι εγκέφαλοι αρκετών από τα μολυσμένα ζώα εξετάστηκαν μέσω μίας νευροατομικής μελέτης του εγκεφάλου (Plan, 1987). Σε χονδροειδή μορφολογικά και σε λεπτά μικροσκοπικά επίπεδα, δεν υπάρχουν εμφανείς αλλαγές ή ανωμαλίες στην δομή κανενός από τους εγκεφαλικούς λοβούς. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν αρχεία για την παθολογία των νευρικών χορδών των πλοκαμιών, π.χ σε ερεθισμούς και σιδήματα, όπως έχουν περιγραφεί από τους Reimschuessel & Stoskopf (1990) σαν "αυτοακρωτηριασμός, σύνδρομο των πλοκαμιών". Για να ερευνηθεί η αυτοφάγωση περισσότερο ολοκληρωμένα, χρειάζονται οπωσδήποτε μία λεπτομερέστερη μορφολογική έρευνα με βακτηριακή καλλιέργεια και έλεγχο υιών.

### **2.2.10 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗ**

Έπειτα από την απώλεια δύο ολόκληρων πληθυσμών χταποδιών, δύο αποτρεπτικά μέτρα πάρθηκαν:

1) Πριν την μεταφορά στο θαλασσινό κλειστό κύκλωμα, όσα περισσότερα ζώα ήταν πιθανό να αναπτύξουν την αυτοφάγωση, κρατήθηκαν σε καραντίνα για χρονικό διάστημα 2 έως και 3 εβδομάδων.

2) Ο καθαρισμός του θαλασσινού νερού γινόταν από μία ανακύκλωση 4000 λίτρων και αντικαθιστούταν από φρέσκο τεχνικό θαλασσινό νερό κάθε ημέρα.

Αν και δεν υπάρχουν λεπτομερείς μελέτες στην αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων, αυτό που ήταν σαφές είναι ότι υπήρχαν λιγότερες περιπτώσεις αυτοφάγωσης έπειτα από τα αποτρεπτικά μέτρα και σε καμία περίπτωση δεν προσβλήθηκαν όλα τα ζώα. Είναι επίσης πιθανό ορισμένα ζώα να απέκτησαν ανοσία στην ασθένεια.

### **2.2.11 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Αν και ορισμένα στοιχεία είναι ακόμη υποτυπώδη και όχι συμπερασματικά, υποδεικνύουν τα εξής:

-Η αυτοφάγωση είναι μία ασθένεια η οποία μπορεί να προκαλέσει θάνατο ενός ολόκληρου πληθυσμού ζώων σε ένα κλειστό θαλασσινό κύκλωμα, π.χ μπορεί να είναι μεταδοτική.

-Δεν υπάρχει προτίμηση του πλοκαμιού που θα μολυνθεί.

-Ο παράγοντας που προκαλεί την ασθένεια μπορεί είτε να είναι μία ουσία που απελευθερώθηκε από τα ίδια τα ζώα ή πιθανότερα ένας μικροοργανισμός (π.χ. ένα βακτήριο ή ένας ιός).

-Ο ιός μπορεί να μεταδίδεται μέσω ενός κλειστού κυκλώματος και είναι δυνατό να παρακάμπτει βιολογικά φίλτρα και φίλτρα άμμου.

-Ο χρόνος επώασης είναι από μία έως δύο εβδομάδες.

-Ο παράγοντας φαίνεται να προσβάλει το νευρικό σύστημα που ελέγχει την κίνηση των πλοκαμιών.

-Τα προσβεβλημένα ζώα συνήθως πεθαίνουν σε μία ή δύο ημέρες .

-Το στρες και η πείνα, τα οποία συχνά θεωρούνται σαν τα αίτια της αυτοφάγωσης, προφανώς δεν είναι οι πρωτεύοντες λόγοι. Ωστόσο είναι πιθανό να ευνοούν την εκδήλωση της.



## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 3.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

---

Ένα πρόβλημα που απασχόλησε επί χρόνια τους μελετητές της συμπεριφοράς των ζώων, ήταν η ανάπτυξη της. Το ερώτημα που τίθεται είναι πώς η συμπεριφορά ενός ζώου είναι τόσο καλά προσαρμοσμένη στο φυσικό του περιβάλλον. Μια απάντηση, είναι ότι το ζώο γεννιέται φέροντας μέσα του τις σωστές ανταποκρίσεις που είναι δομημένες στο νευρικό του σύστημα. Για παράδειγμα, οι μέλισσες κληρονομούν την ικανότητα να σχηματίζουν πτέρυγες και μύες πτερύγων για το πέταγμα. Τέτοιες ανταποκρίσεις ονομάζονται “ενστικτώδεις”, ένας όρος που έχει συχνά παρερμηνευτεί, αλλά παραμένει χρήσιμος. Η ενστικτώδης συμπεριφορά εξελίσσεται βαθμιαία, όπως και τα δομικά χαρακτηριστικά, ενώ η φυσική επιλογή τροποποιείται έτσι ώστε να προσαρμόζεται άριστα στο περιβάλλον. Δημιουργείται λοιπόν κάτι σαν “μνήμη του είδους” που περνάει από γενιά σε γενιά στους απογόνους του.

Μια άλλη εναλλακτική απάντηση στο ίδιο ερώτημα, είναι ότι ένα ζώο μπορεί να γεννηθεί με λίγες κληρονομικές ανταποκρίσεις αλλά με την ικανότητα να τροποποιεί τη συμπεριφορά του, υπό την επίδραση των εμπειριών καθώς μεγαλώνει. Σύμφωνα με μια τέτοια θεώρηση, μαθαίνει ποιες ανταποκρίσεις θα του δώσουν τα καλύτερα αποτελέσματα και ανάλογα διαμορφώνει τη συμπεριφορά του.

Το ένστικτο και η μάθηση μαζί εξασφαλίζουν την προσαρμοστική συμπεριφορά, η πρώτη δια της επιλογής που λειτουργεί κατά την εξέλιξη ενός είδους, και η δεύτερη κατά την εξέλιξη ενός ατόμου. Οι ερευνητές, παρατήρησαν ότι ορισμένα πρότυπα συμπεριφοράς δεν μεταβάλλονται εύκολα από κάποιες περιβαλλοντικές επιδράσεις

Θα μπορούσε να οριστεί ως ενστικτώδης η συμπεριφορά αυτή που εμφανίζεται σε πλήρη λειτουργική μορφή την πρώτη φορά που εκτελείται. Τυπικά τέτοιες συμπεριφορές φαίνονται να προκαλούνται μηχανικά από ένα ερέθισμα. Κάθε φορά που παρουσιάζεται μια συγκεκριμένη κατάσταση ή ένα σύνολο ερεθισμάτων το ζώο μοιάζει να μεταστρέφεται με μια ανταπόκριση και να εκτελεί μια πλήρη σειρά κινήσεων. Η αυστηρά προγραμματισμένη φύση αυτών των τρόπων συμπεριφοράς, φαίνεται καλύτερα κατά την παρατήρηση ενός ζώου σε ένα ασυνήθιστο περιβάλλον.

Έτσι μερικές αντιδράσεις, φαίνονται να είναι χαρακτηριστικές ενός είδους, εκτελούνται με ένα στερεότυπο ή ενιαίο τρόπο και μάλλον αποδεσμεύονται μηχανικά από απλά ερεθίσματα. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολο να δούμε πώς το ζώο θα μπορούσε να έχει μάθει την ανταπόκριση.

Βασισμένοι σε παρόμοιες παρατηρήσεις μερικοί ερευνητές της συμπεριφοράς, υποστήριξαν ότι η έμφυτη συμπεριφορά είναι μια νομοτελής κατηγορία. Τα ένστικτα μπορούν να θεωρηθούν ενδοειδική συμπεριφορά, την οποία εμφανίζει για πρώτη φορά ένα ζώο σε πλήρη μορφή σε μια ορισμένη ηλικία.

### 3.2 ΨΥΧΟΛΟΓΟΙ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ

---

Αντίθετα με τους ερευνητές που επικέντρωσαν το ενδιαφέρον τους στη μελέτη της ενστικτώδους συμπεριφοράς, οι ψυχολόγοι ασχολήθηκαν συστηματικά με την ανάλυση της μαθημένης συμπεριφοράς. Ενώ οι μελετητές της ηθολογίας ανακάλυψαν

πολλά παραδείγματα που αποδεικνύουν τη μηχανική φύση της ενστικτώδους συμπεριφοράς, οι ψυχολόγοι παρουσίασαν έναν εξίσου μεγάλο αριθμό περιπτώσεων μαθημένης συμπεριφοράς, οι οποίες περικλείουν την τροποποίηση της συμπεριφοράς σε ανταπόκριση των πληροφοριών που αποκτήθηκαν από εμπειρίες.

Μάθηση λοιπόν, είναι μια τροποποίηση ή μεταβολή της συμπεριφοράς από ένα ερέθισμα η οποία μπορεί να εντυπωθεί από μια ιδιαίτερη εμπειρία στη ζωή ενός ζώου. Το κύριο στοιχείο της μάθησης έχει να κάνει με αλλαγές στη συμπεριφορά, αλλαγές οι οποίες είναι σχετικά μόνιμες και μπορούμε αιτιολογημένα να υποθέσουμε ότι είναι βιολογικά προσαρμοσμένες.

### **3.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΝΣΤΙΚΤΩΔΟΥΣ Ή ΕΜΦΥΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

---

Πώς ενεργεί η ανάπτυξη για να “παράγει” ένα ζώο που διαμορφώνει μια ιδιαίτερη ανταπόκριση σε ένα αντικείμενο, την πρώτη φορά που το συναντά και αντιδρά σ’ αυτό; Το να λέμε ότι η συμπεριφορά είναι “γενετικά καθορισμένη”, όπως είδαμε, δεν είναι ούτε ακριβές ούτε χρήσιμο. Ίσως ο καλύτερος τρόπος είναι να δούμε αυτά τα πρότυπα συμπεριφοράς σαν τα προϊόντα ενός γενετικού-αναπτυξιακού συστήματος, το οποίο διοχετεύει την ανάπτυξη της συμπεριφοράς σε περιορισμένες κατευθύνσεις. Η αναπτυξιακή ομοιόσταση (ομοιόσταση= διατήρηση της ευστάθειας ανάμεσα στα στοιχεία ενός οργανισμού ή μιας ομάδας) μπορεί να οδηγήσει στη διαμόρφωση του προτύπου ανάπτυξης ενός ατόμου σε συγκεκριμένα μονοπάτια παρά το μοναδικό γενότυπο και περιβάλλον του.

Αυτό υποδηλώνει ότι ορισμένα είδη συμπεριφοράς είναι εξαιρετικά σημαντικά για την επιβίωση και την αναπαραγωγική επιτυχία ενός ατόμου μέλους ενός είδους. Ως αποτέλεσμα, η επιλογή έχει ευνοηθεί από αναπτυξιακούς μηχανισμούς οι οποίοι εγγυώνται την εμφάνιση χαρακτηριστικής συμπεριφοράς σε μια ευρεία κλίμακα περιβαλλόντων. Εξαιτίας αυτού, πολλές εμπειρίες που θα μπορούσαν να προμηθεύσουν “πέιρα”, μπορεί να είναι άσχετες προς την ανάπτυξη των έμφυτων ανταποκρίσεων (αντιδράσεων) συμπεριφοράς.

### **3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ**

---

Ακριβώς όπως τα ένστικτα δεν είναι καθαρά γενετικά καθορισμένα, έτσι και η μάθηση δεν καθορίζεται εξ’ ολοκλήρου από το περιβάλλον. Η ικανότητα ενός ζώου να τροποποιεί τη συμπεριφορά του έχει ένα αποφασιστικό γενετικό συστατικό. Μάθηση μπορεί να συμβαίνει όταν το νευρικό σύστημα ενός ατόμου, του επιτρέπει να συγκρατεί κάποια πληροφορία από το περιβάλλον και να τη χρησιμοποιεί στην αλλαγή της συμπεριφοράς του.

Όλη η μάθηση εξαρτάται από την ικανότητα αφομοίωσης, ανακάλυψης και χρησιμοποίησης των πληροφοριών που παρέχει το περιβάλλον. Ο γενότυπος αποτελεί τη βάση της δομής ενός νευρικού συστήματος, με την ικανότητα να αποθηκεύει ή να ενσωματώνει πληροφορίες κατά την διάρκεια της ζωής ενός ζώου.

Η φυσική επιλογή, ευνοεί διάφορα πρότυπα αλληλεπίδρασης γονιδίων-περιβάλλοντος, με διαφορετικά αποτελέσματα. Η θεώρηση αυτή επιτρέπει να πραγματοποιηθεί μια σωστή και πολύ σπουδαία διάκριση ανάμεσα στους δύο τύπους συμπεριφοράς, την έμφυτη και την επίκτητη.

### 3.5 ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ

---

Τα χταπόδια προσφέρουν μια πρόκληση ως προς τη μελέτη της μάθησης στα ζώα. Η μάθηση θεωρείται ως “όλες οι διαδικασίες μέσω των οποίων η εισαγωγή πληροφοριών από τις αισθήσεις τροποποιούνται, απλοποιούνται, επεξεργάζονται, φυλάσσονται, επανέρχονται στη μνήμη και χρησιμοποιούνται” (Neisser, 1976). Τα χταπόδια είναι γνωστό ότι εξαρτώνται από την μάθηση, γεγονός το οποίο είναι απαραίτητο για την γνωστική τους ικανότητα, αφού δεν είναι πιθανό να βρεθεί το ισοδύναμο ενός προκαθορισμένου προτύπου δράσεως σε οποιοδήποτε είδος (Mather, 1986). Πολλές μαθησιακές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στις δεκαετίες του '60 και του '70, εστιάστηκαν στην πληροφόρηση σαν ένα φαινόμενο, με αποτέλεσμα να μην είναι πάντα συνδεδεμένες με την φυσική ιστορία των ίδιων των ζώων. Για παράδειγμα, χρονοβόρες προσπάθειες είχαν δαπανηθεί για να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά ενός οπτικού κινήτρου σύμφωνα με το οποίο το *Octopus vulgaris* μπορούσε να διακρίνει αντικείμενα. Το ίδιο είδος διατρέφεται κυρίως μέσω της χημοτακτικής έρευνας στο πεδίο (Mather, 1991a), αφήνοντας τους ερευνητές να αξιολογήσουν για ποίο λόγο χρησιμοποιείται η οπτική επεξεργασία πληροφοριών. Μπορεί να χρησιμοποιείται στην απομνημόνευση του περιβάλλοντος χώρου, καθώς το χταπόδι διατηρεί ένα κεντρικό σπίτι και διατρέφεται σε διάφορες κατευθύνσεις και αποστάσεις, έξω από αυτό (Mather, 1991a). Στο εργαστήριο, τα χταπόδια μαθαίνουν εύκολα να πηγαίνουν σε ένα οπτικό ορόσημο για φαγητό (Mather, 1991a).

Δύο λόγοι κάνουν την μελέτη της μάθησης στα χταπόδια πιθανή. Η πρώτη είναι το εκτεταμένο εύρος μελέτης της συμπεριφοράς των ζώων. Πρόσφατες μελέτες, με εστίασεις από την γνωστική ικανότητα έως τους περιορισμούς στη μάθηση και στην επικοινωνία των ζώων, έχουν δώσει μία ευρύτερη άποψη του τι μπορούν να πραγματοποιήσουν τα ζώα. Έτσι, μελέτες της ικανότητας των μελισσών και των τρωκτικών να απομνημονεύουν το περιβάλλοντα χώρο, μπορούν να συγκριθούν με αντίστοιχες στα χταπόδια. Η δεύτερη επίδραση είναι, η γνώση μας στην οικολογία και στην φυσιολογία της συμπεριφοράς των χταποδιών. Ερευνητές έχουν ξεκινήσει να μελετούν το πώς τα χταπόδια συμπεριφέρονται στο θαλάσσιο περιβάλλον, ώστε να κατανοήσουν κατά ποίο τρόπο προσαρμόζονται σ' αυτό (Boyle, 1983, 1987).

Αυτές οι δύο λόγοι παρέχουν ένα υπόβαθρο ώστε να διερευνηθεί η βάση των γνώσεων, από τη γνώση σχετικά με την μάθηση στην κατανόηση των λειτουργιών της. Ο Robinson (1990) πρότεινε ότι το περιβάλλον του κοραλλιογενούς υφάλου, λόγω της πολυπλοκότητας του, είναι μια περιοχή στην οποία τέτοια εξέλιξη έχει ασκήσει ιδιαίτερη πίεση στην εξέλιξη της νοημοσύνης. Πώς θα μπορούσε αυτό το μαλακό σε σώμα θαλάσσιο κεφαλόποδο, να έχει προσαρμοστεί ώστε να χρησιμοποιεί την νοημοσύνη, λόγω αυτού του περιβάλλοντος και πώς θα μπορούσε τελικά να διαφέρει από αυτή των σπονδυλωτών, των οποίων η νοημοσύνη εξελίχθηκε σε ένα γενικό πλαίσιο κοινωνικών ομάδων; (Humphrey, 1976).

Η μελέτη της συμπεριφοράς των χταποδιών προσφέρει δυνατότητες όπως και περιορισμούς. Ο Dawkins (1993), ερευνώντας τη συνείδηση των ζώων συμπέρανε ότι η ομοιότητα ανάμεσα στην γνωστική ικανότητα των ανθρώπων και των ζώων θα μπορούσε να οδηγήσει στην υπόθεση ότι τα “χαμηλότερα” σπονδυλωτά κατέχουν μια ανάλογη εσωτερική διαδικασία. Η φυλογενετική ομοιότητα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα για ειδικεύσεις ως προς την επεξεργασία της πληροφορίας στα χταπόδια, καθώς αυτά είναι εξελικτικά αρκετά μακριά από εμάς και δεν μπορούμε να αναμένουμε παρόμοια οργάνωση της συμπεριφοράς.

Λόγω της δυσκολίας στη χρήση φυλογενετικών ομοιοτήτων ως απόδειξη, οι Yøerg και Kamil (1991) πρότειναν ότι θα έπρεπε να σταματήσουν οι μελέτες σε τομείς που δεν είναι γνωστοί όπως η συνείδηση και να μελετηθούν αυτοί που είναι γνωστοί, όπως η επεξεργασία πληροφορίας. Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση, τίθενται ερωτήματα τα οποία είναι απαντήσιμα σχετικά με τα χταπόδια. Γιατί χρησιμοποιούν τα χταπόδια την οπτική αναγνώριση αντικειμένων; Τι είναι αυτό που περιορίζει τη μνήμη του περιβάλλοντος χώρου ή προγραμματίζει τις μεταναστεύσεις τους; Είναι η χρήση εργαλείων περιορισμένη λόγω της προφανής έλλειψης γνώσης ως προς τη θέση των πλοκαμιών; Έχουν μια οπτική γλώσσα; Οι απαντήσεις σε αυτές τις ερωτήσεις δίνουν πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη της μαθησιακής ικανότητας και σχετικά με την προσαρμογή της συμπεριφοράς.

Η μαθησιακή ικανότητα εξαρτάται εν μέρει από τις καταστάσεις, έτσι το παράδειγμα στο οποίο η μάθηση τίθεται είναι σημαντικό, όπως έχει αποδειχθεί σε μελέτες για την χωροταξική μαθησιακή ικανότητα των μελισσών. Αντιστοίχως, οι ερευνητές που μελετούσαν την μαθησιακή ικανότητα στα χταπόδια, ανέπτυξαν ένα πείραμα χρησιμοποιώντας την συνήθεια του χταποδιού να βρίσκει καταφύγιο σε προστατευμένα σπίτια και την έξοδο του απ αυτά, για να ερευνήσει καινούρια κίνητρα (Boycott, 1954). Σύμφωνα με αυτό το πείραμα, σ' ένα χταπόδι που κατοικούσε σε ένα προφυλασσόμενο καταφύγιο στο άκρο ενός ενυδρείου του παρουσιαζόταν ένα κίνητρο για διέγερση το οποίο εισάγονταν στο άλλο άκρο. Η τροφή χρησιμοποιήθηκε σαν αμοιβή για την επαφή με το θετικό κίνητρο και ένα μικρό, σε ισχύ, ηλεκτρικό σοκ σαν τιμωρία για την επαφή με το αρνητικό.

Αυτό το παράδειγμα, οδήγησε τους αρχικούς ερευνητές σε μια περιγραφή της συμπεριφοράς του χταποδιού, με όρους πλησίασμα-αποφυγή (Maldonado, 1963) και σε μια εκτίμηση ότι ήταν παθητικά, γεγονός φυσικό για την έρευνα στην συγκεκριμένη εποχή, μπορεί ωστόσο να είχαν περιορισμένη κατανόηση της συμπεριφοράς τους. Εάν γίνει μια απλή ερώτηση θα δοθεί μια απάντηση σ' αυτή, αλλά μια απλή προσέγγιση μπορεί να μην εξερευνά πλήρως το εύρος συμπεριφορών ενός ζώου. Τα χταπόδια δεν είναι αδρανείς θηρευτές που κάθονται και περιμένουν, αλλά διατρέφονται χρησιμοποιώντας μια στρατηγική "κερδίζω-αλλάζω" γύρω από τα σπίτια τους (Mather, 1991a) και μπορεί να θυμούνται προηγούμενες κατευθύνσεις διατροφής. Συμπερασματικά, μετακινούνται σε ένα καινούργιο σπίτι, εν μέρει ως μια αντίδραση στη μείωση της ποσότητας τροφής (Mather, 1994) την οποία υπολογίζουν.

### **3.6 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ**

Ένα διαφορετικός τομέας έρευνας, έχει αναπτυχθεί για να διερευνηθεί πώς τα χταπόδια επεξεργάζονται τις πληροφορίες στους εγκεφάλους τους. Τα χταπόδια είναι όμοια με τα σπονδυλωτά στο ότι έχουν αμφίπλευρη συμμετρία, και αρκετή από την εγκεφαλική οργάνωση και των δύο έγκειται σ' αυτήν τη συμμετρία. Η εκτίμηση της αποθήκευσης των πληροφοριών στον εγκέφαλο, είναι περιορισμένη σε μελέτες που χρησιμοποιούν εκτομές. Η καταγραφή των εγκεφαλικών λειτουργιών ήταν αδύνατη έως πρόσφατα. Τα πειράματα εκτομών (ablation) έδειξαν ότι μια περιοχή, ο κατακόρυφος λοβός, έχει σχέση με την αναπτυξιακή μάθηση και ότι ένας άλλος, ο υποεμπρόσθιος, έχει σχέση με την μάθηση της αφής (Sanders, 1975·Wells, 1978).

Μια αρχή που ανακαλύφθηκε ήταν ότι ενώ οι πληροφορίες ήταν αποθηκευμένες σε μια περιοχή, ήταν κατανεμημένες εκεί. Οι οπτικοί λοβοί ήταν απαραίτητοι για την αναπτυξιακή μάθηση στα χταπόδια και όταν ένας λοβός υφίστατο εκτομή η μαθησιακή γνώση χανόταν, αλλά όταν ο μισός αφαιρούνταν, ένα μικρότερο ποσοστό σωστών

απαντήσεων πραγματοποιούνταν (Muntz, 1963). Επίσης βρέθηκε, ότι οι οπτικές πληροφορίες πρώτα αποθηκεύονταν τοπικά και στη συνέχεια προέβαλαν εικόνες στο μπροστινό ή το πίσω μισό μέρος του αμφιβληστροειδούς χιτώνα. Αυτό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι πληροφορίες αποθηκεύονται μόνο στο ένα μέρος του λοβού.

Απόδειξη σε αυτό ήταν ότι ένα χταπόδι που ήταν εκπαιδευμένο σε μία διάκριση με το ένα μάτι δεν μπορούσε να την πραγματοποιήσει όταν η εικόνα “έπεφτε” στο άλλο μάτι και επεξεργαζόταν αντίστοιχα από το άλλο μισό του οπτικού λοβού. Καθώς η όραση των χταποδιών είναι κυρίως μονοπτική, τα ζώα αυτά μπορούν να εκπαιδευτούν στο να πραγματοποιούν διακρίσεις με το ένα τους μάτι. Όταν ελέγχονταν με το άλλο μάτι, η απόδοση τους ήταν λιγότερο επαρκής εκτός και αν είχαν εκπαιδευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα (Remy & Watanabe, 1993). Αν οι σχέσεις της αριστερής με τη δεξιά πλευρά του εγκεφάλου είχαν διασπαστεί έπειτα από τη μάθηση, το χταπόδι θα μπορούσε ακόμα ν’ ανταποκριθεί σωστά χρησιμοποιώντας το “ανεκπαιδευτο μάτι”, αλλά εάν η διάσπαση προϋπήρχε της εκπαίδευσης το χταπόδι δεν θα μπορούσε να πραγματοποιήσει τη διάκριση (Muntz, 1963), πράγμα το οποίο είναι ανάλογο με την κατάσταση που ισχύει για τους διασπασμένους εγκεφάλους των ανθρώπων.

Αυτή η πρωτοκαθεδρία της τοπικής αποθήκευσης μπορεί να εξηγεί την συμπεριφορά των χταποδιών στις δοκιμασίες παράκαμψης. Ο Wells (1964β, 1967) σημείωσε ότι τα ζώα άλλαζαν “κατεύθυνση πλοήγησης” γύρω από τους τοίχους ενός ενυδρείου με το ένα και στη συνέχεια με το άλλο μάτι εστιάζοντας στο φράγμα. Τα χταπόδια με διασπασμένους εγκεφάλους μπορούσαν ακόμα, να συρθούν γύρω από ένα φράγμα φυσιολογικά αλλά εμφανίζονταν να είναι σε αντίφαση και εναλλακτικά να μετακινούνται προς τον λαβύρινθο επιστρέφοντας στο καταφύγιο τους. Μια τέτοια συμπεριφορά ήταν αρκετά μειωμένη όταν το ένα μάτι ήταν τυφλωμένο, ίσως λόγω του ότι αποκλείστηκε η αντίφαση στην εισερχόμενη οπτική πληροφόρηση. Ο Sanders (1975) εκτίμησε αυτές τις μελέτες λεπτομερώς. Τα χταπόδια που είχαν υποστεί εκτομή πραγματοποιούσαν λιγότερες παρακάμψεις ενώ είχαν ένα παρόμοιο ποσοστό επιτυχιών με τα ανέπαφα ζώα. Επειδή, επιτύγχαναν προσανατολισμό μόνο όταν διατηρούσαν επαφή με τον “σωστό” τοίχο, ίσως η πληροφορία του προσανατολισμού του σώματος να χρησιμοποιούνταν παράλληλα με την οπτική εισαγωγή για να καθοδηγήσουν την παράκαμψη.

Παρόλα αυτά, η “πλευρική” αποθήκευση των πληροφοριών (δηλαδή, είτε στο δεξί είτε στο αριστερό μέρος του εγκεφάλου) εμφανίζεται σαν μια γενική αρχή, καθώς τα χταπόδια επειδή έχουν διαχωρισμένο εγκέφαλο, δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν μια διάκριση μέσω της αφής με τα πλοκάμια της μιας πλευράς, όταν έχουν μάθει να κάνουν αυτή την διάκριση με τα πλοκάμια της άλλης πλευράς (Wells & Young, 1966).

Ενώ οι μελέτες έχουν αποκαλύψει αρκετά γύρω από το πώς οι πληροφορίες αποθηκεύονται στον εγκέφαλο των χταποδιών (Young, 1965, 1991) έχουν δύο αναπόφευκτους περιορισμούς. Ο πρώτος είναι διαδικαστικός: οι μελέτες εκτομής προϋποθέτουν ακριβή εντοπισμό του σημείου τομής, έτσι ώστε όταν μια περιοχή του εγκεφάλου αφαιρείται μόνο η συμπεριφορά που έχει προγραμματισθεί σ’ αυτό το κομμάτι ν’ απομακρύνεται. Ο δεύτερος είναι καταστασιακός: οι εργαστηριακές έρευνες έχουν δείξει τι μπορεί το χταπόδι να διακρίνει με βάση την αφή και την όραση, αλλά λίγη σκέψη είχε δοθεί στην χρήση της, το πώς δηλαδή αυτές οι ικανότητες σχετίζονται με την συμπεριφορά των χταποδιών στο φυσικό τους περιβάλλον.

Η σύνθεση των εργαστηριακών μελετών σχετικά με την μάθηση και την παρατήρηση της φυσικής συμπεριφοράς, η οποία αναφέρεται σε μια μελέτη από τους Gould & Marler (1984), δεν ήταν πιθανή επειδή η ηθολογική βάση ήταν ελλιπής. Τα

χταπόδια δεν χρησιμοποιούν φυσικά (στο πεδίο) την αντίληψη του σχήματος για να εντοπίσουν το θήραμα αλλά κυνηγούν κυρίως μέσω της χημοτακτικής ανίχνευσης (Yarnall, 1969·Mather, 1991α). Η οπτική χωρητικότητα που αποδείχθηκε από τα εργαστηριακά τεστ, πιθανώς να χρησιμοποιείται περισσότερο σε άλλες καταστάσεις όπως είναι η ναυσιπλοΐα (Mather, 1991B), ή στην αποφυγή θηρευτών (Packard, 1988α).

### **3.7 ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΟΥΣ**

Η μάθηση ορισμένες φορές υποτίθεται ότι ακολουθεί παγκόσμιους κανόνες σε όλες τις ομάδες των ζώων (Mason, 1984). Εάν τέτοιοι κανόνες πράγματι εφαρμόζονται, οι τύποι της μάθησης θα μπορούσαν να καταχωρηθούν σε σειρές εξαρτώμενοι από την χωρητικότητα που απαιτείται για να πραγματοποιηθούν (Thomas, 1980). Τα περισσότερα ζώα είναι ικανά για απλή μάθηση (επίπεδα 1-4, σύμφωνα με τον Thomas). Τα χταπόδια εμφανίζουν μάθηση σε αυτά τα επίπεδα. Ο Boycott (1954) έδειξε εξοικείωση των χταποδιών σε οπτικά κίνητρα και οι Wells & Wells (1957), έδειξαν εξοικείωση των χταποδιών σε κίνητρα της αφής.

Αποτελεσματική εκμάθηση έχει φανερωθεί για τα χταπόδια από τους Crancher, King, Bennett & Montgomery (1972), που εκπαίδευσαν σε χταπόδια την επέκταση του πλοκαμιού σε έναν σωλήνα έξω από το νερό. (1959). Ορισμένες μελέτες στα χταπόδια έχουν επίσης δείξει μια μαθησιακή “ομάδα ικανοτήτων” (Harlow, 1949). Αυτές υποδείκνυαν ικανότητα μάθησης σε επίπεδα 5 και 6 (σύμφωνα με τον Thomas) για τα οποία, ένα ζώο πρέπει όχι μόνο να διακρίνει κίνητρα αλλά επίσης να μάθει αυτό που ονομάζεται Απόλυτο Σκεπτικό Κλάσης, αντιδρώντας σε μια κινητήρια κατάσταση και όχι απλά σε ένα σύνολο καταστάσεων.

Μια κατάσταση που ελέγχει την μαθησιακή ικανότητα είναι η αντίστροφη μάθηση. Σύμφωνα με αυτή όταν ένα ζώο έχει μάθει να δέχεται ένα θετικό κίνητρο και να απορρίπτει ένα αρνητικό, τότε η φυσική δυναμικότητά του αλλάζει. Πολλά θηλαστικά το μαθαίνουν αυτό γρήγορα, αλλά η κατάσταση δεν είναι εξίσου ξεκάθαρη για τα χταπόδια. Οι Mackintosh & Mackintosh (1964α) εκπαίδευσαν ζώα, χρησιμοποιώντας ταυτόχρονη παρουσίαση οπτικών κινήτρων, για έξι αντιστροφές. Όταν το κριτήριο της επιτυχούς διάκρισης ήταν το 70% των αντιδράσεων να είναι σωστές, τα χταπόδια μείωναν σημαντικά τον αριθμό των δοκιμών για να επιτύχουν αυτό το κριτήριο. Όταν το κριτήριο αυτό ήταν υψηλότερο, της τάξης του 80%, τα ζώα σπάνια έφταναν αυτό το κριτήριο και έτσι δεν παρουσίαζαν αντιστροφή. Ο Sanders επίσης παρουσίασε μάθηση από αντιστροφή στα χταπόδια όταν τους έδινε ένα κίνητρο της αφής. Το παράδειγμα ήταν δύσκολο, αφού οι τάσεις των χταποδιών να προτιμούν συγκεκριμένους προσανατολισμούς (κατακόρυφους) και υφές (απαλές) καθώς και τα χαμηλά αποτελέσματα θετικής ανταπόκρισης (Papini & Bitterman, 1991) μπορεί να κάνουν τον πειραματικό έλεγχο δύσκολο.

Ένα παρόμοιο πρόβλημα παρουσιάζεται κατά τον έλεγχο των χταποδιών στην μαθησιακή ικανότητα που ονομάζεται εκκεντρικότητα. Σε αυτήν, σε ένα ζώο παρουσιάζονται ταυτόχρονα τρία ή και περισσότερα κίνητρα και το ζώο επιβραβεύεται όταν αγγίζει το διαφορετικό, χωρίς να απαιτείται η αναγνώριση ενός χαρακτηριστικού κινήτρου, αλλά το “σκεπτικό” της εκκεντρικότητας να παρουσιάζεται σ’ αυτό. Ο Boal (1991) έλεγξε χταπόδια στην εκκεντρικότητα, κατεβάζοντας τρία σετ από κελύφη μαλακίων στις δεξαμενές τους. Αυτά, έμαθαν διαφορετικές ομάδες συγκρίσεων και παρουσίασαν μαθησιακή ικανότητα επιπέδου 5, σύμφωνα με τον Thomas (1980). Ωστόσο δεν πλησίαζαν το αυστηρό κριτήριο της επιλογής του εκκεντρικού κινήτρου με την πρώτη δοκιμή, όπως θα ήταν απαραίτητο για να αποδειχθεί επίπεδο μαθησιακής

ικανότητας 6. Το υπόδειγμα ποικιλότητας της αντίδρασης στα χταπόδια, μπορεί να τα απέτρεψε από το να υποδείξουν μια τέτοια ικανότητα.

Μια ξεχωριστή και περισσότερο πρόσφατη προσέγγιση της μαθησιακής ικανότητας, ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες ζώων, έχει καταστήσει ξεκάθαρο ότι κάθε ομάδα έχει περιορισμούς στη μαθησιακή ικανότητα της. Έτσι οι μέλισσες έχουν περιορισμούς τόσο στις καταστάσεις στις οποίες θα μάθουν όσο και στον τύπο της μάθησης που θ' αποκτήσουν (Bogdany, 1978). Αυτός ο περιορισμός ισχύει και για χταπόδια. Οι πρώτοι ερευνητές βρήκαν ότι τα χταπόδια μπορούσαν να εκπαιδευτούν μόνο με αρκετά μεγάλη δυσκολία, ώστε να αντιμετωπίζουν τα καβούρια σαν ένα αρνητικό κίνητρο (Boycott, 1954), ενώ είχαν ειδικευμένες προτιμήσεις στα κίνητρα. Δεν είναι ξεκάθαρο το εάν τα καβούρια ήταν Έτοιμες Εικόνες Έρευνας για το χταπόδι, όπως τα λουλούδια είναι για τις μέλισσες (Menzel, 1985).

Προφανείς "αδυναμίες" των ζώων αυτών, μπορεί επίσης να οφείλονται σε μια έλλειψη καταλληλότητας πειραματικών καταστάσεων. Όλα τα χταπόδια, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μαθησιακά πειράματα, συλλήφθηκαν ως ενήλικα άτομα και έτσι είχαν επιβιώσει ενάντια σε ιδιαίτερα αντίξοες συνθήκες (κάθε θηλυκό άτομο του *O. vulgaris* αφήνει δεκάδες χιλιάδες αυγά, από τα οποία μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό επιβιώνει). Η συμπεριφορά τους σε πειραματικές δοκιμασίες μάθησης, ήταν περισσότερο σύνθετη από ότι αποκαλύφθηκε σε απλά τεστ που εμπειρείχαν θετικές ή αρνητικές επιλογές. Οι Boycott & Young (1957) παρατήρησαν "επιφυλακτική συμπεριφορά" όταν τα χταπόδια είχαν σοκαριστεί από επίθεση σε αρνητικό κίνητρο. Όταν η πειραματική συσκευή που χρησιμοποίησαν οι Boycott & Young, μεταφέρθηκε στις δεξαμενές των χταποδιών, ορισμένα ζώα ερευνούσαν τα υπολείμματα των προηγούμενα καταναλωθέντων καβουριών, επιτίθονταν σε φυσαλίδες αέρα στην επιφάνεια της δεξαμενής ή σε σκιές.

Η μεταβλητή συμπεριφορά μπορεί να είναι προσαρμοστική για την επίτευξη ενός στόχου όπως είναι το φαγητό. Τα χταπόδια που "τσιμπιόντουσαν" από μια ανεμώνη καθώς προσπαθούσαν να συλλάβουν ένα κάβουρα ερημίτη, χρησιμοποιούσαν ένα πρότυπο συμπεριφοράς που ο Boycott (1954) επίσης ονόμασε "επιφυλακτική συμπεριφορά". Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Boycott (1954) αντί να επιτίθενται στο καβούρι κατεβαίνοντας από επάνω σε μια επίθεση με ανοιχτό τον ιστό τους, μπορεί να πλησίαζαν αργά κατά μήκος του πυθμένα της δεξαμενής και να επέκτειναν ένα μόνο πλοκάμι προς το καβούρι, αποφεύγοντας έτσι την ανεμώνη. Ορισμένα χταπόδια έσπρωχναν πίδακες νερού σαν να προσπαθούσαν να ξεκολλήσουν την ανεμώνη ή να μετακινήσουν το καβούρι. Μια τέτοια "πολύπλευρη προσαρμοστικότητα σε καινούριες προκλήσεις" είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους ο Griffin (1993), εξάγει σαν συμπέρασμα την συναίσθηση στα ζώα, αν και η συναίσθηση δεν σημαίνει απαραίτητα κανέναν τύπο γνωστικότητας. Η επιλεκτικότητα της συμπεριφοράς επίσης, υποδεικνύει εκλεπτυσμένη διαδικασία πληροφόρησης σύμφωνα με τα επίπεδα των Yoerg & Kamil (1991). Αυτή η ικανότητα να ανακτούν και να χρησιμοποιούν πληροφορίες, αντιπαρατίθεται με την προφανή αποτυχία των χταποδιών σε "υψηλότερα" επίπεδα μάθησης, όπως καθορίστηκαν από τον Thomas (1980).

### 3.8 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ *O. VULGARIS*

Ένας τύπος μάθησης που δείχθηκε για τα χταπόδια και ο οποίος απαιτεί γνωστική ικανότητα, είναι η παρατηρησιακή μάθηση. Η μελέτη που πραγματοποίησαν οι Graziano Fiorito και Pietro Scotto το 1992 εστίαστηκε σ' αυτήν την ικανότητα των

χταποδιών. Τα αποτελέσματα της ,δείχνουν ότι η παρατηρησιακή μάθηση μπορεί να πραγματοποιηθεί στα χταπόδια.

Τα χταπόδια όπως και πολλά είδη ασπόνδυλων, είναι ικανά να μάθουν μια αλλαγή στην συμπεριφορά τους ως αποτέλεσμα της εμπειρίας, επιδεικνύοντας έτσι ότι μπορούν να ενοποιήσουν τις πληροφορίες που τους παρουσιάζονται για να δημιουργήσουν προσαρμοστικά πρότυπα συμπεριφοράς. Ανάμεσα στα σπονδυλωτά που ζουν σε κοινωνικές ομάδες, η μάθηση μπορεί να διευκολυνθεί μέσω της παρατήρησης ενός άλλου μέλους του ίδιου είδους να πραγματοποιεί μια συμπεριφοριακή πράξη (διαειδική μάθηση).

Το *Octopus vulgaris* δεν έχει κοινωνικές συνήθειες, πράγμα το οποίο υποδηλώνει ότι έχει ελάχιστη εμπειρία από παρατηρήσεις της συμπεριφοράς ατόμων του είδους του. Παρόλα, αυτά ορισμένα κεφαλόποδα είναι κοινωνικά και τα ειδικευμένα πρότυπα συμπεριφοράς τους παρουσιάζονται όταν έρχονται σε επαφή το ένα με το άλλο. Για αυτό το λόγο, ελέγχθηκε εάν τα χταπόδια μπορούν να μάθουν να πραγματοποιούν μια εργασία μέσω παρατήρησης άλλων εκπαιδευμένων χταποδιών.

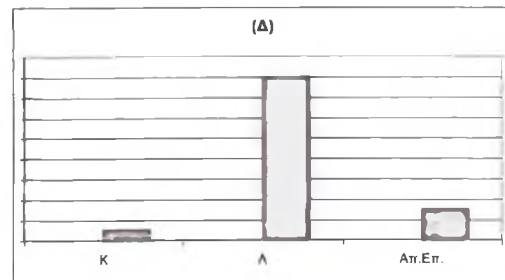
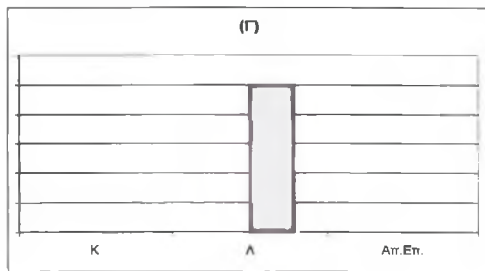
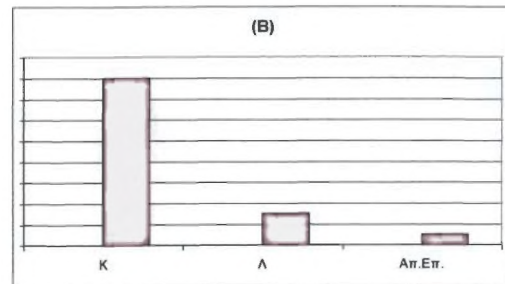
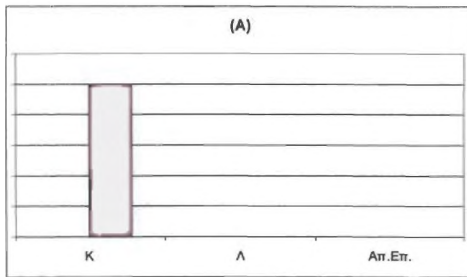
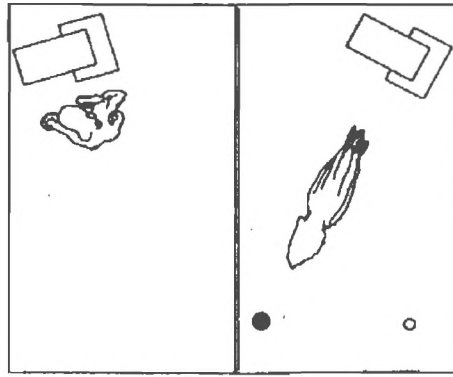
Άτομα του *Octopus vulgaris*, εκπαιδεύτηκαν να διακρίνουν ανάμεσα σε δύο κίνητρα τα οποία ήταν ταυτόσημα σε μέγεθος και σχήμα αλλά διέφεραν μόνο στο χρώμα. Η εκπαίδευση ακολουθήθηκε από μια σειρά από δοκιμές ενώ ένα μη εκπαιδευμένο χταπόδι παρατηρούσε οπτικά τις επιλογές που πραγματοποιούσε ο εκπαιδευμένος παρουσιαστής. Τα πειράματα για την έρευνα της ικανότητας του *Octopus vulgaris* να μαθαίνει κάτι μέσω μιας παρατήρησης πραγματοποιήθηκαν σε τρεις φάσεις: (I) εκπαίδευση των παρουσιαστών, (II) παρατήρηση της εργασίας από μη εκπαιδευμένα χταπόδια, (III) έλεγχος των παρατηρητών.

Η εκπαίδευση των παρουσιαστών πραγματοποιήθηκε μέσα από μια σειρά δοκιμασιών. Η εκπαίδευση ενός παρουσιαστή ήταν πλήρης όταν το ζώο δεν πραγματοποιούσε λάθη σε 5 συνεχόμενες δοκιμασίες.

Δύο ομάδες (κόκκινες μπάλες και άσπρες μπάλες) από παρουσιαστές εκπαιδεύτηκαν. Για την κόκκινη ομάδα η κόκκινη μπάλα θεωρήθηκε ως η σωστή επιλογή. Η επιλογή της συνοδευόταν από μια ανταμοιβή με ένα μικρό κομμάτι ψαριού, το οποίο ήταν προσκολλημένο στην πλευρά της μπάλας χωρίς όμως να είναι ορατό στο ζώο. Η επιλογή της άσπρης μπάλας συνοδευόταν από μια τιμωρία μέσω ενός ηλεκτρικού σοκ. Για τη δεύτερη ομάδα των χταποδιών οι συνθήκες αυτές αντιστράφηκαν. Για τα χταπόδια ( $n=30$ ) τα οποία είχαν εκπαιδευτεί να επιλέγουν την κόκκινη μπάλα, η πλήρης εκπαίδευση έφτασε στις 16.83 δοκιμασίες. Η λευκή ομάδα ( $n=14$ ) εκπαιδεύτηκε έπειτα από 21.50 δοκιμασίες.

Κατά την διάρκεια της παρατηρησιακής φάσης, ένα μη εκπαιδευμένο άτομο του *Octopus vulgaris* το οποίο ήταν τοποθετημένο σε δεξαμενή γειτνιάζοντας στον παρουσιαστή παρατήρησε 4 δοκιμασίες κατά τη διάρκεια των οποίων ο παρουσιαστής επιτίθεντο στην μπάλα που είχε διδαχθεί.





(Εικ. 3.1) Σχηματική αναπαράσταση της πειραματικής συσκευής και της πειραματικής μεθόδου. Ένα *Octopus vulgaris* επιτίθεται σε μία κόκκινη μπάλα (δεξί μέρος της εικόνας) λειτουργώντας σαν παρουσιαστής για το άλλο ζώο (παρατηρητής, αριστερή πλευρά) το οποίο βρίσκεται έξω από το θολάμι του και παρατηρεί το άτομο του είδους του καθόλη τη διάρκεια της δοκιμασίας μέσω ενός διαφανούς τοιχώματος. Η κάθε δεξαμενή είχε ανεξάρτητη παροχή νερού και τα χταπόδια έρχονταν σε οπτική επαφή δύο ώρες πριν την παρατηρησιακή φάση.

(Εικ. 3.2Α,Γ) Οι επιλογές εκφράστηκαν ως ποσοστό των συνολικών επιλογών που πραγματοποιήθηκαν από τους παρουσιαστές κατά την διάρκεια της παρατηρησιακής φάσης του πειράματος και των επιλογών των παρατηρητών κατά την διάρκεια ελέγχου. (Α) Ομάδα κόκκινων παρουσιαστών ( $n=30$ ), (Β) κόκκινη ομάδα παρατηρητών ( $n=30$ ), (Γ) λευκή ομάδα παρουσιαστών ( $n=14$ ) και (Δ) λευκή ομάδα παρατηρητών ( $n=14$ ). Κ= κόκκινο, Λ= λευκό, Απ.Επ. = απουσία επίθεσης.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης δεν ανιχνεύθηκαν λάθη στις ομάδες των παρουσιαστών (Εικ. 3.2Α,Γ).

Από την ανάλυση των παρατηρήσεων βρέθηκε ότι τα χταπόδια παρατηρητές αύξαναν την προσοχή τους κατά τη διάρκεια μίας από τις 4 δοκιμασίες. Ειδικότερα, οι παρατηρητές ακολούθησαν τα πρότυπα δράσης των παρουσιαστών με κινήσεις της κεφαλής και των ματιών. Οι παρατηρητές επίσης περνούσαν περισσότερη ώρα έξω από

τα σπίτια τους και επιδεικνυαν άλλα συμπεριφορικά πρότυπα τα οποία έχουν αναγνωριστεί για το *Octopus vulgaris* κατά την παρουσία ατόμων του είδους του.

Για την φάση του ελέγχου, τα χταπόδια παρατηρητές ελέχθησαν σε πέντε διαδικασίες ταυτόχρονης παρουσίας των δύο σφαιρών (άσπρη και κόκκινη). Καμιά, αμοιβή και καμιά τιμωρία επίσης δεν δόθηκε σε αυτό το χρονικό διάστημα για οποιαδήποτε επιλογή πραγματοποιούνταν. Τα άτομα του *Octopus vulgaris* ( $n=30$ ) που παρατήρησαν τους παρουσιαστές να επιτίθενται στην κόκκινη μπάλα, επέλεξαν την κόκκινη μπάλα συχνότερα από ότι έκαναν την άσπρη μπάλα. Τα ζώα ( $n=14$ ) τα οποία παρατήρησαν τα άτομα της λευκής ομάδας να επιλέγουν την λευκή μπάλα επίσης επέλεξαν τη λευκή μπάλα.

Κατά την διάρκεια της φάσης ελέγχου, οι κόκκινοι και οι λευκοί παρατηρητές πραγματοποίησαν αντίστοιχα 14 και 30% συνολικά λάθη. Παρόλα αυτά, αν θεωρηθεί μόνο ο αριθμός των επιθέσεων στην λάθος μπάλα ως λάθη, αυτά ήταν περίπου 9%. Η απουσία επίθεσης (ΑπΕπ) (Εικ. 3.2B,Δ) δεν είχε καμιά σχέση με τις επιλογές κατά τις προηγούμενες δοκιμασίες. Η τυχαιότητα αυτού του γεγονότος δεν εξηγεί την έλλειψη διάκρισης ανάμεσα στα αντικείμενα ή την αποτυχία της μάθησης, αλλά μπορεί να σχετίζεται με μια έλλειψη ανταμοιβής έπειτα από κάθε δοκιμασία.

Τα αποτελέσματα αυτά αποδεικνύουν ότι μη εκπαιδευμένα άτομα του *Octopus vulgaris* μπορούν να μάθουν να πραγματοποιούν μια εργασία, παρατηρώντας για ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα (4 δοκιμασίες), την συμπεριφορά ενός διαειδικού ατόμου. Η παρατηρησιακή μάθηση ήταν σημαντικά ταχύτερη απ' ότι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εκμάθηση των παρουσιαστών, οι οποίοι εκπαιδεύτηκαν με την κλασική τεχνική εκπαίδευσης (περίπου 16 δοκιμασίες για την κόκκινη και περίπου 21 δοκιμασίες για την λευκή ομάδα των παρουσιαστών). Έπειτα από 4 δοκιμασίες εκπαίδευσης οι αναλογίες επιτυχίας ήταν 51% για την κόκκινη ομάδα και 51% για την λευκή ομάδα ενώ 4 δοκιμασίες με παρατήρηση των παρουσιαστών οδήγησαν σε αντίστοιχα ποσοστά επιτυχίας της τάξης του 86 και 70% αντίστοιχα.

Η μάθηση εμφανίστηκε σταθερή όταν ορισμένοι τυχαία επιλεγμένοι παρατηρητές ( $n=16$  κόκκινη ομάδα,  $n=10$  λευκή ομάδα) ελέχθησαν σε 5 συνεχόμενες ημέρες, με μια σειρά από πέντε δοκιμασίες την ημέρα. Η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ίδια όπως με την φάση ελέγχου του πειράματος. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα ποσοστά των σωστών αντιδράσεων των χταποδιών έπειτα από την παρατηρησιακή φάση και 5 ημέρες έπειτα από το τέλος της (κόκκινο 81% σε σχέση με 81% και λευκό 70% σε σχέση με 81%). Αυτό υπέδειξε ότι το επίπεδο της μάθησης στην εργασία διάκρισης του *Octopus vulgaris* ήταν σταθερό σε σχέση με το χρόνο και οποιαδήποτε έμφυτη ατομική προτίμηση καταπιεζόταν από την μαθησιακή. Η σημαντική αύξηση προτίμησης στο κόκκινο από τα μη εκπαιδευμένα χταπόδια (από 42% στο 64%) μπορεί να υποδεικνύει μια προτίμηση σε ορισμένα στοιχεία της κόκκινης μπάλας, τα οποία εάν αποδειχθούν δικαιολογούν τα μεγάλα ποσοστά λάθους από την ομάδα των λευκών παρατηρητών κατά την διάρκεια της φάσης ελέγχου του πειράματος. Η παρατηρησιακή μάθηση, συγκρινόμενη με την συνήθη διαδικασία μάθησης είναι ταχύτερη και μονιμότερη.

Τα στοιχεία της μελέτης των Fiorito και Scotto παρουσιάστηκαν ως απόδειξη της παρατηρησιακής μάθησης στο *Octopus vulgaris*. Ερωτήσεις ακόμα, επίκεινται σχετικά με τη λειτουργία μιας τέτοιας μάθησης στο φυσικό περιβάλλον για τα χταπόδια. Γιατί τα χταπόδια έχουν την ικανότητα να πραγματοποιούν παρατηρησιακή μάθηση; Ίσως επειδή έτσι εξασφαλίζεται η ικανότητα να επεξεργάζονται και να αποθηκεύουν πληροφορίες.

### 3.9 ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ-ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ *O. Vulgaris*

Οι ικανότητες του *Octopus vulgaris* να μαθαίνει και να διακρίνει αντικείμενα έχουν εκτιμηθεί από τεχνικές που χρησιμοποιήσαν κλασσικές μεθόδους. Οι εργασίες των Wells & Wells (1956), Young (1961), Maldonado (1963a), Sutherland (1963) και Wells & Young (1969) έχουν συνεισφέρει σημαντικά στην κατανόηση των εγκεφαλικών μηχανισμών της συμπεριφοράς στο *Octopus Vulgaris*.

Η μαθησιακή ικανότητα του χταποδιού έχει ελεγχθεί σε απλές δοκιμασίες π.χ. ελέγχοντας την ικανότητά του να επιλύει απλά προβλήματα. Σε αυτές τις δοκιμασίες, η ικανότητα του χταποδιού να θηρεύει ένα ζωντανό καβούρι που περιεχόταν σε ένα γυάλινο κύλινδρο, μετρήθηκε όταν ο κύλινδρος είχε τοποθετηθεί σε μια οριζόντια κατεύθυνση με το άνοιγμα του να βλέπει τους υδάτινους τοίχους ενός ενυδρείου (Pieron, 1911) ή όταν το άνοιγμα είχε την όψη του στο υπόστρωμα (Boycott, 1954). Μια περισσότερο εκλεπτυσμένη δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε από τον Schiller (1949), ο οποίος τοποθέτησε το καβούρι σε ένα γυάλινο δοχείο πίσω από ένα δίχτυ, προσβάσιμο στο χταπόδι μόνο μέσω μιας σήραγγας από την οποία το θήραμα δεν ήταν ορατό.

Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα των μελετών αυτών ήταν ιδιαίτερα αντιφατικά. Ορισμένοι ερευνητές (Pieron, 1911· Schiller, 1949) υποστήριζαν ότι το χταπόδι είχε την δυνατότητα να μαθαίνει την επίλυση σ' ένα πρόβλημα, ενώ ο Bierens de Haan (1226) και ο Boycott (1954) αντέκρουσαν αυτόν τον ισχυρισμό. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι σε πολλές από τις μελέτες η παρουσία ενός ερευνητή κατά τη διάρκεια της περιόδου ελέγχου έχει επηρεάσει τα αποτελέσματα. Αντίθετα, η ερώτηση που πρέπει να πραγματοποιηθεί είναι εάν αυτό το "νοήμων" ζώο μαθαίνει αποδοτικότερα σε ένα προσομοιωμένο φυσικό περιβάλλον.

#### 3.9.1 ΜΕΘΟΔΟΙ-ΖΩΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ FIORITO & SCOTTO

Άτομα του είδους *O. Vulgaris* και των δυο φύλων ( $n=20$ , βάρος 60-600γρ.) τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές που τροφοδοτούνταν από τρεχούμενο θαλασσινό νερό. Οι δεξαμενές περιείχαν τούβλα και ορισμένες πέτρες που είχαν τοποθετηθεί σε μια γωνία. Αμέσως τα χταπόδια επέλεξαν αυτό το μέρος σαν θολάμι. Η ένταση του φωτός κρατήθηκε όσο πλησιέστερα ήταν δυνατό στις φυσικές συνθήκες. Κάθε δεξαμενή είχε ένα διαφανές γυάλινο χώρισμα (διαστάσεων 45x35εκ.), για παρατήρηση και καταγραφή της διάρκειας των πειραματικών διαδικασιών. Οι φυσικοχημικοί παράμετροι του θαλασσινού νερού ελέγχονταν κατά την διάρκεια των πειραμάτων και βρέθηκαν φυσιολογικοί.

#### 3.9.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τα ζώα ελέγχονταν δυο φορές ημερησίως για 20 δοκιμασίες. Η δοκιμασία ξεκινούσε με την βύθιση ενός γυάλινου βάζου (14εκ. σε ύψος, 8 εκ. σε διάμετρο, 289γρ.σε βάρος), το οποίο ήταν γεμάτο με θαλασσινό νερό και κλείνονταν με ένα κόκκινο πλαστικό πάμα (6εκ. διάμετρος, 9γρ. βάρος), σε μια απόσταση 40εκ. από το χταπόδι. Το βάζο, περιείχε ένα ζωντανό καβούρι του είδους *Carcinus mediterraneus* και τοποθετήθηκε στο πυθμένα της δεξαμενής σε μια οριζόντια θέση. Η δοκιμασία ολοκληρωνόταν όταν το χταπόδι αποκτούσε το καβούρι.

Ένας έλεγχος της θηρευτικής αλληλουχίας των συμπεριφορών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο των Jones & Brain (1985). Έπειτα τα στοιχεία

αναλύθηκαν μέσω της σύνταξης ενός καταλόγου συμπεριφοράς των θέσεων του σώματος του *O. Vulgaris* κατά την διάρκεια της επίθεσης, σύμφωνα με τις ενδείξεις που έδωσαν οι Fagen & Goldman (1977).

### 3.9.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Μόλις το βάζο που περιείχε το καβούρι τοποθετούνταν μέσα στην δεξαμενή, ένα κοινό πρότυπο επαναλαμβανόμενων δράσεων που οδηγούσαν στην σύλληψη, μπορούσε να παρατηρηθεί σε περίπου 88% των δοκιμασιών. Στο 12% των δοκιμασιών (48 στις 400) τα ζώα δεν επιτέθηκαν, παραμένοντας στην τοποθεσία του σπιτιού τους, κατά την διάρκεια του ελέγχου.

Σε μια μικρή δειγματοληψία 30 επιτυχών δοκιμασιών με 12 ζώα (μέση ώρα Θήρευσης 45δευτ.), 18 συμπεριφεριακά στοιχεία που σχετίζονταν με τις κινητήριες δραστηριότητες αναγνωρίστηκαν (πιν. 3.1).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των στοιχείων οδήγησαν στην ομαδοποίηση τους σε τέσσερις διακριτές ομάδες (Πιν. 3.2) και περιγράφονται ως ακόλουθα.

Ομάδα στοιχείων 1: (ΑΝ, ΕΙ). Περιέχει τα βασικά στοιχεία συμπεριφοράς που χρησιμοποίησε το *O. Vulgaris* για να αποκτήσει τροφή.

Ομάδα στοιχείων 2: (ΚΠ, ΜΕ, ΑΒ, ΒΣ, ΕΠ, ΘΗ). Ομάδες όλων των στοιχείων που αναγνωρίστηκαν στις φυσιολογικές θηρευτικές κινήσεις των χταποδιών.

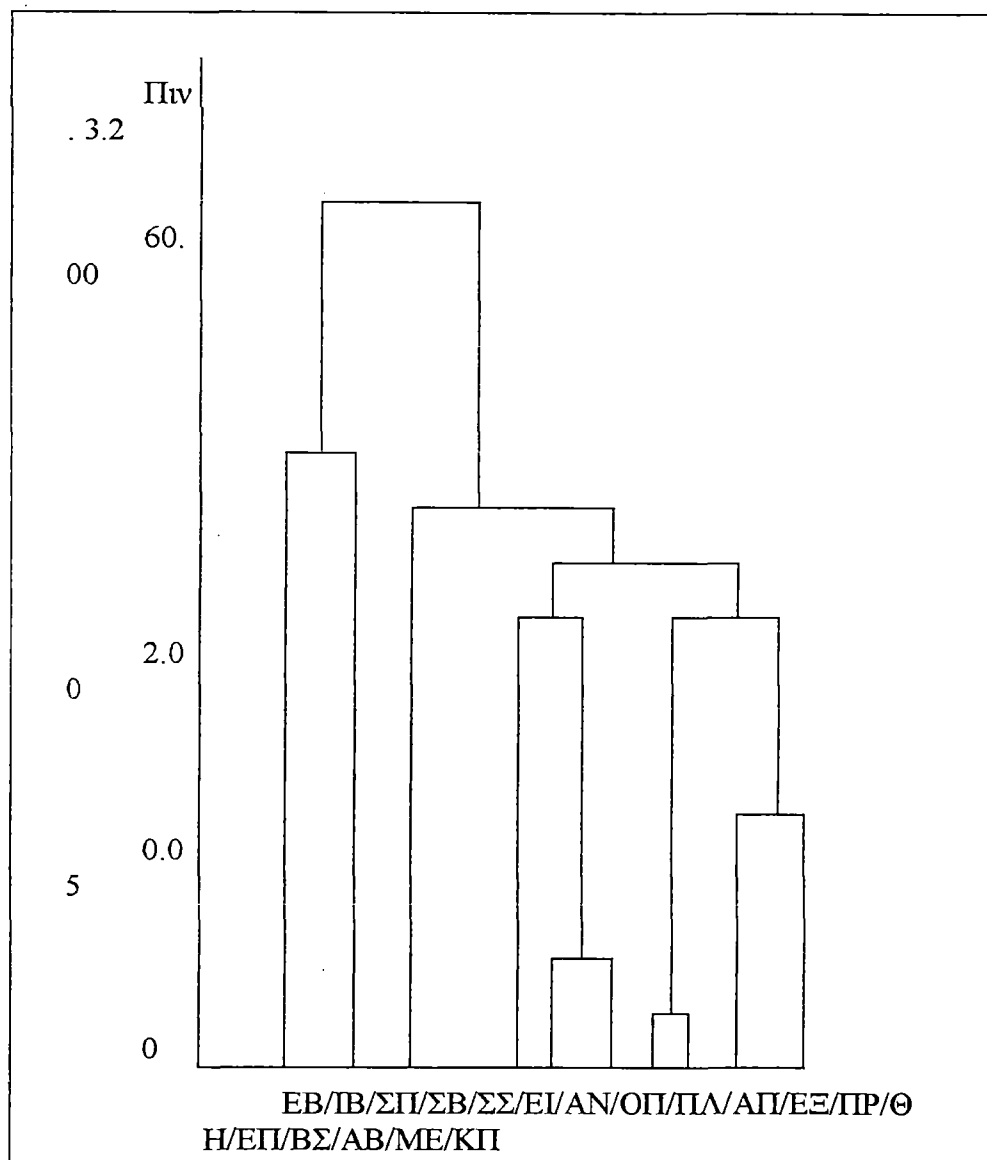
Ομάδα στοιχείων 3: (ΠΡ, ΕΞ, ΑΠ, ΠΛ, ΟΠ) περιέχει στοιχεία που έχουν σχέση με την εξερεύνηση του βάζου (είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά) μέσω της χρήσης των πλοκαμιών. Η απώθηση ΑΠ είναι μέρος αυτών των ομαδοποιημένων στοιχείων επειδή σχετίζεται με την εξερεύνηση του βάζου (ΕΞ) που ακολουθεί την Θήρευση.

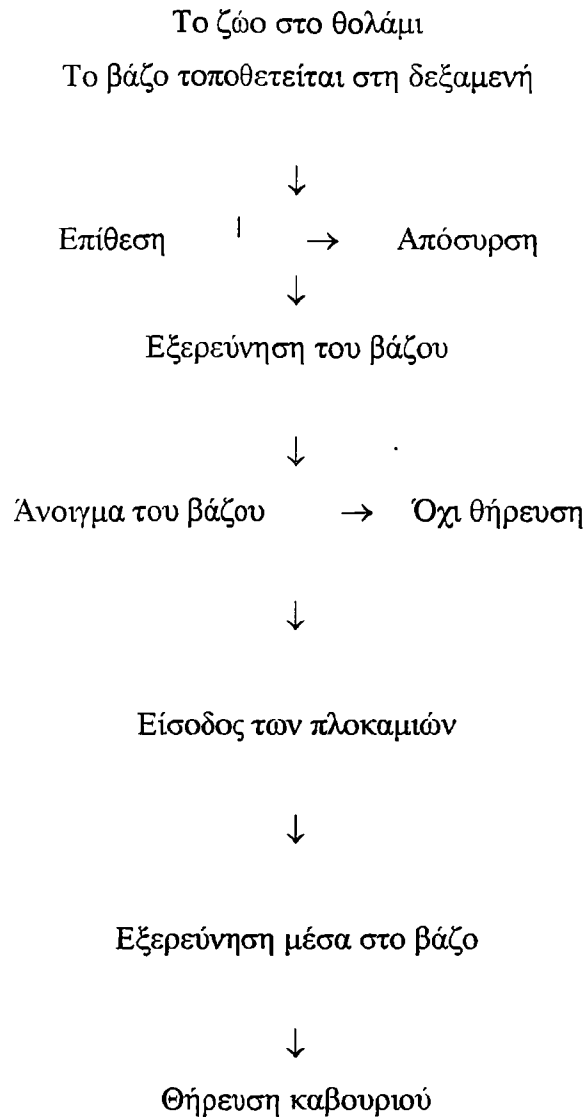
Ομάδα στοιχείων 4: (ΣΣ, ΣΒ, ΣΠ, ΤΒ, ΕΒ) περιέχει διάκριτα πρότυπα που σχετίζονται με τις τακτικές της επίθεσης. Για λόγους απλότητας, η αλληλουχία των γεγονότων που ακολούθησαν την τοποθέτηση του δοχείου στην δεξαμενή, μπορεί να διαχωριστεί στις ακόλουθες φάσεις (οι οποίες δείχνονται διαγραμματικά στην εικ. 2): Επίθεση (I), εξερεύνηση του βάζου (II), άνοιγμα του βάζου (III), είσοδος των πλοκαμιών στο βάζο (IV), και θήρευση του καβουριού (V). Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην έρευνα αυτή αναφέρθηκε για την φάση (III) σαν αποτέλεσμα (Α) και για τις φάσεις (IV) και (V) ως Θήρευση (Θ).

Πιν. 3.1 Κατάλογος στοιχείων της συμπεριφοράς που παρουσιάστηκαν από το *O. vulgaris* κατά την διάρκεια επιθέσεων σε ένα κλειστό βάζο που περιείχε ένα ζωντανό καβούρι

Στοιχείο	Κωδικός	Περιγραφή
Κολύμβηση	ΚΠ	Κολύμβηση μέσω προώθησης πιδάκων νερού
Βάδισμα	ΒΣ	Το ζώο "έρπεται" με τα πλοκάμια στο υπόστρωμα
Επίθεση	ΕΠ	Πραγματοποίηση επίθεσης
Μεταφορά	ΜΕ	Μεταφορά του βάζου προς το θολάμι
Σύρση	ΣΣ	Σύρση του βάζου καθώς το στόμα του ζώου εφάπτεται σε αυτό
Στόμα-Βάζο	ΣΒ	Κατά την επίθεση το στόμα έρχεται σε επαφή με το βάζο
Στόμα-Πώμα	ΣΠ	Το στόμα έρχεται σε επαφή με το πλαστικό πώμα του βάζου
Ιστός-Βάζο	ΙΒ	Ο ιστός των πλοκαμιών έρχεται σε επαφή με το βάζο
Περιτύλιξη	ΠΡ	Περιτύλιξη του βάζου με τα πλοκάμια
Εξερεύνηση	ΕΞ	Εξερεύνηση του βάζου εσωτερικά και εξωτερικά
Ανατροπή βάζου	ΑΒ	Ανατροπή βάζου στο υπόστρωμα χρησιμοποιώντας τα πλοκάμια
		ως μοχλό
Πλόκάμια	ΠΛ	Ένα ή δύο πλοκάμια λειτουργούν ανάλογα
Ορισμένα πλοκ	ΟΠ	Περισσότερα από δύο πλοκάμια λειτουργούν ανάλογα
Άνοιγμα	ΑΝ	Άνοιγμα του βάζου μετακινώντας το πώμα και χρησιμοποιώντας τα πλοκάμια σαν μοχλό
Εισαγωγή	ΕΙ	Εισαγωγή των πλοκαμιών στο βάζο
Σώμα-Βάζο	ΕΒ	Εισαγωγή όλου του σώματος στο βάζο
Θήραμα	ΘΗ	Θήρευση θηράματος
Απόσυρση	ΑΠ	Απόσυρση και επιστροφή στο θολάμι

Σημ. Ο κατάλογος αυτός έχει συνταχθεί κατά Fagen και Goldman (1977).

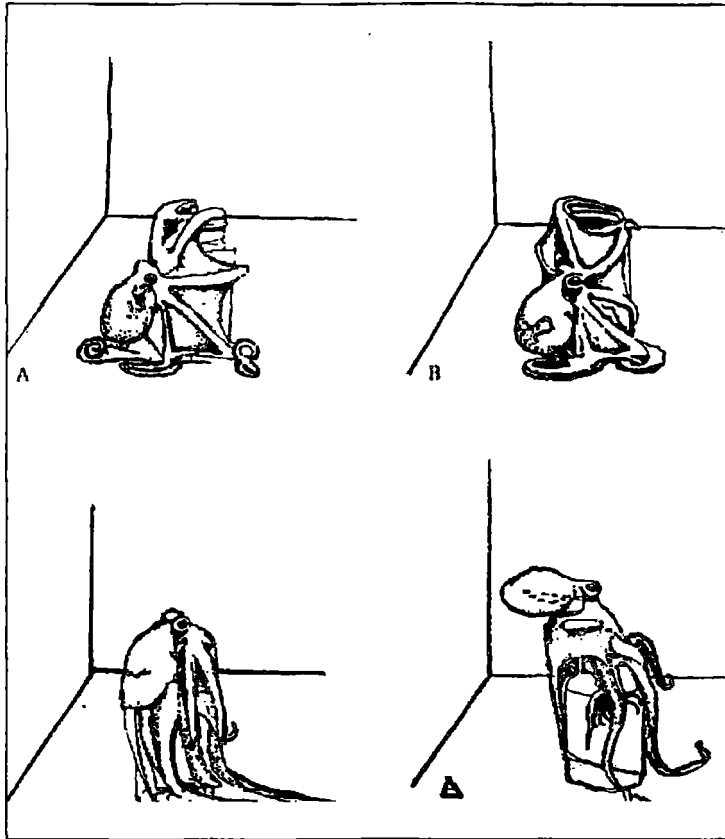




(Πιν. 3.3) Το διάγραμμα της συμπεριφοριακής αλληλουχίας των δράσεων που πραγματοποιήθηκαν από το *O. vulgaris* έως την θήρευση του καβουριού.

Στην αρχή αυτών των δοκιμασιών τα ζώα επιτίθενται στην βάση του βάζου (IB, ΚΠ, ΒΣ, όπως περιγράφονται από τον πιν. 3.2) και "πλησιάζουν επιφυλακτικά" (Packard, 1963) μια περιοχή που ανταποκρίνεται στην συνηθισμένη θέση του καβουριού. Το εύρος του χρόνου επίθεσης ποίκιλε από 1-290 δευτερόλεπτα. Λεπτομερέστερα, η φάση I πραγματοποιείται μέσω της προσέγγισης στο βάζο με κολύμβηση (ΚΠ) ή μέσω της κίνησης, χρησιμοποιώντας τα πλοκάμια (ΒΣ). Όταν τα χταπόδια, βρίσκονται σε μια απόσταση 10 εκατοστών από το βάζο ανοίγουν όλα (ή σχεδόν όλα) τα πλοκάμια τους σε μια στάση σαν ανοικτή παλάμη, προσπαθώντας να συλλάβουν το καβούρι (ΠΡ). Έπειτα από την πρώτη επαφή με το γυαλί του βάζου, ορισμένα ζώα πραγματοποίησαν ένα αυξημένο αριθμό επιθέσεων και αποσύρσεων, που πραγματοποιήθηκαν σε γρήγορη αλληλουχία, ορισμένες φορές σε συνδιασμό με ελαφρά εξερευνητική δραστηριότητα, ανάλογη με την "υποθετική εφόρμηση" που περιγράφηκε από τον Yarnall (1969). Έπειτα από την πραγματοποίηση της φάσης II τα

χταπόδια μετακινούν το πόμα (εικ. 3.3B) φάση III. Με το βάζο ανοιχτό, τα ζώα εισάγουν ένα ή και περισσότερα πλοκάμια (εικ. 3.3Γ) φάση IV και (εικ. 3.3A)



Εικ.3.3

συλλαμβάνουν το καβούρι (Εικ. 3.3.Δ). Η φάση V πραγματοποιήθηκε επιτυχώς από τα 19 στα 20 ζώα, με την εξαίρεση ενός αρσενικού (170γρ.) το οποίο ποτέ δεν πέτυχε την σύλληψη του καβουριού. Τα χρονικά διαστήματα για τα ακόλουθα γεγονότα υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους παρόντες κανόνες:

Ενδεχόμενο επίθεσης: Το χρονικό διάστημα από την τοποθέτηση του βάζου στο πυθμένα της δεξαμενής έως το σημείο που το χταπόδι ξεκινούσε την επίθεση.

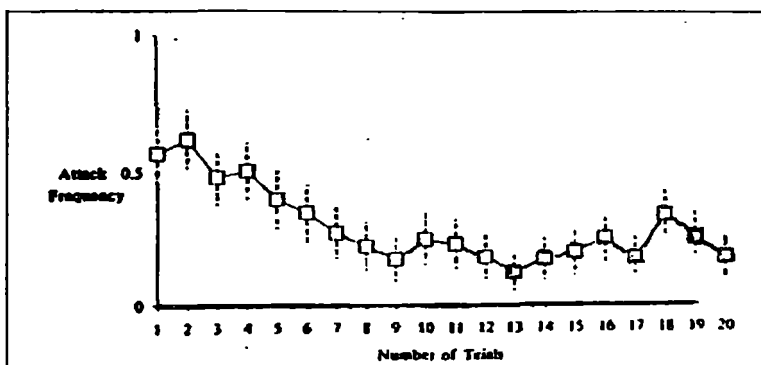
Εξερεύνηση: Το χρονικό διάστημα που δαπανήθηκε από τα χταπόδια κατά την πραγματοποίηση των φάσεων II και V με την εξαίρεση των ακολούθων.

Αποτελέσματα: Το χρονικό διάστημα από την πρώτη επαφή με το βάζο έως την αφαίρεση του πόματος .

Θήρευση: Το χρονικό διάστημα από την αφαίρεση του πόματος έως την σύλληψη του καβουριού.

Από την ανάλυση της ποικιλότητας των μέσων χρονικών διαστημάτων που δαπανήθηκαν για κάθε γεγονός, αλλά και από τη συχνότητα επιθέσεων των 20 ζώων λάβαμε τις ίδιες χρονικές περιόδους και έτσι τα ακόλουθα χαρακτηριστικά είναι σημαντικά:





Πιν. 3.4

(1) Το ποσοστό των μη επιτυχών επιθέσεων μειώνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο (Πιν.3.4).

(2) Το Ενδεχόμενο της επίθεσης δεν μειώνεται σημαντικά έπειτα από αρκετές δοκιμές

(3) Το χρονικό διάστημα εξερεύνησης στο εξωτερικό του βάζου (φάση II), δεν μειώνεται παρά την πάροδο διαφόρων δοκιμών.

(4) Ο μέσος όρος που δαπανήθηκε για την πραγματοποίηση του αποτελέσματος και της Θήρευσης μειώθηκε σημαντικά έπειτα από τις 14 δοκιμασίες

### 3.10 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της μελέτης των Fiorito & Scotto ήταν να ερευνηθεί εάν το *O. Vulgaris*, ήταν ικανό να πραγματοποιήσει μια σύνθετη εργασία, όπως είναι η μετακίνηση ενός ζωντανού καβουριού από ένα κατακωμένο βάζο. Παρατηρήθηκε ότι από τα 20 ζώα που ελέγχθηκαν σε μια περίοδο αρκετών μηνών, τα 19 επίλυσαν το (A) και το (Θ) σε μια και μόνο επίθεση ενώ μόνο ένα δεν κατάφερε να επιλύσει αυτό το πρόβλημα ούτε έπειτα από συνεχείς δοκιμασίες.

### 3.11 ΚΡΗΤΙΚΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Ένα πρόβλημα στην πειραματική διαδικασία ήταν η τοποθέτηση του βάζου στην δεξαμενή. Αυτή πραγματοποιούνταν με τα χέρια από τον ερευνητή. Δυο θέματα είναι υπό συζήτηση, πρώτον, όπως αναφέρθηκε από τον Boycott (1954), ότι η παρουσία του ερευνητή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την μαθησιακή ικανότητα του χταποδιού και δεύτερον ότι η μετακίνηση του νερού μπορεί να είναι ένα κίνητρο για το ζώο.

Πράγματι, η είσοδος κενών βάζων στις δεξαμενές δεν παρακίνησε σε επίθεση τα μη εκπαιδευμένα ζώα. Αντιθέτως, η εισαγωγή ενός άδειου και μαύρου βαμμένου βάζου ενεργοποιεί την επίθεση και την επακόλουθη εξερεύνηση του βάζου σε ένα εκπαιδευμένο ζώο. Μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι καθώς η εκπαίδευση συνεχίζεται, η ελάχιστη κίνηση της εισαγωγής ενός αντικειμένου μέσα στην δεξαμενή μπορεί να λειτουργεί ως κίνητρο, για την διέγερση των χταποδιών ώστε να αρχίσουν την επίθεση.

### 3.12 ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΧΤΑΠΟΔΙ

Η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε στην μελέτη είναι ιδιαίτερα απλή. Σε μια πρώτη προσέγγιση, το άνοιγμα του βάζου και η θήρευση του καβουριού μπορεί να συγκριθούν με μια λύση η οποία μπορεί να είναι είτε απλή, είτε να εμπεριέχει οργανωμένες διαδικασίες μάθησης. Προηγούμενοι ερευνητές (Pieron, 1911 · Bierens de Haan, 1926 · Schiller, 1949 · Boycott, 1954 · Wells, 1964) είχαν χρησιμοποιήσει ανάλογες μεθόδους, για να ανιχνεύσουν την ικανότητα του χταποδιού να επιλύει απλές ή και περισσότερο σύνθετες δοκιμασίες. Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε ότι ακόμη και όταν η επίλυση της δοκιμασίας είχε ταξινομηθεί ως απλή διεργασία (Bierens de Haan, 1926 · Boycott, 1954), αναγνωρίστηκε ότι καθώς η εκπαίδευση προχωρούσε, ο χρόνος που ξοδευόταν για την επίλυση της δοκιμασίας μειωνόταν (Bierens de Haan, 1949 · Boycott, 1954 · Buytendijk, 1993) και αυτό εκλήφθηκε σαν μια απόδειξη μαθησιακής ικανότητας.

Στην ανάλυση αυτή αναγνωρίστηκε ένας αριθμός δράσεων της συμπεριφοράς που οδηγούσαν σε επίλυση της δοκιμασίας, οι οποίες ήταν με αλληλουχία συνδεδεμένες μεταξύ τους, όπως φάνηκε και από την ανάλυση των ομαδοποιημένων στοιχείων. Τα άλλα στοιχεία, που σημειώθηκαν σχετίζονται με την παρουσίαση του βάζου (και έτσι μπορεί να έχουν μία ερευνητική αξία).

Εφόσον η εξερεύνηση προηγείται της θήρευσης δημιουργούνται ερωτήματα σχετικά με τα στοιχεία που ακολουθούν τα χταπόδια για την επίλυση της δοκιμασίας, τόσο τα οπτικά όσο και τα σχετικά με την αφή. Το βάζο είναι ένα ασυνεχές μέσο, με τον λαιμό και το πλαστικό πώμα ως ένα όριο του. Έχει δειχθεί από τον Muntz και από τον Gwyther (1988) ότι τα χταπόδια ξεχωρίζουν πλέγματα εγχάρων γραμμών με μια σχετική ευκρίνεια. Οι διαστάσεις του βάζου και αυτές του καβουριού, φαίνεται να είναι στο εύρος της οπτικής ευκρίνειας του χταποδιού.

Το χρώμα του πώματος δεν παίζει κανένα απολύτως ρόλο αφού όταν ένα μαύρο πλαστικό πώμα (αντί για κόκκινο) χρησιμοποιήθηκε σε 3 διαφορετικά ζώα δεν καταγράφηκε καμιά καθυστέρηση στην επίλυση της δοκιμασίας.

Από την άλλη πλευρά, δεν μπορούμε να μην θεωρήσουμε ότι τα συνθήματα της αφής, παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στο άνοιγμα του βάζου και στην σύλληψη του καβουριού, επειδή στις περισσότερες σχεδόν περιπτώσεις τα ζώα εξερευνούν το βάζο με το στόμα αλλά και με τα πλοκάμια τους. Επιπλέον, δεν μπορεί να αποκλεισθεί ότι κατά την διάρκεια της εξερεύνησης με αφή, το βάζο ανοίγεται κατά τύχη. Για τον λόγο αυτό, η κατακόρυφη τοποθέτηση του, ίσως να έχει διευκολύνει μια τυχαία επίλυση της δοκιμασίας. Αν και αυτό θα μπορούσε να εκληφθεί ως ένας περιορισμός του ερευνητικού συστήματος, έχει παρατηρηθεί ότι το άνοιγμα του βάζου (φάση III) αποτυπώθηκε στην μνήμη του ζώου, λόγω του ότι από την συγκεκριμένη δοκιμασία και έπειτα, το βάζο πάντα ανοιγόταν και το καβούρι πάντα συλλαμβανόταν. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να σημειώσουμε ότι έξι άτομα του *O. Vulgaris* που επέζησαν για 5 μήνες, έως και το τέλος των πειραματικών δοκιμασιών, ήταν ακόμα ικανά να επιλύουν αυτό το πρόβλημα με το βάζο σε ένα συνολικό χρονικό διάστημα της τάξης των  $55 \pm 15$  δευτερολέπτων. Αυτό ενισχύει περαιτέρω την υπόθεση ότι τα χταπόδια έχουν ισχυρή μνήμη.

### 3.13 ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η ικανότητα απομνημόνευσης γεγονότων που έχουν δει ή πραγματοποιήσει στο παρελθόν είναι προαπαιτούμενο της μάθησης. Εκμεταλλευόμενοι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν από μία κλασική Παυλοφική προσέγγιση, οι Sutherland (1957, 1960, 1963), Boycott (1953), Boycott & Young (1955), Wells, (1959, 1961 α, 1961 β), Wells & Wells (1956), Maldonado, (1963 α, 1963 β, 1964), Allen, Michels & Young (1986), και οι Muntz & Gwyther (1988) μελέτησαν την ικανότητα των χταποδιών να απομνημονεύουν, επίτονα και ευχάριστα γεγονότα, ώστε να μαθαίνουν να διακρίνουν τα οπτικά κίνητρα και τα κίνητρα της αφής. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων και των πειραμάτων στα οποία η νέκρωση διαχωριστικών περιοχών του εγκεφάλου (εκτομή) έχει πραγματοποιηθεί, βοήθησαν την ανίχνευση των κέντρων μνήμης στους εγκεφάλους των χταποδιών (Wells, 1964· Young, 1983). Πιθανές αλληλεπιδράσεις της διακριτικής μνήμης δύο διαφορετικών κινήτρων έχουν αναφερθεί από τον Allen et al. (1986).

Στα πειράματα που η συμπεριφορά του χταποδιού μελετήθηκε κατά την διάρκεια της έκθεσης του σε φυσικά κίνητρα, μπορεί να θεωρηθεί ότι η μάθηση πραγματοποιήθηκε από σχετικές διαδικασίες (σχετική μάθηση, όπως ορίστηκε από τους Gould & Mather, 1984). Παραδείγματα της σχετικής μαθησιακής ικανότητας, έχουν αναφερθεί από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν από τον Pieron (1911) τον Schiller (1949) και τον Maldonado (1963 α, 1963β, 1964), οι οποίοι παρατήρησαν ότι τα χταπόδια μπορούσαν να βελτιώσουν την επίθεσή τους σε ένα ελεύθερο καβούρι, το οποίο ήταν τοποθετημένο στην δεξιαμενή τους, χρησιμοποιώντας μια διαδικασία θετικής μαθησιακής ικανότητας.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, υποστηρίζουν την υπόθεση της ολοκληρωμένης μαθησιακής ικανότητας στα χταπόδια λόγω των ακόλουθων λόγων:

Πρώτον, λόγω μιας μείωσης στον αριθμό των λαθών που παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια της μάθησης. Αυτό γίνεται προφανές παρατηρώντας το σχεδιάγραμμα των συχνοτήτων των επιθέσεων σε σχέση με τους αριθμούς των προσπαθειών όπου ο ισοσκελισμός επιτυγχάνεται στις προσπάθειες 8 έως και 9 (εικ3.4). Μια μικρή κορύφωση στην συχνότητα των επιθέσεων μπορεί να ανιχνευθεί στις δοκιμασίες από 17 έως 20.

Δεύτερον, λόγω της παρουσίας της εξερευνητικής συμπεριφοράς. Το χρονικό διάστημα που ξοδεύτηκε σε εξερευνητικές δράσεις, δεν αλλάζει σημαντικά έπειτα από αρκετές δοκιμασίες, υποδεικνύοντας ότι ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα είναι απαραίτητο για την εξερεύνηση ακόμα και όταν η πλειονότητα των επιθέσεων είναι επιτυχείς. Δεν υπάρχουν εμφανείς εξηγήσεις για την απλή αύξηση κατά την δοκιμασία 5, αλλά είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι έπειτα από αυτήν την δοκιμασία, το 68% των ζώων απέκτησαν γνώση για να πραγματοποιούν την δοκιμασία αυτή.

Τρίτον, λόγω μιας μείωσης των μέσων όρων των φάσεων III και IV. Αν και η επίλυση του προβλήματος αυτού μπορεί να προκύψει κατά τύχη, η μονότονη μείωση των μέσων τιμών του (A) και του (Θ) σαν μια λειτουργία ενός αριθμού δοκιμασιών μας δίνει αποτελέσματα ενάντια στην τύχη και μπορεί να εξηγηθεί σαν ένα αποτέλεσμα μιας οργανωμένης διαδικασίας μαθησιακής ικανότητας. Επιπλέον, μια σύνθετη εργασία, όπως το άνοιγμα και η εξερεύνηση για την απόκτηση του περιεχόμενου του βάζου, μπορεί να πραγματοποιείται σε συνέχειες μόνο εάν ένας συγκεκριμένος αριθμός διαφορετικών κινήτρων δύναται να διακριθεί σε μια συμπεριφορά και διαδικασία. Αυτό γίνεται φανερό κατά την μελέτη των ομογενοποιημένων στοιχείων τις συμπεριφοράς

που οδηγούν στην Θήρευση, ενώ τα χταπόδια υπέδειξαν ότι μια μέγιστη αποτελεσματικότητα επιτυγχάνεται από το αισθητήριο σύστημα μόνο όταν οι εξερευνητικές δράσεις επιτρέψουν εύρεση ενός υψηλότερου στόχου.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της έρευνας των Fiorito & Scotto υποδεικνύουν ότι η επίλυση μιας σύνθετης εργασίας επιτυγχάνεται από το *O. Vulgaris*, μέσω μιας ολοκληρωμένης διαδικασίας μαθησιακής ικανότητας.

### **3.15 ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται εδώ, δεν χαρακτηρίζουν τους τρόπους σύμφωνα με τους οποίους οι αισθητικές πληροφορίες “μεταφέρονται, αφομοιώνονται, επεξεργάζονται, αποθηκεύονται, ανακαλούνται από την μνήμη και χρησιμοποιούνται” (Neisser, 1976) για τα χταπόδια. Μάλλον δίνει μια βάση πάνω στην οποία να πραγματοποιηθεί ένας τέτοιος χαρακτηρισμός. Τα χταπόδια μπορεί να έχουν σημαντικές ικανότητες επεξεργασίας πληροφοριών, και επίσης την ικανότητα να πραγματοποιούν αποφάσεις σύμφωνα με οπτικά ή και αισθητικά ερεθίσματα. Μια τέτοια επεξεργασία πληροφοριών πρέπει να χρησιμοποιείται σε στρατηγικές επιβίωσης, όπως είναι αυτές που εμπεριέχονται στην ανεύρεση τροφής και στην αποφυγή Θήρευσης. Επίσης έχουν μια επιπρόσθετη συμπεριφορά: την ερευνά και την κατασκευή ενός κατάλληλου καταφύγιου στο οποίο να γυρίζουν έπειτα από την διατροφή. Η ευελιξία των κινήσεων σε αυτά τα ασπόνδυλα ζώα μπορεί να καθιστά αδύνατο για τον εγκέφαλο να επεξεργασθεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες θέσης και η μοναδική ικανότητα του δέρματος τους να παριστά χρώματα και σχήματα προσφέρει μία πρόκληση για μελέτες στην επικοινωνία.

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

#### 4.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Υπάρχουν δύο στρατηγικές για την ανάπτυξη των αρχών της οικολογικής συμπεριφοράς ώστε να γίνουν γενικεύσεις πάνω στη συγγένεια ανάμεσα στα πρότυπα συμπεριφοράς και τις περιβαλλοντικές πιέσεις: Η **θεωρία του βέλτιστου** (optimality theory) και η **οικολογική μέθοδος** είναι οι δύο τεχνικές που θεμελιώθηκαν στην υπόθεση ότι η συμπεριφορά δεν μπορεί να κατανοηθεί πλήρως χωρίς μια αναγνώριση των επιλεκτικών πιέσεων που δρουν στους πληθυσμούς των ζώων.

##### 4.1.2 ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ

Η θεωρία του βέλτιστου είναι η ουσία μιας εξελικτικής προσέγγισης στη συμπεριφορά των ζώων. Αυτή εφοδιάζει ένα παρατηρητή με μια **υπόθεση** που λειτουργεί κριτικά, δηλαδή ότι όλη η συμπεριφορά είναι το προϊόν της επιλογής για χαρακτηριστικά που συμβάλλουν περισσότερο στην ατομική ικανότητα προσαρμογής. Αυτή η υπόθεση είναι μια συνέπεια της αντίληψης του τρόπου που δουλεύει η φυσική επιλογή. Είναι βασισμένη στη διαπίστωση ότι κάθε συμπεριφορά έχει το κόστος της και τα οφέλη της, υπολογιζόμενα μακροπρόθεσμα στο αναπαραγωγικό προϊόν ενός ατόμου. Εκείνα τα ζώα που συμπεριφέρονται με τρόπους που μεγιστοποιούν τη σχέση ωφέλεια /κόστος, εξ' ορισμού θα μεγιστοποιήσουν το αναπαραγωγικό τους κέρδος. Αυτά θα λειτουργούν κατά έναν άριστο τρόπο από μια εξελικτική άποψη γιατί θα συνεισφέρουν όσα περισσότερα γονίδια είναι δυνατό στις επόμενες γενιές.

Έτσι το εναρκτήριο σημείο για ένα ερευνητή της συμπεριφοράς είναι να κατανοήσει ότι οι προσαρμογές που παρατηρούνται βοηθούν τα άτομα να έχουν όσο είναι δυνατόν περισσότερους βιώσιμους απογόνους.

##### 4.1.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η οικολογική μέθοδος προσφέρει μια δυνατότητα να διαπιστωθεί αν τα ζώα τείνουν να συμπεριφέρονται κατά ένα άριστο τρόπο. Έχουν βρεθεί ομοιότητες στη συμπεριφορά μη συγγενών ειδών που υφίστανται τις ίδιες οικολογικές πιέσεις. Αντίστοιχα διαφορές στη συμπεριφορά συγγενών ειδών επισημάνθηκαν σε ανόμοιες πιέσεις που ενήργησαν πάνω τους. Η αρχή είναι ότι, όμοιες πιέσεις επιλογής που προέρχονται από όμοιους περιβαλλοντικούς παράγοντες, θα μπορούσαν να προκαλέσουν μη συγγενικά είδη να αναπτύξουν όμοιες προσαρμογές συμπεριφοράς. Αντίστροφα, πολύ διαφορετικές πιέσεις επιλογής που προέρχονται από ανόμοιες περιβαλλοντικές πιέσεις, θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εξέλιξη πολύ διαφορετικών προσαρμογών συμπεριφοράς σε στενά συγγενικά είδη.

Στήριγμα για την βασική υπόθεση της θεωρίας του βέλτιστου έχει προέλθει από την ανακάλυψη ότι μη συγγενικά είδη έχουν αναπτύξει όμοιες λύσεις συμπεριφοράς σε ένα ιδιαίτερο οικολογικό πρόβλημα.

Αυτό υποδηλώνει ότι, όταν υπάρχει μια άριστη προσαρμογή για μια ιδιαίτερη σειρά καταστάσεων, το αποτέλεσμα της, επιλογής είναι να προάγει την εξέλιξη αυτής της προσαρμογής ανεξάρτητα στα διάφορα είδη.

καθόλου για τους υποπαλίρροιους οργανισμούς όπως το *O. dofleini* (Mather et al., 1985).

Πολλά θηρευτικά είδη δεν έχουν προφανείς περιοδικούς κύκλους δραστηριότητας (Curio, 1976) αλλά αντιδρούν σε οικολογικές μεταβλητές οι οποίες είναι σημαντικές για την σύλληψη του θηράματος. Μερικά έχουν κύκλους οι οποίοι εξαρτώνται από αυτούς των θηραμάτων τους, ενώ άλλα έχουν μικρότερη δραστηριότητα και μικρότερους κύκλους ανάπαυσης μέσα στην ημέρα, όπως ο οχτάωρος κύκλος του τυφλοπόντικα (Godfrey, 1955). Οι ρυθμοί της ημερήσιας δραστηριότητας μπορεί επίσης να προέρχονται από "μοίρασμα χρόνου", όπως συμβαίνει με γάτες, που διατρέφονται σε κοινές περιοχές αλλά αποφεύγουν χρονική συσχέτιση. Οι Leyhausen (1965) και Houck (1982) διαπίστωσαν ότι αυτή η συμπεριφορά ισχύει για τρία είδη χταποδιών που ζουν στα ρηχά νερά στη Χαβάη. Αυτοί οι βιολογικοί περιορισμοί στην δραστηριότητα μπορεί να είναι περισσότερο σημαντικοί για τα χταπόδια, απ' ότι οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί.

Οι περιορισμοί στην δραστηριότητα του *O. vulgaris* πρέπει να εξετασθούν, λόγω του ότι οι κύκλοι δραστηριότητάς του εμφανίζονται μεταβλητοί. Ο Altman (1967) και ο Kayes (1974) παρατήρησαν θολάμια χταποδιών σε ρηχά νερά έξω από την Μάλτα και συμπεράναν ότι τα είδη αυτά είχαν μια νυχτερινή μέγιστη δραστηριότητα. Παρόλα αυτά, ο Wells et al. (1983a) κατέγραψε την δραστηριότητα του *O. vulgaris* στο εργαστήριο στην Baniuls και βρήκε ένα μεταβλητό κύκλο δραστηριότητας. Τα πεινασμένα χταπόδια είχαν μια νυχτερινή κορύφωση στην δραστηριότητα αυτού του κύκλου, με μια αύξηση από το 20% της δραστηριότητας τους έως το 60% γύρω στα μεσάνυχτα. Αντίθετα τα ζώα που διατρέφονταν πλήρως, έχασαν την νυχτερινή κορύφωση δραστηριότητας και έδειξαν μια ίση δραστηριότητα κατά την διάρκεια διαφόρων ωρών της ημέρας. Θα μπορούσαν τα χταπόδια στην Μάλτα που ζουν σε ένα φτωχό περιβάλλον, να δείχνουν μια υψηλή νυχτερινή δραστηριότητα λόγω της χαμηλής παροχής τροφής; Θα μπορούσε η κατάσταση που περιγράφηκε από τον Wells et al (1983a), σε μια υπερβολική παροχή θηράματος στο εργαστήριο, να είναι μη φυσιολογική και να καταπιέζει τον φυσιολογικό κύκλο δραστηριότητας; Πληροφορίες από μια άλλη φυσική κατάσταση, στην οποία τα χταπόδια έχουν άφθονο θήραμα, θα απαντούσε σε τέτοια ερωτήματα.

Η διαθεσιμότητα του θηράματος θα μπορούσε να αλλάξει όχι μόνο το πρότυπο αλλά και την ποσότητα δραστηριότητας των χταποδιών. Ο "ύπνος" ή η ανάπαυση πιθανώς εξυπηρετεί τα μη ενεργά ζώα καθώς τα προστατεύει από τον κίνδυνο της θήρευσης, όταν δεν χρειάζεται να ανιχνεύουν για φαγητό (Meddis, 1975). Κατά ένα ιδανικό πρότυπο, ένα ζώο θα έπρεπε να ξεκινήσει την διατροφική του δραστηριότητα όταν πεινάσει, να σταματήσει όταν χορτάσει και να αναπαυθεί έως ότου ξαναπεινάσει. Στην πραγματικότητα ένας ικανός θηρευτής τροφής ή ένας ο οποίος βρίσκεται κοντά σε μια άφθονη παροχή τροφής, θα ήταν "τεμπέλης" και θα ξόδευε το περισσότερο χρονικό διάστημα του αναπαυόμενος (Herbers, 1981). Τα λιοντάρια, τα οποία ξοδεύουν έως και το 75% του χρόνου τους, αναπαυόμενα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός "τεμπέλη" θηρευτή (Schaller, 1972). Εάν τα χταπόδια έχουν μια άφθονη παροχή τροφής, θα πραγματοποιήσουν ένα μικρό αριθμό διατροφικών ταξιδιών και θα αναπαυθούν ένα μεγαλύτερο μέρος της ημέρας;

Για να απαντηθούν ερωτήσεις σχετικές με την ποσότητα, τον τύπο και τους κύκλους δραστηριότητας, τα χταπόδια πρέπει να παρατηρούνται συνεχώς για μακρόχρονες περιόδους, έτσι ώστε να εκτιμηθεί όχι μόνο το πού βρίσκονται αλλά και το τι πραγματοποιούν εκεί. Ο Altman (1967) και ο Kayes (1974) στις μελέτες τους

χρησιμοποίησαν ελέγχους των θολαμιών με την χρήση σημαδούρων και έτσι οι ερευνητές αυτοί ήξεραν μόνο τι πραγματοποιούσαν τα χταπόδια όταν ήταν σπίτι και όχι τι έκαναν όταν ήταν μακριά από αυτό. Τόσο οι Wells et al. (1983b) και Houck (1982) στο εργαστήριο όσο και η Mather et al. (1985) στο πεδίο, χρησιμοποίησαν έμμεσες μετρήσεις της δραστηριότητας του *O. dofleini* και ήξεραν το πότε τα χταπόδια ήταν ενεργά αλλά όχι τι ακριβώς πραγματοποιούσαν. Άμεσες παρατηρήσεις, όπως αυτές που χρησιμοποίησε ο Yarnall (1969) στο *O. cyanea*, είναι απαραίτητες για να απαντηθούν ερωτήσεις σχετικά με την δραστηριότητα. Τέτοιες παρατηρήσεις έχουν συνταχθεί για νεαρά άτομα του *O. vulgaris* και τα αποτελέσματα, περιγράφουν τύπους δραστηριότητας, ποσοστά και ημερήσιους κύκλους.

#### 4.2.1 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΕΑΡΑ ΑΤΟΜΑ ΤΟΥ *Octopus vulgaris*

##### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η Jennifer A. Mather πραγματοποίησε μια μελέτη σχετικά με την ημερήσια δραστηριότητα σε νεαρά άτομα του *Octopus vulgaris* στην Βερμούδα το 1988 με σκοπό να ερευνήσει τη προσαρμοστική λειτουργία της συμπεριφοράς τους. Τέσσερα νεαρά άτομα του *Octopus vulgaris* παρατηρήθηκαν σε μια περίοδο πέντε εβδομάδων. Αυτά ήταν μέρος ενός πληθυσμού 15 ατόμων στην περιοχή, ο οποίος παρατηρήθηκε από τα θολάμια τους κατά την διάρκεια της μελέτης. Ορισμένα χταπόδια κατοίκησαν τα συγκεκριμένα σπίτια για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, στη συνέχεια έφυγαν οπότε αντικαταστάθηκαν γρήγορα από άλλα.

Τα ζώα ταυτοποιήθηκαν μόνο από το "σπίτι" τους με εξαίρεση το χταπόδι με τον αριθμό 2 το οποίο έχασε ένα μέρος του πλοκαμιού του, οπότε ήταν ταυτοποιήσιμο για τις επόμενες τέσσερις εβδομάδες λόγω αυτής της ατέλειας. Το χταπόδι νούμερο 1 ακολουθήθηκε για 12 ημέρες, το χταπόδι νούμερο 2 για 32 ημέρες, το νούμερο 3 για 5 ημέρες και το νούμερο 4 για 8 ημέρες. Τα βάρη τους εκτιμήθηκαν από 100 έως 200 γρ., συνεπώς ήταν νεαρά άτομα, λόγω της έλλειψης διαφοροποίησης μέσω της εκτοκοτύλης στο πλοκάμι, γεγονός το οποίο υποδεικνύει την ωριμότητα στα αρσενικά άτομα (αυτές οι εκτιμήσεις πραγματοποιήθηκαν από τα αρχικά ζυγισμένα και μετρημένα άτομα).

Η περιοχή των παρατηρήσεων ήταν η δεκάμετρη περιοχή στην γέφυρα της νήσου Coney, ανάμεσα στην κύρια νήσο των Βερμούδων και τη μικρή νήσο Coney. Το βάθος του νερού ποίκιλε από ενδοπαλιρροιακά βάρη έως δύο μέτρα, λόγω της συνεχούς παλιρροιακής ροής. Ο βυθός στην περιοχή έρευνας ήταν βραχώδης, είχε κοραλλιογενή χαλίκια και ελάχιστη άμμο, με άγλη και μαλακά κοράλλια. Η υδάτινη θερμοκρασία ποίκιλε από 25° έως 28°C. Πολλές τοποθεσίες ήταν διαθέσιμες ως βραχώδη "σπίτια" για τα χταπόδια. Τα ψάρια ήταν κοινά στην περιοχή, ιδιαίτερα το *Abudefduf saxatilis*, το *Halichoeres bivittatus*, το *Euromacentrus dorsopunicans*, το αγγελόψαρο της Βερμούδας *Holocanthus bermudensis* και το *Holocentrus rufus*. Τα χταπόδια διατρέφονταν κυρίως στις υποπαλιρροιακές περιοχές τρώγοντας το δίθυρο *Lima pellucida*, ένα ηθμοφάγο, καθώς και από μια ποικιλία από μικρά γαστερόποδα και καβούρια.

Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε βάρδιες από ομάδες εθελοντών παρατηρητών από την αυγή έως το σούρουπο. Ένας ερευνητής επέπλεε κοντά στην

υδάτινη επιφάνεια, όσο πιο μακριά γινόταν από το χταπόδι αλλά σε απόσταση αρκετή ώστε να το παρακολουθεί. Τα χταπόδια συνήθιζαν γρήγορα στην παρουσία των παρατηρητών, ίσως λόγω του ότι κοπροφαγικά ψάρια συνεχώς τα ενοχλούσαν. Κατά την διάρκεια περιόδων έντονης δραστηριότητας, όπως κατά την διατροφή οι παρατηρητές έδιναν μια προφορική περιγραφή σε ένα μέλος της ομάδας. Έλεγχοι για την κατοίκηση των σπιτιών πραγματοποιήθηκαν σε όλο τον πληθυσμό δύο φορές την νύχτα.

Τα στοιχεία για την τοποθεσία και την δραστηριότητα των χταποδιών καταγράφονταν κάθε 10 λεπτά, οπότε συλλέχθηκε ένα σύνολο 2940 παρατηρήσεων. Αυτές οι πληροφορίες καταγράφηκαν μαζί με την ώρα, το επίπεδο της παλίρροιας (υψηλό ή χαμηλό), την ροή της (είτε κατά την άμπωτη είτε κατά την πλημμυρίδα), το αν το ζώο βρισκόταν στο σπίτι και το εάν είχε μετακινηθεί κατά το τελευταίο δεκάλεπτο. Η μετακίνηση, η απομάκρυνση από το σπίτι και ο τύπος δραστηριότητας θεωρήθηκαν εξαρτώμενες μετρήσεις και διαχωρίζονταν σύμφωνα με το επίπεδο της παλίρροιας, την ροή της και την ώρα της ημέρας. Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν βρήκαν σημαντικές διαφορές στις δύο πρώτες μετρήσεις που σχετίζονται με το επίπεδο της παλίρροιας, την ροή της και την ώρα της ημέρας.

Λεπτομερείς εκτιμήσεις των κύκλων του “ύπνου” και της δραστηριότητας πραγματοποιήθηκαν. Η διάρκεια των κύκλων ανάπαυσης και δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί ένα προφίλ αυτών των μικρό-κύκλων. Οι πληροφορίες αυτές συλλέχθηκαν ως περίοδοι “ύπνου” (κοιμώμενα ως ξύπνια) και περίοδοι αγρυπνίας, κατά την διάρκεια μιας περιόδου παρατήρησης. Οι αναλύσεις της μεταβλητότητας συντάχτηκαν για να βρεθεί εάν η διάρκεια τους διέφερε ανάμεσα στα άτομα.

Μια περιγραφή της αλληλουχίας των αλλαγών της δραστηριότητας καταγράφηκε, ώστε να ελεγχθεί εάν ή μία συμπεριφορά μπορούσε να είναι προϊόν μιας άλλης επακόλουθης (Castellan, 1979).

Για τα ζώα 1 και 4, που χρησιμοποίησαν τον ίδιο χώρο δράσης για δύο εβδομάδες, οι περίοδοι που ήταν ενεργά συγκρίθηκαν για να ελεγχθεί εάν χρησιμοποιούσαν με “μοίρασμα χρόνου” την ίδια περιοχή και τον ίδιο χώρο.

#### 4.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τύποι δραστηριότητας και ποσά.

Η συμπεριφορά χωρίστηκε σε έξι κατηγορίες:

**Α) “ΥΠΝΟΣ”** - Τα χταπόδια αποσύρονταν συνήθως στα πετρώδη “σπίτια” τους περιστασιακά και σε ορισμένες άλλες προστατευόμενες τοποθεσίες. Εκεί τύλιγαν ένα ή δύο εμπρόσθια πλοκάμια τους και συχνά τραβούσαν μικρούς βράχους μπροστά από την είσοδο του σπιτιού τους. Επίσης αποκτούσαν μία ομοιόμορφη γκριζοπράσινη χρωματική απόχρωση δέρματος, με μοβ χρώμα στις χαμηλότερες περιοχές των πλοκαμιών, ενώ στένευαν τις κόρες των οφθαλμών τους και δεν αντιδρούσαν στις περιβαλλοντικές αλλαγές (Houck, 1982, για παρόμοιες παρατηρήσεις στο *O. ornatus*). (Φωτ. Δεξιά).





**Β) “ΑΝΑΠΑΥΣΗ”**- Τα χταπόδια μετακινούνταν μπροστά αλλά παρέμεναν μέσα στα όρια του “σπιτιού” τους ή σε μια άλλη προστατευόμενη περιοχή, όπου αποκτούσαν μια στάση με τα πλοκάμια προς τα κάτω και το κεφάλι σηκωμένο. Το χρώμα του δέρματός τους ήταν καφέ, γκριζοπράσινο, μουσταρδί και αντιδρούσαν στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Την ίδια στάση υιοθετούσε και το *O. briareus*.(Φωτ. Δεξιά)



**Γ) “ΘΗΡΕΥΣΗ”**- Τα χταπόδια άφηναν την προστατευόμενη περιοχή και μετακινούνταν κατά μήκος στον βραχώδη βυθό, συνήθως χρησιμοποιώντας τα πλοκάμια τους για να αρπάξουν το υπόστρωμα, αλλά ορισμένες φορές μέσω της προώθησης από πίδακες νερού. Κατά την διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος τα χταπόδια είτε διερευνούσαν σε σχισμές βράχων με ένα ή ορισμένα πλοκάμια τους, είτε περικύκλωναν μικρούς βράχους με τον ιστό των πλοκαμιών όπως περιγράφεται από τον Yarnall (1969)(Φωτ. Δεξιά *O. briareus*). Παρουσίασαν συνήθως διάστικτο χρωματισμό απόκρυψης.

**Δ)“ΘΡΕΨΗ”** Τα χταπόδια μετακινούνταν σε μία προστατευόμενη περιοχή έπειτα από την θήρευση (όχι πάντα στο σπίτι), όπου αποκτούσαν μια στάση ανάπαυσης, ένα χρωματισμό ανάλογο και στη συνέχεια κατανάλωναν το θήραμά τους. Η διάρκεια αυτής της δραστηριότητας μετρήθηκε έως ότου το κέλυφος του μαλακίου ή ο εξωσκελετός του καρκινοειδούς να απορριφθεί σαν υπόλειμμα.

**Ε) “ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΠΙΤΙΟΥ”** - Τα χταπόδια τροποποιούσαν ένα σπίτι εξωθώντας άμμο από την βραχώδη σχισμή όπου έμεναν, συνέλεγαν βράχια τα οποία τοποθετούσαν στην είσοδο του, προσάρμοζαν την θέση της εισόδου ή μετακινούσαν άλγη έξω από την βραχώδη επιφάνεια.

**ΣΤ) “ΑΛΛΑ”** -Οι περισσότερες περιπτώσεις αυτής της κατηγορίας ήταν, περιποίηση των πλοκαμιών και της επιδερμίδας από τα χταπόδια.

Τα χταπόδια ήταν συνήθως αδρανή, ωστόσο η ποσότητα των διαφορετικών τύπων δραστηριότητας ποίκιλε ανάμεσα στα άτομα (Πιν 4.1)

Αριθμός ζώου	(1)	(2)	(3)	(4)	Μέσος όρος
Αριθμός παρατηρήσεων	552	1453	360	575	-
“Κοιμώμενα”	46	58	39	67	53
Αναπαυόμενα	22	16	20	11	17
Τρώγοντας	14	11	18	9	13
θηρεύοντας	9	11	15	9	11
Διατήρηση σπιτιού	3	1	7	1	3
Άλλα	5	1	1	0	1.5

(Πιν.4.1) Ποσοστό του χρονικού διαστήματος στο οποίο τέσσερα νεαρά άτομα του *O. vulgaris* πραγματοποιούσαν διαφορετικές δραστηριότητες.

Η αλληλουχία της δραστηριότητας δεν ήταν τυχαία. Η πρόβλεψη των ακολουθούμενων συμπεριφορών που δόθηκε για μια προηγούμενη συμπεριφορά ήταν 40% για όλα τα χταπόδια και 39% μόνο για το χταπόδι Νο 2. Οι δύο τιμές είναι σημαντικά διαφορετικές από το 0 και το γεγονός ότι είναι ίδιες για όλες τις παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε ζώο υποδεικνύει ότι είναι ένα γενικό αποτέλεσμα. Υπήρχαν σημαντικές μεταβάσεις από τον “ύπνο” στην ανάπαυση (82%), από την ανάπαυση στον “ύπνο” (56%), από την θήρευση στην ανάπαυση (70%), και στη διατροφή (27%), από την διατροφή στην ανάπαυση (37%) ή στον “ύπνο” (38%).

#### 4.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

A) Ημερήσια πρότυπα. τρεις παράγοντες, το επίπεδο της παλίρροιας, η ροή της και η ώρα της ημέρας, εμφανίζονται να επιδρούν στην δραστηριότητα. Όταν η δραστηριότητα, όπως περιγράφηκε από την κίνηση ή από την απομάκρυνση από το σπίτι, ελέγχθηκε, μια ημερήσια ποικιλία δραστηριότητας εμφανίστηκε. Τα χταπόδια μετακινούνταν κυρίως ανάμεσα στις 06:00 και 08:00. Ήταν επίσης μακριά από το σπίτι το περισσότερο χρονικό διάστημα αυτής της ώρας (40%), ενώ ήταν πιθανότερο να βρίσκονται σε κίνηση όταν η παλίρροια ήταν υψηλή (21%) από ότι όταν ήταν χαμηλή

(12%). Δεν ήταν πιθανότερο να βρίσκονται μακριά από το σπίτι στην υψηλή παλίρροια (29%) από ότι ήταν στην χαμηλή παλίρροια (25%).

Όταν οι επιδράσεις του χρόνου και της παλίρροιας θεωρούνταν ταυτόχρονες, ένα σύνθετο πρότυπο συμπεριφοράς προέκυπτε. Για την εξαρτώμενη μέτρηση της μετακίνησης, το πρότυπο ήταν το πλέον αναμενόμενο από τις τρεις επιδράσεις: Τα χταπόδια ήταν γενικότερα αδρανή σε μια χαμηλά αυξανόμενη παλίρροια και ιδιαίτερα δραστήρια σε μια υψηλή άμπωτη. Η άμπωτη ήταν η φάση κατά την οποία ήταν μακριά από το σπίτι περισσότερο χρονικό διάστημα (38% στην υψηλή και 31% στην χαμηλή) αλλά η ώρα της ημέρας προκαλούσε μια ισχυρή διαμόρφωση αυτού του προτύπου δραστηριότητας, ειδικότερα κατά την χαμηλή άμπωτη και κατά την υψηλή πλημμυρίδα.

Κατά την διάρκεια των δύο έλεγχων της νυχτερινής δραστηριότητας, τέσσερα κατοικημένα θολάμια, ήταν άδεια. Αυτοί οι έλεγχοι, υποδηλώνουν μια περιοδική διαμόρφωση της δραστηριότητας και όχι μια εναλλαγή σε ξεκίνημα - σταμάτημα.

(B) Μικρό-κύκλοι - κατά την διάρκεια της ημέρας, κάθε χταπόδι που παρατηρήθηκε είχε μικρότερους κύκλους "ύπνου" και αγρυπνίας. Οι 29 πλήρως παρατηρημένες περιόδους της διέγερσης κράτησαν κατά μέσο όρο 140 λεπτά με μια σταθερή απόκλιση των 85 λεπτών. Οι περιόδους "ύπνου" (n=38) είχαν κατά μέσο όρο διάρκεια 220 λεπτών, με μια σταθερή απόκλιση της τάξης των 130 λεπτών. Τα άτομα των χταποδιών δείχνουν ποικιλία στο χρόνο που ήταν άγρυπνα. (170, 155, 140 και 80 λεπτά) και στο χρονικό διάστημα του "ύπνου" (130, 215, 160 και 320 λεπτά). Η χρονική διάρκεια που ήταν "ξάγρυπνα", δεν ήταν σημαντικά διαφορετική ανάμεσα στα άτομα αλλά τα χρονικά διαστήματα του "ύπνου" διέφεραν.

(Γ) Άλλα αποτελέσματα- Εφόσον τα χταπόδια 2 και 4 είχαν σπίτια τα οποία απείχαν λιγότερο από ένα μέτρο μεταξύ τους, κυνηγούσαν στην ίδια περιοχή και παρατηρούνταν ταυτόχρονα. Οι ώρες που ήταν μακριά από το σπίτι ελέγχθηκαν ώστε να διερευνηθεί η πιθανότητα να διατρέφονταν σε μία κοινή περιοχή διαφορετικές ώρες. Οι περιόδους διατροφής κατείχαν το 18% της ώρας του χταποδιού 4 και το 19% της ώρας του χταποδιού 2. Εάν η σύμπτωση δραστηριότητας τους ήταν τυχαία, η αναμενόμενη συμπίπτουσα ώρα θα ήταν 3.4%. Αντίθετα ήταν στο 31%, έτσι δεν τρέφονταν επιλεκτικά σύμφωνα με την ώρα αλλά κοινές ώρες, επηρεασμένα και τα δύο από περιβαλλοντικούς παράγοντες

#### 4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

Ενώ αυτές είναι μόνο ημερήσιες παρατηρήσεις, τα χταπόδια που παρατηρήθηκαν στην μελέτη της Mather, δεν ήταν ούτε υψηλώς δραστήρια ούτε αδρανή. Ήταν "ξάγρυπνα" ή αναπαύονταν για το 70% του χρόνου παρατήρησης. Το μικρό ποσοστό του χρόνου (11%) που δαπανούσαν πραγματικά για την θήρευση, υποδηλώνει ότι ήταν ικανοί θηρευτές τόσο στις συγκεκριμένες τοποθεσίες όσο και κατά το χρόνο που θήρευαν σε αυτές. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις παρατηρήσεις του Altman (1967) σε άτομα του ίδιου είδους, των οποίων η δραστηριότητα αυτή κατά τη διάρκεια της ημέρας έφτανε ακόμα και το 50%. Ωστόσο τα μέσα χρονικά διαστήματα που δαπανούνται από τα χταπόδια για την θήρευση πρέπει να προσεγγίζουν το 35% της δραστηριότητας τους, όπως βρέθηκε από τον Wells et. al. σε πλήρως διατρεφόμενα χταπόδια στο εργαστήριο. Το *O. vulgaris* λοιπόν μπορεί να αντιδρά σε μια αφθονία τροφής μειώνοντας τη δραστηριότητα του.

Μήπως οι κύκλοι δραστηριότητας υποδεικνύουν κάποια περιβαλλοντική επιρροή; Όπως είναι αναμενόμενο για τα θηρευτικά είδη (Curio, 1976), τα νεαρά άτομα

του *O. vulgaris* επηρεάζονται από τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς αλλά μόνο διαμορφώνοντας τη δραστηριότητα τους. Ήταν περισσότερο δραστήρια την αυγή και το σούρουπο (όπου η φωτεινότητα είναι μειωμένη) απ' ό,τι το απόγευμα. Αυτή η δραστηριότητα θα μπορούσε να ταιριάζει σε ένα νυχτερινό (Yarnall, 1969) πρότυπο δραστηριότητας. Η διαμόρφωση της δραστηριότητας ανάλογα με την ώρα της ημέρας βρέθηκε από τον Altman (1967) και από την Mather et. al. για το *O. dofleini*. Η διαπίστωση αυτή έρχεται σε πλήρη αντίθεση με το αποκλειστικά νυκτόβιο πρότυπο συμπεριφοράς του μικρότερου σε μέγεθος και πιο ευάλωτου, *O. joubini* (Mather, 1984).

Καθώς φαίνεται οι ρυθμοί της παλίρροιας επίσης διαμόρφωσαν την δραστηριότητα των χταποδιών που παρατηρήθηκαν στη μελέτη, αφού ήταν ιδιαίτερα δραστήρια κατά την υψηλή άμπωτη. Είναι αξιοσημείωτο ότι ο ρυθμός της παλίρροιας επηρέαζε αυτή την ομάδα των ζώων που ζούσαν ενδοπαλιρροιακά και όχι τα άτομα του *O. dofleini* (Mather et. al., 1985) που ζούσαν αρκετά βαθύτερα. Δεν υπάρχει εμφανής λόγος για αυτή την διαφοροποίηση, πιθανώς τα χταπόδια της μελέτης, να επηρεάζονταν από παράγοντες οι οποίοι εξαρτούνται από την παλίρροια.

Οι μικροί κύκλοι "ύπνου" -αγρυπνίας ήταν ένα απρόσμενο εύρημα για αυτά τα ζώα. Τέτοια συμπεριφορά έχει καταγραφεί μόνο για τους τυφλοπόντικες (Godfrey, 1955 στο χερσαίο περιβάλλον. Τα χταπόδια μπορούν να ζήσουν αρκετές ημέρες χωρίς φαγητό (Wells et. al., 1983α), ωστόσο οι μικρό-κύκλοι δραστηριότητας μπορεί να παραλήφθηκαν στις περιλήψεις των στοιχείων δραστηριότητας. Η χρονική διάρκεια των 3.5 ωρών "ύπνου" ταιριάζει με την αναφορά του Wells et.al. για μια κορύφωση της κατανάλωσης οξυγόνου 1-3 ώρες μετά την κατανάλωση ενός καβουριού, όπως ταιριάζει και με την αναφορά των Boucher-Rodoni & Mangold (1977), για μια μέγιστη απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών 1.5-3 ώρες έπειτα από την κατανάλωση τροφής. Εάν το θήραμα ήταν εύκολο να συλληφθεί, τα νεαρά χταπόδια, ενώ εμφανίζονταν "αδρανή", πιθανώς να χρησιμοποιούσαν ένα αποτελεσματικό μηχανισμό επιβίωσης (Hebers, 1981). Σύμφωνα με αυτόν τον μηχανισμό θηρεύουν, διατρέφονται και στη συνέχεια "κοιμούνται" κατά τη διάρκεια της χώνεψης ενώ έπειτα ξυπνούν έτοιμα να επαναδιατραφούν. Για την απόδειξη αυτού του ισχυρισμού είναι απαραίτητες μελέτες στο πεδίο, ιδιαίτερα την νύχτα.

Κοινοτυπίες στα είδη των χταποδιών σε ένα βασικό τομέα της φυσικής ζωής τους, όπως είναι οι κύκλοι δραστηριότητας, απουσιάζουν. Το *Octopus joubini* έχει ένα αυστηρά νυκτόβιο κύκλο (Mather, 1985), το *O. cyanea* έχει ένα νυχτερινό ή ένα ημερήσιο (Houck, 1982), το *O. briareus* έχει κυρίως ένα νυχτερινό ή ένα νυκτόβιο κύκλο (Aronson, Hanlon) και το *O. dofleini* έχει ένα νυχτερινό που δεν επηρεάζεται από τους ρυθμούς της παλίρροιας (Mather et. al., 1985). Σύμφωνα με πρόσφατες εργασίες το *O. vulgaris* έχει μια μεταβλητή, αλλά κυρίως νυχτερινή και παλιρροιακή, διαμόρφωση της δραστηριότητας του, η οποία εξαρτάται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τον εκάστοτε πληθυσμό. Αυτές οι διαφορές τονίζουν την ποικιλότητα στη συμπεριφορά των χταποδιών, υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα για άμεση παρατήρηση και εκτίμηση, ώστε η συμπεριφορά τους να γίνει κατανοητή.

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΣΕΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ-ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

#### 5.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ

Με μια πρώτη ματιά, τα χταπόδια δεν φαίνονται σαν μια υποσχόμενη ομάδα για σύνθετη επεξεργασία πληροφοριών. Είναι μαλάκια και το βασικό νευρικό σύστημα των μαλακίων είναι μια ομάδα από τέσσερα μικρά ζευγωτά γάγκλια. Το μικρό μέγεθος αυτών των γαγκλίων καθώς και το γεγονός ότι είναι απομακρυσμένα μεταξύ τους, σημαίνει ότι αρκετή από την συμπεριφορά των χταποδιών είναι στερεότυπη και ότι εν μέρει ο έλεγχός της είναι τοπικός. Αλλά όλα τα κολεοειδή κεφαλόποδα (εκτός από το ναυτίλο) είναι μία διαφορετική διακλάδωση της οικογένειας των μαλακίων. Ο ναυτίλος, το μοναδικό υπόλειμμα γένους από μία ομάδα η οποία έζησε στην παλαιοζωική περίοδο, διατηρεί το προγονικό του κέλυφος, μια αργή κίνηση και μια κοπρονεκροφαγική ζωή (Saunders και Landsman, 1988) ενώ δεν έχει αναπτύξει ιδιαίτερα πολύπλοκη συμπεριφορά. (Φωτ. Ναυτίλου)

Στα περισσότερα κολεοειδή κεφαλόποδα, παρόλα αυτά, έχει αναπτυχθεί ένα σύνθετο νευρικό σύστημα. Ο εγκέφαλος, αποτελείται από ορισμένες περιοχές που εμφανίζονται ως οι κυρίως αναμειγνύομενες στη μάθηση. Η αναλογία σώματος και εγκεφάλου είναι αρκετά μεγάλη, περίπου ανάμεσα σε αυτήν των ψαριών και των πουλιών (Packard, 1972). Αυτός ο εγκέφαλος των χταποδιών διατηρεί την τοπικότητα του, καθώς οι ραχιαίες περιοχές ασχολούνται με τον έλεγχο της εισαγωγής και την επεξεργασία των πληροφοριών, ενώ οι κοιλιακές περιοχές με την χρήση των πληροφοριών αυτών.



Ένας σημαίνων τομέας της φυσιολογίας των κολεοειδών είναι το οπτικό σύστημα. Η δομή των ματιών των σπονδυλωτών και των κεφαλόποδων χρησιμοποιείται σαν ένα κλασικό παράδειγμα της συγκλίνουσας εξέλιξης, αν και υπάρχουν λειτουργικές διαφορές. Η ουσιαστική διαφορά ανάμεσα σ' αυτές τις δύο δομές είναι ότι τα μάτια των σπονδυλωτών ζώων έχουν τα αισθητήρια κύτταρα βυθισμένα πίσω από τα στρώματα των διπολικών και κυτταρικών γαγκλίων, ενώ στα κολεοειδή η κατανομή είναι μπροστά από τα μάτια και οι νευρώνες για την επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών στον οπτικό λοβό. Έτσι, τα χταπόδια δεν είχαν την ανάγκη να δημιουργήσουν ένα μηχανισμό που να φιλτράρει τις σταθερές εικόνες και να τις γενικοποιεί πάνω από το τυφλό σημείο όπως πρέπει να κάνουν τα σπονδυλωτά ζώα (Schiffman, 1990).

Αντίθετα, ο μεγάλος οπτικός λοβός (75% του εγκεφάλου) αποτελείται απ' όλους τους νευρώνες οι οποίοι περιέχουν τις οπτικές πληροφορίες. Η δομή αυτής της περιοχής είναι γνωστή, αλλά η σχέση δομής-λειτουργικότητας δεν έχει αναφερθεί για τον οπτικό λοβό. Τα μάτια των χταποδιών είναι τοποθετημένα πλάγια, με μία μικρή διοπτρική επικάλυψη και με μια περιοχή με υψηλότερη συγκέντρωση κυττάρων, παρόμοια αλλά

όχι εξίσου πυκνή σε σχέση με αυτή του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των θηλαστικών. Η ικανότητα οξείας οπτικής αντίληψης των χταποδιών είναι ίση τουλάχιστον με δέκα μοίρες του τόξου ενός κύκλου (Muntz & Gwyther, 1988) και τα χταπόδια έχουν “σκοτεινή” προσαρμογή, η οποία επιτυγχάνεται από την μετανάστευση των χρωστικών ουσιών κατά μήκος των κυττάρων του αμφιβληστροειδούς χιτώνα. Τα χταπόδια ωστόσο παρά την ικανότητα τους να ταιριάζουν το χρώμα του υποστρώματος με το χρώμα της επιδερμίδας τους, έχουν αχρωματοψία (κοίτα Κεφάλαιο 2)

Τα χταπόδια μπορούν επίσης να διακρίνουν το επίπεδο πόλωσης του φωτός (Moody & Parriss, 1960), μια ικανότητα η οποία βοηθάει τις μέλισσες στον προσανατολισμό αλλά είναι άγνωστη η χρήση της στα χταπόδια. Αυτή η μοναδική λίστα των ικανοτήτων του ματιού έχει επικεντρώσει τις επιστημονικές μελέτες σε μια περιοχή της λειτουργίας του εγκεφάλου, στον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος “μετατρέπει, αφομοιώνει, και επεξεργάζεται (Neisser, 1976) τις οπτικές πληροφορίες” (Sutherland, 1963).

Τα χταπόδια εκτός του ότι κατέχουν μια πολλή καλή όραση, έχουν επίσης εξαιρετική αφή και χημική αίσθηση (Graziadei, 1964). Τρεις μορφολογικά διαφορετικοί τύποι αισθητήρων βρίσκονται στο δέρμα των πλοκαμιών, ειδικότερα στην εσωτερική επιφάνεια των βεντουζών. Τα χταπόδια έχουν ένα σύστημα ισορροπίας που αντιδρά παρόμοια τόσο σε γωνιακή όσο και σε οπίσθια επιτάχυνση (Budelmann, Sachse & Staudigl, 1987). Η μελέτη της σχέσης ανάμεσα στη δομή και στη λειτουργία όλων αυτών των συστημάτων δεν έχει ουσιαστικά ξεκινήσει.



Φωτ. Τροπικό είδος σουπιάς

Σε αντίθεση με τις περισσότερες ομάδες ζώων, στα κεφαλόποδα η σκελετική υποστήριξη ποικίλει, από ένα εσωτερικό κέλυφος για πλεύση όπως στις σουπιές (διπλανή φωτογραφία), σε ένα καθόλου σκληρό σκελετό όπως στα χταπόδια. Κατά την διάρκεια της εξέλιξης τα ζώα αυτά, έχουν χάσει το προστατευτικό κέλυφος των προγονικών μαλακίων. Η απώλεια προφύλαξης από κέλυφος σήμανε τη φυσική ευαλότητα αλλά και την σημαντική ευελιξία κίνησης η οποία σχετίζεται με την εξέλιξη της νοημοσύνης στα κεφαλόποδα. Η μανδουακή κοιλότητα είναι γεμάτη με υγρό και λειτουργεί σαν ένας υδροστατικός σκελετός, ενώ η σύσπαση των μανδουακών μυών προκαλεί τη προώθηση μέσω της εκδίωξης νερού από τον ευέλικτο σίφωνα (O'Dor & Webber, 1986). Κατά την εκτόξευσή του νερού πυκνό μελάνι μπορεί να αναμιχθεί μαζί του για την σύγχυση του πιθανού θηρευτή.

Η κίνηση του νερού, που χρησιμοποιείται για την αναπνοή από όλα τα μαλάκια, έχει προσαρμοστεί και τροποποιηθεί (Wells, 1990), έτσι ώστε τα χταπόδια να χρησιμοποιούν την εκτόξευση νερού για διάφορες χρήσεις. Σε αυτές τις χρήσεις περιλαμβάνονται η απόδραση με την χρήση της προώθησης, η σύλληψη θηράματος, η μετάλλαξη του περιβάλλοντος χώρου για απόκρυψη (Von Boletzky & Von Boletzky, 1970· Mather, 1994), η απομάκρυνση απορριμμάτων και μη επιθυμητών κομματιών τροφής από την ιδιωτική περιοχή τους, αλλά και η απομάκρυνση των κοπρονεκροφαγικών ψαριών που παρενοχλούν τα χταπόδια κατά την θήρευση (Mather, 1992).

Η ευελιξία της κινητήριας δύναμης φτάνει την κορύφωσή της κατά την κίνηση των ευκίνητων μελών του σώματος των χταποδιών δηλαδή, των οχτώ πλοκαμιών τους, το καθένα από τα οποία διαθέτει ακτινωτούς, κυκλικούς, και λοξούς μυς και μπορεί θεωρητικά να μετακινηθεί σε σχεδόν οποιαδήποτε κατεύθυνση. Μια τέτοια θεωρία είναι μόνο υποθετικά αληθής καθώς έχουν συλλεχθεί παρατηρήσεις των στάσεων που παίρνουν τα πλοκάμια, αλλά και των κινήσεων τους σε πραγματικά περιοριστικές δράσεις. Το σύρσιμο (crawling) πάνω στο υπόστρωμα μπορεί να γίνει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε σχέση με το σώμα, π.χ. είτε με την προσκόλληση μιας βεντούζας και το τράβηγμα του σώματος σ' αυτή, είτε με την πίεση που ασκούν ορισμένα από τα οκτώ πλοκάμια είτε μέσω "μικρής σε βήματα" κίνησης των βεντουζών μόνο. Μπορεί επίσης να ενισχυθεί σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό μέσω της προώθησης με πίδακες νερού. Οι κινήσεις των πλοκαμιών δεν μπορούν να περιγραφούν με σημειώσεις συντηρητικών κινήσεων. Πώς μπορούν να περιγραφούν κινήσεις γύρω από σταθερά σημεία όταν δεν υπάρχει σταθερό σημείο στο πλοκάμι;

Αυτό το αναλυτικό πρόβλημα χρειάζεται να επιλυθεί, εφόσον τα κεφαλόποδα εξερευνούν το περιβάλλον, βρίσκουν χειρίζονται θήραμα και έρχονται σε επαφή με τα πιθανά τους ζεύγη μέσω αυτών των πλοκαμιών. Στην εσωτερική επιφάνεια των πλοκαμιών, τα οποία είναι παρατεταγμένα το ένα παράλληλα στο άλλο, βρίσκονται μία ή δύο σειρές βεντουζών, το μέγεθος των οποίων μειώνεται προοδευτικά προς την άκρη των πλοκαμιών. Οι βεντούζες είναι συνήθως τοποθετημένες πάνω στα ευέλικτα πλοκάμια και μπορούν είτε να αρπάζουν και να συγκρατηθούν πάνω σε μια λεία επιφάνεια είτε να διπλωθούν επί του μήκους έτσι ώστε να σχηματίσουν κυκλωτική κίνηση σύλληψης, παρόμοια με αυτής της δαγκάνας που χρησιμοποιείται από τους πιθήκους (Kier & Smith, 1990). Αυτή η σχεδόν μη περιορισμη ικανότητα χειρισμού, σημαίνει ότι τα χταπόδια μπορούν να λύσουν κόμπους με την επιδεξιότητα ενός χειρουργού (Mather, προσωπική παρατήρηση). Τέτοιες ικανότητες έχουν ελάχιστα μελετηθεί. Αρκετά είδη χταποδιών, συμπεριλαμβανομένου του *O. Joubini* παρέχουν μια ευκαιρία για να μελετηθεί μια σχετική συγχρόνιση του πλοκαμιού.

Τα πλοκάμια είναι εύκολο να αυτονομηθούν. Η απόσπαση ενός πλοκαμιού και η επακόλουθη κίνηση αυτού μπορεί να δημιουργήσει μία "μιας χρήσης χρήση" για τους θηρευτές όπως γίνεται με την ουρά στις σαύρες (Arnold, 1988). Ένα αποσπασμένο πλοκάμι μπορεί να διατηρηθεί ενεργό στο υδάτινο περιβάλλον για ώρες, πραγματοποιώντας συνδυασμένες δραστηριότητες όπως το βάδισμα αλλά και να μετακινεί το φαγητό, κατά μήκος του πλοκαμιού από βεντούζα σε βεντούζα. Τελικά, το ζώο δημιουργεί ένα νέο πλοκάμι μέσω αναγέννησης στη θέση αυτού που χάθηκε.

Οι κινήσεις των πλοκαμιών που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορεί να μην ελέγχονται πάντα από τον εγκέφαλο και άρα να μην υποδηλώνουν μάθηση. Τα κεφαλόποδα γενικά, έχουν ένα νευρικό δακτύλιο που κυκλώνεται πάνω από τα πλοκάμια, με ένα αξονικό γάγκλιο στη βάση του καθενός, ενώ υπάρχουν διπλάσιοι νευρώνες στα πλοκάμια των χταποδιών ( $3,5 \times 10^8$ ) σε σχέση με τον εγκέφαλο. Αρχικές έρευνες (Ten Cate, 1928) υπέθεσαν ότι ορισμένος έλεγχος της κίνησης μπορεί να είναι αντανεκλαστικός, καθώς αρκετή οργάνωση είναι τοπική και η αντίδραση στα κίνητρα διασκορπάζεται στα γειτονεύοντα πλοκάμια. Είναι πιθανό ότι οι πληροφορίες σε σχέση με τη θέση των πλοκαμιών να είναι περισσότερο εκτενείς και σύνθετες, έτσι ώστε να είναι πλήρως επεξεργαζόμενες από τον εγκέφαλο με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζονται και περιφερειακά (Wells, 1978). Ένας τέτοιος τοπικός έλεγχος μπορεί να περιορίσει την ικανότητα του ζώου να μαθαίνει να χειρίζεται αντικείμενα. Οι Fiorito von Planta & Scotto (1990) βρήκαν ότι τα χταπόδια μπορούσαν να μάθουν να ανοίγουν ένα βάζο για να συλλάβουν ένα καβούρι που βρισκόταν μέσα, παρόλα αυτά η μάθηση αυτή δεν

μειώνει την διάρκεια της εξερευνητικής τους δραστηριότητας μέσω των πλοκαμιών σε επόμενα πειράματα. Η καταγραφή της συμπεριφοράς των ζώων σε μια παρόμοια εξερευνητική κατάσταση, μπορεί να αποκαλύψει τις αλλαγές της συμπεριφοράς οι οποίες πραγματοποιούνται.

### 5.1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ

Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει τη συμπεριφορά αυτή καθ' αυτή, είναι ο τρόπος ζωής των ζώων. Η υποκλάση κολεοειδή, πιθανώς να εξελίχθηκε έτσι ώστε να είναι αρκετά διαφορετική από τη δομή των προγονικών μαλακίων σε ένα τέλειο συναγωνισμό με τα σπονδυλωτά ψάρια (Packard, 1972). Οι O' Dor & Webber (1986) διαφώνησαν στο ότι σε όρους ενεργητικής, τα ψάρια κερδίζουν τον συναγωνισμό, καθώς το μοντέλο κίνησης με προώθηση νερού το οποίο χρησιμοποιούν τα καλαμάρια δεν είναι εξίσου αποτελεσματικό με την πλευρική σύσπαση του σώματος του ψαριού.

Η φυσική ιστορία των κολεοειδών κεφαλόποδων μπορεί να καθοριστεί σε όρους αλληλεπίδρασης με τα ψάρια. Το καμουφλάζ του δέρματος των χταποδιών μπορεί να προσαρμοστεί στο ευαίσθητο χρωματικά μάτι των σπονδυλωτών ζώων (Packard, 1988a) και τα πρότυπα ακανόνιστης κίνησης τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να αποτρέψουν τους σπονδυλωτούς θηρευτές τους από το να προβλέπουν τη μετακίνησή τους (Mather & O' Dor, 1991). Το πρότυπο ανάπτυξης των κεφαλόποδων μπορεί να είναι εναλλακτικό ως προς αυτό που χρησιμοποιούν τα ψάρια. Αντίθετα με τα ψάρια και το Nautilus, τα κολεοειδή κεφαλόποδα ζουν κυρίως λιγότερο από δύο χρόνια. Έχουν μικρή διάρκεια ζωής και παράγουν πολλά αυγά στο τέλος της, ενώ τα περισσότερα είδη ψαριών ζουν ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και αναπαράγονται αρκετές φορές. Ο διαφορετικός τρόπος ζωής τους μπορεί να διατηρεί πληθυσμούς σε σχέση με την πίεση από τα ψάρια, αλλά η έλλειψη διαγενετικής επαφής, (τα θηλυκά χταπόδια πεθαίνουν μόλις τα μικρά αυγά εκκολαφθούν) σημαίνει ότι δεν υπάρχει διασταύρωση γενεών ώστε να μεταφερθούν πληροφορίες.

Για να υποστηρίξουν την εκρηκτική τους ανάπτυξη τα χταπόδια, έχουν ένα υψηλό ρυθμό μετατρεψιμότητας ο οποίος φτάνει το 50% της εισαγωγής φαγητού σε βάρος σώματος. Δεν αφομοιώνουν καθόλου τα λίπη αλλά μόνο τις σωματικές πρωτεΐνες και μετατρέπουν τις ουσίες αυτές σε αυγά και σπέρμα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (O' Dor & Wells, 1987). Επειδή τα νεαρά άτομα είναι μικρά και πολυάριθμα, τα περισσότερα δεν φτάνουν ποτέ στην ωριμότητα. Ένας τέτοιος "ζω γρήγορα και πεθαίνω νέος" τρόπος ζωής, θα έπρεπε να έχει ως αποτέλεσμα μια υψηλή επένδυση χρόνου αλλά και κόπου στη διατροφή. Το γεγονός ότι η υψηλή παραγωγή νεαρών ατόμων και η μικρή διάρκεια ζωής δεν το επιτρέπει αυτό στα χταπόδια, υποδεικνύει ότι υπάρχουν άλλοι περιοριστικοί παράγοντες, πιθανώς η πίεση από τους θηρευτές οι οποίοι μπορούν να επιδρούν στον τρόπο ζωής και σε αυτή την συμπεριφορά (Mather & O' Dor, 1991).

Κανένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής τους, όπως ο συναγωνισμός για φωλιές, η θήρευση των ψαριών αλλά και των ασπόνδυλων, η μικρή χρονική διάρκεια ζωής, δεν υποδεικνύει μια ομάδα ζώων η οποία έχει αναπτύξει υψηλή μάθηση και γνωστικές ειδικεύσεις. Ακόμα θα μπορούσε μια τέτοια ομάδα από απαιτήσεις να απαντηθεί μόνο με την ευελιξία της συμπεριφοράς. Ένας άλλος περιοριστικός παράγοντας ο οποίος θα μπορούσε να σχηματίσει τις ειδικεύσεις στην μάθηση των χταποδιών είναι ο κοινωνικός παράγοντας. Ο Humphrey (1976) θεώρησε ότι τα πρωτεύοντα θηλαστικά που ζουν σε ομάδες εξέλιξαν την εκτεταμένη γνωστική



τους χωρητικότητα έτσι ώστε να επιλύουν κοινωνικά προβλήματα και ο Galef (1976) περιγράφει τις κοινωνικές ανταλλαγές της απεκτιμμένης συμπεριφοράς. Παρόλα αυτά, τα χταπόδια δεν ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία. Κανένα είδος τους δεν εμφανίζεται να έχει μια σύνθετη κοινωνική οργάνωση και οι μαθησιακές τους ικανότητες χρησιμοποιούνται πιθανότατα κυρίως στο να επιλύουν περιβαλλοντικά προβλήματα όπως προσανατολισμού, "κατασκευής" σπιτιού, αντιμετώπιση θηράματος και αποφυγής θηρευτή.

Έτσι, τα χταπόδια παρουσιάζουν μια σειρά προβλημάτων στην μαθησιακή ικανότητα, τα οποία μπορούν να γίνουν περισσότερο κατανοητά μέσω της μελέτης της διαδικασίας πληροφόρησης (Yoerg & Kamil, 1991). Τα χταπόδια και τα καλαμάρια χρησιμοποιούν οπτική πληροφόρηση αν και στο πεδίο, δεν είναι τα πάντα γνωστά για αυτήν τους τη χρήση. Τα κολεοειδή κεφαλόποδα έχουν ένα κύκλο ζωής δύο φάσεων, η πρώτη φάση αφιερώνεται στην επιβίωση και στην απόκτηση βάρους και η δεύτερη στη σεξουαλική ωρίμανση και στην αναπαραγωγή. Δεν είναι πολύ κοινωνικά ενώ βρίσκονται πάντα σε κίνδυνο από τους θηρευτές λόγω της έλλειψης εξωσκελετού.

Γιατί θα έπρεπε όλα αυτά να αποτελούν μια ισχυρή εξάρτηση στη μάθηση, και ποιους περιορισμούς αυτές οι πιέσεις φέρνουν στα χταπόδια όσον αφορά τη χρήση μιας πληροφορίας; Οι επόμενοι τομείς αυτού του κεφαλαίου ερευνούν για απαντήσεις σ' αυτά τα ερωτήματα εστιάζοντας περισσότερο σ' αυτά τα οποία ξέρουμε σχετικά με την μαθησιακή τους ικανότητα και στη συνέχεια σε άλλες περιοχές της συμπεριφοράς οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν γνωστικές επεξεργασίες. Με τόσο λίγες πληροφορίες, ορισμένες από τις εκτιμήσεις είναι υποθετικές, αλλά επίσης τίθενται ερωτήματα τα οποία πρέπει να απαντηθούν.

## 5.2 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ-ΓΕΝΙΚΑ

---

Οι τρόποι επικοινωνίας των κεφαλόποδων προκαλούν το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των ερευνητών. Πραγματικά, έχει παρατηρηθεί ότι τα διάφορα είδη των ζώων αυτών, χρησιμοποιούν μια ποικιλία σημάτων επικοινωνίας, με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών με άλλα γειτονεύοντα άτομα, για το αμοιβαίο όφελος και την καλύτερη επιβίωση του είδους. Έτσι τα χταπόδια υιοθετούν ποικίλες στάσεις σώματος και διάφορους σωματικούς χρωματισμούς, ώστε να δηλώσουν ή να αποκρύψουν τα "αισθήματα" τους. Μάλιστα πολλές φορές, τα σήματα αυτά είναι πολύ δαπανηρά από την άποψη κατανάλωσης ενέργειας και καθιστούν τα ζώα ιδιαίτερα ευάλωτα στους θηρευτές τους. Όμως εκείνο που μετράει περισσότερο στη φύση, είναι η μεγιστοποίηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας και της επιβίωσης των απογόνων, γιατί έτσι εξασφαλίζεται η μεταφορά γονιδίων από γενιά σε γενιά. Γι' αυτό ένα σημαντικό μέρος των σημάτων επικοινωνίας, αφορά την προσπάθεια προσέλκυσης του κατάλληλου ταιριού για ζευγάρισμα. Βέβαια αλλού είδους σήματα ανταλλάσσονται ανάμεσα στα διάφορα ζώα για την αποφυγή των θηρευτών και ανάμεσα στα μέλη ενός είδους που έχουν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη κοινωνική οργάνωση. Όταν τα χταπόδια αποκτούν μια στάση και ένα χρωματισμό απόκρυψης αυτό αποτελεί ένα σήμα κινδύνου για τα γειτονικά είδη.

### 5.2.1 ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η όραση είναι η πιο σπουδαία αίσθηση που χρησιμοποιείται από τους θηρευτές για τον καλύτερο εντοπισμό της λείας και την επιστροφή στο ενδιαίτημα. Ο τρόπος αυτός επικοινωνίας έχει περιορισμένη κλίμακα επειδή εμφανίζει ορισμένα μειονεκτήματα. Τα ζώα που επικοινωνούν οπτικά θα πρέπει να χρησιμοποιούν αυτή τους την ικανότητα κατά τη διάρκεια της μέρας, γεγονός που περικλείει κινδύνους αφού γίνονται ευάλωτα στους θηρευτές και να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ, τους έτσι ώστε να γίνονται ορατά. Γενικότερα τα οπτικά σήματα έχουν μικρή εμβέλεια, δηλαδή είναι περιορισμένη η απόσταση στην οποία μπορούν να μεταφερθούν.

Είναι ενδιαφέρον ότι ανάμεσα στα θαλάσσια ζώα, τα κεφαλόποδα είναι εκείνα που φέρουν τους πιο λαμπερούς, έντονους και μεταβλητούς χρωματισμούς.

### 5.2.2 ΟΠΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών '50 και '60 μια μακρόχρονη σειρά πειραμάτων πραγματοποιήθηκαν, κυρίως στον ζωολογικό σταθμό της Νάπολης πάνω στην οπτική μάθηση του *Octopus vulgaris* (Sanders, 1995). Αρκετές από αυτές τις μελέτες δεν εστιάστηκαν στην οπτική μάθηση αυτή κάθε αυτή. Αντίθετα, η οπτική μάθηση χρησιμοποιήθηκε σαν ένα μέσο ώστε να κατανοηθούν οι ικανότητες και οι περιορισμοί του χταποδιού στην χρήση των αισθητικών πληροφοριών. Ο Bitterman (1975) κριτικάρισε την έλλειψη σωστών ελέγχων σε ορισμένα από τα πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν στην Νάπολη. Ο Boal (1994) εκτίμησε τ' αποτελέσματα αρκετών πειραμάτων, σχετικά με την μαθησιακή ικανότητα των χταποδιών και συμπεράνε ότι όλα τους είχαν ατέλειες στις μεθόδους. Σε ελάχιστα χρησιμοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις για να εκτιμηθεί η σημασία των αποτελεσμάτων. Παρόλα αυτά τα προβλήματα, ορισμένα γενικά συμπεράσματα εμφανίζονται αληθή.

### 5.2.3 ΔΟΜΗ ΟΠΤΙΚΟΥ ΛΟΒΟΥ

Μερικές από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί εκτίμησαν το πώς η αισθητική πληροφόρηση ήταν "μετατρέψιμη, αφομοιώσιμη και επεξεργάσιμη" (Neisser, 1976). Όπως αναφέρθηκε, το χταπόδι έχει μια μεγάλη περιοχή του εγκεφάλου του, η οποία αποκαλείται οπτική λοβός και ασχολείται με την επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών, ενώ είναι κατασκευασμένη σε κυτταρικά στρώματα παρόμοια με αυτά του οπτικού στρώματος των θηλαστικών (Young, 1971). Μπορεί η παράταξη των αισθητηρίων κυττάρων να σημαίνει ότι τα χταπόδια εκτιμούν ένα μωσαϊκό από χαρακτηριστικά, όπως είναι η έκταση και οι γωνίες, παρόμοια με τα έντομα; (Barth, 1985) ή είναι η οπτική διαδικασία περισσότερο ολισμική (ολισμός= η άποψη σύμφωνα με την οποία η ζωή με όλες τις μορφές της βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το αβιοτικό περιβάλλον με το οποίο και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα), όπως ισχύει στα σπονδυλωτά; Μια μακροχρόνια σειρά από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τον Sutherland (1963), δεν έδωσαν μια απλή απάντηση σ' αυτό το ερώτημα. Τα χταπόδια μπορούν εύκολα να ξεχωρίζουν ένα κατακόρυφα

προσανατολισμένο σχήμα από ένα οριζόντια προσανατολισμένο, άλλα έχουν αρκετά μεγαλύτερη δυσκολία στο να διαχωρίσουν ένα ζευγάρι από σχήματα που είναι τοποθετημένα πλαγίως. Έτσι ο Sutherland (1957) υπέθεσε ότι τα χταπόδια, μπορεί να διακρίνουν τις εικόνες υπολογίζοντας την κατακόρυφη και την οριζόντια έκτασή τους. Παρόλα αυτά, τα χταπόδια μπορούν να διακρίνουν εικόνες σχημάτων στον καθρέφτη, οι οποίες έχουν την ίδια κατακόρυφη και οριζόντια έκταση. Έτσι η ανάλυση μέσω της έκτασης μόνο δεν μπορεί να εξηγήσει την διαδικασία οπτικής πληροφόρησης.

#### 5.2.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ενώ τα χταπόδια μπορούν να μάθουν να διαχωρίζουν μέσω της αφής, η επιλεκτικότητα που δείχνεται στην οπτική διαδικασία δεν εμφανίζεται παρούσα στο σύστημα της αφής.

Η οπτική πληροφόρηση στα χταπόδια μπορεί να στηρίζεται στην ικανότητα τους να διακρίνουν σχήματα τύπου V και W τα οποία έχουν διαφορετικές διακλαδώσεις στο ίδιο κατακόρυφο και οριζόντιο μήκος. Μπορούν να διαχωρίσουν ανάμεσα σε ένα τέτοιο σχήμα αλλά και στο ίδιο απλώς περιστρεφόμενο κατά 90 μοίρες. Μπορούν να ξεχωρίσουν ζευγάρια από τετράγωνα σχήματα, τα οποία αποτελούνται από εσωτερικές μαύρες και λευκές κολώνες οι οποίες είναι τοποθετημένες σε σειρά, είτε κατακόρυφα είτε οριζόντια. (Sutherland, Mackintosh & Mackintosh, 1963). Τέτοια σχήματα δεν μπορούν να διαχωριστούν απλώς με την εκτίμηση μέσω της γωνίας.

Το τι μπορεί να διαχωρίσει ένα ζώο όταν δοκιμάζεται η γνωστική του ικανότητα σε μια περιορισμένη κατάσταση, δεν είναι απαραίτητα και το τι θα χρησιμοποιούσε σε μια σύνθετη διεγερτική κατάσταση όταν είναι ελεύθερο να επιλέξει. Αξιοσημείωτη είναι η πολυπλοκότητα και η άριστη διακριτικότητα που ο Ristau (1991) βρήκε για τους χαράδριους όταν αυτά εκτιμούσαν πιθανή απειλή από τον άνθρωπο στα μικρά τους. Αργότερη εργασία με τα χταπόδια απέδειξε καθαρά αυτή τη ποικιλία αντιδράσεων. Ο Muntz (1970) δημιούργησε μια ομάδα από σύνθετα σχήματα., τα οποία τα χταπόδια μπορούσαν να διακρίνουν. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης έγινε αποδεκτό ότι, ενώ η κατακόρυφη και η οριζόντια έκταση μπορεί να είναι σημαντικές για την εκτίμηση οπτικών πληροφοριών και την κωδικοποίηση τους στα εγκεφαλικά κύτταρα τα χταπόδια δεν έχουν κάποιο απλό κανόνα σύμφωνα με τον οποίο μπορούν να κωδικοποιήσουν τις οπτικές πληροφορίες.

Τα πειράματα οδήγησαν σε άλλα από τα οποία μπόρεσε να εκτιμηθεί τι ήταν αυτό που μπορούσε να αποκαλεστεί απλή διαμόρφωση αντίληψης. Οι Messenger & Sanders (1972) εκπαίδευσαν χταπόδια με δύο σχετικά κίνητρα, των σχημάτων. Τα χταπόδια εκείνα στα οποία δίνονταν και τα δυο κίνητρα ταυτόχρονα μάθαιναν να τα διακρίνουν γρηγορότερα, από ότι εκείνα στα οποία δινόταν μόνο το ένα από τα δύο. Όταν μια άλλη ομάδα από χταπόδια εκπαιδεύτηκε για μια μακροχρόνια περίοδο στην διάκριση προσανατολισμού, τα ζώα χρειαζόντουσαν περισσότερο χρονικό διάστημα για να επιτύχουν την επιθυμητή διάκριση (Mackintosh, Mackintosh, 1963). Τα χταπόδια μπορούν επίσης να διακρίνουν ανάμεσα σε παραλληλόγραμμα τα οποία είναι πολύ λεπτά, εφόσον αρχικά έχουν εκπαιδευτεί σε πλησιέστερες διακρίσεις με μικρότερες διαφορές πάχους (Sutherland, Mackintosh & Mackintosh, 1965).

Η έρευνες που πραγματοποιήθηκαν ενώ ξεκίνησαν με την εκτίμηση ότι τα χταπόδια χρησιμοποιούν απλά κίνητρα για αναλύσεις της οπτικής πληροφόρησης, οδήγησαν σε ένα περισσότερο πολύπλοκο και περισσότερο ενδιαφέρον μοντέλο για την

διαδικασία πληροφόρησης. Αν ένα σκεπτικό ορίζεται σαν μια εσωτερική κατηγορία πληροφοριών, η οποία ενεργοποιείται από ένα εξωτερικό κίνητρο, έχουν τα χταπόδια άραγε διαμόρφωση σκεπτικού; Ο Watanabe και οι Lea & Ditttrich (1993) συζήτησαν τις εκτεταμένες μελέτες στην οπτική διάκριση στα περιστέρια και πειραματικά συμπεράναν ότι τα περιστέρια έχουν σκεπτικό. Εφόσον τα χταπόδια μπορούν να μάθουν να παρακολουθούν κίνητρα που προηγούμενα δεν τους ήταν διακρίσιμα και να διαλέγουν ανάμεσα σ' αυτά τα κίνητρα όταν τους παρουσιάζονται, μπορεί να συζητηθεί ότι τα χταπόδια, επίσης, μπορούν να δημιουργήσουν σκεπτικά. Εάν η γνωστική ικανότητα ορίζεται σαν οι κανόνες μέσω των οποίων οι αισθητικές πληροφορίες "επεξεργάζονται, αποθηκεύονται και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται", σύμφωνα με τον Neisser (1976), το πρώτο βήμα στη γνωστική ικανότητα των χταποδιών μπορεί να είναι η ικανότητα τους να μαθαίνουν κανόνες με τους οποίους η αισθητική πληροφόρηση είναι σχετική.

### **5.3 ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ**

---

Η ακουστική επικοινωνία δεν είναι ένα ατομικό κανάλι επικοινωνίας όπως η οπτική, γιατί τα ηχητικά σήματα μεταφέρονται έξω από την πηγή τους απεριόριστα προς όλες τις κατευθύνσεις, έτσι ώστε να φθάνουν εύκολα σ' ένα άτομο. Τα ηχητικά σήματα επίσης, μεταφέρονται με μεγάλη ταχύτητα και δεν εξαρτώνται από το φως της ημέρας. Μπορούν δε, να περιέχουν πολλές πληροφορίες που μεταφέρονται πολύ γρήγορα. Συνεπώς η χρήση του ήχου αποτελεί έναν πολύ καλό τρόπο επικοινωνίας των ζώων, γι' αυτό και είναι πολύ διαδεδομένος. Φυσικά, ο τρόπος επικοινωνίας σχετίζεται με την οικολογία του είδους.

#### **5.3.1 ΓΙΑΤΙ ΤΑ ΚΕΦΑΛΟΠΟΔΑ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ "ΚΟΥΦΑ"**

Η "ακοή" στα κεφαλόποδα είναι ένα θέμα υπό συζήτηση για πάνω από 75 χρόνια, αλλά ο Moynihan (1985), δεν έλαβε υπόψη του τα διαθέσιμα μορφολογικά και φυσιολογικά στοιχεία όταν διατύπωσε τις διαφωνίες του στο θέμα αυτό. Παρακάτω περιγράφονται τα στοιχεία αυτά με συντομία και προστίθενται ορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά, οι οποίες σε αντίθεση με την υπόθεση του Moynihan, υποδεικνύουν ότι τα χταπόδια μπορούν να αντιληφθούν υποβρύχιες δονήσεις.

Είναι σχεδόν αδύνατο να καθοριστεί η έννοια του ήχου για τα υδάτινα ζώα (Schuijf & Hawkins, 1976) επειδή ο ήχος αλλά και τα κίνητρα από τις δονήσεις είναι ουσιαστικά ισοδύναμα σε ένα υδάτινο μέσο. Για τα σπονδυλωτά, ο ήχος έχει καθοριστεί λειτουργικά (π.χ τα ηχητικά κίνητρα έχουν καταχωρηθεί στο όγδοο κρανιακό νεύρο). Ένας διαχωρισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί επίσης με βάση έναν αυθαίρετο φασματικό παράγοντα. Για παράδειγμα στον αέρα,, θεωρούμε τα μηχανικά κύματα εύρους συχνότητας από 0.1 έως 100 Hz σαν δονήσεις και τις συχνότητες πάνω από τα 100 Hz και πάνω ως ήχους (Prosser & Brown, 1961). Στο νερό, τέτοιοι διαχωρισμοί δεν έχουν νόημα. Έτσι, λειτουργικά, η ακοή θεωρείται ως η ικανότητα ενός θαλάσσιου ζώου να αισθάνεται δονήσεις ενώ αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σκοπό να δημιουργηθεί μία κατάλληλη αντίδραση συμπεριφοράς (Offutt, 1970· Maniwa, 1976· Hawkins & Myrberg, 1983· Stebbins, 1983). Στα

σπονδυλωτά, οι αισθητήρες του σχετικού οργάνου είναι κύτταρα με βλεφαρίδες (τριχωτά κύτταρα).

#### 5.3.4 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΑΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Από το 1910, ο Baglioni είχε σημειώσει ότι τα χταπόδια αντιδρούν στις αναταράξεις του νερού αλλά και στον ήχο των κυμάτων (Baglioni, 1910). Οι Wells & Wells (1956) ανέφεραν ότι χταπόδια που είχαν τυφλωθεί και ανακάμψει έπειτα από αυτή την επέμβαση, μπορούσαν να ανιχνεύσουν από μία απόσταση 0.5μ., την κατεύθυνση της πηγής ενός ήχου που οφειλόταν στο κτύπημα στις πλευρές της δεξαμενής τους. Ο Young (1960) ανέφερε ότι τα χταπόδια είναι αναμφίβολα ευαίσθητα στις δονήσεις και ότι αντιδρούν σε ένα χτύπημα της εργαστηριακής δεξαμενής, με ένα χρωματισμό στο κεφάλι αλλά και με μία αλλαγή χρωματισμού στο υπόλοιπο σώμα. Επίσης, πρότεινε ότι αυτή η αντίδραση διαρκούσε και έπειτα από την αφαίρεση των στατοκύστων.

Από παρατηρήσεις αρκετών καλαμαριών του loliginidae, τα οποία κρατήθηκαν στο εργαστήριο (Hanlon et al, 1983), γνωρίζουμε ότι ένα χτύπημα στην πλευρά της δεξαμενής, προκαλεί στα καλαμάρια μετακίνηση προς τα πίσω με την χρήση πιδάκων νερού, αλλαγή χρώματος και ορισμένες φορές εκροή του μελανιού τους. Αυτή η αντίδραση επαγρύπνησης είναι τυπική και για τα χταπόδια, αφού στο εργαστήριο εγκλιματίζονται σε αυτό το άσχετο κίνητρο έπειτα από ορισμένες δοκιμασίες.

#### 5.3.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Πολλοί συγγραφείς υπέθεσαν ότι τα βλεφαριδωτά κύτταρα μπορεί να είναι μηχανικοί αισθητήρες. Αποδείξεις για τη μηχανική αντίληψη κυμάτων πρώτα παρουσιάστηκαν από τον Maturana & Sperling (1963), οι οποίοι έδειξαν ότι τα ειδικευμένα τριχωτά κύτταρα είναι ευαίσθητα σε δονήσεις μικρής συχνότητας. Μεταγενέστερα οι Later, Wolff & Budelmann (1976), όταν εφάρμοζαν κίνητρα από δονήσεις σε διάφορες συχνότητες στις δοκιμές της στατοκύστης, βρήκαν ότι τα τριχωτά αυτά κύτταρα αντιδρούν με συγχρονισμό στις δονήσεις, σε εύρος από 20 έως 60 Hz (δηλαδή στα 60Nτεσιμπέλ).

#### 5.3.6 ΜΠΟΡΟΥΝ ΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ ΝΑ ΑΚΟΥΣΟΥΝ;

Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε στην “ακοή” (ευαισθητοποίηση σε κίνητρα από δονήσεις), τα υπάρχοντα μορφολογικά και φυσιολογικά στοιχεία υποδεικνύουν ότι τα χταπόδια, έχουν ένα αισθητικό σύστημα για να ανιχνεύουν μηχανικές διαταράξεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η δομή και η κατανομή των βλεφαριδωτών κυττάρων στην επιδερμίδα θυμίζει ένα σύστημα που δεν διαφέρει σημαντικά από την πλευρική γραμμή των ψαριών (Schuijf & Hawkins, 1976) ή τα τριχωτά και ευαίσθητα σε δονήσεις κύτταρα στην επιδερμίδα των θαλάσσιων χαιτόγναθων (Feigenbaum, 1978). Επιπλέον, οι στατοκύστες των κεφαλόποδων είναι ένα από τα καλύτερα αναπτυγμένα όργανα στη

φύση για την αντίληψη της βαρύτητας, και της γωνιακής επιτάχυνσης άρα είναι πιθανό να λειτουργούν όπως τα όργανα της ακοής στα ψάρια (Schuijf & Hawkins, 1976).

Οι υποθέσεις του Μοϋνιχαν (1985) σχετικά με την κώφωση στα κεφαλόποδα, βασίζονται στην υπόθεση του Norris & Mohl (1983) ότι ορισμένα θαλάσσια θηλαστικά, όπως τα δελφίνια, είναι ικανά να αναισθητοποιήσουν το θήραμά τους με ισχυρούς ηχητικούς παλμούς. Ο Μοϋνιχαν (1985) υποστήριξε ότι τα κεφαλόποδα χωρίς έναν ακουστικό αισθητηριακό σύστημα, μπορεί να είναι ικανότερα να επιβιώσουν μια άμεση ή έμμεση ακουστική επίθεση, αφού η όραση από μόνη της μπορεί να μην είναι επαρκής για την ανίχνευση πλησιαζόντων θηρευτών.

Ωστόσο, ένα μεγάλο ποσοστό της θήρευσης από τα είδη του γένους *Octopus* πραγματοποιείται την νύχτα ή σε μεσοπελαγικά ή σε βαθυπελαγικά νερά όπου το φως είναι ιδιαίτερα περιορισμένο (Packard, 1972· Boyle, 1983). Επίσης πολλά είδη χταποδιών ζουν σε νερά με περιορισμένο φωτισμό. Η όραση για αυτό το λόγο είναι μία περιορισμένη πηγή, η οποία τους επιτρέπει την ανίχνευση γρήγορα κινούμενων θηρευτών, πριν είναι πολύ αργά. Η ακοή είναι ένας σαφώς καλύτερος αισθητήρας της απόστασης και δεν εξαρτάται σημαντικά από την ώρα της ημέρας, από το βάθος, από την φωτεινότητα, ή από την καθαρότητα των νερών. Φαίνεται πιθανότερο από εξελικτική άποψη, ότι αντί να είναι κουφά τα χταπόδια έχουν αναπτύξει ένα αισθητήριο σύστημα για την αντίληψη υποβρύχιων κυμάτων. Το σύστημα αυτό δεν είναι ικανό μόνο ν' ανιχνεύει την προσέγγιση αντικειμένων θηράματος ή των θηρευτών σε μία απόσταση κατάλληλη για αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις αυτές, μπορούν να εφαρμοστούν αλλά το σύστημα αυτό είναι "αναίσθητο" σε συχνότητες και επίπεδα Ντεσιμπέλ τα οποία χρησιμοποιούνται σε ακουστικές επιθέσεις από τους θηρευτές τους. Παρόλα αυτά, η τελευταία υπόθεση φαίνεται μη αληθής λόγω του ότι όπως ο Norris & Mohl (1983) και ο Μοϋνιχαν (1985) έδειξαν, η πλήρως εστιασμένη δύναμη μιας τέτοιας ακουστικής επίθεσης θα σκότωνε το θήραμα που είχαν στοχεύσει. Αυτό υπαινίσσεται, ότι θα είχαν καταστραφεί όλα τα αισθητικά αλλά και τα κινητήρια συστήματα στο θήραμα και όχι μόνο τα ευαίσθητα αισθητικά συστήματα όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των κινήτρων από τις δονήσεις.

Εν περιλήψει, ότι οι διαθέσιμες ενδείξεις υποδεικνύουν ότι τα χταπόδια είναι ευαίσθητα σε κίνητρα από τις δονήσεις (ίσως μόνο σε χαμηλές συχνότητες) που σημαίνει ότι δεν είναι κουφά και ότι έχουν ένα αισθητικό σύστημα ως ένα είδος ακοής. Έως ότου νέες έρευνες στην μορφολογία, στη φυσιολογία και στη συμπεριφορά χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν για ένα τέτοιο αισθητικό σύστημα στα χταπόδια, είναι ακόμα άσκοπο να αναπτυχθούν οικολογικές υποθέσεις, σχετικά με το γιατί ένα τέτοιο σύστημα δεν υπάρχει. Όπως ο Wells τόνισε "η λίστα (των γνωστών αισθητήριων οργάνων στα κεφαλόποδα) δεν είναι σε καμιά περίπτωση πλήρης. Δείχνει μόνο αυτά που οι άνθρωποι έχουν ασχοληθεί για να βρουν" (1978).

## **5.4 ΧΗΜΟΤΑΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΧΤΑΠΟΔΙ**

### **5.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το χταπόδι είναι πασίγνωστο για την δομή των ματιών του, η οποία είναι παρόμοια με αυτή των σπονδυλωτών αλλά και για την εξαιρετική του όραση (Wells, 1978). Παρόλα αυτά, στις συνθήκες υπό τις οποίες τα ζώα αυτά κυνηγούν για θήραμα

(κυρίως την νύχτα και σε βάθη έως και 90 μ.) είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ότι τα μάτια τους είναι ιδιαίτερα χρήσιμα. Δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες σχετικά με την ευαισθησία των ματιών του χταποδιού, αλλά παρατηρήσεις στο ενυδρείο και στην θάλασσα επιβεβαιώνουν ότι τα χταπόδια τυπικά, βρίσκουν την τροφή μέσω του ψηλαφίσματος στο υπόστρωμα, με τα πλοκάμια τους να λειτουργούν σαν παράγοντες της εξερεύνησης. Δεν θα ήταν λοιπόν παράξενο, αν τα χταπόδια ήταν ικανά μίας ιδιαίτερα εκλεπτυσμένης διάκρισης μέσω της αφής (Wells, 1964). Τα χταπόδια μπορούν επίσης να εκπαιδευτούν, να διαχωρίζουν ανάμεσα σε δύο αντικείμενα που έχουν αγγίξει και τα οποία διαφέρουν μόνο στα χημικά χαρακτηριστικά τους (Wells, 1963· Wells et al., 1965).

Υπάρχουν λίγες ενδείξεις παρόλα αυτά, που να υποδεικνύουν ότι τα χταπόδια κατέχουν μία δυνατότητα χημικής αντίληψης από απόσταση. Ο Wells (1963) παρατήρησε ότι το αίμα από σαρδέλες διεγείρει τα τυφλωμένα ζώα να μετακινούνται κυκλικά στις δεξαμενές τους. Περισσότερο πρόσφατα ο Boyle (1983), ανέφερε ότι ένα ακατέργαστο εκχύλισμα από τους ιστούς ενός καβουριού, δημιουργεί μία μετρήσιμη αύξηση στον ρυθμό αναπνοής. Δεν έχει επιδειχθεί παρόλα αυτά, ότι τα χταπόδια μπορούν να ανιχνεύσουν αντικείμενα που βρίσκονται μακριά τους, μέσω των χημικών ουσιών τις οποίες αυτά απελευθερώνουν. Ο Packard (1972) έχει δείξει ότι η έλλειψη χημοαισθητικότητας για την αντίληψη από απόσταση είναι ένα χαρακτηριστικό, το οποίο καθαρά διαχωρίζει τις αισθητικές ικανότητες των ψαριών και των χταποδιών.

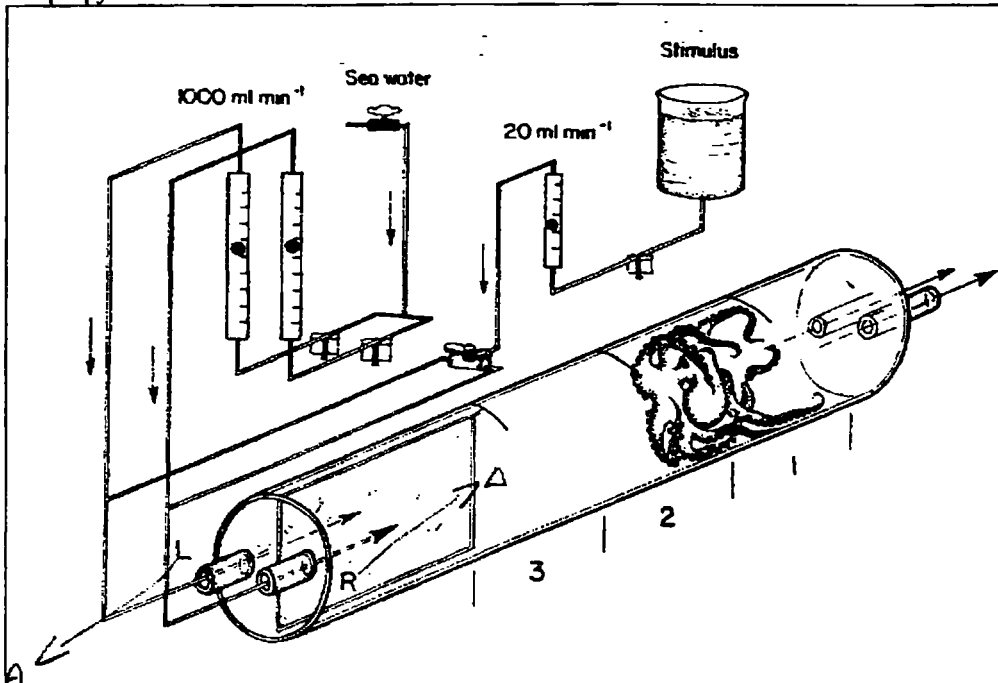
Τα πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί, προσπάθησαν να καθορίσουν εάν ορισμένα χημικά διαλύματα μπορούν να προκαλέσουν συμπεριφορικές αντιδράσεις στο χταπόδι, οι οποίες μπορούν να επαναπροκληθούν. Επίσης, εφόσον αυτό ήταν αληθές, σκοπός των πειράματων ήταν να καθοριστεί το εάν η κατευθυνόμενη μετακίνηση (χημοτάξη) ήταν ανάμεσα σε αυτές τις αντιδράσεις. Τα ζώα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα είχαν τυφλωθεί όλα, επειδή προηγούμενα πειράματα είχαν πείσει τους ερευνητές ότι ακόμα και με τις πιο ακραίες προφυλάξεις, δεν θα μπορούσαν ν' αποκλείσουν την πιθανότητα ότι στις παρατηρηθείσες συμπεριφορές θα μεσολαβούσαν οπτικά κίνητρα, τα οποία θα προέρχονταν είτε από τους ερευνητές είτε από την συσκευή. Τελικά, τα τυφλωμένα ζώα πραγματοποίησαν τις ίδιες αντιδράσεις όπως και τα ζώα που δεν είχαν τυφλωθεί. Τρεις χημικές ενώσεις χρησιμοποιήθηκαν ως κίνητρα: δύο αμινοξέα και το νουκλεοτίδιο 5-αδενοσίνη μονοφωσάση. Αυτά τα χημικά κίνητρα επιλέχθηκαν με βάση την αποτελεσματικότητά τους σε προηγούμενες μελέτες, ανάλογων πειραμάτων με άλλους θαλάσσιους οργανισμούς.

## 5.4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### Ζώα.

Δείγματα του *Octopus vulgaris*, και των δύο φύλων, συλλέχθηκαν τοπικά μέσω υποβρύχιας κολύμβησης. Το μέσο βάρος τους, ποίκιλε από 130-180 γραμμάρια. Όλα τα ζώα τυφλώθηκαν μέσω τομής των οπτικών νεύρων (Wells και Wells, 1956). Μετά την ανάρρωση από την επέμβαση, τα ζώα κρατήθηκαν σε ξεχωριστές δεξαμενές και διατρέφονταν με ένα καβούρι (*Carcinus mediterraneus*) ανά μέρα. Όλα τα ζώα διατρέφονταν ενεργά όταν ξεκίνησαν τα πειράματα, κάτι που έγινε τουλάχιστον τέσσερις ημέρες μετά την εγχείρηση.

Συνολικά έξι ζώα χρησιμοποιήθηκαν. Επειδή υπήρχε μια έλλειψη από ζώα και επειδή ορισμένα ζώα χάθηκαν από ατυχείς χειρισμούς πριν ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία, δεν ήταν δυνατό να κατανεμηθεί ο αριθμός των δοκιμασιών ανά ζώο, ανά πειραματική συνθήκη κατά ένα πλήρως εξισωτικό τρόπο. Συνεπώς, ένα ζώο αναπαριστά το 60% του συνόλου των δοκιμασιών σε όλες τις καταστάσεις κινητοποίησης.



Εικ. 1

**Συσκευή και χημικά κίνητρα.** Η πειραματική συσκευή αποτελούνταν από ένα σωλήνα με διαστάσεις 9εκ x 60εκ., κατασκευασμένο από διαφανές πλεξιγκλάς, και ήταν διχοτομημένη κατακόρυφα (σχηματίζοντας δύο ημικύκλια ένα αριστερό (A) και ένα δεξί (Δ) ) από ένα χώρισμα κατά το ένα τρίτο της. Ο σωλήνας είχε τοποθετηθεί οριζόντια και ήταν βυθισμένος στο νερό. Μια συνεχής ροή θαλασσινού νερού διατηρήθηκε στο σωλήνα με παροχή ενός λίτρου ανά λεπτό σε κάθε τμήμα της συσκευής. Γνωστές συγκέντρωσης και ουσίας χημικά διαλύματα, παρέχονταν με ένα ρυθμό 20 ml/min και αναμιγνύονταν με το θαλασσινό νερό πριν την εισαγωγή τους στο πειραματικό σωλήνα. Επειδή οι πειραματικές δοκιμασίες δεν ξεκινούσαν παρά μόνο όταν το ζώο είχε τοποθετηθεί στο κεντρικό μέρος του σωλήνα, το εισαγόμενο διάλυμα διαλυόταν εκατό φορές προτού φτάσει στο ζώο.

Τα χαρακτηριστικά ροής της πειραματικής συσκευής, εκτιμήθηκαν μέσω παρατήρησης της κατανομής μιας φωσφορίζουσας βαφής έπειτα από την είσοδο της σ' αυτήν. Η είσοδος στο σωλήνα ήταν απότομη και άμεση. Στα 60 δευτερόλεπτα όταν η παροχή της βαφής ολοκληρωνόταν, η βαφή είχε αναμιχθεί πλήρως με το θαλασσινό νερό στο τμήμα του σωλήνα που είχε γίνει η παροχή (ένα ημικύκλιο), ενώ ουσιαστικά δεν είχε αναμιχθεί στο άλλο τμήμα.

**Διαδικασίες.** Τα ζώα ελέγχθησαν ατομικά στην πειραματική συσκευή στην οποία είχαν προηγουμένως εγκλιματιστεί για τουλάχιστον μία ώρα. Τα τεστ διεξήχθησαν σε ομάδες των δέκα δοκιμασιών. Εάν το ζώο μετακινούνταν ή ήταν απασχολημένο με οποιαδήποτε άλλη αξιοσημείωτη συμπεριφορά, η παύση διαρκούσε μέχρι το ζώο να καταστεί μη δραστήριο. Κανένα ζώο δεν ελέγχθηκε με χημικά κίνητρα κατά την διάρκεια μιας παύσης, και ποτέ περισσότερο από 2 φορές ημερησίως.



Μία δοκιμασία ξεκινούσε με ένα ζώο να βρίσκεται σε ανάπαυση σε μία μη διαχωρισμένη περιοχή του σωλήνα. Η θέση του (1, 2 ή 3) ταυτοποιήθηκε από την τοποθεσία των ματιών και από αυτήν την θέση. Μαζί με το χρώμα του ζώου η στάση που είχε, κατεγράφησαν. Στην συνέχεια η είσοδος του χημικού κινήτρου ξεκινούσε και διαρκούσε για 60 δευτερόλεπτα. Επειδή τα τεστ με την φωσφορίζουσα βαφή επέδειξαν ένα εύρος για την άφιξη του κινήτρου, το οποίο εξαρτιόταν από την θέση του ζώου στο σωλήνα και επειδή ήταν επιθυμητό να αποφευχθούν συμπεριφορές οι οποίες πραγματοποιούνταν στις μεγάλες καθυστερήσεις έπειτα από την εκκίνηση της εισόδου του κινήτρου, η συμπεριφορά του ζώου καταγραφόταν μόνο όταν συνέπετε με ένα περιορισμένο χρονικό όριο. Τα περιορισμένα χρονικά αυτά όρια, καθορίζονταν σχετικά με την κίνηση του κινήτρου, ενώ ήταν εξαρτώμενα με την αρχική θέση του ζώου στον σωλήνα.

### **5.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ**

Στις μισές σχεδόν δοκιμασίες με τα χημικά κίνητρα, τα ζώα παρέμεναν σε ακινησία και δεν έδειχναν καμία προφανή αντίδραση. Στις άλλες περιπτώσεις, οι συμπεριφορές των ζώων δείχνονταν ποικιλόμορφα. Πέντε τύποι αυτών των αντιδράσεων διαχωρίστηκαν και κατεγράφησαν στην μελέτη των Ronald Chase και M. J. Wells, όπως περιγράφεται παρακάτω.

#### **ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ (X)**

Ο χρωματισμός είναι ένα απότομο σκούρωμα στο σωματικό χρώμα που παράγεται από την διαστολή των χρωματοφόρων κυττάρων. Οι χρωματισμοί καταγράφονταν όταν πραγματοποιούνταν σε ολόκληρο σώμα ή όταν ήταν περιορισμένοι, είτε στην αριστερή ή στην δεξιά του πλευρά. Το εύρος των χρωματισμών κατά το ήμισυ του σώματος δεν είχε συστηματική σχέση με την κατεύθυνση του κινήτρου.

#### **ΑΝΑΠΝΟΗ (A)**

Η αναπνοή καθορίζεται σαν μία συνεχής αύξηση στον ρυθμό αερισμού, στον όγκο αερισμού ή και στα δύο. Η αλλαγή αυτή διαρκούσε από 5 ή έως 50 δευτερόλεπτα.

#### **ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΚΑΜΙΩΝ (K)**

Αυτή φαινόταν να χωρίζεται σε δύο τύπους, οι οποίοι ήταν γενικότερα διακριτοί, αλλά δεν διαχωρίστηκαν στην ανάλυση. Ορισμένες κινήσεις των πλοκαμιών θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως “κυματισμός”. Αυτές αποτελούνταν από αργές περιστροφικές κινήσεις. Άλλες κινήσεις των πλοκαμιών ήταν περισσότερο

κατευθυνόμενες. Αυτές ήταν οι εκτάσεις των πλοκαμιών, οι οποίες συχνά προηγούνταν μίας μετακίνησης στην ίδια κατεύθυνση με αυτή της επέκτασης του πλοκαμιού. Και οι δύο αυτοί τύποι είχαν τυπικά μία ξαφνική εκκίνηση και είχαν προσανατολισμό αρχικά αντίθετα στο ρεύμα.

### ΦΥΣΗΜΑ (Φ)

Το φύσημα αποτελείται από μία ευδιάκριτη αύξηση στην δύναμη εκροής του νερού μέσω του σίφωνα. Τυπικά συνοδεύεται από ένα σήκωμα του κεφαλιού και μία επανακατεύθυνση της αποβολής του σίφωνα. Η διάρκεια ήταν από 5-30 δευτερόλεπτα.

### ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ (Μ)

Αυτή μπορεί να καθοριστεί σαν μία σωματική μετακίνηση, η οποία συνοδεύεται από πλήρη απώλεια επαφής με την επιφάνεια του σωλήνα είτε διαδοχικά για κάθε ένα μέρος του σώματος (σύρσιμο, σκαρφάλωμα έρποντας), είτε ταυτόχρονα για όλα τα μέλη του σώματος (κολύμβηση, μέσω της προώθησης υδάτινων πιδάκων).

Ορισμένες από τις αντιδράσεις πραγματοποιούνταν είτε ταυτόχρονα ή σε μία στερεοτυπική διαδικασία. Για παράδειγμα, η μετακίνηση προηγείται σαν πράξη της αναπνοής και της μετακίνησης των πλοκαμιών ενώ ακολουθείται από το φύσημα. Από αυτήν την άποψη, οι κατηγορίες αντίδρασης δημιουργούν ένα είδος ιεραρχίας, με μία "υψηλότερη" ή με μία περισσότερο πολύπλοκη αντίδραση, που σταθερά συνοδεύεται από μία άλλη υποδεέστερη συμπεριφορά. Το πρότυπο που υιοθετήθηκε, ήταν ότι σε κάθε δοκιμασία καταγραφόταν μία μόνο αντίδραση, η οποία ήταν υψηλότερη στην ιεραρχία αντίδρασης, όπως καθορίστηκε και δείχθηκε στον Πίνακα 1.

Καταγεγραμμένες αντιδράσεις	Εξαρτημένες συμπεριφορές				
	X	E	K	Φ	M
X	.	.	.	.	.
E	(+)	.	.	.	.
K	(+)	+	.	.	.
Φ	(+)	+	+	.	.
M	(+)	+	+	+	.

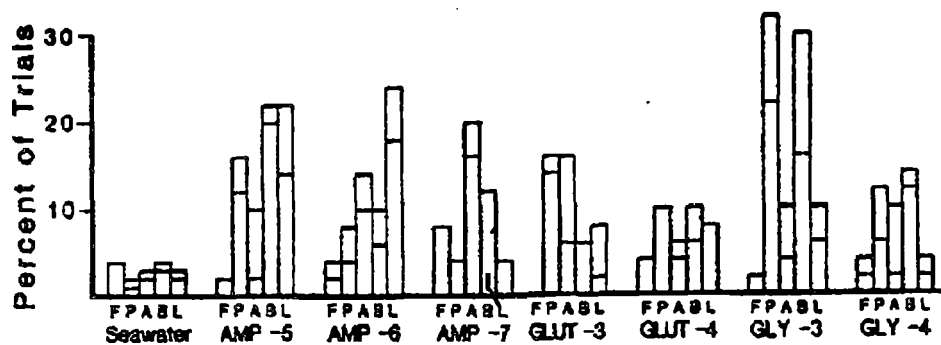
Πιν. 5.1 Ιεραρχικές σχέσεις ανάμεσα στις παρατηρηθείσες συμπεριφορές. Ορισμένες αντιδράσεις που σημειώνονταν πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα με άλλες συμπεριφορές οι οποίες σημειώνονταν ως αντιδράσεις μόνο όταν πραγματοποιούνταν κατά την απουσία της κυρίαρχης συμπεριφοράς. Συντμήσεις:

X χρωματισμός, E εύπνοια, K κινήσεις πλοκαμιών, Φ φύσημα, M μετακίνηση. Το + συμβολίζει μία υποχρεωτική συσχέτιση, το (+) συμβολίζει μία μεταβλητή συσχέτιση.

Σημειωτέες αντιδράσεις εξαρτημένες συμπεριφορές

#### 5.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ

Η συχνότητα των αντιδράσεων στα τεστ με χημικά κίνητρα ήταν πάντα υψηλότερη απ' ότι στις ελεγχόμενες υδάτινες δοκιμασίες, για όλες τις κατηγορίες αντιδράσεων με εξαίρεση τον χρωματισμό (Εικ.5.2)



Εικ. 5.2 (Χημοτακτική συμπεριφορά στο χταπόδι)

Συμπεριφοριακές αντιδράσεις σε διαλελυμένες χημικές ουσίες. Οι κατηγορίες των αντιδράσεων έχουν συντημηθεί ως εξής: Χ χρωματισμός, Ε εύπνοια, Κ κινήσεις πλοκαμιών, Φ φύσημα, Μ μετακίνηση. Οι συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών συμβολίζονται με μια σύντμηση της χημικής ένωσης, ακολουθούμενης από μια μοριακή λογαριθμική συγκέντρωση, π.χ. AMP-5, αδενοσίνη-5-μονοφοσφάση σε συγκέντρωση  $10^{(-5)}$  mol/l, GLUT γλουταμικό οξύ, GLY γλυσίνη. Τα ποσοστά βασίζονται σε ένα σύνολο 50 δοκιμασιών για όλα τα καθορισμένα διαλύματα των χημικών ουσιών και σε 100 δοκιμασίες για σύγκριση με το θαλασσινό νερό. Οι οριζόντιες γραμμές σημειώνουν τις αντιδράσεις ενός μόνου ζώου σε σχέση με αυτές άλλων ζώων.

Εκτιμώντας τα αριθμητικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν στην Εικ 5.2 είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη, τις ποικιλίες στα κίνητρα και τις διαφορές στους τύπους αντίδρασης. Η συμπεριφορά του χρωματισμού, δεν παρουσιάζοταν συχνά και δεν έδειχνε σημαντικές αντιδράσεις στα χημικά κίνητρα. Αν και οι χρωματισμοί που πραγματοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες περισσότερο κυρίαρχες συμπεριφορές, μπορεί να έχουν νόημα σαν ένα συνθετικό μίας συνολικής αντίδρασης. Ο χρωματισμός από μόνος του δεν είναι μία αυθεντική αντίδραση στις χημικές ουσίες που βρίσκονται σε διάλυση.

Με τις υπόλοιπες κατηγορίες αντίδρασης είναι χρήσιμο να γίνει εστίαση στην εύπνοια, η οποία δηλώνει μόνο την ανίχνευση του κινήτρου και στην μετακίνηση η οποία δηλώνει την έλξη (Πιν.5.2).

Πιν. 5.2 Κατανομή των ερευνητικών πλοκαμιών. Ο αριθμός των πλοκαμιών στα αριστερά και στα δεξιά διαμερίσματα καταγράφηκε άμεσα έπειτα από μια κινητήρια αντίδραση των πλοκαμιών. Εδώ φαίνονται οι αριθμοί των περιπτώσεων στις οποίες η κάθε σχετική κατανομή παρατηρήθηκε.

-Πλευρά κινήτρου σε σχέση με την πλευρά του μη κινήτρου		
-μικρότερη κατανομή (σε σχέση με την πλευρά του μη κινήτρου)	Ίση κατανομή	Μεγαλύτερη κατανομή
Χημικό κίνητρο 29	6	8
Έλεγχος κατανομών 0 στο θαλασσινό νερό	1	1

Τα στοιχεία για αυτές τις αντιδράσεις, που δείχνονται στην Εικ.2, υποδεικνύουν ότι το γλουταμικό οξύ ανιχνεύτηκε σε συγκεντρώσεις  $10^{-3}$  και στην  $10^{-4}$  mol/lit αλλά και ότι ήταν ελάχιστα ελκτικό σε αυτές τις συγκεντρώσεις. Η γλυσίνη ανιχνεύτηκε, αλλά δεν ήταν ελκτική στα  $10^{-4}$  mol/lit ενώ ήταν ελάχιστα ελκτική στα  $10^{-3}$  mol/lit. Η 5-αδενοσίνη μονοφοσφάση ανιχνεύτηκε στα  $10^{-7}$  mol/lit ενώ ήταν ισχυρά ελκτική στα  $10^{-6}$  mol/lit και  $10^{-5}$  mol/lit.

#### 5.4.5 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΗΓΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ

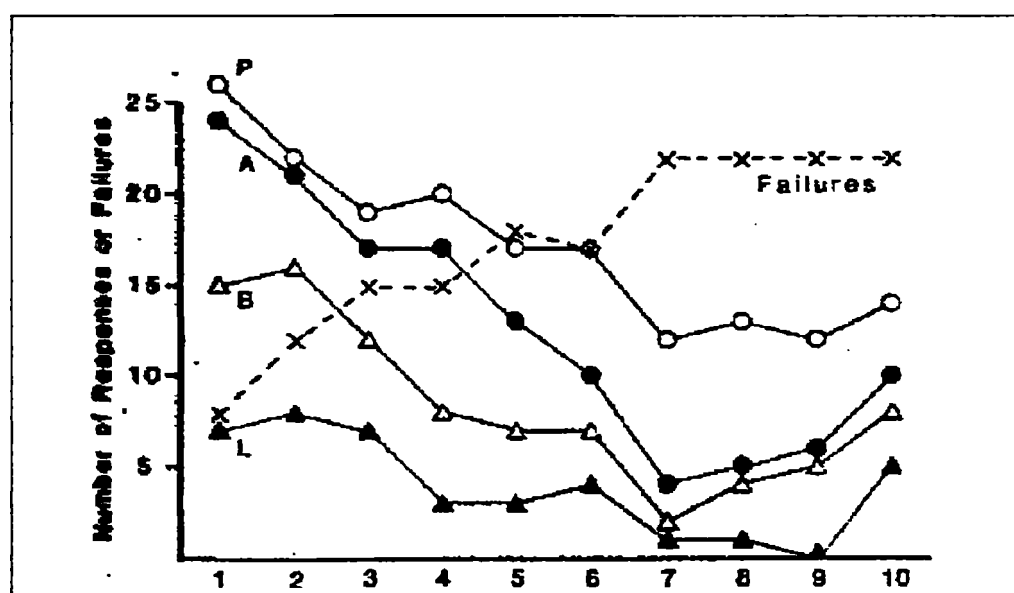
Οι λεπτομέρειες στη συμπεριφορά ενός ζώου στην πειραματική συσκευή κατά την διάρκεια του χημικού ερεθισμού, βεβαίωσαν τους ερευνητές ότι τουλάχιστον σε ορισμένες δοκιμασίες, το ζώο δεν αντιδρούσε απλώς στο κίνητρο με ένα απλό τρόπο (π.χ. διέγερση), αλλά κατεύθυνε την αντίδρασή του προς την πηγή του κινήτρου. Αυτό ήταν ιδιαίτερα εμφανές στις δοκιμασίες όπου η αντίδραση περιλάμβανε μετακίνηση επειδή στις 51 περιπτώσεις της, όλες οι μετακινήσεις πραγματοποιήθηκαν με κατεύθυνση αντίθετη στο ρεύμα. Βέβαια, όταν το ζώο ξεκινούσε την δοκιμασία στο τέλος του σωλήνα θέση 1, μπορούσε δύσκολα να μετακινηθεί μαζί με την ροή του νερού. Τα στοιχεία με αρχική θέση την 2 παρόλα αυτά είναι σαφή αφού το ζώο είχε τη δυνατότητα να επιλέξει κατεύθυνση, έτσι στις 23 περιπτώσεις η μετακίνηση ήταν προς τα πάνω. Αν και μόνο ένας μικρός αριθμός αντιδράσεων με μετακίνηση πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια των ελέγχων στο θαλασσινό νερό, είναι αξιοσημείωτο ότι μία στις τρεις αντιδράσεις ήταν προς την φορά του ρεύματος σε σχέση με την πηγή. Παρομοίως οι αυθόρμητες μετακινήσεις ανάμεσα στις δοκιμασίες ήταν εξίσου κατευθυνόμενες προς στην ίδια αλλά και στην αντίθετη φορά του ρεύματος.

Έπειτα από την μετακίνηση τους, αντίθετα στην ροή του ρεύματος φτάνοντας στο χωρίσμα στην θέση 3, τα ζώα δεν ήθελαν να μπουν στο αριστερό ή στο δεξιό μέρος της συσκευής πιθανώς λόγω του μικρού όγκου αυτών των εγκολπώσεων. Όταν όμως έμπαιναν σε αυτές τις εγκολπώσεις, έμπαιναν με την υψηλή συγκέντρωση του κινήτρου σε πέντε από τις έξι περιπτώσεις. Αυτά τα στοιχεία αποδεικνύουν ότι οι κινήσεις που ήταν αντίθετες στο ρεύμα δεν είναι απλώς ρεοτακτικές, αλλά κατευθύνονταν στην πηγή της χημικής διέγερσης.

Ακόμα και όταν τα ζώα αποτύγχαναν να μετακινήσουν τα σώματά τους μέσα στα τελικά διαμερίσματα, η μετακίνηση των πλοκαμιών αποκάλυπτε τον προσανατολισμό του ζώου προς τη χημική πηγή. Πριν από οποιαδήποτε μετακίνηση, τα πλοκάμια επεκτείνονταν στην κατεύθυνση της μετακίνησης που θα πραγματοποιούσαν. Όταν τα ζώα μετακινούνταν στην θέση 3, μπορούσαν τυπικά να σταματήσουν και να ψηλαφίσουν το τελικό διαμέρισμα, (ορισμένες φορές τις εισροές) με τα εκτεταμένα πλοκάμια τους. Μέσω της παρατήρησης σε αυτό το χρονικό σημείο της κατανομής των πλοκαμιών σε κάθε ένα μέρος του χωρίσματος, αποκτήθηκε μία εκτίμηση του προσανατολισμού του ζώου σε σχέση με τα δύο ρεύματα νερού. Παρά τον στροβιλισμό και την μίξη η οποία πραγματοποιείται μέσω των κινήσεων του ζώου στον σωλήνα, τα στοιχεία δείχνουν στον πίνακα 5.2, μία κυρίαρχη κατεύθυνση προς την ροή του νερού η οποία περιείχε το χημικό κίνητρο.

#### 5.4.6 ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ

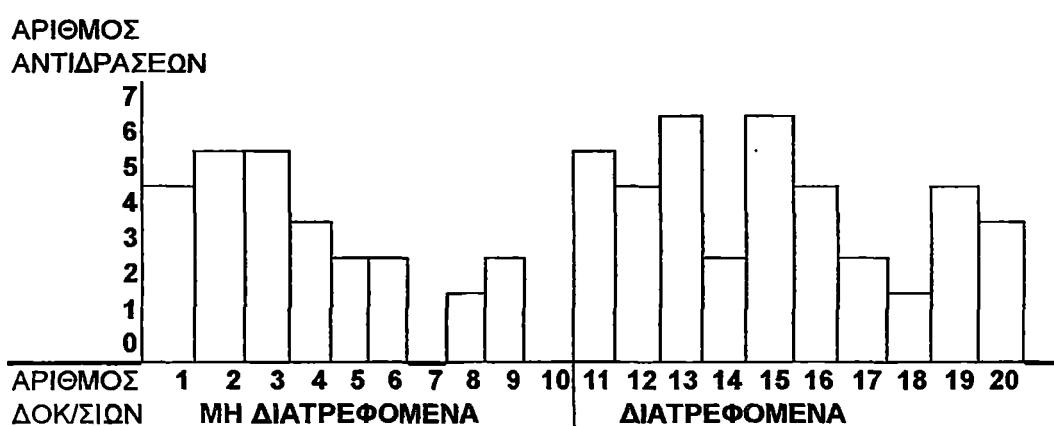
Η συχνότητα της αντίδρασης μειώθηκε από την πρώτη στην τελευταία δοκιμασία, στο σύνολο κάθε δοκιμαστικής περιόδου. Στην Εικ. 5.3



Εικ. 5.3 Αποτελέσματα των δοκιμασιών στη συχνότητα αντίδρασης. Πραγματοποιήθηκαν 35 δοκιμασίες για κάθε τοποθέτηση. Τα σημεία των πληροφοριών που είναι σημειωμένα με X και ενώνονται με μια διακεκομμένη γραμμή συμβολίζουν τον αριθμό των δοκιμασιών που δεν απέδωσαν αντίδραση. Τα σημεία των πληροφοριών που είναι συνδεδεμένα με συνεχείς γραμμές συμβολίζουν τον αριθμό των αντιδράσεων για κάθε τύπο αντίδρασης, ασχέτως εάν η αντίδραση ήταν μέρος μιας "πολυπλοκότερης" αντίδρασης. Έτσι οι πολλαπλές αντιδράσεις μπορεί να μετρηθούν σε ααλές δοκιμασίες. Οι συντημήσεις είναι όμοιες με αυτές στην Εικόνα 5.2.

η μείωση της αντίδρασης καταγράφεται σαν μία αύξηση του αριθμού των δοκιμασιών που δεν αποφέρουν “αποτυχίες”. Η Εικ. 5.3 επίσης δείχνει το σύνολο των αντιδράσεων που εκμειεύτηκαν σε κάθε θέση σε αυτή την ομάδα δοκιμασιών, ασχέτως εάν ένας δοσμένος τύπος αντίδρασης είναι υποδεέστερος σε έναν περισσότερο “σύνθετο” τύπο.

Σε έξι πειράματα η συνήθης ομάδα των δέκα δοκιμασιών ακολουθούνταν άμεσα από μία άλλη ομάδα από δέκα δοκιμασίες, οι οποίες ήταν ταυτόσημες με τις δοκιμασίες της πρώτης, με την εξαίρεση ότι ένα μικρό κομμάτι ψαριού παρουσιαζόταν στο χταπόδι (από τις εξόδους των σωλήνων) έπειτα από κάθε τερματισμό μιας δοκιμασίας. Αυτό το έπαιρνε το χταπόδι και το έτρωγε σε κάθε περίπτωση. Η Εικ. 5.4 δείχνει ότι το αποτέλεσμα της τροφικής διέγερσης ήταν να ευαισθητοποιήσει τις αντιδράσεις στα χημικά κίνητρα. Ο ρυθμός αντίδρασης άμεσα αυξήθηκε σε ένα επίπεδο ίσο με αυτό του αφελούς (μη εγκλιματισμένου) ζώου.



Εικ.5 4 Η τροφική διέγερση αλλοιώνει τις αναμενόμενες αντιδράσεις στα χημικά κίνητρα. Ένα μικρό κομμάτι ψαριού παρουσιαζόταν στο ζώο αμέσως μετά από κάθε δοκιμασία για τις δοκιμασίες 11-20, αντίθετα δεν παρουσιάστηκε στις δοκιμασίες 1-10. Όλοι οι τύποι των σημειωτών αντιδράσεων περιλαμβάνονται. Τα στοιχεία προέρχονται από τρία πειράματα στα οποία χρησιμοποιήθηκε διάλυμα γλουταμικό οξέος σε συγκέντρωση  $10^{(-3)}$  mol/lt δύο πειράματα στα οποία χρησιμοποιήθηκε διάλυμα γλυσίνης σε συγκέντρωση  $10^{(-3)}$  mol/lt και ένα πείραμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκε διάλυμα AMP σε συγκέντρωση  $10^{(-6)}$  mol/lt, σε ένα σύνολο τεσσάρων ζώων.

### 5.4.7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αρχή που βρέθηκε σε αυτά τα πειράματα είναι ότι τα χταπόδια έλκονται από χημικές ενώσεις που βρίσκονται σε διάλυση. Η πλέον σημαίνουσα απόδειξη σε αυτό ήταν οι αντιδράσεις μετακίνησης. Εκτιμήθηκε ότι τα ζώα ερμήνευσαν τα κίνητρα σαν να προέρχονταν από πηγή τροφής και ότι οι αποσπασμένες μετακινήσεις ήταν μέρος της αναζήτησης για τροφή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ζώα μετακινούνταν αντίθετα στο ρεύμα σαν μία αντίδραση στο χημικό κίνητρο, επιδεικνύοντας έτσι μία χημικά εκμειευμένη ρεοτάξη. Επιπρόσθετα αποτελέσματα δείχνουν, ότι τα ζώα ήταν ικανά να προσανατολίζονται σε οποιοδήποτε από τα δύο στρώματα νερού που περιείχε

το χημικό κίνητρο, παρά την ίση ροή ύδατος σε κάθε ένα από τα διαμερίσματα. Η συμπεριφορά για τον λόγο αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρεοτακτική.

Επειδή οι αντιδράσεις της εύπνοιας και του φυσήματος δεν έχουν συστατικό κατεύθυνσης, δεν μπορούν να θεωρηθούν μέρος μιας συγκεκριμένης έρευνας. Η εύπνοια τουλάχιστον, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα σημάδι διέγερσης. Ο Boyle (1983) έχει ήδη ποσοτικοποιήσει την αύξηση της συχνότητας αερισμού στο χταπόδι, έπειτα από την παρουσίαση σ' αυτό ενός κομματιού από καβούρι και έχει παρομοίως ερμηνεύσει το φαινόμενο σαν μία αντίδραση διέγερσης. Οι παρατηρήσεις υποδεικνύουν την παρουσία μιας παρόμοιας ιεραρχίας αντιδράσεων στο χταπόδι (Πιν. 5.1), με την εύπνοια να είναι η περισσότερο κοινή των αποσπασμένων αντιδράσεων και με την μετακίνηση ως λιγότερο κοινή (Εικ. 5.3).

Η αντίδραση του φυσήματος είναι ενδιαφέρουσα επειδή είναι κοινή και δεν σχετίζεται άμεσα ούτε στην διέγερση ούτε στην ανίχνευση. Αν και το ζώο συχνά εμφανιζόταν να προσπαθεί να απαλλάξει τον εαυτό του από μία μη επιθυμητή ουσία η οποία είχε συλληφθεί στα βράγχια του, η θετική χημική ρεοτακτικότητα η οποία συχνά προηγούταν ή ακολουθούσε το φύσημα, καθιστά ελάχιστα πιθανή την ερμηνεία ότι το φύσημα είναι μία έκφραση απέχθειας στο κίνητρο. Έτσι λοιπόν μπορούμε να υποθέσουμε ότι το φύσημα είναι μέρος μίας προσπάθειας για την καλύτερη αντίληψη του κινήτρου. Σαν συνέπεια του φυσήματος του ζώου, το κίνητρο είναι πιθανό να αναμιχθεί καλύτερα, να διαλυθεί περισσότερο και ίσως περισσότερο ευνοϊκά προς του χημικούς αισθητήρες του ζώου. Εάν αυτό ισχύει το φύσημα στα χταπόδια είναι ανάλογο με την ρινική εισπνοή στα σπονδυλωτά.

Ακόμη, τα τρία χημικά συστατικά που ελέχθησαν σ' αυτά τα πειράματα ανιχνεύθηκαν από τα χταπόδια. Το γλουταμικό οξύ ήταν ελάχιστα αποτελεσματικό ακόμα και σε συγκεντρώσεις  $10^{-3}$  ml/lit. Πρέπει να σημειωθεί, ότι για ορισμένα καρκινοειδή, το γλουταμικό οξύ είναι σχετικά αδρανές. Η γλυσίνη είναι περισσότερο αποτελεσματική από ότι το γλουταμικό οξύ, αλλά παρόλα αυτά δεν αποσπά την μετακίνηση ιδιαίτερα συχνά. Μόνο οι κοντινές πηγές τροφής θα βρίσκονταν από το χταπόδι εάν αφηνόταν η γλυσίνη σαν ένα έναυσμα για την ανίχνευση.

Σε αντίθεση με το κίνητρο από το αμινοξύ, η αδενοσίνη-5-μονοφωσφάση (AMP) βρέθηκε να είναι ένα πιθανό στοιχείο χημικής έλξης, που αποσπούσε τις αντιδράσεις μετακίνησης σε συγκεντρώσεις  $10^{-5}$  και  $10^{-6}$  mol /lit. Αυτό το στοιχείο είναι σχετικό με άλλα που πρόσφατα έχουν αναφερθεί για αρκετά ψάρια και οδήγησαν τους Carr & Thompson να δώσουν βάση στην υπόθεση ότι, οι εσωτερικοί αισθητήρες των σπονδυλωτών εξελίχθηκαν από τους εξωτερικούς χημοαισθητήρες των πρωτόγονων μονοκύτταρων και πολυκύτταρων οργανισμών. Εάν το κοιτάξουμε αυτό από μία διαφορετική άποψη, η ύπαρξη των χημοαισθητήρων οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στα νουκλεοτίδια και υπάρχουν τόσο στα ψάρια όσο και στα χταπόδια, είναι ακόμα ένα άλλο αποδεικτικό στοιχείο των παράδοξων κοινών σημείων ανάμεσα σ' αυτές τις δύο ομάδες ζώων (Packard, 1972).

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για να γίνει αποδεκτό ότι τα πλοκάμια του χταποδιού έχουν τα αισθητήρια όργανα τα οποία μεσολαβούν στις περιγραφόμενες συμπεριφορές. Ορισμένες φορές παρατηρήθηκε ότι οι αντιδράσεις ξεκινούσαν ξαφνικά, όταν η τροχιά ενός κινούμενου πλοκαμιού μεταφερόταν στην απέναντι περιοχή του σωλήνα, στην οποία ήταν πιθανό να περιέχεται η εισροή του υδάτινου ρεύματος με την σχετική συγκέντρωση του κινήτρου. Κατά δεύτερο λόγο, υπάρχουν πειστικές μορφολογικές ενδείξεις για την ύπαρξη των χημοαισθητήρων στις βεντούζες των πλοκαμιών του χταποδιού (Graziadei, 1962, 1964). Κατά τρίτο λόγο, μελέτες στη συμπεριφορά της

χημοτακτικής διάκρισης στα χταπόδια έχουν αποκαλύψει μία ευαισθητοποίηση στα χημικά συστατικά των αντικειμένων που πίνονται από τα πλοκάμια (Wells, 1963, Wells et al, 1965). Όταν αφαιρέθηκαν τα περίφημα “οσφρητικά νεύρα” στην μελέτη των Ronald Chase και M. J. Wells σε ένα ζώο, δεν προκλήθηκε καμία διαφορά σε σχέση με τις αντιδράσεις της συμπεριφοράς που περιγράφηκαν. Αυτά τα μικρά όργανα κείτονται κοντά στο άκρο του μανδύα και είναι γνωστά ότι περιέχουν μεγάλο αριθμό από αισθητήρες που έχουν την εμφάνιση των χημοαισθητήρων (Woodhams & Messenger, 1974). Βέβαια καμία χημοαισθητική λειτουργία δεν έχει προς το παρόν καθοριστεί για αυτά. Για το λόγο αυτό, εφόσον δεν υπάρχουν εμφανείς εναλλακτικές ερμηνείες, βγαίνει σαν συμπέρασμα ότι τα πλοκάμια πιθανώς μεσολαβούν στην χημική έλξη στο χταπόδι. Παρόλα αυτά, δεν αποκλείεται την πιθανή συσχέτιση και άλλων αισθητήριων δομών. Τα πλοκάμια βέβαια, είναι σημαντικά όργανα κατά την διάρκεια της ανίχνευσης για τροφή, είναι ενεργά στην ανίχνευση μέσω αφής, αλλά και μέσω χημικής ανίχνευσης του περιβάλλοντος (Wells, 1963, 1978·Wells et al., 1965).

Η αισθητική χωρητικότητα που περιγράφηκε παραπάνω, μπορεί να θεωρηθεί ως το ισοδύναμο της επέκτασης των πλοκαμιών για την χρήση της περιβαλλοντικής εξερεύνησης. Είναι ανάλογο με την χημοαισθητικότητα των δακτύλων των βαδιστικών ποδιών στα καρκινοειδή (Ache, 1982).

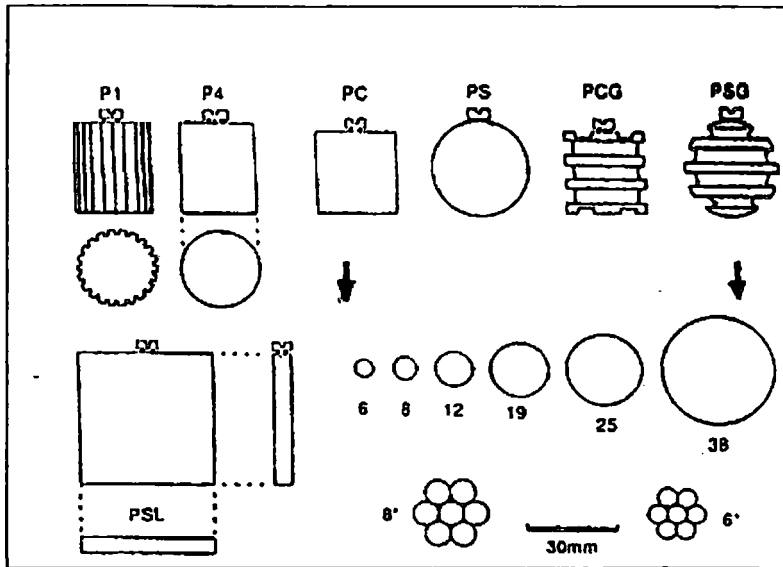
## **5.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΦΗΣ**

Οι Wells & Wells (1957) τροποποίησαν το βασικό παράδειγμα οπτικής μάθησης των αρχικών πειραμάτων μέσω της παρουσίας πλαστικών κυλίνδρων με χαραγμένα σχέδια στο εσωτερικό τους στα πλοκάμια τυφλωμένων χταποδιών. Τα ζώα μπορούσαν εύκολα να επεξεργαστούν την υφή, μαθαίνοντας να διαχωρίζουν ένα λείο κύλινδρο από ένα μη λείο. Αλλά, τα χταπόδια αντιμετώπιζαν μεγάλες δυσκολίες στο διαχωρισμό των υφών, καθώς ποτέ δεν κατάφεραν να ξεχωρίσουν την διαφορά ανάμεσα σε μια επιφάνεια η οποία ήταν οριζόντια και μια επιφάνεια η οποία ήταν κάθετα χαραγμένη. Ίσως τα ζώα να χρησιμοποιούσαν την αφή εμπειρεύοντας την διέγερση των μηχανικών αισθητήρων και όχι την ενεργή αφή, η οποία επίσης απαιτεί παρακολούθηση της θέσης των μερών του σώματος. Η διάκριση ανάμεσα στην παθητική αφή και στην ενεργητική έχει μόνο σχετικά πρόσφατα ξεκαθαριστεί στον άνθρωπο (Lederman, Browse, Klatzky, 1988) και είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι στην δεύτερη χρησιμοποιούνται σύνθετες και πολλαπλές πηγές αισθητικών πληροφοριών. Αυτή στηρίζεται σε πληροφορίες γύρω από τη θέση της εξερευνούμενης επιφάνειας και καταγράφονται από τους ενδονευρώνες πληροφορίες σχετικά με την αφή ή μεταφέρονταν στον εγκέφαλο του χταποδιού όταν το πλοκάμι ερχόταν σε επαφή με ένα αντικείμενο (Rowell, 1966).

Ο Wells (1978) υπέθεσε ότι τα χταπόδια μπορούσαν να διακρίνουν μέσω της αφής, αποκλειστικά σύμφωνα με την θεωρία της παραμόρφωσης της επιφάνειας των ευέλικτων βεντουζών τους. Τα χταπόδια δεν μπορούσαν να διακρίνουν κυλίνδρους με βάση το βάρος τους (Wells, 1961), πράγμα το οποίο θα απαιτούσε ενεργή αφή αλλά μπορούσαν να διακρίνουν κυλίνδρους διαφορετικών διαμέτρων, ίσως λόγω της ποσότητας της γωνιακής παραμόρφωσης (Wells, 1964α). Μπορούσαν επίσης να διακρίνουν ένα κύβο από μια σφαίρα του ίδιου όγκου, αλλά αυτή η διάκριση δεν



μπορούσε να μεταφερθεί σε έναν κύβο με στρογγυλεμένες γωνίες, υποδεικνύοντας ότι η ξαφνική αλλαγή στη γωνία σήμαινε για τα χταπόδια ότι το σχήμα αυτό ήταν ένας κύβος (εικ. 5.5)



Εικ. 5.5 Ορισμένοι από τους κυλίνδρους που χρησιμοποιήθηκαν στη διάκριση αντικειμένων μέσω της αφής από άτομα του *O. vulgaris*. Από Wells (1964α)

Σ ένα ενδιαφέρον πείραμα που πραγματοποιήθηκε φάνηκε ότι τα χταπόδια ίσως να έχουν κάποια πρωτόγονη ικανότητα να εκτιμούν την ποσότητα. Ήταν ικανά να διακρίνουν κυλίνδρους με βάση τον αριθμό των ραβδώσεων που ήταν χαραγμένες μέσα σ' αυτούς, φτάνοντας την διακριτική τους ικανότητα σε τρεις διακρίσεις. Αν και δεν μπορούσαν να φτάσουν την διακριτική τους ικανότητα στο σημείο να διαχωρίζουν τέσσερις ραβδώσεις από επτά, τα ζώα έδειξαν κάποιες ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες γενικεύσεις. Ο Sanders (1975) περιέγραψε αυτό σαν ένα “κίνητρο γενίκευσης”, αλλά τι είναι αυτό που γενικεύεται και κατά ποιόν τρόπο; Ίσως να εκτιμούν την ποσότητα της παραμόρφωσης αλλά, εάν διακρίνουν μόνο απότομες γωνίες, το παράδειγμα θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο στον έλεγχο της ικανότητας τους να εκτιμούν ποσότητα (Wells & Young, 1970) ή σαν μια περιορισμένη ικανότητα να μετρούν.

Το σύστημα αφής των χταποδιών μπορεί να έχει περιορισμένη χωρητικότητα για κεντρική επεξεργασία των πληροφοριών ή μπορεί να μην περνούν αρκετές πληροφορίες αφής στον εγκέφαλο λόγω του ότι τα πλοκάμια το επεξεργάζονται τοπικά και στέλνουν ελάχιστα στον εγκέφαλο.

## 5.6 ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ

### 5.6.1 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΩΣ “ΓΛΩΣΣΑ”

Η γνώση για την γνωστική ικανότητα των ζώων, έχει επεκταθεί δραματικά με τις συνεχώς αυξανόμενες κατανοήσεις της πολυπλοκότητας και της λεπτότητας της επικοινωνίας μεταξύ των ζώων (Cheney & Seyfarth, 1990).

Ένα μεγάλο μέρος του κινητήριου συστήματος ελέγχου των χταποδιών έχει σχέση με τον έλεγχο του χρώματος του δέρματος. Υπάρχει άμεση νευρική σύνδεση από τον εγκέφαλο στους μυς, οι οποίοι επεκτείνουν ελαστικούς χρωματοφόρους σάκους, γεμάτους με χρωστική ουσία στην επιφάνεια του δέρματος, δημιουργώντας αλλαγές στο κόκκινο, κίτρινο και μαύρο συστατικό σε χλυστά του δευτερολέπτου (Packard, 1988β). Σε αντίθεση, τα στρώματα των λευκοφόρων και των πράσινων ηριδοφόρων, ανακλούν βαθύτερα στο δέρμα το φως όταν τα χρωματοφόρα συστέλλονται και οι μυς στο δέρμα αυξάνουν τις θηλές όταν χρειάζεται. Τρία πρόσθετα συστατικά των πρότυπων, η υφή του δέρματος και των πλοκαμιών καθώς και η θέση του σώματος, βοηθούν στο να γενικεύσουν μια αξιοσημείωτη ευελιξία εμφάνισης. Αν και τα χταπόδια έχουν αχρωματοψία (Κεφάλαιο 2), πολλά μπορούν να ταιριάζουν την εξωτερική τους εμφάνιση με τον περιβάλλοντα χώρο τους σχεδόν τέλεια. Ορισμένα πλήρη σχέδια δεν χρησιμοποιούνται ως χρωματισμός απόκρυψης, όπως είναι το σχέδιο με το χλωμό δέρμα, την απλωμένη επιφάνεια σώματος και τον ιστό ανάμεσα στα πλοκάμια με σκορρότερες εξωτερικές γωνίες και εκκεντρικές "κηλίδες στα μάτια" που προσανατολίζονται προς το άτομο που πρέπει να τα αντιληφθεί (Moynihan, 1975). Άλλα πλήρη σχέδια όπως το ταιρίασμα με το υπόβαθρο (Hanlon, 1988), εμφανίζονται σχεδόν απείρως μεταβλητά. Ο Packard (1988α) έδειξε ότι η ιδιαίτερα ασυνήθιστη κατανομή των πηγών των εμφανίσεων του δέρματος, υποδεικνύει σημαντική επιλογή από την θήρευση.

Ο Moynihan (1985) θεώρησε ότι, όπως σε ένα σύστημα επικοινωνίας, έτσι και η παραγωγή σχεδίων περιλαμβάνει αρκετά από τα χαρακτηριστικά σχέδια που έχουν οριστεί από τον Hockett (1960) ως γλώσσα. Έχουν εκπομπή, μετάδοση και άμεση σύλληψη (καθώς τα σήματα μπορεί να είναι είτε γενικά ή προς μια μόνο πλευρά), μπορούν να συνεχιστούν για μια μακρά χρονική περίοδο ή να εξασθενίσουν γρήγορα. Μπορεί να έχουν διπλή ερμηνεία, με την έννοια ότι τα συστατικά αυτά καθ' αυτά μπορεί να μην έχουν νόημα, αλλά ο συνδυασμός τους να έχει ένα νόημα.

Ακόμη, πήρε ως δεδομένο ότι τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για μια γλώσσα μπορεί να παραχθεί από αυτό το σύστημα. Οι Moynihan & Rodaniche (1982) υπέθεσαν ότι μια τέτοια γλώσσα είχε τρεις κλάσεις συστατικών. Η πρώτη από αυτές ήταν οι Σηματοδότες, οι οποίοι παρομοιάζονταν με τα ουσιαστικά και τα ρήματα της ανθρώπινης γλώσσας. Η δεύτερη ήταν οι Τροποποιητές, οι οποίοι εμφανίζονταν μόνο σε ορισμένες μικρές περιοχές της επιφάνειας του σώματος και μπορούσαν να συγκριθούν με τα επίθετα και τα επιρρήματα. Η τρίτη κλάση ήταν οι Καθοριστές θέσης και περιλάμβαναν τις θέσεις και τις κινήσεις οι οποίες καλύτερα υπηρετούσαν την επικοινωνία.

Η ιδέα ότι τα χταπόδια έχουν μια οπτική γλώσσα που βρίσκεται πάνω στην σωματική τους επιφάνεια είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και εάν αποδειχθεί, θα αυξήσει σημαντικά την κατανόηση του τι αποτελεί μια γλώσσα και θα επεκτείνει τις γνώσεις σχετικά με την διανοητική ικανότητα των κεφαλόποδων. Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στα χταπόδια καθιστούν σαφές ότι συνδυασμοί των οπτικών υποδειγμάτων μπορούν να επεξεργαστούν. Παρόλα αυτά αυτό που υποδεικνύεται καθιστά ένα εκλεπτυσμένο σύστημα επικοινωνίας. Ενώ οι Moynihan & Rodaniche (1982) παρουσίασαν ένα εύρος σχεδίων, δεν εξερεύνησαν το πλήρες εύρος τους ή τις καταστάσεις από τις οποίες παράγεται. Η λεπτομερής περιγραφή των συστατικών από τον Hanlon & Messenger (1988) για τη σουπιά, από τους Packard & Sanders (1971) για το *Octopus vulgaris* και από τον Hanlon (1982) για το *Loligo plei* έδειξε ότι ένα εκτεταμένο εύρος δερμικών σχημάτων μπορεί να είναι κοινό στα κολοειδή. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες από τις παρατηρήσεις πάνω στη δημιουργία δερμικών σχεδίων

έχουν μείνει ανέκδοτες. Μια τέτοια μελέτη έκαναν, οι Mather & Mather (1994), σε μια προκαταρκτική περιγραφή τέτοιων σχεδίων στο *Octopus vulgaris*. Αναπτυξιακές αλλαγές στο εύρος είναι επίσης σχεδόν ανεξερεύνητες αν και οι Packard & Sanders (1971) βρήκαν ότι το φανταχτερό γυρισμένο πλοκάμι των νεαρών χταποδιών αντικαταστίθενται στα μεγαλύτερα ζώα από ένα χαρακτηριστικό σχέδιο με τον ανοικτό ιστό.

Όλες αυτές οι παραλήψεις δημιουργούν προβλήματα σε οποιοδήποτε περιγραφή των δερμικών χρωμάτων και σχεδίων σαν ένα σύστημα επικοινωνίας. Εφόσον τα χταπόδια έχουν εκτεταμένο τοπικό έλεγχο της κινητήριας εξόδου (π.χ. στα πλοκάμια) η επικοινωνία μπορεί να είναι το αποτέλεσμα τοπικών αντιδράσεων και όχι αποτέλεσμα του κεντρικού ελέγχου από τον εγκέφαλο. Οι Yoerg & Kamil (1991) υπενθυμίζουν ότι η πολυπλοκότητα και η αισθητικότητα των αντιδράσεων της συμπεριφοράς δεν υποδεικνύουν απαραίτητα, ηθελημένο ή πνευματικό απολογισμό από το ζώο που το πραγματοποιεί. Πρέπει να γίνουν γνωστό το πώς η πληροφορία “λαμβάνεται, τροποποιείται, ανακαλείται και χρησιμοποιείται” (Neisser, 1976) πριν γίνουν υποθέσεις σχετικά με την γνωστική ικανότητα. Οι επικοινωνίες στα χταπόδια είναι ένας πολλά υποσχόμενος τομέας για μια τέτοια ερευνά με πειράματα είτε στο πεδίο είτε στο εργαστήριο. Καθώς καμιά μελέτη δεν έχει πραγματοποιηθεί έως τώρα πάνω στα κολοειδή, η επικοινωνία τους μέσω ενός τρόπου γλώσσας και η χρήση των δερματικών σχημάτων παραμένει μια ενδιαφέρουσα και ανεξερεύνητη πιθανότητα.

## 5.7 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

---

Μια πλήρης εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο τα κεφαλόποδα επεξεργάζονται και αποθηκεύουν μη οπτικές πληροφορίες (“κανόνες χρήσης” με την έννοια του Neisser, 1976) σαφώς πρέπει να πραγματοποιηθεί. Για παράδειγμα, ο Bogdany (1978) βρήκε ότι υπάρχει μια στενή σχέση ανάμεσα στον χρόνο, στο χρώμα και στην αίσθηση της όσφρησης για τις μέλισσες που μαθαίνουν σχετικά με τα λουλούδια. Παρομοίως, οι χημοτακτικές σχέσεις μπορούν να καθοδηγήσουν τα χταπόδια στη μάθηση. Δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες σχετικά με την ενδοαισθητική μεταφορά των αποτελεσμάτων ή συνδυασμού συνθημάτων σε περισσότερες από μια μορφές μάθησης στα χταπόδια, αφού τα ζώα που χρησιμοποιήθηκαν για μελέτες στη μαθησιακή ικανότητα της αφής, ήταν τυφλά. Κίνητρα, σχετικά με τα φυσικά προβλήματα για τα χταπόδια, όπως είναι το μέγεθος και το σχήμα ενός καταφυγίου ή η τοποθεσία του (Longo & Bitterman, 1970), μπορεί επίσης να εκμαιεύουν την μάθηση καλύτερα.

## 6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΟΤΟΠΟΥ

#### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Ένα θεμελιώδες πρόβλημα για τα περισσότερα ζώα είναι να βρουν την άριστη τοποθεσία ή τοποθεσίες στις οποίες να ζήσουν και να αναπαραχθούν. Κάθε άτομο έχει μια χαρακτηριστική σειρά προσαρμογών που είναι το προϊόν παρελθούσας επιλογής. Για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά αυτές οι προσαρμογές είναι επωφελές για τα άτομα να εντοπίζουν ένα περιβάλλον στο οποίο να είναι καλά προσαρμοσμένα. Σ' αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν διάφορες όψεις του προβλήματος της επιλογής κατοικίας και ένας αριθμός στενά συνδεδεμένων ερωτημάτων.

#### 6.2 ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

---

Πολλά νεαρά ζώα αφήνουν παθητικά την περιοχή που γεννήθηκαν. Τα χταπόδια πραγματοποιούν την αναχώρηση αυτή με την παθητική κίνηση στα θαλάσσια ρεύματα έπειτα από την εκκόλαψη τους.

Η προσαρμογή του παθητικά φερόμενου ή περιπλανώμενου νεαρού ατόμου είναι επηρεασμένη απ' την επιλογή της τοποθεσίας όπου θα ζήσει. Τα περιβάλλοντα συνήθως δεν είναι ομοιόμορφα αλλά αποτελούνται από πολλά ανόμοια χαρακτηριστικά τα οποία ποικίλλουν στα διαθέσιμα αγαθά τροφής, στον αριθμό καταφυγίων, στην ύπαρξη θηρευτών και σε άλλους παράγοντες. Τα διασκορπισμένα νεαρά ζώα αντιμετωπίζουν συνεχώς το δίλημμα να σταματήσουν το ψάξιμο και να εγκατασταθούν σε μια ιδιαίτερη θέση ακόμα κι αν μπορεί να υπάρχει μια καλύτερη κάπου αλλού, ή να συνεχίσουν το ψάξιμο για την καλύτερη δυνατή τοποθεσία. Σε κάποια στιγμή το κόστος της ανίχνευσης (χαμένος χρόνος, δαπανηθείσα ενέργεια και ο αυξημένος κίνδυνος από θηρευτές) υπερβαίνει κάθε δυνατό όφελος από τον εντοπισμό μιας ιδανικής θέσης. Αυτό υποδηλώνει ότι τα ζώα προτιμούν να εγκατασταθούν σε ένα τόπο που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να μεγιστοποιήσουν την προσαρμοστική τους ικανότητα, και ότι τα ζώα που είναι ευαίσθητα στο κόστος εντοπισμού μιας πρώτης θέσης, πρέπει κάποια στιγμή να κατασταλάζουν σε μια καλή δεύτερη ή τρίτη θέση.

#### 6.3 ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Ή ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ

---

Σύντομη παρατήρηση της κατανομής των ζώων δείχνει ότι τα είδη είναι συνδεδεμένα συγκεκριμένες περιοχές διαβίωσης. Το ερώτημα είναι: Με ποία βάση έχουν γίνει τέτοιες περιορισμένες επιλογές. Ένα άτομο, μπορεί να έχει μια έμφυτη προτίμηση για ορισμένα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά.

Περίληπτικά, διαφορετικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την αναπαραγωγική επιτυχία των διαφόρων ειδών. Ζώα που διαλέγουν μια τοποθεσία στην οποία θα ζήσουν και θα αναπαραχθούν είναι συχνά ευαίσθητα σε ερεθίσματα που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο συνδέονται με την ποιότητα της τοποθεσίας. Άτομα που κάνουν καλές επιλογές ανταμείβονται αναπαραγωγικά.

## 6.4 ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ *O. vulgaris*



Φωτ. του *O. vulgaris* έξω από το θολάμι.

Η επιλογή κατοικίας και η τροποποίηση της, αποτελεί ένα σημαντικό τομέα περιβαλλοντικού χειρισμού στα χταπόδια. Ο χειρισμός αυτός περιλαμβάνει την αποφυγή θηρευτών, την επιλογή και τροποποίηση των προφυλασσόμενων "σπιτιών" (θολάμια) στο υπόστρωμα. Σύμφωνα με τον ορισμό του Markl (1985), γνωστικισμός είναι "η ικανότητα συσχετισμού διαφορετικών μη συνδεδεμένων μεταξύ τους πληροφοριών σε νέους τρόπους και στην εφαρμογή των αποτελεσμάτων αυτών σε ένα προσαρμοσμένο τρόπο", αυτό επιδεικνύει χρήση νοημοσύνης στα χταπόδια. Γιατί θα έπρεπε η επιλογή και η κατασκευή του σπιτιού να είναι σημαντική για τα χταπόδια; Η κατάληψη των προφυλασσόμενων μέρων σαν σπίτια εμφανίζεται ζωτική επειδή τα χταπόδια είναι ευάλωτα σε ένα μεγάλο εύρος θηρευτών, ιδιαίτερα στα ψάρια (Aronson, 1991) και στα θηλαστικά. Νεαρά άτομα του *O. vulgaris* περνούν μόνο το 12% της ημέρας έξω από κάποια φωλιά ή κοιλότητα (Mather, 1988). Ίσως για αυτό το λόγο να θεωρούνται σαν ανιχνευτές τροφής περιορισμένου χρόνου (Herbers, 1981), αφού τον περισσότερο χρόνο καλύπτονται για προστασία παρά για την μεγιστοποίηση της σύλληψης τροφής μέσω της μεγάλης διάρκειας κυνηγιού (Mather & O' Dor, 1991).

Πολλά είδη χταποδιών είναι περιορισμένα στην κατανομή τους λόγω της διαθεσιμότητας των κατασκευών που χρησιμοποιούνται για προστασία. Το *Octopus joubini* στις αμμώδεις βενθικές περιοχές της βόρειας Φλόριδας είναι περιορισμένο σε περιοχές που έχουν κελύφη από μαλάκια τα οποία χρησιμοποιεί σαν σπίτια (Mather, 1982α). Το *Octopus briareus* στην Καραϊβική είναι ασυνήθιστα άφθονο σε αλμυρές λιμνοθάλασσες που περιέχουν πολλά καταφύγια και ελάχιστους θηρευτές (Aronson, 1986) ενώ το *Octopus dofleini* σε μια βραχώδη περιοχή με ελάχιστα καταφύγια είναι λιγότερο άφθονο και πιθανότερο να εμφανίζει φθορά στα πλοκάμια, γεγονός το οποίο είναι πιθανότατα αποτέλεσμα της θήρευσης (Hartwick et. al., 1988). Ο Iribarne (1990) πρότεινε επιπλέον ότι η διαθεσιμότητα κατάλληλου μεγέθους κελυφών για σπίτι μπορεί να έχει περιορίσει την γονιμότητα στο *Octopus tehuelchus*. Έτσι το καταφύγιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα χταπόδια.

Τα χταπόδια δείχνουν προτίμηση στην επιλογή ή στην κατασκευή καταφυγίου, αλλά η συμπεριφορά που περιλαμβάνεται στην αξιολόγηση των καταφυγίων για διαμονή δεν έχει ερευνηθεί όπως έχει γίνει για άλλα είδη που χρησιμοποιούν καταφύγιο. Ο Ambrose (1982) παρατήρησε ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό των πιθανών σπιτιών γύρω από το Bird Rock (Κεντρική Αμερική) ήταν συνεχώς κατειλημμένα. Τόσο το *O. dofleini* στο πεδίο (Hartwick, Breen & Tuuiock, 1978) όσο και το *O. joubini* στο εργαστήριο (Mather, 1982β) επέλεγον σπίτια με όγκο που να ταιριάζει ίσα-ίσα στο μέγεθος τους. Αλλά το *O. joubini* επέλεγε προφυλασσόμενα σπίτια με μικρότερα ανοίγματα και σπίτια τα οποία δεν επέτρεπαν την διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό.

Ωστόσο, η προτίμηση είναι μόνο ένα μέρος της διαδικασίας. Η Mather (1982β) βρήκε ότι το *O. joubini* επέλεγε κελύφη γαστερόποδων από τα κελύφη των δίθυρων στα εργαστηριακά τεστ. Αλλά, άτομα του είδους βρέθηκαν κυρίως σε κελύφη από δίθυρα στο πεδίο, λόγω του ότι τα κελύφη των γαστερόποδων ήταν κατοικημένα από ψαριά ιδίου μεγέθους, τα οποία τα χταπόδια ήταν ανήμπορα να εκτοπίσουν.

Τα χταπόδια όχι μόνο επέλεξαν κατάλληλο καταφύγιο, αλλά επίσης επέλεξαν μη κατάλληλες περιοχές τις οποίες τροποποιούσαν. Όταν δόθηκε ένα κέλυφος γαστερόποδου γεμάτο από άμμο σ' ένα *O. joubini* αυτό το καθάρισε σπρώχνοντας και εξωθώντας την άμμο που ήταν μέσα στο κέλυφος, προτού το κατοικήσει (Mather, 1982β). Επίσης τα χταπόδια φέρνουν πέτρες και τις τοποθετούν μπροστά από το άνοιγμα της φωλιάς. Μια τέτοια τροποποίηση έχει προσαρμοστική αξία, καθώς ένα χταπόδι μπορεί να γλιστρήσει μέσα από ένα μικρό άνοιγμα, το οποίο είναι κλειστό για τους θηρευτές του ή για τους συναγωνιστές που έχουν παρόμοιο μέγεθος με αυτό. Ζώα πολλών ειδών συλλέγουν πέτρες, για διάφορους σκοπούς. Ορισμένα είδη πουλιών συλλέγουν έως και αρκετές εκατοντάδες πέτρες για να δημιουργήσουν μια βάση πάνω στην οποία να χτίσουν τις φωλιές τους. Οι ενυδρίδες χρησιμοποιούν πέτρες σαν βάση πάνω στην οποία σπάνε μύδια (Hall & Schaller, 1964).

Πολλές περιπτώσεις επιδέξιου χειρισμού μιας πέτρας περιγράφονται σαν χρήση εργαλείου. Σκοπός πολλών μελετών ήταν να καθοριστεί εάν η μεταφορά πετρών για την τροποποίηση των σπιτιών από τα χταπόδια μπορεί να θεωρηθεί ότι εμπίπτει σε αυτή την κατηγορία. Ο ορισμός του Beck (1980) για την χρήση του εργαλείου δίνεται ως "ο χειρισμός ενός αντικειμένου ελεύθερου από οποιοδήποτε σταθερή σύνδεση, εκτός από το σώμα του χρήστη, το οποίο έχει κρατηθεί ή έχει μεταφερθεί, πριν από τον επιδέξιο χειρισμό, έτσι ώστε ο χρήστης να καθορίσει κατάλληλο προσανατολισμό ανάμεσα σε αυτό και το κίνητρο για να μεταβάλλει το σχήμα, τη θέση ή την κατάσταση του χρήστη, ή του αντικειμένου ή του οργανισμού". Η επιλογή του σπιτιού καθώς και η τροποποίηση του θα μπορούσε να προέλθει από διαφορετικές χρήσεις της γνωστικής ικανότητας. Ο Beck (1980:210) έχει δείξει ότι η χρήση των εργαλείων δεν απαιτεί γνωστική ικανότητα πολύπλοκης φύσης. Η τροποποίηση ενός επιθυμητού μικροπεριβάλλοντος θα μπορούσε να είναι το αποτέλεσμα απλών αντανεκλαστικών δράσεων, όπως ο Franks et. al. (1992) έδειξε για τα μυρμήγκια του είδους *Leptothorax*. Ο Bierens de Haan (1926) πρότεινε ότι τα χταπόδια επιλέγουν καταφύγιο μόνο θιγμοτακτικά (τάση για επαφή), επιζητώντας απλώς την επαφή και την κράτηση αντικειμένων, ακόμη και αν αυτά ήταν κομμάτια από διαφανές γυαλί. Εάν αυτός ο ισχυρισμός είναι αληθής, ένα χταπόδι θα επέλεγε ένα σπίτι με βάση ένα μόνο κίνητρο ή με βάση ακόμη απλούστερα χαρακτηριστικά, όπως είναι η σκοτεινότητα ή η υφή του και δεν θα το τροποποιούσε έπειτα από την κατοίκηση του. Ωστόσο, η κατασκευή μιας δομής όμοιας με αυτής της φωλιάς ενός πουλιού είναι πιθανότερο να είναι η εσωτερική εικόνα ενός θολαμιού. Οι Haussknecht & Kuenzer (1990) διαφώνησαν με την άποψη ότι το θάψιμο των κοχυλιών από ψάρια της οικογένειας των κιχλίδων και η μετέπειτα χρήση τους ως σπίτι μπορεί να θεωρηθεί ως χρήση εργαλείου. Αντίθετα υποστήριζαν ότι είναι μάλλον μια αλυσίδα από προκαθορισμένα πρότυπα δράσεων, καθένα από τα οποία είναι μια αντίδραση σε ένα συγκεκριμένο κίνητρο, με αποτέλεσμα η κάθε δράση να διεγείρει την επόμενη της. Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια να καθοριστεί εάν η διαμονή του χταποδιού σε ένα προφυλασσόμενο "σπίτι", θυμίζει περισσότερο μια αλυσίδα ανακλαστικών δράσεων σε απλά κίνητρα η μία αντίδραση σε ένα γενικό εσωτερικό σχέδιο.

Εάν η επιλογή ενός προφυλασσόμενου σπιτιού βασίζεται σε εκτίμηση του καταφυγίου και των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος διαμονής, τα προτιμητέα

σπίτια θα έπρεπε να κατοικούνται για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Τα χταπόδια δεν μένουν στα σπίτια τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Προηγούμενες μελέτες Mather & O' Dor (1991) παρουσιάζουν βραχυπρόθεσμη διαμονή και μη προβλέψιμη αναχώρηση. Όταν το *O. bimaculatus* (Ambrose, 1982) και το *O. dofleini* (Hartwick, Ambrose & Robinson, 1984) παρατηρούνταν κάθε 15 μέρες, δεν καταγράφηκαν εμφανή σχέδια της αναχώρησης στο πρώτο είδος και καμία διαφορά από την τυχαία επιλογή στο δεύτερο είδος. Παρόλα αυτά, αυτές οι παρατηρήσεις δεν ήταν συχνές και τα χαρακτηριστικά του καταφυγίου δεν ελήφθησαν υπόψη. Μία λεπτομερέστερη ανάλυση θα μπορούσε να αποκαλύψει σχέδια της αναχώρησης βασιζόμενη στα χαρακτηριστικά του σπιτιού.

Νεαρά άτομα του *O. vulgaris* στην Βερμούδα ήταν αντικείμενα τέτοιων παρατηρήσεων. Τα σπίτια τους δεν ήταν τόσο τροποποιημένα, όσο αυτά των ενηλίκων ούτε έμεναν σε αυτά για μεγάλες χρονικές περιόδους. Έμεναν σε ένα περιβάλλον το οποίο είχε πολλές τοποθεσίες, φανερώς κατάλληλες για διαμονή, έτσι υπήρχαν αρκετές επιλογές για μια επαρκή περιγραφή, του τι επιλεγόταν ή κατασκευαζόταν. Στη συνέχεια περιγράφονται οι συμπεριφορές που περιλαμβάνονται στην επιλογή των σπιτιών από τα χταπόδια απαντώντας σε τέσσερις ερωτήσεις:

1°) Τα χταπόδια επιλέγουν ένα κατάλληλο μικροπεριβάλλον ή τροποποιούν ένα επιλεγμένο μέρος;

2°) Υπάρχει μια σταθερότητα στο μέρος και στα χαρακτηριστικά του σπιτιού ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές και πληθυσμούς;

3°) Ορισμένα χαρακτηριστικά μπορεί να συνδέονται με τη διάρκεια διαμονής π.χ ξέρει ένα χταπόδι ένα "καλό" σπίτι όταν το βρίσκει ή όταν φτιάχνει ένα;

4°) Μήπως κάποια άποψη τροποποίησης του σπιτιού ταιριάζει στον ορισμό της χρήσης εργαλείου που έδωσε ο Beck (1980);

#### **6.4.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕ Η MATHER**

##### **A) Θέματα και περιοχή έρευνας**

Τα στοιχεία που αναφέρονται, είναι μέρος των αποτελεσμάτων μίας πολυετής μελέτης (1984-1990) στο πεδίο για τα νεαρά άτομα του *O. vulgaris* στην Βερμούδα. Το βάρος τους υπολογίστηκε στα 100-300γρ. από σύγκριση με χταπόδια, τα οποία είχαν συλληφθεί και απελευθερωθεί σε μια μελέτη δυναμικής του πληθυσμού, το 1984 (Mather & O' Dor, 1991). Κανένα από τα άτομα που μελετήθηκαν, δεν συλλήφθηκε γιατί ένας τέτοιος χειρισμός, τα ανάγκαζε να εγκαταλείψουν την περιοχή.

Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε μία ρηχή παράκτια περιοχή στο υδάτινο περιβάλλον της Βερμούδας, σε βάθος 2 μέτρων από το βάθος της μέσης παλίρροιας. Δύο περιοχές επιλέχτηκαν για παρατήρηση, επειδή ένας σχετικά μεγάλος αριθμός νεαρών ατόμων (περίπου 12) ήταν διαθέσιμος. Η μία περιοχή ήταν κοντά στην γέφυρα του νησιού Coney, σε ένα ενδιαμέσο χώρο 10 περίπου μέτρων ανάμεσα στο κυρίως νησί των Βερμούδων και στο αρκετά μικρότερο νησί Coney. Η δεύτερη περιοχή, ήταν ο κόλπος Whalebone (Γουελμπόουν) ένας μικρός προφυλασσόμενος κόλπος στο νησί St. George περίπου 1χλμ. μακριά. Και στις δύο περιοχές ένα μείγμα βράχων, μικρών χαλικιών και κομματιών άμμου σχημάτιζαν τον βυθό. Η θερμοκρασία του νερού ήταν από 26°-28°C τον Ιούνιο και τον Αύγουστο όταν οι μελέτες πραγματοποιούνταν.

## **B) Διαδικασίες**

Κατά την διάρκεια των καλοκαιριών του 1984 και 1985, η περιοχή του νησιού Coney ερευνούνταν για χταπόδια καθημερινά επί έξι εβδομάδες. Το 1985 συνεχείς παρατηρήσεις της συμπεριφοράς τεσσάρων χταποδιών πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια εθελοντών παρατηρητών.

Τα ζώα συχνά καταλάμβαναν προσωρινό καταφύγιο κατά το πλησίασμα ενός παρατηρητή, οι περιοχές δεν καταγράφηκαν σαν σπίτια.. Ο όγκος του θολαμιού, το βάθος του νερού κατά την ελάχιστη παλίρροια και το εάν πέτρες ήταν στοιβαγμένες στην είσοδο καταγράφηκαν

Τα στοιχεία για την κατοίκηση των σπιτιών στα πέντε χρόνια της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της διάρκειας διαμονής ( $n=133$ ). Οι πιθανότητες αποχώρησης συγκρίθηκαν σε σχέση με την τυχαιότητα και ένας έλεγχος με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων πραγματοποιήθηκε ανάμεσα στις παρατηρηθείσες και στις αναμενόμενες αναχωρήσεις (Hartwick et al., 1984. Για να προβλεφθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την διάρκεια διαμονής, δύο επιπλέον μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν για τα σπίτια στο Whalebone το 1989 ( $n=22$ ) και στο νησί Coney το 1990 ( $n=27$ ). Η πρώτη ήταν η ποσότητα του ρεύματος νερού (σε μια κλίμακα από 0 έως 2). Ενώ η δεύτερη ήταν η ποιότητα τροφής βασιζόμενη σε προηγούμενα τεστ επιλογής (Mather, 1991α). Εφόσον το μέγεθος του χταποδιού μπορεί να ταιριάζει με το μέγεθος του σπιτιού του σε ένα βαθμό, το μέγεθος του χταποδιού ήταν επίσης καταγεγραμμένο σαν 3 για τα μεγαλύτερα, 2 για το μέσο μέγεθος και 1 για τα μικρά.

### **6.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

#### **(1) Επιλογή σπιτιού και συμπεριφορά διατηρησής του**

*Διαμονή:* Καθώς η διάρκεια διαμονής ήταν μικρή, η μετακίνηση σε ένα νέο σπίτι παρατηρήθηκε αρκετές φορές. Συνήθως μια σχισμή σε ένα βράχο ή σε κάποια άλλη προφυλασσόμενη περιοχή δεν μπορούσε οπτικά να ταυτοποιηθεί ως ιδιαίτερα κατάλληλη για κατοίκηση (Ambrose, 1982). Τα χταπόδια θηρεύουν είτε διερευνώντας με τα πλοκάμια τους, είτε μετακινώντας το σώμα τους σε σχισμές, κάτω από βράχους και σε αμμώδεις περιοχές (Mather, 1991α). Γενικά σταματούν σε μια προφυλασσόμενη περιοχή η οποία δεν διαφέρει χαρακτηριστικά από άλλες. Σ' ένα παράδειγμα που αναφέρει η Mather, ένα χταπόδι μπήκε σε μια σχισμή βράχου, την "μεγέθυνε" μετακινώντας έξω από αυτή χαλίγια (με τα πλοκάμια) και άμμο (εξωθώντας τη, με πίδακες νερού από το σίφωνα του), έπειτα βγήκε από το σπίτι για να βρεί πέτρες τις οποίες αργότερα τοποθέτησε στην είσοδο του. Ένα χταπόδι μπορεί να κατοικεί σ' ένα σπίτι για ορισμένες ημέρες, ή μπορεί να επιστρέψει στο αρχικό του σπίτι έπειτα από μερικές ώρες.

*Διατήρηση:* Ενδείξεις της διατήρησης ήταν ορατές σε όλα σχεδόν τα σπίτια. Περίπου το 1% του χρονικού διαστήματος παρατήρησης των χταποδιών, δαπανήθηκε σε αυτή τη δραστηριότητα. Τα χταπόδια τροποποιούσαν τα σπίτια τους τόσο άμεσα όσο και έμμεσα έπειτα από την αρχική κατοίκηση, κυρίως μετά την επιστροφή από κάποιο θηρευτικό ταξίδι. Μια τέτοια τροποποίηση τυπικά αποτελούνταν, από τράβηγμα αλγών από βράχους, από εξώθηση άμμου και από συλλογή και τοποθέτηση πετρών ή κελύφων μπροστά από τις εισόδους των θολαμιών τους. Σε μια περίπτωση, ένα χταπόδι τροποποιούσε επί 50 λεπτά ένα σπίτι που είχε προηγουμένως κατοικηθεί από άλλο χταπόδι. Κατά τη διάρκεια αυτών των τροποποιήσεων εξωθούσε άμμο έξω από το σπίτι,



χρησιμοποιώντας πίδακες νερού από το σιφονά του. Παράλληλα, διερευνούσε έξω από το σπίτι με αρκετά πλοκάμια, ενώ συνέλεξε δύο πέτρες κι ένα κοχύλι των οποίων τη διάταξη καθόρισε με την τοποθέτηση τους μπροστά από το άνοιγμα του σπιτιού του. Οι αλλαγές που προέκυψαν από αυτές τις τροποποιήσεις μπορεί να είναι περίπλοκες ωστόσο είναι δυνατόν να αναγνωριστεί το πότε ένα σπίτι κατοικείται επειδή παύει να είναι "καθαρό".

*Φραγή της εισόδου:* Τα σπίτια των χταποδιών πάντα είχαν αντικείμενα μπροστά από τα ανοίγματα τους. Σε ένα ακραίο παράδειγμα, ένα άνοιγμα είχε 26 κελύφη από χιτώνες, 8 κοχύλια από γαστερόποδα, 12 κελύφη από δίθυρα, 18 εξωσκελετούς από καρκινοειδή, 13 δαγκάνες από καβούρια, 5 κομμάτια από σπασμένο γυαλί, 8 πέτρες, ένα καπάκι από αναπυκτικό και τέσσερα μεγάλα παλαιότερα κελύφη που ήταν υπολείμματα θήρευσης. Ορισμένα αντικείμενα ανασκάπησαν, ενώ άλλα μετεφέρθησαν στο θολάμι ως τροφή και τα υπολείμματά τους χρησιμοποιήθηκαν στη φραγή της εισόδου. Άλλα αντικείμενα μετεφέρθησαν αποκλειστικά ως φράγματα. Ένα χταπόδι παρατηρήθηκε να φεύγει δυο φορές από το σπίτι του, κολυμπώντας μέσω της εξώθησης πιδάκων νερού, να απομακρύνεται σε μια απόσταση 2 μέτρων απ' αυτό και να συλλέγει μια πέτρα την κάθε φορά. Αυτήν την πέτρα την τοποθετούσε στην είσοδο του σπιτιού του, στη συνέχεια το ίδιο ζώο σύρθηκε στο υπόστρωμα σε μια απόσταση ενός μέτρου από το σπίτι και συνέλεξε ένα κέλυφος το οποίο τοποθέτησε στην είσοδο του σπιτιού. Το ίδιο ζώο ακολούθως θήρευσε για 5 λεπτά, επέστρεψε στη φωλιά του απ' όπου απομακρύνθηκε ξανά, για να συλλέξει ορισμένες πέτρες και να επιστρέψει οπότε και αναπαύτηκε για 6,5 ώρες.

## (2) Περιγραφή σπιτιών

Στην περιοχή του νησιού Coney, τα χταπόδια βρέθηκαν σε 59 σπίτια το 1984 και σε 50 το 1985. Μόνο δύο τοποθεσίες ήταν κατοικημένες και τα δύο χρόνια, υποδεικνύοντας μία πληθώρα από πιθανές τοποθεσίες σ' αυτή την περιοχή, καθώς οι περιοχές σπάνια επανακατοικούνταν τα επόμενα χρόνια. Υπάρχει μόνο μια επικάλυψη τοποθεσίας σπιτιού από το 1989 (n=24) έως το 1990 (n=12) στο κόλπο Whalebone(Γουελμπόουν).

Τα χαρακτηριστικά 24 σπιτιών από το Whalebone το 1989, 12 σπιτιών από το Whalebone το 1990, και 33 σπιτιών από το νησί Coney συγκρίθηκαν (πιν 6.1). Η κάθετη απόσταση προς την πλησιέστερη οριζόντια επιφάνεια ήταν οριακά διαφορετική. Αλλά τα περισσότερα σπίτια βρίσκονταν σε απόσταση μεγαλύτερη ή ίση των 10 εκατοστών από μια οριζόντια επιφάνεια. Αυτές οι περιγραφές υποδεικνύουν ότι τα χταπόδια δεν επέλεξαν ούτε έχτιζαν σε ένα μικρό όριο κριτηρίων για διαμονή. Πολλά σπίτια, έβλεπαν πλάγια και αντίθετα από την ακτή. Δεν υπάρχει αξιοσημείωτη ποικιλία ανάμεσα στο εμβαδόν του ανοίγματος των σπιτιών, το οποίο ποίκιλε στα 75 τετ.εκ. στο νησί Coney και στα 52 τετ. εκ. στο κόλπο Whalebone το 1989 και το 1990. Η σχέση ανάμεσα στο εμβαδόν ανοίγματος των σπιτιών και τον αριθμό των πετρών που στοιβάζονταν στην είσοδο των σπιτιών στον κόλπο του Whalebone, ήταν σημαντική. Αυτό γιατί τα χταπόδια έφερναν περισσότερες πέτρες για να μπλοκάρουν την είσοδο όταν το άνοιγμα του σπιτιού ήταν μεγάλο. Ο εσωτερικός όγκος των σπιτιών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά, ήταν 705 κυβ. εκ. στο Whalebone το 1989, 520 κυβ. εκ. το 1990, 1000 κυβ. εκ. στο νησί Coney. Υπάρχει μια σημαντική διαφορά στο βάθος στο οποίο τα σπίτια βρίσκονταν, καθώς πολλά από τα σπίτια στο νησί Coney ήταν ελάχιστα κάτω από το όριο της παλίρροιας.

Πιν 6.1 Εκτιμητέες τιμές για διαφορετικά χαρακτηριστικά των σπιτιών που κατοικήθηκαν από τρεις πληθυσμούς νεαρών ατόμων του *O. vulgaris*, στην νήσο Coney το 1990 (n=33), στο κόλπο Whalebone το 1990 (n=12) και στον κόλπο Whalebone το 1989 (n=24).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΤΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ CONEY 1990 WHALEBONE 1989		WHALEBONE 1990	
Γωνία ανοίγματος ως προς την καθετότητα	75	70	85
Γωνία ανοίγματος προς την πλησιέστερη ακτή	10	25	-
Εμβαδόν ανοίγματος (τ.εκ.)	75	52	52
Όγκος σπιτιού (κυβ.εκ)	1000	520	705
Βάθος σπιτιού κατά την μέση άμπωτη	20	35	120

### (3) Πρόβλεψη της διάρκειας διαμονής

Η μέση διάρκεια διαμονής ήταν έντεκα μέρες για τον πληθυσμό στο νησί Koney και οχτώμιση μέρες για τον πληθυσμό στον κόλπο Whalebone, παρόλα αυτά η απόκλιση ήταν αρκετά μεγάλη. Ο έλεγχος με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων της διαφοράς από την τυχαία αναχώρηση από ένα σπίτι ήταν σημαντικός. Αυτή η απόκλιση εμφανιζόταν επηρεασμένη από μια υψηλή πιθανότητα αναχώρησης έπειτα από μια μέρα και μια χαμηλή πιθανότητα έπειτα από δύο ημέρες διαμονής (Πιν.6.2). Μερικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά επηρέαζαν αυτές τις αναχωρήσεις. Για την ομάδα του νησιού Coney, δύο χαρακτηριστικά του σπιτιού, ήταν σημαντικές ενδείξεις της διαμονής στο σπίτι. Η καλύτερη ένδειξη της διαμονής ήταν ο όγκος του σπιτιού. Ο όγκος του σπιτιού είχε επίσης σχέση με το μέγεθος του χταποδιού. Έτσι τα μεγαλύτερα χταπόδια έμεναν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και σε μεγαλύτερα σε όγκο σπίτια. Μια δεύτερη ένδειξη ήταν η παρουσία υπολειμμάτων από θήραμα έξω από το σπίτι. Τα χταπόδια επίσης έμειναν περισσότερο σε περιοχές όπου κατανάλωναν το προτιμητέο θήραμα. Καμία ένδειξη δεν ήταν σημαντική για την διάρκεια διαμονής στα σπίτια.

Πιν. 6.2 Ημέρα αναχώρησης των χταποδιών από τα προφυλασσόμενα σπίατα. Οι παρατηρηθέντες αναχωρήσεις στηρίχτηκαν στα στοιχεία (n=133) και οι αναμενόμενες αναχωρήσεις στηρίχτηκαν στην υπόθεση ότι πραγματοποιούνται τυχαία.

Διάρκεια διαμονής Αρ. Αναμενόμενων σε ημέρες	Αρ. παρατηρούμενων ατόμων	Αρ. ατόμων που έφυγαν	Αρ. ατόμων που για αναχώρηση
1	133	26	15.2
2	107	5	12.2
3	102	12	11.6
4	90	5	10.3
5	85	9	9.7
6	76	10	8.7
8	59	6	6.7
9	53	12	6.0
10	41	6	4.6
11	35	1	4.0
12	34	1	3.9
13	33	1	3.8
14	32	7	3.6
15	25	1	2.9
16	24	4	2.7
17	20	3	2.3
18	17	2	1.9
19	15	1	1.7
20	14	0	1.6
21	14	0	1.6
22	14	0	1.6
23	13	1	1.5
24	10	3	1.1
25-28	7	3	2.3
29-32	4	4	1.0

### 6.4.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης απαντούν στο πρώτο ερώτημα που τέθηκε, το εάν δηλαδή τα χταπόδια χρησιμοποιούν την επιλογή σπιτιού ή την κατασκευή σπιτιού. Τα χταπόδια όχι μόνο επέλεξαν επιθυμητές τοποθεσίες, αλλά κατοικούσαν και σε πιθανές τοποθεσίες τις οποίες στη συνέχεια τροποποιούσαν βγάζοντας έξω άμμο και μετακινώντας πέτρες, όπως βρήκε ο Ambrose (1982) για το *O. bimaculatus*. Συνέχιζαν την τροποποίηση αυτή κατά την διάρκεια της διαμονής τους, μετακινώντας άμμο και μεταφέροντας περισσότερες πέτρες και κελύφη τις οποίες και τα οποία τοποθετούσαν στην είσοδο του ανοίγματος. Αλλά αυτό δεν ήταν απλώς χτίσιμο σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο σχέδιο, από αταίριαστα υλικά, καθώς τα χταπόδια δημιουργούσαν σπίτια με παρόμοια χαρακτηριστικά, αλλά όχι τέτοια ώστε να ταιριάζουν σε ένα στενό όριο κριτηρίων.

Αν και τα περισσότερα χαρακτηριστικά των σπιτιών ήταν συγκρίσιμα, τα σπίτια που βρέθηκαν στον κόλπο του Whalebone ήταν βαθύτερα. Μπορούν να υπάρχουν αρκετοί λόγοι γι' αυτή την διαφορά. Θα μπορούσαν να υπάρχουν λιγότερα πιθανά σπίτια στο κόλπο Whalebone, αν και ένα πιθανό σπίτι είναι δύσκολο να αξιολογηθεί. Τα χταπόδια στο Whalebone μπορεί επίσης να είχαν οδηγηθεί βαθύτερα από την ανθρώπινη θηρευτική πίεση. Το 1989 υπήρξαν πολύ χαμηλές παλίρροιες τον Ιούνιο λίγο πριν από την μελέτη, έτσι τα χταπόδια θα μπορούσαν να οδηγηθούν βαθύτερα στην υποπαλιρροιακή περιοχή. Οι περιοχές ήταν παρόμοιες στο ότι είχαν μία εκτεταμένη βραχώδη υποπαλιρροιακή ακτογραμμή, ένα άφθονο απόθεμα μικρών ασπόνδυλων σαν θήραμα και έναν αμμώδη βυθό στα βαθύτερα νερά. Αυτοί οι τομείς του υποστρώματος μπορεί να είχαν περιορίσει την κατανομή του χταποδιού στον κόλπο Whalebone, όπου τα υποθαλάσσια βραχώδη υψώματα είναι παράλληλα με την ακτή. Παρόλα αυτά, η γνώση των επιδράσεων στην κατανομή και την δυναμική πληθυσμών στο χταπόδι είναι ελάχιστη (Ambrose, 1988 για το *O. bimaculatus*).

Τα χταπόδια δεν αναχωρούν τυχαία από τα σπίτια τους. Η τυχαία αναχώρηση που καταγράφηκε στη μελέτη της Mather οφειλόταν στη μεγάλη πιθανότητα αποχώρησης κατά την πρώτη μέρα και στη μικρή πιθανότητα κατά την δεύτερη μέρα. Οι αναχωρήσεις μπορεί να είχαν στηριχθεί στην καταλληλότητα των σπιτιών, καθώς υπήρχε μία θετική συσχέτιση ανάμεσα στο μέγεθος του σπιτιού και στην διάρκεια διαμονής για τα χταπόδια στην περιοχή της νήσου Coney ενώ επίσης προσελκύνονταν σε μεγαλύτερα τεχνητά σπίτια (Mather, 1982α; Aronson, 1986). Αλλά, τα χταπόδια έμεναν επίσης μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σπίτια κοντά στο χώρο που μπορούσαν να βρουν το προτιμητέο θήραμα τους. Καμιά άμεση απόδειξη δεν το υποστήριζε αυτό, αλλά τα χταπόδια μπορούν να χρησιμοποιούν μια στρατηγική διατροφής "κερδίζω-μένω" (Mather & O' Dor, 1991), αν και εμφανίζονται μη επιλεκτικά σε πιθανά είδη θηραμάτων (Mather, 1991α). Ίσως ο μικρός όγκος των σπιτιών να προκαλεί μια νωρίτερη αποχώρηση, ενώ το κατάλληλο φαγητό να προμηνύει χρονικά παρατεταμένη διαμονή.

Τα χταπόδια δεν ψάχνουν μόνο κατάλληλα μικροπεριβάλλοντα, αλλά επίσης επιλέγουν μη κατάλληλα και τα τροποποιούν. Αυτό είναι ξεκάθαρο για το χαρακτηριστικό του μεγέθους ανοίγματος του σπιτιού. Το *Octopus joubini* επιλέγει σπίτια τα οποία έχουν μικρότερα ανοίγματα, ασχέτως από τον όγκο τους (Mather, 1982β). Τα *O. vulgaris* που παρατηρήθηκαν στη μελέτη αυτή τροποποιούσαν το μέγεθος του ανοίγματος του σπιτιού τους μεταφέροντας πέτρες, τις οποίες έβαζαν στην είσοδο του, ενώ επέλεξαν περισσότερες πέτρες όταν το άνοιγμα ήταν μεγάλο. Πρέπει να είχαν κάποια προσδοκία ή προτίμηση όταν πραγματοποιούσαν αυτή τη συμπεριφορά

και όχι προγραμματισμένες αντιδράσεις στην αντιλαμβανόμενη κατάσταση που τους παρουσιαζόταν. Οι Haussknecht & Kuenzer (1990) εξηγούν παρόμοια συμπεριφορά στις κιχλίδες ως μια αντίδραση στην συγκεκριμένη κινητήρια κατάσταση που ονομάζουν “ατελές κρησφύγετο”. Η κατάσταση αυτή απελευθερώνει μια καθορισμένη συμπεριφορά στα ψάρια “κέλυφος καλυμμένο από άμμο”. Παρόλα αυτά, το κίνητρο “ατελές κρησφύγετο” είναι ιδιαίτερα γενικό. Πολλές περιοχές στο περιβάλλον διαμονής του χταποδιού θα μπορούσαν να έχουν απελευθερώσει μια τέτοια συμπεριφορά και οι επιλεγόμενες τοποθεσίες σπανίως επανεπιλέγονταν.

Επιπλέον ορισμένα στοιχεία της συμπεριφοράς υποδεικνύουν ότι οι συμπεριφορές αυτές δεν ήταν προκαθορισμένες. Για παράδειγμα, τα νεαρά χταπόδια είτε επέκτειναν ένα πλοκάμι είτε ορισμένα από το σπίτι και τραβούσαν σ’ αυτό μια πέτρα ή εγκατέλειπαν το σπίτι έπιαναν τις πέτρες με τις βεντούζες από τα πλοκάμια και τις μετέφεραν πίσω, κάτω από την μεμβράνη τους. Αντίστοιχα ο Woods (1965) περιγράφει ενήλικα άτομα του ίδιου είδους να συλλέγουν μια πέτρα μεταφέροντας την από βεντούζα σε βεντούζα κατά μήκος ενός και μόνο εκτεταμένου πλοκαμιού. Επίσης, οι τροποποιήσεις στο σπίτι πραγματοποιούνται όχι μόνο αρχικά αλλά κατά την διάρκεια αρκετών ημερών διαμονής.

Θα μπορούσε η κατασκευή σπιτιών από τα χταπόδια να θεωρηθεί ως χρήση εργαλείου; Συμφωνεί με όλες τις απόψεις του ορισμού του Beck (1980); Η μεταφορά πετρών για να μπλοκάρουν το άνοιγμα υπερπληρεί τα κριτήρια του για την μετακίνηση ενός ξεχωριστού εξωτερικού αντικειμένου (της πέτρας) για να αλλάξει ένα άλλο αντικείμενο (το άνοιγμα). Ο ίδιος ο Beck (1980) αναφέρει τυχαίες ενδείξεις χρήσεις πετρών σαν απόδειξη στο ότι τα χταπόδια χρησιμοποιούν εργαλεία. Αλλά σύμφωνα με τον ορισμό του η συμπεριφορά των χταποδιών όταν μετακινούν άμμο και μικρές πέτρες έξω από τα σπίτια τους με την χρήση υδάτινων πιδάκων, είναι επίσης χρήση εργαλείων. Αυτή η συμπεριφορά χρησιμοποιείται περισσότερο γενικά. Παρόμοια με το ψάρι *Toxotes jaculatrix* που πετάει νερό στα έντομα, τα χταπόδια πετούν νερό με πίεση στα κοπροφαγικά ψάρια (Mather, 1992) και σε άτομα τα οποία μετακινούνται κοντά στις δεξαμενές τους όταν είναι σε αιχμαλωσία (Dews, 1959).

Εφόσον ο Beck (1980) θεώρησε την διαμονή στα κελύφη γαστερόποδων από τον ερημίτη κάβουρα σαν χρήση εργαλείου, τότε και η διαμονή σε παρόμοια κελύφη από τα χταπόδια (Mather, 1982β) θα έπρεπε να είναι επίσης χρήση εργαλείων. Αν και κάθε χρήση εργαλείου δεν είναι απόδειξη νοημοσύνης, η χρήση εργαλείων σαν φράγματα ταιριάζει επίσης στον ορισμό του Markl (1985) περί γνωστικότητας. Τα χταπόδια “συσχετίζουν διαφορετικά μη συνδεδεμένες πληροφορίες σε καινούργιους τρόπους” καθώς επιλέγουν πέτρες τις οποίες ξεσκαρτάρουν από την σχισμή, κελύφη θηραμάτων τα οποία μεταφέρουν για να καταναλώσουν και πέτρες από το κοντινό υπόστρωμα τις οποίες μεταφέρουν στην είσοδο του σπιτιού. Επίσης τα χταπόδια “εφαρμόζουν αυτά τα αποτελέσματα σε ένα προσαρμοστικό τρόπο” όταν στοιβάζουν και συγκρατούν αυτά τα αντικείμενα στην είσοδο του σπιτιού τους, εμποδίζοντας με αυτόν τον τρόπο την πρόσβαση σε αυτό και την όραση τους μέσα απ’ αυτά.

Η εύρεση ενός κατάλληλου σπιτιού δεν ήταν η μόνη επίδραση στην κίνηση των χταποδιών, καθώς έμεναν κατά μέσο όρο, λιγότερο από δέκα μέρες σε ένα σπίτι. Το *O. dofleini* (Hartwick et al, 1984) και το *O. bimaculatus* (Ambrose, 1988) δρουν παρομοίως. Οι συχνές μετακινήσεις μπορεί να αποτρέπουν τους θηρευτές τους από το να μαθαίνουν τις περιοχές των χταποδιών και η αποφυγή μιας τέτοιας θήρευσης είναι ζωτική για την επιβίωση (Mather & O’ Dor, 1991). Επίσης τα χταπόδια είναι εξερευνητικά ζώα. Δραπετεύουν από τις εργαστηριακές δεξαμενές αρκετά συχνά παρά

το ότι τους παρέχεται άφθονη τροφή και καταφύγιο. Στο πεδίο κυνηγούν σε περιοχές κοντά στο σπίτι (Mather, 1991β) και στη συνέχεια μετακινούνται σε καινούριες (Hartwick et al., 1984). Πιθανώς, η γνώση και η χρησιμοποίηση του περιβάλλοντος τους είναι τόσο ζωτική στα χταπόδια, ώστε πρέπει συνεχώς να την αξιολογούν, να ερευνούν νέες περιοχές και να μεταχειρίζονται αντικείμενα. Οι Cheney & Seyfarth (1990) πρότειναν ότι η προσαρμοστική νοημοσύνη στους πιθήκους χρησιμοποιείται περισσότερο εκεί που είναι σημαντική. Η μάθηση στο μη κοινωνικό χταπόδι μπορεί να χρησιμοποιείται εκεί που αυτό τη χρειάζεται περισσότερο, στην εκτίμηση και διαμόρφωση του φυσικού του περιβάλλοντος σ' ένα εχθρικό κόσμο.

#### 6.4.4 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τη μελέτη των σπιτιών που κατοικούσαν νεαρά άτομα του *Octopus vulgaris*, βρέθηκε ότι παρουσιάζουν εύκαμπτη συμπεριφορά, η οποία μπορεί να υποδηλώνει ειδικευμένη νοημοσύνη καθώς και χρήση εργαλείων. Τα χταπόδια κατοικούσαν σε προφυλασσόμενες περιοχές για ένα μικρό χρονικό διάστημα, κατά μέσο όρο δέκα ημέρες, αλλά έμεναν περισσότερο χρονικό διάστημα σε μεγαλύτερα σπίτια καθώς και σε περιοχές όπου το προτιμητέο θήραμα ήταν προσιτό. Δεν ανταποκρίνονταν απλά σε αντιληπτά χαρακτηριστικά ενός μέρους, αλλά αντίθετα επέλεγαν τοποθεσίες πιθανώς ευνοϊκές. Αυτές, τις τροποποιούσαν μετακινώντας βράχια και άμμο, ενώ με την μεταφορά στα σημεία αυτά αντικειμένων εν μέρει έκλειναν το άνοιγμα. Οι εισοδοί των σπιτιών είχαν μια τάση να "κοιτούν" οριζόντια και αντίθετα από την ακτή, ενώ τα σπίτια συχνά βρίσκονταν λίγο βαθύτερα από το επίπεδο της ελάχιστης παλίρροιας. Τα χταπόδια έφεραν αρκετά περισσότερες πέτρες όταν το άνοιγμα ήταν μεγαλύτερο. Τόσο ο μεγάλος όγκος του σπιτιού όσο και η άφθονη παρουσία θηράματος προμήνυαν μεγαλύτερες περιόδους διαμονής στα σπίτια. Μια τέτοια συμπεριφορά δεν δείχνει μόνο τη χρήση νοημοσύνης αλλά και τη χρήση εργαλείων σύμφωνα με τον ορισμό του Beck (1980).

### 6.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΠΙΤΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ

Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους J. W. Forsythe και R. T. Hanlon άτομα του *O. cyanea* παρατηρήθηκαν σε μια περίοδο έξι ημερών, σε μια κοραλλιογενή ατόλη (ύφαλος) στη Γαλλική Πολυνησία. Σε αυτόν τον ύφαλο, τα χταπόδια επέλεγαν τα υποπαλιρροιακά θολάμια σε μια συγκεκριμένη περιοχή (αναλυτική περιγραφή της περιοχής δίνεται στο Κεφάλαιο 7) στο πίσω μέρος του υφάλου προς το μέρος της λιμνοθάλασσας, σε βάθος ενός μέτρου. Αν και τα χταπόδια πραγματοποιούσαν διατροφικά ταξίδια σε 5 είδη υποστρωμάτων στο πίσω περιβάλλον του υφάλου, δεν βρέθηκαν στην άκρη του ούτε στο εμπρόσθιο μέρος.

Το *Octopus cyanea* κατοικούσε σε φυσικές τρύπες στο σκληρό υπόστρωμα του οπίσθιου μέρους του υφάλου, σε μια περιοχή που αποτελούνταν από βράχια νεκρών και ζωντανών κοραλλιών με μέση διάμετρο 0.5μ. (εικ. 7.1, Κεφ.7). Τα θολάμια γειτνιάζαν με μεγάλους κοραλλιογενείς υφάλους (corallheads). Αυτές οι φυσικές τρύπες είχαν περίπου το μέγεθος του χταποδιού και υπολογίστηκε ότι υπήρχαν περίπου δέκα φορές περισσότερες διαθέσιμες, από τις κατελημμένες για κατοίκηση. Τα δέκα θολάμια που ήταν κατοικημένα, ήταν καταναμημένα ομοιόμορφα σε μια γραμμή 300 μέτρων του υφάλου, με μέση απόσταση 30μ. το ένα από το άλλο. Το ρηχότερο υπόστρωμα που αποτελούνταν από ευρείς αμμώδεις περιοχές με διασκορπισμένους κοραλλιογενείς υφάλους, παρείχε ελάχιστες φυσικές τρύπες και σχισμές.

Σπάνια τα χταπόδια λερώνουν την περιβάλλουσα περιοχή των θολαμιών τους με υπολείμματα τροφής. Έτσι, τα θολάμια που κατοικούνταν ήταν δυσκολότερο να βρεθούν, επειδή τα χταπόδια τραβούσαν ορισμένες πέτρες πάνω στο άνοιγμα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα θολάμια δεν ήταν μόνιμα, αλλά δύο από τα χταπόδια κατοίκησαν τα θολάμια για έξι συνεχόμενες ημέρες.

Μόνο μια φορά παρατηρήθηκε ένα χταπόδι να ανασκάπτει θολάμι και αυτό πραγματοποιήθηκε σε βάθος πέντε μέτρων σε μια περιοχή που αποτελούνταν επίσης από αμμώδεις πεδιάδες και διάσπαρτους βράχους. Το χταπόδι αυτό, δαπάνησε 20 λεπτά εντατικής και επίπονης εργασίας για να ξεσκάψει πέτρες και νεκρά κοχύλια από το εσωτερικό μιας τρύπας σε ένα μεγαλύτερο βράχο στην αμμώδη πλαγιά. Το χταπόδι επέδειξε συγχρονισμένους χειρισμούς, όπως αγκάλιασμα με τα 2 ή τα 3 πλοκάμια σε μια πλευρά, ενώ τραβούσε με τα υπόλοιπα πλοκάμια προς την άλλη πλευρά για να εφαρμόσει δύναμη μοχλού και να εξαναγκάσει ορισμένες πέτρες να διαχωριστούν (Octopus cyanea, Mather, 1991a). Το χταπόδι επέδειξε μεγάλη ικανότητα στο να πραγματοποιεί αυτήν την εργασία.

## 6.6 ΧΩΡΟΚΡΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

---

Η χωροκρατική συμπεριφορά είναι ένα διαδεδομένο πρότυπο συμπεριφοράς, που δείχνει πόσο σημαντική είναι μια περιοχή, για την επιβίωση και την αναπαραγωγική επιτυχία των ζώων. Η χωροκρατικότητα περιλαμβάνει την ενεργειακή δαπάνη γνωστοποίησης κυριότητας. Έτσι γίνεται κατανοητό γιατί τα ζώα αμύνονται το χώρο. Τα οφέλη αυτής της συμπεριφοράς, μπορεί να υπερνικούν τα μειονεκτήματά της για διάφορους λόγους. Αυτοί οι λόγοι είναι, ο κίνδυνος θήρευσης στη περιοχή, το μέγεθος του ζώου, οι απαιτήσεις του σε τροφή, καθώς και η κατανομή των στοιχείων τροφής στο περιβάλλον. Χταπόδια αρκετών ειδών έχουν βρεθεί να μην υπερασπίζονται μια περιοχή παρά μόνο περιστασιακά ή σε εργαστηριακές συνθήκες. Συνήθως μετακινούνται σε ένα εύρος σπιτιών έπειτα από μια μικρή περίοδο (Hartwick, Ambrose & Robinson, 1984; Mather, 1994).

### 6.6.1 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΧΩΡΟΚΡΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

---

Τα δύο ενεργότερα χταπόδια στην έρευνα που προαναφέρθηκε (παρ.6.5), έμειναν στον ίδιο χώρο δράσης για μια εβδομάδα, στην Χαβάη είναι γνωστό ότι χταπόδια μένουν στον ίδιο χώρο δράσης για ένα μήνα ή και περισσότερο. Η Mather (1988) ανέφερε παρόμοιους χρόνους διαμονής, στον ίδιο χώρο δράσης, της τάξης 1-4 εβδομάδων στο *Octopus vulgaris*, ενώ ο Ambrose (1982) ανέφερε για το *Octopus bimaculatus* χρονικά διαστήματα 1-5 μήνες.

Σε μια ημέρα της μελέτης (παρ. 6.5), δύο χταπόδια συναντήθηκαν κατά την διάρκεια των διατροφικών ταξιδιών τους. Το πρώτο χταπόδι είχε παρατηρηθεί να διατρέφεται για περίπου 10 λεπτά στη περιοχή του δεύτερου χταποδιού. Το πρώτο χταπόδι μετακινήθηκε σε μια βραχώδη περιοχή του βυθού, απέκτησε μια στάση στην οποία είχε ψηλά το κεφάλι, και παρέμεινε σε επιφυλακή για περίπου ένα λεπτό. Το άλλο χταπόδι κολύπησε πάνω από τον αμμώδη βυθό φτάνοντας σε απόσταση 0,5μ. από το πρώτο χταπόδι, το οποίο άλλαξε χρωματισμό, από ένα σκούρο σωματικό σχέδιο σε ένα λουροειδές σωματικό σχέδιο. Το δεύτερο χταπόδι επίσης γρήγορα, άλλαξε από ένα σκούρο σε ένα λευκό σωματικό σχέδιο οπότε το πρώτο υποχώρησε, χωρίς όμως να κυνηγηθεί. Τα δύο ζώα στη συνέχεια παρατήρησαν το ένα το άλλο για περίπου 30 δευτερόλεπτα από απόσταση ενός μέτρου. Τα ζώα είχαν αποκτήσει ένα χρωματισμό απόκρυψης με διάφορα ποικιλόχρωμα σχέδια. Το πρώτο χταπόδι στη συνέχεια

κατευθύνθηκε με το κεφάλι μπροστά προς άλλο εκτιμώντας το λουροειδές σωματικό σχέδιο. Έπειτα μετακινήθηκε εμπρός, άλλαξε χρώμα έγινε σκούρο και άπλωσε ένα πλοκάμι για να πραγματοποιήσει επαφή, ωστόσο το δεύτερο χταπόδι απομακρύνθηκε κολυμπώντας.

Οι διαμάχες ανάμεσα στα χταπόδια δεν έχουν παρατηρούνται συχνά ούτε στο εργαστήριο αλλά ούτε και στη φύση. Ωστόσο συνήθως πραγματοποιείται πάλη με τα πλοκάμια (την οποία έχουν αναφέρει οι Hanlon & Messenger, 1996). Ο Yarnall (1969) παρατήρησε 19 διαμάχες σε δεξαμενές και σημείωσε ότι, έπειτα από οπτική επαφή, το ένα ή και τα δύο πλησίαζαν αργά με ένα πλοκάμι εκτεταμένο ενώ είχαν αποκτήσει ένα πρότυπο έντονο σωματικό σχέδιο. Έπειτα από σύντομη επαφή, το ένα συνήθως υποχωρούσε, υποδεικνύοντας έτσι κάποιο είδος οπτικής εκτίμησης του αντιπάλου.

Η παρατήρηση της έρευνας των J. W. Forsythe και R. T. Hanlon είναι παρόμοια με την εξαίρεση της απουσίας, του πρότυπου έντονου σωματικού σχεδίου που παρατηρήθηκε στο προαναφερθέν παράδειγμα. Ο Heukelem (1966) και ο Wells, (1972) ανέφεραν ότι παρατήρησαν αυτό το έντονο σχέδιο σε ζώα που κρατούνταν στο εργαστήριο, ορισμένες φορές κατά τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά άτομα. Στην έρευνα των Forsythe και Hanlon δεν έγιναν προσπάθειες να καθοριστεί το φύλλο των ζώων, αλλά υιοθετήθηκε ότι το πρότυπο σωματικό σχέδιο (που ήταν έντονο και με ραβδώσεις) το χρησιμοποιούσαν κατά την διάρκεια ενδοειδικών επιθέσεων, χωρίς να είναι καθαρά μια ένδειξη ερωτοτοτροπίας. Ίσως, να παρατηρείται σε ορισμένες περιπτώσεις κατά την διάρκεια της ερωτοτοτροπίας όταν ένας απρόθυμος ερωτικός σύντροφος μπορεί να το χρησιμοποιεί για να απωθήσει το πιθανό ταίρι.

## **6.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ**

Πολλά από τα βενθικά είδη χταποδιών σκάβουν στο υπόστρωμα ή αναζητούν καταφύγια σε αυτό. Ο Aronson (1986) εντόπισε σε αφθονία το *O. briareus* στη λιμνοθάλασσα Σουίτινγκ (Αμερική), η οποία είναι προφυλλασόμενη από την ανοιχτή θάλασσα ενώ δεν το εντόπισε σε κανένα από τους υφάλους έξω από αυτήν. Σε περιπτώσεις που υπάρχει μια έλλειψη κατάλληλων μερών για καταφύγιο, όπως συμβαίνει με ένα αμμώδες υπόστρωμα, ορισμένα είδη (*O. joubini*) βρίσκονται μόνο σε τοποθεσίες όπου κελύφη μαλακίων είναι διαθέσιμα για την διαμονή (Mather, 1982α). Η έλλειψη καταφυγίου ορισμένες φορές έχει σαν αποτέλεσμα τον συναγωνισμό με άλλα είδη. Σε μια τέτοια κατάσταση το *O. joubini* και ο ερημίτης κάβουρας συναγωνίζονται για τα διαθέσιμα κελύφη γαστερόποδων (Mather, 1982α). Η έλλειψη κατάλληλου καταφυγίου μπορεί να προκαλεί κυριαρχικές αλληλεπιδράσεις (Cigliano, 1993) ενώ το μέγεθος του κελύφους περιορίζει την γονιμότητα (Iribarne, 1990). Αρκετοί συγγραφείς έχουν δείξει ότι διάφορα είδη χταποδιών στο πεδίο επιλέγουν σπίτια με βάση ορισμένα χαρακτηριστικά (Hartwick, 1984· Ambrose, 1982· Mather, 1982β). Δύο από τα σημαντικότερα είναι το απόλυτο μέγεθος του καταφυγίου και το εμβαδό της εισόδου (Mather, 1982β· Aronson, 1986). Το μαλακό σε σώμα χταπόδι, μπορεί να περάσει μέσα από μικρά ανοίγματα, ελαχιστοποιώντας έτσι τον συναγωνισμό από ψάρια και καβούρια.



## 7<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 7.1 ΤΡΟΦΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

---

Ένα πρόβλημα μεγάλης σημασίας που αντιμετωπίζουν τα ζώα είναι η εύρεση και σύλληψη τροφής. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται από τα διάφορα είδη ζώων καθορίζονται από τη φύση της τροφής τους και από τους θηρευτές, με άλλα λόγια από την οικολογία τους.

Καταρχήν τα ζώα διακρίνονται σε χορτοφάγα και σε σαρκοφάγα. Οι προσαρμογές αυτών των δύο κατηγοριών διαφέρουν προφανώς. Τα χορτοφάγα ζώα δεν έχουν δυσκολία στη σύλληψη της τροφής τους, παρόλο που δεν είναι εύκολο να διαλέξουν τα τμήματα εκείνα των φυτών που τρώγονται, γιατί πολλές φορές τα φυτά είναι σκληρά, δύσπεπτα, χαμηλής θρεπτικής αξίας και έχουν δηλητήριο. Τα σαρκοφάγα ζώα πρέπει να είναι ευκίνητα για να συλλαμβάνουν την τροφή τους που κινείται.

Τα ζώα επίσης διακρίνονται, ανάλογα με το είδος της τροφής που προτιμούν, σε γενικευτές και εξειδικευτές. Οι δύο όροι αναφέρονται στο αντικείμενο της τροφής που συλλαμβάνει το άτομο ή το είδος σαν σύνολο και στην περιοχή όπου αναζητά την τροφή. Επίσης αναφέρονται στις στρατηγικές που χρησιμοποιούν για τον εντοπισμό και τη σύλληψη της τροφής. Συχνά όλα αυτά έχουν άμεση εξάρτηση το ένα με το άλλο. Ένα είδος ζώων είναι δυνατόν να αποτελείται από άτομα που διατρέφονται με μεγάλη ποικιλία τροφών την οποία αναζητούν σε διαφορετικά ενδιαίτηματα και εφαρμόζουν διάφορες τεχνικές για τη σύλληψη της. Ειδικότερα με τον όρο “γενικευτής” ορίζουμε το άτομο που αναλίσκει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών τροφών κατά την διάρκεια της ζωής του. Αντίθετα ο “εξειδικευτής” είναι άτομο που τρέφεται με εξαιρετικά περιορισμένο εύρος τροφών. Σύμφωνα με τους παραπάνω ορισμούς τα χταπόδια είναι “γενικευτές” αφού Έχουν μεγάλο εύρος θηραμάτων Διατρέφονται σε ποικίλα περιβάλλοντα και Χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές για την σύλληψη της τροφής τους.

Σπάνια ή σχεδόν ποτέ δεν συναντιέται μια ορισμένη τροφή σε μεγάλες ποσότητες. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η επιλογή ευνοεί άτομα με προσαρμοστικές ικανότητες που μπορούν να εκμεταλλευτούν πολλά είδη τροφών. Αυτή η στρατηγική είναι τυπική στα ζώα της εύκρατης ζώνης και εμφανίζεται ειδικότερα σε είδη που είναι μόνιμοι κάτοικοι περιοχών με μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις των καιρικών συνθηκών και των αποθεμάτων τροφής. Πιθανώς τα χταπόδια να έχουν ευνοηθεί εξελικτικά λόγω της προσαρμοστικότητας που παρουσιάζουν τόσο σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και σε διαφορετικά είδη θηραμάτων.

### 7.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΤΡΟΦΗΣ

---

Τα ζώα έχουν αναπτύξει διάφορες στρατηγικές για τον εντοπισμό της τροφής τους. Ζώα τα οποία τρέφονται με στατική τροφή πρέπει να κινηθούν σε μια περιοχή για να την εντοπίσουν ενώ η καλύτερη πορεία των κινήσεων εξαρτάται από την κατανομή των στοιχείων τροφής στην περιοχή. Όταν η λεία κινείται τότε θα πρέπει ο θηρευτής να έχει την ικανότητα να κινείται γρηγορότερα ή να μπορεί να συλλάβει τη λεία του αθόρυβα χωρίς μακροχρόνια θήρευση (ενεργή αναζήτηση τροφής). Σε κάθε περίπτωση τα ζώα είναι αντιμέτωπα με την επιλογή που ευνοεί τους πιο ικανούς αναζητητές τροφής, αυτούς που πετυχαίνουν το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος ενέργειας έναντι του

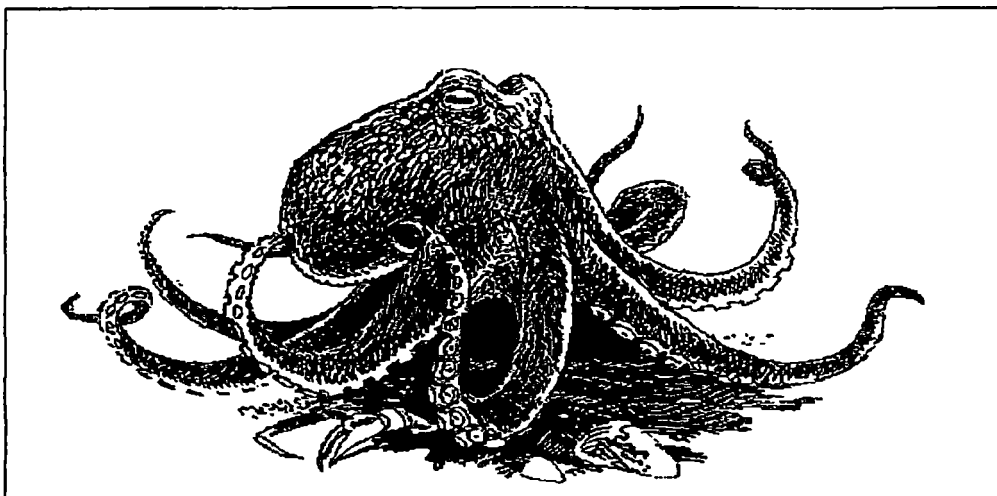
χρόνου και της ενέργειας που δαπανούν για τον εντοπισμό της τροφής τους. Η ικανότητα των χταποδιών να προσαρμόζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την ποικιλία, την ποσότητα και το είδος του θηράματος έχει συντελέσει καθοριστικά στην ευρεία εξάπλωση του γένους.

### 7.3 Η ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

Η χρήση εργαλείων είναι μια άλλη ενδιαφέρουσα προσαρμογή για την εκμετάλλευση τροφών τις οποίες διαφορετικά είναι δύσκολο να συλλάβουν τα ζώα. Παρόλο που κάποτε αυτή η συμπεριφορά θεωρούνταν μέρος της ερμηνείας του τι σημαίνει "άνθρωπος", τώρα είναι γνωστό ότι αρκετά είδη ζώων εκτός από εμάς χρησιμοποιούν εργαλεία. Σαν εργαλεία ερμηνεύουμε αντικείμενα, που δεν κατασκευάζονται εσωτερικά, και τα οποία χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να βελτιώνουν την απόδοση του χρήστη τους στην αλλαγή θέσης ή μορφής ενός άλλου αντικειμένου (Beck, 1980).

Ποίες είναι οι οικολογικές πιέσεις που επέφεραν την εξέλιξη της χρήσης εργαλείων στα διάφορα είδη; Σε κάθε περίπτωση, το άτομο που χρησιμοποιεί εργαλείο κερδίζει την τροφή που κατά κάποιο τρόπο είναι καλά προστατευμένη και μη προσιτή σε αυτό που δεν χρησιμοποιεί εργαλεία.

Ο χειρισμός του εργαλείου για όλα τα ζώα σημαίνει κέρδος περισσότερων θερμίδων έναντι μικρότερου κόστους σε ενέργεια. Σε κάθε περίπτωση, η χρήση εργαλείων μπορεί να αντισταθμίσει την έλλειψη απαραίτητου βιολογικού εξοπλισμού για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση και αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Καθώς τα χταπόδια έχουν αποβάλει τελείως το προγονικό κέλυφος των μαλακίων, το μαλακό σώμα τους είναι ένα εύκολα προσβάσιμο θήραμα για τους θηρευτές τους. Για να αντιμετωπιστεί η απουσία εξωτερικής προστασίας του σώματος, τα ζώα αυτά κατασκευάζουν μια φωλιά (θολάμι) χρησιμοποιώντας ως εργαλείο υλικά από τον περιβάλλοντα χώρο διαμονής τους.



Σχέδιο χταποδιού κατά την θήρευση

## 7.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΤΡΟΦΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Τα χταπόδια είναι κινητοί θηρευτές, ωστόσο λίγα είναι γνωστά για τις τακτικές ατομικής θήρευσης ή για μια γενικότερη διατροφική στρατηγική σε κάποιο είδος (Hanlon & Messenger, 1996). Τα χταπόδια που ζουν σε ρηχά νερά προσφέρουν την καλύτερη δυνατότητα για να παρατηρηθεί η διατροφή στο πεδίο, επειδή μπορούν να ακολουθηθούν από δύτες, έπειτα από μια περίοδο εξοικείωσης των χταποδιών με αυτούς. Επίσης διαθέτουν ανατομικά χαρακτηριστικά που τα καθιστούν ικανά είτε ως οπτικούς θηρευτές είτε ως θηρευτές μέσω της αφής.

Παλαιότερες εργαστηριακές μελέτες (Wells 1962, 1978) πρότειναν ότι τα χταπόδια είναι οπτικοί θηρευτές που χρησιμοποιούν την πολύ ικανή όραση τους για να εντοπίσουν και να επιτεθούν στα θηράματά τους. Αντίθετα πρόσφατες έρευνες σχετικά με την διατροφή και τις συνθήκες διατροφής στα χταπόδια υποδεικνύουν ότι χρησιμοποιούν μία μέθοδο διατροφικής ανίχνευσης χρησιμοποιώντας την αίσθηση της αφής. Για παράδειγμα έχει βρεθεί ότι τα *O. vulgaris* (Ambrose & Nelson, 1983· Mather, 1991a· Mather & O' dor, 1991), το *O. bimaculatus* (Ambrose, 1983, 1984, 1986) και το *O. dofleini* (Hartwick, 1983, 1984) συλλέγουν κυρίως μαλάκια ή καρκινοειδή κάτω από κοράλλια και βράχους ερευνώντας με τα πλοκάμια τους το βενθικό υπόστρωμα.

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους John W. Forsythe και Roger T. Hanlon το 1993, σκοπό είχε να ερευνήσει λεπτομερώς εάν το χταπόδι ενός κοραλλιογενούς υφάλου στον Ειρηνικό, (το *Octopus cyanea* Gray), διατρέφετο στο πεδίο χρησιμοποιώντας την όραση, την αφή ή ένα συνδυασμό αυτών των δύο. Μια προηγούμενη μελέτη αυτού του είδους σε τεχνητά λιμνοθαλάσσια συστήματα στη Χαβάη (Yarnall, 1969) πραγματοποιήθηκε χωρίς να δώσει απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα.



Φωτ. *O. cyanea*

Άμεσες παρατηρήσεις της οικολογικής συμπεριφοράς των χταποδιών είναι ελάχιστες, αφού μόνο νεαρά άτομα του *O. vulgaris* στην Βερμούδα έχουν μελετηθεί με κάθε λεπτομέρεια (Mather, 1988, 1991a· Mather & O' Dor, 1991). Το *O. cyanea* (Φωτ. δίπλα) είναι κοινό στους κοραλλιογενείς υφάλους σε όλο τον Ινδοειρηνικό ωκεανό και μπορεί να αποκτήσει βάρη έως και έξι κιλά (Van Heukelem, 1983· Roper & Hochberg, 1988). Αν και υπάρχουν πολυάριθμες εκδόσεις πάνω σε διάφορους τομείς σχετικά με την βιολογία του *Octopus cyanea* σε αιχμαλωσία (Van Heukelem, 1983), υπάρχουν μόνο πέντε αναφορές στην συμπεριφορά του στη φύση (Van heukelem, 1966· Yarnall, 1969· Diamant & Shpigel, 1985· Roper & Hochberg, 1988· Norman, 1991).

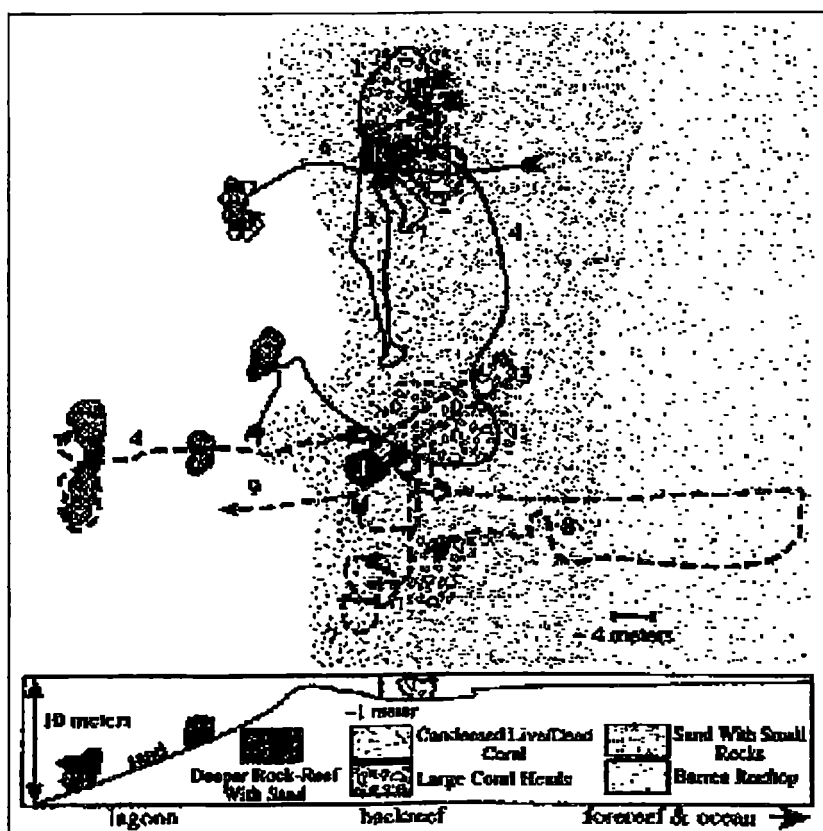
Από αυτούς τους ερευνητές μόνο ο Yarnall (1969) παρέθεσε εκτενείς παρατηρήσεις στο *O. cyanea* και αυτές ήταν από τεχνητές ημιφυσικές δεξαμενές στην Χαβάη.

Σε αντίθεση, τόπος μελέτης της έρευνας των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon το 1993, ήταν το πεδίο, ζωντανές κοραλλιογενείς ζώνες και ποικίλα υποστρώματα ενώ χρησιμοποιήθηκαν αρκετοί ερευνητές και εξοπλισμός ώστε να καταγράφουν τα χταπόδια από την πρώτη ακτίνα του φωτός έως και την τελευταία κάθε μέρα. Οι καταγραφές σε βίντεο έδωσαν την δυνατότητα ανάλυσης σε τομείς της διατροφής, της απόκρυψης, της μετακίνησης καθώς και σε ορισμένες αλληλεπιδράσεις με άλλα άτομα του είδους και ψάρια.

## 7.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην ατόλη Μανίχη 520 χλμ. Νοτιοανατολικά της Ταϊτής. Η νήσος Μανίχη (13° Β, 147° Δ) είναι μια ρηχή οβάλ κοραλλιογενής ατόλη που αποτελείται από 1300 υφάλους, διαστάσεων 22 χλμ. μήκος και 10 χλμ. πλάτος.

Το μέρος της μελέτης βρισκόταν στην λιμνοθάλασσα πλευρά της ατόλης. Η ατόλη αυτή είχε 200μ. μήκος από την ωκεάνια πλευρά έως την πλευρά της λιμνοθάλασσας. Περίπου 500 μ. του υφάλου εξετάστηκαν λεπτομερώς για χταπόδια ή για τοποθεσίες θολαμιών. Οι τύποι υποστρώματος και τα βάθη στη ρηχή περιοχή έρευνας δείχνονται στην εικόνα 7.1 και ονομάστηκαν σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια, ξεκινώντας από την μεριά της θάλασσας και μετακινούμενοι προς την λιμνοθάλασσα.



Εικ. 7.1 Περιβάλλον διαμονής και διατροφικά ταξίδια για δύο χταπόδια (όπου R και J τα σημεία των θολαμιών τους). Οι αριθμοί για κάθε ένα χταπόδι αναπαριστούν την αλληλουχία των διατροφικών ταξιδιών σε μία πενθήμερη περίοδο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα χταπόδια βρίσκονταν κατά την διάρκεια ενός διατροφικού ταξιδιού και γι' αυτό το λόγο ορισμένα βέλη δεν ξεκινούν από τα θολάμια.

Η περιοχή A (Barren Reeftop) ήταν μια ρηχή επίπεδη περιοχή χαρακτηριζόμενη από κοραλλιογενή υπολείμματα και από άμμο. Η περιοχή αυτή αποτελούσε μια "γέφυρα" του υφάλου ανάμεσα στον ωκεανό και την λιμνοθάλασσα, ενώ ένα μέρος της αποκαλυπτόταν κατά την χαμηλή άμπωτη.

Η περιοχή B (Sand With Small Rocks) ήταν διακρίσιμη από τις ευρείς αμμώδεις περιοχές της, στις οποίες υπήρχαν διασκορπισμένοι μικροί κοραλλιογενείς υφάλοι και βράχοι με διάμετρο μικρότερη του ενός μέτρου.

Η περιοχή Γ (Large Coral Heads) βρισκόταν ενδιάμεσα της προηγούμενης περιοχής και χαρακτηριζόταν από απομονωμένους μεγάλους κοραλλιογενείς υφάλους του γένους *Porites*.

Η περιοχή Δ (Condensed Live/Dead Coral) ήταν οριακή με τον ωκεανό και αποτελούνταν από βράχια νεκρών κοραλλίων αναμεμειγμένα με βράχια ζώντων κοραλλίων, τα οποία σπανίως είχαν μεγαλύτερη διάμετρο από 0,5μ.

Η περιοχή E (Deeper Rock-Reef With Sand) ξεκινούσε από ένα βάθος τριών μέτρων και βάθαινε απότομα από το όριο του υφάλου στην λιμνοθάλασσα. Μεγάλα βράχια βρίσκονταν διασκορπισμένα στις αμμώδεις "πεδιάδες" αυτής της έκτασης.

Αρκετοί παρατηρητές συνετέλεσαν στην μελέτη, μέσω έρευνας και συνεχής παρατήρησης των χταποδιών από την αυγή έως το σούρουπο. Όταν τα χταπόδια βρίσκονταν σε θολάμια, η τοποθεσία του θολαμιού μαρκαριζόταν με μια μικρή επιπλέουσα σφαίρα, για να γίνεται ευκολότερα η ανίχνευση της θέσης.

Έπειτα από μια μέρα παρατηρήσεων κατέστη σαφές ποια χταπόδια διατρέφονταν κανονικά, παρά την παρουσία των παρατηρητών. Όλα τα χταπόδια ακολουθούσαν, αλλά τα δύο περισσότερο ενεργά ακολουθούσαν από μία ομάδα που διέθετε βιντεοκάμερα.

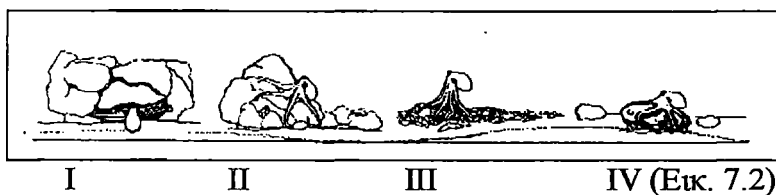
Οι δύτες έδιναν αναφορά μέσα σε ελάχιστες ώρες μετά από κάθε κατάδυση και οι σημειώσεις τους μεταφέρονταν σε ένα υπολογιστή. Επίσης οι ομάδες των παρατηρητών πραγματοποιούσαν χάρτες οι οποίοι έδειχναν την κατεύθυνση και την απόσταση που διένυαν τα χταπόδια. Από αυτούς τους χάρτες πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί σχετικά με τις αποστάσεις που διένυαν τα χταπόδια κατά την διάρκεια των ταξιδιών διατροφής.

Τα χταπόδια ταξινομήθηκαν σαν *Octopus cyanea* λόγω του ότι κανένα άλλο μεγάλο χταπόδι δεν έχει καταγραφεί στους υφάλους της Πολυνησίας. (Richard, 1985) Το μέγεθος των ζώων εκτιμήθηκε σε 300-700 γραμ. .

Η ορολογία στις συγκεκριμένες συμπεριφορές ποικίλει στην βιβλιογραφία. ορισμένοι ορισμοί αναφέρονται εδώ. Η εφόρμηση (rounce) είναι ένα χαρακτηριστικό κινητήριο πρόγραμμα δράσης στο οποίο, το χταπόδι ορμάει πάνω σε ένα πιθανό σημείο διατροφής, ενώ ταυτόχρονα απλώνει τα πλοκάμια και τον εκτεταμένο ιστό του, καθώς αυτά ασπρίζουν στιγμιαία (Εικ. 7.2 II). Τα χταπόδια στη συνέχεια χρησιμοποιούν τις άκρες των πλοκαμιών τους για να ερευνήσουν κάτω αλλά και γύρω από το αντικείμενο

που έχουν αρπάξει. Το θήραμα αρπάζεται ή συλλαμβάνεται στο βυθό. Ο Yarnall (1969) πρώτος περιέγραψε αυτή τη συμπεριφορά και την αποκάλεσε ως υποθετική εφόρμηση (speculative pounce). Ο Warren et al (1974) καθόρισε την στερεοτυπία της ως δράση και συσχέτισε με αυτή τα κινητήρια προγράμματα της αλλαγής των σωματικών σχεδίων της εφόρμησης στο *O. rubescens*.

Το ψηλάφισμα (glope) ορίζεται ως “ανίχνευση της γύρω περιοχής με τα πλοκάμια.” ή “ερευνώντας τυφλά και αβέβαια” (Εικ. 7.1 I). Αυτό περιγράφει ακριβώς τι κάνουν τα χταπόδια επεκτείνοντας τα μακριά πλοκάμια τους βαθιά μέσα σε σχισμές (συνήθως χωρίς να ανοίγουν τον ιστό) καθώς σχολαστικά, βρίσκουν και τραβούν το θήραμα τους. Αυτός ο όρος είναι παρόμοιος με το “σκάλισμα” που περιγράφεται από την Mather (1991), αλλά ο όρος της δεν είναι ακριβής για αυτά που παρατηρήσαμε στο *O. cyanea*.



Τέσσερις δραστηριότητες μετακίνησης παρατηρήθηκαν:

Η ανάπαυση, (sitting) αναφέρεται σε ένα ακίνητο χταπόδι με την κουκούλα του σηκωμένη (Εικ. 7.2 III). Σε αντίθεση με το ψηλάφισμα τα πλοκάμια δεν ήταν πλήρως εκτεταμένα και δεν ερευνούσαν για θήραμα.

Το σύρσιμο (crawling) (Mather, 1991a) είναι το ανάλογο ενός χταποδιού που περπατάει κινούμενο αργά ενώ βρίσκεται σε επαφή με το υπόστρωμα με συντονισμένες κινήσεις των πλοκαμιών. (ΕΙΚ. 7.2 IV)

Η εμπρόσθια κολύμβηση πραγματοποιείται με τα μάτια και το κεφάλι να είναι στο εμπρόσθιο μέρος, τα πλοκάμια συνήθως διαιρεμένα σε δύο τετράδες που σέρνονται κατά μήκος μαζί με τον μανδύα.

Γρήγορη οπίσθια κολύμβηση η οποία πραγματοποιείται με τον μανδύα πρώτο, ενώ το κεφάλι και τα πλοκάμια να ακολουθούν σερνόμενα.

Συνολικά 4.6 ώρες βιντεοσκόπησης αναλύθηκαν καρέ προς καρέ, έτσι ώστε να συσχετισθεί η δομή του περιβάλλοντος χώρου με την συμπεριφορά. Συνολικά σαράντα βιντεοταινίες κολύμβησης αναλύθηκαν.

### 7.5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα χταπόδια μελετήθηκαν από τις 9-14 Μαρτίου 1993. Έξι χταπόδια παρατηρήθηκαν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και σποραδικά την νύχτα, αλλά τα στοιχεία για την διατροφική συνήθεια του πληθυσμού αποκτήθηκαν κυρίως από δύο χταπόδια: το J (εννέα διατροφικά ταξίδια) και το R (εφτά διατροφικά ταξίδια). Συνολικά, 24 ταξίδια διατροφής παρατηρήθηκαν σε ένα σύνολο 1905 λεπτών (32 ώρες παρατηρήσεων). Δεκαέξι από αυτά τα διατροφικά ταξίδια καταγράφηκαν εν μέρει ή ολικά σε βίντεο. Δεκαεφτά από τα 24 διατροφικά ταξίδια βρέθηκαν σε εξέλιξη, με εξαίρεση δύο τα οποία πραγματοποιήθηκαν σε ελάχιστα μέτρα από το θολάμι.

## 7.5.2 ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Έξι από τα δέκα κατοικημένα θολάμια κατοικήθηκαν για το περισσότερο χρονικό διάστημα ή για όλο το χρονικό διάστημα της μελέτης, ενώ τέσσερα από αυτά βρέθηκαν κατοικημένα μια φορά και στη συνέχεια της μελέτης βρέθηκαν κενά. Το *Octopus cyanea*, επέδειξε μια ισχυρή τάση να είναι ενεργό τις πρώτες και τις τελευταίες τρεις ώρες κάθε μέρας. Έξι χταπόδια παρατηρούνταν σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και περιστασιακά τη νύχτα για να επιβεβαιωθεί αυτή η περίοδος δραστηριότητας. Από αυτά τα έξι ζώα, δύο χταπόδια (το J και το R) εξοικειώθηκαν γρήγορα και πλήρως με τους δύτες, συνήθως διατρέφονταν δύο φορές κάθε μέρα στις έξι μέρες της παρατήρησης. Τα άλλα χταπόδια ήταν επιφυλακτικά και σπάνια έφευγαν από τα θολάμια τους όταν παρατηρούνταν. Τα ζώα αυτά τελικά εγκατέλειψαν τα θολάμια τους.

Η μέση διάρκεια παρατήρησης ενός ταξιδιού διατροφής ήταν 95,6 και 146,7 λεπτά για τα χταπόδια J και R αντίστοιχα. Από αυτό μπορεί να εκτιμηθεί ότι τα χταπόδια J και R ξόδευαν το 24% και το 35% αντίστοιχα των ημερήσιων ωρών διατροφής τους, σε δύο διατροφικά ταξίδια συνολικής διάρκειας 13.6 ωρών την ημέρα. Παρόλα αυτά, υπήρχε μια ποικιλότητα. Για παράδειγμα, το χταπόδι R μια φορά παρατηρήθηκε μακριά από το θολάμι του για μια περίοδο έξι ωρών σκάβοντας ένα καινούργιο θολάμι σε βαθύτερα νερά. Έπειτα το ζώο είχε μετακινηθεί πίσω στο αρχικό του θολάμι στα ρηχότερα νερά, περίπου 30μ. μακρύτερα.

Όλοι οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας, αλλά και αργά τη νύχτα έδειξαν ότι τα ζώα ήταν στα θολάμια τους ενώ ορισμένες πέτρες αλλά και κελύφη ήταν τραβηγμένα στο άνοιγμα.

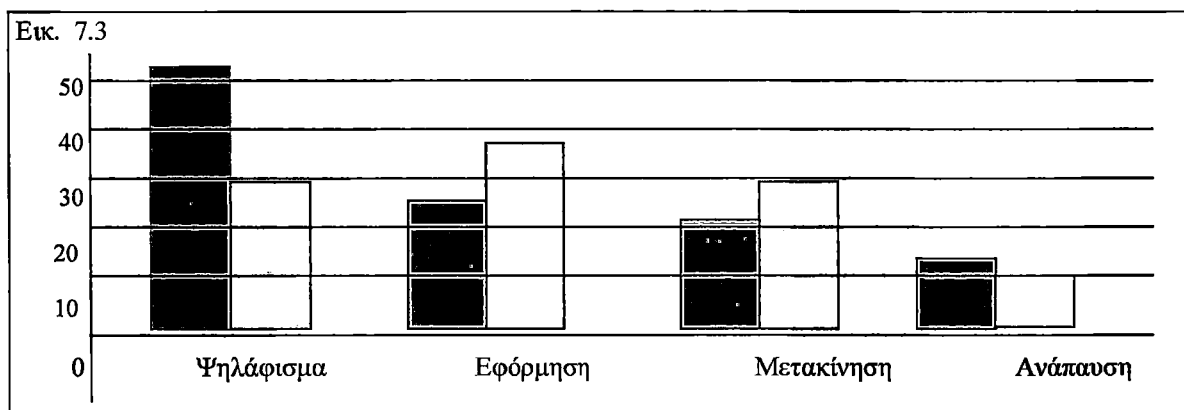
## 7.5.3 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Τα χταπόδια J και R πραγματοποιούσαν μακρινά διατροφικά ταξίδια, ένα το πρωί και ένα το απόγευμα. Τα διατροφικά ταξίδια των χταποδιών κάλυπταν αποστάσεις από 15 έως 120μ.. Οι υπολογισμένες κατά μέσο όρο συνολικές διαδρομές για διατροφή ήταν  $32,8\mu. \pm 9,3\mu.$  (χταπόδι J) και  $65,0 \pm 12,7\mu.$  (χταπόδι R). Τα πρωινά ταξίδια είχαν την τάση να είναι μακρύτερα απ' ό,τι τα απογευματινά, ενώ τα τέσσερα μακρύτερα διατροφικά ταξίδια πραγματοποιήθηκαν το πρωί. Συνήθως αυτά τα χταπόδια ταξίδευαν πάνω από 100μ. την ημέρα, ανιχνεύοντας για φαγητό.

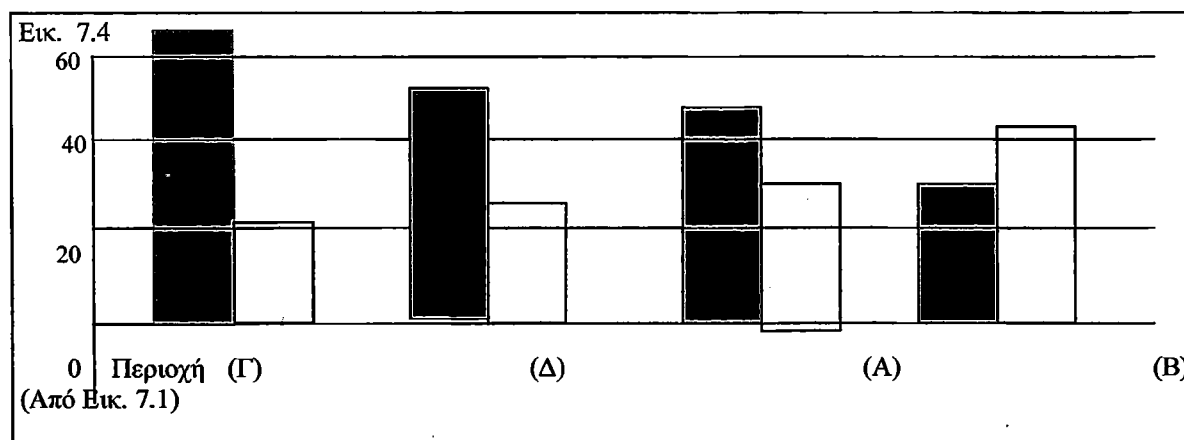
Η εικόνα 7.1 δείχνει τα διατροφικά δρομολόγια των χταποδιών J και R. Τα χταπόδια δεν διατρέφονταν στην ίδια περιοχή, σε συνεχή ταξίδια ή σε συνεχείς ημέρες, τουλάχιστον κατά την διάρκεια της πενταήμερης περιόδου μελέτης. Για να εκτιμηθεί η περιοχή διατροφής, στην εικόνα 1 ένα ορθογώνιο σχεδιάστηκε βασιζόμενο πάνω στη μέγιστη απόσταση που διανύθηκε προς κάθε κατεύθυνση (Βορρά, Νότο, Ανατολή και Δύση) από κάθε χταπόδι. Υπολογίζοντας την έκταση του κάθε ορθογωνίου υπολογίσαμε διατροφικές περιοχές 2016 τ.μ και 1420 τ.μ για τα ζώα J και R, αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε μια επικάλυψη του πεδίου διατροφής, η οποία ήταν ισοδύναμη με το 11% του συνολικού πεδίου.

### 7.5.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΤΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Αν και μακριά από τα θολάμια τους, τα χταπόδια πραγματοποιούσαν κυρίως τις ακόλουθες συμπεριφορές: (1) Ψηλάφισμα (2) Εφόρμηση (3) Μετακίνηση ή (4) Ανάπαυση. Η Εικ. 7.3 απεικονίζει το ποσοστό του χρόνου που ξοδεύτηκε σε κάθε συμπεριφορά για κάθε χταπόδι. Περίπου το 60% του χρόνου αυτού ξοδεύτηκε στην ενεργή αναζήτηση για τροφή, π.χ. εφορμώντας ή ψηλαφώντας. Η εικ. 7.4 δείχνει την σχέση ανάμεσα στη συμπεριφορά διατροφής και του τύπου του υποστρώματος και για τα δύο χταπόδια. Η συχνότητα της συμπεριφοράς εφόρμησης μειώθηκε κατά μήκος των 4 τύπων υποστρώματος ενώ η συχνότητα της συμπεριφοράς ψηλάφησης αυξήθηκε



Εικ. 7.3 Ποσοστό επί τοις εκατό του δαπανηθέντος χρόνου σε κάθε μία από τις τέσσερις δραστηριότητες συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της διατροφής. Τα ποσοστά βασίζονται σε ένα σύνολο 228 λεπτών παρατήρησης με βιντεοκάμερα για το χταπόδι J και σε ένα σύνολο 45 λεπτών για το χταπόδι R, αντίστοιχα.



Εικ. 7.4 Διατροφική συμπεριφορά (ψηλάφισμα σε σύγκριση με την εφόρμηση) σε σχέση με τέσσερις τύπους υποστρώματος στο περιβάλλον διαμονής (όπου Α, Β, Γ, Δ από Εικ. 7.1).

Ένας έλεγχος των καθορισμένων συμπεριφορών (Siegel & Castellan, 1988) πραγματοποιήθηκε για να εκτιμηθούν οι τάσεις σε κάθε συμπεριφορά. Η εφόρμηση χρησιμοποιείται ορισμένες φορές όταν μικροί βράχοι μπορούσαν να τυλιχθούν με τα



πλοκάμια και τον ιστό (0,6μ. διάμετρος). Αυτό το μοντέλο δράσης πραγματοποιούνταν συχνά σε κατάλληλα υδάτινα περιβάλλοντα. Παρόλα αυτά, στις περιοχές (Δ) και (Γ) (εικ. 7.1) τα χταπόδια χρησιμοποιούσαν το ψηλάφισμα συχνότερα, επειδή τα κοράλλια και οι βράχοι ήταν πάρα πολύ μεγάλοι για να καλυφθούν από τον ιστό. Ήταν εντυπωσιακό το πόσο σχολαστικά και λεπτομερώς τα χταπόδια εξερευνούσαν κάθε ένα κοράλλι από *Porites*. Συνήθως ανίχνευαν πάνω από κάθε τμήμα του κοραλλιού και χρησιμοποιούσαν τροποποιημένα την εφόρμηση για να καλύψουν το χώρο ανάμεσα στην άμμο και το κοράλλι.

### 7.5.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΤΑΞΙΔΙΩΝ

Κατά μέσο όρο, το 21% του χρονικού διαστήματος που ήταν μακριά από τα θολάμια τους ξοδεύονταν στην κίνηση (Εικ. 7.3), η οποία περιλάμβανε σύρσιμο και κολύμβηση. Όπως τα περισσότερα χταπόδια που ζούν σε ρηχά νερά, το *O. cyanea* κολυμπά ακολουθώντας δύο πρότυπα δράσης είτε την εμπρόσθια κολύμβηση είτε την γρήγορη οπίσθια κολύμβηση.

Δύο είδη εμπρόσθιας κολύμβησης παρατηρήθηκαν. Το πρώτο περιλάμβανε μικρά “χοροπηδητά” ή “πηδηματάκια” για να καλυφθούν αποστάσεις 2 μέτρων. Η εμπρόσθια κολύμβηση χρησιμοποιούνταν για να μετακινούνται οριζόντια ή κατακόρυφα π.χ., από την κορυφή ενός βράχου ή από την κορυφή ενός κοραλλιού κάτω στο βυθό ή το αντίστροφο. Η δεύτερη μορφή εμπρόσθιας κολύμβησης παρατηρήθηκε αρκετές φορές και η μέση απόσταση που καλύφθηκε ήταν 4.0 μ. Στην γρήγορη οπίσθια κολύμβηση η μέση απόσταση ήταν 5.1μ.

Σε έξι περιπτώσεις τα χταπόδια έκαναν γρήγορες και παρατεταμένες οπίσθιες κολυμβήσεις κατευθείαν πίσω στα θολάμια τους, έτσι ώστε να ολοκληρώσουν ένα διατροφικό ταξίδι. Ορισμένες από αυτές τις κολυμβήσεις έφταναν τα 15-20μ., υποδεικνύοντας ακριβή γνώση του θαλασσινού τοπίου.

### 7.5.6 ΕΙΔΗ ΘΗΡΑΜΑΤΩΝ

Δεν ήταν δυνατό να καθοριστούν επακριβώς τα είδη τροφής των χταποδιών εφόσον οι ερευνητές δεν είχαν άμεσες επαφές με αυτά, με κανέναν τρόπο. Αυτό έγινε για να ελαχιστοποιηθεί η ανθρώπινη επίδραση στην συμπεριφορά τους. Ήταν ξεκάθαρο ότι τα ζώα, κατά κανόνα, μετακινούσαν αντικείμενα τροφής από τα πλοκάμια τους στο σώμα τους κατά τη διάρκεια των περιόδων όπου εφορμούσαν και ψηλαφούσαν.

Μια εντύπωση που δημιουργήθηκε ήταν ότι ένα μικρό μέρος της τροφής μεταφερόταν πίσω στο θολάμι. Παρόλα αυτά, ορισμένες ενδείξεις των διαιτών καταγράφηκαν από τα υπολείμματα που άφηναν τα χταπόδια, κατά τη διάρκεια των διατροφικών τους ταξιδιών και από υπολείμματα τροφής που βρίσκονταν έξω από τα θολάμια τους. Η διαίτα αποτελούνταν κυρίως από δίθυρα, από γαστερόποδα μαλάκια και από καβούρια. Τα δίθυρα μαλάκια ήταν τα *Scutarcopagia scobinata*, Linnaeus, 1758 (Tellinidae), *Tridacna maxima*, Roeding, 1798 (Tridacnidae), *Chama pacifica*, Broderip, 1834 (Chamidae), *Arca ventricosa*, Lamarck, 1819 (Arcidae), *Periglypta reticulata*,

Linnaeus 1758 (Veneridae). Τα γαστερόποδα μαλάκια ήταν τα *Conus litteratus*, Linnaeus 1758 (Conidae). Ενώ τέλος, τα καρκινοειδή ήταν τα *Carpilius maculatus* (Linnaeus, 1758) (Xanthidae) και τα *Glyptoxanthus* spp. (Xanthidae). Δεν υπήρχε ένδειξη για θήρευση σε ψάρια.

Σε μια περίπτωση παρατηρήθηκε το χταπόδι R να κρατάει ένα μέρος του φαγητού του, κατά την διάρκεια της νύχτας και να το καταναλώνει το επόμενο πρωί. Ένα μεγάλο καβούρι των κοραλλιογενών υφάλων (*Carpilius maculatus* με 13 εκ. μήκος στο καύκαλο) συλλήφθηκε πιθανώς κατά τη διάρκεια ή έπειτα από μια ανασκαφή που πραγματοποιήθηκε. Το χταπόδι κατανάλωσε σχεδόν όλο το καβούρι και δεν έκανε άλλο διατροφικό ταξίδι εκείνη την ημέρα. Το πρωί της επόμενης ημέρας, το ίδιο χταπόδι αναδύθηκε από το θολάμι του και καθώς καθόταν στο άνοιγμα της φωλιάς του, άρχισε την κατανάλωση του υπόλοιπου μέρους του καβουριού, μια διαδικασία που κράτησε πάνω από 30 λεπτά. Το χταπόδι στη συνέχεια υποχώρησε μέσα στο θολάμι του και δεν πραγματοποίησε διατροφικό ταξίδι έως το απόγευμα της ίδιας μέρας.

### 7.5.7 ‘ΑΚΟΛΟΥΘΗΤΙΚΗ’ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΠΟ ΨΑΡΙΑ

Στα περισσότερα διατροφικά ταξίδια τα χταπόδια ακολουθούνταν έως και δύο ώρες από μερικά ψάρια. Καθώς τα χταπόδια ψηλάφιζαν ή εφορμούσαν πιθανές τοποθεσίες φαγητού, αυτά τα ψάρια τριγύριζαν κοντά τους και επιτίθονταν σε μικρούς οργανισμούς που πέταγε το χταπόδι έξω από την φωλιά του, με πίδακες νερού. Δεν ήταν ποτέ δυνατό να ταυτοποιήθουν τα μικρά αντικείμενα που έτρωγαν αυτά τα ψάρια.

Πέντε είδη ψαριών που πραγματοποίησαν αυτή τη συμπεριφορά ταυτοποιήθηκαν. Σύμφωνα με αυτή τη διεργασία τα είδη ήταν: το *Epinephelus merra* (Bloch, 1793), το *Cephalopholis argus* Schneider 1801, το *Halichoeres trimaculatus* (Quoy & Gaimard, 1834), το *Thalassoma hardwicke* (Bennett, 1828), το *Parupeneus pleurostigma* Bennett (1830) και το *Parupeneus multifasciatus* (Quoy & Gaimard, 1825). Σε καμία περίπτωση αυτά τα ψάρια δεν ενόχλησαν τα χταπόδια κατά τα διατροφικά ταξίδια τους και τα χταπόδια φαίνονταν να είχαν ξεχάσει εντελώς την παρουσία τους.

### 7.5.8 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Νεαρά άτομα του *Octopus vulgaris* τα οποία διατρέφονταν σε πολύ ρηχά παράκτια νερά στην Βερμούδα (Mather, 1988, 1991a,c) έδειξαν μία μέση διάρκεια διατροφικών ταξιδιών της τάξεως των 64 λεπτών συγκρινόμενο με ένα μέσο όρο 118 λεπτών στην την μελέτη των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon το 1993. Τα ζώα που παρατήρησε η Mather είχαν ευρós διατροφικών ταξιδιών της τάξης των 100-200 τ.μ συγκρινόμενα με τα χταπόδια της έρευνας των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon που είχαν 1000-2000 τ.μ. Μία εξήγηση αυτών των διαφορών είναι το μικρότερο μέγεθος των χταποδιών που χρησιμοποίησε στη μελέτη της η Mather: 50-100 γρ., σε αντίθεση με τα 500-700γρ. στην μελέτη των προαναφερθέντων ερευνητών.

Το *Octopus vulgaris* διατρεφόταν κατά την διάρκεια της ημέρας, με μια μέγιστη δραστηριότητα το πρωί και το απόγευμα (Mather, 1988). Αναπαραστατικά στοιχεία για ένα ζώο που παρατηρήθηκε 7 ημέρες έδειξαν ότι αυτό διατρεφόταν από μία έως πέντε

φορές κατά την διάρκεια της ημέρας, με μέσο όρο 3.4 διατροφικά ταξίδια (Mather, 1991a).

Η δραστηριότητα του *Octopus cyanea* ήταν μεγαλύτερη νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα αλλά υπήρχε μια ποικιλία. Γενικά, τα χταπόδια αυτά ξόδευαν μόνο περίπου το 24 με 35% της ημερήσιας δραστηριότητας τους έξω από τα θολάμια ανιχνεύοντας για τροφή. Από συγκρίσεις η Mather (1988) βρήκε ότι το νεαρό άτομο του *O. vulgaris* ξόδευε περίπου 24% της ημέρας διατρεφόμενο, αλλά με μία μεγίστη δραστηριότητα το πρωί και σημαντικά λιγότερο καθώς η μέρα προχωρούσε.

Πρότυπα δραστηριότητας παρόμοια με αυτά του *O. cyanea* έχουν δείχθει από τον Van Heukelem (1966, 1983) από τον Yamall, (1969) και από τον Houck (1982) και για άλλα είδη του γένους. Κατά την διάρκεια της νύχτας αλλά και κατά τη μέση της ημέρας, τα χταπόδια συνήθως αποσύρονταν βαθιά μέσα στα θολάμια τους, ενώ μετέφεραν και ορισμένες πέτρες ή κελύφη πάνω στο άνοιγμα του θολαμιού. Ενώ σπάνια κατά το μέσο της ημέρας τα χταπόδια κοίταζαν προς τα έξω. Από την έρευνα των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon δεν παρατηρήθηκε σχέση ανάμεσα στις διατροφικές συνήθειες και τους ρυθμούς παλίρροιας στην ατόλη Μανίχη, όπου όλα τα θολάμια ήταν υποπαλιρροιακά. Σε πολύ ρηχά και σε ενδοπαλιρροιακά υδάτινα περιβάλλοντα όπως στο μεγάλο κοραλλιογενές φράγμα, οι διατροφικές συνήθειες του *O. cyanea* μπορεί να καθορίζονται περισσότερο από την παλίρροια (Roper & Hochberg, 1988).

Τα ψάρια που ακολουθούσαν τα χταπόδια καθώς αυτά διατρέφονταν, προφανώς μείωναν την κρυπτική τους ικανότητα. Τα χταπόδια ήταν υψηλώς κρυπτικά περίπου το 60-70% της ώρας κατά την διάρκεια των διατροφικών ταξιδιών, ενώ για αρκετό μέρος αυτής της ώρας σε ορισμένα ταξίδια υπήρχαν κάποια είδη ψαριών τα οποία τριγύριζαν πάνω από τα χταπόδια. Η ευρέως διαδεδομένη φύση των διαδεδεικτών σχέσεων έχει αναφερθεί για το *Octopus cyanea* και το *Octopus macropus* στην κόκκινη θάλασσα (Ormond, 1980· Diamant & Shpigel, 1985), για το *O. vulgaris* στη Βερμούδα και στη Μεσόγειο (Kayes, 1974· Mather, 1991β) και για το *Octopus sp.* στον κόλπο της Καλιφόρνια (Montgomery, 1975· Strand, 1988). Τα περισσότερα από αυτά τα ψάρια είναι των οικογενειών Serranidae, Scorpaenidae, Mullidae, Fistulariidae και Labridae.

Τα ψάρια εμφανίζονται να κερδίζουν θρεπτικά από αυτήν την αλληλεπίδραση, ενώ τα χταπόδια δεν κερδίζουν προφανώς τίποτα. Εκτός των άλλων τα χταπόδια γίνονταν περισσότερο ορατά στους θηρευτές τους, λόγω της παρουσίας των ψαριών (Mather, 1991β). Υπάρχουν πολλά παραδείγματα διαφόρων θαλάσσιων ψαριών τα οποία ακολουθούνται από άλλα κυνηγητικά ψάρια.

Ο τρόπος διατροφής του χταποδιού (σταμάτημα –εκκίνηση) αντιστοιχεί σε ένα πρότυπο έρευνας. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό ο θηρευτής έχει την τάση να πραγματοποιεί ευέλικτες κινήσεις που οδηγούν σε αποτελεσματικότερη διατροφή. Έτσι κατά την διάρκεια ενός διατροφικού ταξιδιού, το διατρεφόμενο ζώο ερευνά για τροφή μόνο όταν σταματάει την κίνησή του. Ωστόσο δεν είναι απολύτως βέβαιο ότι μόνο κατά το διάστημα της ανάπαυσης ανίχνευαν για τροφή.

Η εφόρμηση του *O. cyanea* με την στερεοτυπική “περίφραξη” από τον ιστό και τα πλοκάμια, είναι περισσότερο χαρακτηριστική από ότι σε άλλα είδη χταποδιών. Το είδος της Καλιφόρνια *O. tubescens* επίσης έχει μια χαρακτηριστική εφόρμηση με μια αλλαγή του σχεδίου στο σώμα (Warren et al, 1974) ενώ το *Octopus briareus* στους κοραλλιογενείς υφάλους της Καραϊβικής χρησιμοποιεί έναν “βαθύ” ιστό και μια ανιχνευτική εφόρμηση, παρόμοια με αυτή στο *O. cyanea* (Hanlon & Wolterding, 1989).

Το ψηλάφισμα είναι μια άλλη τακτική η οποία παρέχει την δυνατότητα στα χταπόδια να ανιχνεύουν βαθιές σχισμές. Ήταν εκπληκτικό το πώς η κάθε συμπεριφορά μπορούσε να συσχετισθεί με τον εκάστοτε τύπο υποστρώματος (εικ. 7.4).

Η επιτυχία στη θήρευση επηρεάζει την δραστηριότητα διατροφής και εξηγεί την ποικιλότητα στους χρόνους της. Το παράδειγμα διατήρησης της τροφής που αναφέρθηκε είχε ένα μεγάλο αντίκτυπο στην διατροφική συνήθεια. Το χταπόδι δαπάνησε σε ανάπαυση, το χρονικό ισοδύναμο δύο διατροφικών ταξιδιών πιθανώς λόγω του ότι το καβούρι ήταν μεγάλο και απαιτήθηκε μεγάλο χρονικό διάστημα για να καταναλωθεί. Εάν η χρονική διάρκεια της διατροφής ή η συχνότητα της, ήταν μια αντίδραση στην επιτυχία θήρευσης, τότε φαίνεται λογικό ότι μεγάλα χταπόδια σε ένα περιορισμένο σε τροφή περιβάλλον διαμονής μπορεί να απαιτούν διαφορετικούς τύπους για θήρευση.

Κάθε ένα από τα ζώα που παρατηρήθηκαν στη Μανίχη είχε εύρη διατροφικών ταξιδιών της τάξης των 1220-2016 τ.μ.. Ο Yamall (1969) τοποθέτησε σε δεξαμενές χταπόδια με πολύ μεγάλες πυκνότητες: 20 και 40 φορές πυκνότερα απ' ότι βρέθηκαν ελεύθερα στη Μανίχη. Τα χταπόδια αυτά έδειξαν μια μέση διατροφική απόσταση των 27μ. και μια μέση διάρκεια των 17 λεπτών, σε σχέση με τα ευρήματα της μελέτης των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon, που ήταν 81μ. απόσταση και 118 λεπτά η διάρκεια. Τα ζώα που συλλήφθηκαν και ελευθερώθηκαν σε αυτές τις δεξαμενές ήταν 2 έως 3 φορές μεγαλύτερα από ότι τα ζώα που παρατηρήθηκαν στην προαναφερθείσα έρευνα και ο Yamall ανέφερε ότι οι πηγές του φαγητού στις δεξαμενές πολύ γρήγορα ήταν υπερεκμεταλλεύσιμες από αυτά τα ζώα. Το γεγονός αυτό οδήγησε προοδευτικά σε μεγαλύτερα εύρη θήρευσης, σε μια αυξημένη διάρκεια στα ταξίδια διατροφής και τελικά σε μείωση του βάρους των χταποδιών.

Τα χταπόδια παρέμεναν κρυμμένα σε θολάμια κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αναδύονταν για να ψάξουν τροφή νωρίς το πρωί, έπειτα επέστρεφαν στα θολάμια τους πριν από τη μέση της ημέρας και έκαναν ένα άλλο διατροφικό ταξίδι αργά το απόγευμα. Διατρέφονταν με πολυάριθμα μικρά θηράματα (κυρίως μαλάκια), αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις συλλάμβαναν ένα μεγάλο καβούρι όταν τους δινόταν ευκαιρία. Τα κατοικημένα θολάμια έχουν μια μεγάλη απόσταση μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους, τα οποία θηρεύουν σε μια περιοχή. Αυτά τα άτομα δεν ερευνούν για τροφή ακολουθώντας το ίδιο δρομολόγιο διαδοχικές ημέρες, πιθανώς λόγω του ότι η διατροφική τους μέθοδος είναι λεπτομερής οπότε θα απαιτούσε αρκετό χρόνο από τα αργά μετακινούμενα μαλάκια να επανακατοικήσουν τα εξαντλημένα αποθέματα, από τα διατροφικά δρομολόγια.

Η γενική στρατηγική είναι ότι το *Octopus cyanea* διατρέφεται σύμφωνα με ένα οπορτουνιστικό και υποθετικό τρόπο, χρησιμοποιώντας πρωταρχικά δυο συμπεριφορές της αφής (εφόρμηση και ψηλάφισμα), σε σχέση με τη φύση του υποστρώματος. Ο κυρίαρχος τρόπος διατροφής είναι μέσω της αφής. Τα μακριά πλοκάμια και ο επεκτάσιμος ιστός αυτών των ειδών χρησιμοποιούνται για να συλλάβουν το θήραμα, καθώς οι επιδέξιες βεντούζες και τα πλοκάμια στη συνέχεια τυλίγονται γύρω από το θήραμα τυφλά και το μετακινούν στο στόμα για κατανάλωση.

Η συγκεκριμένη συμπεριφορά θήρευσης μέσω της αφής μπορεί απλά να είναι μια αντίδραση ως προς το σχήμα του υποστρώματος, π.χ. η εφόρμηση χρησιμοποιείται όταν τα αντικείμενα μπορούν να καλυφθούν από τα πλοκάμια ενώ, το ψηλάφισμα χρησιμοποιείται όταν αυτό δεν είναι δυνατό. Τα ενήλικα άτομα του *O. cyanea* δεν είναι

πρωταρχικά οπτικοί θηρευτές, με την έννοια ότι βλέπουν το θήραμα και πραγματοποιούν άμεσες επιθέσεις.

Παρόλα αυτά, η μεγάλη πλειοψηφία των πιθανών θηραμάτων του *O. cyanea*, είναι καλά κρυμμένα κατά την διάρκεια των ημερησίων ωρών όταν δηλαδή τα χταπόδια θηρεύουν. Οι παρατηρήσεις υποδεικνύουν ότι η υψηλή όρασή τους χρησιμοποιείται κυρίως για την εντοπισμό θηρευτών, για τον καθορισμό του κατάλληλου πρότυπου κρυπτικού σχεδίου σώματος και για τον καθορισμό πιθανών σημείων τροφής. Παράλληλα, καθώς πραγματοποιούν διατροφικά ταξίδια απομνημονεύουν το θαλασσινό τοπίο ώστε να βρουν το δρόμο για το θολάμι. Η περιστασιακή οπτική ανίχνευση ενός θηράματος όπως είναι ένα καβούρι, θα μπορούσε να ακολουθηθεί από μια άμεση οπτική επίθεση. Αντίθετα η στρατηγική διατροφής που ακολούθησαν τα ζώα στη μελέτη στηριζόταν στην αφή και στην υποθετική ανίχνευση. Ο Yarnall (1969), ο Packard (1972), ο Ambrose (1986, 1988), ο Ambrose και ο Nelson (1983) ο Aronson (1991) και η Mather με τον O' Dor (1991) πραγματοποίησαν παρόμοιες υποθέσεις σχετικά με τα χταπόδια που ζουν στα ρηχά νερά.

Κατάλληλες παρατηρήσεις στο πεδίο, σε ένα προσωρινό μοντέλο διατροφής, δεν είναι δυνατές λόγω του ότι ελάχιστα στοιχεία είναι διαθέσιμα. Αναμφίβολα, τα βενθικά χταπόδια είναι ομορτονομιστές, όπως θα ήταν αναμενόμενο για οποιοδήποτε θηρευτή ο οποίος διατρέφεται σε ένα μεγάλο εύρος υδάτινων περιβαλλόντων (Curio, 1976, Ambrose, 1983, 1984). Ίσως σε αντίθεση με τα άλλα ασπόνδυλα, τα χταπόδια είναι ικανά να μαθαίνουν την κατανομή ορισμένων θηραμάτων και έτσι να πραγματοποιούν διατροφικά ταξίδια σύμφωνα με αυτή, όπως υπέθεσε ο Ambrose (1984). Η επικέντρωση του ενδιαφέροντος στους τρόπους διατροφής τις τελευταίες δύο δεκαετίες (π.χ. Curio, 1976, Stephens & Krebs, 1986), έχει οδηγήσει σε ευρύτερες μελέτες.

## 7.5.9 ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ

Τα χταπόδια είναι γενικά μη επιλεκτικοί θηρευτές. Ο Ambrose (1984) κατέγραψε 55 είδη μαλακίων και καρκινοειδών τα οποία είχε σαν θήραμα το *O. bimaculatus*. Τα χταπόδια πρέπει να έχουν αναπτύξει ευέλικτες και ποικίλες στρατηγικές για την διαχείριση αυτής της ποικιλότητας. Πολλές από αυτές τις στρατηγικές έχουν παρατηρηθεί, αλλά δεν έχουν ελεγχθεί σε πειραματικές καταστάσεις, έτσι οι αποδείξεις σχετικά με τις πληροφορίες και την επεξεργασία τους κατά την διάρκεια της θήρευσης είναι ορισμένες φορές έμμεσες.

Τα χταπόδια επιδεικνύουν την ευελιξία τους σε ένα διαφορετικό τομέα θήρευσης, με την διάτρηση στα σκληρά κελύφη διαφόρων ειδών μαλακίων. Τα θηράματα ακινητοποιούνται μέσω της εκτόξευσης μια παραλυτικής νευροτοξίνης από τον εμπρόσθιο σιελογόνο αδέν (Ghirelli, 1960). Για να αποκτήσουν πρόσβαση στο σώμα των μαλακίων που έχουν σκληρά κελύφη, τα χταπόδια μπορούν να διαχωρίσουν τις θύρες ενός δίθυρου ή να τραβήξουν ένα γαστερόποδο από το κέλυφος του ή να σπάσουν τα κελύφη με τη βοήθεια ισχυρής δύναμης ή να διατρήσουν μία μικρή τρύπα στο κέλυφος και να χύσουν, μέσω αυτής την νευροτοξίνη. Επειδή το χταπόδι κυκλώνει το κέλυφος με τα πλοκάμια του κατά την διενέργεια αυτών των διαδικασιών δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί η σειρά των πράξεων.

Παρόλα αυτά, η συχνή παρατήρηση και η εξέταση των υπολειμμάτων των θηραμάτων που βρίσκονται έξω από τα θολάμια (Hartwick, Thorarinsson & Tulloch, 1978) υποθέτει ότι οι μικρότερες και πιθανότερα ασθενέστερες θύρες των δίθυρων

διαχωρίζονταν μέσω της δύναμης, ενώ οι μεγαλύτερες θύρες διατρίωνταν, αν και η στατιστική ανάλυση είναι ελλιπής. Ο Wodinsky (1969, 1973) συνέταξε συστηματικές μελέτες των επιλογών των τεχνικών που χρησιμοποιούσε το *O. vulgaris* κατά την διατροφή του με γαστερόποδα στο εργαστήριο. Νεκρά γαστερόποδα ή γαστερόποδα με κομμένο τον εισελκόμενο μυ τους, απλώς τραβιόντουσαν έξω από το κέλυφος. Αυτή η πράξη παρουσιαζόταν σαν πρώτη επιλογή. Η απόφραξη του ανοίγματος (η οποία ήταν πραγματική για πολλά είδη γαστερόποδων που είχαν ένα προστατευτικό κάλυμμα) οδηγούσε σε μία προσπάθεια να τραβηχτεί έξω, αυτό που έφραζε την είσοδο του κοχυλιού και στη συνέχεια, αν αυτή η κίνηση απόφραξης ήταν αποτυχημένη γινόταν διάτρηση.

Ο Wodinsky προσπάθησε να αποτρέψει την διάτρηση πάνω στα κοχύλια, μέσω επιστρώσεων που τοποθετούσε από διάφορες ουσίες. Όταν η επικάλυψη ήταν από λάστιχο τα χταπόδια τραβούσαν πρώτα το λάστιχο έξω και στη συνέχεια τρυπούσαν το κοχύλι, αλλά όταν η επικάλυψη ήταν από διατρήσιμο αλουμίνιο διαπερνούσαν τόσο την επικάλυψη όσο και το κέλυφος. Όταν μόνο η κορυφή του κοχυλιού (ο στόχος για τις περισσότερες διατρήσεις) ήταν καλυμμένος από αδιαπέραστο οδοντικό πλαστικό τα 2/3 των χταποδιών διατρούσαν το κοχύλι σε άλλο σημείο, ενώ το 1/3 τραβούσε το γαστερόποδο έξω. Όταν όλο το κοχύλι ήταν καλυμμένο από πλαστικό, το τράβηγμα του γαστερόποδου ήταν η μόνη στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε.

Όταν τα θηλυκά χταπόδια ωριμάζουν γενετικά και πραγματοποιούν ωορρηξία οι σιελογόνοι αδένες τους εκφυλίζονται και έτσι έχουν λίγο ή και καθόλου τοξικό σάλιο. Ο Wodinsky (1978) βρήκε ότι τρέφονταν λίγο αλλά ορισμένες φορές δέχονταν τα γαστερόποδα σαν θήραμα. Σ' αυτήν την κατάσταση, προτιμούσαν να τραβήξουν το γαστερόποδο έξω από το κέλυφος παρά να το διατρήσουν και να εκχύσουν το τοξικό σάλιο. Αυτό υποδεικνύει ότι τα χταπόδια κατέγραφαν τα αποτελέσματα των δράσεων τους και ίσως επίσης την εσωτερική τους φυσιολογία, επιδεικνύοντας έτσι εκλεπτυσμένη "ανακάλυψη και χρήση" (Neisser, 1976) των αποθηκευμένων πληροφοριών τους.

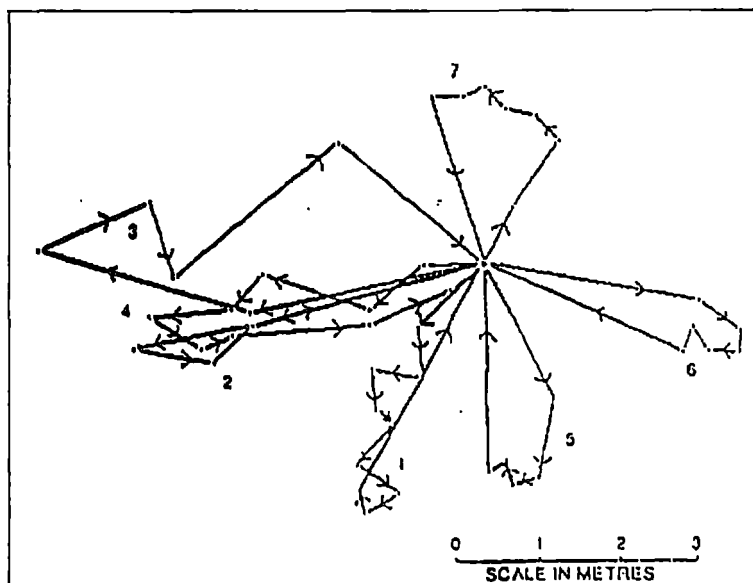
Μία παρόμοια ποικιλία τεχνικών (τράβηγμα, σπάσιμο και διάτρηση) ήταν επίσης πραγματοποιήσιμη για διάτρηση σε δίθυρα μαλάκια από το *O. dofleini* (Mather & Anderson, 1994). Τα χταπόδια αυτά συνήθως έσπαζαν τα αδύναμα κελύφη των μυδιών *Mytilus*, άνοιγαν στα δύο τα ισχυρότερα *Tapes* και συχνά διατρούσαν τα ακόμα ισχυρότερα μύδια, όπως τα *Protothaca*. Πιθανώς ως ένα αποτέλεσμα της δυσκολίας διάτρησης, κατανάλωναν περισσότερο τα *Tapes* και *Mytilus* απ' ότι τα *Protothaca* όταν τα μύδια τους παρουσιάζονταν άθικτα. Παρόλα αυτά, όταν τους προσφέρονταν μύδια ανοιγμένα κατά το ήμισυ του κελύφους προτιμούσαν το *Protothaca*.

Η τοποθεσία όπου ανοίγεται η τρύπα στο κέλυφος μπορεί να είναι σημαντική επειδή η παραλυτική νευροτοξίνη θα διαλυόταν στο νερό εάν εκχυνόταν στην μανδουακή κοιλότητα οπότε θα ήταν λιγότερο αποτελεσματική απ' ότι εάν εκχυνόταν στο σώμα του μαλακίου. Τόσο οι Arnold & Arlond (1969) όσο και ο Wodinsky (1969) βρήκαν ότι η διάτρηση πραγματοποιείται σε μία μικρή, σχετικά ακραία περιοχή του κελύφους του γαστερόποδου, κοντά σε σημείο που παρεμβάλλεται ο εισελκόμενος μυς. Σχεδόν όλες οι διατρήσεις στο κοχύλι του *Strombus* ήταν αντίθετα ως προς το χείλος του γαστερόποδου (Arnold & Arnold, 1969). Όταν το χείλος πριονιζόταν, αυτός ο προσανατολισμός χανόταν. Παρόμοια επιλεκτικότητα της τοποθεσίας ήταν αληθής για τρύπες που είχαν διατρηθεί σε δίθυρα κελύφη που είχαν εξετάσει οι Ambrose & Nelson (1983).

Οι προτιμώμενες τοποθεσίες διάτρησης μπορεί να είναι ειδικευμένες σε σχέση με τα είδη: κεντρικά στο *O. dofleini*, στο προηγούμενο και μεταγενέστερο άκρο του προσαγωγού μυ στο *O. tubescens*, και κατά μήκος της ραχιαίας άκρης στο *O. vulgaris* (Mather & Anderson). Αυτό μπορεί να είναι ένα παράδειγμα συνδυασμού προδιάθεσης και μάθησης, όπως γίνεται στις μέλισσες που έχουν καθοδηγηθεί από μάθηση, ώστε να μαθαίνουν εύκολα υποδείγματα χρώματος και μυρωδιάς σχετικά με τα λουλούδια (Menzel, 1985). Οι διασταυρωτικές συγκρίσεις στα είδη για την χρήση υποδειγμάτων αφής που έχουν μελετηθεί για το *O. vulgaris* μπορεί επίσης να επιδεικνύουν διαφορές.

Το γεγονός ότι τα χταπόδια στοχεύουν και επιτίθενται σε ειδικευμένες τοποθεσίες στα μαλάκια θηράματα τους, επαναφέρει πάλι το ερώτημα ποιοι περιορισμοί υπάρχουν στη μάθηση για πληροφορίες θέσης στα χταπόδια; Ο Wells (1964β) διαφώνησε για τους περιορισμούς με βάση τη δυσκολία των χταποδιών στην αντίληψη του βάρους, όσον αφορά την μαθησιακή ικανότητα της αφής και την αίσθηση της θέσης. Σε πειράματα παράκαμψης ένα χταπόδι ακολουθούσε συνεχώς ένα τοίχο είτε μέσω της αφής, είτε με την προσήλωση ενός ματιού του συνεχώς επάνω στον τοίχο. Η παρατήρηση από τον Fiorito et al. (1990) ότι το *O. vulgaris* δεν μείωνε την εξερεύνηση, έπειτα από επανειλημμένες δοκιμές κατά την μάθηση του τραβήγματος μιας τάπας από μία τρύπα ώστε να καταναλώσει ένα καβούρι, υποστήριζε τον περιορισμό στην μαθησιακή ικανότητα όσον αφορά την πληροφόρηση θέσης.

Παρόλα αυτά ο Walker et al. (1970) εκπαίδευσε ένα *O. maya* να πραγματοποιεί σωστές αλλαγές πορείας σε έναν λαβύρινθο σχήματος T, όταν η αμοιβή ήταν η επανείσοδος στο νερό. Η Mather (1991β) εκπαίδευσε ένα άτομο του *O. tubescens* να πηγαίνει σε ένα συγκεκριμένο σημείο για αμοιβή τροφής, ασχέτως του προσανατολισμού του σημείου αυτού, σε σχέση με το σημείο εκκίνησης που ήταν το θολάμι του χταποδιού. Η χωροταξική μνήμη (Gallistel, 1990) πιθανώς χρησιμοποιείται από τα ζώα για να επιστρέψουν στα καταφύγια τους στον ωκεανό. Το *O. vulgaris* επέστρεφε από διατροφικά ταξίδια σχηματίζοντας μία γωνία 30° σε σχέση με την ευθεία γραμμή την οποία είχε κατά την εκκίνηση του ταξιδιού του (Mather, 1991β).



Εικ. 4. Μακρά ημερήσια διατροφικά ταξίδια έξω από το κεντρικό σπίτι ενός *O. vulgaris* στην Βερμούδα, σε μια δεκαήμερη περίοδο. Από Mather (1991β).

Η επιστροφή κατά πάσα πιθανότητα καθοδηγούνται από οπτικά ορόσημα, καθώς τα χταπόδια ωθούνται μέσω του σπρωξίματος νερού όταν έφευγαν ή όταν πλησίαζαν στο σπίτι. Μία τέτοια χωροταξική μνήμη θα μπορούσε να ελεγχθεί στο εργαστήριο, αλλά το *O. rubescens* απέτυχε να επιδείξει εργασιακή μνήμη, όταν ελέγχθηκε σε ένα υδάτινο ισοδύναμο του ακτινωτού λαβύρινθου που εφευρέθηκε από τον Olton & Samuelson. Τα χταπόδια που έχουν ελεγχθεί για προσανατολισμό σε ένα σημείο ορόσημο, έδειξαν ένα εύρος ατομικής ποικιλίας στις αντιδράσεις τους, κατά τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην ανοιχτή θάλασσα (Mather, 1991β).

## 7.6 ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ

---

Οι παραδοσιακοί έλεγχοι της συμπεριφοράς έδωσαν βάση περισσότερο στις ομοιότητες απ' ό,τι στις διαφορές, ανάμεσα στα άτομα των χταποδιών. Έτσι οι περιγραφές που ήταν ειδικευμένες στις ικανότητες κάποιου είδους είχαν την τάση να αποκλείουν την ατομική ποικιλότητα. Η ατομική ποικιλότητα είναι ένας ενδιαφέρον τομέας της συμπεριφοράς του χταποδιού και μόλις το συνολικό σχέδιο συμπεριφοράς καθιερωθεί, η ατομική ποικιλότητα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν. Σε σταθερές ελεγχόμενες συνθήκες, ορισμένα χταπόδια επιχειρούν να αποδράσουν από την δεξαμενή που βρίσκονται (Boycott & Young, 1957). Άλλα, ρίχνουν πίδακες νερού στον ερευνητή (Dews, 1959) και άλλα κολυμπούν κυκλικά στην περιοχή έρευνας, με κολύμβηση που πραγματοποιείται από πίδακες. Μία τέτοια ποικιλότητα ανάμεσα στα άτομα έχει μόνο πρόσφατα δειχθεί για τα σπονδυλωτά (Clark & Ehlinger, 1987).

Η ατομική ποικιλότητα μπορεί να είναι το αποτέλεσμα τόσο του κληρονομικού ενστίκτου όσο και των εμπειριών κατά την διάρκεια της ζωής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ένα εύρος γνωστικών ικανοτήτων ανάμεσα σε ένα μόνο είδος, το οποίο είναι σαφώς ευρύτερο από τις διαφορές ανάμεσα σε διασταυρώσεις ειδών, όπως οι Povinelli, Rulf, Landau & Bierschwale (1993) βρήκαν για την αυτοαναγνώριση σε έναν καθρέφτη από τους χταπαζήδες. Με ένα τέτοιο εύρος, ποια είναι η πραγματική εκτίμηση για τις ικανότητες των ειδών;

Καθώς τα χταπόδια είναι γνωστά για την επίδειξη ποικιλότητας στην συμπεριφορά, οι Mather & Anderson (1993) κατέγραψαν το εύρος τους στο *O. rubescens*, χρησιμοποιώντας εργαστηριακά τεστ σε σταθερές συνθήκες επαγρύπνησης, διατροφής και απειλής μέσω της επαφής. Μία ανάλυση της διακριτικής λειτουργίας βασισμένη σε κομπιούτερ, ταξινόμησε τα αποτελέσματα της συμπεριφοράς και απομόνωσε τρεις "διαστάσεις προσωπικότητας", οι οποίες μπορούσαν να περιγραφούν ως επαναδραστηριοποίηση, δραστηριοποίηση και αποφυγή.

Η επαναδραστηριοποίηση μπορεί να είναι το ανάλογο της αισθηματικότητας (1991) και οι διαφορές στην διάσταση της δραστηριοποίησης θα μπορούσαν να κινητοποιήσουν τα είδη των διαφορών που βρέθηκαν από τον Povinelli et al. (1993), στις δοκιμές αυτοαντίληψης. Αυτές ήταν κατά ένα ενδιαφέροντα τρόπο παρόμοιες με τις διαστάσεις της "προσωπικότητας" που βρέθηκαν σε "υψηλότερα" σπονδυλωτά και ανθρώπους, παρά το ότι τα χταπόδια δεν ήταν αναθρεμμένα σε εργαστήριο, η αναπτυξιακή ιστορία ενός τέτοιου είδους διαφορών προσωπικότητας δεν είναι ακόμα γνωστή. Ο Burghard (1991) βρήκε παρόμοια μεγάλες διαφορές σε νεοεκκολαφθέντα φίδια από την ίδια γέννα, υποδηλώνοντας ότι οι διαφορές ανάμεσά τους ήταν κληρονομικές. Ο Wells (1958) βρήκε ότι τα νεογέννητα άτομα της σουπιάς έχουν ένα



περιορισμένο εύρος επιλογής τροφής, το οποίο επεκτεινόταν σημαντικά κατά την ωρίμανση και ανάπτυξη του εγκεφάλου.

Αυτές οι ατομικές διαφορές θα μπορούσαν να ανακύψουν σαν ένα αποτέλεσμα είτε της ωρίμανσης είτε των εμπειριών κατά τη διάρκεια μιας ευαίσθητης περιόδου. Ο Von Boletzky (1992) συμπέρανε ότι το πελαγικό περιβάλλον των νεαρών παραλαρβικών φάσεων στα νεαρά χταπόδια, μπορεί να εξηγήσει το περιορισμένο ρεπερτόριο συμπεριφοράς των νεαρών ατόμων σαν προσαρμοστικό. Η μεταγενέστερη βενθική φάση στην πολυποίκιλη και διαφορετική ακτογραμμή, θα απαιτούσε μάθηση και ίσως να καλλιεργούσε τις ατομικές διαφορές. Μελέτες στην ανάπτυξη συμπεριφοράς θα βοηθούσαν στο να διευκρινιστούν οι ικανότητες των παραλαρβικών και ενηλίκων φάσεων. Ειρωνικά, τα χταπόδια που γεννούν μεγάλα αυγά με μικρά πελαγικά στάδια, όπως το *O. joubini* (Mather, 1984) και το *O. briareus* είναι ευκολότερο να ανατραφούν σε εργαστήριο.

## **7.7 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΡΟΦΗΣ, ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΟΠΡΟΣΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΝΕΑΡΟΥ *O. VULGARIS***

Σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποίησε η J. Mather το 1985 το 1988 και το 1989 στην περιοχή της νήσου Coney, παρατηρήθηκε ότι νεαρά άτομα του *Octopus vulgaris* ανίχνευαν για τροφή μέσω της χημοτακτικής ανίχνευσης, κυρίως σε σχισμές και κάτω από βράχους. Συλλάμβαναν μικρά καρκινοειδή και μαλάκια συμπεριλαμβανομένου του δίθυρου *Linia* ενώ προτιμούσαν τα καβούρια σε ένα απλό εργαστηριακό τεστ επιλογής. Τα χταπόδια κατανάλωναν το 30% του θηράματός τους μακριά από το σπίτι και μικρά υπολείμματα από θηράματα που τοποθετήθηκαν στους κοπροσωρούς επιλεκτικά μετακινήθηκαν από τα κύματα και τα ρεύματα, προκαλώντας έτσι μία υποεκτίμηση της εισαγωγής τροφής αλλά και της διαίτας του χταποδιού.

Εκτός από την εκτεταμένη έρευνα στην διατροφή και την εισαγωγή τροφής στα χταπόδια (Nixon, 1966· Heukelem, 1973· Hartwick· Tulloch & MacDonald, 1981· Ambrose, 1984), υπάρχουν ελάχιστες πληροφορίες πάνω στις διατροφικές συνήθειες οι οποίες έκαναν αυτή την αγωγή πιθανή και στο κοινό *Octopus vulgaris*. Τα χταπόδια τρέφονται με μία ποικιλία από μαλάκια και καρκινοειδή (Nixon, 1977) και κερδίζουν βάρος με ένα εκπληκτικό ρυθμό (Nixon, 1966· Mangold, 1983). Οι ελλειπείς γνώσεις της επιλογής θηράματος από το χταπόδι και την κατανάλωσή του, δεν έχει επέλθει από άμεση παρατήρηση της διατροφικής συνήθειας του, στο φυσικό του περιβάλλον αλλά έχει κατασκευαστεί από έμμεσες πληροφορίες.

Ορισμένες από αυτές τις έμμεσες πληροφορίες έχουν προέλθει από μετρήσεις των θηραματικών υπολειμμάτων που υπάρχουν στους κοπροσωρούς έξω από τα θολάμια των χταποδιών. Το *Octopus vulgaris* έχει αφήσει αφάγωτα υπολείμματα κυρίως δίθυρα και εξώσκελετούς, μίας ευρείας ποικιλίας από μαλάκια και καρκινοειδή (Altman, 1967· Smale & Bucham, 1981· Ambrose & Nelson, 1983). Αυτή η ευρεία επιλογή ειδών, ήταν επίσης αληθής για το *O. bimaculatus* το οποίο είχε υπολείμματα από 55 είδη θηραμάτων (Ambrose, 1984).

Οι κοπροσωροί παρέχουν στοιχεία για το εύρος των θηραμάτων και ανάμεσα στα άτομα, αλλά όχι για την διατροφική συμπεριφορά, για την επιλεκτικότητα σε διαφορετικά είδη θηραμάτων, για την σύλληψη θηραμάτων. Ο Ambrose (1989) δημιούργησε τεχνητούς κοπροσωρούς κοντά στα θολάμια των χταποδιών και ανέφερε απομάκρυνση των κελυφών από γαστερόποδα (ο ερημίτης κάβουρας τα έπαιρνε για

καταφύγιο), αλλά και λόγω των ωκεάνιων ρευμάτων και κυμάτων. Αυτή είναι χρήσιμη αλλά έμμεση ένδειξη για το πώς οι κοπροσωροί αναπαριστούν την επιλογή θηράματος.

Μία δεύτερη έμμεση πηγή πληροφοριών σχετικά με την διαίτα είναι τα εργαστηριακά πειράματα (Taki, 1941· Nixon, 1966· Arnold & Arnold, 1969· Wodinsky, 1969). Πιθανώς ένα καλοταϊσμένο χταπόδι στο εργαστήριο και ένα πεινασμένο στο πεδίο, θα έτρωγαν το ίδιο είδος θηράματος, αν και αυτή η προσέγγιση είναι περισσότερο αξιοποιήσιμη για εκτίμηση επιλογής θηράματος ενός ειδικευμένου απ' ότι ενός γενικού θηρευτή. Η προτίμηση μπορεί να υποκύπτει στην διαθεσιμότητα τροφής. Το *O. bimaculatus* προτιμούσε καβούρια στα εργαστηριακά πειράματα, παρόλα αυτά οι κοπροσωροί του είδους αυτού που βρέθηκαν στο πεδίο αποτελούνται κυρίως από το κοινό γαστερόποδο *Tegula* (Ambrose, 1984). Η Mather σημείωσε ότι η θεωρία διατροφικής συνήθειας δείχνει ότι ένα χταπόδι θα έπρεπε να επιλέγει το θήραμα βασιζόμενο σε μία "διαιτητική αξία" (Stephen & Krebs, 1986).

Αλλά η γεύση είναι ένας άλλος παράγοντας ο οποίος θα μπορούσε να έχει εκβιάσει τις επιλογές ενός καλά αναθρεμμένου χταποδιού στο εργαστήριο. Για παράδειγμα, το *O. joubini* έδειξε μία δεκτικότητα στο μέγεθος και στην πυκνότητα με τα καβούρια σαν θήραμα, αλλά όχι με τα γαστερόποδα (Mather, 1980). Τα εργαστηριακά πειράματα έδειξαν προτιμήσεις μόνο ανάμεσα σε μία περιορισμένη επιλογή που ήταν προσφερόμενη και όχι ως προς τον τρόπο που αυτές οι προτιμήσεις μπορούν να επιδρούν στην διατροφική συνήθεια και στην επιλογή φαγητού στον ωκεανό.

Τα χταπόδια θα ανίχνευαν για προτιμητέο θήραμα όπως ήταν τα καβούρια ενώ ακόμα θα δεχόντουσαν άλλα προτιμητέα θηράματα όπως είναι οι χιτώνες εάν τα συναντούσαν κατά την διάρκεια της ανίχνευσης (Ambrose, 1984); Θα έβρισκαν και θα απόρριπταν λιγότερο "προτιμητέα" θηράματα και αν το έκαναν αυτό γιατί; Το *O. vulgaris* στην συνέχεια απέρριπτε ορισμένα είδη στα εργαστήρια (Wodinsky, 1969). Τα χταπόδια επιλέγουν συγκεκριμένα μικροπεριβάλλοντα ανάμεσα στο εύρος του σπιτιού τους για να επιλέξουν για θήραμα, όπως ο Hartwick και οι συνάδελφοί του (1981) υποδηλώνουν; Για να απαντηθεί αυτή η ερώτηση, θα έπρεπε επίσης να γίνουν δειγματοληψίες στις περιοχές θήρευσης για εκτίμηση της πυκνότητας κατάλληλου θηράματος;

Μία έμμεση προσέγγιση στην επιλογή θηράματος του χταποδιού αλλά και στην θήρευση του, ήταν και η ταυτοποίηση των περιεχομένων των εντοσθίων (Nigmatullin & Ostapenko, 1976· Hatanaka, 1979). Για την διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη η θανάτωση των ζώων. Καθώς τα χταπόδια καταλάωναν τους μαλακούς ιστούς και απέρριπταν τα σκληρά υπολείμματα στους κοπροσωρούς, τμήματα από δίθυρα και καρκινοειδή θηράματα, τα οποία βρέθηκαν στα εντόσθια των χταποδιών δεν ήταν πάντα εύκολα ταυτοποιήσιμα. Οι Boyle & Robinson (1986) έχουν χρησιμοποιήσει μια ανάλυση η οποία θα επέτρεπε την ακριβή ταυτοποίηση των υπολειμμάτων των μαλακών ιστών. Η ανάλυση των εντοσθίων του *O. vulgaris* από τους Smale & Buchan (1981) και τον Hatanaka (1979) αποκάλυψε αναγνωρίσιμα υπολείμματα από ψάρια και πολύχαιτους, τα οποία σπανίως είχαν βρεθεί στους κοπροσωρούς. Η διαφορά στα είδη θηραμάτων που βρέθηκαν από αυτούς, αλλά και από άλλους ερευνητές μπορεί να οφείλεται στην περιοχή που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία (Νότιος Αφρική σε σχέση με την Μεσόγειο) ή σε διαφορετικές εκτιμήσεις επιλογής θηράματος μέσω των δύο μεθόδων.

Έχοντας ως δεδομένο τους περιορισμούς των έμμεσων μεθόδων, η άμεση παρατήρηση πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να μελετηθεί η επιλογή φαγητού, η

διατροφική συμπεριφορά αλλά και ο διατροφικός χειρισμός που πραγματοποιείται από τα χταπόδια. Ο Yamall (1969) παρατήρησε το *O. cyanea* ανιχνεύει για τροφή σε λιμνοθαλάσσιες περιοχές στην Χαβάη. Παρατήρησε επίσης ότι, αντί να χρησιμοποιούν την εξαιρετική τους όραση, τα χταπόδια θηρεύουν “υποθετικά”, σαν μία κοινή θηρευτική τακτική (Curio, 1976). Εξερευνούν με τις άκρες των πλοκαμιών τους και περικυκλώνουν τους κοραλλιογενείς υφάλους με τον εκτεταμένο ιστό των πλοκαμιών ενώ στη συνέχεια ανιχνεύουν μέσω της αφής κάτω από βράχους με τα πλοκάμια, σε μία μεταβλητή θηρευτική τακτική (Andersson, 1981).

Μια τέτοια υποθετική διατροφή θα μπορούσε να οδηγήσει τα χταπόδια στην σύλληψη πολλών ειδών θηραμάτων των οποίων τα υπολείμματα έχουν βρεθεί στους κοπροσωρούς. Μία ευρεία επιλογή θηράματος θα μπορούσε επίσης να οφείλεται στην οικολογική πίεση που έχει συζητηθεί από τον Curio (1976). Η ποικιλία αυτή συμπεριφορών μπορεί να είναι κοινή κατά την διάρκεια αφθονίας θηράματος, ενώ κατά την διάρκεια έλλειψης θηραμάτων τα ζώα μπορεί να καταναλώνουν μόνο τα είδη τα οποία μεγιστοποιούν την εισαγωγή ενέργειας σε αυτά.

Αντιθέτως, οι γενικευμένοι θηρευτές θα μπορούσαν να συλλέξουν οποιοδήποτε θήραμα, όταν η παροχή τροφής ήταν χαμηλή και μόνο το προτιμητέο θήραμά τους όταν είχαν την ενέργεια να επιμηκύνουν το χρονικό διάστημα της θήρευσης. Ο Curio (1976) επίσης υπέθεσε ότι η ανίχνευση για θηρευτές θα μπορούσε να ταιριάζει περισσότερο στους γενικούς θηρευτές, εφόσον η ενεργητική απαίτηση της ανίχνευσης ήταν υψηλή σε σχέση με εκείνη της σύλληψης. Η ενέργεια που ξοδεύεται από τα χταπόδια κατά την διάρκεια διατροφής ήταν αρκετά υψηλή (Wells, O’ Dor? Mangold & Wells, 1983). Συνεπώς, το έξοδο της ενέργειας κατά την διάρκεια της ανίχνευσης μπορεί να ήταν λιγότερο σημαντικό, μετακινώντας τη σπουδαιότητα του προς την εξειδίκευση. Η πληροφορία που αποκτήθηκε από μελέτες, μπορεί να υποδεικνύει ότι μία από αυτές τις πιέσεις μπορεί να καθόρισε τις επιλογές χταποδιού.

Η μελέτη της Mather| έχει πραγματοποιήσει μία παρατηρησιακή προσέγγιση στη διατροφή και στις επιλογές του φαγητού του *Octopus vulgaris*. Έχει εκτιμήσει την θηρευτική συμπεριφορά σε διαφορετικά μικροπεριβάλλοντα, την επιλογή θηράματος και την μεταφορά θηράματος στο σπίτι.

### 7.7.1 ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι παρατηρήσεις νεαρών ατόμων του *Octopus vulgaris* πραγματοποιήθηκαν στην Βερμούδα κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών του 1985-1989 στα πλαίσια μιας μελέτης που πραγματοποίησε η J. Mather. Όλες οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ρηχά παράκτια νερά. Το 1985 και το 1988, οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της νήσου *koney*

Το 1989, οι παρατηρήσεις διεξήχθησαν στον κόλπο *Whalebone*. Το υπόστρωμα και στις δύο περιοχές ήταν ένα πολυποίκιλο μείγμα από μεγάλα βράχια, βραχώδη υποστρώματα και μικρά κομμάτια άμμου. Στην νήσο *koney* υπήρχε μία σχεδόν συνεχής ροή ρεύματος κάτω από την γέφυρα, αλλά δεν υπήρχε παρόμοια ανακύκλωση νερού στον κόλπο *Whalebone*. Οι κοπροσωροί ελέγχονταν τουλάχιστον καθημερινά και τα χταπόδια ακολουθούσαν όταν μετακινούνταν έξω για να κυνηγήσουν (Mather, 1988).

Κατά την διάρκεια του 1985, ομάδες εθελοντών ακολούθησαν δύο χταπόδια σε μία χρονική περίοδο από την αυγή ως το σούρουπο, πραγματοποιώντας 45λεπτες

βάρδιες παρατήρησης. Τέσσερα χταπόδια παρατηρήθηκαν κάθε ένα για την διάρκεια της διαμονής του σε ένα “σπίτι”.

Από τις μακρόχρονες παρατηρήσεις, ήταν δυνατό να μετρηθεί το εύρος του σπιτιού, το μέγεθος των τεσσάρων χταποδιών, να περιγραφεί η συμπεριφορά διατροφής τους, να υπολογιστεί πότε συλλάμβαναν το θήραμα, εάν έπαιρναν ένα αντικείμενο θηράματος σπίτι και τι είδος ήταν αυτό. Ημερήσιες καταγραφές πραγματοποιήθηκαν αναφορικά με, το εάν το αντικείμενο θηράματος μεταφερόταν στο σπίτι, αλλά και με το μέγεθός του, με τη δυσκολία χώνεψης και με την απόσταση από το σπίτι.

Το 1989 η έρευνα μετατοπίστηκε στην παρατήρηση της συμπεριφοράς κατά την διάρκεια της διατροφής. Η ομάδα κατέγραψε πώς τα χταπόδια κυνηγούσαν, σε τι μικροπεριβάλλοντα συγκέντρωναν την θηρευτική τους ικανότητα, και τι υπολείμματα θηραμάτων αφήνονταν στους κοπροσωρούς τους. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβούσε από την απομάκρυνση ενός χταποδιού από το σπίτι, έως ότου το 50% των αντικειμένων που βρίσκονταν στους κοπροσωρούς χανόταν, υπολογίστηκε. Ένα χταπόδι χρησιμοποιούσε το ίδιο σπίτι για 24 συνεχείς ημέρες και ήταν συχνά παρατηρήσιμο, με αποτέλεσμα ο υπολογισμός του εύρους του σπιτιού του να είναι δυνατός. Ο αριθμός αντικειμένων θήρευσης που παρατηρήθηκε στα σπίατα κατά την διάρκεια αυτών των μελετών, χαρακτηρίστηκε ως “ικανοποιητικός” (περισσότερα από 20 αντικείμενα) ή “μη ικανοποιητικός” (λιγότερα από 3 αντικείμενα) σύμφωνα με τον ορισμό του Ambrose (1983).

Κατά την διάρκεια Ιουλίου-Αυγούστου 1985, τρία χταπόδια κρατήθηκαν ξεχωριστά στο εργαστήριο, για έλεγχο στην επιλογή θηράματος. Στα ζώα δόθηκαν δύο άτομα από το *Fissurella*, το δίθυρο *Linia*, τον παράκτιο κάβουρα *Pachygrapsus* και το *Amphineuran Chiton*. Τα οποία ήταν κοινά στο παράκτιο περιβάλλον και ήταν παρόντα στους κοπροσωρούς των χταποδιών. Η επιλογή των θηραμάτων καταγραφόταν ημερήσια κατά την διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων του πειράματος σε μία περίοδο 3 ημερών.

## 7.7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 7.7.2Α. θηρευτική συμπεριφορά

#### 1.Συστατικά της συμπεριφοράς

Υπάρχουν ορισμένες διαφορετικές μέθοδοι θήρευσης στα χταπόδια:

(Α) Σύρσιμο: το χταπόδι μετακινείται κατά μήκος της επιφάνειας του υποστρώματος, τραβώντας και σπρώχνοντας με την βοήθεια των πλοκαμιών. Κατά την διάρκεια της σύρσης αρκετά πλοκάμια είναι συχνά εκτεταμένα κατά μήκος του υποστρώματος, πιθανώς ερευνώντας μέσω της αφής αλλά και της χημοτακτικής ικανότητας τους.

(Β) Σκάλισμα: Το χταπόδι επέκτεινε ένα ή περισσότερα πλοκάμια του σε μία σχισμή ή σε ένα κοίλωμα, ανάμεσα σε άλγη ή στην άμμο ή γύρω από οποιοδήποτε χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος. Τα πλοκάμια μπορούσαν να μετακινούνται κατά μήκος της επιφάνειας ή μέσα σε αυτές τις περιοχές με τις βεντούζες.

(Γ) Κάλυμμα με τον ιστό: το χταπόδι κάλυπτε ένα μέρος του περιβάλλοντος, όπως ένας μικρός βράχος, με ένα "σάκο" που σχημάτιζε με το άνοιγμα των πλοκαμιών του και τον ιστό εκτεταμένο ανάμεσα σε αυτά (Yarnall, 1969). Οι βεντούζες στην συνέχεια ερευνούσαν την περιοχή που είχε κλειστεί από τον εκτεταμένο ιστό.

(Δ) Τράβηγμα: Τα χταπόδια πραγματοποιούσαν τράβηγμα αλλά και άρπαγμα με το ανώτερο μισό μέρος των πλοκαμιών τους, ενώ κρατούσαν τα άλλα πλοκάμια στο υπόστρωμα, πιθανώς για να διαχωρίσουν ένα ζώο-θήραμα από αυτό που το συγκρατούσε στον βράχο ή στην άμμο. Στην πράξη, αυτό δεν μπορούσε εύκολα να διαχωριστεί από την επόμενη κατηγορία, επειδή ορισμένα θηράματα καταναλώνονταν εκεί που βρίσκονταν και η μετάβαση ήταν σταδιακή.

(Ε) Κατανάλωση: το χταπόδι, πραγματοποιούσε απότομες κινήσεις με τινάγματα και τραντάγματα του σώματος συνήθως σε μία περιοχή που είχε καταφύγιο, καθώς τα πλοκάμια είχαν επαφή με το υπόστρωμα. Οι δράσεις αυτές πραγματοποιούνταν για να ανοιχτούν τα δίθυρα, να διατρηθούν τρύπες αλλά και να καταναλωθούν κομμάτια του θηράματος. Το τέλος αυτής της συμπεριφοράς, γινόταν αντιληπτό μέσω της απόρριψης των θηραματικών υπολειμμάτων, όπως είναι τα κοχύλια.

(ΣΤ) Συγκράτηση: Τα χταπόδια μετακινούσαν το αντικείμενο θηράματος από τις άκρες των πλοκαμιών τους, πίσω στην βάση αυτών και το κρατούσαν κάτω από τον ιστό. Εκεί παρέμενε κατά την διάρκεια της θήρευσης ή έως ότου το χταπόδι μετακινηθεί σε μία προστατευόμενη περιοχή για να διατραφεί. Η μετακίνηση αυτή γινόταν με τις άκρες των πλοκαμιών ή μέσω της προώθησης από πίδακες νερού.

(Ζ) Πίδακας νερού: Το χταπόδι συχνά ξεκινούσε και τελείωνε ένα θηρευτικό ταξίδι με μία "απαλή" κίνηση, μέσω εκτόξευσης υδάτινων πιδάκων από την σύσπαση του μανδύα, μετακινώντας πρώτα το σώμα. Ορισμένες φορές ένα χταπόδι μπορούσε επίσης να αφήσει το υπόστρωμα κατά την διάρκεια θήρευσης, για να μετακινηθεί σε μία νέα περιοχή, είτε με τα πλοκάμια πρώτα είτε με το σώμα.

## 2. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τα τέσσερα χταπόδια τα οποία παρατηρήθηκαν στην νήσο Coney, κατά την διεξαγωγή της μελέτης της Mather, είχαν εύρη θηρευτικών περιοχών σχήματος οβάλ και εύρους από 120τ.μ έως 200τ.μ. ανάλογα με τον αριθμό των εβδομάδων διαμονής. Το εύρος του σπιτιού στα χταπόδια που βρέθηκαν στον κόλπο του Whalebone ήταν επίσης περίπου 200τ.μ. Τα χταπόδια συχνά διατρέφονταν σε βραχώδεις περιοχές. Αυτή η συμπεριφορά έχει περιγραφεί από ερευνητές ως "σύρσιμο και σκάλισμα ανάμεσα σε δύο βράχους", "μετακινήσεις ανάμεσα σε μικρούς υφάλους" και "μετακίνηση μέσω της χρήσης πιδάκων νερού από βράχο σε βράχο". Γενικά, ένα χταπόδι το οποίο θήρευε στο εύρος του σπιτιού του για αρκετές ημέρες δεν θήρευε στα ίδια ακριβώς σημεία.

Το σκάλισμα με τα πλοκάμια πάνω ή και μέσα σε περιοχές που ήταν πιθανό να περιέχουν θήραμα ήταν η περισσότερο κοινή διατροφική συμπεριφορά, που χρησιμοποιήθηκε και από τα δέκα χταπόδια που παρατηρήθηκαν το 1989 στις περιοχές θήρευσης τους. Το 39% του διατροφικού χρονικού διαστήματος ξοδευόταν θηρεύοντας (μέσω σκαλίσματος, άνοιγμα του ιστού-τράβηγμα), το 4% στην εξερεύνηση μέσω των πλοκαμιών έξω από το νερό (κατά την θήρευση καβουριών), το 25% στην θήρευση μέσω της ακινητοποίησης και του τραβήγματος ενός εδραιωμένου θηράματος

(εδραιωμένος οργανισμός= προσκολλημένος σε ένα υπόστρωμα χωρίς δυνατότητα μετακίνησης) και το 32% στην κατανάλωση του συλληφθέντος θηράματος.

Τα χταπόδια ανίχνευαν στις σχισμές χρησιμοποιώντας χημοτακτική εξερεύνηση και μετακινούνταν γρηγορότερα κατά μήκος ενός βράχου. Ένα χταπόδι χρησιμοποιούσε το άνοιγμα του ιστού του για να περικυκλώσει μικρούς βράχους και να μετακινήσει άλλους μεγαλύτερους. Οι περιοχές αυτές όλες περιείχαν μικρά καβούρια, γαστερόποδα και τα δίθυρα *Linia*, τα οποία συχνά συλλαμβάνονταν. Σε αντίθεση, ορισμένα ζώα χρησιμοποιούσαν την ίδια τακτική για να εξερευνούν τα άλγη αλλά και την άμμο.

Αρκετά χταπόδια θήρευαν οριακά ανάμεσα στον αέρα και το νερό, καθώς το μόνο θήραμα που ήταν διαθέσιμο σε αυτό το σημείο ήταν ο παράκτιος κάβουρας *Pachygrapsus*. Αυτά τα καβούρια άφηναν το υδάτινο περιβάλλον σε οποιαδήποτε απειλή και επέστρεφαν μέσα στο νερό, όταν ο κίνδυνος είχε απομακρυνθεί από την ακτή. Τα περισσότερα χταπόδια θήρευαν επίσης στις ενδοπαλιρροιακές βραχώδεις επιφάνειες, όπου το *Brachiodontes*, το *Chiton*, η πατελίδα *Fissurella* και το γαστερόποδο *Negita* ήταν κοινά.

Η χημοτακτική ανίχνευση χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις περιοχές, αλλά η θηρευτική συμπεριφορά ήταν ευέλικτη στην αντιμετώπιση των προσπαθειών απόδρασης του θηράματος. Ένας παρατηρητής σημείωσε ότι καθώς ένα *Linia* “κολυμπούσε” έξω από έναν βράχο, στον οποίο βρισκόταν ένα χταπόδι, το χταπόδι “εκτόξευσε” τα πλοκάμια του για να συλλάβει το δίθυρο στο νερό. Ένας άλλος παρατηρητής είδε ένα χταπόδι να πραγματοποιεί την κίνηση ανοίγματος του ιστού στην βάση ενός βράχου, να επαναλαμβάνει την δράση αυτή σ’ ένα άλλο γειτονικό βράχο και στην συνέχεια να μετακινείται πίσω στον πρώτο. Η συμπεριφορά αυτή χρησιμοποιείται και από τους ανθρώπους για να ανατρέψουν την ασαφή συμπεριφορά των παράκτιων καβουριών.

#### 4. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ

Η κατανάλωση 108 θηραμάτων παρατηρήθηκε το 1985: 70% αυτών φαγώθηκε στο σπίτι και 30% μακριά από αυτό. Το μέγεθος του θηράματος, η δυσκολία κατανάλωσης θηράματος και η ταυτότητα του χταποδιού δεν σχετίζεται σημαντικά με την επιλογή της μεταφοράς ενός αντικειμένου θηράματος στο σπίτι. Η απόσταση από το σημείο σύλληψης έως το σπίτι ήταν σημαντική για την επιστροφή και την κατανάλωση του θηράματος σ’ αυτό.

#### 7.7.2B ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ

##### Αντιπροσώπευση των θηρευτικών επιλογών στους κοπροσωρούς

Εφόσον κανένα είδος θηράματος δεν μεταφέρθηκε διαφορετικά στο σπίτι, ο κοπροσωρός ενός χταποδιού θεωρήθηκε ως αναπαραστατικός των διατροφικών επιλογών του, όταν η δειγματοληψία γινόταν συχνά. Το ποσοστό των θηραμάτων που βρίσκονταν κοινά στους κοπροσωρούς είναι παρόμοιο σε σχέση με τα χρόνια αλλά και με τις τοποθεσίες. Το μικρό δίθυρο *Lima pelluelda*, που βρίσκεται σε σχισμές κάτω από βράχους, είναι το περισσότερο κοινό είδος θηράματος. Το επόμενο περισσότερο κοινό θήραμα είναι τα καβούρια του γένους *Mithrax* και γένους *Pachygrapsus*, ενώ το

Columbella είναι το μόνο γαστερόποδο που καταναλώνεται συχνά. Το Chiton ήταν κοινό θήραμα μόνο στην νήσο Coney το 1988.

Αν και ο αριθμός των ειδών ήταν μεγάλος, 80 % των υπολειμμάτων από τα θηράματα ανήκαν σε 6 είδη. Ορισμένες φορές ένα συγκεκριμένο άτομο εμφανιζόταν να ειδικεύεται στη θήρευση. Κατά μέσο όρο 9 υπολείμματα θηραμάτων βρέθηκαν σε κάθε ένα από τα 105 σπίτια που διέμεναν τα χταπόδια.

#### Απομάκρυνση των αντικειμένων στους κοπροσωρούς

Όταν τα αντικείμενα που απορρίπτονταν στους κοπροσωρούς ελέγχονταν καθημερινά, ορισμένα παρέμεναν περισσότερο χρονικό διάστημα ορατά από ότι άλλα. Τα υπολείμματα των θηραμάτων μετακινούνταν από το οπτικό πεδίο μέσω μιας φυσικής δράσεις των κυμάτων, των ρευμάτων αλλά και της βαρύτητας ή θάβονταν στο ίζημα. Υπολείμματα θηραμάτων από όλες τις ομάδες μετακινήθηκαν από οποιαδήποτε δύναμη κατά το ίδιο χρονικό διάστημα. Παρόλα αυτά διαφορετικοί τύποι θηραματικών υπολειμμάτων μετακινήθηκαν από διαφορετικές δυνάμεις. Τα μικρά καρκινοειδή ήταν αρκετά περισσότερο πιθανό να μετακινηθούν από ρεύματα ή από την βαρύτητα, ενώ τα μεγαλύτερα δίθυρα και οι χιτώνες θάβονταν.

Η δειγματοληψία έπειτα από μία τέτοια διαφορετική μετακίνηση των υπολειμμάτων της τροφής θα διαστρέβλωνε οποιαδήποτε εκτίμηση της εισαγωγής τροφής. Σε σπίτια τα οποία κατοικούνταν και στην συνέχεια εγκαταλείφθηκαν το 1989, μόνο το 50% των αντικειμένων θηράματος ήταν ορατά κοντά στο σπίτι μετά από πέντε ημέρες. Αλλά, τα στοιχεία από τους κοπροσωρούς θα μπορούσαν να συνδυαστούν με πληροφορίες πάνω στο ποσοστό του θηράματος, που μεταφέρθηκε στο σπίτι έτσι ώστε να προβλεφθεί τι καταναλώνει ένα χταπόδι από έναν δεδομένο σωρό από υπολείμματα θηραμάτων.

### 7.7.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διατροφική συμπεριφορά των χταποδιών ήταν ιδιαίτερα απλή. Οι αλληλουχίες των διατροφικών ταξιδιών δεν ήταν προκαθορισμένες αλλά ποικίλαν. Η έλλειψη αναμενόμενων μεταβάσεων στην συμπεριφορά, υποδεικνύει ότι αυτή οφειλόταν στα εκάστοτε χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Επιβεβαιώνοντας τις παρατηρήσεις του Yamall (1969) για το *O. cyanea*, η μελέτη που πραγματοποίησε η Mather, βρήκε ότι ένα άλλο είδος του γένους, το *O. vulgaris* κυνηγά υποθετικά χρησιμοποιώντας χημοτακτική ανίχνευση. Τα χταπόδια δεν έχουν ούτε ειδικευμένη ούτε στερεότυπη συμπεριφορά θήρευσης αλλά, μετακινούνται σε μικροπεριβάλλοντα τα οποία είναι πιθανό να έχουν θήραμα, κυνηγούν έντονα, συλλαμβάνουν χωρίς επιλογή και στην συνέχεια μετακινούνται σε άλλες παρόμοιες περιοχές. Αυτή η τεχνική ταιριάζει με τον ορισμό του Andersson (1981) της παύσης -ταξίδι-θήρευσης. Κατά πάσα πιθανότητα αυτή είναι η διαφορετική διατροφική τεχνική που οδηγεί στην κατανάλωση πολλών ειδών θηραμάτων αλλά στην συγκέντρωση μόνο σε μερικά, όπως έχει δείξει, από τον Ambrose (1984) τους Ambrose & Nelson (1983), τους Smale & Buchan (1981) και τον Hartwick (1978, 1981) για αρκετά είδη χταποδιών.

Ποιές πιέσεις μπορούν να οδηγήσουν σε αυτό το πρότυπο ενός ειδικευτή; Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι τα χταπόδια έχουν ένα στενό “εύρος έρευνας” αλλά αντίθετα διατρέφονται σε περιοχές, όπως είναι οι σχισμές βράχων οι οποίες είναι ιδιαίτερα πιθανό να περιέχουν το προτιμητέο τους θήραμα, ιδιαίτερα το *Lima pelluelda*. Εάν υπάρχει πίεση για την ελάττωση της δαπάνης ενέργειας κατά την διάρκεια της διατροφής το *Lima* θα μπορούσε να είναι μία καλή επιλογή θηράματος. Το *Lima* μπορεί να κολυμπά αλλά είναι απίθανο να δραπετεύσει έξω από έναν βράχο και να κολυμπήσει αρκετά μακριά πριν το χταπόδι το συλλάβει και σπάσει τα εύθραυστα κελύφη του, αφήνοντας έτσι την σάρκα του άμεσα προσβάσιμη. Τα άτομα αυτού του είδους τρώγονται μέσα σε 5 λεπτά έπειτα από την σύλληψη.

Παρόλα αυτά, η πρόβλεψη του Curio (1976) ότι οι θηρευτές που ερευνούν πρέπει να είναι γενικοί θηρευτές, επίσης ταιριάζει στο πρότυπο διατροφικής συμπεριφοράς του χταποδιού. Ένα χταπόδι θα πρέπει να απορρίπτει οποιοδήποτε μη κατάλληλο θήραμα έπειτα από μία εκτεταμένη έρευνα, παρόλα αυτά τα χταπόδια δεν το κάνουν. Είναι δύσκολο να εκτιμηθεί το εάν μία ιδιαίτερα ανεπαρκής παροχή τροφής επηρεάζει την ευρεία επιλογή των ειδών. Παρόλα αυτά τα ενεργητικά στοιχεία (Mather & O’ Dor) υποδηλώνουν ότι τα χταπόδια είναι θηρευτές που μειώνουν τον χρόνο θήρευσης σε μία υπερβολική παροχή τροφής, το οποίο ο Ambrose (1988) επίσης υπέθεσε για το *O. bimaculatus*.

Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μία ευρεία επιλογή θηραμάτων. Το 1988 τα χταπόδια στην νήσο Coney κατανάλωναν χιτώνες σαν ένα ελάχιστο ποσοστό του θηράματος τους. Αυτό το είδος είναι λιγότερο προτιμητέο κατά την διάρκεια εργαστηριακών τεστ, όπως ισχύει και με τις επιλογές του *O. bimaculatus* στην Καλιφόρνια (Ambrose, 1983). Παρόλα αυτά το 1989 υπήρχαν πολύ ελάχιστα χταπόδια σε αυτήν την περιοχή. Αυτό υποδεικνύει ότι η θήρευση των προτιμητέων αντικειμένων τροφής μπορεί να έχει οδηγήσει πρώτα στην επιλογή ενός κοινού αλλά λιγότερο επιθυμητού θηράματος και έπειτα στην μείωση του πληθυσμού των χταποδιών.

Τα χταπόδια είναι γενικευτές αλλά έχουν προτιμήσεις θηράματος. Η εργαστηριακή μελέτη, μαζί με τα ευρήματα των Taki (1941), Ambrose (1984) για το *O. bimaculatus*, Mather (1980) για το *O. joubini* ότι τα καβούρια δεν μπορούσαν να εκληφθούν ως αρνητικά κίνητρα από το *O. vulgaris*, επιβεβαιώνουν την προτίμηση των χταποδιών στα καβούρια. Η θεωρία διατροφικής συνήθειας προέβλεψε ότι οι προτιμήσεις των χταποδιών θα βασιζόνταν σε ένα συνδυασμό ενεργητικών δαπανών για την εύρεση τροφής και στην αξία της ενέργειας που αποκομιζόταν από αυτές. Μία ενεργειακή βάση προτίμησης για το *Lima* θα ήταν έγκυρη, εφόσον ο χρόνος επιλογής ήταν ελάχιστος σε σύγκριση με αυτόν που απαιτείται για την διάτρηση ενός σκληρού κελύφους ενός θηράματος, όπως είναι ενός δίθυρου (Nixon & Macconnachie, 1988).

Κανένα τέτοιο ενεργητικό πλεονέκτημα δεν έπαιξε ρόλο στην επιλογή των καβουριών. Αντίθετα ο χρόνος θήρευσης μπορεί να απαιτούσε 20 λεπτά ενώ η παρουσία του εξωσκελετού σήμαινε ότι ελάχιστο από το βάρος τους ήταν βρώσιμο. Τα χταπόδια παρόλα αυτά, προφανώς προτιμούν τα καβούρια. Αυτό είναι εμφανές από τις εργαστηριακές επιλογές (Taki, 1941) στην αφθονία των καβουριών και από την διατροφική συνήθεια των χταποδιών να διατρέφονται κοντά στο όριο της παλίρροιας που μόνο καβούρια μπορούσαν να βρεθούν. Οι χιτώνες και οι πατελίδες είναι ιδιαίτερα κοινά στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη, αν και οι χιτώνες πρέπει να διατρηθούν πριν απομακρυνθούν. Η περισσότερο αποτελεσματική σε θέμα ενέργειας στρατηγική ανίχνευσης θα ήταν απλώς να μετακινούνται στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη και να αποκτούν ορισμένα από τα ζώα. Παρόλα αυτά, τα ευρήματα του Ambrose (1984) ότι το



Tegula αγνοήθηκε, και των Hartwick & Thorarinsson (1978) ότι το *Hallotis* και *Hinnites* δεν συλλήφθηκαν, δείχνουν ότι μία άφθονη πηγή τροφής δεν προτιμήθηκε παρά το ότι ήταν βρώσιμη.

Το *O. vulgaris* έχει ελεγχθεί εκτενώς για να αποδειχθεί η εξαιρετική του όραση (Wells, 1978). Στο εργαστήριο, διάφοροι ερευνητές έχουν πραγματοποιήσει το ακόλουθο πείραμα. Ρίχνουν τροφή στις δεξαμενές των χταποδιών (Taki, 1941· Boycott, 1954) και τα χταπόδια αναγνωρίζουν το φαγητό οπτικά. Ο Maldonado (1964) περιέγραψε την οπτική επίθεση του *O. vulgaris* λεπτομερώς, αλλά έχει θεωρηθεί ως η πιο φυσική μέθοδος για την εύρεση τροφής.

Παρόλα αυτά τα χταπόδια δεν θηρεύουν με βάση την όραση τους. Ο Wodinsky (1969) βρήκε ότι τα χταπόδια διατρύπουν κενά κελύφη ακόμα και στο σκοτάδι, ενώ επίσης διατρέφονται με καβούρια από τα οποία έχουν αφαιρεθεί τα πόδια οπότε “αποδεικνύεται” ότι η κίνηση του θηράματος δεν είναι απαραίτητη για την θήρευση (Wodinsky, 1971). Οι οπτικές παρατηρήσεις δεν είναι μόνο άχρηστες για τα χταπόδια στην εύρεση του θηράματος τους, δεν είναι ούτε φυσιολογικές και αυτή η διατροφική τεχνική είναι αληθής για τα περισσότερα είδη χταποδιών. Επίσης ο Yarnall (1969) επιβεβαιώνει αυτόν τον ισχυρισμό για το *O. cyanea*.

Οπότε σε ποίο σημείο είναι το χταπόδι εξαιρετικά προσαρμοστικό όσον αφορά την όραση του; Μία ζωτική πληροφορία μέσω της όρασης είναι η αναγνώριση των θηρευτών και η πραγματοποίηση των απαραίτητων χρωματικών αλλαγών οι οποίες αποκρύπτουν το χταπόδι από την οπτική ανίχνευση (παρά το ότι έχει αχρωματοψία (Messenger, Wilson & Hedge, 1973)). Μία άλλη πιθανή ερμηνεία είναι ότι τα χταπόδια επιλέγουν μια περιοχή συγκεκριμένου εύρους, στην οποία διατρέφονται χρησιμοποιώντας την χημική ανίχνευση και στην συνέχεια χρησιμοποιούν την όραση τους για να βοηθήσουν την απομνημόνευση αυτής της τοποθεσίας, κατασκευάζοντας έναν χωροταξικό χάρτη της διατροφικής περιοχής τους.

Αν και η παρατήρηση είναι δύσκολη και χρονοβόρα, είναι εξίσου σημαντική για την κατανόηση της διατροφικής συνήθειας στα είδη των χταποδιών. Αν μόνο η απόσταση από το σπίτι είναι συνδεδεμένη με το πότε ένα χταπόδι θα έφερνε το αντικείμενο θηράματός του πίσω σ'αυτό, η επιλογή του θηράματος δεν είναι απαραίτητη για να κατανοηθεί η συνολική επιλογή θηράματος. Αυτή η συσχέτιση έθεσε ένα άλλο πρόβλημα. Πώς ήξεραν τα χταπόδια πόσο μακριά ήταν από το σπίτι τους; Πιθανώς, να ήξεραν την ενέργεια που είχαν ξοδέψει καθώς μετακινούνταν στο διατροφικό τους ταξίδι. Εφόσον τα χταπόδια διατρέφονται σε ένα σχετικά μικρό εύρος σπιτιού (Mather, 1988), μπορεί επίσης να έχουν κατασκευάσει έναν “εγκεφαλικό χάρτη” της περιοχής και να βασίζονται τις αποφάσεις τους σχετικά με το εάν θα πάρουν ένα θήραμα στο σπίτι ή όχι, με βάση την γνώση της τοποθεσίας.

Αν και τα χταπόδια δεν επιλέγουν συγκεκριμένα είδη θηραμάτων για να μεταφέρουν σπίτι υπάρχει μία επιλεκτική παραμονή των υπολειμμάτων των θηραμάτων λόγω της δράσης των φυσικών δυνάμεων στους κοπροσωρούς, όπως βρήκε ο Ambrose (1983) για τους τεχνητούς κοπροσωρούς. Οι μελέτες στην οικολογία των χταποδιών συνήθως στηρίζονται σε εβδομαδιαίες (Ambrose, 1983, 1984), ή ακόμα και σε μηνιαίες Hartwick (1978), Aronson (1986) επισκέψεις σε τοποθεσίες σπιτιών. Εφόσον τα μισά από όλα τα υπολείμματα των αντικείμενων θηραμάτων έχουν απομακρυνθεί από τους κοπροσωρούς σε πέντε μέρες, οι έμμεσες ενδείξεις ενός χταποδιού σχετικά με τις επιλογές της τροφής του ή ακόμα και με την παρουσία του σε ένα θολάμι συχνά θα χανόταν στο χρονικό αυτό διάστημα.

Επιπλέον, η απομάκρυνση επηρεάζεται διαφορετικά από το βάρος αλλά και από το μέγεθος των υπολειμμάτων τροφής. Αυτό εξηγεί ορισμένες από τις αντιθέσεις που παρατηρούνται ανάμεσα στις εκτιμήσεις θηράματος από την ανάλυση των κοπροσωρών (Ambrose & Nelson, 1983) και από την ανάλυση των εντοσθίων (Smale & Buchan, 1981). Έτσι είναι σημαντικό να υπάρχει πληροφόρηση σχετικά με την απομάκρυνση των υπολειμμάτων τροφής. Για να υπολογισθεί το εύρος των ειδών αλλά και η ποσότητα εισαγωγής τροφής για μελέτες πάνω στην δυναμική (Mather & O' Dog) και για την εκτίμηση της διαίτας τους (Nixon, 1987), τα στοιχεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναδρομικά από μία μέτρηση των υπολειμμάτων των θολαμιών.

Αυτές οι παρατηρήσεις από το φυσικό περιβάλλον βοηθούν ώστε να κατανοηθεί η διατροφική συμπεριφορά αλλά και η επιλογή τροφής του νοήμων αλλά και προσαρμοστικού χταποδιού. Τα χταπόδια είναι γενικευτές, χρησιμοποιούν χημοτακτική ανίχνευση επιλεκτικά σε περιοχές όπου το θήραμα είναι πιθανό να βρίσκεται, στην συνέχεια συλλαμβάνουν μη επιλεκτικά ένα μεγάλο εύρος κυρίως μαλακίων και καρκινοειδών σε αυτά τα μικροπεριβάλλοντα. Παρατηρώντας αυτήν την ευέλικτη συμπεριφορά δίνεται η δυνατότητα να κατανοηθεί το πώς μπορούν τα χταπόδια να προσαρμοστούν στις τοπικές συνθήκες και στις παροδικές περιοχές τροφής και το γιατί το χταπόδι έχει γίνει ένας σημαντικός αλλά και επιτυχημένος θαλάσσιος θηρευτής.

#### 7.7.4 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατροφική συμπεριφορά των νεαρών ατόμων του *O. vulgaris* στις περιοχές των "σπιτιών" τους, είναι κυρίως ένα σύνολο από συμπεριφορές οι οποίες χρησιμοποιούνταν ευέλικτα. Τα χταπόδια καταναλώνουν μία ευρεία ποικιλία από μικρά μαλάκια και καρκινοειδή αλλά τρέφονται κυρίως από δίθυρα όπως τα *Lima* και *Mithrax* και από παράκτιους κάβουρες του γένους *Pachygrapsus*. Αυτό το είδος είναι επίσης προτιμητέο σε απλά εργαστηριακά πειράματα επιλογής τροφής πάνω στην αφθονία του *Chiton* και της πεταλίδας *Fissurella*. Το 30% των αντικειμένων θηράματος καταναλώνονται μακριά από το σπίτι των χταποδιών και ο κύριος παράγοντας στην απόφαση εάν πρέπει να φάνε έναν αντικείμενο θήρευσης στο σημείο που το συνέλαβαν ή κάπου αλλού, είναι η απόσταση από το σπίτι. Όταν τα υπολείμματα αυτά τοποθετούνται στους κοπροσωρούς, τα υπολείμματα τους, μετακινούνται λόγω των ρευμάτων, των κυμάτων αλλά και της βαρύτητας. Τα μισά από όλα αυτά τα υπολείμματα έχουν απομακρυνθεί σε διάστημα πέντε ημερών.

### 7.8 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΕΨΗ

---

#### 7.8.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν πολλές υποθέσεις σχετικά με τον τρόπο διατροφής του *Octopus vulgaris* αν και ορισμένα πράγματα σχετικά με την διατροφή του είναι γνωστά από τον Αριστοτέλη (D' Arcy Thompson, 1910). Ο Marion Nixon πραγματοποίησε μια μελέτη σχετικά με την εξωτερική πέψη στα χταπόδια το 1980. Σύμφωνα με αυτή την μελέτη, ένα καβούρι που συλλήφθηκε και παραλύθηκε από ένα χταπόδι, δεν μπορεί να διαχωριστεί σε κομμάτια από τον ερευνητή. Όμως 27 λεπτά αργότερα μπορεί να

διαμελίστει εύκολα. Αυτό αποδεικνύει ότι υπάρχει εξωτερική πέψη όταν το *Octopus vulgaris* διατρέφεται με καβούρια.

Τα καβούρια παραλύονται από το χταπόδι μέσω της έκκρισης μιας νευροτοξίνης από τους σιελογόνους αδένες (Lo Bianco, 1908· Ghiretti, 1959, 1960· Cariello & Zanetti, 1977). Ο εξωσκελετός απορρίπτεται έπειτα από τον διαχωρισμό του στα κομμάτια που τον αποτελούν, τα οποία διαχωρίζονται ελεύθερα από τους ιστούς (Altman & Nixon, 1970). Πώς όμως το χταπόδι επιτυγχάνει μία τόσο σύνθετη εργασία;

Ειδικότερα καθώς το θήραμά του είναι ολόκληρο έξω από το οπτικό του πεδίο και βρίσκεται διπλωμένο στα πλοκάμια και στον ιστό του. Ορισμένες προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί για να απαντηθεί αυτή η ερώτηση. Μέρη του σύνθετου σιελογόνου αδένα έχουν μελετηθεί χειρουργικά και οι μελέτες της απουσίας τους παρατηρήθηκαν κατά την διατροφή διαφόρων θηραμάτων (Altman & Nixon, 1977, 1979, 1980). Η μελέτη του Νίχον δίνει μία πρωταρχική αναφορά σε ορισμένα από τα ενδιάμεσα στάδια ανάμεσα στην παράλυση και στην “αποβολή” του διαμελισμένου εξωσκελετού του καβουριού.

### 7.8.2 Υλικά και μέθοδοι

Άτομα του *Octopus Vulgaris* που συλλήφθηκαν στον κόλπο της Νάπολης, κρατήθηκαν σε ξεχωριστές δεξαμενές οι οποίες είχαν κλειστό κύκλωμα θαλασσινού νερού. Τους δόθηκαν δύο ημέρες για να εγκλιματιστούν. Τρέφονταν με καβούρια του είδους *Carcinus mediterraneus* και όλα τα απορρίμματα αφαιρούνταν από τις δεξαμενές μετά το πέρας κάθε ημέρας.

### 7.8.3 Μεθοδολογία των επεμβάσεων

Τα χταπόδια στην μελέτη αυτή χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες. Κανένα από τα χταπόδια στην φυσιολογική ομάδα δεν αναισθητοποιήθηκε. Αντίθετα τα άλλα αναισθητοποιήθηκαν στο θαλασσινό νερό (Andrews & Tansey, 1982). Ορισμένα από αυτά τα ζώα σχημάτισαν την ομάδα ελέγχου (τυφλό). Τα υπόλοιπα χταπόδια υποβλήθηκαν σε χειρουργική αφαίρεση μέρους του σύνθετου σιελογόνου αδένα (εκτομή).

Οι ομάδες αναφέρονται παρακάτω.

- (1) φυσιολογική-καμία αναισθησία ή χειρουργική επέμβαση.
- (2) έλεγχος- αναισθητοποιημένα.
- (3) εκτομή σιελογόνου αδένα-αναισθητοποιημένα και λειτουργικό μέρος του σιελογόνου αδένα είχε αφαιρεθεί.
- (4) εκτομή- μέρος του δοντιού αφαιρέθηκε (Nixon, 1979).
- (5) εκτομή δοντιού -αναισθητοποιημένα και το δόντι αφαιρέθηκε.

Όλα τα ζώα αφήθηκαν για ανάκαμψη 24 ώρες προτού γίνουν τα τεστ.

### Δοκιμασίες

Για να ανιχνευθούν τα ελαττώματα κατά την παράλυση ή κατά την διατροφή στα καβούρια έπειτα από την εκτομή μέρους του σύνθετου σιελογόνου αδένα οι ακόλουθες δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν:

- (1) για να καθοριστεί το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να παραλυθεί ένα καβούρι, τα καβούρια αφαιρούνταν από το χταπόδι κατά διαστήματα 30-150 δευτερολέπτων έπειτα από την σύλληψη.
- (2) για να καθοριστεί το εάν ο εξωσκελετός είχε διατηρηθεί όταν η τοξίνη είχε εκχυθεί σε ένα φυσιολογικό χταπόδι αλλά και σε ένα χταπόδι ελέγχου, δόθηκε ένα καβούρι. Το καβούρι ανέκτησε τις δυνάμεις του έπειτα από την σύλληψη. Από τους ερευνητές έγινε έλεγχος της διάτρησης κατά την διάρκεια της εισαγωγής του σιελογόνου εκχύματος που περιείχε την νευροτοξίνη (Ghiretti, 1960).
- (3) για να καθοριστεί το εύρος στο οποίο είχε πραγματοποιηθεί η εξωτερική πέψη, τα καβούρια αφαιρούνταν 1.5 λεπτό έπειτα από την σύλληψη από τα χταπόδια, όταν είχαν ήδη παραλυθεί και εξετάζονταν. Στην συνέχεια τα καρκινοειδή αυτά απομονώνονταν σε γυάλινα δοχεία στον αέρα και ελέγχονταν ξανά έπειτα από 27 λεπτά για να ελεγχθεί εάν μπορούσαν να διαχωριστούν από τον ερευνητή.
- (4) τελικά σε κάθε χταπόδι δόθηκε ένα καβούρι το οποίο δύο ώρες αργότερα αναισθητοποιήθηκε. Η κατάσταση αλλά και τα περιεχόμενα του στομαχιού και του οισοφάγου του χταποδιού ελέγχθηκαν.

#### 7.8.4 Αποτελέσματα

##### *Παράλυση του θήραματος*

Όλα τα φυσιολογικά χταπόδια αλλά και τα χταπόδια του ελέγχου παρέλυναν το θήραμά τους μέσα σε 30 δευτ. από τη σύλληψη. Τα χταπόδια εκείνα που είχαν χάσει ένα μέρος του σύνθετου σιελογόνου αδένα απαιτούσαν περισσότερο χρονικό διάστημα (60 δευτ. ή και περισσότερο). Η απουσία μέρους του δοντιού με παρουσία του σιελογόνου αδένα παρεμπόδιζε αλλά δεν απέτρεπε το χταπόδι από το να παραλύσει το θήραμά του. Ο αγωγός του σιελογόνου αδένα ο οποίος περνάει μέσω του δοντιού και έτσι παραμένει εμφανής έπειτα από αυτήν την επέμβαση, επιβεβαιώνει μία τέτοια παρατήρηση (Nixon, 1979).

##### Είσοδος της τοξικής έκκρισης

Τα καβούρια που αφαιρέθηκαν από τα χταπόδια δύο λεπτά έπειτα από την σύλληψή τους είχαν ήδη παραλυθεί. Στο κάθε καβούρι έγινε μετάγγιση ενός διαλύματος αλλά το υγρό δεν διέρρηε από τις κλειδώσεις ή από άλλες τρύπες. Το *O. vulgaris* στον κόλπο της Νάπολης δεν διατρύπα τον εξωσκελετό του καβουριού.

Αυτό επιβεβαιώνει τις παρατηρήσεις του Boyle & Knobloch (1981) που κατεγράφησαν στο ίδιο είδος χταποδιού στο εργαστήριο Μπανιούλς στην Δυτική Μεσόγειο.

##### Διαμελισμός των καβουριών

Στα χταπόδια επιτράπηκε να συκρατούν ένα καβούρι για 2 έως και 20 λεπτά έπειτα από την σύλληψη. Όλα τα καβούρια είχαν παραλυθεί όταν ανέκτησαν τις αισθήσεις τους δύο λεπτά έπειτα από την σύλληψη τους. Όταν ο ερευνητής προσπάθησε να διαχωρίσει το εξωσκελετό από αυτά τα καβούρια ήταν πιθανό να διαμελίσει έναν αριθμό από τα συνολικά 13 μέρη του εξωσκελετού. Έπειτα από 20

λεπτά που είχε κρατηθεί από το χταπόδι, όλα τα μέλη του καβουριού ήταν εύκολα διαχωρίσιμα.

#### Διαμελισμός των παραληφθέντων καβουριών έπειτα στην απομόνωση

Το κέλυφος ενός ζωντανού καβουριού μπορεί να διαχωριστεί από τον εξωσκελετό από τον ερευνητή με δυσκολία, αλλά οι ιστοί αποχωρίζονται μαζί με αυτό. Ένα καβούρι το οποίο έχει ανακτήσει τις δυνάμεις του έπειτα από την σύλληψή του από ένα χταπόδι, 1,5 λεπτό έπειτα από την σύλληψή του, είναι ήδη παραλυμένο αλλά δεν μπορεί να διαμελιστεί. Το ίδιο καβούρι εάν κρατηθεί στην απομόνωση στον αέρα, για επιπλέον 20 λεπτά μπορεί εύκολα να διαχωριστεί. Το κέλυφος αποκολλάται εύκολα χωρίς να διαχωρίζονται οι ιστοί. Τα όργανα στον εκτεθειμένο εξωσκελετό παρέμεναν παρόλα αυτά χωρίς εμφανείς αλλαγές αλλά, μπορούσαν εύκολα να αποκολληθούν, αφήνοντας ελεύθερους τους ιστούς. Ο εξωσκελετός, που αποτελείται από πολλά μέρη ήταν σχεδόν εξίσου καλά καθαρισμένος αλλά χωρίς ιστούς, καθώς τα υπολείμματα που αφήνονταν από το χταπόδι στο τέλος του γεύματος του δεν είχαν ιστούς. (Altman & Nixon, 1970).

Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για την πέψη των μεμβρανών και των μυοσκελετικών μηχανισμών πρόσδεσης ενός καβουριού είναι λιγότερο από 27 λεπτά όπως φάνηκε από την μελέτη του Nixon. Περαιτέρω εργασίες χρειάζονται για να καθοριστεί το χρονικό διάστημα της εξωτερικής διαδικασίας πέψης.

### 7.8.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έπειτα από διαφωνίες (Bidder, 1966· Altman & Nixon, 1970) συμπεράνθηκε ότι τα χταπόδια πέπτουν εξωτερικά την μεμβράνη και τις μυοσκελετικές προσαρτήσεις του καβουριού. Με τις κλειδώσεις αποσυντετημένες και τις μυϊκές προσαρτήσεις διαλυμένες, το κρέας μπορεί στην συνέχεια να αφαιρεθεί προτού χωνευτεί. Τα ένζυμα που εκχύνονται πριν ή μετά την νευροτοξίνη έχουν μία υψηλή ειδικευση για αυτά τα μέρη (Bidder, 1957· Altman & Nixon, 1970· Andrews & Tansey, 1983).

Η πηγή του ενζύμου είναι κατά πάσα πιθανότητα οι οπίσθιοι σιελογόνοι αδένες καθώς και αυτοί της νευροτοξίνης (Ghiretti, 1959, 1960· Cariello & Zanetti, 1977). Τα χταπόδια εκρύνουν ένα αριθμό από ουσίες (Russel, 1965) συμπεριλαμβανομένων προτεοτικών ενζύμων (Sakaguchi, 1968· Morishita, 1978).

Οι μυϊκοί σιελογόνοι αδένες του *Octopus vulgaris* (Young, 1965) είναι κινητοί και ικανοί να κατευθύνουν την έκκριση από τους οπίσθιους σιελογόνους αδένες όπως στο *O. apollyon* (Ballering, Jalving et al., 1972). Η απώλεια οδοντικού μέρους του αγωγού και της εμπρόσθιας περιοχής του δεν απέτρεψε την παράλυση ή τον διαμελισμό των καβουριών, επιβεβαιώνοντας ότι ο εξωσκελετός δεν διατρείται κατά την διάρκεια εισαγωγής της νευροτοξίνης. Η διαδρομή εισόδου των ενζύμων είναι ακόμη άγνωστη. Μπορεί να περνάει στο καβούρι μέσω της διάλυσης της μεμβράνης από το εξωτερικό περιβάλλον και μέσω των ανοιχτών άκρων των προσαρτημάτων. Ο Lo Bianco (1908) χρησιμοποιώντας μία πιπέτα μετάγγισε έκχυμα από τον οπίσθιο σιελογόνο αδένα πάνω στα βράγχια του καβούριου και επέφερε την παράλυση. Τα βράγχια παρέχουν ένα κατάλληλο μέρος για την είσοδο τα οποία έχουν ένα μεγάλο εμβαδόν μεμβράνης (300 τ.εκ .στο *Carcinus maetus* των 40 γρ. Alexander, 1979· Hughes, 1983) για την μεταφορά των ουσιών στο αγγειακό σύστημα.

Έπειτα από την έκχυση του οπίσθιου σιελογόνου αδένα από το *Eledone cirrhosa*, η καρδιά ενός καβουριού συνεχίζει να χτυπά για αρκετές ώρες μετά την παράλυση (Mc Donald & Cottrell, 1970). Η καρδιά μπορεί να συνεχίσει να διανείμει το αίμα μέσω του κυκλοφορικού συστήματος και να εξασφαλίσει την κατάρρευση των μυϊκών προσαρτήσεων που προκαλούνται σε όλο το εύρος των προσαρτημάτων, ασχέτως του σημείου είσοδο.

Η διάχυση απαιτεί αναπόφευκτα περισσότερο χρονικό διάστημα από το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την έκχυση μέσω διάτρησης. Οι οπίσθιοι σιελογόνοι αδένες του *Octopus vulgaris* περιέχουν μία υψηλή συγκέντρωση οκτοπαμίνης (130 ml/γρ υγρού βάρους (Juoio & Molinoff, 1974), η οποία όταν δίνεται σε μία φυσιολογική συγκέντρωση στον αστακό *Homarus americanus*, αυξάνει τον ρυθμό αλλά και την ισχύ των καρδιακών χτύπων (Livingstone, Harris- Warwick & Kravitz, 1980). Εάν παρόμοιες αντιδράσεις συμβαίνουν και στο *Carcinus mediterraneus* από τις εκκρίσεις του σιελογόνου αδένα του *Octopus vulgaris*, τότε τα χταπόδια μπορούν να καθιστούν αρκετά καβούρια αδρανή, να τα αποθηκεύουν στις βεντούζες τους ενώ αυτά είναι ακόμα “ζωντανά” και να τα τρώνε στην συνέχεια στο ασφαλές θολάμι τους. Αυτός ο τρόπος διατροφής φαίνεται ιδεώδης για έναν σαρκοφάγο όπως είναι το χταπόδι.

## 8° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΑΝΤΙΘΗΡΕΥΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

#### 8.1 Εισαγωγή

---

Η πίεση από την θήρευση είναι τόσο έντονη στα μαλακά σε σώμα χταπόδια (Packard, 1972), ώστε τα χρωματικά σχέδια του δέρματος είναι ένας από τους μηχανισμούς συμπεριφοράς αποφυγής της θήρευσης, ο οποίος έχει αναπτυχθεί για να αντιμετωπίσουν αυτό το φαινόμενο.



Φωτ. *Octopus dofleini* κατά τη θήρευση.

#### 8.2 ΑΝΤΙΘΗΡΕΥΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

---

Όλα τα ζώα αντιμετωπίζουν διαρκώς την πιθανότητα να θανατωθούν από κάποιο άλλο ζώο. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στα χταπόδια γιατί έχουν αποβάλλει τον προγονικό εξωσκελετό των μαλακίων. Ελάχιστα πολύ μεγάλα, δυνατά ή γρήγορα ζώα, πιθανόν να μην κινδυνεύουν από θήρευση από τη στιγμή που θα φτάσουν στην ωρίμανση, όπως συμβαίνει στο γιγάντιο χταπόδι του Ειρηνικού. Βέβαια σε κάθε περίπτωση διατρέχουν πάντα τον κίνδυνο να φονευθούν από τον άνθρωπο. Εξαιτίας της συνεχούς πίεσης που επιβάλλουν οι θηρευτές στη λεία(θήραμα), ευνοούνται όσα άτομα έχουν την ικανότητα να μειώνουν τον κίνδυνο της επίθεσης χωρίς να παρενοχλούνται άλλες δραστηριότητες τους. Το παρακάτω κεφάλαιο ασχολείται με την εξέταση ορισμένων ιδιαίτερων προσαρμογών που συνδέονται με (1) την απόκρυψη από τους θηρευτές, (2) την ανακάλυψη τους και (3) τη διαφυγή απ' αυτούς.

### 8.3 ΑΠΟΚΡΥΨΗ-ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ-ΔΙΑΦΥΓΗ ΑΠΟ ΘΗΡΕΥΤΕΣ

---

Η πλέον κοινή στρατηγική επιβίωσης των ζώων ίσως είναι η απόκρυψη από τους εχθρούς τους δηλαδή η συμπεριφορά αυτή που οδηγεί τον θηρευτή να αγνοήσει τη λεία. Όσα ζώα κρύβονται εκμεταλλεύονται το ότι οι θηρευτές έχουν την τάση να είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι στην κίνηση και γενικώς να εντοπίζουν τη λεία τους χρησιμοποιώντας σημάδια, που συχνά είναι ορατά. Η λεία, από την άλλη μεριά, απομακρύνοντας αυτά τα καίρια σημάδια, κάνει τους εχθρούς της να ξοδέψουν περισσότερο χρόνο και ενέργεια για τον εντοπισμό τους. Αυτό μπορεί να επιμηκύνει τον χρόνο που θα ζήσει και θα αναπαραχθεί η λεία. Έτσι τα χταπόδια στο σύνολο τους υιοθετούν ένα υψηλώς αποκρυπτικό σωματικό σχέδιο και παραμένουν ακίνητα κατά τον εντοπισμό ενός θηρευτή ώστε να μη γίνουν αντιληπτά από αυτόν.

Η απόκρυψη στα χταπόδια, επιτυγχάνεται με κρυπτικό χρωματισμό και με την απόκτηση ανάλογης σωματικής στάσης. Η αποτελεσματικότητα της απόκρυψης συνήθως εξαρτάται επίσης, από την ικανότητα του ζώου να παραμείνει ακίνητο για μακρά χρονικά διαστήματα.

Η συμπεριφορά της απόκρυψης είναι κάτι πολύ περισσότερο από την απλή ικανότητα του ζώου να παραμένει ακίνητο. Ένα ζώο γενικά θα εναρμονιστεί με το περιβάλλον του μόνο αν έχει προηγουμένως επιλέξει το κατάλληλο υπόστρωμα. Αυτό ωστόσο δεν ισχύει για τα χταπόδια αφού έχουν την ικανότητα να ταιριάζουν το χρώμα του δέρματος με το εκάστοτε υπόστρωμα.

Όσα κρύβονται δεν υποκύπτουν εύκολα με το να στηρίζονται σε δευτερεύουσες στρατηγικές που σκοπό έχουν να μειώνουν την πιθανότητα σύλληψης όπως είναι η απομάκρυνση από το θηρευτή. Στην περίπτωση βέβαια που ανακαλύπτονται, τα χταπόδια αποσύρονται στις τρύπες ή στα κοχύλια που χρησιμοποιούν σαν καταφύγιο. Εάν βρίσκονται αρκετά μακριά από αυτό απομακρύνονται μέσω της προώθησης πιδάκων νερού ενώ ταυτόχρονα εκχύουν τη μελάνη για να αποφύγουν την μετέπειτα ανίχνευση από το θηρευτή.

#### 8.3.1 ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΘΗΡΕΥΣΗΣ

Κατά την διεξαγωγή της μελέτης των John W. Forsythe και Roger T. Hanlon παρατηρήθηκε το ακόλουθο περιστατικό. Ένα χταπόδι ψηλαφούσε σε σχισμές βράχων όταν μία πολύ μικρή σμέρνα (0,5 μ. ολικό μήκος) τσίμπησε μία από τις εκτεταμένες άκρες των πλοκαμιών του. Το χταπόδι αντέδρασε βίαια τραβώντας το πλοκάμι πίσω αστραπιαία, άλλαξε το σχέδιο του σώματός του, έριξε άφθονο μελάνι σε μεγάλα μαύρα “σύννεφα” και άρχισε να μετακινείται γρήγορα σε ένα άλλο βράχο, όπου κάθισε υιοθετώντας ένα υψηλά κρυπτικό σωματικό σχέδιο. Η μικρή σμέρνα εφόρμησε έξω από την τρύπα της μέσα στο μελάνι, ωστόσο στη συνέχεια υποχώρησε καθώς απέτυχε να αντιμετωπίσει το χταπόδι, το οποίο τελικά δεν είχε χάσει το πλοκάμι του παρά το ότι είχε δαγκωθεί.



Σε μια άλλη περίπτωση που καταγράφηκε ένα μεγάλο θηρευτικό ψάρι των κοραλλιογενών υφάλων (Carangid Jack) πραγματοποιούσε διατροφικά ταξίδια σε ιδιαίτερα ρηχά νερά. Το ψάρι αυτό με το σκούρο χρωματισμό πέρασε, σε μια χρονική περίοδο, 5 φορές διαδοχικά πάνω από το χταπόδι σε απόσταση μόλις 15 εκ.. Ωστόσο σε καμιά περίπτωση δεν ανίχνευσε το χταπόδι λόγω της αποτελεσματικής χρωματικής απόκρυψης του. Το χταπόδι αυτό πραγματοποιούσε ενεργό διατροφικό ταξίδι, ενώ δε βρισκόταν σε απόκρυψη έως ότου εντόπισε το ψάρι αυτό, σε μια απόσταση. Αντί ωστόσο να υποχωρήσει στις σχισμές των βράχων, το χταπόδι σταμάτησε κάθε κίνηση και απέκτησε ένα κρυπτικό σχέδιο το οποίο του απέδιδε υψηλή ομοιότητα με τον βράχο στον οποίο βρισκόταν. Παρόμοιες αντιδράσεις χταποδιών παρατηρήθηκαν όταν μικρόσωμοι καρχαρίες (περίπου 1,5μ, μήκος) κολυμπούσαν γύρω από τον ρηχό ύφαλο σε απόσταση ενός μέτρου από ζώα που διατρέφονταν.

Όταν η απόκρυψη ή η διαφυγή δεν είναι επιτυχής δεν είναι απαραίτητο τα χταπόδια να θανατωθούν εφόσον δεν υποστούν καίρια πλήγματα στο κεφάλι. Έτσι ακόμη και αν χάσουν ορισμένα πλοκάμια τους μπορούν να επιβιώσουν. Για παράδειγμα δύο χταπόδια βρέθηκαν στα θολάμια τους με πλοκάμια που έλειπαν λόγω θήρευσης. Στο ένα χταπόδι έλειπαν τρία πλοκάμια ενώ στο άλλο έλειπαν πέντε πλοκάμια.. Απώλεια τόσο μεγάλου αριθμού πλοκαμιών είναι πιθανώς και θανατηφόρα.

Εφόσον τα χταπόδια είναι μαλακά στο σώμα και ιδιαίτερα ευάλωτα στους θηρευτές τους οι οποίοι βρίσκονται σε αφθονία, πρέπει να παραμένουν άγρυπνα και κρυπτικά όταν βρίσκονται έξω από το θολάμι τους. Όταν μεγάλοι θηρευτές των χταποδιών πλησιάζουν το *Octopus cyanea* αυτό έχει την ικανότητα να αντιληφθεί τον θηρευτή, να σταματήσει όλες τις κινήσεις και να αποκτήσει αποτελεσματικό χρωματισμό απόκρυψης, ακόμα και όταν ο θηρευτής βρισκόταν σε απόσταση 15 εκατοστών. Οι σμέρνες φαίνεται να αποτελούν μία συνεχή απειλή για τα χταπόδια που πραγματοποιούν διατροφικά ταξίδια, εφόσον αυτές κατοικούν σε κοιλότητες οι οποίες συχνά ερευνώνται τυφλά από χταπόδια που διατρέφονται. Περισσότερη εργασία στο πεδίο χρειάζεται έτσι ώστε να εκτιμηθούν προσεκτικά το εύρος στο οποίο η συμπεριφορά των χταποδιών και η δραστηριότητά τους διαμορφώνεται από την πίεση από τους θηρευτές. (Mather & O' Dor, 1991).

#### **8.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

---

Όπως γίνεται κατανοητό τα χταπόδια χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές εκτός από την απόκρυψη για να αποφύγουν τη θήρευση. Έτσι ορισμένα είδη θηρεύουν κυρίως την νύχτα (όπως το *O. joubini*) ή πραγματοποιούν μικρά διατροφικά ταξίδια όταν στην περιοχή τους υπάρχουν πολλά είδη θηρευτών. Σε κάθε περίπτωση και ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκονται τα χταπόδια ακολουθούν μία διαφορετική τακτική αποφυγής της θήρευσης επιλέγοντας μία από τις προαναφερθείσες. Αυτό υποδεικνύει την εκτίμηση των θηρευτικών καταστάσεων και την χρήση νοημοσύνης από τα έξυπνα χταπόδια εξηγώντας εν μέρει και την ευρεία εξάπλωση τους.

## 9ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΠΩΑΣΗ

#### 9.1 ΓΕΝΙΚΑ

Όλη η συμπεριφορά είναι σημαδεμένη από την επιρροή της πάνω στην ικανότητα του ζώου να μεταβιβάζει τα γονίδια του στο γονιδιακό απόθεμα της επόμενης γενιάς. Όμως, μερικά πρότυπα συμπεριφοράς αφορούν πιο άμεσα από άλλα, τα μέγιστα προβλήματα που συνδέονται με την αναπαραγωγή: εντοπισμός ενός ζευγαριού, προτροπή του πιθανού ταιριού για ζευγάρωμα και φροντίδα για τα προϊόντα του ζευγαρώματος. Οι γαμέτες ενός εγγενώς αναπαραγόμενου ατόμου, που περιέχουν την γενετική τους συνεισφορά στους μελλοντικούς απογόνους, θα πρέπει να κατορθώσουν να συνενωθούν με εκείνους που παράγονται από ένα άλλο μέλος του ίδιου είδους και αντίθετου φύλου.

Η εγγενής αναπαραγωγή έχει ως αποτέλεσμα τον συνεχή σχηματισμό νέων γενοτύπων. Ακόμη στο σχηματισμό γαμετών κατά την μείωση η γενετική πληροφορία στο πρωταρχικό αναπαραγωγικό κύτταρο ανακατατάσσεται πλήρως, εξαιτίας του επανασυνδυασμού. Ως αποτέλεσμα, το ωάριο ή το σπερματοζωάριο που παράγεται μπορεί να φέρει οποιονδήποτε από ένα πελώριο αριθμό πιθανών συνδυασμών των γονιδίων. Οι γενότυποι που παράγονται με την ένωση των ωαρίων και των σπερματοζωαρίων είναι κυριολεκτικά εγγυημένοι να είναι μοναδικοί. Το γεγονός ότι κάθε εγγενώς αναπαραγόμενο άτομο έχει διαφορετικό συνδυασμό γονιδίων, του εξασφαλίζει ένα σημαντικό ποσό φαινοτυπικής ποικιλίας.

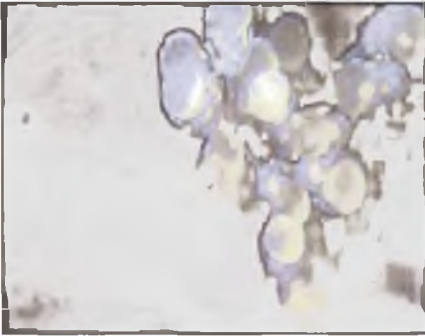
#### 9.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ

Η γονιμοποίηση του θηλυκού ατόμου από το αρσενικό γίνεται με την είσοδο της εκτοκοτύλης μέσα στην μανδουακή κοιλότητα του θηλυκού, με την εκτοκοτύλη θα μεταφερθούν και τα σπερματοζωάρια του αρσενικού. Τα ζώα μπορούν να ερωτοτροπούν για αρκετές ώρες και το ίδιο ζεύγος συχνά ξαναζευγαρώνει κατά την διάρκεια μιας εβδομάδας περίπου. Το αρσενικό όπως και το θηλυκό συζεύγονται με άλλα άτομα του είδους, οπότε δεν υπάρχει μονογαμία στα χταπόδια. Τα μεγέθη των αυγών ποικίλουν σε μέγεθος αλλά και σε αριθμό ανάλογα με το είδος.



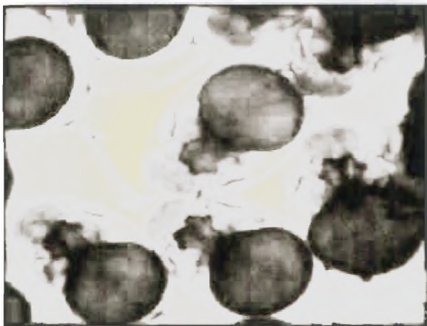
Φωτ. διαφορά μεγεθη αυγων

Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ του σταδίου ωριμότητας του θηλυκού και της συμπεριφοράς του απέναντι στο αρσενικό άτομο. Πολύ συχνά γίνεται ζευγάρωμα ενώ ακόμα το θηλυκό είναι σεξουαλικά ανώριμο. Μόνο τα θηλυκά που είναι έτοιμα να γεννήσουν αποφεύγουν συστηματικά τα αρσενικά άτομα.



Φωτ. Προσκόλληση αυγών

Κατά την ωορρηξία, για την προσκόλληση των μαζών των αυγών σε “τσαμπιά” (Φωτ. δίπλα) και την σταθεροποίηση αυτών σε υπόστρωμα, χρησιμοποιούνται εκκρίματα από τους γεννητικούς αδένες και βλέννη. Τα αυγά προσκολλώνται στην οροφή του θολαμιού ενώ το θηλυκό την καθαρίζει, σχηματίζοντας μια μικρή κοιλότητα στην οποία μπαίνει ο σίφωνα. Οι κοτύλες κολλούν τα αυγά μεταξύ τους και τα σταθεροποιούν στην οροφή. Κατά την διάρκεια της νύχτας, οπότε και γίνεται συνήθως η ωορρηξία, προσκολλώνται δέκα έως δώδεκα κλωστές αυγών. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεχιστεί για 4 έως 6 εβδομάδες χωρίς παύση. Η ωοτοκία σταματά μόνο όταν η θερμοκρασία κατεβεί κάτω από τους 10°C.



Φωτ. Αυγά πριν την εκκόλαψη

Κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας και μέχρι την εκκόλαψη, το θηλυκό σπάνια αφήνει τα αυγά του ενώ παράλληλα διακόπτει την διατροφή του. Η φροντίδα των αυγών περιλαμβάνει την καθαριότητά τους με τις άκρες των βραχιόνων του θηλυκού ατόμου και την οξυγόνωσή τους με την εκτόξευση νερού από τον σίφωνα ανάμεσά τους. Οποιοσδήποτε οργανισμός πλησιάσει το θολάμι είτε διώκεται είτε φονεύεται ενώ η είσοδος του θολαμιού είναι καλυμμένη.



Φωτ. Νεοεκκολαφθέν *O. cyanea*

Τα θηλυκά άτομα πεθαίνουν μετά την εκκόλαψη και των τελευταίων αυγών έχοντας χάσει μεγάλο ποσοστό του σωματικού τους βάρους. Ποτέ δεν έχει παρατηρηθεί άτομο να γεννά δεύτερη φορά στη ζωή του γι' αυτό το λόγο δεν παρατηρείται επικάλυψη γενεών στα θηλυκά άτομα.

### 9.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΘΗΛΥΚΟ ΧΤΑΠΟΔΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΩΑΣΗ

Πρωτεύων σκοπός αυτής της έρευνας ήταν να περιγραφούν οι αλλαγές σε μία ειδικευμένη θηρευτική συμπεριφορά του θηλυκού *O. vulgaris* Cuvier, έπειτα από την ωορρηξία. Παράλληλα, οι ποσοτικές αλλαγές στην ποσότητα της τροφής που φαγώθηκε πριν αλλά και έπειτα από την ωορρηξία μετρήθηκαν.

Όταν ένα άτομο του *O. vulgaris* διατρέφεται με μαλάκια τα οποία έχουν κέλυφος, ανοίγει μία τρύπα στο κέλυφος, εκκρίνει την τοξίνη από τους οπίσθιους σιελογόνους αδένες μέσα στην οπή, στη συνέχεια τραβάει το νεκρό πλέον σώμα του μαλακίου έξω από το άνοιγμα του κελύφους και το τρωει (Fujita, 1916· Pilson & Taylor, 1961· Arnold & Arnold, 1969· Wodinsky, 1969). Παρόλα αυτά, το χταπόδι μπορεί επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις να τραβάει το σώμα του μαλακίου έξω από το κέλυφος χωρίς πρώτα να ανοίγει τρύπα σε αυτό. Ο Fujita (1916) ανέφερε ότι το χταπόδι έτρωγε κατά μέσο όρο 5 με 7 μαργαριτοφόρα στρείδια την ημέρα, από τα οποία μόνο 2,6 (45.5%) είχαν οπές (από το χταπόδι). Οι Pilson & Taylor (1961) ανέφεραν ότι τα *O. bimaculoides* και *O. bimaculatus* μπορούν να ανοίξουν ένα δίθυρο ή να

αποκολλήσουν ένα άλλο δίσυρο από το υπόστρωμα χρησιμοποιώντας την δύναμή τους. Οι Arnold & Arnold (1969) ανέφεραν ότι το *O. vulgaris* έτρωγε το γαστερόποδο *Tonna maculosa* χωρίς να ανοίγει τρύπα στο κέλυφος του.

Υπάρχουν ορισμένες πειραματικές ενδείξεις ότι το χταπόδι χρησιμοποιεί την δύναμη πρώτα πριν από την διάτρηση, ενώ ορισμένα χταπόδια προτιμούν περισσότερο να χρησιμοποιούν την δύναμη απ' ό τι την διάτρηση. Ωστόσο, όλα χρησιμοποιούν την δύναμη σε ορισμένες περιπτώσεις (Wodinsky, 1969). Επιπλέον, όταν ο ερευνητής καλύπτει το κέλυφος που περιέχει το ζωντανό γαστερόποδο με μία λεπτή, αλλά σκληρή χημική ουσία, όπως είναι ένα συνθετικό ρετσίνι ή μία ακρυλική ουσία ή με πολυεστέρα, όλα τα χταπόδια τραβούν έξω το σώμα του γαστερόποδου, σχεδόν σε ποσοστό 100% χωρίς να πραγματοποιούν διάτρηση (Wodinsky, 1973a).

Υπάρχουν τέσσερις ενδείξεις ότι δύναμη χρησιμοποιήθηκε για να εξαχθούν τα γαστερόποδα από τα κελύφη τους στη μελέτη αυτή.

Η παρουσία οπών στα κελύφη κοχυλιών του *Strombus gigas* και του *S. raninus* (τα είδη που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη) ήταν περίπου 10 %. Ορισμένες οπές από την διάτρηση των χταποδιών δεν έφταναν στο εσωτερικό μέρος του κελύφους, οπότε η έκκριση της τοξίνης δεν έφτανε το μαλάκιο. Σε ένα τυχαία επιλεγμένο δείγμα από *S. gigas*, τα οποία είχαν φαγωθεί από χταπόδια στο εργαστήριο, το 17.9% των κελυφών είχαν ατελείς οπές από διάτρηση. Για το *S. raninus*, το 16.3% των κελυφών που εξετάστηκαν είχαν ατελείς οπές.

Το χταπόδι γενικά, μπορεί να διατρήσει σε μία μη αποτελεσματική τοποθεσία στο κέλυφος, όπως είναι το χείλος του, με αποτέλεσμα οποιαδήποτε έκκριση τοξίνης να διοχετεύεται κατευθείαν στο θαλασσινό νερό και να αφήνει το μαλάκιο ανέγγιχτο (Wodinsky, 1969).

Οπές που δημιουργήθηκαν σε κενά κελύφη, τα ανοίγματα των οποίων ήταν σφραγισμένα, υποδεικνύει ότι το χταπόδι δεν εκκρίνει τοξίνη σε κάθε πλήρη οπή (Wodinsky, 1969).

Το χταπόδι λοιπόν έχει δύο μεθόδους για να εξαγάγει το σώμα του μαλακίου θηράματός του. Η ακόλουθη μελέτη περιγράφει μία αλλαγή στον φυσιολογικό κύκλο της ζωής του χταποδιού η οποία σχετίζεται με την επιλογή της διατροφικής μεθόδου. Εν περιλήψει, όταν ένα θηλυκό άτομο του *O. vulgaris* πραγματοποιεί ωορρηξία: εργάζεται για να αποκτήσει τροφή, ενώ η μέθοδος απόκτησης τροφής είναι η εξαγωγή του ζωντανού σώματος του μαλακίου από το κέλυφός του, ωστόσο ελάχιστο από το φαγητό που έχει αποκτηθεί τρώγεται και αυτό οφείλεται σε μία εμφανή υποφαγεία, και υπάρχει μία αλλαγή στην μέθοδο απόκτησης τροφής, καθώς το χταπόδι αλλάζει τον τρόπο θήρευσης του από διάτρηση στο κέλυφος και έκκριση τοξίνης, απλώς σε τράβηγμα του θηράματος έξω από το κέλυφος του χωρίς διάτρηση.

Πιν. 9.1 Ημ/νίες και βάρη (σε γρ.) των παρατηρηθέντων χταποδιών										
Αρ. Χταποδιού	Ημ/νία*	Βάρη*	Ημ. †	Βάρος †	Ημ. Ωορ. Γον.	Ημ/νία ‡	Βάρος (γρ.) ‡	Ημ.Επ. Μετ. Ωορ.	%Μεγ. Απώλεια Βάρους	
4	31Αυγ.	-	14Νοεμ.	1220	7Νοεμ.	Όχι	4Ιαν.	554	58	54.6
22	16Οκτ.	730	18Φεβρ.	1389	25Απρ.	Όχι	6Ιουν	575	42	58.6
24	9Νοεμ.	372	18Φεβρ.	906	26Μαρ.	Όχι	5Μαΐου	-	40	-
26	25Δεκ.	-	18Φεβρ.	738	1Απρ.	Ναι	12Μαΐου	408	42	44.8
43	27Μαρ.	151	16Μαΐου	208	26Ιουλ.	Όχι	12Αυγ.	233	17	-
52	8Μαΐου	643	8Μαΐου	643	10Ιουλ.	Όχι	19Αυγ.	402	40	34.4
60	13Μαΐου	222	30Ιουλ.	455	26Αυγ.	Όχι	23Σεπτ.	296	28	35.0
66	8Ιούν.	920	8Ιουν.	920	23Ιουλ.	Όχι	28Αυγ. §	453	(36+) §	(50.8+) §
67	10Ιούν.	502	10Ιουν.	502	27Ιουλ.	Όχι	19Αυγ.	350	23	30.1
70	19Ιούν.	527	31Ιουλ.	732	12Αυγ.	Ναι	29Αυγ. §	537	(17+) §	(26.6+) §
	24Ιούν.	533	24Ιουν.	533	11Αυγ.	Ναι	28Αυγ. §	424	(17+) §	(20.4+) §
<u>Χταπόδια που πέθαναν πριν την ωορρηξία</u>										
3	20Αυγ.	-	16Απρ.	976	-	-	17Μαΐου	967	0.9	-
20	10Οκτ.	126	8Δεκ.	182	-	-	10Ιουν.	141	-	22.5
40	24Φεβρ.	102	31Ιουλ.	696	-	-	11Αυγ.	52	-	25.3
49	24Απρ.	388	19Μαΐου	581	-	-	13Αυγ.	343	-	41.0
§ Κατάρρευση του κλειστού κυκλώματος, όλα τα ζώα απεβίωσαν										
* Κατά τη σύλληψη										
† Στο μέγιστο βάρος										
‡ Μετά το θάνατο										

### 9.3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ

#### Αντικείμενα.

Στην μελέτη 15 άτομα του *O. vulgaris* παρατηρήθηκαν, από τα οποία τα 11 πραγματοποίησαν ωορρηξία και τα 4 πέθαναν με τις ωοθήκες γεμάτες με αυγά. Το τελευταίο γεγονός δεν είναι παράξενο στο χταπόδι (Lee, 1875· Gravely, 1908· Pickford & McConnaughey, 1949· Wodinsky 1972· Van Heukelem, 1973). Οι ημερομηνίες σύλληψης, ωορρηξίας, θανάτου και μέγιστου αρχικού και τελικού βάρους παρουσιάζονται στον (Πιν. 9.1).

Τα χταπόδια κρατήθηκαν ατομικά σε αδιαφανείς δεξαμενές από πλαστικό, οι οποίες καλύπτονταν από ένα συρματόπλεγμα πάχους 6.3 χιλ. που κάλυπτε τις δεξαμενές σαν οροφή, ενώ τροφοδοτούνταν με τρεχούμενο θαλασσινό νερό. Η μόνιμη τροφή, κατά την διάρκεια της αιχμαλωσίας ήταν ζωντανά γαστερόποδα με τα κελύφη τους, με περισσότερο κοινά τα *Strombus gigas* Linnaeus και το κοχύλι *S. raninus* Gmelin. Επίσης αντικείμενο τροφής ήταν και το σώμα του *S. gigas* το οποίο είχε

αφαιρεθεί από το κέλυφος του, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν ένα καβούρι το *Callinectes ornatus* Ordway.

## Μέθοδος

Η μέθοδος εξαγωγής του θηράματος από το κέλυφός του και η ποσότητα τροφής που φαγόθηκε από αυτό ελέγχθησαν πριν και μετά από την ωορρηξία 11 θηλυκών χταποδιών και δύο τα οποία είχαν πλήρεις τις ωοθήκες τους (αριθμοί 40 και 49) πριν από τον θάνατό τους. Η λήψη τροφής από τα γαστερόποδα τα οποία τους είχε αφαιρεθεί το κέλυφος από τον ερευνητή ελέγχθηκε έπειτα από την ωορρηξία σε ένα από αυτά τα θηλυκά άτομα (νούμερο 4) και για δύο θηλυκά τα οποία είχαν πλήρεις τις ωοθήκες τους (αριθμοί 3 και 20) πριν τον θάνατό τους.

Πριν από την ωορρηξία, σε κάθε χταπόδι παρουσιάζονταν ζωντανά γαστερόποδα έως κορεσμού, γαστερόποδα του *S. gigas* ή του *S. rapinus*. Μόλις πραγματοποιούταν η ωορρηξία δινόταν σε κάθε χταπόδι δύο κοχύλια, ένα από το *S. gigas* και ένα από το *S. rapinus* των οποίων τα βάρη (κέλυφος και σώμα) καταγράφηκαν. Αφού το χταπόδι είχε αφαιρέσει το σώμα από το κέλυφος, η τροφή παρέμενε στην δεξαμενή για τουλάχιστον 12 και συνήθως 24 ώρες. Έπειτα από αυτό το διάστημα η τροφή αφαιρούνταν από την δεξαμενή ζυγίζόταν και αντικαθιστώνταν από ένα άλλο δείγμα θηράματος. Έτσι ζωντανά θηράματα και φρέσκα παρουσιάζονταν συνεχώς στα ζώα. Τα κενά κελύφη μετρούνταν (ύψος και βάρος) και ελέγχονταν για την παρουσία οπών από διάτρηση. Όλα τα κελύφη τα οποία είχαν διατρηθεί έπειτα από την ωορρηξία κόβονταν για να καθοριστεί εάν η οπή από την διάτρηση του χταποδιού είχε διεισδύσει στο εσωτερικό μέρος του κελύφους.

Η ποσότητα της τροφής που το χταπόδι έτρωγε υπολογίστηκε με την ακόλουθη διαδικασία. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ζύγιση του κελύφους και του σώματος του γαστερόποδου πριν την παρουσίαση του στο χταπόδι, στη συνέχεια αφαιρέθηκε το βάρος του άδειου κελύφους, έπειτα από την φάγωση του σώματος από το χταπόδι. Παρόλα αυτά αυτή είναι μία διογκωμένη μέτρηση γιατί το ζωντανό γαστερόποδο διατηρεί μία ποσότητα νερού στην ενδιάμεση επιφάνεια ανάμεσα στο σώμα του και το κέλυφος.

Για το λόγο αυτό ένας έλεγχος πραγματοποιήθηκε στον οποίο 71 κελύφη του *S. gigas* ζυγίστηκαν, μετρήθηκε το ύψος και το βάρος τους όταν είχε σπάσει το κέλυφος έτσι το πλήρες βάρος του γαστερόποδου εξάχθηκε και ζυγίστηκε. Με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων υπολογίστηκε το σχετικό βάρος του γαστερόποδου σε σχέση με το ύψος του κελύφους από μία λογαριθμική εξίσωση. Η λογική βάση για αυτήν την εξίσωση είναι η κατανοητή σχέση ότι σε ανάλογες σχέσεις, ο όγκος (βάρος) αυξάνει σύμφωνα με τον κύβο των διαστάσεων (ύψος). Αυτή η διόρθωση εφαρμόστηκε σε κάθε γαστερόποδο του *S. gigas* καθώς το αρχικό σωματικό βάρος από το οποίο τα μη φαγωθέντα υπολείμματα αφαιρέθηκαν έτσι ώστε να αποκτηθούν οι τιμές για την ποσότητα που είχε φαγωθεί.

Το μέσο βάρος των γαστερόποδων που μετρήθηκαν και από τις δύο παραπάνω μεθόδους συγκρίθηκε. Ένα τυχαία επιλεγμένο δείγμα από 128 άτομα του *S. gigas* παρείχε ένα μέσο όρο εκτίμησης του σωματικού βάρους των 103.6 γρ. το οποίο αποκτήθηκε μέσω της αφαίρεσης του άδειου κελύφους από το βάρος του ζώντος γαστερόποδου με το κέλυφος. Η μέση εκτίμηση του σωματικού βάρους για το ίδιο

δείγμα υπολογίστηκε από το ύψος του κοχυλιού και ήταν περίπου 61.2 γρ., περίπου 59% από την εκτίμηση με την πρώτη μέθοδο. Το νερό που βρίσκεται ανάμεσα στο κέλυφος και στο σώμα ευθύνεται για αυτήν την διαφορά.

Για την εκτίμηση της ποσότητας τροφής που το χταπόδι έφαγε απαιτείται μία περαιτέρω διόρθωση λόγω του γεγονότος ότι το σώμα του γαστερόποδου, έξω από το κέλυφος του αλλάζει βάρος. Ένας άλλος έλεγχος για τον υπολογισμό του βάρους του *S. gigas* (n=63) πραγματοποιήθηκε καθώς αφέθηκε το σώμα σε θαλασσινό νερό για 24 ώρες στην συνέχεια ζυγίστηκε και βρέθηκε μία απώλεια της τάξης των 4.36γρ. ή 7.2% του αρχικού βάρους σώματος. Αυτός ο έλεγχος δεν έχει πραγματοποιηθεί για άλλες περιόδους χρόνου.

Πιν 9.2 Αριθμός γαστερόποδων που φαγώθηκαν και διατηρήθηκαν πριν την ωορρηξία			
α) ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΩΟΡΡΗΞΙΑ			
Αρ. Χταποδιού	Αρ. Γαστερ. που φαγώθ.	Αρ. κελυφών που διατηρηθ.	% Διατ/ντα
4	32	31	96.9
22	51	51	100.0
24	36	36	100.0
26	61	60	98.4
43	47	45	95.7
52	30	30	100.0
60	59	57	96.6
66	12	11	91.7
67	21	20	95.2
70	21	20	95.2
71	14	14	100.0
	384	375	
Μέσος όρος			97.2



### 9.3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο Πιν 9.2 υποδεικνύει ότι 11 χταπόδια έφαγαν 384 γαστερόποδα προτού

Πιν 9.2				
β)ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΩΟΡΡΗΞΙΑ				
Αρ. Χταποδιού	Αρ. Γαστερ. που φαγώθ.	Αρ.κελυφών Που διατρηθ.	Αρ. Ατελών Διατρήσεων	% Διατ/ντα
4	9	5	3	56.0
22	5	1	1	20.0
24	11	4	3	36.0
26	19	4	4	21.0
43	8	0	0	0
52	9	4	3	44.0
60	21	2	1	10.0
66	25	2	0	8.0
67	13	4	2	31.0
70	11	0	0	0
71	3	1	0	33.0
	134	27	17	
Μέσος όρος				23.5
<hr/>				
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΩΟΡΡΗΞΙΑ				Αυξων αρ. Των κελυφών που διατρήθηκαν μετά την ωορ. (οι ατελείς διατρήσεις είναι τυπωμένες σε πλάγια στοιχεία).
Αρ. κελυφών που διατρηθ. (Δ)		Αρ. Κελυφών που δεν διατρηθ. (ΟΔ)		
στα <u>S.gigas</u>		<u>S.raninus</u>		
Δ	ΟΔ	Δ	ΟΔ	
2	3	2	1	1,2,3,4,7
0	4	1	0	1
2	4	2	3	2,3,4,6
0	8	4	6	2,3,4,5.
0	4	0	4	-
2	4	2	1	1,2,3,4
2	15	0	4	1,3
1	17	1	6	4,10
3	8	1	1	1,2,3,4,
0	9	0	2	-
1	2	0	0	2
13	78	13	28	

πραγματοποιήσουν την ωορρηξία, από τα οποία 375 (97.7%) είχαν οπές από διάτρηση. Το χαμηλότερο ποσοστό που καταγράφηκε ήταν από το χταπόδι 66 το οποίο πραγματοποίησε διατρήσεις στο 91.7% των κελυφών που του δόθηκαν.

Έπειτα από την ωορρηξία τα χταπόδια αφαίρεσαν 134 γαστερόποδα από τα κελύφη τους στα οποία μόνο τα 27 (20.1%) είχαν οπές από διάτρηση. Το υψηλότερο ποσοστό διάτρησης καταγράφηκε από το χταπόδι 4 το οποίο είχε διατρήσει το 56% των κελυφών που του δόθηκαν. Κάθε θηλυκό, έπειτα από την ωορρηξία, πραγματοποιούσε λιγότερο συχνά διατρήσεις από ότι (1) οποιοδήποτε θηλυκό πραγματοποίησε πριν την αναπαραγωγή και απ' ότι (2) πραγματοποιούσε προτού γίνει η ωορρηξία .

Ο έλεγχος της εσωτερικής επιφάνειας των κομμένων κελυφών αποκάλυψε ότι 10 από τις 27 οπές (37%) που είχαν πραγματοποιηθεί έπειτα από την ωορρηξία ήταν

ατελείς. Εάν συγκριθεί αυτό, με ένα γενικό φαινόμενο της τάξης του 17 % βασιζόμενο σε τυχαία δείγματα από οπές σε 354 διαφορετικά χταπόδια έχουμε ως αποτέλεσμα ότι μόνο 17 από τα 134 κελύφη (12.7%) έπειτα από την ωορρηξία είχαν πλήρεις οπές.

Ο Πιν. 9.2 επίσης υποδεικνύει ότι οι περισσότερες οπές που είχαν πραγματοποιηθεί μέσω διάτρησης πραγματοποιήθηκαν άμεσα έπειτα από την ωορρηξία. Η τελευταία στήλη του Πιν. 9.2 δείχνει ότι 23 από τις 27 οπές που ανοίχτηκαν μέσω διάτρησης πραγματοποιήθηκαν στα πρώτα 4 κελύφη που δόθηκαν στα χταπόδια έπειτα από την ωορρηξία. Δύο χταπόδια, οι αριθμοί 43 και 70 ποτέ δεν πραγματοποίησαν διάτρηση έπειτα από την ωορρηξία. Οι διατρήσεις πραγματοποιούνταν εξίσου συχνά, τόσο στο *S. gigas* (13) όσο και στο *S. raninus* ενώ ήταν αρκετά περισσότερα τα άτομα του μεγαλύτερου *S. gigas* (78), τα οποία είχαν αφαιρεθεί από τα κελύφη τους χωρίς διάτρηση απ' ότι στο *S. raninus* (28).

Πιν. 9.3 ΑΤΕΛΕΙΣ ΔΙΑΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΥΣΙΑ ΔΙΑΤ. ΣΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 20 ΚΟΧΥΛΙΑ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΘΗΡΕΥΣΑΝ ΤΑ ΧΤΑΠΟΔΙΑ ΠΟΥ ΠΕΘΑΝΑΝ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΩΟΡΡΗΞΙΑ

### 10 ΠΡΟΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΚΟΧΥΛΙΑ

Αρ. χταποδιού	Αρ. γαστερ. Που φαγωθ.	Αρ. κοχυλ. Που διατρ.	Αριθμός Οπών	Αρ. ατελών Οπών
40	73	69	0	2
49	72	66	0	1
	145	135	0	3

### 10 ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΚΟΧΥΛΙΑ

Αρ. οπών	Αρ. ατελών Οπών
3	5
5	2
8	7

Ο Πιν. 9.3 παρουσιάζει τα στοιχεία για δύο χταπόδια που πέθαναν προτού πραγματοποιήσουν ωορρηξία, των οποίων ωστόσο οι ωθήκες ήταν πλήρεις σε αυγά. Τα τελευταία 20 κοχύλια τα οποία πάρθηκαν από το κάθε χταπόδι κόπηκαν και εξετάστηκαν. Μία αξιοσημείωτη αλλαγή παρατηρήθηκε στην συχνότητα των ατελών οπών και στην απουσία οπών στα τελευταία 10 κελύφη σε σύγκριση με τα προηγούμενα 10. Στα τελευταία 10, 15 (75%) είτε δεν είχαν καμία οπή ή είχαν μία ατελή οπή. Μόνο τρία (15%) παρατηρήθηκαν στα τελευταία δέκα.

Εν περιλήψει τα στοιχεία υποδεικνύουν δύο σημεία ότι το *O. vulgaris* αφαιρεί τα γαστερόποδα από το κέλυφος έπειτα από την ωορρηξία, και ότι αλλάζει από την διάτρηση στην εξαγωγή του γαστερόποδου χωρίς διάτρηση, όχι μόνο έπειτα από την ωορρηξία αλλά καθώς η ώρα της ωορρηξίας πλησιάζει.

### 9.3.3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΦΑΓΩΘΗΚΕ

Ο Πιν 9.4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της λήψης τροφής των χταποδιών αυτών, τόσο πριν τόσο και έπειτα από την ωορρηξία. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αντιπροσωπεύουν τις ποσότητες που φαγώθηκαν από το *S. gigas* και είναι πλήρως συγκρίσιμες για το *S. raninus* για το οποίο υπήρχε ένα αρκετά μικρότερο δείγμα. Σε κάθε περίπτωση το σωματικό βάρος του γαστερόποδου εκτιμήθηκε από το ύψος του κελύφους σύμφωνα με έναν εμπειρικό τύπο. Η μέση ποσότητα τροφής που αφήνεται αφάγωτη αυξάνεται σημαντικά έπειτα από την ωορρηξία ( 38.2γρ. σε σχέση με τα 17.8) παρά το γεγονός ότι μία μικρότερη ποσότητα τροφής ήταν διαθέσιμη στο χταπόδι. Τα χταπόδια έτρωγαν, κατά μέσο όρο, 18.4 γρ. ανά γεύμα έπειτα από την ωορρηξία, σε σύγκριση με τα 51.6 γρ. πριν την ωορρηξία, μία μέση μείωση της τάξης του 61.2 %. Σε κάθε χταπόδι υπήρξε σημαντική μείωση της λήψης τροφής.

Πιν. 9.4 Στοιχεία για τη λήψη τροφής στα χταπόδια που πραγματοποίησαν ωορρηξία και στα χταπόδια που πέθαναν πριν πραγματοποιήσουν ωορρηξία

#### Χταπόδια που πραγματοποίησαν ωορρηξία

	Πριν την ωορρηξία	Μετά την ωορ.	Τελευταία διατροφή
			<b>Πριν την ωορρηξία</b>
Μέσο ύψος των κοχυλιών (χιλ.)(M)*	147.5	138.7	145.8
Μέσο βάρος των γαστερ. Με πλήρες σώμα (Y)	69.4	55.7	66.2
Μέσο βάρος γαστερ. Χωρίς εντόσθια (Y)	43.3	34.7	41.3
Μέση ποσότητα τροφής που έμεινε ανέγγιχτη (M)	17.8	38.2	45.7
Μέση ποσότητα τροφής που φαγώθηκε (γρ.) (M)	51.6	18.4	20.5
N	25	81	5
*(M)=μετρήθηκε (Y)=υπολογίστηκε			

#### Χταπόδια που δεν πραγματοποίησαν ωορρηξία

	Προηγούμενες διατροφές	Τελευταίες 10 διατροφές
Μέσο ύψος των κοχυλιών (χιλ.)(M)*	146.0	142.0
Μέσο βάρος των γαστερ. Με πλήρες σώμα (Y)	70.2	59.2
Μέσο βάρος γαστερ. Χωρίς εντόσθια (Y)	43.8	36.9
Μέση ποσότητα τροφής που έμεινε ανέγγιχτη (M)	19.8	41.8
Μέση ποσότητα τροφής που φαγώθηκε (γρ.) (M)	50.4	18.6
N	12	15

Παρατηρήθηκαν μόνο τρία γεύματα από δύο χταπόδια τα οποία έφαγαν περισσότερο φαγητό από ότι πριν την ωορρηξία. Αυτοί οι υπολογισμοί δεν περιλαμβάνουν την διόρθωση για τις αλλαγές στο βάρος του γαστερόποδου, κατά την διάρκεια που βρίσκεται στο θαλασσινό νερό. Εάν η μέση απώλεια βάρους των 4.36γρ. όπως δείχθηκε από τις μετρήσεις ελέγχου προστεθεί η μέση μείωση της λήψης τροφής είναι 70.3 % της ποσότητας τροφής πριν την ωορρηξία.

όπως δείχθηκε από τις μετρήσεις ελέγχου προστεθεί η μέση μείωση της λήψης τροφής είναι 70.3 % της ποσότητας τροφής πριν την ωορρηξία.

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια για να καθοριστεί πότε ξεκινά η μείωση της λήψης τροφής. Ο Πιν. 9.4 περιλαμβάνει στοιχεία για 5 διατροφές, οι οποίες ήταν τα τελευταία γεύματα πριν πραγματοποιηθεί η ωορρηξία. Η ποσότητα της τροφής που φαγώθηκε ήταν ανάλογα μειωμένη. Η λήψη τροφής των χταποδιών 40 και 49 από δεκαπέντε *S. gigas*, άτομα τα οποία φαγώθηκαν κατά την διάρκεια των τελευταίων 10 διατροφών, επίσης μειώθηκε σε ένα συγκρίσιμο αποτέλεσμα, σχετικό με αυτό από τα δώδεκα γαστερόποδα τα οποία φαγώθηκαν κατά την διάρκεια των προηγούμενων διατροφών.

Τα παραπάνω αποτελέσματα αναφέρονται στην ποσότητα τροφής που φαγώθηκε κατά την διάρκεια μίας δωδεκάωρης ή εικοσιτετράωρης περιόδου. Τα χταπόδια κατά μέσο όρο πραγματοποιούσαν εξαγωγή στο κέλυφος ενός γαστερόποδου κάθε 2.7 ημέρες έπειτα από την ωορρηξία. Πριν από την ωορρηξία ο μέσος όρος ήταν ελαφρώς μικρότερος από 1 γαστερόποδο ανά ημέρα. Για τον λόγο αυτό όχι μόνο λιγότερη τροφή καταναλώνεται ανά γεύμα (29.7 % του κανονικού), αλλά το επωάζων χταπόδι τρωει λιγότερα γεύματα τα οποία είναι άτακτα τοποθετημένα σε μακρύτερες χρονικά περιόδους (37% του φυσιολογικού). Η λήψη τροφής από το θηλυκό άτομο έπειτα από την ωορρηξία μειώνεται έτσι στο 11% σε σχέση με την λήψη τροφής πριν την ωορρηξία.

Ενώ η κατά 90% σχετική μείωση στην φυσιολογική λήψη τροφής των θηλυκών ατόμων έπειτα από την ωορρηξία φαίνεται να συμφωνεί με τις παρατηρήσεις στην διατροφική συμπεριφορά, οι εκτιμητές ποσότητες της τροφής που φαγώθηκε σε γραμμάρια (50.6 και 18.4 γρ., Πιν. 9.4) φαινομενικά έρχονται σε αντίθεση, ιδιαίτερα με άλλες μετρήσεις της λήψης τροφής. Πράγματι, σε πολλές περιπτώσεις, το σώμα του κοχυλιού που εξάχθηκε εμφανίστηκε ανέγγιχτο, όπως φάνηκε από την απουσία ραμφικών σημαδιών. Τα βάρη των προφανώς μη φαγωμένων γαστερόποδων ποίκιλαν από αρκετά κοντά στο εκτιμητέο βάρος και σε λιγότερο από τα 2/3 του υπολογισμένου βάρους. Τα χταπόδια συνήθως δεν τρώνε τα εντόσθια τα μάτια και την προβοσκίδα του κοχυλιού. Τα εντόσθια αφαιρέθηκαν από τα κοχύλια του ελέγχου τα οποία δημιούργησαν την βάση για την εκτίμηση των σωματικών βαρών των γαστερόποδων.

Με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων υπολογίστηκε το σωματικό βάρος του κοχυλιού χωρίς τα εντόσθια σε σχέση με το ύψος του κοχυλιού. Αυτές οι τιμές, οι οποίες αντιστοιχούν στο 62.4 % του βάρους του πλήρους κοχυλιού, περιλαμβάνονται στον Πιν. 9.4. Το βάρος των ματιών και της προβοσκίδας για το *S. gigas* είναι περίπου 3γρ. Έτσι εάν τα εντόσθια, τα μάτια και η προβοσκίδα δεν φαγώνονται, η μέση ποσότητα τροφής που λαμβάνεται δεν θα έπρεπε να υπερβαίνει, για παράδειγμα, τα 40.3 γρ. (πριν την ωορρηξία).

Μία υπόθεση που ερμηνεύει την προφανή αυτή υπερεκτίμηση είναι ότι τα εντόσθια του γαστερόποδου τρυπιούνται ή σκίζονται καθώς το χταπόδι εξωθεί το σώμα έξω από το κοχύλι ή όταν το χταπόδι τα δαγκώνει, με αποτέλεσμα τα σωματικά υγρά να φεύγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον, αλλάζοντας έτσι το καθαρό βάρος του. Δυστυχώς, η ποσότητα που το χταπόδι άφησε δεν διαχωρίστηκε σε σώμα και σε εντόσθια και δεν ζυγίστηκε ξεχωριστά με αποτέλεσμα να μην μπορούν να γίνουν διορθώσεις σε αυτές τις μετρήσεις. Μεγαλύτερη ακρίβεια σε μελλοντικές μετρήσεις θα υπολογίσει καλύτερα την απόλυτη ποσότητα τροφής που φαγώθηκε από τα χταπόδια. Παρόλα αυτά, η σχετική μείωση στην λήψη τροφής κατά την ωορρηξία των θηλυκών χταποδιών θα έπρεπε να παραμείνει ίδια. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και υπάρχουν αρκετοί τρόποι

για τον υπολογισμό της λήψης τροφής, υπάρχει μόνο μία μέθοδος για την καταγραφή της αλλαγής από διάτρηση σε εξαγωγή.

Κατά την διάρκεια μίας άλλης μελέτης, 19 χταπόδια τρέφονταν καθημερινά με το σώμα του *S. gigas* (χωρίς τα εντόσθια) το οποίο είχε διαχωριστεί από το κέλυφος του σε μία προσπάθεια να μετρηθεί η ακριβής ημερήσια λήψη τροφής. Το χταπόδι 4 (έπειτα από την ωορρηξία) και το χταπόδι 20 (πριν από την ωορρηξία) συμπεριλήφθηκαν σε αυτήν την μελέτη. Κατά την αρχή του πειράματος, το μέσο βάρος των χταποδιών ήταν 506γρ. Το χταπόδι 20 ζύγιζε 182 γρ. και το χταπόδι 4 ζύγιζε 1220γρ. Το χταπόδι 4 πέθανε την 26<sup>η</sup> μέρα του πειράματος ενώ το χταπόδι 20 πέθανε 6 ημέρες έπειτα από το τέλος του 28ήμερου πειράματος προτού πραγματοποιήσει ωορρηξία. Η λήψη τροφής και των δύο χταποδιών ήταν αξιοσημείωτα ακανόνιστη και συνεχώς κάτω από το επίπεδο των φυσιολογικά διατρεφόμενων χταποδιών.

Η μέση λήψη τροφής των 17 χταποδιών ήταν 555,2γρ. τροφής τα οποία συσσωρεύτηκαν σε μία περίοδο 28 ημερών κατά την διάρκεια του πειράματος. Δηλαδή είχαμε μία μέση ημερήσια εισαγωγή τροφής της τάξης των 19.8 γρ. Κατά την διάρκεια των 24 ημερών που έζησε το χταπόδι 4 αφομοίωσε 160 γρ. δηλαδή είχε μία μέση ημερήσια εισαγωγή της τάξης των 6.7γρ. ή του 28.8% της φυσιολογικής κατανάλωσης, μία μείωση της τάξης του 71.2%. Το χταπόδι 20 αφομοίωσε συνολικά 133 γρ. έχοντας μία μέση ημερήσια λήψη τροφής 4.8 γρ., ή μία μείωση της τάξης του 76.0% της φυσιολογικής. Το χταπόδι 3 επέδειξε μία παρόμοια μείωση στην ημερήσια λήψη τροφής, σε ένα συγκρίσιμο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε διαφορετική περίοδο του χρόνου με μία διαφορετική ομάδα χταποδιών. Δύο από τα φυσιολογικά χταπόδια σε αυτό το πείραμα ζύγιζαν παραπάνω από 900γρ. Η μέση ημερήσια εισαγωγή τροφής ήταν περίπου 28γρ. Τα αποτελέσματα αυτά που αποκτήθηκαν με μία περισσότερο ακριβή μέθοδο, υποστηρίζουν την εικασία ότι η ποσότητα τροφής που λαμβάνεται θα έπρεπε να προσεγγίζει το 50% των τιμών που παρουσιάζονται στον Πιν. 9.4.

Εν περιλήψει τα στοιχεία υποδεικνύουν ότι το θηλυκό άτομο του *O. vulgaris* τρωει έπειτα από την ωορρηξία ωστόσο, μειώνει κατά 70 % ανά γεύμα την λήψη τροφής και περίπου κατά 63% τον αριθμό των γευμάτων, μία συνολική μείωση της τάξης του 90% σε σχέση με τα φυσιολογικά ποσά τροφής πριν την ωορρηξία. Η μείωση εμφανίζεται μία με δύο εβδομάδες πριν από την πραγματική ωορρηξία και συσχετίζεται με την αλλαγή στην βασική συμπεριφορά απόκτησης τροφής, στην αλλαγή δηλαδή από την διάτρηση του κελύφους σε εξαγωγή του σώματος του γαστερόποδου.

### 9.3.4 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Κατά την διάρκεια της δεύτερης εβδομάδας πριν την ωορρηξία υπάρχει μία κατακόρυφη μείωση στην λήψη τροφής από το θηλυκό άτομο του *O. vulgaris*. Αυτή η μείωση σχετίζεται πλήρως με την παύση της σεξουαλικής δεκτικότητας και με την ωορρηξία δύο εβδομάδες αργότερα (Wodinsky, 1973β). Αυτή η μείωση έχει επίσης αναφερθεί για το *O. cyanea* (Van Heukelem, 1973). Κατά την διάρκεια της δεύτερης εβδομάδας πριν την ωορρηξία παρατηρείται επίσης το φαινόμενο των ατελών οπών ή και της απουσίας των οπών από διάτρηση, το οποίο αυξάνει σημαντικά. Κατά την διάρκεια της εβδομάδας η οποία προηγείται της ωορρηξίας δεν λαμβάνεται σχεδόν καθόλου τροφή ενώ ούτε και τα συνεχώς διαθέσιμα γαστερόποδα εξάγονται από τα κελύφη τους. Αμέσως μετά την ωορρηξία τα γαστερόποδα εξάγονται από τα κελύφη τους και το χαμηλό επίπεδο διατροφής ξεκινά.

Το πλήρες σώμα του γαστερόποδου, συμπεριλαμβανομένων και των εντοσθίων, συνήθως είχε αφαιρεθεί από το κέλυφος. Αυτά τα γαστερόποδα ήταν ζωντανά και ήταν ιδιαίτερα δραστήρια όταν κάποιος τα ακουμπούσε. Ορισμένες φορές, παρόλα αυτά το σώμα του γαστερόποδου σχιζόταν καθώς έβγαινε από το κέλυφος ενώ τα εντόσθια παρέμεναν μέσα σε αυτό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα γαστερόποδα ήταν νεκρά όταν εξάγονταν από το κέλυφος. Οι συχνότητες αυτών των αποτελεσμάτων δεν καταγράφηκαν, αλλά πολυάριθμες περιπτώσεις αυτών των γεγονότων παρατηρήθηκαν. Το χταπόδι ίσως να σκοτώνει το γαστερόποδο ενώ αυτό βρίσκεται ακόμα στο κέλυφός του (χωρίς να πραγματοποιεί διάτρηση) κατά ένα τρόπο άγνωστο προς το παρόν.

Τα σημάδια από το ράμφος ήταν ευδιάκριτα όπου το χταπόδι είχε "τσιμπήσει" το σώμα του γαστερόποδου. Σε πολλές περιπτώσεις τέτοια σημάδια δεν ήταν προφανή, υποδεικνύοντας, σύμφωνα και με τις μετρήσεις του βάρους, ότι το χταπόδι δεν είχε διατραφεί. Ο ερευνητής συχνά τοποθετούσε το σώμα του γαστερόποδου σε επαφή με το χταπόδι. Με μία μόνο εξαίρεση, κατά κανόνα το χταπόδι άμεσα απέρριπτε την τροφή και την εξωθούσε είτε χρησιμοποιώντας ένα πλοκάμι του είτε χρησιμοποιώντας ένα πίδακα νερού από το σίφωνα του. Τα ίδια άτομα ωστόσο, συχνά πλησίαζαν και λάμβαναν τροφή από το χέρι του ερευνητή προτού πραγματοποιηθεί η ωορρηξία. Εφόσον τα θηράματα αφήνονταν στα ενυδρεία, τα χταπόδια τα έτρωγαν αρκετές ώρες αργότερα ή κατά την διάρκεια της νύχτας ή ακόμη και μία εβδομάδα αργότερα. Η σχεδόν αμετάβλητη άμεση απόρριψη της τροφής δεν είναι απαραίτητα η μόνη ισχύουσα συμπεριφορά διατροφής.

Το καβούρι *O. ornatus* πάντα σκοτωνόταν από το χταπόδι. Ορισμένες φορές το σώμα του ήταν ανέγγιχτο, ενώ ορισμένες άλλες φορές η σάρκα του είχε "τσιμπηθεί" αλλά ποτέ δεν είχε φαγωθεί πλήρως σε σχέση με την τυπική διατροφή που πραγματοποιεί ένα χταπόδι.

Ο Πιν. 9.1 δείχνει ότι στις τρεις από τις έντεκα ωορρηξίες τα αυγά ήταν γονιμοποιημένα. Τα χταπόδια τυπικά παρέμεναν στο σημείο που είχε γίνει η ωορρηξία. Ορισμένες φορές άφηναν τα αυγά, και θήρευαν το θήραμά τους. Σε μία περίπτωση, το χταπόδι ξεκίνησε να πραγματοποιεί ωορρηξία, σταμάτησε και πραγματοποίησε την υπόλοιπη ωορρηξία στην απέναντι πλευρά της δεξαμενής. Έπειτα από αυτό, το χταπόδι επώαζε τις δύο ωορρηξίες κατά διαστήματα, ενώ νεαρά χταπόδια εκκολάφθηκαν και από τις δύο. Αυτές οι παρατηρήσεις υποδεικνύουν ότι το θηλυκό δεν είναι αναγκασμένο να παραμένει σταθερά σε μία περιοχή για να πραγματοποιήσει την επώαση των αυγών. Τα μη γονιμοποιημένα αυγά διασκορπίστηκαν έπειτα από πέντε ή ίσως περισσότερες ημέρες σε όλο το ενυδρείο. Συχνά τα χταπόδια πετούσαν τα αυγά τους έξω από το νερό επάνω στο κάλυμμα από συρματοπλέγμα. Αυτές οι παρατηρήσεις υποδεικνύουν ότι η συμπεριφορά έπειτα από την ωορρηξία στο θηλυκό άτομο δεν εξαρτάται από την συνουσία, από τα γονιμοποιημένα αυγά, ή από την παρουσία των αυγών.

Ο Πιν 9.1 . δείχνει τις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι ωορρηξίες. Η ωορρηξία έχει αναφερθεί ότι μπορεί να πραγματοποιείται κάθε μήνα του έτους (Wodinsky, 1972). Εφόσον η συμπεριφορά που περιγράφηκε πραγματοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις πριν και μετά την ωορρηξία η μείωση τροφής δεν σχετίζεται με την μείωση της θερμοκρασίας. Ο Borer (1971) έχει δείξει για το *O. briareus* μία μείωση της τάξης του 50 % στην λήψη τροφής με μία πτώση 10 °C στη θερμοκρασία.

Οι απώλειες βάρους οι οποίες πραγματοποιήθηκαν και διατηρήθηκαν κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής φαίνονται στον Πιν. 9.1. Ο Taki (1944), οι Wells & Wells (1959), ο Wells (1960) και ο Mangold-Wirz (1963) έχουν υποστηρίξει ότι τα θηλυκά

άτομα του *O. vulgaris* δεν είναι αναπαραγωγικά έτοιμα κάτω από ένα βάρος των 1000γρ.. Ο Πιν. 9.1 υποδεικνύει τα μέγιστα βάρη που έχουν καταγραφεί, το μέσο βάρος των 15 χταποδιών ήταν 712γρ. (749.5 για αυτά που πραγματοποίησαν ωορρηξία, και 608.5 για τα υπόλοιπα 4). Το βαρύτερο θηλυκό άτομο που ζυγίστηκε ήταν 1389γρ. και το ελαφρύτερο ήταν 182γρ.. Τα τέσσερα χταπόδια τα οποία πέθαναν πριν την ωορρηξία περιείχαν μάζες αυγών οι οποίες ζύγιζαν 56, 21, 46 και 21 γρ. σε σχέση με τα σωματικά τους βάρη τα οποία όταν πέθαναν ήταν 967, 141, 520 και 343γρ αντίστοιχα. Ο Sakaguchi (1968) ανέφερε ότι το μέσο σωματικό βάρος για το *O. vulgaris* έπειτα από την ωορρηξία ήταν 375γρ. με εύρος από τα 450 έως τα 620 γρ..

Ακόμα και με την εκτίμηση ότι οι γονάδες, στο μέγιστο της πληρότητάς τους, μπορεί να αντιστοιχούν στο 20% του συνολικού σωματικού βάρους ενός ώριμου θηλυκού ατόμου (Wells & Wells, 1959), αυτές οι τιμές αντιστοιχούν μόνο στο 60% αυτών που έχουν αναφερθεί. Ο Van Heukelem (1973) έχει αναφέρει μία παρόμοια ασυμφωνία για το *O. cyanea* ενώ επίσης έχει υποθέσει ότι η ηλικία και όχι το σωματικό βάρος επηρεάζει την ωρίμανση των γονάδων. Έχει συνδυάσει αυτή του την υπόθεση για την ηλικία με την υπόθεση της έλλειψης τροφής, ώστε να δεχθεί την σεξουαλική ωρίμανση των χαμηλών σε βάρος ατόμων. Οι εργαστηριακές συνθήκες φωτισμού (ημερήσιο φως και ένταση) μπορεί να επιταχύνουν την έναρξη της σεξουαλικής ωριμότητας. Παρόλα αυτά δεν έχουν πραγματοποιηθεί ακόμα μελέτες για τα αποτελέσματα του φωτισμού σε κάποιο χταπόδι. Μπορεί επίσης, να υπάρχουν και γεωγραφικές διαφορές (Wodinsky, 1972).

Η μείωση του σωματικού βάρους πραγματοποιήθηκε πριν την ωορρηξία. Αυτή η απώλεια δεν υποδεικνύεται μόνο για τα τρία από τα τέσσερα χταπόδια τα οποία πέθαναν προτού πραγματοποιήσουν ωορρηξία, αλλά είναι εφαρμόσιμη και σε άλλες περιπτώσεις όπου τα στοιχεία είναι διαθέσιμα για χταπόδια τα οποία πραγματοποίησαν ωορρηξία. Ιδιαίτερα εντυπωσιακά είναι τα στοιχεία για τα χταπόδια με αριθμό 40 και 49. Το χταπόδι 40 ζύγιζε 696γρ., πριν τα αυγά εντοπιστούν. Όταν 11 μέρες αργότερα πέθανε, το βάρος του ήταν 520γρ., δηλαδή είχε μία απώλεια 176 γραμμαρίων (25.3%). Παρομοίως ο αριθμός 49 ζύγιζε 444 γρ. και 343γρ όταν πέθανε δηλαδή είχε μία απώλεια 101.5 γρ. (22.8%). Αυτές οι απώλειες μπορούν να συγκριθούν με αυτές ενός φυσιολογικού χταποδιού στο οποίο δεν έχει χορηγηθεί τροφή και οι απώλειες είναι 1.8 γρ, ανά ημέρα (Nixon, 1966). Αυτή η απώλεια σωματικού βάρους πριν την αναπαραγωγή έχει επίσης αναφερθεί για το *O. cyanea* (Van Heukelem, 1973).

Τρία από τα χταπόδια που πραγματοποίησαν ωορρηξία έχασαν περισσότερο από το 50 % του σωματικού τους βάρους, ένα ζώο έχασε περισσότερο από το 40%, τρία έχασαν περισσότερο από το 30% και δύο έχασαν περισσότερο από το 20 %. Υπάρχει μία υπόθεση στα στοιχεία ότι όσο μεγαλύτερο είναι το σωματικό βάρος, τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έζησε το χταπόδι έπειτα από την ωορρηξία και τόσο μεγαλύτερη ήταν η ποσοστιαία απώλεια βάρους. Ο Πιν. 9.1 δείχνει ότι η μέση αναμενόμενη διάρκεια ζωής έπειτα από την ωορρηξία ήταν 36.2 ημέρες με ένα εύρος από 17 έως 58 ημέρες σε θερμοκρασίες που ποικίλαν από 21.1° έως 33.3°C. Η χρονική διάρκεια της επώασης σε αυτές τις θερμοκρασίες ποικίλει από 24 έως τις 34 ημέρες (Wodinsky, 1972). Ο Vevers (1961) ανέφερε ότι άτομα του *O. vulgaris* πέθαιναν έπειτα από την ωορρηξία σε ένα χρονικό διάστημα 45 έως 61 ημερών. Ο Van Heukelem (1973) ανέφερε για το *O. cyanea* μία μέση αναμενόμενη διάρκεια ζωής των 35 ημερών.

Άρα, τα θηλυκά χταπόδια μπορεί να ζουν έως και 3.5 εβδομάδες έπειτα από την εκκόλαση των αυγών. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται εδώ, δείχνουν ότι ο θάνατος επέρχεται της ωορρηξίας στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα, ασχέτως από την

συνεχιζόμενη παρουσία αυγών. Επειδή η θερμοκρασία του νερού ήταν η ίδια για όλα τα επωάζοντα χταπόδια, οι διαφορές στην μακροζωία μπορεί να σχετίζονται με το αρχικό σωματικό βάρος, αλλά και με το πόσο καλά μπορεί ένα χταπόδι να αντέξει τις ιδιαίτερα σημαντικές απώλειες βάρους που η αναπαραγωγή φαίνεται να συνεπάγεται. Τα χταπόδια τα οποία ζύγιζαν περισσότερο από... επέζησαν για 40 ή και περισσότερο ενώ αυτά τα οποία ζύγιζαν περισσότερο από αυτό το βάρος, επέζησαν 17 έως 28 ημέρες έπειτα από την ωορρηξία.

### 9.3.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μία σειρά από εμφανώς αντιφατικά γεγονότα εμφανίζεται δύο εβδομάδες προτού το θηλυκό άτομο του *O. vulgaris* πραγματοποιήσει την ωορρηξία. Αυτά τα γεγονότα αποτελούνται από μία μειωμένη λήψη τροφής και μία αλλαγή στην τεχνική απόκτησης μαλακίου θηράματος από την διατροφή, στην εξαγωγή του σώματος του γαστερόποδου χωρίς να πραγματοποιηθεί διατροφή. Σαν συνέπεια, το θηλυκό άτομο χάνει ένα μεγάλο ποσοστό του σωματικού του βάρους. Αυτές οι αλλαγές ξεκινούν όσο πλησιάζει η ωορρηξία, δηλαδή πριν την πράξη της ωορρηξίας και παραμένουν στην συνέχεια, ακόμα και με την απουσία των αυγών. Κατά την διάρκεια της εβδομάδας η οποία προηγείται άμεσα της ωορρηξίας, δεν πραγματοποιείται σχεδόν καθόλου διατροφή.

Προς το παρόν μπορούν να ελεγχθούν οι παράγοντες που σχετίζονται με την διατροφή και την κατάπauσή της ξεχωριστά από το ερώτημα του προσδιορισμού της ποσότητας τροφής που λαμβάνεται. Στην συνέχεια μπορούν να θεωρηθούν τρεις υποθέσεις, δύο που δεν σχετίζονται με την διατροφή και μία που σχετίζεται με αυτήν, οι υποθέσεις αυτές είναι πιθανό να εξηγούν την αφαίρεση του γαστερόποδου από το κέλυφος του αλλά και την δολοφονία των καβουριών.

Η πρώτη υπόθεση η οποία δεν σχετίζεται με την διατροφή, είναι ότι το επωάζων θηλυκό σκοτώνει το θήραμα για να υπερασπίσει τα αυγά του. Εφόσον, τα θηλυκά άτομα που κυοφορούν πριν την ωορρηξία, τα θηλυκά άτομα που έχουν παραμερίσει τα μη γονιμοποιημένα αυγά και τα θηλυκά άτομα στα οποία ο ερευνητής έχει αφαιρέσει τα αυγά, όλα πραγματοποιούν το ίδιο πρότυπο συμπεριφοράς, τα αυγά ως περιβαλλοντικά κίνητρα δεν εμπλέκονται απαραίτητα. Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν αμυντικές στάσεις του σώματος ή χρωματισμοί. Η αύξηση του χρονικού διαστήματος εξαγωγής του γαστερόποδου από το κέλυφος του (από ένα γαστερόποδο την ημέρα σε ένα κάθε 2.7 ημέρες κατά μέσο όρο), δημιουργεί ερωτήματα για ποίο λόγο ο αμυντικός μηχανισμός αργεί τόσο πολύ να ενεργήσει. Επίσης δεν εξάγονται γαστερόποδα από τα κελύφη τους κατά την διάρκεια της εβδομάδας που προηγείται της ωορρηξίας.

Η δεύτερη εξήγηση που δεν σχετίζεται με την διατροφή, είναι ότι το χταπόδι εξάγει το γαστερόποδο από το κέλυφος του ως μέρος της πολύ γνωστής συνήθειας του να χειρίζεται και να ερευνά αντικείμενα στο περιβάλλον του. Παρόλα αυτά, άλλες ενδείξεις που συλλέχθηκαν στο εργαστήριο, δεν υποστηρίζουν αυτήν την πιθανότητα. Κατά την διάρκεια της διατήρησης αρκετών εκατοντάδων χταποδιών για παρατεταμένες χρονικές περιόδους (έως και 1 χρόνο), σε μη αναπαραγωγικές συνθήκες, έχει παρατηρηθεί οριστική παύση της διατροφής, δύο ή τρεις μήνες πριν από τον θάνατο.

Η υπόθεση η οποία σχετίζεται με την διατροφή και η οποία έχει κάποια πειραματική υποστήριξη είναι ότι η τοξική έκκριση του χταποδιού αναστέλλεται κατά



κάποιο τρόπο με αποτέλεσμα, να καθιστά απαραίτητη την χρήση δύναμης για την εξαγωγή του γαστερόποδου. Αυτή η συμπεριφορά υπηρετεί μία προσαρμοστική λειτουργία προφύλαξης των αυγών ενάντια σε μία πιθανή δηλητηρίασή τους από την έκκριση δηλητηρίου από τους οπίσθιους σιελογόνους αδένες. Το δεύτερο τμήμα που ακολουθεί ερευνά αυτή την υπόθεση περαιτέρω.

### 9.3.6 Η ΑΛΛΑΓΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΞΑΓΩΓΗ

Ο Barlow et al. (1974) απολίνωσε (απολίνωση = είναι η περίδεση ενός αιμοφόρου αγγείου) τον οπίσθιο σιελογόνο αγωγό, στα τοιχεία του οποίου υπάρχουν τα εκρηκτικά και εξωτερικά νεύρα της ανώτερης στοματικής οπής του εγκεφάλου που καταλήγουν στους οπίσθιους σιελογόνους αδένες και ανέφερε ότι δημιουργήθηκε μία συσσώρευση νευροεκκριτικών προϊόντων στην εγκεφαλική πλευρά της απολίνωσης. Ο Wodinsky απολίνωσε τον αγωγό από τους οπίσθιους σιελογόνους αδένες σε φυσιολογικά, μη αναπαραχθέντα, χταπόδια. Τα άτομα αυτά σκότωναν και έτρωγαν τα καβούρια χωρίς να χρησιμοποιούν την τοξίνη (Young, 1965).

Κατά έναν περισσότερο ενδιαφέροντα τρόπο, υπήρχε μία άμεση και μόνιμη παύση στην χρήση της διάτρησης. Έπειτα από αυτήν την επέμβαση, όλα τα γαστερόποδα τραβήχτηκαν έξω από τα κελύφη τους και φαγώθηκαν. Εάν αναγάγουμε τα αποτελέσματα αυτά στην έναρξη της αναπαραγωγής, υποδεικνύει ότι μπορεί να υπάρχει ένα συγκεκριμένο ανασταλτικό αποτέλεσμα μιας ορμόνης είτε στους οπίσθιους σιελογόνους αδένες άμεσα, είτε έμμεσα μέσω των εγκεφαλικών λοβών που ελέγχουν την έκκριση. Η σταδιακή μείωση της χρήσης διάτρησης, καθώς η ωορρηξία πλησιάζει και το γεγονός ότι τα 23 από τα 27 πρώτα κοχύλια που διατρήθηκαν έπειτα από την ωορρηξία, ήταν ανάμεσα στα πρώτα τέσσερα κοχύλια που δόθηκαν στα χταπόδια υποστηρίζει αυτήν την ερμηνεία.

Αρκετές λειτουργίες όπως η δηλητηρίαση, η χώνεψη και η απέκκριση, θεωρούνται ότι οφείλονται στην έκκριση των οπίσθιων σιελογόνων αδένων (Argy, 1960). Σε αυτές τις λειτουργίες μπορούμε επίσης να προσθέσουμε ένα πιθανό ρόλο του αποασβεστοποιητικού παράγοντα στην διάλυση του κελύφους από ανθρακικό ασβέστιο κατά την διάρκεια της διάτρησης. Ο Sakaguchi (1968) βρήκε μία μείωση της τάξης του 96.2% στις πρωτεολυτικές δραστηριότητες των οπίσθιων σιελογόνων αδένων που είχαν εξαχθεί από άτομα του *O. vulgaris* έπειτα από την ωορρηξία σε σχέση με παρθένα χταπόδια. Αν και αυτό υποδεικνύει μία αναστολή της δραστηριότητας των οπίσθιων σιελογόνων αδένων έπειτα από την ωορρηξία, παραμένει ακόμα αναπάντητο το εάν υπάρχει μια συνοδευτική μείωση της τοξικής έκκρισης και το εάν το υπολειπόμενο 4% της έκκρισης είναι αρκετό για την δηλητηρίαση του θηράματος.

Τα παραπάνω αναφερθέντα αποτελέσματα, υποστηρίζουν ότι τα γαστερόποδα εξάγονται έπειτα από την απολίνωση του σιελογόνου αγωγού. Το χταπόδι ξεκάθαρα κατέχει την δύναμη να εξάγει το γαστερόποδο από το κελύφος του χρησιμοποιώντας αποκλειστικά δύναμη (Parke, 1921· Dilly et al., 1964· Dilly & Nixon, 1965· Trueman & Packard, 1968). Τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν ωστόσο δεν αποτελούν μία εξήγηση των προηγούμενων αναφερθέντων ευρέσεων, σύμφωνα με τα οποία ορισμένα ανώριμα γενετικά χταπόδια προτιμούν να χρησιμοποιούν δύναμη αντί να διατρύπουν τα κελύφη των γαστερόποδων είτε περιστασιακά είτε κυρίαρχα (Fujita, 1916· Pilson & Taylor, 1961· Arnold & Arnold, 1969· Wodinsky, 1969).

### 9.3.7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΠΙΩΑΖΩΝ ΧΤΑΠΟΔΙ

Η βιβλιογραφία που αναφέρεται στην διατροφική συμπεριφορά του επιώζων θηλυκού χταποδιού είναι ιδιαίτερα αντιφατική. Στην πρώτη σύγχρονη παρατήρηση, ο Lee (1875) ανέφερε για το *O. vulgaris* ότι, “ο Αριστοτέλης υπέθεσε ότι καθώς το θηλυκό άτομο επιώζει τα αυγά του δεν διατρέφεται. Αυτό δεν είναι σωστό”. Ο Πιν 9.4 δείχνει τις αναφορές σχετικά με την ανατροφή έπειτα από την ωορρηξία. Η ωορρηξία, η επώαση αλλά και ο θάνατος του θηλυκού ατόμου αναφέρονται στις σημαντικές παρατηρήσεις για το *O. ocellatus* (Yamamoto, 1941) και για το *O. variabilis typticus* (Yamamoto, 1942), αλλά δεν αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με την λήψη τροφής για το θηλυκό άτομο. Ο Van Heulemen (1973) ανέφερε ότι το θηλυκό άτομο του *O. cyanea* σκότωσε και διαμέλισε, χωρίς ωστόσο να φαιε διάφορα καβούρια. Ωστόσο, δύο θηλυκά άτομα σε μια άλλη μελέτη, έφαγαν τα ίδια τα αυγά τους.



Φωτ. Επώαση αυγών στο είδος *Japetella*

Τα περισσότερα από τα στοιχεία που εμφανίζονται στον Πιν 9.4 αναπαριστούν βασικές παρατηρήσεις βασιζόμενες επάνω σε τυχαία παρατήρηση της ωορρηξίας, ενώ αρκετές από αυτές τις παρατηρήσεις βασίζονται σε δείγμα ενός μόνο χταποδιού. Όπου υπάρχουν αντιφατικές αναφορές για το ίδιο είδος, περισσότερο ερευνητικό βάρος πρέπει να δοθεί σε ουσιαστικότερες παρατηρήσεις. Προς το παρόν η ύπαρξη πιθανών διαφορών ανάμεσα σε διαφορετικά είδη πρέπει να ληφθεί υπόψη. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές για το *Japetella* το οποίο συγκρατεί τα αυγά του στις βεντούζες των πλοκαμιών του (Εικ. δεξιά) σε αντίθεση με όλα τα άλλα αναφερθέντα είδη, τα οποία προσκολλούν τα αυγά τους σε κάποιο υπόστρωμα.

Τα μόνα ποσοτικά στοιχεία είναι αυτά του Borer (1971) για 8 θηλυκά άτομα του *O. briareus* και του Joll (1976) για ένα δείγμα του *O. tetricus*. Ο Borer (1971) ανέφερε ότι θηλυκά άτομα του *O. briareus* μείωναν την λήψη τροφής τους κατά το 50% της φυσιολογικής ποσότητας. Ξεκινώντας αυτήν τους την μείωση δύο εβδομάδες πριν την ωορρηξία και την συνέχιζαν για τις επόμενες τρεις εβδομάδες. Κατά την διάρκεια των 64 ημερών που έζησαν έπειτα από την ωορρηξία, το θηλυκό άτομο του *O. tetricus* έτρωγε περίπου 74% λιγότερο τροφή σε σχέση με τις 48 ημέρες που προηγήθηκαν της ωορρηξίας (Joll, 1976).

Ο Sakaguchi (1968) βρήκε μία αξιοσημείωτη μείωση στις πρωτεολυτικές δραστηριότητες των οπίσθιων σιελογόνων αδένων και του υπατοπαγκρεατός έπειτα από την ωορρηξία. Εκχύσεις από αυτούς τους αδένες από θηλυκά άτομα τα οποία είχαν πραγματοποιήσει ωορρηξία επέδειξαν μόνο 3.8% και 8.1 % αντίστοιχα της πρωτεολυτικής δραστηριότητας των εκχύσεων, σε σχέση με τα παρθένα χταπόδια. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι, αυτή η μείωση στην πρωτεολυτική δραστηριότητα επιδρά

και στην χωνευτική διαδικασία της ποσότητας της τροφής. Από την άλλη πλευρά ο Sakaguchi (1968) ανέφερε ότι η πρωτεολυτική δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα υψηλή εάν συγκριθεί με ψάρια, όπως είναι το σκουμπρί και ότι το χταπόδι ακόμα και έπειτα από την ωορρηξία δείχνει μία υψηλότερη δραστηριότητα σε σχέση με αυτή του ψαριού. Οπότε ίσως είναι ανώριμο να βγει το συμπέρασμα, όπως ο Van Heukelem (1973) έχει κάνει, ότι το χταπόδι είναι ανίκανο να χωνέψει το σωματικά μικρότερο του θήραμα.

Η παραπάνω μελέτη δείχνει καθαρά ότι όλα τα παρατηρηθέντα άτομα του *O. vulgaris* τα οποία ήταν έτοιμα να πραγματοποιήσουν ωορρηξία αλλά και έπειτα από αυτήν διατρέφονταν. Οι σχέσεις ανάμεσα στη ποσότητα της τροφής που λαμβανόταν κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου σε σχέση με την φυσιολογική περίοδο, η οποία προηγήθηκε της ωορρηξίας, ποικίλε από 13 έως 72% ανά γεύμα με μία μέση αναλογία περίπου της τάξης του 35% ανά γεύμα. Έτσι, σύμφωνα με την μέτρηση της καταναλωθείσας λήψης τροφής υπάρχει μία μείωση στη λήψη τροφής κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Αυτό υποδεικνύει ότι τα χταπόδια είναι λιγότερο δραστηριοποιημένα για τροφή.

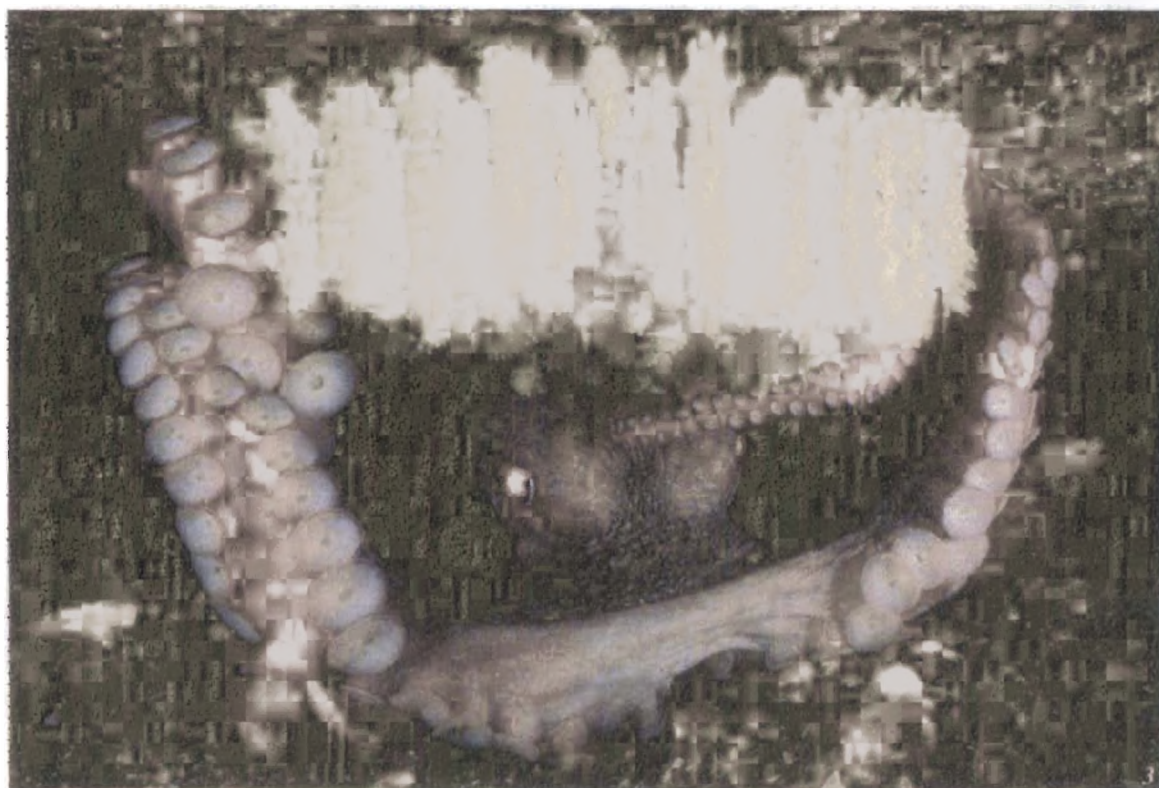
Από την άλλη μεριά ωστόσο είναι ξεκάθαρο ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια για να εξαχθεί το ζων γαστερόποδο από το κέλυφος του. Δεν υπάρχουν στοιχεία τα οποία να μετρούν την ενέργεια που απαιτείται για την εξαγωγή του ζώντος γαστερόποδου από το κέλυφος του, αλλά οι ανθρώπινες προσπάθειες που πραγματοποιήθηκαν υποδηλώνουν ότι απαιτείται ιδιαίτερη δύναμη. Επίσης απαιτείται δαπάνη ενέργειας για την διάτρηση οπής στο κέλυφος. Έτσι σύμφωνα με τις καταγραφείσες αντιδράσεις, το επώαζων χταπόδι εμφανίζεται ιδιαίτερα δραστηριοποιημένο για την απόκτηση τροφής. Ίσως είναι ιδιαίτερα πεινασμένο και αυτό μπορεί να οφείλεται στην δαπάνη ενέργειας για την εξαγωγή του κοχυλιού ή για την διάτρηση του κελύφους, στην συνεχώς αυξανόμενη απώλεια βάρους, στην ενέργεια που δαπανάται στην αύξηση του ρυθμού αναπνοής (Vevers, 1961) η οποία μπορεί και να οφείλεται στον αερισμό των αυτών και στην μείωση της λήψης τροφής.

Τα στοιχεία υποδεικνύουν ένα συνδυασμό ενέργειας που δαπανάται για την απόκτηση τροφής, με μία ταυτόχρονη μείωση λήψης τροφής. Πρόσφατες αποδείξεις υποστηρίζουν την υπόθεση των άμεσων επιδράσεων των θηλυκών ορμονών στα διατροφικά κέντρα στον εγκέφαλο των θηλαστικών. Οι Wade & Zucker (1970) βρήκαν ότι η πλειονότητα των ποντικών στους οποίους δίνονταν οιστρογόνα σε μία συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου τους, προκάλεσε μία μείωση της τάξης του 10 έως και 20 % στην λήψη τροφής. Το επώαζων χταπόδι δείχνει μία μέση μείωση στη λήψη τροφής της τάξης του 70% ανά γεύμα. Η διατροφική συμπεριφορά στο επώαζων άτομο του χταποδιού μπορεί να είναι ένα μοναδικό φυσικό φαινόμενο.

Μία μείωση της όρεξης, ή η αναστολή της χώνεψης, μπορεί να έχουν μία εξελικτική προσαρμοστική λειτουργία έτσι ώστε να διατηρούν το θηλυκό άτομο στο θολάμι του. Με αυτό το τρόπο εξασφαλίζεται αερισμός στ' αυγά, υπεράσπιση τους ενάντια σε οποιουσδήποτε θηρευτές αλλά και η αποφυγή του κανιβαλισμού σ' αυτά. Το γεγονός ότι το επώαζων θηλυκό άτομο εμφανίζεται ορισμένες φορές να αφήνει τα αυγά του για την απόκτηση τροφής ή ακόμη να τρωει τα ίδια τα αυγά του, φαίνεται να βρίσκεται σε διαφωνία με αυτήν την προσαρμοστική λειτουργία.

Στην παρούσα εργασία δείχθηκε ότι το επώαζων θηλυκό άτομο του *O. Vulgaris* πραγματοποιεί μία σημαντική μείωση της λήψης τροφής και μία αλλαγή στην μέθοδο διατροφής σε σχέση με τα μαλάκια θηράματά του. Παρόλα αυτά, πρέπει να τονίσουμε ότι τα αποτελέσματα αυτά έχουν αποκτηθεί υπό τεχνητές συνθήκες, όπου το χταπόδι δεν χρειαζόταν να αφήσει το θολάμι του και τα αυγά του για να θηρεύσει. Το τι

πραγματοποιείται σε περισσότερο φυσικές συνθήκες δεν είναι ακόμα γνωστό. Οι μόνες πληροφορίες οι οποίες είναι σχετικές με το θέμα προέρχονται από παρατηρήσεις που έχουν δημοσιεύσει οι Dr. H. Moeller και P. Knight, οι οποίοι ανακάλυψαν στο πεδίο μία ομάδα από αυγά χταποδιών που δεν βρίσκονταν υπό την επιτήρηση κάποιου χταποδιού. Παρόλα αυτά, αυτό μπορεί να οφείλεται βέβαια στο ότι το θηλυκό άτομο ξεκίνησε να πραγματοποιεί ωορρηξία και στην συνέχεια άλλαξε τοποθεσία για αυτό ή πιθανά στο ότι ένας θηρευτής είχε σκοτώσει το θηλυκό άτομο μετά την ωορρηξία. Μπορεί επίσης να σημαίνει ότι το θηλυκό άφησε τα αυγά του για να πραγματοποιήσει κάποιο διατροφικό ταξίδι.



*Octopus dofleini* κατά την επώαση

## 10<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) JOHN W. FORSYTHE, ROGER T. HANLON 1997. Foraging and associated behavior by *Octopus cyanea* GRAY 1849 on a coral atoll, French Polynesia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 209
- (2) B. U. BUDELMANN, ROGER T. HANLON 1987. Why cephalopods are probably not "deaf". *The American Naturalist*. Vol.129
- (3) RONALD CHASE, M. J. WELLS 1986. Chemotactic behaviour in *Octopus*. *Journal of Comparative Physiology*. Vol.158
- (4) D. JOUFFRE 1998. *Octopus vulgaris* as a component of the benthic fauna of the NW African coast : A note on an investigation of species community organization using multifactorial analysis. *South African Journal of Marine sciences*. Vol. 20
- (5) ROGER T. HANLON, JOHN B. MESSENGER 1996. Cephalopod behavior. *Transactions of the American Fisheries Society*. Vol. 126
- (6) GRAZIANO FIORITO, PIETRO SCOTTO 1992. Observational learning in *Octopus vulgaris*. *American Association for the Advancement of Science*. Vol. 256
- (7) MICHAEL VECCHIONE 1986. The international Symposium on the Ecology of Larval Molluscs: Introduction and Summary. *American Malacological Bulletin*. Vol. 4(1)
- (8) JENNIFER A. MATHER 1994. "Home" choice and modification by juvenile *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda): specialised intelligence and tool use?. *The Zoological Society of London*. Vol. 233
- (9) JENNIFER A. MATHER, RON K. O' DOR 1991. Foraging strategies and predation risk shape the natural history of juvenile *Octopus vulgaris*. *Bulletin of Marine Science*. Vol. 49
- (10) GRAZIANO FIORITO, PIETRO SCOTTO, CRISTOPH VON PLATA 1990. Problem Solving Ability of *Octopus vulgaris* Lamarck (Mollusca, Cephalopoda). *Behavioral and Neural Biology*. Vol. 53
- (11) JENNIFER A. MATHER 1988. Daytime activity of juvenile *Octopus vulgaris* in Bermuda. *Malacologia*. Vol. 29(1)
- (12) JENNIFER A. MATHER 1995. Cognition in Cephalopods. *Advances in the Study of Behavior*. Vol. 24
- (13) B. U. BUDELMANN 1998. Autophagy in *Octopus*. *Journal of South African Marine Science*. Vol.20

- (14) JENNIFER A. MATHER 1991. Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda). *The Zoological Society of London*. Vol. 224
- (15) J.B. MESSENGER 1977. Evidence that Octopus is "colourblind"
- (16) JENNIFER A. MATHER 1991. Navigation by spatial memory and use of visual landmarks in octopuses. *Journal of comparative Physiology*. Vol. 168
- (17) MARION NIXON 1984. Is there external digestion in Octopus?. *The Zoological Society of London*. Vol. 202
- (18) JEROME WODINSKY 1978. Feeding behavior of broody female *Octopus vulgaris*. *Animal Behavior*. Vol. 26
- (19) S. v. BOLETZKY 1977. Post-hatching behavior and mode of life in cephalopods. *The Symposium of the Zoological Society of London (1977)*.
- (20) ΠΑΣΧΑΛΙΝΑ ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ-ΣΚΛΑΒΟΥΝΟΥ 1998. Ηθολογία ζώων. Μέρος Πρώτο. *Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων*
- (21) M. VECCHIONE 1987. Juvenile ecology. *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 11
- (22) Στοιχεία βιολογίας και βιομετρίας του *Octopus vulgaris* 1998. Πτυχιακή εργασία. Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- (23) FRED BAVENDAM 1999. Αντιμέτωπος με το γιγάντιο χαπάοδι. *Γαϊόραμα - Experiment*. Τεύχος 32

Οι φωτογραφίες που παρουσιάστηκαν είναι από τις εξής ιστοσελίδες:

<http://www.TheCephalopodpage.com>

<http://www.Octopia.com>

<http://www.HawaiiDivingandresearchcenter.com>

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΕΙΕΣ

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους ασχολήθηκαν με την συγγραφή της πτυχιακής αυτής. Ειδικότερα τον κύριο Αντρέα Τσερεμέγκλη για την αμέριστη συμπαράσταση και την κατανόηση που επέδειξε στα διάφορα προβλήματα που παρουσιάστηκαν. Το ειλικρινές ενδιαφέρον του και η επιμονή που επέδειξε, ακόμη και σε λεπτομέρειες μας έδωσαν τη δύναμη να προχωρήσουμε στην ολοκλήρωση αυτής της χρονοβόρας και κοπιαστικής εργασίας.

Θα ήταν παράλειψη μας να μην ευχαριστήσουμε την κυρία Πασχαλίνα Κυριακοπούλου Σκλαβούνου, επίκουρη καθηγήτρια του τμήματος Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, που μας παρεχώρησε ευγενικά το βιβλίο της "ΗΘΟΛΟΓΙΑ ΖΩΩΝ". Το βιβλίο αυτό απετέλεσε την εννοιολογική βάση στην οποία στηρίχθηκε η δομή της εργασίας αυτής. Χωρίς την βοήθεια αυτών των καθηγητών η ολοκλήρωση της πτυχιακής δεν θα ήταν εφικτή και για αυτό τους ευχαριστούμε ειλικρινά.