

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Συνθήκες εκτροφής και ανάπτυξης του  
ιπόκαμπου σε ενυδρεία»**

**Σοφία Πασματζή**

Εποπτεύων Καθηγητής  
**Χώτος Γεώργιος**

**Μεσολόγγι 2015**

*στους γονείς μου*

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στους:

- Δρ Χώτο Γεώργιο, Καθηγητή και επιβλέπων της εργασίας, για τις χρήσιμες πληροφορίες και παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης πτυχιακής εργασίας.
- Δρ Βλάχο Νικόλαο, συνεπιβλέπων της εργασίας, για την αμέριστη και διαρκεί συμπαράστασή και υποστήριξή του, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης πτυχιακής εργασίας.
- Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Δρ Κοσμά Βιδάλη Καθηγητή και Δρ Πούλο Κων/νο Καθηγητή Εφαρμογών, για τις χρήσιμες και εύστοχες παρατηρήσεις τους.
- Την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, συνεισφορά, κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου και συγγραφής της εργασίας.

## Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εκτροφή και ανάπτυξη του ιππόκαμπου σε συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία. Η εκτροφή του ιππόκαμπου σε συνθήκες αιχμαλωσίας, οδηγεί στην απόκτηση γνώσης για τη βιολογία του είδους. Η φωτοκία, η ανάπτυξη του εμβρύου, η διατροφή και το μέγεθος του ενυδρείου εκτροφής, είναι τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία λαμβάνονται υπόψη για την εκτροφή των θαλάσσιων ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας.

Είναι από τα είδη που παρουσιάζουν αυξημένη εμπορική αξία, εξαιτίας της δημοτικότητας και της ζήτησης που παρουσιάζουν. Παρόλο που η διαθέσιμη τεχνολογία για την εκτροφή αυξάνει την επιβίωση σε διάφορα είδη ιππόκαμπων, θα πρέπει να γίνουν μελέτες σε ότι αφορά τη βελτίωση των συνθηκών εκτροφής. Η κατανόηση των διατροφικών τους απαιτήσεων είναι μεγάλης σημασίας για την επιτυχία μιας εκτροφής. Η διερεύνηση της σύστασης των τροφών που χορηγούνται στους ιππόκαμπους τόσο σε φυσικές όσο και σε ελεγχόμενες συνθήκες, συνεισφέρει στην κατανόηση των απαιτήσεων για την αναπαραγωγή και την εκτροφή των ιππόκαμπων σε ελεγχόμενες συνθήκες.

**Λέξεις κλειδιά:** Ελεγχόμενες συνθήκες, ανάπτυξη, ενυδρείο, επιβίωση, Αναπαραγωγή

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Ευχαριστίες</b> .....	<b>3</b>
<b>Περίληψη</b> .....	<b>4</b>
<b>Κεφάλαιο 1ο</b> .....	<b>7</b>
<b>Εισαγωγικά στοιχεία</b> .....	<b>7</b>
<b>Κεφάλαιο 2ο</b> .....	<b>10</b>
<b>Εμπόριο Ταξινόμηση και Μορφολογικά Χαρακτηριστικά</b> .....	<b>10</b>
2.1. Εμπόριο Διακοσμητικών ειδών-Ιππόκαμπων .....	10
2.2. Συστηματική ταξινόμηση Ιππόκαμπου .....	11
2.3. Γεωγραφική Κατανομή των Ιππόκαμπων .....	13
2.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά ιππόκαμπου .....	16
<b>Κεφάλαιο 3ο</b> .....	<b>19</b>
<b>Αναπαραγωγή</b> .....	<b>19</b>
3.1. Διαδικασία ζευγαρώματος .....	21
3.2. Νεαρά άτομα.....	23
<b>Κεφάλαιο 4ο</b> .....	<b>25</b>
<b>Διατροφή Ιππόκαμπων</b> .....	<b>25</b>
<b>Κεφάλαιο 5ο</b> .....	<b>29</b>
<b>Εκτροφή Ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας</b> .....	<b>29</b>
5.1 Συνθήκες εκτροφής-εξοπλισμός ενυδρείου. ....	30
5.1.1 Επιλογή ενυδρείου .....	30
5.1.2. Νερό.....	31
5.1.3 Φίλτρο .....	32
5.1.4 Υπεριώδης ακτινοβολία .....	33
5.1.4 Φωτισμός του ενυδρείου.....	33
5.1.5 Θερμοκρασία .....	34
5.1.6 pH.....	34
5.1.7 Αλατότητα και ειδική πυκνότητα .....	34
5.1.8 Αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά ιόντα .....	34
5.1.9 Διαλυμένο οξυγόνο .....	35
5.1.10 Τα διακοσμητικά στοιχεία .....	36
5.1.11 Επιλογή ιππόκαμπων .....	36

<b>Κεφάλαιο 6ο.....</b>	<b>38</b>
<b>Ασθένειες ιππόκαμπου .....</b>	<b>38</b>
<b>Κεφάλαιο 7ο.....</b>	<b>41</b>
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>41</b>
<b>8. Abstract.....</b>	<b>43</b>
<b>9. Βιβλιογραφία .....</b>	<b>44</b>

# **K**εφάλαιο 1<sup>ο</sup> Εισαγωγικά στοιχεία

Οι ιππόκαμποι είναι ένα από τα πιο δημοφιλή και αξιοπρόσεκτα θαλασσινά είδη που υπάρχουν στον κόσμο παρουσιάζοντας μεγάλο εμπορικό ενδιαφέρον. Από την αρχαιότητα αποτέλεσαν αντικείμενο μύθου και συνεχίζουν να αποτελούν αντικείμενο έρευνας και επαγγελματικής ενασχόλησης λόγω του σχήματός τους, της απουσίας λεπιών, της παρουσίας οστέινων πλακών εξωτερικά, της παρουσίας επωαστικού σάκου, των ανεξάρτητα κινούμενων οφθαλμών και της ιδιαιτερότητας που παρουσιάζουν.

Στην ελληνική μυθολογία εμφανίζονται σαν μυθικά πλάσματα (μισά άλογα και μισά ψάρια) με μορφή που έσερναν το άρμα του Ποσειδώνα. Αυτή η «μυθοπλασία» γύρω από τους ιππόκαμπους ξεκινά πολλές χιλιάδες χρόνια πριν συνεχίζεται στον Μεσαίωνα για να φτάσει μέχρι τις ημέρες μας. Αρχικά οι ιππόκαμποι ταξινομήθηκαν σαν έντομο ή μαλάκια ενώ ακόμα και ο Linnaeus, τους κατάταξε στα αμφίβια.

Σήμερα, οι γνώσεις που υπάρχουν εστιάζονται κυρίως στη συμπεριφορά των ιππόκαμπων, ενώ τα βιολογικά και γενετικά τους στοιχεία δεν είναι ακόμη γνωστά για τα περισσότερα είδη ιππόκαμπων. Η αυξημένη εμπορική αξία που παρουσιάζουν οδηγεί στην αυξάνουν την αναγκαιότητα για την εκτροφή τους σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, πολλά είδη ιππόκαμπου γίνονται όλο και πιο ευπαθή εξαιτίας των ανθρωπογενών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραγόντων (Foster & Vincent 2004, Planas et al. 2008, Koldewey & Martin-Smith 2010), οι οποίες προκαλούν αλλαγές στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι Ιππόκαμποι ζουν στην παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη απειλή από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Murugan et al. 2009). Η υπεραλίευση, η υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων, η αύξηση της ζήτησής τους είναι από τις βασικότερες αιτίες για την μείωση των αποθεμάτων τους στο φυσικό περιβάλλον (Garrick-Maidment et al. 2010). Οι λόγοι αυτοί αύξησαν το ενδιαφέρον των ειδικών για μαζική παραγωγή τους σε ελεγχόμενες συνθήκες σε ενυδρεία. Τα προβλήματα που παρουσιάζουν στην ταξινόμησής τους και τα χαμηλά ποσοστά αναπαραγωγής χαρακτηρίζουν τους ιππόκαμπους ως ευάλωτα ζώα με αποτέλεσμα τα 33 από τα 46 είδη ιππόκαμπων που υπάρχουν να συμπεριληφθούν στα προστατευόμενα είδη (Otero-Ferrer et al. 2010).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι *Hippocampus hippocampus* και *Hippocampus guttulatus*, δυο είδη ιππόκαμπου τα οποία απαντώνται στα ύδατα της μεγάλης Βρετανίας συμπεριλαμβάνονται στη λίστα των προστατευόμενων ειδών. Ο προσδιορισμός της συμπεριφοράς που εκδηλώνεται από τους ιππόκαμπους, τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και σε συνθήκες αιχμαλωσίας είναι ζωτικής σημασίας, προκειμένου να συνεισφέρει στην κατανόηση για την ικανότητα εκτροφής των ιππόκαμπων *Hippocampus spp* στα ενυδρεία. Παρόλο που υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σήμερα (τα τελευταία 10 χρόνια) σχετικά με τη βιολογία και την συμπεριφορά των ιππόκαμπων, δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα για την πλειονότητα των ιππόκαμπων (Lucas & Southgate 2012).

Οι Wilson & Vincent (1999), Storeo & González (2009) και Garrick-Maidment et al. (2010), παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την εκτροφή των ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας, τη συμπεριφορά τους, την επιλογή συντρόφου, την αναπαραγωγική διαδικασία και τον κύκλο ζωής του ιππόκαμπου. Στο φυσικό περιβάλλον η αναπαραγωγική διαδικασία των ιππόκαμπων λαμβάνει χώρα τους μήνες από Απρίλιο έως Οκτώβριο και εξαρτάται από το είδος. Για παράδειγμα το είδος *H. hippocampus*, η αναπαραγωγική διαδικασία διαρκεί μικρότερο χρονικό διάστημα και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η φωτοπερίοδος, η θερμοκρασία και η κυκλοφορία του νερού (Woods 2000). Κατά τη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής, η πλειοψηφία των ιππόκαμπων (συμπεριλαμβανομένου του είδους *H. hippocampus*) οι ιππόκαμποι επιδεικνύουν ένα ενιαίο κύκλο αναπαραγωγής παρουσιάζοντας μονογαμική σχέση (Garrick-Maidment et al. 2010), το οποίο μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ειδών (Naud et al. 2008).

Η ταξινόμηση των ειδών των ιππόκαμπων υπήρξε προβληματική για πάρα πολλά χρόνια. Πάνω από 120 ονόματα ειδών υπάρχουν στην διεθνή βιβλιογραφία για πολλά από τα οποία δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη αν πρόκειται για ονόματα νέων ειδών ή είναι απλά συνώνυμα υπαρχόντων ειδών ή αν ακόμη προέρχονται από λάθος αναγνώσεις.

Η πρώτη επίσημη προσπάθεια ταξινόμησης των ιππόκαμπων έγινε από τον Linnaeus στο βιβλίο του *Systema Naturae* (1758). Δύο ιππόκαμποι από την προσωπική του συλλογή υπάρχουν μέχρι σήμερα και φυλάσσονται στο Λονδίνο από την Linnaean Society. Ο ίδιος αναγνώρισε ένα μόνο είδος το οποίο και ονόμασε *Syngnathus hippocampus*. Το μεγαλύτερο πλήθος αυτών των περιγραφών δημοσιεύθηκε κατά την διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα, μια περίοδο δηλαδή που οι θετικές επιστήμες γνώριζαν μεγάλη άνθιση (Naud et al. 2008).

Οι καινοτομίες που έλαβαν χώρα στην εκτροφή των θαλασσινών διακοσμητικών ειδών περιλαμβάνει, νέα είδη όπως οι ιππόκαμποι, οι οποίοι παρουσιάζουν σημαντικό



εμπορικό ενδιαφέρον εξαιτίας της διατήρησής τους και της βιολογίας τους. Η εκτροφή των θαλάσσιων διακοσμητικών ειδών περιλαμβάνει επίσης, την καλλιέργεια ζωντανού βράχου, πολύχαιτων, μαλάκιων, καρκινοειδών και εχινόδερμων. Το τελευταίο μέρος της εργασίας αναφέρεται στην ανάγκη διασφάλισης μιας βιώσιμης αλιείας, διασφάλισης της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και για τις εμπορικές πρακτικές που εφαρμόζονται προκειμένου να εξασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξη, εκτροφή και αλιεία των θαλάσσιων διακοσμητικών ειδών.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να περιγράψει την εκτροφή, την αναπαραγωγή και τη διατροφή των ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία.

# **K**εφάλαιο 2<sup>ο</sup> Εμπόριο Ταξινόμηση και Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

## 2.1. Εμπόριο Διακοσμητικών ειδών-Ιππόκαμπων

Η καλλιέργεια διακοσμητικών ψαριών συγκαταλέγεται ανάμεσα στις δραστηριότητες (επαγγελματικές ή ερασιτεχνικές) με αυξημένο ενδιαφέρον κατέχοντας μια σημαντική θέση στη βιομηχανία του εμπορίου των ενυδρείων (Ellis & Sharon 1999). Η αύξηση αυτή αποδίδεται κυρίως στη μεγάλη ζήτηση που παρατηρείται προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της αγοράς και οφείλεται στα πολυάριθμα είδη ψαριών γλυκού και θαλασσινού νερού που εισήχθησαν στον τομέα του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών (Raja 2009).

Οι ποικίλοι χρωματισμοί, τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν, το περιβάλλον εκτροφής, η αναπαραγωγική διαδικασία καθώς και η τεχνοτροπία κατασκευής και αρχιτεκτονικής ενός ενυδρείου είναι από τους παράγοντες που συντελούν στην αύξηση του ενδιαφέροντος τόσο των επαγγελματιών όσο και των ερασιτεχνών εκτροφέων (Axelrod & Sweeney 1992). Στην πλειοψηφία τους τα εμπορικά είδη προέρχονται κυρίως από τη Βραζιλία από τις λίμνες της Νοτίου Αφρικής όπως για παράδειγμα τη λίμνη Μαλάουι, Τανγκανίκα και Βικτώρια καθώς επίσης και από τη Νότια και την Κεντρική Αμερική καθώς και της χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Το εμπόριο των ειδών που προέρχονται από τις περιοχές αυτές στηρίζεται κυρίως στην εξ αλίευση αγρίων ατόμων από το φυσικό περιβάλλον (Lin et al. 2009). Ο τομέας των διακοσμητικών ψαριών και εν γένει των ενυδρείων είναι ένας επικερδής τομέας με το μέσο ετήσιο κέρδος να αγγίζει τα 7,2 δις. δολάρια ετησίως. Οι κυριότερες αγορές είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Η.Π.Α), η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) και σε μικρότερο βαθμό η Ιαπωνία (Wabnitz & Taylor 2003).

Το εμπόριο των ενυδρείων παγκοσμίως, προϋποθέτει την ανάπτυξη δομών για τα κράτη τα οποία στηρίζονται κυρίως στις εξαγωγές περιλαμβάνοντας την ακόλουθη εμπορική δομή: αλιείς-ψαράδες, χονδρέμποροι, μεσάζοντες και εξαγωγείς. Τα κράτη τα οποία στηρίζονται στις εισαγωγές διακοσμητικών ψαριών και όχι στην πρωτογενή παραγωγή οι εμπορικές δομές οργανώνονται με την εξής αλληλουχία: εισαγωγείς, χονδρέμποροι και λιανοπωλητές (Βλάχος 2010). Η πώληση των διακοσμητικών ψαριών γίνεται από τους αλιείς, τους παραγωγούς και τους διαμεσολαβητές ή χονδρέμπορους, σε τοπικά δίκτυα ή σε

εμπορικά δίκτυα άλλων χωρών. Επίσης τα προϊόντα ενυδρείων συμπεριλαμβανομένων και των ψαριών να πωλούνται από εμπόρους λιανικής με επακόλουθο την αύξηση της τιμής των προϊόντων ενώ το αντίτιμο καταβάλλεται από τους αγοραστές μέσω ειδικών καταστημάτων (pet shop).

Περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών αποτελεί το αυξημένο κόστος παρασκευής των τροφών. Το κόστος παρασκευής των τροφών στα διακοσμητικά ψάρια είναι 10-60 φορές υψηλότερο από εκείνο των εδώδιμων ειδών. Οι τιμές των τροφών ποικίλουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος του διακοσμητικού ψαριού. Μια άλλη παράμετρος η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι οι μικρές συσκευασίες στις οποίες τυποποιούνται οι τροφές των διακοσμητικών ψαριών με τη μεγαλύτερη να φθάνει σε βάρος 0,5 kgr σε αντίθεση με εκείνη των υδατοκαλλιεργειών όπου η μικρότερη συσκευασία φτάνει τα 22 kgr (Eroldogan et al. 2008).

Η αυξανόμενη ζήτηση και η ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών οδήγησαν στην εκτροφή του ιππόκαμπου ώστε να μειωθεί η συλλεκτική του αλιεία. 13 είδη ιππόκαμπων παρουσιάζουν αυξημένη εμπορική αξία, εκ των οποίων τα περισσότερα είδη, προωθούνται για το εμπόριο των διακοσμητικών ψαριών στα ενυδρεία (Koldewey & Martin-Smith 2010).

Σε σύγκριση με άλλους οργανισμούς, του υφάλου, η εκτροφή των ιππόκαμπων είναι μια νέα βιομηχανία που παρουσιάζει υψηλό οικονομικό ενδιαφέρον. Η εμπορική αξία του είδους οφείλεται στην αυξημένη ζήτηση και στις υψηλές τιμές που υπάρχουν στην αγορά. Η εκτροφή μεγάλου αριθμού ιππόκαμπων, αποσκοπεί στην αύξηση της ζήτησης στην παραδοσιακή κινεζική αγορά (ιατρική και γαστρονομία) συμβάλλοντας στην αύξηση του αριθμού των ατόμων στους φυσικούς πληθυσμούς.

## 2.2. Συστηματική ταξινόμηση Ιππόκαμπου

Οι πρόσφατες μορφομετρικές και γενετικές μελέτες αναγνωρίζουν την ύπαρξη 32 ειδών ιππόκαμπου. Σαφέστατα δεν αποκλείεται η ύπαρξη και άλλων ειδών τα οποία δεν έχουν αναγνωριστεί ακόμα καθώς οι γενετικές μελέτες δεν έχουν ολοκληρωθεί ακόμα για όλα τα είδη (Teske & Behegaray 2009).

Η συστηματική κατάταξη του ιππόκαμπου περιγράφεται

Βασίλειο : **Ζώα**

Φύλο : **Χορδωτά**

Υπόφυλο : Σπονδυλωτά  
Κλάση : Οστεϊχθύες  
Υπόκλαση : Ακτινοπτερύγιοι  
Υπέρταξη : Τελεόστεοι  
Τάξη : Gasterosteiformes (Σωληνοιχθύες)  
Υπόταξη : Syngnathiformes (Συγγναθοειδή)  
Οικογένεια : Syngnathidae (Συγγναειδη)  
Γένος : Hippocampus

Η οικογένεια *Syngnathidae* αποτελεί μια ειδική ομάδα των θαλάσσιων διακοσμητικών ειδών και περιλαμβάνει μια μεγάλη γκάμα οργανισμών με οστέινο σκελετό όπως οι ιππόκαμποι, τα pipefishes, και οι δράκοι της θάλασσας (sea dragons). Κατανέμονται στις παράκτιες τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές σε όλο τον κόσμο (Kuitert 2000).

Τα παρακάτω είδη ιππόκαμπου παρουσιάζουν ενδιαφέρον σήμερα είναι:

1. *H.abdominalis*
2. *H.algiricus*
3. *H.angustus*
4. *H.barbouri*
5. *H.bargibanti*
6. *H.borboniensis*
7. *H.breviceps*
8. *H.camelopardalis*
9. *H.capensis*
10. *H.comes*
11. *H.coronatus*
12. *H.erectus*
13. *H.fisheri*
14. *H.fuscus*
15. *H.guttulatus*
16. *H.hippocampus*
17. *H.histrix*
18. *H.ingens*
19. *H.jaykari*
20. *H.kellogi*
21. *H.kuda*
22. *H.lichtensteinii*
23. *H.minotaur*
24. *H.mohnikei*
25. *H.reidi*
26. *H.sindonis*

27. *H. spinosissimus*
28. *H. subelongatus*
29. *H. trimaculatus*
30. *H. whitei*
31. *H. zebra*
32. *H. zosterae*

Από τα παραπάνω είδη μόνο δύο είδη απαντώνται στη Μεσόγειο, το *H. guttulatus* και το *H. hippocampus* ενώ τα υπόλοιπα είδη, συναντώνται κυρίως στον Ειρηνικό και Ινδικό ωκεανό (Εικ.1).



**Εικόνα 1.** Είδη Ιππόκαμπων που απαντώνται στη Μεσόγειο (Πηγή:www.wikipedia.gr)

### 2.3. Γεωγραφική Κατανομή των Ιππόκαμπων

Οι ιππόκαμποι απαντώνται σε όλο τον κόσμο δείχνοντας κατά κανόνα προτίμηση σε προφυλαγμένα και ρηχά παράκτια, τροπικά και εύκρατα νερά. Τα περισσότερα είδη ιππόκαμπου απαντώνται στην περιοχή του Ινδό-Ειρηνικού ωκεανού (για παράδειγμα στις ακτές τις Αυστραλίας συναντά κανείς πάνω από 10 είδη ιππόκαμπου ενώ 7 ακόμη είδη συναντώνται στις ακτές τις νοτιοανατολικής Ασίας). Αντίθετα μόνο ένα είδος απαντάται στις δυτικές ακτές της Αμερικής (Ανατολικός Ειρηνικός) και μόνο 3 είδη απαντώνται στις ανατολικές ακτές της Αμερικής (Δυτικός Ατλαντικός και Καραβαϊκή). Τέλος στις ακτές της Ευρώπης και της Δυτικής Αφρικής απαντώνται μόνο 3 είδη (Εικ.2).

Όλα τα είδη ιππόκαμπου είναι θαλάσσια, εξαίρεση αποτελεί το είδος *H. capensis* που ζει στις εκβολές ποταμών, περιοχές δηλαδή στις οποίες η αλατότητα είναι σχετικά χαμηλή και μεταβάλλεται αρκετά συχνά (για παράδειγμα μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις). Οι πληθυσμοί αυτοί εμφανίζουν μεγάλες θνησιμότητες στις αντίστοιχες περιόδους μεταβολής των συνθηκών του υδάτινου περιβάλλοντος.



**Εικόνα 2.** Γεωγραφική κατανομή ιππόκαμπων (Πηγή: [www.kimberlymoynahan.com](http://www.kimberlymoynahan.com))

Οι ιππόκαμποι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, προτιμούν κατά κύριο λόγο τις παράκτιες περιοχές. Κατά κανόνα απαντώνται σε βάθη μικρότερα των 20 m αλλά αυτό δεν είναι απόλυτο καθώς κατά καιρούς έχουν αλιευθεί ιππόκαμποι από βάθη που ξεπερνούν τα 150 m. Γενικά εμφανίζουν ένα μεταναστευτικό πρότυπο κατά το οποίο περνούν τους καλοκαιρινούς μήνες σε ρηχότερα νερά και τους χειμερινούς σε βαθύτερα (και συνεπώς θερμότερα κατά την διάρκεια του χειμώνα) και περισσότερο προφυλαγμένα νερά.

Πολλά είδη που ζουν σε τροπικές ή εύκρατες περιοχές ζουν ανάμεσα σε φύκια των γενών *Zostera*, *Posidonia* και *Halophilia*. Τα λιβάδια αυτά, των θαλασσίων φυκών που πλαισιώνουν τις αμμώδεις και λασπώδεις τροπικές και εύκρατες ακτές αποτελούν την βάση εξαιρετικά παραγωγικών οικοσυστημάτων προσφέροντας εκτός από άφθονη τροφή και πλήθος άλλων ευνοϊκών συνθηκών (χαμηλής έντασης κυματισμό, ευνοϊκές θερμοκρασίες κτλ.) και το απαραίτητο για την ανάπτυξη των νεαρών ατόμων υπόστρωμα (Εικ.3).



**Εικόνα 3.** Ζεύγος ιππόκαμπων σε λιβάδι *Posidonias* (Πηγή: [www.acquariofiliaitalia.it](http://www.acquariofiliaitalia.it))

Μεταξύ των ειδών που είναι γνωστό ότι εγκαθίστανται σε περιοχές στις οποίες υπάρχει υποθαλάσσια βλάστηση τα γνωστότερα είναι τα ακόλουθα: *H.borboniensis*, *H.erectus*, *H.guttulatus*, *H.whitei* και *H.zosteræ*. Ενώ αλλά είδη απαντώνται σε μαγγρόβια δάση (όπως για παράδειγμα το είδος *Hippocampus kuda*). Τα μαγγρόβια δάση αποτελούν τον συνδετικό κρίκο μεταξύ της ξηράς και της θάλασσας στις τροπικές περιοχές, αποτελώντας παράλληλα πολύ παραγωγικά οικοσυστήματα αντίστοιχα των λιμνοθαλασσών στα εύκρατα κλίματα.

Σε αυτούς τους παλιρροιακούς «θαλάσσιους βάλτους» αναπτύσσονται ένα πλήθος ειδών δένδρων των γενών *Rhizophora* και *Avicennia*. Πολλά από αυτά έχουν χαρακτηριστικές αέριες ρίζες, και την ιδιότητα να συγκρατούν τα επιφανειακά ιζήματα που παρασύρονται κατά την διάβρωση του εδάφους (φαινόμενο που έχει επιδεινωθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια λόγω της καταστροφής των φυσικών δασών και των έντονων βροχοπτώσεων). Οι Ιππόκαμποι απαντώνται επίσης σε περιοχές στις οποίες ο πυθμένας είναι μαλακός και αποικίζεται από άφθονους σπόγγους όπως για παράδειγμα το είδος *Hippocampus subelongatus* αλλά και σε τροπικές περιοχές για το είδος *H.comes*, όπου υπάρχει πλήθος κοραλλιών.

Μερικά είδη ιππόκαμπου έχουν πολύ ειδικές απαιτήσεις ως προς το περιβάλλον διαβίωσής τους. Το είδος *Hippocampus bargibanti* ζει σε στενή σχέση με μόνο δύο είδη γοργονοειδή κοράλλια (Εικ.4).



**Εικόνα 4.** *Hippocampus bargibanti* σε κοράλλι (Πηγή: [www.ryanphotographic.com](http://www.ryanphotographic.com))

#### 2.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά ιππόκαμπου

Το κεφάλι ενός ιππόκαμπου σχηματίζει ορθή γωνία ως προς τον άξονα του σώματος, ενώ ο κορμός του είναι μικρός σε μήκος και σχετικά παχύς. Οστέινες πλάκες καλύπτουν όλο το σώμα οι οποίες είναι εμφανείς και εκτός του ότι αποτελούν κριτήριο για την ταξινόμηση των ειδών, μειώνουν αρκετά την ευκαμψία του σώματος. Η ουρά έχει σχετικά μεγάλο μήκος ενώ το πάχος της μειώνεται προς το άκρο της (Εικ.5).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ιππόκαμπου και όλης της οικογένειας *Syngnathidae* είναι το ρύγχος του. Οι γνάθοι δεν έχουν δόντια και το στόμα του είναι μικρό και τελικό. Οι οφθαλμοί του κινούνται ανεξάρτητα, και λόγω της θέσης τους πιστεύεται ότι προσδίδουν στον ιππόκαμπο μια διοφθαλμική όραση. Τα βράγχια έχουν χαρακτηριστική βοτρυοειδή μορφή και βρίσκονται καλά προφυλαγμένα μέσα σε λοβούς. Το ραχιαίο πτερύγιο είναι το κύριο όργανο για την προώθηση του ιππόκαμπου ενώ τα θωρακικά πτερύγια χρησιμοποιούνται σαν μορφή πηδαλίου.

Το μικρό εδρικό πτερύγιο που διαθέτει φαίνεται να μην χρησιμοποιείται ενώ το ουραίο και τα κοιλιακά πτερύγια απουσιάζουν. Οι Ιππόκαμποι χρησιμοποιούν την ουρά τους όργανο προσκόλλησης σε διάφορα αντικείμενα. Η όρθια θέση που επιτυγχάνεται κατά την κολύμβηση είναι αποτέλεσμα του κέντρου βάρους τους σαν συνισταμένη της άνωσης της νηκτικής τους κύστης και του βάρους της ουράς τους. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των ιππόκαμπων είναι ο φυλετικός διμορφισμός. Συνεπώς τα αρσενικά άτομα διακρίνονται εύκολα σε σχέση με τα θηλυκά εξαιτίας του επωαστικού σάκου τον οποίο φέρουν.

Όπως συμβαίνει και με τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειας *Syngnathidae* το βραγχιακό άνοιγμα των ιππόκαμπων έχει μορφή μικρής σχισμής και βρίσκεται νωτιαία και όπισθεν του βραγχιακού επικαλύμματος. Τα δόντια απουσιάζουν από τις γνάθους και το ανώτερο τμήμα του κλείθρου αποτελεί τμήμα του εξωσκελετού. Η επιμήκυνση του νευροκρανιακού οστού και των κρεμαστήριων οστών (δηλ. του μεσοβραγχιακού, προβραγχιακού, υποκογχικού, δακρυϊκού, δερματοειδούς, ύνιδας και μετωπιαίου) σχηματίζουν το ρύγχος που είναι συμπαγές.

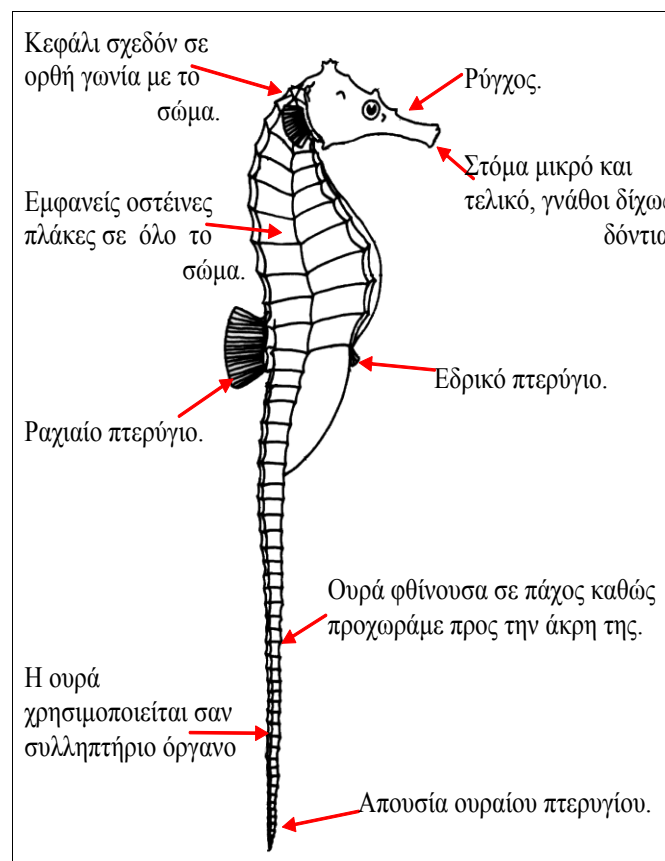
Το μεγάλο υοειδές γναθικό οστό εκτείνεται κοιλιακά από το εμπρόσθιο άκρο του βραγχιακού επικαλύμματος. Το μεγάλο μήκους προβραγχιακό οστό βρίσκεται κάτω από το υοειδές γναθικό και εκτείνεται μέχρι το εμπρόσθιο τμήμα του οφθαλμού. Τα κερατοειδή οστά είναι επίσης μεγάλα και στην άρθρωση του μεσοϋοειδούς και του υοειδούς γναθικού συναντά κανείς έναν χονδροειδή ιστό. Τα κερατοειδή ενώνονται κοιλιακά στα άκρα τους και



σηματίζουν το υοειδές τόξο. Το υοειδές τόξο βρίσκεται σε μια θέση 'ανάπαυσης' παράλληλη και κοιλιακή του ρύγχους και κατακόρυφη της θωρακικής ζώνης. Το μικρού μήκους ουροειδές οστό βρίσκεται πίσω από το υοειδές τόξο και ενώνεται στα κοιλιακά άκρα των κερατοειδών οστών με κοντούς ανθεκτικούς συνδέσμους.

Η συστολή του οπισθιοϋοειδούς μυός, που ξεκινά από το κλείθρο και καταλήγει στο ουροειδές οστό, κάμπει προς τα πίσω το ουροειδές οστό έχοντας σαν αποτέλεσμα την περιστροφή των υοειδών ράβδων κοιλιακά και οπίσθια της άρθρωσης με το υοειδές γναθικό.

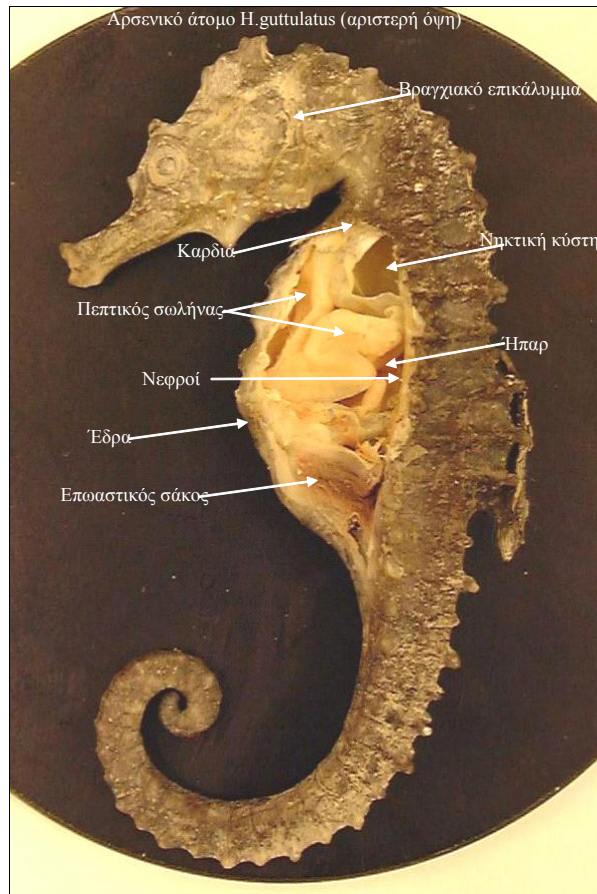
Το νευροκρανικό οστό τέλος, είναι τροποποιημένο ούτως ώστε να σχηματίζει το στέμμα. Τα βράγχια έχουν χαρακτηριστική βοτρυοειδή μορφή και βρίσκονται καλά προφυλαγμένα στην βραγχιακή κοιλότητα κάτω από το βραγχιακό επικάλυμμα.



**Εικόνα 5.** Μορφολογικά χαρακτηριστικά ιππόκαμπου (Πηγή: [www.scielo.br](http://www.scielo.br))

Η θέση των εσωτερικών οργάνων είναι αντίστοιχη με αυτή των υπόλοιπων οστεϊχθύων. Η καρδιά βρίσκεται πολύ εμπρός και πρακτικά στην περιοχή του «κεφαλιού» του ιππόκαμπου, με το στομάχι να απουσιάζει. Διακρίνεται ο πεπτικός σωλήνας μικρού

μήκους, από τον οποίο απουσιάζουν τα πυλωρικά τυφλά. Η νηκτική κύστη είναι μεγάλου μεγέθους (καταλαμβάνει το 35% της θωρακικής κοιλότητας περίπου) όπως αντίστοιχα μεγάλου μεγέθους είναι και το ήπαρ. Οι νεφροί τέλος βρίσκονται στο ραχιαίο μέρος της θωρακικής κοιλότητας και είναι χρώματος ερυθρού (Εικ.6).



**Εικόνα 6.** Ανατομία Ιππόκαμπου (Πηγή: [www.scielo.br](http://www.scielo.br))

# **K**εφάλαιο 3ο Αναπαραγωγή

Οι ιππόκαμποι είναι ωοτόκα και εμφανίζουν πλήρη «αντιστροφή» του πατρικού και μητρικού ρόλου. Μεγάλα τελολεκιθικά αυγά παράγονται από το θηλυκό και γονιμοποιούνται από το αρσενικό την στιγμή της απόθεσης τους στον επωαστικό τους σάκο. Μετά την μεταφορά των αυγών στον επωαστικό σάκο του αρσενικού το θηλυκό δεν παίζει περαιτέρω ρόλο στην επώαση των αυγών. Το θηλυκό παράγει μεγάλους, ακίνητους, ενεργειακά πλούσιους αυγά ενώ το αρσενικό παράγει μικρότερους, κινητικούς και ενεργειακά φτωχούς γαμέτες (σπέρμα) (Planas et al. 2010).

Η αναπαραγωγή σε συνθήκες αιχμαλωσίας, επιτυγχάνεται σε ένα αριθμό ιππόκαμπων, αλλά εξακολουθεί να παραμένει πρόβλημα για πολλούς άλλους. Η γνώση της φυσιολογίας της αναπαραγωγής, η ωρίμανση του θηλυκού, τα χαρακτηριστικά που αναπτύσσει το αυγό, δεν υφίσταται για τους περισσότερους ιππόκαμπους (Poortenaar et al. 2004).

Η επιλογή ζευγαριού σε συνθήκες αιχμαλωσίας φαίνεται να είναι ιδιαίτερα δύσκολο ανάμεσα στα μέλη του είδους *H. guttulatus*. Η αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους, χαρακτηρίζεται από έντονο φλερτ, με χαμηλά ποσοστά αναπαραγωγής, τα οποία πιθανόν να οφείλονται στις αυξημένες διατροφικές απαιτήσεις του είδους (Faleiro et al. 2008).

Στους ιππόκαμπους, τα αυγά είναι συνήθως ασύμμετρα με διάμετρο 0,9 έως 3,8 mm (Amos & Purlcer 2003). Επειδή τα αυγά είναι ασύμμετρα, η μέτρησή τους γίνεται δύσκολα λόγω έλλειψης μεθοδολογίας. Ο λεκιθικός σάκος του είδους *H. guttulatus* μετράται κατά μήκος και κατά πλάτος (Planas et al. 2010). Το μέγεθος του αυγού συσχετίζεται με το μέγεθος του θηλυκού σε είδη όπως το pipefish (Berglund et al. 1986), ή είναι ανεξάρτητο όπως συμβαίνει στους ιππόκαμπους (Planas et al. 2010).

Στα είδη ιππόκαμπων *H. whitei*, *H. errectus*, *H. guttulatus* βρέθηκε ότι υπάρχει συσχετισμός μεταξύ του μεγέθους των αυγών και του μεγέθους των θηλυκών (Teixeira & Musick 2001, Planas et al. 2010). Επίσης, ο Curtis (2004), επισήμανε ότι το μέγεθος στα αρσενικά άτομα του *H. guttulatus* χρησιμοποιείται ως γενικός δείκτης μέτρησης του μεγέθους των γεννητόρων. Ως εκ τούτου, η απόδοση της αναπαραγωγής ενισχύεται σε μεγαλύτερα ψάρια.

Τα αυγά των ιππόκαμπων είναι μεγάλα, έχουν σχήμα ωοειδές και είναι λίγα σε αριθμό εν συγκρίσει με αυτά των περισσότερων οστεϊχθύων. Περιέχουν σταγονίδια ελαίου και το χρώμα τους είναι κοκκινωπό-πορτοκαλί που οφείλεται στην παρουσία καροτεινοειδών που έχουν σκοπό την παροχή οξυγόνου στο κύτταρο (Foster & Vincent 2004).

Τα αυγά σε αντίθεση με αυτά των άλλων τελεόστεων αναπτύσσονται σε ωοθήκες που έχουν σχήμα σπειροειδές και αποτελούνται από επιμέρους θυλάκια τα οποία είναι πεπιεσμένα μεταξύ του εξωτερικού ωοθηκικού τοιχώματος και του εσωτερικού επιθηλιακού τοιχώματος. Τα θυλάκια αυτά έχουν τέτοια θέση ώστε να σχηματίζουν μια σπειροειδή διαδοχική σειρά ανάπτυξης που αποτελείται από δύο σπερματικές αύλακες. Κατά την διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής, στις ωοθήκες συναντώνται αυγά όλων των σταδίων. Αυτά που βρίσκονται στα πρωϊότερα στάδια απαντώνται στο κέντρο των ωοθηκών και αυτά που βρίσκονται στα τελικά στάδια ωρίμανση απαντώνται στα άκρα της σπειροειδούς κατασκευής (Foster & Vincent 2004).

Τα αυγά λίγο πριν την μεταφορά τους στον επωαστικό σάκο του αρσενικού ενυδατώνονται, ενώ τα ανώριμα αυγά παραμένουν στις ωοθήκες του θηλυκού έως ότου ωριμάσουν. Τα ενυδατωμένα αυγά πρέπει να μεταφερθούν στον επωαστικό σάκο του αρσενικού μέσα σε 24 ώρες από την ενυδάτωση τους ειδάλλως καταστρέφονται και τότε το θηλυκό αναγκάζεται να τα απορρίψει στο περιβάλλον. Η απόρριψη των ενυδατωμένων αυγών έχει μεγάλο ενεργειακό κόστος για το θηλυκό άτομο αφού μια 'φουρνιά' αυγών μπορεί να αποτελεί μέχρι και το 15% του συνολικού βάρους του θηλυκού. Γι' αυτό τα θηλυκά άτομα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που τους εξασφαλίζουν ότι το αρσενικό θα είναι παρών μετά την ενυδάτωση των αυγών και συνεπώς η μεταφορά θα μπορέσει να λάβει χώρα (Vincent & Giles 2003).

Η ωρίμανση του θηλυκού, το μέγεθος του αυγού και το μέγεθος του γεννήτορα του ιππόκαμπου *H.gutulatus*, δεν εξαρτώνται από τον τύπο της τροφής που χορηγείται, σε αντίθεση με τον ιππόκαμπο που τρέφεται με εμπλουτισμένη artemia (Curtis 2007)

Τα θηλυκά άτομα, γεννούν τα αυγά τους σε παρτίδες με μεγάλα διαστήματα παύσης, τα οποία εξαρτώνται και συγχρονίζονται από τη διάρκεια της κύησης των αρσενικών, η οποία διαρκεί από 9 έως 45 ημέρες (Foster & Vincent 2004, Vincent & Sadler 1995). Η βέλτιστη θερμοκρασία για την αναπαραγωγή ποικίλει για την πλειοψηφία των ιππόκαμπων, λόγω της επίδρασης των γονάδων στην εκκόλαση και στην ανάπτυξη. Τα μεσοδιαστήματα παύσης της ωοτοκίας στα θηλυκά επηρεάζονται από τη θερμοκρασία (Lin et al. 2009, Planas et al. 2010). Η ωριμότητα των θηλυκών ατόμων του *H. guttulatus* εξαρτάται περισσότερο

από τη φωτοπερίοδο και σε μικρότερο βαθμό από τη θερμοκρασία (Planas et al. 2010). Σύμφωνα με τον Lockyear (1997), οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αναπαραγωγική διαδικασία του ιππόκαμπου *H. carvensis* είναι η θερμοκρασία, και η φωτοπερίοδος.

### 3.1. Διαδικασία ζευγαρώματος

Παρατηρήσεις βασισμένες σε εννέα είδη ιππόκαμπων επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ενός κοινού «μοντέλου» σε ότι αφορά το φλερτ. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα λίγο μετά την ανατολή του ηλίου όπου το αρσενικό και το θηλυκό άτομο συναντώνται. Το αρσενικό γεμίζει τον επωαστικό του σάκο με νερό και τα δύο μέρη εκδηλώνουν το αμοιβαίο ενδιαφέρον τους με τα χρώματά τους να είναι πιο φωτεινά χρώματα. Για παράδειγμα τα αρσενικά άτομα του είδους *H. reidi* αποκτούν ένα χρώμα πορτοκαλί ενώ το χρώμα στο θηλυκό αλλάζει σε ανοιχτό ροζ (Foster & Vincent 2004).

Στη συνέχεια οι δύο ιππόκαμποι δένουν με τις ουρές τους ένα κοινό βλαστάρι και το χρησιμοποιούν σαν άξονα αρχίζοντας να περιστρέφονται γύρω από αυτό με το αρσενικό να βρίσκεται προς τα έξω (Εικ.7). Συχνά το ζευγάρι αφήνει το βλαστάρι και κολυμπά κοντά, με το αρσενικό να «κρατά» την ουρά του θηλυκού, κατά μήκος του βυθού προς ένα καινούργιο βλαστάρι όπου και επαναλαμβάνουν τον τελετουργικό χορό τους (Planas et al. 2010).



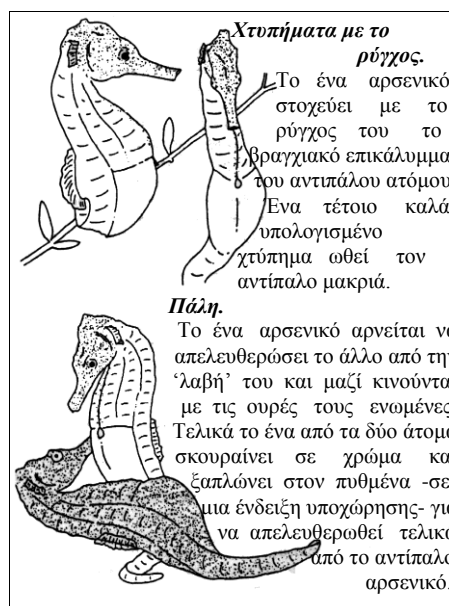
**Εικόνα 7.** Ζευγάρι ιππόκαμπου (Πηγή: [www.wetwebmedia.com](http://www.wetwebmedia.com))

Την 3<sup>η</sup> περίπου μέρα του «φλερτ» η κοιλιά του θηλυκού διογκώνεται καθώς τα αυγά ωριμάζουν στην ωοθήκη και ο ωοαποθετήρας του αρχίζει να προεξέχει. Όταν το θηλυκό είναι έτοιμο να μεταφέρει τα αυγά αφήνει το βλαστάρι και τεντώνει το σώμα του με το κεφάλι να κοιτάει προς τα επάνω (σαν να κολυμπά προς την επιφάνεια του νερού) και την

άκρη της ουράς του να ακουμπά στον πυθμένα. Το αρσενικό ανταποκρινόμενο στο κάλεσμα, πλησιάζει το θηλυκό, και μαζί κολυμπούν προς την επιφάνεια. Μπορεί να χρειαστούν πολλές προσπάθειες από το θηλυκό έως ότου τελικά καταφέρει να ευθυγραμμίσει τον ωοαποθετήρα του με το άνοιγμα του επωαστικού σάκου του αρσενικού, αλλά τελικά η σύζευξη επιτυγχάνεται και το θηλυκό μεταφέρει μακριούς, κολλώδη δακτυλίους με αυγά στον επωαστικό σάκο του αρσενικού (Planas et al. 2010).

Η μεταφορά όλων των αυγών, (των οποίων ο αριθμός ποικίλλει και εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος των συντρόφων και το είδος) διαρκεί μόνο 6-10 sec και μόλις αυτή λάβει χώρα το άνοιγμα του επωαστικού σάκου σφραγίζεται γιατί το θαλασσινό νερό προκαλεί βλάβες στα έμβρυα (Foster & Vincent 2004). Μετά την μεταφορά των αυγών οι ιππόκαμποι αποχωρίζονται και το αρσενικό άτομο με απαλές κινήσεις του σώματος του βοηθά τα αυγά να κατανεμηθούν ομοιόμορφα μέσα στον επωαστικό σάκο.

Επιθετική συμπεριφορά κατά το ζευγάρωμα έχει παρατηρηθεί μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις και μόνο από αρσενικά άτομα. Πιο συγκεκριμένα, επιθετική συμπεριφορά κατά το ζευγάρωμα έχει παρατηρηθεί μόνο σε συνθήκες εκτροφής σε ενυδρείο όπου η πυκνότητα των ατόμων είναι σχετικά μεγαλύτερη εν συγκρίσει με τη φυσική εκτροφή (Vincent & Giles 2003). Η επιθετική αυτή συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από δυνατά χτυπήματα με το ρύγχος προς τον αντίπαλο ενώ έχουν αναφερθεί ακόμα και περιπτώσεις «πάλης». Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα αρσενικά άτομα ανταγωνίζονται περισσότερο ούτως ώστε να αναπαραχθούν, από ότι ανταγωνίζονται τα θηλυκά για να εναποθέσουν τα αυγά τους (Εικ.8).



**Εικόνα 8.** Συμπεριφορά του ιππόκαμπου κατά τη δημιουργία ζευγαριού (Πηγή: [www.wetwebmedia.com](http://www.wetwebmedia.com))



**Εικόνα 9.** Έμβρυο του είδους *H.guttulatus* (Πηγή: [www.wetwebmedia.com](http://www.wetwebmedia.com))

Οι δεσμοί που αναπτύσσονται μεταξύ δυο συντρόφων εμφανίζονται τόσο ισχυροί που δεν παρατηρούνται φαινόμενα εγκατάλειψης του συντρόφου ακόμα και αν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, πράγμα που κάνει τους υπόκαμπους να εμφανίζονται εξαιρετικά πιστοί. Για παράδειγμα, σε μια περίπτωση που ένας αρσενικός υπόκαμπος τραυματιστεί στον επωαστικό του σάκο με αποτέλεσμα να μην μπορεί να «κυφορήσει» για ένα διάστημα 48 ημερών (ισοδύναμο με δυο κυφορίες) το ταίρι του έμεινε πιστό και εξακολουθούσε να το χαιρετά καθημερινά, για να ζευγαρώσουν ξανά, αμέσως μετά από την επούλωση της πληγής του (Planas et al. 2010).

### 3.2. Νεαρά άτομα

Οι αρσενικοί υπόκαμποι επωάζουν τα έμβρυα για μια περίοδο που μπορεί να ποικίλει ανάμεσα σε 10 μέρες έως και 6 εβδομάδες, και εξαρτάται άμεσα από το είδος αλλά και την θερμοκρασία του νερού. Η απελευθέρωση των νεαρών υπόκαμπων από το αρσενικό γίνεται κατά την διάρκεια της νύχτας ή κατά τις πρώτες πρωινές ώρες. Το αρσενικό λυγίζει με δύναμη την ουρά του έως ότου αυτή συναντήσει τον κορμό του συμπιέζοντας τον επωαστικό του σάκο με αποτέλεσμα να νεαρά άτομα να εξέρχονται του σάκου (Faleiro et al. 2008).

Τα νεογέννητα ιχθύδια απελευθερώνονται από το αρσενικό μέσω του θύλακα που βρίσκεται στην κοιλιακή χώρα. Όταν απελευθερώνονται περισσότερες παρτίδες, σε διαδοχικές ημέρες, το ποσοστό των εμβρύων και τα βραδείας ανάπτυξης άτομα (δεν έχουν απορροφήσει το λεκιθικό σάκο) αυξάνονται (Εικ.10). Η επίλυση του προβλήματος εστιάζεται στην απομόνωση των αρσενικών ατόμων κατά την αναπαραγωγή, μερικές ημέρες πριν από την απελευθέρωση των νεαρών ατόμων. Τα αρσενικά, επιταχύνουν την



απελευθέρωση των νεαρών ατόμων όταν προετοιμάζονται εκ νέου για αναπαραγωγή (Planas et al. 2010).

Τα νεογέννητα είναι πλήρως σχηματισμένα άτομα που ομοιάζουν με τους ενήλικους ιππόκαμπους, παρόλο που παρουσιάζουν διαφορετικές σωματικές αναλογίες. Συνεπώς τα νεαρά ιχθύδια εμφανίζονται με ρύγχος μακρύτερο ή κοντότερο, σε σχέση με το μέγεθος του κεφαλιού, ενώ οι άκανθες τους είναι περισσότερο έντονα. Το μέγεθος τους ποικίλει και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ από 6 έως 12 mm.

Οι νεογέννητοι ιππόκαμποι δεν λαμβάνουν καμία περαιτέρω γονική φροντίδα και είναι πολύ πιο ευάλωτοι από τα ενήλικα άτομα. Αμέσως μετά την γέννηση τους ανεβαίνουν στην επιφάνεια προκειμένου η νυκτική κύστη να πληρωθεί με αέρα. Στην συνέχεια ανάλογα με το είδος, περνούν μέρος των πρώτων ημερών της ζωής τους στην υδάτινη στήλη σαν μέρος του πλαγκτόν, ή εγκαθίστανται σχεδόν αμέσως κοντά στον πυθμένα (Faleiro et al. 2008).

Τα νεαρά και αναπτυσσόμενα άτομα του ιππόκαμπου στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές συνήθως εκτρέφονται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 23°C έως 28°C, ενώ οι ιππόκαμποι των εύκρατων περιοχών εκτρέφονται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 13°C έως 24°C.



**Εικόνα 10.** Έμβρυο του είδους *H. guttulatus* (Πηγή: [www.flickr.com](http://www.flickr.com))



# **K**εφάλαιο 4<sup>ο</sup> Διατροφή Ιππόκαμπων

Η διατροφή είναι ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες και συμβάλλει στην επιβίωση των νεαρών ιππόκαμπων. Η εφαρμογή ενός προγράμματος διατροφής για όλα τα είδη ιππόκαμπου δεν είναι βιώσιμη, λόγω της διαφορετικής πεπτικότητας που παρουσιάζουν, της διαφορετικής βιολογικής συμπεριφοράς και του διαφορετικού μεγέθους των εκκολαπτόμενων ιππόκαμπων. Τα νεαρά άτομα αρέσκονται να τρέφονται με ζωντανή τροφή, ενώ έχουν γίνει ανεπιτυχείς προσπάθειες σε νεαρά άτομα ιππόκαμπου να ταΐζονται με αδρανή κατεψυγμένα ή αποξηραμένα τρόφιμα (Planas et al. 2010).

Η διατροφή των νεαρών ιππόκαμπων *H. reidi*, *H. kuda*, και *H. Trimaculatus*, περιλαμβάνει κυρίως τροχόζωα, σε αντίθεση με τα είδη *H. erectus*, *H. guttulatus* και *H. hippocampus* τα οποία όταν τρέφονται με τροχόζωα, δεν καλύπτονται οι απαιτήσεις τους σε ενέργεια, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν πενιχρή ανάπτυξη (Otero et al. 2007, Planas et al. 2010). Τα κωπήποδα είναι μια εναλλακτική τροφή, ενισχύοντας την επιβίωση και την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ιππόκαμπων (Hu et al. 2010).

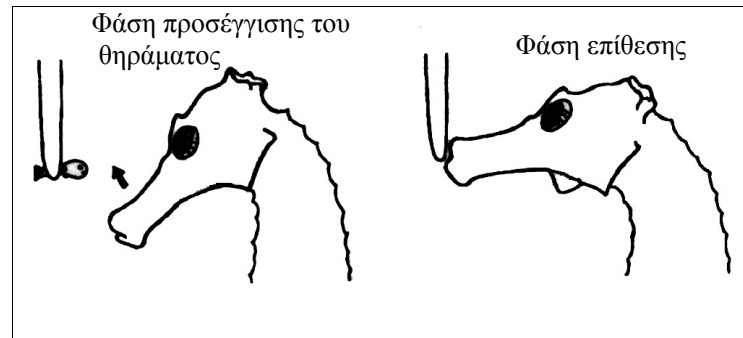
Οι ιππόκαμποι είναι θηρευτές και έχουν την ικανότητα να μιμούνται το περιβάλλον στο οποίο ζουν ή «καμουφλάρονται» καθιστώντας τους πιο αντιπροσωπευτικούς τους είδους. Παραμένει ακίνητος έως ότου η λεία του περάσει σε μικρή απόσταση από αυτόν, οπότε και επιτίθεται. Η τροφή αποτελείται από πλήθος ζωντανών οργανισμών αρκετά μικρών ώστε να μπορούν να καταποθούν ολόκληρα, όπως για παράδειγμα νεαρά ιχθύδια, καρκινοειδή, και άλλα μικρά ασπόνδυλα (Garcia & Hilomen-Garcia 2009).

Η δίαιτα των ιππόκαμπων αλλάζει καθώς αυτοί αναπτύσσονται ώστε να συμβαδίζει με το περιβάλλον στο οποίο ζουν και τις «θηρευτικές» τους ικανότητες που διαθέτουν και αναπτύσσονται καθώς μεγαλώνουν. Συνεπώς οι νεαροί ιππόκαμποι στα πρώτα στάδια της ζωής τους τρέφονται με ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς αλλάζουν την δίαιτα τους καθώς μεγαλώνουν ώστε να τρέφονται ακόμα και με τα νεαρά άτομα πολλών ιχθύων (Garcia & Hilomen-Garcia 2009, Murugan et al. 2009).

Δεν διαθέτουν δόντια και στομάχι με αποτέλεσμα το θύμα να καταπίνεται ολόκληρο και στην συνέχεια περνάει από έναν ιδιαίτερα μικρού μήκους πεπτικό σωλήνα. Ίσως αυτό να αποτελεί την αιτία ώστε να μην απορροφώνται όλες οι θρεπτικές ουσίες από την τροφή, μιας

και καταναλώνουν τόσο μεγάλες ποσότητες τροφής. Οι μηχανισμοί που αναπτύσσει ένας ιππόκαμπος αποτυπώνονται στην Εικόνα 11 και περιγράφονται διαμέσου τριών φάσεων , (Palma et al. 2009a, Planas et al. 2010):

- α. στάδιο προσέγγισης του θηράματος
- β. στάδιο επίθεσης
- γ. στάδιο ανάκαμψης



**Εικόνα 11.** Μηχανισμοί προσέγγισης και κατάποσης ενός θηράματος (Πηγή: [www.flickr.com](http://www.flickr.com))

Αρχικά ο ιππόκαμπος πλησιάζει αργά τη λεία του με το κεφάλι του ελαφρά κεκαμμένο κοιλιακά (στάδιο 1) στη συνέχεια ακολουθεί η κατάποση του θηράματος η οποία επιτυγχάνεται με ταυτόχρονη ανύψωση του κεφαλιού και υποβιβασμό του υοειδούς οστού που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία υποπίεσης στην στοματική κοιλότητα. Με το άνοιγμα του στόματος η λεία αναρροφάται και καταπίνεται. Τέλος, στο στάδιο ανάκαμψης το υοειδές οστό, οι γνάθοι και το κεφάλι επανέρχονται στην αρχική τους θέση. Οι παραπάνω ενέργειες λαβαίνουν χώρα πολύ γρήγορα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το είδος *H. erectus* όπου ο μέσος χρόνος αιχμαλώτισης του θηράματος είχε διάρκεια  $5,8 \text{ m/sec}^2$ . Η ταχεία ανύψωση του κεφαλιού επιτρέπει στον ιππόκαμπο να αιχμαλωτίζει τη λεία του, με ταχύτερη ανύψωση του κεφαλιού η οποία καλύπτει τα τελευταία 2-3 cm που τον χωρίζει από αυτήν, διατηρώντας παράλληλα μια σταθερή θέση του σώματος τους. Το μικρό άνοιγμα του στόματος, συντελεί στην δημιουργία ενός πολύ ισχυρού αναρροφητικού ρεύματος το οποίο συνθλίβει τον εξωσκελετό των μικρών καρκινοειδών με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η κατάποσή τους (Planas et al. 2010).

Εναλλακτικά προσφέρονται είτε ως συμπλήρωμα με artemia, ζωντανή, ή κατεψυγμένη τροφή αποτελούμενη από κωπήποδα, αμφίποδα, και γαρίδες (Woods 2000, Olivotto et al. 2008a).

Σε συνθήκες αιχμαλωσίας, ενήλικα άτομα ιππόκαμπων δείχνουν προτίμηση σε μυσιοειδή και αμφίποδα. Η ζωντανή τροφή στο περιβάλλον βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες (Teixeira & Musick 2001, Kitsos et al. 2008). Η χορήγηση ενήλικων ατόμων *artemia* στους ιππόκαμπους, αποσκοπεί σε υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης, επιβραδύνοντας την αναπαραγωγική ικανότητα του ιππόκαμπου (Planas et al. 2009). Οι Otero et al. (2010) αναφέρουν ότι, το είδος *H. hippocampus* παρουσιάζει καλύτερη αναπαραγωγική συμπεριφορά (αύξηση ωοτοκίων) όταν τρέφεται με μυσιοειδή σε σχέση με τα άτομα που τρέφονταν με *artemia*. Η ωρίμανση του θηλυκού, το μέγεθος του αυγού και το μέγεθος του γεννήτορα του ιππόκαμπου *H.guttulatus*, δεν εξαρτώνται από τον τύπο της τροφής που χορηγείται, σε αντίθεση με τον ιππόκαμπο που τρέφεται με εμπλουτισμένη *artemia* (Planas et al. 2010).

Ελάχιστες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με τις διατροφικές απαιτήσεις των γεννητόρων του ιππόκαμπου. Οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες σχετίζονται με το προφίλ των λιπαρών οξέων σύμφωνα με τους Planas et al. (2010) σε αυγά που απελευθερώθηκαν από ενήλικα άτομα σε συνθήκες αιχμαλωσίας και τρέφονταν με ενήλικα άτομα *artemia*. Η σύσταση των λιπαρών οξέων χρησιμοποιείται ως δείκτης ελέγχου της ποιότητας των αυγών επειδή τα ω-3 λιπαρά οξέα (HUFAs) είναι απαραίτητα στα ψάρια (Schlacher et al.2007) και σε μεγάλο βαθμό επηρεάζονται από την τροφή.

Οι διατροφικές απαιτήσεις απορρέουν από στοιχεία που σχετίζονται με τη βιοχημική σύνθεση των αυγών και του γόνου (Lin et al. 2009). Σε συνθήκες αιχμαλωσίας, η περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων στα αυγά των *H. guttulatus* απεικονίζονται με φθίνουσα σειρά και είναι 18:1n-9,16:0, 18:2n-6, 20:5n-3, 18:0 και 22:6n-3. Η βιοχημική σύσταση των ενήλικων ιππόκαμπων ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το είδος και την προέλευση του, μιας και το προφίλ των λιπαρών οξέων στα αυγά τροποποιείται από τεχνητούς χειρισμούς στη διατροφή των γεννητόρων (Lin et al. 2009, Planas et al. 2009a, 2010).

Σκελετικές δυσπλασίες παρατηρούνται στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των θαλάσσιων ψαριών και οφείλονται κυρίως σε διατροφικούς παράγοντες (φωσφατιδυλινοσιτόλη, DHA, πεπτίδια, ή ρετινοϊκό οξύ), (Cahu et al. 2003). Επίσης, δυσπλασίες παρατηρούνται στη στοματική κοιλότητα, εμφανίζονται παραμορφώσεις στο σαγόνη μπλοκάροντας την τροφοληψία (Planas et al. 2009b). Η αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων (HUFA) στη διατροφή (τριπλάσια και τετραπλάσια ποσότητα αντίστοιχα) βελτιώνει την ποιότητα των αυγών (Planas et al. 2009a).

Οι διατροφικές απαιτήσεις μεταξύ των ιππόκαμπων ποικίλουν, με αποτέλεσμα να δείχνουν και διαφορετική προτίμηση στη ζωντανή τροφή, ενώ κατά τη διάρκεια της εκτροφής οι τεχνικές που εφαρμόζονται είναι διαφορετικές για κάθε είδος ιππόκαμπου. Οι συνθήκες εκτροφής του ιππόκαμπου ποικίλουν, για παράδειγμα αρέσκεται να εκτρέφεται σε πράσινο ή καθαρό νερό με φυσικό ή τεχνητό φωτισμό.

Οι διαφορές που παρατηρούνται στην ικανότητα αφομοίωσης και πέψης της τροφής σχετίζονται με την έλλειψη για μεγάλο διάστημα κατάλληλων χιτινολυτικών ενζύμων όπως για παράδειγμα το N-ακετυλο-β-γλυκοζαμινιδάση, (Murugan et al. 2009). Η ικανότητα πέψης στα αναπτυξιακά στάδια βελτιώνεται με τη μείωση της τροφοληπτικής ικανότητας της τροφής. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, συνίσταται εναλλακτικά, η χορήγηση κωπηπόδων ως αντικατάσταση εναλλακτικά στην artemia ή στα τροχόζωα (Olivotto et al. 2008a).

Οι τροφές που χορηγούνται στους ιππόκαμπους εμπλουτίζονται με ω-3 λιπαρά οξέα. Η προσθήκη ανάμεικτων τροφών συνίσταται για τη βελτίωση της ανάπτυξης. Η προσαρμογή των νεαρών ιππόκαμπων στις κατεψυγμένες τροφές (μυσιοεισή, αμφίποδα και artemia) για τη βελτίωση της εμπορικής παραγωγής είναι μια διαδικασία ρουτίνας, ενώ συνίσταται η χορήγησή τους, να γίνεται από την 30<sup>η</sup> έως την 70<sup>η</sup> ημέρα μετά την εκκόλαση (Lin et al. 2009).

# **K**εφάλαιο 5° Εκτροφή Ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας

Η εκτροφή των ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας συνέβαλε στην κατανόηση της βιολογίας και της φυσιολογίας, των ιππόκαμπων. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμα ανεπαρκείς πληροφορίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και τη διατροφή ή τις διατροφικές συνθήκες του ιππόκαμπου. Κατά την εκτροφή των ειδών, *H.abdominalis*, *H. erectus*, *H. ingens*, *H. kuda*, *H. subelongatus*, *H. trimaculatus*, *H. reidi*, και *H. whitei* σε ελεγχόμενες συνθήκες, παρατηρούνται μεγάλα ποσοστά επιβίωσης (Payne & Ripplingale 2000, Murugan et al. 2009). Η βελτίωση των συνθηκών εκτροφής οδηγεί στην αύξηση της επιβίωσης, η οποία για το είδος *H. erectus* κυμαίνεται από 20% έως 90% και για το είδος *H. reidi* η από 20% έως 85%.

Τα νεαρά και αναπτυσσόμενα άτομα του ιππόκαμπου στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές συνήθως εκτρέφονται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 23°C έως 28°C, ενώ οι ιππόκαμποι των εύκρατων περιοχών εκτρέφονται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 13°C έως 24°C.

Η εκτροφή του *H. erectus* για διάστημα 20 ημερών, σε νερό υψηλής περιεκτικότητας σε μικροφύκη, σημείωσε υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης και καλύτερο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με το διαυγές νερό και το νερό που φιλτράρεται. Ο πράσινος χρωματισμός του νερού προκαλεί διαφορετική ένταση και κατανομή του φωτός στο ενυδρείο, σε σύγκριση με το διαυγές νερό. Η συγκέντρωση της τροφής στην επιφάνεια του νερού μειώνει το σχηματισμό φυσαλίδων αέρα και οδηγεί στην καλύτερη κατανάλωση της τροφής.

Η εκτροφή κάποιων ειδών ιππόκαμπου πραγματοποιείται δύσκολα λόγω των προβλημάτων που παρουσιάζουν στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης και οφείλεται στη μειωμένη πεπτικότητα καθώς και στην τάση που παρουσιάζουν να υπερπληρώνουν την νυκτική τους κύστη με αέρα. Τα νέο-εκολαπτόμενα άτομα του *H.abdominalis*, έχουν την ικανότητα να πέπτουν και να αφομοιώνουν την τροφή που τους προσφέρεται συμπεριλαμβανομένης και της *artemia* (Woods 2003).

Η εκτροφή του είδους *H.reidi*, σε κλωβούς έχει θετικά αποτελέσματα εξαιτίας του μεγάλου φάσματος εύρεσης και κατανάλωσης της τροφής (κωπήποδα, αμφίποδα και γαρίδες) στο φυσικό περιβάλλον. Τα υψηλά ποσοστά επιβίωσης που παρατηρούνται δείχνουν καλές

προοπτικές για την εντατική εκτροφή των ιππόκαμπων (Lima et al. 2009). Σημαντική πηγή της θνησιμότητας, στα νεαρά άτομα ιππόκαμπων αποτελούν οι ασθένειες που προκαλούνται από πρωτόζωα, παράσιτα και παθογόνα βακτήρια (*Vibrio* spp., *Flexibacter*, και *Mycobacterium*), (Baskett et al. 2010). Στις κοινότητες των βακτηρίων που καταγράφονται από τα περιττώματα των ενήλικων ατόμων κυριαρχεί το *vibrio*, το οποίο οφείλεται έντονα στη μικροχλωρίδα της δίαιτας που καταναλώνουν.

## 5.1 Συνθήκες εκτροφής-εξοπλισμός ενυδρείου.

Η εκτροφή ιππόκαμπων στο ενυδρείο είναι μια διαδικασία δύσκολη και επίπονη, καθώς οι ιππόκαμποι είναι ζώα ευαίσθητα και απαιτητικά (κυρίως στη διατροφή τους). Οι τεχνικές πληροφορίες που αντλούνται σήμερα για την εκτροφή του ιππόκαμπου προέρχονται από επιστημονικές πηγές οι οποίες δεν είναι πολλές.

### 5.1.1 Επιλογή ενυδρείο

Η επιλογή του κατάλληλου ενυδρείου αποτελεί το πρώτο μέλημα του κάθε επίδοξου εκτροφέα ιππόκαμπων και εξαρτάται από την ιδιαιτερότητα που παρουσιάζουν οι ιππόκαμποι.

Το βάθος του ενυδρείου είναι από τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό ενός ενυδρείου και θα πρέπει να είναι 45 cm το ελάχιστο. Ενυδρεία μικρότερου βάθους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την εκτροφή του ιππόκαμπου γιατί δεν εξυπηρετούν την κίνηση του ιππόκαμπου ιδίως κατά την περίοδο του ζευγαρώματος. Επίσης ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η κάθετη κολυμβητική κίνηση του ιππόκαμπου στο ενυδρείο (Baskett et al. 2010).

Το εμβαδόν παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην επιλογή του ενυδρείου μιας και επειδή οι ιππόκαμποι δεν είναι κοπαδιαστά ζώα, προτιμούν μια μοναχική και ήσυχη ζωή. Στην φύση το αρσενικό και το θηλυκό άτομο συναντώνται τις πρώτες πρωινές ώρες εκτελούν τους καθιερωμένους χαιρετισμούς τους και στη συνέχεια χωρίζουν. Συνεπώς θα πρέπει να υπάρχει ο αναγκαίος χώρος που να οριοθετεί ο καθένας ιππόκαμπος την περιοχή του.

Η επιλογή ενός μεγάλου ενυδρείου για παράδειγμα θα δημιουργήσει προβλήματα στη διατροφή των ιππόκαμπων. Οι ιππόκαμποι ως θηρευτές δεν είναι ιδιαίτερα δραστήρια ζώα, αλλά παρακολουθούν με υπομονή την υποψήφια λεία τους και όταν αυτή φτάσει κοντά τους

με μια ισχυρή αναρρόφηση την καταπίνουν. Αν το ενυδρείο έχει μεγάλο όγκο υπάρχει ο κίνδυνος διάχυσης της τροφής με συνέπεια τον υποσιτισμό των ιππόκαμπων. Συνίσταται να μην εκτρέφονται ιππόκαμποι σε ενυδρεία μικρότερα των 100 L και σε πυκνότητα όχι μεγαλύτερη από 4 άτομα. Μελέτες έδειξαν ότι παρόμοια αποτελέσματα καλής ανάπτυξης παρατηρήθηκαν και σε ενυδρεία όγκου 60 L και σε πυκνότητα 2 άτομα (Calado et al.2007a).

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το ενυδρείο το οποίο προορίζεται για την εκτροφή ιπποκάμπων είναι:

- Βάθος ενυδρείου μεγαλύτερο από 45 cm, και
- Ελάχιστος όγκος ενυδρείου: 60 lt, συνιστώμενος όγκος: 100-300 L, ενώ δεν συνίσταται η εκτροφή σε μεγαλύτερα ενυδρεία εκτός και αν υπάρχει άφθονη ζωντανή τροφή που θα εγγυάται ότι οι ιππόκαμποι δεν υποσιτίζονται.

### 5.1.2. Νερό...

Έχοντας ήδη επιλέξει το ενυδρείο ο εξοπλισμός του παίζει σημαντικό ρόλο για το «στήσιμο» του ενυδρείου. Η ποιότητα του νερού παίζει σημαντικό ρόλο και συνίσταται σε δυο βασικά στοιχεία:

- Η χρήση φυσικού θαλασσινού νερού
- Η χρήση συνθετικού θαλασσινού νερού

Σε ότι αφορά τη χρήση συνθετικού αλατιού για την παρασκευή θαλασσινού νερού με συνθετικό αλάτι χρησιμοποιείται αλάτι το οποίο περιέχει όλα τα απαραίτητα ιχνοστοιχεία, ενώ θα πρέπει να τηρούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή. Το βασικό μειονέκτημα του είναι το υψηλό του κόστος, που κάνει απαγορευτικές τις συχνές αλλαγές μέρους του νερού. Από την άλλη βέβαια υπάρχει η δυνατότητα για να παρασκευάσει κάποιος τεχνητό θαλασσινό νερό μόνος του προμηθευόμενος τα απαραίτητα επιμέρους συστατικά του, σύμφωνα με τις λεπτομερείς οδηγίες που βρίσκει κανείς σε αντίστοιχα εγχειρίδια που κυκλοφορούν (Calado et al.2007a).

Η χρήση φυσικού θαλασσινού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από τον εκάστοτε ενυδρειόφιλο. Αρχικά χρειάζεται λίγη προσοχή ως προς την επιλογή της περιοχής από την οποία θα γίνει η άντλησή του, μακριά από πηγές μόλυνσης. Μετά την συλλογή του συνιστάται να αφήνονται τα δοχεία με το νερό σε σκοτεινό χώρο σε θερμοκρασία δωματίου

για δύο με τρεις μέρες για εξισορρόπηση της θερμοκρασίας, αλλά και να εξασφαλιστεί η καλύτερη ποιότητά του (Calado et al.2007a).

### 5.1.3 Φίλτρο

Στο ενυδρείο με ιππόκαμπους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φίλτρο οποιασδήποτε τύπος φίλτρου είτε φίλτρο βυθού είτε φίλτρο τύπου catridge ή ακόμη και συνδυασμός των δυο. Απαραίτητη προϋπόθεση για την άριστη λειτουργία του φίλτρου είναι η ταχύτητα φιλτραρίσματος η οποία θα πρέπει να είναι περίπου 1-2 cm/min, ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στην κολυμβητική ικανότητα των ιππόκαμπων, αλλά και στη χορήγηση του σιτηρεσίου. Υψηλές ταχύτητες φιλτραρίσματος οδηγούν σε υποσιτισμό των ιππόκαμπων μιας και η κατανάλωση της τροφής περιορίζεται (Calado et al.2007a).

Το πάχος του φίλτρου πυθμένα θα πρέπει να είναι αρκετό, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό φιλτράρισμα και να είναι μεγαλύτερο από 5 cm. Το υλικό του πυθμένα τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε τα μεγαλύτερα σωματίδια να είναι προς την επιφάνεια και τα μικρότερα προς τα κάτω. Η ωρίμανση και η λειτουργία του φίλτρου είναι πολύ σημαντική. Η χρήση του υλικού από φίλτρο που λειτουργεί ικανοποιητικά φαίνεται να επιταχύνει τις διαδικασίες ωρίμανσης και ρύθμισης του φίλτρου, που απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα. Εμπορικά σκευάσματα εκκίνησης βιολογικού φίλτρου συνεισφέρουν στην σχετικά γρήγορη ωρίμανση του φίλτρου (Calado et al.2007a).

Μια άλλη δυνατότητα είναι η τοποθέτηση ενός φίλτρου διάσπασης των πρωτεϊνών (protein skimmer). Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ιδιότητα που έχουν οι οργανικές ουσίες να προσκολλώνται σε μικροσκοπικές φυσαλίδες αέρα. Εκμεταλλευόμενοι αυτή την ιδιότητα, τα φίλτρα αυτά διοχετεύουν μεγάλο αριθμό φυσαλίδων μέσα σε έναν κύλινδρο από πού περνάει το προς φιλτράρισμα νερό. Τα οργανικά απόβλητα εγκλωβίζονται στις φυσαλίδες και συγκεντρώνονται στην επιφάνεια όπου και απομακρύνονται μαζί με τον αφρό. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι με την χρήση τους επιτυγχάνεται πολύ υψηλή ποιότητα νερού στο ενυδρείο.

Η χρήση ενεργού άνθρακα ως υλικό φιλτραρίσματος είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που συνεισφέρει στη διατήρηση της ποιότητας του νερού σε υψηλά επίπεδα. Ο ενεργός άνθρακας λειτουργεί σαν χημικό φίλτρο απορροφώντας πλήθος χημικών ουσιών όπως για παράδειγμα την αμμωνία και άλλες οργανικές ύλες που προέρχονται από την αποσύνθεση νεκρών φυτών ή ζώων, χουμικά οξέα κτλ. Το φίλτρο άνθρακα δεν απορροφά τα



οργανικά άλατα ούτε τα νιτρώδη και τα νιτρικά ιόντα. Ο οργανικός άνθρακας παρασκευάζεται από ξύλο ή από θρυμματισμένα οστά ζώων που διαπυρώνονται αρχικά στους 600 °C και στη συνέχεια ενεργοποιούνται με περαιτέρω θέρμανση στους 900 °C πράγμα που προκαλεί μια υπερκατάτμηση του υλικού προσδίδοντας του παράλληλα την απορροφητική του ικανότητα (Woods 2003).

#### 5.1.4 Υπεριώδης ακτινοβολία

Οι ιππόκαμποι εμφανίζονται ιδιαίτερα ευάλωτοι στα παθογόνα βακτήρια και σε παρασιτικούς μύκητες. Για τον λόγο αυτό συνιστάται η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας που έχουν την ικανότητα να μειώνουν το μικροβιακό φορτίο του νερού. Οι υπεριώδεις ακτίνες είναι τύπου C με μήκος κύματος 253,7 nm. Έχουν επίσης την ιδιότητα να περιορίζουν την ανάπτυξη των φυκών κάτι που μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο στην περίπτωση που χρησιμοποιείται φυσικό θαλασσινό νερό.

Αντίθετα, τα ωφέλιμα βακτήρια που συμμετέχουν στη διαδικασία της νιτροποίησης και απονιτροποίησης ελάχιστα επηρεάζονται από αυτές, καθώς στην πλειοψηφία τους απαντώνται στο υπόστρωμα του φίλτρου. Η λάμπα UV θα πρέπει να λειτουργεί για 4-8 h την ημέρα για προληπτικούς λόγους και όλη την ημέρα σε ένα ενυδρείο καραντίνας σε περίπτωση που εμφανιστεί μια ασθένεια στο ενυδρείο. Η διάρκεια ζωής μιας τέτοιας λάμπας είναι περίπου 4.000 h, που αντιστοιχεί σε μια διάρκεια 2,5 ετών για ένα πρόγραμμα πρόληψης 4 ωρών την ημέρα.

#### 5.1.4 Φωτισμός του ενυδρείου

Οι ιππόκαμποι δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε ότι αφορά το φωτισμό. Η ένταση του φωτισμού όμως είναι πολύ σημαντική και δεν θα πρέπει να είναι αυξημένη γιατί σε αντίθετη περίπτωση είναι δυνατόν να προκληθούν βλάβες στα μάτια των ιππόκαμπων. Για να αποφευχθούν αρνητικά αποτελέσματα συνίσταται η ρύθμιση της φωτοπερίοδου.

Οι ιππόκαμποι εμφανίζονται ιδιαίτερα ενεργητικοί κατά τις πρώτες πρωινές ώρες (μετά την ανατολή του ήλιου). Συνεπώς η εξομοίωση αντίστοιχων συνθηκών φωτισμού είναι πολύ σημαντική. Σε τροπικά είδη ιππόκαμπου η φωτοπερίοδος ρυθμίζεται σε 8 ώρες πλήρους σκότους (νύχτα), 3 ώρες λυκανγές, 10 ώρες φωτός (ημέρα) και 3 λυκόφωτος. Οι δυο τελευταίες καταστάσεις είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν με την τοποθέτηση ενός

λαμπτήρα σε κάποια απόσταση από το ενυδρείο. Για τους ιππόκαμπους που προέρχονται από τη Μεσόγειο υιοθετούνται άλλες ρυθμίσεις με μεγαλύτερη διάρκεια στο στάδιο της νύκτας και της ημέρας και μικρότερη διάρκεια στα μεταβατικά στάδια (1,5 με 2 h).

#### 5.1.5 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του ενυδρείου εξαρτάται από τα εκτρεφόμενα είδη. Η εκτροφή των τροπικών ιππόκαμπων συνεπάγεται τη χρήση θερμαντικών σωμάτων για να διατηρείται η θερμοκρασία σε επίπεδα 25-26 °C. Η θερμοκρασία για την εκτροφή των μεσογειακών ιππόκαμπων κυμαίνεται από 16 έως 18 °C και είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί χωρίς την χρήση θερμαντικών σωμάτων όταν το ενυδρείο είναι βρίσκεται σε εσωτερικό χώρο. Τα θερμαντικά σώματα στο ενυδρείο συνίσταται να καλύπτονται ή να τοποθετούνται σε ειδικές πλαστικές θήκες ώστε οι ιππόκαμποι να προφυλάσσονται από εγκαύματα μιας και έχουν την τάση να «προσκολλώνται» με την ουρά τους σε όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα στο ενυδρείο (Murugan et al. 2009).

#### 5.1.6 pH

Το pH σε ένα τυπικό ενυδρείο με ιππόκαμπους είναι παρόμοιο με αυτό των θαλασσινών ενυδρείων και κυμαίνεται από 7,8 έως 8,3. Τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 8,0 και 8,3 είναι αποδεκτές για τα ενυδρεία θαλασσινού νερού στα οποία συνυπάρχουν τόσο ψάρια όσο και θαλάσσια ασπόνδυλα.

#### 5.1.7 Αλατότητα και ειδική πυκνότητα

Η αλατότητα για τα ενυδρεία ιππόκαμπων θα πρέπει να είναι της τάξης του 30-39 ‰, δηλαδή ανάμεσα στα αποδεκτά όρια, τα οποία αντιστοιχούν σε τιμές ειδικής πυκνότητας που κυμαίνονται από 1,020 έως 1,024 σε θερμοκρασία 25-26 °C.

#### 5.1.8 Αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά ιόντα

Η αμμωνία αποτελεί την πιο τοξική χημική ένωση που παράγεται στο ενυδρείο ως μεταβολικό προϊόν και εκλύεται από τα βράγχια των ψαριών. Η αμμωνία μπορεί να είναι αποτέλεσμα της αποσύνθεσης οργανικών ουσιών που περιέχουν άζωτο όπως για παράδειγμα

υπολείμματα τροφών και νεκρών οργανισμών. Η αμμωνία απαντάται σε δύο μορφές στο νερό: μη ιονισμένη μορφή (NH<sub>3</sub>) και ιονισμένη μορφή (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Οι μορφές αυτές βρίσκονται σε ισορροπία στο νερό η οποία περιγράφεται από την αντίδραση:



Η ισορροπία εξαρτάται από την τιμή του pH, τη θερμοκρασία, την αλατότητα και πλήθος άλλων παραγόντων.

Η μη ιονισμένη αμμωνία είναι ιδιαίτερα τοξική για τους θαλάσσιους οργανισμούς του ενυδρείου. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του pH τόσο η ισορροπία της παραπάνω αντίδρασης μετατοπίζεται προς τα αριστερά, παράγοντας μη ιονισμένη αμμωνία στο σύστημα. Η ύπαρξη αμμωνίας στο ενυδρείο αποτελεί ένδειξη κάποιου γενικότερου προβλήματος που πιθανόν να σχετίζεται με την υπερβολική παροχή τροφής, την κακή λειτουργία του φίλτρου, η ακόμα και του υπερπληθυσμού του ενυδρείου. Η συνιστώμενη τιμή της αμμωνίας στο νερό ενός θαλασσινού ενυδρείου με ιππόκαμπους είναι μικρότερη από 0,01 mg/L (Olivotto et al. 2008).

Τα νιτρώδη ιόντα, είναι λιγότερο τοξικά σε σχέση με την αμμωνία αλλά δεν παύουν να αποτελούν πρόβλημα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Υψηλές τιμές τους εμφανίζονται κυρίως σε νέα ενυδρεία των οποίων το βιολογικό φίλτρο δεν έχει ωριμάσει και ρυθμιστεί ακόμη. Τέλος σε ότι αφορά τα νιτρικά ιόντα, είναι λιγότερο τοξικά από την αμμωνία και τα νιτρώδη ιόντα. Πρόσφατες μελέτες επιβεβαίωσαν ότι τα νιτρικά ιόντα είναι τοξικά για τα θαλάσσια ασπόνδυλα. Σε ότι αφορά την επίδραση που έχουν στα ψάρια διαπιστώθηκε ότι μακρά έκθεση σε υψηλά επίπεδα νιτρικών έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη και διάρκεια ζωής. Συνιστάται οι τιμές των νιτρικών ιόντων να μην ξεπερνούν τα 10 mg/L για τα ψάρια και τα 5 mg/L αν στο ενυδρείο υπάρχουν και θαλάσσια ασπόνδυλα (Olivotto et al. 2008a).

#### 5.1.9 Διαλυμένο οξυγόνο

Το ποσοστό κορεσμού του οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από την αλατότητα και τη θερμοκρασία του νερού. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν πορώδεις πέτρες τότε αυτές θα πρέπει να είναι καλυμμένες, γιατί σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα πλευστότητας στους ιππόκαμπους.

### 5.1.10 Τα διακοσμητικά στοιχεία

Για την άριστη συμπεριφορά των ιππόκαμπων στο ενυδρείο συνίσταται να μην καλύπτεται η πίσω πλευρά του ενυδρείου με αποτέλεσμα να βοηθά τους ιππόκαμπους να προσανατολίζονται στο ενυδρείο και να μειώνεται το στρες τους καθώς αισθάνονται λιγότερο εκτεθειμένοι. Το ενυδρείο μπορεί να χωρισθεί στη μέση και να τοποθετηθούν μεγάλες πέτρες πίσω από τους οποίους θα μπορούν να κρύβονται οι ιππόκαμποι. Στη συνέχεια τοποθετούνται φυτά (φυσικά ή τεχνητά) όπου οι ιππόκαμποι τα χρησιμοποιούν για να αγκιστρώνονται με την ουρά τους. Η δημιουργία ενός υγιούς και κατάλληλου περιβάλλοντος αποσκοπεί στη: δημιουργία καταφυγίων για τους ιππόκαμπους, στη μείωση του στρες και συνεισφέρει στην αύξηση της προσαρμοστικότητάς τους.

### 5.1.11 Επιλογή ιππόκαμπων

Η επιλογή νέων ιππόκαμπων απαιτεί προσοχή προκειμένου να μην εκδηλωθούν ασθένειες και οδηγήσουν στο θάνατο. Αν στο σώμα του υπάρχουν γκρίζες περιοχές ή σημάδια μυκητίασης τότε δεν θα πρέπει να προμηθευτούν οι ιππόκαμποι. Αντίστοιχα σε περίπτωση που διαπιστωθούν άλλου τύπου προβλήματα όπως κινητικές διαταραχές ή κατεστραμμένα πτερύγια είναι καλό να αποφευχθεί η αγορά των ζώων. Ιππόκαμποι στους οποίους οι άκανθες είναι πολύ εμφανείς και το σώμα τους εμφανίζεται βυθισμένο υποσιτίζονται και είναι πολύ πιθανό να εκδηλωθεί κάποια ασθένεια (Εικ.12).



**Εικόνα 12.** Υγιής ιππόκαμπος (Πηγή: [www.scielo.br](http://www.scielo.br))

Δεν θα πρέπει να προστίθενται στο ενυδρείο επιθετικά ψάρια όπως Θαλάσσιες ανεμώνες οι οποίες μπορούν να τραυματίσουν η ακόμα και να σκοτώσουν τους ιππόκαμπους,

ενώ ακόμα και τα καρκινοειδή αποτελούν θηρευτές των υποκόμπων. Ιδανικοί σύντροφοι φαίνεται ότι αποτελούν όλα μέλη της οικογένειας *Syngnathidae* άλλα και άτομα του γένους *Blennius* τα οποία εκτός των άλλων συνεισφέρουν στη διατήρηση ενός καθαρού πυθμένα στο ενυδρείο (Εικ.13).



**Εικόνα 13.** Επιλογή ζεύγους στο ενυδρείο (Πηγή: [www.scielo.br](http://www.scielo.br))

# **K**εφάλαιο 6<sup>ο</sup> Ασθένειες ιππόκαμπων

Οι ιππόκαμποι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι πολύ ευπρόσβλητοι από πλήθος μικροβιακών και μυκητιακών λοιμώξεων, ενώ φαίνεται ότι προσβάλλονται εξίσου εύκολα και από παράσιτα. Η θεραπεία των άρρωστων ιππόκαμπων θεωρείται πάρα πολύ δύσκολη έως αδύνατη και θα πρέπει να ανησυχούν τον ενυδρείοφιλο ο οποίος κατά κάποιον τρόπο θα πρέπει να βρίσκεται σε μια συνεχή κατάσταση επαγρύπνησης όσον αφορά την κατάσταση της υγείας τους (Ellis 2000).

Η καλή ποιότητα του νερού και ο συνεχής έλεγχος του, θεωρούνται απαραίτητα στοιχεία για μία επιτυχημένη εκτροφή, ενώ αντίστοιχα η ισορροπημένη διατροφή των ιππόκαμπων παίζει βασικό ρόλο στη διατήρηση της καλής τους υγείας, καθώς οι εξασθενημένοι ιππόκαμποι είναι περισσότερο ευπρόσβλητοι από διάφορες ασθένειες. Η λήψη πρόσθετων μέτρων ασφαλείας όπως για παράδειγμα η χρήση λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας, ή φίλτρων skimmer. Τα προβλήματα που εκδηλώνονται είναι τα εξής:

- Προβλήματα πλευστότητας.

Η διάγνωση είναι σχετικά εύκολη καθώς ο άρρωστος ιππόκαμπος εμφανίζεται ανίκανος να διατηρήσει την ισορροπία του. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εμφανιστεί με πολλές διαφορετικές μορφές, οι πιο κοινές από τις οποίες είναι οι ακόλουθες (Ellis 2000):

- i. Το σώμα εμφανίζεται διογκωμένο.
- ii. Ο επωαστικός σάκος εμφανίζεται διογκωμένος, αλλά αυτό δεν οφείλεται σε μια επικείμενη εγκυμοσύνη.
- iii. Ο ιππόκαμπος αδυνατεί να ρυθμίσει την πλευστότητα του και κολυμπά συνεχώς με το κεφάλι προς τα κάτω, πολλές φορές αφήνοντας την λαβή από την οποία κρατιέται με την ουρά του και εκτινάσσεται αβοήθητος στην επιφάνεια.
- iv. Η ουρά εμφανίζεται λυγισμένη προς τα πίσω και επάνω από το σώμα.
- v. Μικρά εξογκώματα ή και φυσαλίδες εμφανίζονται στην επιφάνεια του σώματος, κάτω από το δέρμα.

Η πιο κοινή περίπτωση είναι αυτή που έχουμε αέρα εγκλωβισμένο στον επωαστικό σάκο του αρσενικού. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οφείλεται σε ένα πλήθος αιτιών όπως για

παράδειγμα σε διαλυμένα αέρια στο ενυδρείο που μπορούν να διεισδύσουν στον επωαστικό σάκο του αρσενικού. Μία άλλη αιτία αυτού του φαινομένου είναι τα βακτήρια που αναπτύσσονται στο εσωτερικό του επωαστικού σάκου εξαιτίας των αυγών ή των εμβρύων που βρίσκονται στο στάδιο της αποσύνθεσης.

Ο αέρας που βρίσκεται εγκλωβισμένος κάτω από το δέρμα (συμπτώματα iii, iv και v) αποτελεί σοβαρότερο πρόβλημα. Θα πρέπει να χρησιμοποιήσει κανείς μια αποστειρωμένη πολύ λεπτή βελόνα για να σκάσει με προσοχή όλες τις φυσαλίδες που βρίσκονται κάτω από το δέρμα, κάνοντας ταυτόχρονα ένα ελαφρό μασάζ αναγκάζοντας έτσι τον εγκλωβισμένο αέρα να εξέλθει (η όλη διαδικασία θα πρέπει να γίνει μέσα στο νερό). Στην συνέχεια ο ιππόκαμπος θα πρέπει να τοποθετηθεί σε μια πολύ καθαρή δεξαμενή στην οποία έχει προστεθεί και κάποια βακτηριοκτόνος/μυκητοκτόνος ουσία (για να αποφευχθούν δευτερογενείς μολύνσεις) όπου αφήνεται να αναρρώσει (Koldewey et al. 2010).

- Βακτηριακές ασθένειες.

Συνήθως εμφανίζονται σαν γκρίζες περιοχές στο δέρμα και εν συνεχεία καθώς η ασθένεια προχωρά εμφανίζονται εκτεταμένες αιμορραγίες σε όλο το σώμα και σε ακραίες περιπτώσεις η ουρά νεκρώνεται ή ακόμα και αποκολλάται. Συνήθως εμφανίζονται δευτερογενείς μολύνσεις που επιδεινώνουν την κατάσταση. Δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία καθώς η ιδιαιτερότητα των ιππόκαμπων σε ότι αφορά τον τρόπο της διατροφής δεν αφήνει πολλά περιθώρια στον ενυδρείοφιλο για χορήγηση αντιβιοτικών. Η χρήση ενός λαμπτήρα UV φαίνεται να μειώνουν τις πιθανότητες προσβολής των ιππόκαμπων (Koldewey et al. 2010).

- Μυκητιακές μολύνσεις.

Είναι πολύ συχνές στους ιππόκαμπους. Σε γενικές γραμμές διακρίνονται δυο τύποι:

- i. Αυτές που μπορούν να θεραπευτούν και αναπτύσσονται αργά
- ii. Αυτές που δεν μπορούν να θεραπευτούν και εμφανίζονται σε καλπάζουσα μορφή

Στην πρώτη περίπτωση, η μόλυνση εμφανίζεται σαν μια γκρίζα περιοχή στην επιδερμίδα του ιππόκαμπου που εξαπλώνεται αργά. Θα πρέπει να απομονώνετε ο άρρωστος ιππόκαμπος τοποθετώντας τον σε ένα κατάλληλα εξοπλισμένο ενυδρείο καραντίνας και

προσθέτοντας ένα αντί-μυκητιακό προϊόν στο νερό. Στη δεύτερη περίπτωση τα συμπτώματα είναι τα ίδια μόνο που αυτή η μορφή εξαπλώνεται ταχύτατα προσβάλλοντας αδιακρίτως όλες τις περιοχές του σώματος του ιππόκαμπου (Koldewey et al. 2010).

- Παρασιτικές μολύνσεις.

Οι ιππόκαμποι συνήθως προσβάλλονται από ένα μικροσπορίδιο (*Gulgea spp*), αλλά και άλλα είδη παρασίτων (όπως για παράδειγμα τριματώδη ή παρασιτικά κοπήπωδα) μπορούν να προσβάλλουν του ιππόκαμπους. Τα περισσότερα είδη παρασίτων εμφανίζονται με τη μορφή λευκών κουκίδων στο δέρμα των ιππόκαμπων πράγμα που κάνει ακόμα πιο δύσκολη την αναγνώριση τους, ενώ δεν αποκλείεται και η ανάπτυξη εσωτερικών παρασίτων (είτε στα βράγχια είτε στον πεπτικό σωλήνα) (Koldewey et al. 2010).



# **K**εφάλαιο 7<sup>ο</sup> Συμπεράσματα

Η εκτροφή των ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας σε ενυδρεία είναι μια διαδικασία η οποία προϋποθέτει αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζονται ώστε να προωθηθεί η μαζική τους παραγωγή. Τα χαμηλά ποσοστά αναπαραγωγής καθώς και τα προβλήματα διατροφής αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για τη μαζική εκτροφή των ιππόκαμπων σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Ο ιππόκαμπος συγκαταλέγεται στα υδρόβια ζώα που παρουσιάζουν αυξημένη προσαρμοστική ικανότητα και αρέσκεται να ζει σε με στρεσογόνα περιβάλλοντα, όπως πολύ εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί στα άτομα του είδους *H. hippocampus*.

Η σχολαστική τήρηση των κανόνων υγιεινής (απολύμανση σε απόχες, χρήση UV, προληπτικά μπάνια στα εκτρεφόμενα άτομα) λειτουργούν ως δικλείδες ασφαλείας για τον περιορισμό εκδήλωσης των ασθενειών, το οποίο αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα βασικού σχεδιασμού για την παραγωγή ιππόκαμπων σε ενυδρεία.

Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των ιππόκαμπων είναι η επιθετική συμπεριφορά που μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ των ατόμων ιδίως κατά την περίοδο αναπαραγωγής, όπως έχει παρατηρηθεί σε άτομα του είδους *H. guttulatus*. Η επιθετικότητα συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό τις πρωινές ώρες κατά τη διάρκεια χαιρετισμού του ενός με τον άλλο. Τα αρσενικά άτομα είναι περισσότερο επιθετικά σε σχέση με τα θηλυκά άτομα του είδους.

Κατά την περίοδο αναπαραγωγής, η αυξημένη και έντονη αφοσίωση που παρατηρείτε στο αρσενικό ιππόκαμπο, όπως η προσήλωση του θηλυκού ατόμου στο σύντροφό τους είναι πιο εύκολη (με τον εντοπισμό τροφής πχ.) πράγμα που προκαλεί την αντίδραση των αρσενικών που με δυνατά χτυπήματα προς το βραγχιακό επικάλυμμα της συντρόφου τους προσπαθώντας να την «συνετίσουν» ούτως ώστε να συνεχίσει το χαιρετισμό.

Η εκτροφή των ιππόκαμπων σε συνθήκες αιχμαλωσίας συμβάλει στην κατανόηση της βιολογίας και της φυσιολογίας τους. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν ακόμα επαρκείς πληροφορίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και τη διατροφή ή τις διατροφικές συνήθειες του ιππόκαμπου.

Τέλος για να γίνει επιτυχημένη εκτροφή των ιππόκαμπων απαιτείται σωστός σχεδιασμός του ενυδρείου συνοδευόμενος με τον κατάλληλο εξοπλισμό και τα κατάλληλα

προγράμματα διατροφής. Η ποιότητα του νερού παίζει σημαντικό ρόλο στην αναπαραγωγική διαδικασία και στη μείωση του stress του ιππόκαμπου.

Η ελεγχόμενη εκτροφή των ιππόκαμπων, σχετίζεται περισσότερο με τη βιωσιμότητα του εμπορίου των διακοσμητικών ειδών, δημιουργώντας νέες πρακτικές και τεχνικές στοχεύοντας στην ανάπτυξη του εμπορίου μέσα από την αναπαραγωγική διαδικασία των και ανάπτυξη των ιππόκαμπων.

Η παραγωγή ιππόκαμπων σε εμπορική κλίμακα είναι μια σχετικά πρόσφατη δραστηριότητα με προοπτικές ανάπτυξης και εξέλιξης. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται, στηρίζονται κυρίως στη γνώση που αποκτήθηκε από την εντατική εκτροφή των θαλασσινών ψαριών. Ωστόσο, οι συνθήκες εκτροφής μεταβάλλονται και διαφοροποιούνται από είδος σε είδος λόγω της διαφορετικής φυσιολογίας, ηθολογίας και βιολογίας που παρουσιάζουν.

Παρόλο που η διαθέσιμη τεχνολογία για την εκτροφή αυξάνει την επιβίωση σε διάφορα είδη ιππόκαμπων, περισσότερες μελέτες είναι αναγκαίες για τη βελτίωση των συνθηκών εκτροφής. Η κατανόηση των διατροφικών απαιτήσεων είναι μεγάλης σημασίας για την επιτυχία της εκτροφής. Η διερεύνηση της σύστασης των τροφών που χορηγούνται στους ιππόκαμπους τόσο σε φυσικές όσο και σε ελεγχόμενες συνθήκες, συνεισφέρει στην κατανόηση των απαιτήσεων για την αναπαραγωγή και την εκτροφή των ιππόκαμπων.

Οι μέθοδοι εκτροφής, που εφαρμόζονται στα διακοσμητικά είδη αποτελούν μια ενημέρωση σχετικά με την εκτροφή των κυριότερων ειδών που παρουσιάζουν αυξημένη εμπορική αξία. Η εκτροφή των ιππόκαμπων, στοχεύει αφενός μεν, στην προστασία των ενδιατημάτων τους από ανθρώπινες παρεμβάσεις (υπεραλίευση) και αφετέρου δε, στην ανάπτυξη μιας βιώσιμης εναλλακτικής λύσης για όσους συμμετέχουν στην αλιεία, στην προμήθεια και το εμπόριο των οργανισμών αυτών.

## **8. Abstract**

The aim of this study is the breeding and development of the seahorse in captivity in aquariums. The breeding of the seahorse in captivity, leading to knowledge about the biology of the species. Spawning, growth, diet and size of the breeding aquarium are the main features taken into consideration for the breeding of sea seahorses in captivity.

The commercial value of the species increased due to the popularity and demand that they present. Although the technology available for rearing increases survival in various kinds seahorses will be made studies regarding the improvement of breeding conditions. The understanding of their nutritional requirements are crucial to the success of a breeding. Exploring the composition of foods provided to seahorses both natural and under controlled conditions, contributes to the understanding of the requirements for breeding and breeding seahorses in controlled conditions.

**Key words:** Growth in captivity, growth, aquarium, survival, reproduction

## 9. Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Amos, M. J. and S. W. Purcell. 2003. Evaluation of strategies for intermediate culture of *Trochus niloticus* (Gastropoda) in sea cages for restocking. *Aquaculture* 218:235–249.
- Axelrod, R.H and Sweeney, E.M., (1992). *The Fascination of Breeding Aquarium Fish*. T.F.H. Publications, Inc, Plaza, Neptune City. United States.
- Baskett, M. L., R M. Nisbet, C. V. Kappel, P. J.Mumby, and S. D. Gaines. 2010. Conservation management approaches to protecting the capacity for corals to respond to climate change: a theoretical comparison. *Global Change Biology* 16:1229–1246.
- Calado, R., A. Vitorino, G. Dionísio, and M. T. Dinis. 2007a. A recirculated maturation system for marine ornamental decapods. *Aquaculture* 263:68–74.
- Cahu, C., J. Zambonino-Infante, and T. Takeuchi. 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture* 22:254–258.
- Curtis, J. M. R. 2004. Life history, ecology and conservation of European seahorses. PhD Thesis, McGill University, Montr´eal, Canada.
- Eroldogan, O.T., Suzer, C., Tasbozan, O., Tabakoglu, S., (2008). The effect of rate restricted feeding regimes in cycles on digestive enzymes of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:49-54.
- Ellis, S. 2000. Nursery and grow-out techniques for giant clams (Bivalvia Tridacnidae). *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication* 143:1–99.
- Ellis, S. C. and L. Sharron. 1999. The culture of soft corals (Order: Alcyonacea) for the marine aquarium trade. *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication* 137:1–77.
- Garcia, L. M. B. and G. V. Hilomen-Garcia. 2009. Grow-out of juvenile seahorse *Hippocampus kuda* (Bleeker; Teleostei: Syngnathidae) in illuminated sea cages. *Aquaculture Research* 40:211–217.
- Garrick-Maidment, N., Trewhella, S., Hatcher, J., Collins, K., & Mallinson, J. (2010) Seahorse tagging, Studland Bay, Dorset, UK. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, 3, 1-4.
- Faleiro, F., L. Narciso, and L. Vicente. 2008. Seahorse behaviour and aquaculture: how to improve *Hippocampus guttulatus* husbandry and reproduction? *Aquaculture* 282:33–40.

- Foster, S., & Vincent, A. (2004) Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology*, **65**, 1–61.
- Hu, C. Q., Y. H. Xu, J. Wen, L. P. Zhang, S. G. Fan, and T. Su. 2010. Larval development and juvenile growth of the sea cucumber *Stichopus* sp (Curry fish). *Aquaculture* 300:73–79.
- Kitsos, M. S., T. Tzomos, L. Anagnostopoulou, and A. Koukouras. 2008. Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 and *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology* 72:1259–1267.
- Koldewey, H., & Martin-Smith, K. (2010) A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*, **302**, 131-152.
- Kuiter, R. H. 2000. Seahorses, pipefishes and their relatives: a comprehensive guide to Syngnathiformes. TMC Publications, Chorleywood, UK.
- Lin, Q., J. Lin, D. Zhang, and Y. Wang. 2009. Weaning of juvenile seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810 from live to frozen food. *Aquaculture* 291: 224–229.
- Lockyear, J., H. Kaiser, and T. Hecht. 1997. Studies on the captive breeding of the Knysna seahorse, *Hippocampus capensis*. *Aquarium Sciences and Conservation* 1:129–136.
- Lucas, J., & Southgate, P. (2012) *Aquaculture farming aquatic animals and plants*. Blackwell Publishing Ltd, Chichester, 583-603.
- Murugan, A., Dhanva, S., Sreepada, R., Rajagopal, S., Balasubramanian, T. (2009) Breeding and mass-scale rearing of three spotted seahorse, *Hippocampus trimaculatus* Leach under captive conditions. *Aquaculture*, **290**, 87-96.
- Naud, M., Curtis, J., Woodall, L., & Gaspar, M. (2008) Mate choice, operational sex ratio, and social promiscuity in a wild population of the long-snouted seahorse *Hippocampus guttulatus*. *Behavioural Ecology*, **1093**, 160-164.
- Otero-Ferrer, F., Molina, L., Socorro, J., Herrera, R., Fernández-Palacios, H., & Soledad Izquierdo, M. (2010) Live prey first feeding regimes for short-snouted seahorses *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758) juveniles. *Aquaculture Research*, **41**, 8-19.
- Otero, F., L. Molina, J. Socorro, R. Herrera, H. Fernández-Palacios, and M. Izquierdo. 2010. Live prey first feeding regimes for short-snouted seahorse *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture Research* 41:1–10.

- Olivotto, I., F. Capriotti, I. Buttino, A. M. Avella, V. Vitiello, F. Maradonna, and O. Carnevali. 2008a. The use of harpacticoid copepods as live prey for *Amphiprion clarkii* larviculture: effects on larval survival and growth. *Aquaculture* 274:347–352.
- Otero, F., L. Molina, J. Socorro, R. Herrera, H. Fernández-Palacios, and M. Izquierdo. 2010. Live prey first feeding regimes for short-snouted seahorse *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture Research* 41:1–10.
- Payne, M. F. and R. J. Rippingale. 2001. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture* 201: 251–262.
- Planas, M., Blanco, A., Chamorro, A., Valladares, S., & Pintado, J. (2008) Temperature-induced changes of growth and survival in the early development of the seahorse *Hippocampus guttulatus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **438**, 154-162.
- Planas, M., P. Quintas, A. Chamorro, and C. Silva. 2010. Female maturation, egg characteristics and fatty acids profile in the seahorse *Hippocampus guttulatus*. *Animal Reproduction Science* 122:66–73.
- Palma, J., J. Stockdale, M. Correia, and J. P. Andrade. 2008. Growth and survival of adult long snout seahorse (*Hippocampus guttulatus*) using frozen diets. *Aquaculture* 278:55–59.
- Poortenaar, C. W., C. M. C. Woods, P. J. James, F. M. Giambartolomei, and P. M. Lokman. 2004. Reproductive biology of female big-bellied seahorses. *Journal of Fish Biology* 64:717–725.
- Raja, J. (2009). Temporal costs of feeding and predation time in *Betta splendens* (Regan) in the Relation to Body Weight feed type and sex. *Tropical Life Sciences Research*, 20 (1), 7-16.
- Schlacher, T. A., J. Stark, and A. B. P. Fischer. 2007. Evaluation of artificial light regimes and substrate types for aquaria propagation of the staghorn coral *Acropora solitaryensis*. *Aquaculture* 269:278–289.
- Storeo, L., & Gonzalez, R. (2009) Prey selectivity and trophic behaviour of the Patagonian seahorse, *Hippocampus patagonicus*, in captivity. *Journal of World Aquaculture Society*, **40**, 394-401.
- Teixeira, R. L. and J. A. Musick. 2001. Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *Revista Brasileira de Biologia* 6:79–90.

- Teske, P. R. and L. B. Behegaray. 2009. Evolution of seahorses' upright posture was linked to Oligocene expansion of seagrass habitats. *Biology Letters* 5:521–523.
- Vincent, A. C. J. and B. Giles. 2003. Correlates of reproductive success in a wild population of *Hippocampus whitei*. *Journal of Fish Biology* 63:344–355.
- Vincent, A. C. J. and L. M. Sadler. 1995. Faithful pair bonds in wild seahorses, *Hippocampus whitei*. *Animal Behaviour* 50:1557–1569.
- Wabnitz, C., M. Taylor, E. Green, and T. Razak. 2003. From ocean to aquarium UNEP, World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK. Wellington, G. M. and B. C. Victor. 1989. Planktonic larval duration of one hundred species of Pacific and Atlantic damselfishes (Pomacentridae). *Marine Biology* 101:557–567.
- Wilson, M., & Vincent, A. (1999) Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorses, *Hippocampus spp.*, in captivity. *Aquaculture Science and Conservation*, **2**, 179-196.
- Woods, C. (2000) Improving initial survival in cultured seahorses, *Hippocampus abdominalis* Leeson, 1827 (Teleostei: Syngnathidae) *Aquaculture*, **190**, 377-298.

### ***Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία***

- Βλάχος, Ν., (2010). Καλλιέργειες Διακοσμητικών ψαριών, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, σελ 351.

### ***Διαδικτυακή Βιβλιογραφία***

[www.wikipedia.gr](http://www.wikipedia.gr)

[www.Kimimberlymoynahan.com](http://www.Kimimberlymoynahan.com)

[www.acquariofiliaitalia.it](http://www.acquariofiliaitalia.it)

[www.ryanphotographic.com](http://www.ryanphotographic.com)

[www.scielo.br](http://www.scielo.br)

[www.wetwebmedia.com](http://www.wetwebmedia.com)

[www.flickr.com](http://www.flickr.com)