

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Εκτροφή δεκάποδων καρκινοειδών»

ΓΙΑΝΝΗΚΩΤΣΙΟΥ ΘΩΜΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2010

«Εκτροφή δεκάποδων καρκινοειδών»



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 8256/1
Ημερ. Εισ.: 22-03-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΙΥΠ
2010
ΓΙΑ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) Έλενα Μεντέ, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα,**
- 2) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος,**
- 3) Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος.**

Στους γονείς

και στον

αδερφό μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, Μεντέ Έλενα για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη και Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγηση τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Abstract

This thesis reviews the culture of decapoda crustacean with emphasis to the following species: *Penaeus monodon*, *Litopenaeus vanammei*, *Macrobrachium rosenbergii*, *Pacifastacus leniusculus*, *Palinuridae*, *Homarus gammarus*, *Nephrops norvegicus* and *Scylla serrata*. This thesis examines their production, culture conditions, types of culture systems, reproduction and their nutritional requirements.

Keywords: decapoda, culture, nutrition

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	5
Περιεχόμενα.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΩΝ.....	9
1.1. Βιολογικά χαρακτηριστικά καρκινοειδών.....	9
1.2. Συστηματική ταξινόμηση.....	10
1.3. Ανατομία.....	12
1.4. Κύκλος ζωής - Ανάπτυξη.....	15
1.5. Αναπαραγωγή.....	16
1.6. Διατροφή.....	16
1.7. Αλιευτική και υδατοκαλλιεργητική παραγωγή.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	20
ΕΚΤΡΟΦΗ ΕΙΔΩΝ ΓΑΡΙΔΑΣ.....	20
2.1 Γενικά.....	20
2.2 Μέθοδοι προμήθειας γόνου.....	21
2.3 Εκτροφή του είδους <i>Penaeus monodon</i>	23
2.4 Εκτροφή του είδους <i>Litopenaeus vannamei</i>	45
2.5 Εκτροφή του είδους <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	72
ΕΚΤΡΟΦΗ ΕΙΔΩΝ ΑΣΤΑΚΩΝ, ΑΣΤΑΚΟΚΑΡΑΒΙΔΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΑΒΙΔΩΝ.....	72
3.1 <i>Pacifastacus leniusculus</i>	72
3.2 <i>Palinuridae</i>	82
3.3 <i>Hommarus vulgaris</i>	87
3.4 <i>Nephrops norvegicus</i>	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	99
ΕΙΔΗ ΚΑΒΟΥΡΙΩΝ.....	99
4.1 Βιολογικά χαρακτηριστικά καβουριών.....	99

4.2 Αναπαραγωγή.....	99
4.3 Διατροφή.....	100
4.4 Το είδος <i>Scylla serrata</i>	100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Βιολογικά χαρακτηριστικά καρκινοειδών

Τα δεκάποδα (*Decapoda*) καρκινοειδή αποτελούν μία τάξη της κλάσης των μαλακόστρακων (*Malacostraca*), του υποφύλου των καρκινοειδών (*Crustacea*), του φύλου των αρθρόποδων (*Arthropoda*) του ζωικού βασιλείου (*Animalia*), και στην οποία περιλαμβάνονται οι γαρίδες, οι αστακοί, οι караβίδες και τα καβούρια. Η παρουσία των πέντε ζευγαριών των θωρακικών ποδιών (περιόποδα) αποτελεί τη βάση για την ονομασία δεκάποδα. Τα μέλη της τάξης των δεκάποδων παρουσιάζουν μία μεγάλη ποικιλομορφία στο μέγεθος και στη δομή τους. Τα είδη των μακρόουρων (π.χ. γαρίδες), που μπορούν να είναι τόσο μικρά όσο 1 cm σε μήκος, έχουν επίμηκες σώμα με επιμηκυμένες κοιλίες, καλά ανεπτυγμένα ουροπόδια, και συχνά μακριά, λεπτά πόδια. Οι τύποι των βραχύουρων (π.χ. καβούρια), όπως στην περίπτωση του καβουριού *Macropodia rostrata* μπορούν να έχουν εκτάσεις σχεδόν 4 cm μεταξύ του σώματός τους και των συλληπτικών τους οργάνων, έχουν πεπλατυσμένα σώματα που επεκτείνονται πλευρικά, κοντά πόδια και μικρά ουροπόδια και τέλσον.

Γενικά, τα δεκάποδα είναι κυρίως θαλάσσιοι υδρόβιοι ζωικοί οργανισμοί που αφθονούν στα θερμά και ρηχά τροπικά νερά, αλλά αξιοποιούνται εμπορικά σε όλο τον κόσμο. Περίπου το 10% των γνωστών ειδών των δεκάποδων καρκινοειδών διαβιούν σε βιότοπους του γλυκού νερού ή σε χερσαίους. Εκείνα τα δεκάποδα που έχουν αποικίσει τα χερσαία περιβάλλοντα, όπως κάποια είδη καβουριών της οικογένειας *Paguroidea* έχουν εξελίξει μηχανισμούς που τα προστατεύουν από τη ξήρανση και την υπερθέρμανση, ρυθμίζοντας τις εσωτερικές συγκεντρώσεις των υγρών του σώματος τους. Η δομή των αγγείων των επιφανειακών βραγχίων σε αυτά τα είδη δεκάποδων καρκινοειδών είναι τέτοια που μπορεί να δεσμεύσει και το ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Τα χερσαία δεκάποδα καρκινοειδή συνήθως επιστρέφουν στη

θάλασσα για να ωοτοκήσουν, ενώ τα περισσότερα δεκάποδα του γλυκού νερού διαβιούν ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους στο γλυκό νερό, εκκολάπτοντας συνήθως τα νεαρά άτομά τους έως μικροσκοπικούς ενηλίκους.

Τα δεκάποδα καρκινοειδή παρουσιάζουν ποικίλες σχέσεις με τους άλλους οργανισμούς. Τα μέλη της οικογένειας *Paguroidea*, για παράδειγμα, φέρουν στο κέλυφο τους αποικίες ανεμώνων ή βρυοζώων σε μια συμβιωτική σχέση (οι αποικίες δεν τρέφονται με τον ιστό των ξενιστών). Από την άλλη πλευρά το καβούρι *Pinnotheres ostreum*, που φωλιάζει και παρασιτεί μέσα σε στρείδια, τρέφεται από αυτό. Μερικές γαρίδες διατηρούν συμβιωτικές σχέσεις με τα ψάρια, απομακρύνοντας από τα στόματα και τα βράγχια τους διάφορα παράσιτα. Τα καβούρια της οικογένειας *Paguroidea* αναζητούν άδεια κελύφη οστρακοειδών ώστε να τα χρησιμοποιούν ως προστατευτική κάλυψη, επιλέγοντας διαδοχικά τα μεγαλύτερα για να προσαρμόσουν την αύξησή τους (Martin & Davis, 2001). Κάνουν διακρίσεις μεταξύ των διαθέσιμων κελυφών, βασισμένες στο μέγεθος κάθε κελύφους, του είδους όστρακου από το οποίο προέρχεται, το βάρος του όστρακου, και του βαθμού φυσικής ζημιάς του.

Αναφορικά με τη μετακίνηση-κολύμπι των δεκάποδων καρκινοειδών, δύο είναι οι βασικοί τύποι μετακινήσεων: 1) κάποια είδη κολυμπούν και 2) κάποια είδη βαδίζουν, αν και τα μακρόουρα δεκάποδα (π.χ. γαρίδες, караβίδες, αστακοί) είναι σε θέση να κινηθούν γρήγορα προς τα πίσω με την ευλυγισία των κοιλίων τους. Μία άλλη συμπεριφορά που επιδεικνύουν είναι η κατασκευή φωλεών την οποία επιτυγχάνουν με τη βοήθεια των πλεόποδων ή με το σκάψιμο των θωρακικών ποδιών.

1.2 Συστηματική ταξινόμηση

Στη βιβλιογραφία δίνονται διάφορες ταξινόμησεις των καρκινοειδών. Ωστόσο, η συστηματική ταξινόμηση που χρησιμοποιείται από τους Martin και Davis

(Martin & Davis, 2001), είναι η περισσότερο αποδεκτή. Η τάξη των δεκάποδων καρκινοειδών ταξινομείται ως εξής:

Βασίλειο: Ζώα (Animalia)
Φύλο: Αρθρόποδα (Arthropoda)
Υποφύλο: Καρκινοειδή (Crustacea)
Κλάση: Μαλακόστρακα
(Malacostraca)
Συνομοταξία: Ευκαριωειδή (Eucarida)
Τάξη: **Δεκάποδα (Decapoda)**

Η τάξη των δεκάποδων καρκινοειδών, χερσαίων και υδρόβιων, υπολογίζεται ότι συμπεριλαμβάνει περίπου 15.000 είδη, που ανήκουν σε 2.700 γένη, ενώ έχουν αναγνωριστεί και περίπου άλλα 3.300 απολιθωμένα είδη (De Grave *et al.*, 2009).

Η τάξη των δεκάποδων καρκινοειδών υποδιαιρείται στις εξής δύο κύριες υποτάξεις (Σχ. 1.1):

α. Την υποτάξη των Natantia (ή κατά άλλους Dendrobranchiata), τα οποία μετακινούνται μέσω της κολύμβησης. Η δομή των βραγχίων τους είναι διακλαδισμένη με τα ενήλικα άτομα τους να έχουν τη δυνατότητα διηθήσεως του νερού προκειμένου να προσλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά από την υδάτινη στήλη. Στην υποτάξη αυτή ανήκουν οι υφομοταξίες των Penaeidea και Caridea, που περιλαμβάνουν διάφορα είδη γαρίδας,

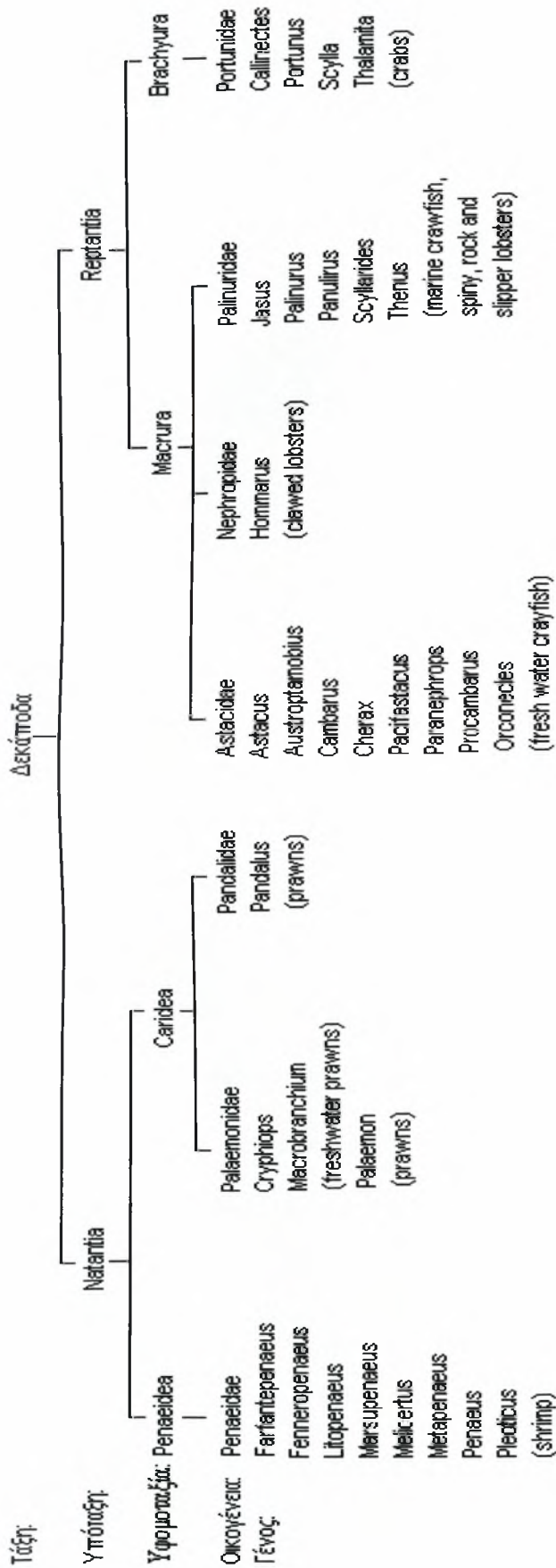
β. Την υποτάξη των Reptantia (ή κατά άλλους Pleocyemata), τα οποία μετακινούνται μέσω της βάδισης, παρά της κολύμβησης, χρησιμοποιώντας τα περιοπόδια. Ωστόσο, τα Reptantia είναι ικανά να κολυμπούν, όπως και τα Natantia είναι ικανά να βαδίζουν. Στην υποτάξη αυτή ανήκει η υφομοταξία των μακρόουρων (Macrura), τα οποία έχουν μακριά κοιλία που τελειώνει σ' ένα ουραίο πτερούγιο

(τέλσον) με πέντε λοβούς, όπως π.χ. διάφορα είδη αστακών, οι караβίδες και οι γαρίδες. Επίσης, η υποτάξη αυτή περιλαμβάνει την υφομοταξία των βραχύουρων (*Brachyura*), τα οποία έχουν πολύ μικρή, κοντή και προεκταμένη κοιλία ή η μικρή κοιλιακή περιοχή είναι ολόκληρη αναδιπλωμένη κάτω από τον κεφαλοθώρακα, όπως π.χ. τα περισσότερα είδη καβουριών.

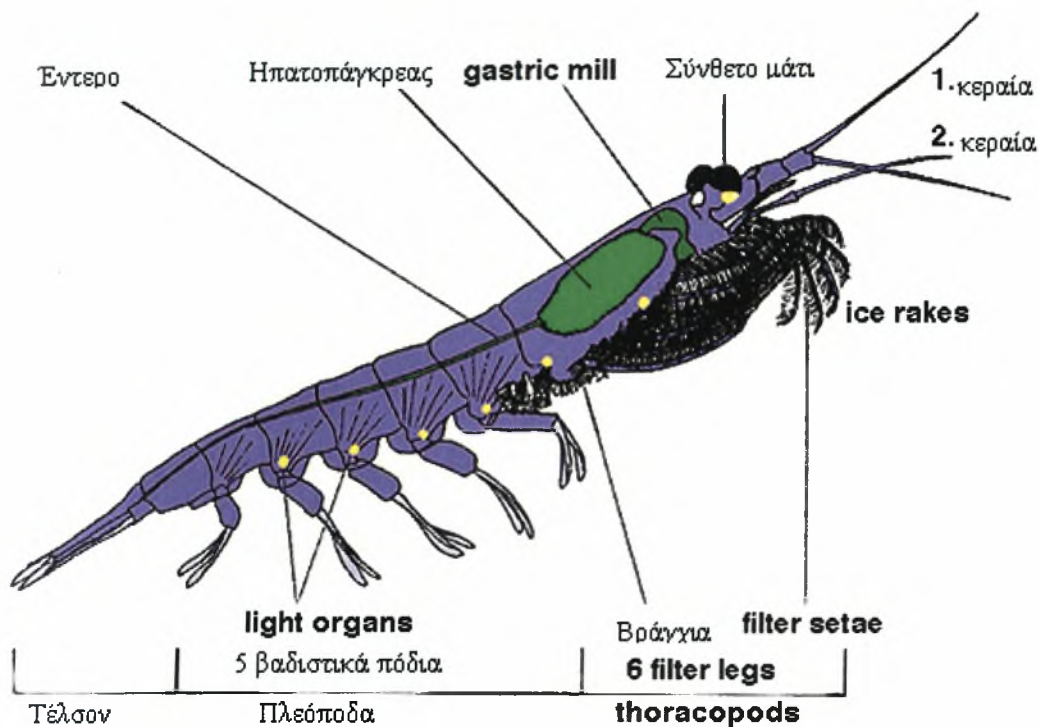
Οι ακριβείς σχέσεις των καρκινοειδών σε άλλες τάξεις δεν είναι ακόμα εξ ολοκλήρου σαφείς. Κάτω από την υπόθεση Pancrustacea (Zrzavy & Stys, 1997) (προτεινόμενη τάξη, περιλαμβάνοντας όλα τα καρκινοειδή και εξάποδα) τα καρκινοειδή και τα εξάποδα (έντομα και allies) είναι αδελφικές ομάδες. Οι μελέτες που χρησιμοποιούν τις ακολουθίες DNA τείνουν να παρουσιάσουν παραφυλετικά καρκινοειδή, με τα έντομα (αλλά όχι απαραίτητα άλλα εξάποδα) που τοποθετούνται μέσα σε αυτόν τον κλάδο (Koenemann & Jenner, 2005).

1.3 Ανατομία

Τα δεκάποδα καρκινοειδή, ως αρθρόποδα, έχουν πολύ δύσκαμπτο εξωσκελετό, ο οποίος πρέπει να αποβληθεί (έκδυση) ώστε να επιτρέψει στο ζώο να αυξηθεί σε μέγεθος. Τα δεκάποδα έχουν στο σώμα τους τρεις ευδιάκριτες περιοχές, κάθε μία αποτελείται από διακριτά τμήματα, ή σωμαίτες: 1) την κεφαλή, 2) τον θώρακα, και 3) την κοιλία (Σχ. 1.2). Το κεφάλι και ο θώρακας συγχωνεύονται και αναφέρονται συχνά ως κεφαλοθώρακας. Στην κεφαλή είναι συνδεδεμένα διάφορα προσαρτήματα σε ζεύγη. Τα πρώτα δύο ζεύγη, οι πρώτες και δεύτερες κεραίες, αποτελούνται από έναν τμηματικό μίσχο και μαστίγιο, και εξυπηρετούν τις αισθητήριες λειτουργίες όπως την όσφρηση, την αφή, και την ισορροπία.



Σχήμα 1.1. Συστηματική ταξινόμηση δεκάποδων καρκινοειδών (Wickins & Lee, 2002).



Σχήμα 1.2 Ανατομία δεκάποδου καρκινοειδούς (www. Wikipedia.org).

Τα υπόλοιπα τρία προσαρτήματα της κεφαλής, είναι είτε οι κάτω γνάθοι για τη σύνθλιψη και τη μάσηση της τροφής ή επίπεδοι πολύ-λοβοί που χρησιμοποιούνται για το χειρισμό της τροφής. Τα πρόσθια θωρακικά προσαρτήματα χρησιμεύουν ως μέρη του στόματος, ενώ τα οπίσθια ζεύγη αποτελούν τα βαδιστικά πόδια, τα περιοπόδια. Τα υπόλοιπα προσαρτήματα μπορούν να τροποποιηθούν για την κολύμβηση, τη μεταφορά του σπέρματος, σε συλληπτικά ή αμυντικά όργανα, που λέγονται "ποδολαβίδες" ή "δαγκάνες", ή ακόμα και τη διαμόρφωση μιας ουράς (οριζόντιο έλασμα, που καλείται "τέλσον") (www.britannica.com).

Ο εξωσκελετός της κεφαλής καλύπτει τον κεφαλοθώρακα και επεκτείνεται πέρα από τα βράγχια, τα οποία είναι συνδεδεμένα με το κέλυφος του θώρακα. Η καρδιά βρίσκεται στο οπίσθιο τμήμα του εξωσκελετού, επάνω από το έντερο, το οποίο είναι βασικά ένας ευθύ σωλήνας που αποτελείται από το πρόσθιο (foregut), το μέσο (midgut) και το οπίσθιο (hindgut) έντερο. Το κεντρικό νευρικό σύστημα αποτελείται

από ένα υπεροισοφαγικό γάγγλιο που συνδέεται πλευρικά με ένα υποοισοφαγικό γάγγλιο. Οι οφθαλμοί των δεκάποδων καρκινοειδών, που μπορεί να είναι απόντες σε μερικά βαθύβια είδη, είναι συνήθως καλά ανεπτυγμένοι με έναν χρωματισμένο, πολύπλευρο κερατοειδή χιτώνα (www.britannica.com).

1.4 Κύκλος ζωής - Ανάπτυξη

Στα περισσότερα δεκάποδα καρκινοειδή τα γονιμοποιημένα αυγά φέρονται προσκολλημένα στα κοιλιακά προσαρτήματα έως ότου αυτά εκκολαφθούν. Μετά από την εκκόλασή τους, οι νύμφες των δεκάποδων καρκινοειδών μπορούν να ταξινομηθούν σε έναν από τους τέσσερις βασικούς λαρβικούς τύπους, εν μέρει από τον τρόπο μετακίνησής τους: 1) των ναυπλίων (nauplius), 2) της πρωτοζωής (protozoa), 3) της μύσιδας (zoea), και 4) των μεταπρονυμφών (postlarva). Οι λάρβες των περισσότερων δεκάποδων καρκινοειδών, εκκολάπτονται στο στάδιο της μύσιδας (www.britannica.com).

Οι προνύμφες της πρωτοζωής κολυμπούν με τα θωρακικά προσαρτήματά τους, σε αντιδιαστολή με τους ναυπλίους, που χρησιμοποιούν τα κεφαλικά προσαρτήματα, και τις μεταπρονύμφες, οι οποίες χρησιμοποιούν τα κοιλιακά προσαρτήματα για την κολύμβηση. Έχουν συχνά τα προσαρτήματα αυτά στο κέλυφός τους, το οποίο μπορεί να βοηθήσει αυτούς τους μικρούς οργανισμούς στη διατήρηση της κατεύθυνσης της κολύμβησης (www.wikipedia.org). Σε πολλά δεκάποδα, λόγω της επιταχυνόμενης ανάπτυξής τους, η πρωτοζωή είναι το πρώτο λαρβικό στάδιο. Σε μερικές περιπτώσεις, το στάδιο της πρωτοζωής ακολουθείται από το στάδιο της μύσιδας, και σε άλλες, από το στάδιο των μεταπρονυμφών, ανάλογα το είδος των καρκινοειδών.

1.5 Αναπαραγωγή

Αν και μερικά είδη δεκάποδων καρκινοειδών είναι ερμαφρόδιτοι οργανισμοί, τα περισσότερα καρκινοειδή έχουν ξεχωριστά φύλα «γονοχωριστικά», που διακρίνονται από τους κοξοποδίτες των περιοποδίων τους. Ο γεννητικός πόρος των αρσενικών βρίσκεται πάνω από τους κοξοποδίτες στην εσωτερική πλευρά του πέμπτου ζεύγους περιοποδίων (βαδιστικών ποδίων), ενώ των θηλυκών βρίσκεται στα πλευρά των κοξοποδιτών του τρίτου ζεύγους των βαδιστικών ποδίων.

Στις περισσότερες ομάδες των δεκάποδων καρκινοειδών η γονιμοποίηση είναι εξωτερική, αν και σε μερικά είδη είναι εσωτερική (Martin & Davis, 2001). Οι παραλλαγές στον τρόπο του ζευγαρώματος θεωρείται ότι είναι συνδεδεμένες με τον κύκλο της έκδυσης. Τα αρσενικά δεκάποδα μπορούν να ζευγαρώσουν μόνο όταν ο εξωσκελετός τους σκληρύνει πλήρως, ενώ μερικά θηλυκά είναι ικανά να ζευγαρώσουν μόνο μετά από μία έκδυση όταν τα κελύφη τους είναι μαλακά (www.britannica.com). Τα δεκάποδα καρκινοειδή είναι ωοτόκοι οργανισμοί. Σε πολλά δεκάποδα, τα θηλυκά διατηρούν τα αυγά στα πλεοπόδια τους (κολυμβητικά πόδια), έως ότου εκκολαφθούν σε προνύμφες ικανές στο να κολυμπούν.

1.6 Διατροφή

Τα δεκάποδα καρκινοειδή διατρέφονται τόσο με ζωικές, όσο και με φυτικές τροφές. Το διαιτολόγιό τους περιλαμβάνει διάφορα μαλάκια, σκουλήκια, μικρά καρκινοειδή, μύκητες, βακτήρια αλλά και διάφορα φύκη (Martin & Davis, 2001).

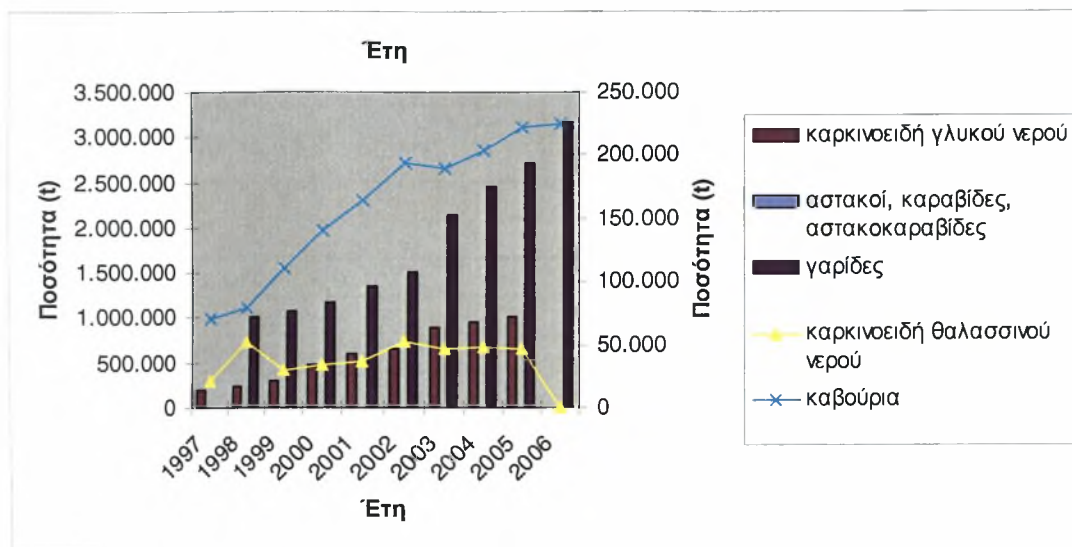
Οι διατροφικές απαιτήσεις των καρκινοειδών διαφέρουν σημαντικά από διάφορους άλλους εκτρεφόμενους οργανισμούς όπως ψάρια, πουλιά και θηλαστικά. Επίσης, τα περισσότερα εκτρεφόμενα δεκάποδα καρκινοειδή, χειρίζονται και θρυμματίζουν την τροφή τους με τα συλληπτικά ή με τα γναθικά τους όργανα που

φέρουν στο σώμα τους. Είναι μία συνήθεια που έχουν όταν το διαιτολόγιό τους αποτελείται από σύμπηκτα, τα οποία τα συνθλίβουν, δημιουργώντας μικρά κομμάτια που σκεδάζονται από τη ροή του νερού που προέρχεται από τα βράγγια. Τα καρκινοειδή γενικά διαθέτουν πολλά πεπτικά ένζυμα που συμβάλλουν στη χώνεψη της τροφής, επιτρέποντας τα να έχουν ένα μεγάλο εύρος διατροφής (Wickins & Lee, 2002).

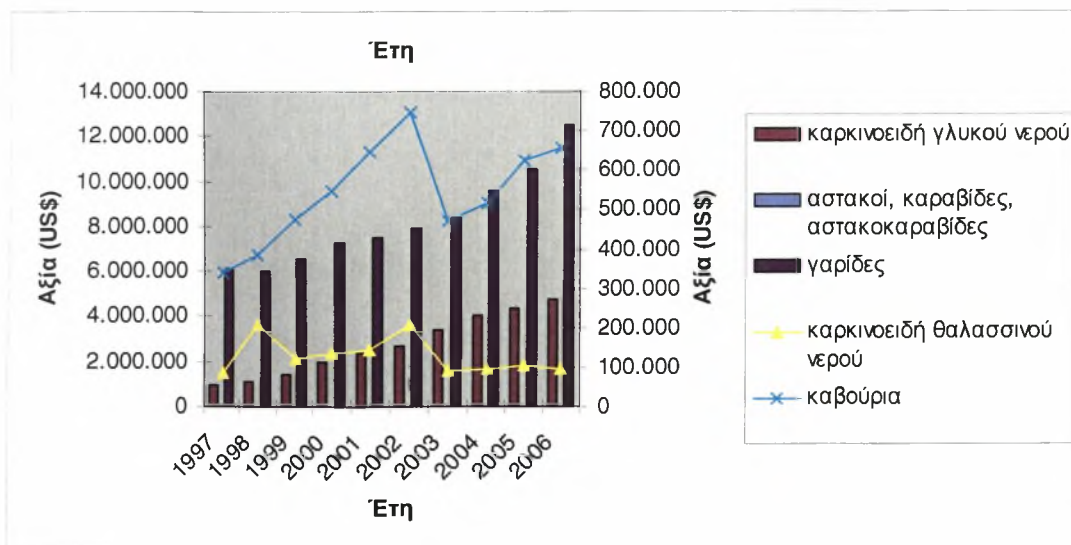
1.7 Αλιευτική και υδατοκαλλιέργειτική παραγωγή

Πολλά καρκινοειδή καταναλώνονται από τους ανθρώπους, και σχεδόν 10.000.000 τόνοι παρήχθησαν το 2005 (www.FAO.org/FIGIS). Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών ανήκουν στα δεκάποδα καρκινοειδή: καβούρια, αστακοί, γαρίδες θαλάσσης και γαρίδες γλυκών υδάτων. Πάνω από το 70% της συνολικής ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής όλων των καρκινοειδών που αλιεύονται είναι γαρίδες θαλάσσης και γαρίδες γλυκών υδάτων, και πάνω από το 80% αυτής παράγεται στην Ασία, με την Κίνα να παράγει μόνη της σχεδόν τη μισή συνολική ετήσια παγκόσμια παραγωγή. Τα μη-δεκάποδα καρκινοειδή δεν καταναλώνονται ευρέως, εκτός από 130.000 τόνους ευφασιώση καρκινοειδή (κριλλ) που αλιεύονται κάθε χρόνο (www.FAO.org/FIGIS).

Στα Σχήματα 1.3 και 1.4 φαίνεται η ετήσια παγκόσμια παραγωγή (σε τόνους, t) αλλά και η οικονομική αξία (σε US\$) των εκτρεφόμενων καρκινοειδών τα τελευταία έτη. Το 2007, η ετήσια παγκόσμια αλιευτική και υδατοκαλλιέργειτική παραγωγή καρκινοειδών ανήλθε σε 10,7 εκατομμύρια τόνους. Στον πίνακα 1.1. παρουσιάζονται τα κυριότερα είδη δεκάποδων καρκινοειδών που εκτρέφονται παγκοσμίως.



Σχήμα 1.3 Ετήσια παγκόσμια παραγωγή των εκτρεφόμενων καρκινοειδών τα τελευταία έτη (FAO, 2008).



Σχήμα 1.4 Η οικονομική αξία της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής των εκτρεφόμενων καρκινοειδών τα τελευταία έτη (FAO, 2008).

Πίνακας 1.1. Τα κυριότερα είδη δεκάποδων καρκινοειδών που εκτρέφονται σε συνθήκες υδατοκαλλιέργειας (Wickins & Lee, 2002).

	Είδος
Θαλάσσιες γαρίδες	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>
	<i>Fenneropenaeus indicus</i>
	<i>Marsupenaeus japonicus</i>
	<i>Penaeus monodon</i>
	<i>Litopenaeus stylirostris</i>
	<i>Litopenaeus vannamei</i>
Γαρίδες του γλυκού νερού	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
	<i>Pandalus platyceros</i>
Αστακοκαραβίδες	<i>Astacus astacus</i>
	<i>Astacus leptodactylous</i>
	<i>Cherax destructor</i>
	<i>Cherax quadricarinatus</i>
	<i>Pacifastacus leniusculus</i>
	<i>Procambarus clarkii</i>
Αστακοί	<i>Hommarus americanus</i>
	<i>Hommarus gammarus</i>
	<i>Panulirus argus</i>
	<i>Panulirus japonicus</i>
Καβούρια	<i>Jasus edwardsii</i>
	<i>Eriocheir sinensis</i>
	<i>Mithrax spinosissimus</i>
	<i>Portunus trituberculatus</i>
	<i>Scylla spp.</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΚΤΡΟΦΗ ΕΙΔΩΝ ΓΑΡΙΔΑΣ

2.1 Γενικά

Τα εκτρεφόμενα είδη των καρκινοειδών είναι κυρίως αυτά των δεκαπόδων βαδιστικών και κολυμβητικών όπως οι αστακοί, οι γαρίδες και τα καβούρια αντίστοιχα, τόσο στα γλυκά όσο και στα θαλασσινά νερά (Κλαουδάτος, 2008).

Η ιστορία της εκτροφής των θαλάσσιων γαρίδων δεν έχει καταγραφεί πλήρως. Τα παραδοσιακά συστήματα εκτροφής περιλαμβάνουν παράκτιες χωμάτινες δεξαμενές με θαλασσινό νερό που παραπέμπουν χιλιάδες χρόνια πίσω στην περιοχή της Μεσογείου και στον 15^ο αι. μ.Χ. στην Ινδονησία και οι οποίες ήταν συνήθως στοκαρισμένες με ψάρια, γαρίδες, γλωρίδα και πανίδα του οικοσυστήματος δια μέσου της πλημμυρίδας (Fast & Lester, 1992). Στα συστήματα αυτά, επιθυμητός γόνος, όπως επίσης και ανεπιθύμητοι άρπαγες και συναγωνιστές, όλοι μεταφέρονται μέσα στις δεξαμενές, όπου αναπτύσσονται για κάποιο χρονικό διάστημα πριν εξαλειευθούν. Αυτές οι μέθοδοι εκτροφής ακόμα χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις μέρες μας σε μέρη όπου η αξία της γης και της εργασίας είναι χαμηλή, αποτελώντας μια κερδοφόρα επένδυση χαμηλού ρίσκου (Fast & Lester, 1992). Στα απλούστερα συστήματα, οι γαρίδες τρέφονται με φύκια και άλλα προϊόντα του οικοσυστήματος (Cascorbi, 2004). Οι περισσότερες γαρίδες είναι παμφάγες, σαρώνοντας οτιδήποτε φυτικό ή ζωικό υλικό είναι εύκολα διαθέσιμο. Τα φύλα είναι χωριστά, και τα θηλυκά τείνουν να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα αρσενικά. Μερικά είδη απελευθερώνουν τα αυγά τους στην υδάτινη στήλη, ενώ άλλα επωάζουν τα αυγά τους στην κοιλία του θηλυκού μέχρι την εκκόλαψη. Οι νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες των γαρίδων υποβάλλονται σε 12 εκδύσεις έως ότου πάρουν την τελική μορφή ως νεαρή γαρίδα (Fenner & Chase, 1980). Τα είδη της οικογένειας *Penaeidae* δεν είναι

κανιβαλικά και μπορούν να εκτραφούν σε υψηλές πυκνότητες, αποτελώντας τα πλέον καλλιεργούμενα είδη παγκοσμίως (Cascorbi, 2004).

Οι γαρίδες μπορούν να εκτραφούν με διάφορους τρόπους: 1) Σε εκτατικά συστήματα με χαμηλές πυκνότητες 10.000 – 30.000 μεταπρονύμφες ανά εκτάριο (PL/ha) και ετήσια παραγωγή 0,6 – 1,5 t/ha/έτος. Απαιτείται περιστασιακή χορήγηση τροφής, σε υγρή μορφή, μη επεξεργασμένων υλικών όπως μη εμπορικά ψάρια, δίθυρα, σαλιγκάρια κ.α. (Fast & Lester, 1992). 2) Σε ημι-εντατικά συστήματα σε λιμνοθάλασσες με μεσαίες πυκνότητες 30.000 – 100.000 PL/ha και ετήσια παραγωγή 2 – 6 t/ha/έτος (Fast & Lester, 1992; Cascorbi, 2004). Στα συστήματα αυτά εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός του νερού για την οξυγόνωση του. Οι γαρίδες διατρέφονται τόσο από τη φυσική τροφή του οικοσυστήματος όσο και με προσφερόμενες τεχνητές τροφές (Fast & Lester, 1992). 3) Σε εντατικά και υπερεντατικά συστήματα, σε ανακυκλωμένα εσωτερικά συστήματα θαλασσινού νερού με απόθεμα γαρίδων σε υψηλές πυκνότητες 100.000 – 300.000 PL/ha και ετήσια παραγωγή 7 – 15 t/ha/έτος (Fast & Lester, 1992). Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται ειδικός τεχνολογικός εξοπλισμός και οι γαρίδες διατρέφονται αποκλειστικά με τεχνητές πλήρεις τροφές (Cascorbi, 2004).

Οι γαρίδες ως παμφάγες, μπορούν να τραφούν με ένα ευρύ φάσμα πρωτεϊνικών πηγών, αλλά σε μεγάλη κλίμακα, η υδατοκαλλιέργεια τους εξαρτάται από τις εμπορικές τροφές, οι οποίες συνήθως περιέχουν ιχθυάλευρο ως πηγή πρωτεϊνών και έλαια ιχθύων ως πηγή λιπιδίων (Cascorbi, 2004).

2.2 Μέθοδοι προμήθειας γόνου

2.2.1 Φυσικός εμπλουτισμός με άγριο γόνο

Η σύλληψη άγριου γόνου γαρίδας και ο εμπλουτισμός των συστημάτων εκτροφής είναι απλός και απαιτεί ελάχιστη εργασία, κεφάλαιο και τεχνογνωσία. Ωστόσο, ο φυσικός εμπλουτισμός με άγριο γόνο οδηγεί σε χαμηλή και απρόβλεπτη παραγωγή (Bailey-Brock & Moss, 1992). Μία βελτίωση σχετικά με τη σύλληψη του γόνου γαρίδας είναι η πρακτική όπου η πηγή εισροής των υδάτων της χερσαίας δεξαμενής ελέγχεται για ανεπιθύμητες εισροές ειδών και έτσι η δεξαμενή πληρώνεται με επιθυμητά είδη και στην επιθυμητή ιχθυοφόρτιση (Bailey-Brock & Moss, 1992). Αυτά τα συστήματα εκτροφής της γαρίδας είναι κοινά στην Ινδονησία και στις Φιλιππίνες σε υφάλμυρες δεξαμενές, όπου διάφορα είδη γαρίδων εκτρέφονται παράλληλα με το είδος ιχθύος *Chanos chanos* (Bardach *et al.*, 1972). Ο γόνος γαρίδας περιλαμβάνει άγριες λάρβες και νεαρά άτομα. Αν και απαιτείται επιπρόσθετη εργασία και επιδεξιότητα για έναν ελεγχόμενο εμπλουτισμό με άγριο γόνο, παράλληλα απαιτείται περισσότερη εργασία και έλεγχος για την επιβίωση και την ανάπτυξη στο επιθυμητό μέγεθος τόσο των γαρίδων όσο και των ψαριών. Αν και ο ελεγχόμενος εμπλουτισμός με άγριο γόνο χρησιμοποιείται ακόμα στις μέρες μας, δεν έχει άλλους περιορισμούς.

Συγκεκριμένα, ο εμπλουτισμός των δεξαμενών εξαρτάται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα του γόνου. Κατά τη διάρκεια ορισμένων περιόδων μέσα στο χρόνο και κατά τη διάρκεια ορισμένων ετών, ο άγριος γόνος μπορεί να είναι ανεπαρκής. Τα εκτροφικά συστήματα που εξαρτώνται από τον φυσικό εμπλουτισμό με γόνο δε θα υπερπληρωθούν και πιθανώς να μη πληρωθούν καθόλου, κάτι το οποίο προκαλεί οικονομικά προβλήματα. Επιπροσθέτως, κάποιες φορές είναι δύσκολο να διακρίνεις τα επιθυμητά από τα ανεπιθύμητα είδη γόνου. Οι δεξαμενές γεμίζουν με διάφορα είδη γόνου, κάτι το οποίο οδηγεί σε μειωμένες παραγωγικές αποδόσεις (Bailey-Brock & Moss, 1992).

2.2.2 Γόνος από γεννητικά ώριμους άγριους γεννήτορες

Η εξέλιξη της σύγχρονης καλλιέργειας της γαρίδας απαιτεί ελεγχόμενη αναπαραγωγή και παραγωγή γόνου σε γεννητικούς σταθμούς (εκκολαπτήρια). Αν και η παραγωγή γόνου γαρίδας από εκκολαπτόμενα άγρια άτομα είναι ακόμα και σήμερα ευρέως διαδεδομένη, εντούτοις παρουσιάζει προβλήματα σχετικά με την ποιότητα του γόνου που παράγουν. Τα δύο κυριότερα προβλήματα αυτής της μεθόδου είναι τα εξής: 1) τα ώριμα άγρια άτομα δεν είναι πάντα διαθέσιμα, είτε σε συγκεκριμένες εποχές είτε ακόμα και σε συγκεκριμένες χρονιές και 2) τα ώριμα άγρια άτομα ενός προτιμώμενου είδους γαρίδας δύναται να μην υπάρχουν στα μέρη εκείνα στα οποία βρίσκονται οι δεξαμενές εκτροφής (Bailey-Brock & Moss, 1992).

2.2.3 Γόνος μέσω της τεχνητής αναπαραγωγής των γεννητόρων

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, ερευνητές ανακάλυψαν ότι τα μη ώριμα αναπαραγωγικά άτομα της γαρίδας μπορούν να ωριμάσουν και να γεννήσουν υπό ελεγχόμενες συνθήκες μέσω μίας τεχνικής εξαγωγής του οφθαλμού της γαρίδας και η οποία είναι γνωστή ως «eye stalk ablation ή enucleation». Αυτή ήταν μία από τις πιο σημαντικές τεχνικές που οδήγησε στην επιτυχία της τεχνητής αναπαραγωγής και την αύξηση της παγκόσμιας γαριδοκαλλιέργειας (Bailey-Brock & Moss, 1992).

2.3 Εκτροφή του είδους *Penaeus monodon*

Το είδος *Penaeus monodon* (Σχ. 2.1), (κοινή ονομασία γιγαντιαία γαρίδα τίγρης) είναι ένα θαλάσσιο δεκάποδο καρκινοειδές που εκτρέφεται ευρέως με σκοπό τη διατροφή του ανθρώπου. Η γεωγραφική κατανομή του είδους είναι στον Ινδικό - δυτικό Ειρηνικό ωκεανό, από την ανατολική ακτή της Αφρικής και την Αραβική

χερσόνησο, μέχρι τη νοτιοανατολική Ασία, και τη θάλασσα της Ιαπωνίας. Επιπροσθέτως, μπορεί να βρεθεί στην ανατολική Αυστραλία, και στη Μεσόγειο, όπου έχει αποικίσει ένας μικρός πληθυσμός μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Επίσης, πληθυσμοί του είδους έχουν καθιερωθεί στη Χαβάη και την Ατλαντική ακτή των ΗΠΑ (Φλόριδα, Γεωργία και νότια Καρολίνα) (FAO, 2009). Ζει σε βάθος από 0 – 162 m σε λασπώδη ή αμμώδη πυθμένα (Lester & Pante, 1992). Και τα δύο φύλα του είδους φθάνουν περίπου τα 36 cm σε μήκος. Τα θηλυκά άτομα του είδους μπορούν να φτάσουν έως και 650 g σωματικό βάρος, γεγονός που το καθιστά το μεγαλύτερο είδος γαρίδας παγκοσμίως.

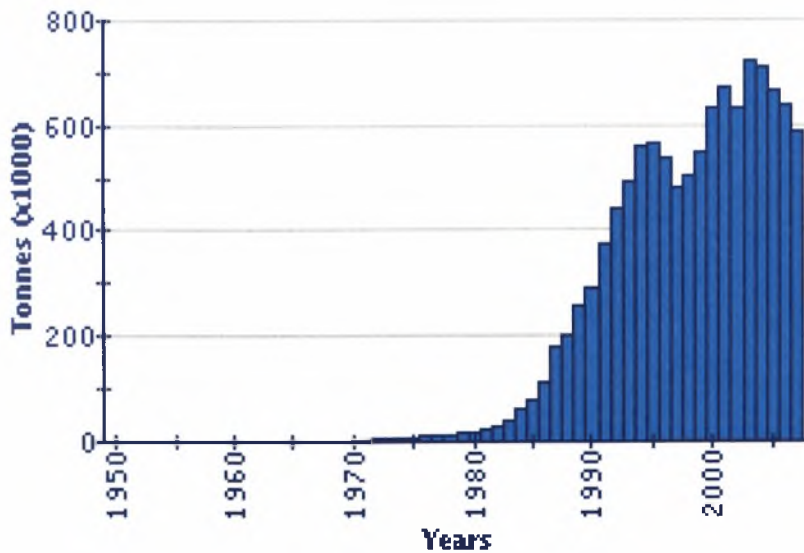


Σχήμα 2.1 *Penaeus monodon* (Πηγή: www.ksiro.au)

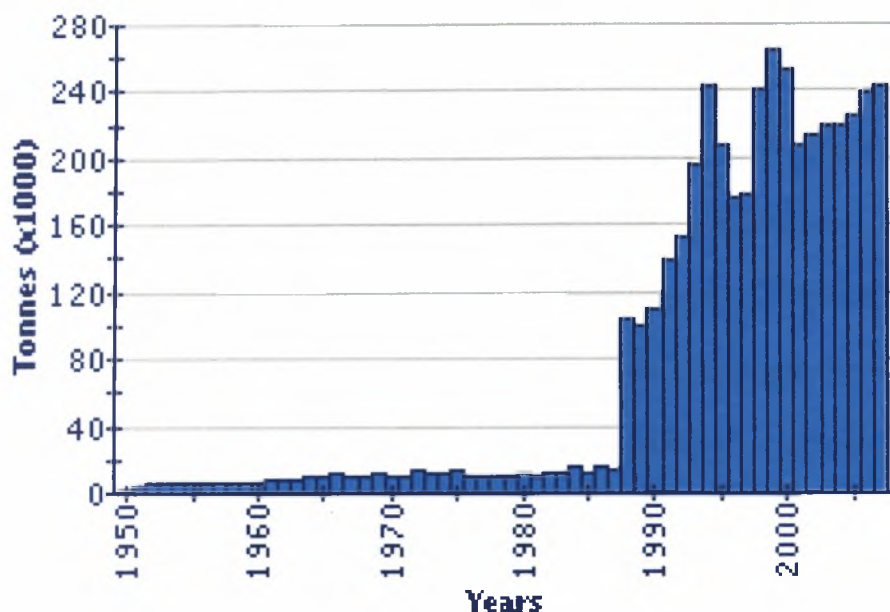
Το *Penaeus monodon* είναι το είδος της γαρίδας που καλλιεργείται ευρέως στον κόσμο (Σχ. 2.2), αν και βαθμιαία χάνει έδαφος από τη γαρίδα *Litopenaeus vannamei*. Πάνω από 900.000 τόνοι καταναλώνονται ετησίως, από τους οποίους τα δύο τρίτα προέρχονται από τις εκτροφές (Σχ. 2.3) και το υπόλοιπο από την αλιεία (Σχ. 2.4), κυρίως στη Νοτιοανατολική Ασία. (FAO, 2009a).



Σχήμα 2.2 Οι κυριότερες χώρες παραγωγής της γαρίδας *Penaeus monodon* (FAO Fishery Statistics, 2006).



Σχήμα 2.3. Ετήσια παγκόσμια υδατοκαλλιεργητική παραγωγή του *Penaeus monodon* από το 1950 έως το 2007 (Πηγή: FAO Fishery Statistic).



Σχήμα 2.4. Ετήσια παγκόσμια αλιευτική παραγωγή του *Penaeus monodon* από το 1950 έως το 2007 (Πηγή: FAO Fishery Statistics).

Η ταξινόμηση του *P. monodon* είναι η εξής:

Βασίλειο	<u>Animalia</u>
Φύλο	<u>Arthropoda</u>
Υποφύλο	<u>Crustacea</u>
Κλάση	<u>Malacostraca</u>
Τάξη	<u>Decapoda</u>
Superfamily:	<u>Dendrobranchiata</u>
Οικογένεια	<u>Penaeidae</u>
Γένος	<u><i>Penaeus</i></u>
Είδος	<i>P. monodon</i>

Η *P. monodon* ωριμάζει και αναπαράγεται μόνο στους τροπικούς θαλάσσιους βιότοπους και περνάει τα λαρβικά, τα νεανικά και τα υπο-ενήλικα στάδια της στις παράκτιες εκβολές, τις λιμνοθάλασσες ή σε περιοχές μαγγρόβιας βλάστησης. (FAO, 2009a).

2.3.1 Βιολογικός κύκλος του *Penaeus monodon*

Τα είδη του γένους *Penaeus* είναι γονοχωριστικά θερμοφιλά και δε μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες κάτω των 6 – 8 °C, ενώ σταματούν τη πρόσληψη τροφής στους 10 – 12 °C (Κλαουδάτος, 2008). Από τις αρχές της άνοιξης και σε όλη σχεδόν τη διάρκεια του καλοκαιριού απελευθερώνουν τα αυγά τους και κολυμπούν σε μικρό βάθος από τη θαλάσσια επιφάνεια (Κλαουδάτος, 2008). Τα ενήλικα άτομα βρίσκονται στα παράκτια νερά όπου συχνά γεννούν σε 30 – 60 m βάθος (Wickins & Lee, 2002). Τα αρσενικά άτομα αρχίζουν να παράγουν σπερματοζωάρια όταν φτάσουν σε βάρος περίπου τα 35 g, ενώ τα θηλυκά γίνονται γεννητικά ώριμα όταν φτάσουν τα 70 g (Kongkeo, 2005). Τα θηλυκά για την αφαίρεση του οφθαλμού τους πρέπει να είναι πάνω από τα 100 g (κατά προτίμηση 120 g) στο μέγεθος ώστε να εξασφαλιστούν καλοί αριθμοί υψηλής ποιότητας αυγών και ναυπλίων. Τα αρσενικά μπορούν να έχουν οποιοδήποτε μέγεθος πάνω όμως από το ελάχιστο των 70 g (FAO, 2007).

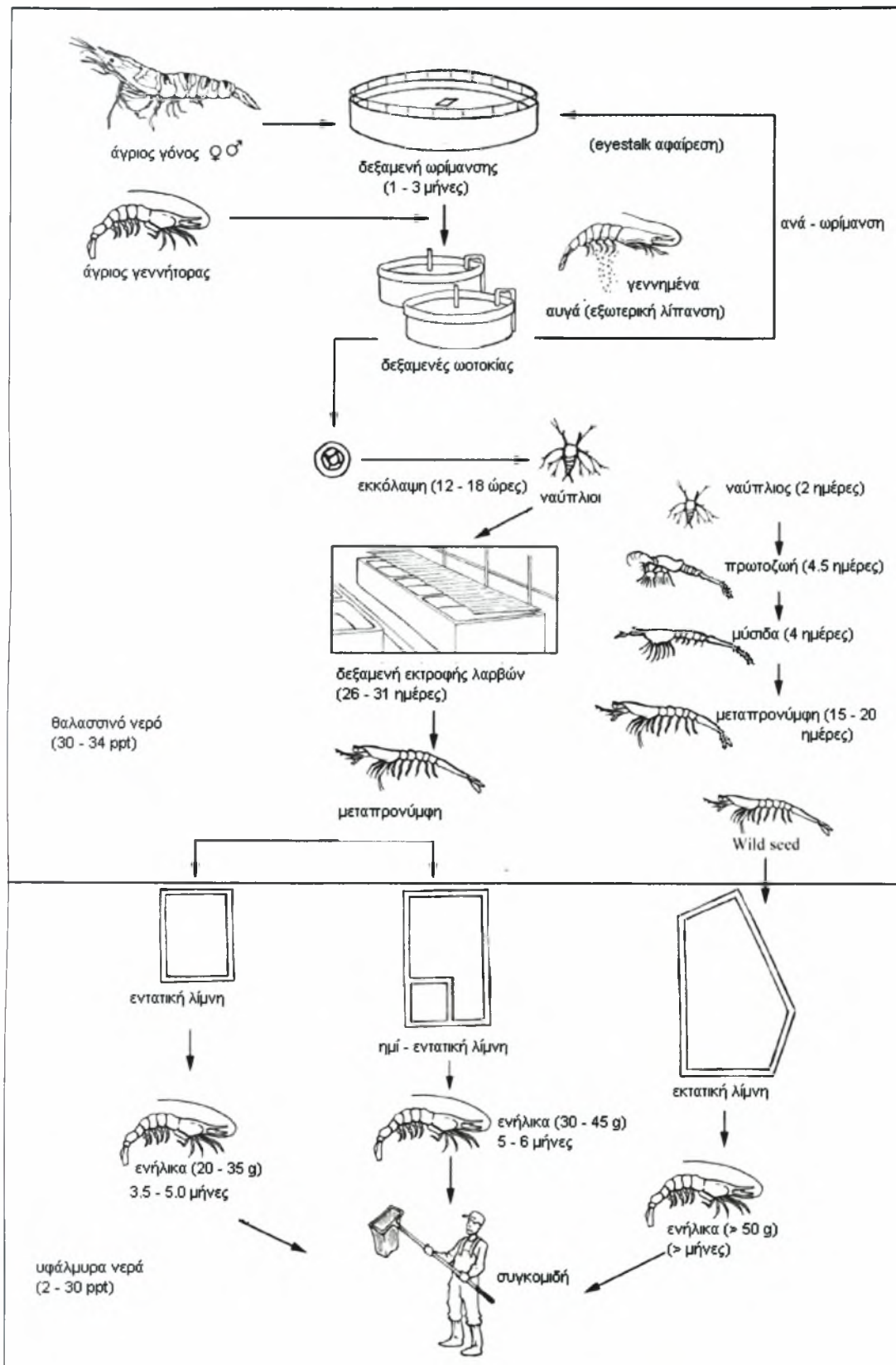
Υπάρχουν πέντε στάδια κατά την ωρίμανση της ωοθήκης: ανώριμο, προς ωρίμανση, σχεδόν ώριμο, ώριμο και το τελευταίο στάδιο όπου το θηλυκό εναποθέτει τα αυγά του στους πλεόποδες (FAO, 2009). Τα θηλυκά άτομα του *Penaeus monodon* είναι ιδιαιτέρως γόνιμα και μπορούν να παράγουν από 500.000 έως 750.000 αυγά (FAO, 2009). Σύμφωνα με τους Wickins & Lee, (2002) τα ενήλικα θηλυκά μπορούν να γεννήσουν από 250.000 έως και 1.000.000. αυγά τη φορά. Η ωοτοκία παρατηρείται κατά τη διάρκεια της νύχτας στα παράκτια νερά και καθώς τα αυγά εναποθέτονται στους πλεόποδες, τα αρσενικά εξωθούν το σπέρμα ξαφνικά, και πραγματοποιείται η γονιμοποίηση, η οποία είναι εξωτερική. Η εκκόλαψη πραγματοποιείται 12-15 ώρες μετά από τη γονιμοποίηση. Ο Κλαουδάτος, (2008) αναφέρει για τα είδη του γένους *Penaeidae* πως η εμβρυική ανάπτυξη πραγματοποιείται μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον και πως για την εκκόλαψη

απαιτείται χρονικό διάστημα 12-32 ώρες ανάλογα με το είδος και τη θερμοκρασία των υδάτων.

Για όλα τα μέλη της οικογένειας των *Penaeidae*, η ανάπτυξη από το αυγό έως το ανήλικο άτομο είναι η ίδια. Τα πλαγκτονικά στάδια της ανάπτυξης τους είναι τα εξής: 1) των ναυπλίων, 2) της πρωτοζωής, 3) της μύσιδας, 4) της μεταπρονύμφης, 5) των νεαρών ατόμων και 6) των ενήλικων ατόμων (Wickins & Lee, 2002), (Σχ. 2.5). Οι προνύμφες που εξέρχονται από τα αυγά καλούνται ναύπλιοι, οι οποίοι είναι ικανοί στο να κολυμπούν και η επιβίωσή τους εξασφαλίζεται από τη λέκιθο τους. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιούν έξι εκδύσεις πριν εισέλθουν στο επόμενο στάδιο. Τα στάδια που ακολουθούν παραμένουν πλαγκτονικά για κάποιο διάστημα και μεταφέρονται από παλιρροιακά ρεύματα προς την ακτή. Ο Motoh (1981), αναφέρει πως τα στάδια της μεταπρονύμφης, των νεαρών ατόμων και των ενήλικων ατόμων, μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασία των 10 °C για μικρό χρονικό διάστημα, πέραν όμως των 39 °C θα προκληθεί υψηλή θνησιμότητα. Επίσης, εργαστηριακά πειράματα (Motoh, 1981) έδειξαν πως το *Penaeus monodon* στο στάδιο της μεταπρονύμφης είναι ανθεκτικό σε χαμηλές τιμές αλατότητας. Ενδεικτικό του αποτελέσματος αυτού είναι πως παρατηρήθηκε επιβίωση της τάξης του 64% σε αλατότητα 0 ‰. Το είδος παρουσιάστηκε ακόμα πιο ανθεκτικό στα στάδια των νεαρών ατόμων και των ενήλικων ατόμων, όπου παρατηρήθηκε ανθεκτικότητα της τάξης του 100% σε αλατότητα 0 ‰ (Motoh, 1981).

Στο στάδιο της πρωτοζωής, φέρει ελαφρά προσαρτήματα και το σώμα του είναι επίμηκες και αφού πραγματοποιήσει τρεις εκδύσεις μεταμορφώνεται στο στάδιο της μύσιδας. Στο στάδιο αυτό, το σώμα του γίνεται τμηματικό και φέρει ουρά με χαρακτηριστικά ενήλικων ατόμων. Πριν μεταβεί στο στάδιο της μεταπρονύμφης, θα υποστεί τρεις ακόμα εκδύσεις και η μορφή του θα έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με

αυτά των ενήλικων ατόμων. Στη περίοδο της μεταπρονύμφης, οι διατροφικές του συνήθειες αλλάζουν και τρέφεται με βενθικά κατάλοιπα, πολύχαιτους, σκουλήκια και μικρά καρκινοειδή (FAO, 2009). Ο κύκλος ζωής του *P. monodon* χαρακτηρίζεται από τις αλλαγές στον βιότοπό του και είναι εξαρτώμενος από τα στάδια ανάπτυξης (Petersson, 2002).



Σχήμα 2.5 Κύκλος παραγωγής του *Penaeus monodon* (Πηγή : FAO, 2009).

2.2 Σύζευξη – γονιμοποίηση

Το αρσενικό άτομο, μόλις ωριμάσει γεννητικά, είναι ικανό να συζευχθεί οποτεδήποτε. Το θηλυκό άτομο ωστόσο είναι ικανό για σύζευξη μόνο μετά από τη γεννητική έκδυση, όπου παραμένει δραστήριο μόνο για 24 ώρες μετά από αυτήν. Κατά τη περίοδο αυτή τα θηλυκά μπορούν να δεχθούν σύζευξη από δύο αρσενικά (Κλαουδάτος, 2008).

2.3.4 Συστήματα παραγωγής

2.3.4.1 Ανεφοδιασμός με γόνιο

Στα εκτατικά και ημι-εντατικά συστήματα εκτροφής, ο ανεφοδιασμός του γόνου *P. monodon* προέρχεται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου παραγωγής από την εισαγωγή άγριων ατόμων με τα νερά της παλίρροιας στις λιμνοθαλάσσιες δεξαμενές εκτροφής (Lester & Pante, 1992). Σε σύγκριση με άλλα είδη, ο γόνος του *P. monodon* δεν είναι άφθονος σε παράκτια νερά και στις εκβολές των ποταμών (Lester & Pante, 1992). Στα εκτατικά συστήματα εκτροφής του είδους στη Νότια Ασία χρησιμοποιείται άγριος γόνος λόγω του μεγάλου μεγέθους του και της καλύτερης επιβίωσής τους. Ωστόσο, η χρήση του άγριου γόνου έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της υπερεκμετάλλευσής του (Islam *et al.*, 2004) και της εξάπλωσης της ασθένειας των λευκών κηλίδων «white spot disease» που προσβάλλει τις γαρίδες κατά την εκτροφή τους (Kongkeo, 2005).

Λόγω του αρκετά μικρού αποθέματος άγριων μεταπρονυμφών (PL), η τεχνική της εξαλίευσής τους έχει οδηγήσει σε μείωση των φυσικών αποθεμάτων τόσο του ίδιου του είδους όσο και των άλλων ειδών άγριας γαρίδας (Islam *et al.*, 2004). Αυτό συμβαίνει διότι για κάθε μεμονωμένη μεταπρονύμφη (PL) του *P. monodon* που συλλέγεται, απορρίπτεται ένας μεγάλος αριθμός νεαρών ατόμων *P. monodon* και

μεταπρονυμφών άλλων ειδών γαρίδας. Σε έρευνα του ο Primavera (1998), αναφέρει απώλειες 475 νεαρών ατόμων *P. monodon* στην Μαλαισία, 15–330 στις Φιλιππίνες και 47–999 στην Ινδία για κάθε μεμονωμένη PL *P. monodon* που συλλέχθηκε με σκοπό τη γαριδοκαλλιέργεια. Σε άλλη έρευνα οι Hoq *et al.*, (2001) αναφέρουν πως 12–551 PL από άλλες γαρίδες, 5–152 λάρβες ιχθύων και 26–1636 άτομα μακροζωοπλαγκτόν απωλέστησαν κατά τη συλλογή μεμονωμένων PL *P. monodon* ως επί το πλείστο στους ποταμούς των μαγγρόβιων δασών στο Μπαγκλαντές. Έτσι, τα περισσότερα συστήματα εκτροφών του *Penaeus monodon* πλέον βασίζονται μόνο σε γόνους που έχουν παραχθεί σε εκκολαπτήρια (Kongkeo, 2005).

2.3.4.2 Γεννήτορες

Παρά τη σημαντική αύξηση του τεχνητά αναπαραγόμενου αποθέματος των γαρίδων, οι γεννήτορες προέρχονται ακόμα από τις άγριες περιοχές. Τεχνικές και μέθοδοι απόκτησης γεννητόρων είναι μέσω της αλιείας με μηχανότρατα, διχτυών και ειδικών παγίδων (FAO, 2007). Σε πολλές περιοχές, νεαρά άτομα συλλέγονται ακόμα με το χέρι με σκοπό να πληρωθούν οι δεξαμενές καλλιέργειας (Browdy, 1998). Τα περισσότερα εκκολαπτήρια αποκτούν το απόθεμα των γεννητόρων τους από μεσάζοντες ή άμεσα από τους ψαράδες. Μερικές φορές όμως, ο εφοδιασμός μπορεί να διακοπεί σε συγκεκριμένες εποχές, όπου χρειάζεται ειδική άδεια αλιείας για τη σύλληψη των γεννητόρων γαριδών κατά τις περιόδους αυτές. Η έλλειψη και η εποχική διαθεσιμότητα των άγριων γεννητόρων του *P. monodon* περιορίζουν την ανάπτυξη της βιομηχανίας της εκτρεφόμενης γαρίδας (Kongkeo, 2005). Ως γεννήτορες προτιμώνται τα υγιή θηλυκά άτομα με συνολικό μήκος σώματος 25-30 cm και βάρος 200-320 g και υγιή αρσενικά άτομα μήκους 20-25 cm και βάρους 100-170 g (Wickins & Lee, 2002). Η Mente (2008), αναφέρει ότι το προτιμώμενο

ελάχιστο βάρος του γεννήτορος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τεχνητή αναπαραγωγή είναι τα 60 g για τα αρσενικά άτομα και άνω των 90 g για τα θηλυκά άτομα. Το ελάχιστο μέγεθος ωοτοκίας για τα θηλυκά άτομα είναι τα 100 g (Briggs *et al.*, 2004). Είναι επιθυμητό, ο θηλυκός γεννήτορας που θα επιλεγεί να έχει συνολικό μήκος άνω 28 cm και βάρος παραπάνω από 217 g, ώστε να δώσει μια αναλογία βάρους/μήκους τουλάχιστον 7,5g/cm (Πίνακας 2.1). Όσον αφορά τον αρσενικό γεννήτορα, είναι επιθυμητό να μην επιλέγονται άτομα με μήκος κάτω από τα 21 cm και να ζυγίζει τουλάχιστον 70g βάρος (NACA, 2005).

Πίνακας 2.1. Σχέση ανάμεσα στο συνολικό μήκος και βάρος του γεννήτορος *P. monodon* (NACA, 2005).

Ολικό μήκος (cm)	Βάρος (g)	Αναλογία (g/cm)
19	52	2.7
20	60	3.0
21	70	3.3
22	82	3.7
23	97	4.2
24	119	5.0
25	142	5.7
26	167	6.4
27	119	7.1
28	217	7.8
29	242	8.3
30	267	8.9
31	292	9.4
32	323	10.0
33	359	10.9
34	398	11.7
35	438	12.5

Οι γεννήτορες που αλιεύονται σε μεγάλα βάθη (περίπου 60 m) έχουν καλύτερη αναπαραγωγική απόδοση και μεγαλύτερο μέγεθος (FAO, 2007). Επίσης, ο Kongkeo (2005), αναφέρει πως γενικά προτιμώνται γεννήτορες από τα μεγαλύτερα βάθη (60-80 m), ή περισσότερα από 20 μίλια παράκτια, διότι η προσβολή από ασθένειες των γαρίδων είναι λιγότερο πιθανή σε σχέση με τις παράκτιες περιοχές. Η

επιλογή του κατάλληλου γεννήτορα απαιτεί εμπειρική γνώση, ενώ ο χειρισμός του, η αποθήκευση και η μεταφορά του απαιτεί εξειδικευμένες τεχνικές (FAO, 2007). Μετά τη συλλογή, ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τον γεννήτορα είναι η θνησιμότητα που μπορεί να προκληθεί από βακτήρια (FAO, 2007). Τρεις είναι οι κοινές μέθοδοι μεταφοράς του γόνου από την τοποθεσία σύλληψής του έως το εκκολαπτήριο: 1) Σε δεξαμενές ή κουτιά, 2) μέσα σε πλαστικές μεμβράνες με νερό και οξυγόνο και 3) μέσα σε παγωμένες ειδικές θήκες (Wickins & Lee, 2002).

Προτού μεταφερθούν οι γεννήτορες στο εκκολαπτήριο προορισμού τους, πρέπει να προετοιμαστούν έτσι ώστε να έχουν περισσότερες πιθανότητες ώστε να φτάσουν ζωντανοί και σε καλή κατάσταση, με ελάχιστο stress (NACA, 2005). Η προετοιμασία αυτή, μπορεί να πραγματοποιηθεί με βαθμιαία μείωση της θερμοκρασίας στις δεξαμενές συλλογής των γεννητόρων σε επιθυμητή θερμοκρασία μεταφοράς (18 – 28 °C, ανάλογα με τη διάρκεια της μεταφοράς), όχι πιο γρήγορα από 1 °C κάθε 10 λεπτά (δηλ. για να μειωθεί από τους 30 °C στους 20 °C, πρέπει να περάσουν 100 λεπτά) (NACA, 2005). Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση μέσα στο νερό πλαστικών δοχείων με πάγο έως ότου επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία (NACA, 2005). Το (FAO, 2007) αναφέρει πως το ιδανικό για τη μεταφορά μεμονωμένων ζώων είναι το να μεταφέρονται μέσα σε διάφανες πλαστικές αεροστεγείς μεμβράνες με οξυγόνο, τοποθετημένες μέσα σε πάγο, ώστε η θερμοκρασία να διατηρείται στους <29 °C.

Οι τεχνικές ανατροφής των γεννητόρων σε συνθήκες εκτροφής είναι ουσιαστικά οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιούνται και στην αύξηση-πάχυνση με κάποιες, ωστόσο, διαφοροποιήσεις. Μία κύρια διαφοροποίηση είναι η μείωση στην πυκνότητα του αποθέματος των γεννητόρων (Wickins & Lee, 2002). Μόλις τα άτομα των γεννητόρων συνέλθουν από την καταπόνηση (στρες) της μεταφοράς τους για

μερικές ημέρες, τοποθετούνται σε μια κυκλική δεξαμενή ωρίμανσης που είναι καλυμμένη και τοποθετημένη σε ένα σκοτεινό δωμάτιο. Ο ίδιος δείκτης φόρτισης (23 άτομα/m²) χρησιμοποιείται και για τα θηλυκά και για τα αρσενικά (Wickins & Lee, 2002). Στην Ινδία η κατανομή στις δεξαμενές γίνεται κατά 7 άτομα/m³ (Petersson, 2002). Οι γαρίδες προκαλούνται στη συνέχεια σε έκδυση με το χειρισμό της αλατότητας του νερού. Μετά το ζευγάρισμα, αφαιρείται από τα θηλυκά άτομα ένας οφθαλμικός λοβός προκειμένου να προκληθεί ενδοκρινική διέγερση. Οι γεννήτορες ταΐζονται με καλαμάρια, μύδια, συμπληρώματα από πολύχαιτους ή *Artemia* για να ενισχύσουν την αναπαραγωγική τους απόδοση (Kongkeo, 2005), (Πίνακας 2.2).

Οι πολύχαιτοι χρησιμοποιούνται εκτενώς κατά την ωρίμανση των γεννητόρων στη διατροφή τους λόγω των ιδιοτήτων τους στην ενίσχυση των αναπαραγωγικών αποδόσεων των γαρίδων (Lytle *et al.*, 1990). Οι Meunpol *et al.*, (2007) διερεύνησαν τους πιθανούς παράγοντες πίσω από την επιτυχή χρήση των πολυχαιτών στη διατροφή των γεννητόρων των γαρίδων. Πιθανό συστατικό για την ανάπτυξη των αναπαραγωγικών συστημάτων των γαρίδων θεωρούνται μερικές στεροειδείς ορμόνες των πολυχαιτών. Τα αποτελέσματα της μελέτης των Meunpol *et al.*, (2007) δείχνουν τη δυνατότητα της ωρίμανσης των ωοκυττάρων μέσω χορήγησης ορμονών στην τροφή χωρίς τη παραδοσιακή αφαίρεση του οφθαλμικού λοβού.

Ο γαριδογεννητικός σταθμός πρέπει να έχει την κατάλληλη υποδομή και να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να προσαρμόσει τον αριθμό των γεννητόρων που διατηρούνται. Οι παράγοντες που εξετάζονται κατά το σχεδιασμό του είναι το απαιτούμενο επίπεδο παραγωγής ναυπλίων, ο δείκτης της πυκνότητας και η αναλογία φύλων των γεννητόρων που θα χρησιμοποιηθούν, το κατ' εκτίμηση ποσοστό ωοτοκίας των θηλυκών, το κατ' εκτίμηση ποσοστό της εκκόλαψης και ο κατ' εκτίμηση αριθμός των αυγών και των ναυπλίων ανά θηλυκό (FAO, 2007). Ο

επιλεγμένος γεννήτορας που θα υποστεί την αφαίρεση του οφθαλμού θα πρέπει να διατηρηθεί στη δεξαμενή για τουλάχιστον τέσσερις ημέρες μετά τη μεταφορά του εκεί, ώστε να έχει συνέλθει πλήρως από την καταπόνηση (στρες) της μεταφοράς (FAO, 2007).

Το πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης των ωοθηκών μπορεί να παρατηρηθεί μέσα σε μια εβδομάδα μετά από την αφαίρεση του οφθαλμικού λοβού. Αργότερα, τα έτοιμα για ωοτοκία θηλυκά άτομα, συλλέγονται και μεταφέρονται στις δεξαμενές ωοτοκίας (Kongkeo, 2005). Τρεις με επτά ημέρες μετά από την αφαίρεση του οφθαλμού τα θηλυκά είναι τυπικά έτοιμα για την πρώτη τους ωοτοκία (NACA, 2005). Οι θηλυκές γαρίδες που έχουν υποστεί την αφαίρεση εφοδιάζονται στις δεξαμενές ωρίμανσης μαζί με τα αρσενικά σε μια πυκνότητα 4-5 άτομα/m². Τα θηλυκά και τα αρσενικά στοκάρονται σε μια αναλογία 1.5-2: 1 η οποία εξασφαλίζει την επιτυχία του ζευγαρώματος (FAO, 2007). Αφού ωοτοκήσουν, τα θηλυκά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στη διαδικασία ωρίμανσης αρκετές φορές, ενώ τα αρσενικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω για αρκετούς μήνες, ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση και τις συνθήκες των δεξαμενών (Kongkeo, 2005).

Γενικά μετά από τη γονιμοποίηση, τα αυγά διατηρούνται στην ίδια δεξαμενή ωοτοκίας μέχρι την εκκόλαψή τους. Έπειτα συλλέγεται ο ναύπλιος και ξεπλένεται με τρεχούμενο θαλασσινό νερό για τη μεταφορά του στις λαρβικές δεξαμενές εκτροφής ή για τη μεταφορά του σε άλλα μακρινά εκκολαπτήρια. Στην Ταϊλάνδη, και συγκεκριμένα στην ενδοχώρα της, υπάρχουν χιλιάδες εξειδικευμένα μικρής κλίμακας εκκολαπτήρια που αγοράζουν τους ναύπλιους και τους αυξάνουν σε μέγεθος PL 12-15 επειδή δεν μπορούν να διευθύνουν τη δαπανηρή λειτουργία γεννητικής ωρίμανσης και τεχνητής αναπαραγωγής γεννητόρων (Kongkeo, 2005).

Πίνακας 2.2. Διατροφική αγωγή για γεννήτορες *P. monodon* (NACA, 2005).

Διαιτολόγιο	Ώρα	Πολύχαιτοι	Μαλάκια, μύδια, στρείδια	Καλαμάρι	Κριλλ ή <i>Artemia</i>	Σύμπληκτα
1	0.00				2%	
2	3.00			3%		
3	6.00	4%				
4	9.00		3%			1%
5	12.00				2%	
6	15.00			3%		
7	18.00	4%				
8	21.00		3%			1%

2.3.4.3 Εκκολαπτήριο και εκτροφή

Τα αυγά των *Penaeidae* διαφέρουν από αυτά των περισσότερων εκτρεφόμενων καρκινοειδών στο ότι απελευθερώνονται άμεσα μέσα στο νερό και δεν κατακρατώνται υπό την κοιλία κατά την περίοδο της επώασης (Wickins & Lee, 2002). Τα εκκολαπτήρια των γαρίδων πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να εξασφαλίζουν βιωσιμότητα, αποδοτικότητα, οικονομική αποτελεσματικότητα και πρέπει να εφαρμόσουν τις «καλύτερες πρακτικές διαχείρισης» που στοχεύουν στην παραγωγή μεγάλων αριθμών υψηλής ποιότητας ναυπλίων και μεταπρονυμφών (PL) (NACA, 2005). Ένα καλά σχεδιασμένο εκκολαπτήριο γαρίδων αποτελείται από χωριστές εγκαταστάσεις για την εξυγίανση, την ωρίμανση, την ωοτοκία, την εκκόλαψη, τη λαρβική εκτροφή, την εσωτερική ή υπαίθρια εκτροφή των φυκών (όπου είναι εφαρμόσιμο) και την εκκόλαψη της *Artemia* (NACA, 2005).

Εδώ και δύο δεκαετίες έχει καθιερωθεί να χρησιμοποιούνται μικρές εσωτερικές δεξαμενές (4-5 τόννων) διότι έχουν αποδειχθεί αποδοτικότερες και πιο εύχρηστες για τη λαρβική εκτροφή, ιδιαίτερα εκεί που εφαρμόζονται κλειστά συστήματα για την πρόληψη ασθενειών (Kungvankij, 1986). Στα υπαίθρια συστήματα οι δεξαμενές καλύπτονται από μαύρα υφάσματα ή κεραμίδια στεγών

προκειμένου να αποφευχθεί η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού και για να μειωθεί η ένταση του φωτός (Kungvankij, 1986).

Η συνηθισμένη παραγωγή ναυπλίων του *P. monodon* είναι 100.000 τόννοι και εκτρέφονται μέχρι το στάδιο της μύσιδας ή αρχικά του σταδίου της μεταπρονύμφης με ποσοστό επιβίωσης περίπου 70 - 80 %. Έπειτα μεταφέρονται σε μία νέα δεξαμενή και εκτρέφονται μέχρι το στάδιο PL 12-15 με ένα περαιτέρω ποσοστό επιβίωσης της τάξης του 70 – 80 % (Kungvankij, 1986). Η διατροφή τους αποτελείται από διάτομα (ή *Chaetoceros* ή *Skeletonema* ή *Tetraselmis*) τα οποία εκτρέφονται σε μονοκαλλιέργεια και δίνονται σε μια κατά προσέγγιση πυκνότητα 30.000 – 50.000 κύτταρα/ml αρχικά από στο στάδιο της πρωτοζωής και στη συνέχεια έως το στάδιο PL 4-5 (Kongkeo, 2005). Εάν η παραγωγή τους διακοπεί από τη βροχή, τότε τα διάτομα μπορούν να αντικατασταθούν από τα μικρο-σύμπληκτα ή από ξηρές προπαρασκευασμένες τροφές. Ο ναύπλιος της *Artemia* δίνεται κατά μέσο όρο 50 g κύστεων ανά 100.000 προνύμφες από το στάδιο της μύσιδας έως το αρχικό PL στάδιο. Επίσης, οι Stael *et al.*, (1995) αναφέρουν πως κύστεις της *Artemia* έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σίτιση μετα-προνυμφών του *P. monodon*. Για τη μείωση των δαπανών αντί για ναύπλιους *Artemia*, χρησιμοποιούνται συνήθως νιφάδες *Artemia*. Από τη PL 4 έως τη PL 15 χρησιμοποιείται αποκλειστικά τεχνητή τροφή. Αυτό διαρκεί 26 ημέρες από την εκκόλαψη για να φτάσει στο στάδιο PL 15 (Kungvankij, 1986).

Οι Rai *et al.*, (2009) μελέτησαν τους σχετιζόμενους ιούς με το σύνδρομο της αργής αύξησης του *P. monodon*, όπως του ηπατοπανγκρεατικού ιού (HPV), του *Monodon baculovirus* (MBV), του μολυσματικού υποδερμικού και αιματοποιητικού ιού νέκρωσης (IHHNV) και του ιού Laem-Singh (LSNV). Αυτή η μελέτη δείχνει ότι η μόλυνση από τον IHHNV είναι η πιο κοινή στις μεταπρονύμφες του *P. monodon*,

ενώ προηγούμενες μελέτες πρότειναν ότι ο WSSV ήταν ο πιο κοινός ιός στις μεταπρονύμφες (Hossain *et al.*, 2001; Otta *et al.*, 2003). Η μελέτη συμπέρανε ότι η παρουσία του IHNV αποτελεί μια από τις αιτίες της αργής αύξησης του εκτρεφόμενου *P. monodon* στην Ινδία.

Τα αποτελέσματα μελέτης που έγιναν από τους de la Pena *et al.*, (2008) σε άγριους γόννους του *P. monodon* στις Φιλιππίνες επιβεβαίωσαν την παρουσία και την επικράτηση του ιού monodon baculovirus (MBV). Επίσης, συλλεγμένος γόννος από μολυσμένες τοποθεσίες θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως δεξαμενή του ιού που θα μπορούσε να μολύνει τις μετα-προνύμφες που χρησιμοποιήθηκαν ως απόθεμα στις υπαίθριες δεξαμενές αύξησης. Ομοίως, οι Ramasamy *et al.*, (2000) παρατήρησαν την επικράτηση του MBV στην Ινδία.

Το *Luminescent Vibrio harveyi* αποτελεί φυσική μικροχλωρίδα των θαλασσιών και παράκτιων υδάτων και συνδέεται με τη θνησιμότητα των λαρβικών γαρίδων *Penaeidae* μέσα στα εκκολαπτήρια. Σε μελέτη των Chrisolite *et al.*, (2008) σε ένα εμπορικό εκκολαπτήριο του *P. monodon*, εξετάστηκαν οι επιπτώσεις του *Luminescent Vibrio harveyi*. Η μελέτη έδειξε ότι οι επωαστικές συσκευές, οι εγκαταστάσεις της ωρίμανσης και της ωστοκίας στο εκκολαπτήριο των γαρίδων είναι η κύρια πηγή για το *Luminescent Vibrio harveyi*, το οποίο έχει αναφερθεί ως μία από τις σημαντικότερες αιτίες της μαζικής θνησιμότητας των λαρβικών σταδίων στα εκκολαπτήρια των γαρίδων *Penaeidae* σε όλο τον κόσμο (Alvarez *et al.*, 1998).

2.3.4.4 Εκτροφή μεταπρονυμφών

Η εκτροφή των μεταπρονυμφών (PL) του *P. monodon* στους γαριδογεννητικούς σταθμούς πραγματοποιείται σε δύο στάδια: αρχικό και δευτερεύον στάδιο. Το αρχικό στάδιο περιλαμβάνει τη μεταφορά των νέων μεταπρονυμφών

(στάδια PL 1 έως PL 4-5) από τις λαρβικές δεξαμενές εκτροφής σε χωριστές δεξαμενές μέχρι να αναπτυχθούν στο στάδιο PL 15 ή και περισσότερο πριν από την πώληση τους στις γαριδοκαλλιεργητικές μονάδες. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται για να βελτιστοποιήσει τη χρήση των λαρβικών δεξαμενών εκτροφής, έτσι ώστε κάθε δεξαμενή να μπορεί να λειτουργήσει δύο κύκλους παραγωγής περίπου κάθε δύο εβδομάδες το μήνα. Βοηθά επίσης στο να διατηρηθούν οι εγκαταστάσεις εκτροφής καθαρές, καθώς κάθε δεξαμενή εφοδιάζεται μόνο για ένα μέγιστο δύο εβδομάδων (FAO, 2007). Το δεύτερο στάδιο εκτροφής περιλαμβάνει τη συγκομιδή των μεγαλύτερων νυμφών (στάδιο PL 12-15) και τη μεταφορά τους σε μεγαλύτερες υπαίθριες ή μη δεξαμενές όπου αναπτύσσονται για δύο έως τρεις εβδομάδες πριν πωληθούν. Αυτό γίνεται για να ενισχύθει το ποσοστό επιβίωσης τους και να μειωθεί ο χρόνος εκτροφής τους στις μονάδες γαριδοκαλλιέργειας, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τον αριθμό κύκλων παραγωγής το χρόνο (FAO, 2007).

Η εκτροφή των μεταπρονυμφών παρέχει στους παραγωγούς ανθεκτικά νεαρά άτομα, τα οποία έχουν πλήρως εγκλιματιστεί στο περιβάλλον και είναι κατάλληλα να ενσωματωθούν στη διαδικασία της εκτροφής. Η θνησιμότητα των μεταπρονυμφών αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα στα εκκολαπτήρια (Wickins & Lee, 2002). Λόγω της βενθικής συμπεριφοράς των μεταπρονυμφών, η συγκομιδή τους από τις χωμάτινες δεξαμενές είναι δύσκολη με συνέπεια η εκτροφή των παραχθέντων μεταπρονυμφών από το εκκολαπτήριο να μην είναι τόσο πρακτική. Η εκτροφή στις συγκεκριμένες δεξαμενές αποδίδει φτωχή επιβίωση στις μεταπρονύμφες, λόγω της κανιβαλικής συμπεριφοράς των PL σε υψηλές πυκνότητες (Wickins & Lee, 2002). Οι μεταπρονύμφες συνήθως μεταφέρονται στις δεξαμενές αύξησης όταν φτάσουν τα 0,1 – 2 g, όπου κατά τη φάση αυτή τα περισσότερα αδύναμα άτομα θα έχουν πεθάνει, ενώ τα υπόλοιπα θα αποτελέσουν το απόθεμα (Wickins & Lee, 2002).

Στις ημιεντατικές δεξαμενές εκτροφής, όπου οι μεταπρονύμφες δεν διατρέφονται πλήρως και αποκλειστικά με τεχνητές τροφές και επίσης κάποιοι άρπαγες παραμένουν στις δεξαμενές, οι μεταπρονύμφες ανατρέφονται συνήθως για μερικές εβδομάδες σε ένα χωμάτινο διαμέρισμα (αποτελεί το 5 - 10% της έκτασης της δεξαμενής) μέσα στις δεξαμενές εκτροφής. Αυτό επιτρέπει στην τροφή να συγκεντρωθεί σε αυτή την μικρή περιοχή ανατροφής, με συνέπεια οι μεταπρονύμφες που είναι μεγαλύτερες και ικανότερες στο να δραπετεύσουν από τα αρπακτικά ζώα, να διατρέφονται εκεί (Kongkeo, 2005). Οι ποσοτικές απαιτήσεις των μεταπρονυμφών του *P. monodon* για απαραίτητα αμινοξέα καθορίστηκαν μέσω μιας σειράς πειραμάτων σίτισης από τους Millamena *et al.*, (1999), όπου οι βέλτιστες διαιτητικές απαιτήσεις για τα απαραίτητα αμινοξέα, σε ποσοστό της διαίτας, ήταν οι εξής: ιστιδίνη 0,8%, ισολευκίνη 1,01%, λευκίνη 1,7%, φαινυλαλανίνη 1,4%, και τρυπτοφάνη 0,2%. Οι πληροφορίες αυτές είναι κρίσιμες στη βελτιστοποίηση της αύξησης και της αποδοτικότητας των τροφών και στην ανάπτυξη των οικονομικώς αποδοτικότερων σιτηρεσίων για το *P. monodon*.

2.3.4.5 Μέθοδοι εκτροφής

Εφαρμόζονται τρεις μέθοδοι εκτροφής των γαρίδων *P. monodon* μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος: 1) εκτατική μέθοδος, 2) ημιεντατική μέθοδος και 3) εντατική μέθοδος, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις χαμηλές, τις μέσες και τις υψηλές πυκνότητες εμπλουτισμού των δεξαμενών εκτροφής, αντίστοιχα. Η *P. monodon* λόγω της βενθικής διατροφικής της συνήθειας είναι εμπορικά εκτρεφόμενη μόνο σε χωμάτινες δεξαμενές υπό εύρος αλατότητας από 2 έως 30 ‰ (Kongkeo, 2005). Το απαιτούμενο βάρος για τη συγκομιδή του *P. monodon* είναι τα 35 g μετά από 120 ημέρες (Cascorbi, 2004). Στις λιμνοθάλασσες του Μπανγκλαντές, η εκτροφή του *P.*

monodon πραγματοποιείται μαζί με άλλα είδη γαρίδων (πολυκαλλιέργεια) όπως των *P. indicus*, *Metapeneaus monoceros*, και *M. brevicornis* και με διάφορα είδη ιχθύων (Cascorbi, 2004).

A) Εκτατική μέθοδος

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στο Μπανγκλαντές, στην Ινδία, στην Ινδονησία, στη Μιανμάρ, στις Φιλιππίνες και στο Βιετνάμ, διότι οι περιοχές αυτές δέχονται έντονα την επίδραση της παλίρροιας και συνεπώς η δαπανηρή άντληση του νερού είναι περιττή. Οι χωμάτινες δεξαμενές, που είναι τυπικά αβαθείς (0,3 – 1,0 m), κατασκευάζονται εύκολα με χειρωνακτική εργασία για τη μείωση των δαπανών και είναι γενικά μεγαλύτερες από πέντε εκτάρια (Kongkeo, 1997). Το σχήμα τους είναι μη ομαλό και εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους. Συνήθως απαιτείται συχνή συντήρηση των αναχωμάτων (Wickins & Lee, 2002). Ο άγριος γόνος, ο οποίος σύμφωνα με τους Wickins & Lee, (2002) συλλέγεται συχνά κατά τη περίοδο των ανοιξιότικων παλιρροιών, είτε εισάγεται στη δεξαμενή με την παλίρροια είτε αγοράζεται από τους συλλέκτες.

Οι γαρίδες διατρέφονται από τις φυσικές τροφές που εισέρχονται στη δεξαμενή από τις παλίρροιας και ενισχύονται στη συνέχεια από οργανικά ή ανόργανα λιπάσματα. Λόγω των χαμηλών πυκνοτήτων, οι Wickins & Lee, (2002) αναφέρουν πως η ολική πυκνότητα εμπλουτισμού γαρίδων σε εκτατικά συστήματα εκτροφής παραμένει χαμηλή και κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 5 γαρίδες/m². Ο (Kongkeo, 1997) αναφέρει πως στις δεξαμενές εκτροφής ο γόνος τοποθετείται με πυκνότητα που δεν υπερβαίνει τα 2/m². Οι μεγαλύτερες σε μέγεθος γαρίδες (>50 g) συγκομίζονται συνήθως μέσα σε έξι μήνες ή και περισσότερο. Στα εκτατικά συστήματα η παραγωγή είναι χαμηλή και κυμαίνεται από 50 - 500 Kg/εκτάριο/έτος. Σήμερα, λόγω της

αύξησης του κόστους της αγοράς ή μίσθωσης των εδαφών στις χώρες όπου ευδοκimei αυτό το σύστημα εκτροφής, αλλά και της έλλειψης των άγριων γόνων, σχεδόν κανένα νέο εκτατικό σύστημα δεν κατασκευάζεται πλέον. Πολλοί εκτροφείς αφού αποκτήσουν την εμπειρία στις γαρίδες που εκτρέφουν, αναβαθμίζουν τις δεξαμενές τους σε ημιεντατικά συστήματα για να τους παρέχουν καλύτερα εισοδήματα (Kongkeo, 1997).

B) Ημιεντατική μέθοδος

Οι ημιεντατικές δεξαμενές εμπλουτίζονται συνήθως με γόνο ο οποίος έχει παραχθεί σε εκκολαπτήριο και σε πυκνότητα από 5 – 20 PL/m². Η εναλλαγή του νερού πραγματοποιείται συχνά μέσω της παλίρροιας και πληρώνεται με άντληση. Οι γαρίδες διατρέφονται από φυσικές τροφές που εισέρχονται στη δεξαμενή εκτροφής από τη παλίρροια και ενισχύονται από τη λίπανση των δεξαμενών. Η παραγωγή κυμαίνεται από 500 - 40000 Kg/εκτάριο/έτος (Kongkeo, 1997).

Γ) Εντατική μέθοδος

Τα εντατικά συστήματα βρίσκονται σε περιοχές που δεν δέχονται την επίδραση της παλίρροιας και έτσι οι δεξαμενές εκτροφής τους έχουν τη δυνατότητα να αποστραγγιστούν πλήρως και να είναι στεγνές πριν από κάθε εμπλουτισμό-κύκλο παραγωγής. Η μέθοδος αυτή είναι διαδεδομένη σε όλες τις χώρες στις οποίες εκτρέφεται η *P. monodon* και χρησιμοποιείται συνήθως στην Ταϊλάνδη, στις Φιλιππίνες, στη Μαλαισία και στην Αυστραλία. Οι δεξαμενές εκτροφής είναι γενικά μικρές (0,1 έως 1,0 εκτάρια) και η μορφή τους είναι τετράγωνη ή ορθογώνια. Έχουν βάθος 1 – 1.5 m (Wickins & Lee, 2002). Οι πυκνότητες εμπλουτισμού κυμαίνονται από 20 έως 60 PL/m². Ο έντονος αερισμός, ο οποίος είτε παράγεται από

πετρελαιοκίνητες είτε από ηλεκτρικές μηχανές, είναι απαραίτητος για την εσωτερική κυκλοφορία του νερού και τη παροχή οξυγόνου και για τις γαρίδες, αλλά και για το φυτοπλαγκτόν (Kongkeo, 1997).

Η διατροφή των γαρίδων βασίζεται σε τεχνητές τροφές και η σίτιση εφαρμόζεται 4 – 5 φορές την ημέρα. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής είναι συνήθως μεταξύ 1,2 και 2. Κοινές πρακτικές στα συστήματα αυτά είναι η μειωμένη ανταλλαγή του νερού και τα κλειστά συστήματα κυκλοφορίας του νερού, με τα οποία μειώνεται ο κίνδυνος ασθενειών από ιό, όπως αυτή των λευκών κηλίδων, προερχόμενες από το νερό εισροής (Kongkeo, 1997). Η αποδοτική διαχείριση της διατροφής των γαρίδων είναι ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για μια επικερδή παραγωγή, δεδομένου ότι η τροφή αντιπροσωπεύει πάνω από το 50 % των δαπανών παραγωγής στα εντατικά συστήματα. Τακτικές μετρήσεις πραγματοποιούνται στις παραμέτρους της ποιότητας του νερού όπως το pH, η αλατότητα, το διαλυμένο οξυγόνο, η αλκαλικότητα, το υδρόθειο και η αμμωνία. Η παραγωγή κυμαίνεται από 4.000 έως 15.000 Kg/εκτάριο/έτος (Kongkeo, 1997).

2.3.4.6 Διατροφή του *P. monodon*

Οι χώρες με σημαντική παραγωγή έχουν αναπτύξει εργοστάσια εμπορικών γαριδοτροφών αντί να εισάγουν τις ακριβές προπαρασκευασμένες τροφές από άλλες χώρες. Η παρατεταμένη αποθήκευση της εισαγόμενης τροφής η οποία προέρχεται από τις θαλάσσιες μεταφορές ή προκύπτει λόγω της ανάγκης να εισαχθούν μεγάλες ποσότητες σε κάθε παραγγελία, τείνει να μειώσει την ποιότητα των τροφών λόγω αλλοίωσής τους. (Kongkeo, 2005). Στην Κίνα το μεγαλύτερο μέρος της γηγενούς τροφής των γαρίδων δεν περιέχει όλες τις αναγκαίες θρεπτικές ουσίες που

απαιτούνται για το σκοπό της καλλιέργειας. Πολλά είδη τοπικής τροφής είναι ασταθή στο νερό και οδηγούν έτσι σε υψηλούς συντελεστές μετατρεψιμότητας τους. Αν και οι εμπορικές τροφές έχουν καλή ποιότητα, είναι ακριβές. Στην Κίνα, πολλοί εκτροφείς προτιμούν την παρασκευή μη πλήρων τεχνητών τροφών (Biao & Kaijin, 2007). Επίσης, επειδή ο χρωματισμός των γαρίδων έχει σημαντικό αντίκτυπο στην εμπορική τους τιμή, απαιτείται η χορήγηση επαρκούς επιπέδου καροτενοειδών (κυρίως ασταξανθίνης) στην τροφή (Tume *et al.*, 2009). Μικρές ποσότητες άλλων καροτενοειδών, συμπεριλαμβανομένης της λουτεΐνης και της ζεαξανθίνης, έχουν επίσης προταθεί στο να χορηγούνται (Pan *et al.*, 2001).

2.4 Εκτροφή του είδους *Litopenaeus vannamei*

2.4.1 Ενδιαίτημα και βιολογία του είδους

Η *Litopenaeus vannamei* (Σχ. 2.6), που είναι γνωστή και ως η λευκή γαρίδα του Ειρηνικού, είναι είδος γηγενές στα Ανατολικά παράλια του Ειρηνικού ωκεανού από το Μεξικό έως το Περού, στις περιοχές όπου οι θερμοκρασίες ύδατος είναι >20 °C καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Σχ. 2.7). Η *Litopenaeus vannamei* αποτελεί το σημαντικότερο είδος των εκτρεφόμενων γαρίδων (Wyban & Sweeny, 1991). Η ταξινόμησή του είναι η εξής:

Βασίλειο	<u>Animalia</u>
Φύλο	<u>Arthropoda</u>
Υποφύλο	<u>Crustacea</u>
Κλάση	<u>Malacostraca</u>
Τάξη	<u>Decapoda</u>
Superfamily:	<u>Dendrobranchiata</u>
Οικογένεια	<u>Penaeidae</u>
Γένος	<u><i>Litopenaeus</i></u>
Είδος	<i>L. vannamei</i>



Σχήμα 2.6. *Litopenaeus vannamei* (Πηγή: www.eol.org).

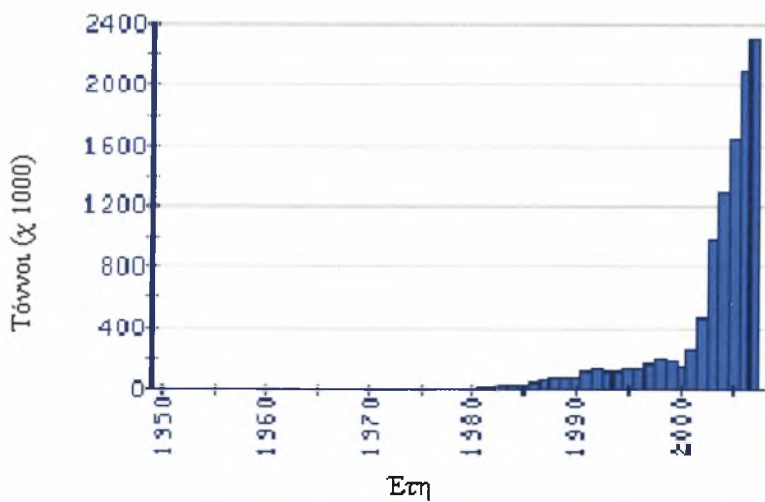
Σήμερα, πάνω από 2,4 εκατομμύρια τόνοι γαρίδων *L. vannamei* καταναλώνονται ετησίως, με τη συντριπτική πλειοψηφία αυτών να προέρχεται από τις υδατοκαλλιέργειες (Σχ. 2.8) και μόνο 1000 τόνοι από την αλιεία (Σχ. 2.9).

Η *Litopenaeus vannamei* ζει σε τροπικούς θαλάσσιους βιότοπους σε βάθος από 0 – 72 m σε λασπώδη πυθμένα. Τα ενήλικα άτομα ζουν και ωτοκοούν στον ανοικτό ωκεανό, ενώ οι μετανύμφες μεταναστεύουν παράκτια για να περάσουν τα νεανικά, εφηβικά και υπο-ενήλικα στάδιά τους στις παράκτιες εκβολές, τις λιμνοθάλασσες ή τις περιοχές των μαγροβίων (FAO, 2009; Primavera, 1992). Τα αρσενικά άτομα γίνονται αναπαραγωγικά ώριμα όταν αποκτήσουν βάρος 20 g, ενώ τα θηλυκά στα 28 g και σε ηλικία των 6-7 μηνών. Η *L. vannamei* που ζυγίζει 30-45 g θα ωτοκήσει 100.000 – 250.000 αυγά περίπου με διάμετρο 0,22 mm. Η εκκόλαψη πραγματοποιείται περίπου 16 ώρες μετά την ωτοκία και τη γονιμοποίηση. Οι προνύμφες των πρώτων σταδίων, που καλούνται ναύπλιοι, κολυμπούν περιοδικά και είναι θετικά φωτοτακτικοί. Η επιβίωσή τους εξασφαλίζεται από τη λέκιθό τους. Τα επόμενα λαρβικά στάδια (της πρωτοζωής, της μύσιδας και της μεταπρονύμφης, αντίστοιχα) παραμένουν πλαγκτονικά για κάποιο διάστημα, διατρέφονται με φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν, και μεταφέρονται προς την ακτή από τα

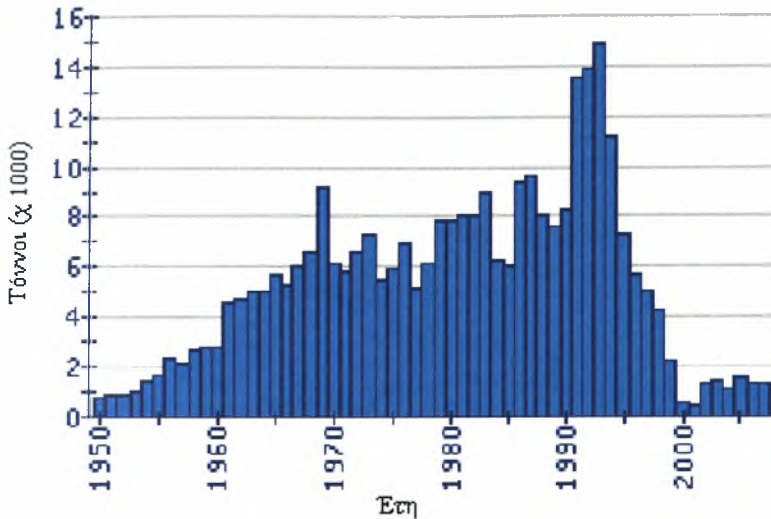
παλιρροιακά ρεύματα (Σχ. 2.10). Οι μετανύμφες (PL) αλλάζουν τη πλαγκτονική τους συνήθειά περίπου 5 ημέρες μετά από την έκδυση, κινούνται παράκτια και αρχίζουν να τρέφονται με τα βενθικά κατάλοιπα, τα σκουλήκια, τα δίθυρα και τα καρκινοειδή (FAO, 2009). Η ανάπτυξη της *L. vannamei* σε επίπεδο λαρβών και μετανυμφών γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (22 – 24 °C) (Lester & Pante, 1992).



Σχήμα 2.7 Οι κυριότερες χώρες παραγωγής της γαρίδας *Litopenaeus vannamei* (FAO Fishery Statistics, 2006).



Σχήμα 2.8. Ετήσια παγκόσμια υδατοκαλλιεργητική παραγωγή του *Litopenaeus vannamei* από το 1950 έως το 2007 (Πηγή: www.FAOSTAT.fao.org).

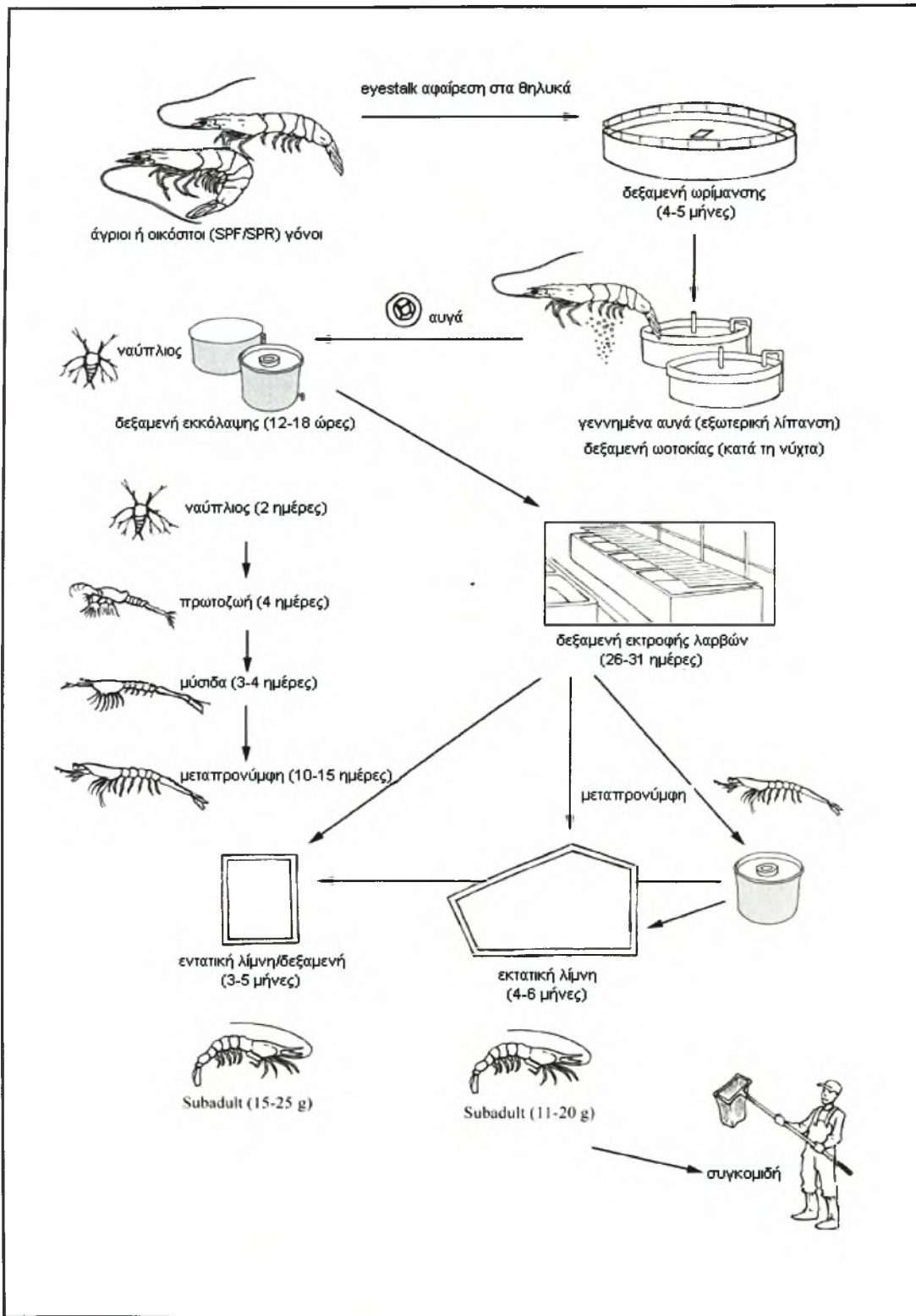


Σχήμα 2.9. Ετήσια παγκόσμια αλιευτική παραγωγή του *Litopenaeus vannamei* από το 1950 έως το 2007 (Πηγή: www.FAOSTAT.fao.org).

2.4.2 Εκτροφή του είδους

Στη Λατινική Αμερική κυριαρχούν τα εκτατικά συστήματα εκτροφής του είδους, τα οποία ως και τα τέλη της δεκαετίας του '90 χρησιμοποιούσαν συλληφθέντες άγριους γόνους αλλά πλέον μόνο τεχνητά αναπαραγώμενους (Briggs, 2006). Η παραγωγή γαρίδων στην Ασία, την τελευταία δεκαετία, αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα προερχόμενα από παθογόνους ιούς που προκαλούν σημαντικές απώλειες στις βιομηχανίες εκτροφής των περισσότερων Ασιατικών χωρών (Briggs *et al.*, 2004). Επίσης στην Ασία, παρά τα προβλήματα με την εξάπλωση ασθενειών, το *L. vannamei* πλεονεκτεί του *P. monodon* στο γεγονός πως κατά ένα μεγάλο μέρος έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει τον κύκλο ζωής του και να παραχθεί γεννήτορας μέσα στις δεξαμενές εκτροφής (Briggs *et al.*, 2004). Η εξοικείωση και η επιλογή γενετικών προγραμμάτων που εφαρμόστηκαν παρείχαν υψηλής ποιότητας γόνο, ώστε τα εκκολαπτόμενα PL να είναι ανθεκτικά σε ασθένειες. Σήμερα υπάρχουν διακριτές σειρές τεχνητά αναπαραγώμενων και βελτιωμένων γενετικά γόνων, όπως

π.χ. οι σειρές SPF (Specific Pathogen Free) και SPR (Specific Pathogen Resistant), που εκτρέφονται στις Η.Π.Α. και την Ασία (Briggs, 2006).



Εικόνα 2.10. Κύκλος παραγωγής του *Litopenaeus vannamei* (Πηγή: FAO, 2009).

2.4.2.1 Ωρίμανση γεννητόρων, ωοτοκία και εκκόλαψη λαρβών

Το *L. vannamei* είναι ένα είδος που μπορεί να ζευγαρώσει και να ωοτοκήσει αρκετά πιο εύκολα σε συνθήκες εκτροφής, συγκριτικά με το *P. monodon* (Briggs *et al.*, 2004). Για την εκτροφή του *L. vannamei* χρησιμοποιούνται γεννήτορες που προέρχονται από 3 πηγές: Α) Όπου υπάρχουν φυσικά αποθέματα, λαμβάνονται γεννήτορες από τη θαλάσσια περιοχή (συνήθως ηλικίας 1 έτους και βάρους >40 g). Β) Σε γαριδοκαλλιέργειες, κάποια άτομα συλλέγονται από τις δεξαμενές (μετά από 4 - 5 μήνες εκτροφής με βάρος 15-25 g), εκτρέφονται περαιτέρω για 2-3 μήνες και μεταφέρονται έπειτα στις εγκαταστάσεις ωρίμανσης όταν ζυγίζουν βάρος 30 - 35 g και ηλικίας άνω των 7 μηνών. Γ) Αγορασμένοι γεννήτορες από δεξαμενή εκτροφής SPF/SPR από τις Η.Π.Α., ηλικίας 7 - 8 μηνών και βάρους 30 - 40 g (Briggs, 2006). Η Mente (2008), αναφέρει ότι το προτιμώμενο ελάχιστο βάρος του γεννήτορος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στις δεξαμενές ωρίμανσης είναι τα 40 g για τα αρσενικά άτομα και 45 g για τα θηλυκά άτομα. Το *L. vannamei* μπορεί να ωοτοκήσει στα 35 g, το οποίο μπορεί να επιτευχθεί εύκολα σε 7 μήνες (Briggs *et al.*, 2004)

Οι γεννήτορες τοποθετούνται σε σκοτεινές τσιμεντένιες δεξαμενές στις οποίες παρέχεται καθαρό, φιλτραρισμένο θαλασσινό νερό. Οι τροφές που δίνονται αποτελούνται από ένα μίγμα φρέσκων φυσικών και τεχνητών τροφών (Briggs, 2006). Στη συνέχεια, από κάθε θηλυκό αφαιρείται ένας οφθαλμικός λοβός, οδηγώντας στην επαναλαμβανόμενη γεννητική ωρίμανση και την ωοτοκία. Οι Sainz-Hernandez *et al.*, 2008 σε μελέτη που πραγματοποίησαν, ερεύνησαν την επίδραση της μονομερούς και της διμερούς αφαίρεσης του οφθαλμικού λοβού στη συγκέντρωση διάφορων μεταβολιτών του αίματος και του συστήματος φαινολοξειδάσης (phenoloxidase) στις θηλυκές και αρσενικές γαρίδες. Τα αρσενικά και τα θηλυκά επηρεάστηκαν

διαφορετικά από την αφαίρεση του οφθαλμικού λοβού από την άποψη των συγκεντρώσεων της γλυκόζης, των τριγλυκεριδίων, και της πρωτεΐνης στο αίμα (Sainz-Hernandez *et al.*, 2008).

Τα θηλυκά άτομα αναπαράγονται αποτελεσματικά στην ηλικία των 8-10 μηνών, ενώ τα αρσενικά σε ηλικία άνω των 10 μηνών. Τα ποσοστά της ωοτοκίας που επιτυγχάνονται κατά τη διάρκεια της νύχτας, ανάλογα με την πηγή των γεννητόρων, κυμαίνονται από 5 – 15% (Briggs, 2006). Το *L. vannamei* μπορεί να ωοτοκήσει 60.000 – 200.000 αυγά ανά ωοτοκία (Mente, 2008). Το επόμενο απόγευμα, οι υγιείς ναύπλιοι προσελκύονται από το φως, συλλέγονται και ξεπλένονται με το νερό της θάλασσας. Έπειτα απολυμαίνονται με ιώδιο ή και διάλυμα φορμόλης, ξεπλένονται πάλι με θαλασσινό νερό, καταμετρούνται και τέλος μεταφέρονται στις δεξαμενές εκτροφής ή άμεσα στις λαρβικές δεξαμενές εκτροφής (Briggs, 2006).

Από τους Arcos *et al.*, (2005) ερευνήθηκε η επίδραση του χρόνου που ξοδεύει ο γεννήτορας στην αναπαραγωγή, και το αποτέλεσμα των διαδοχικών ωοτοκιών στην ποιότητα των λαρβών του *L. vannamei*. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η χρησιμοποίηση των ίδιων γεννητόρων για διαδοχικές ωοτοκίες δεν είχαν καμία επίδραση στη ποιότητα των λαρβών. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν προηγούμενες προτάσεις (Arcos *et al.*, 2003) σχετικά με το ότι η επιλογή θηλυκών ατόμων που έχουν την ικανότητα πολλαπλάσιων ωοτοκιών είναι επιθυμητή και οδηγεί σε αυξημένη αναπαραγωγική απόδοση.

Η απώλεια της γενετικής παραλλακτικότητας μπορεί να είναι επιζήμια στην υγεία και στην ικανότητα επιβίωσης ενός πληθυσμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εργασίας που έγινε από τους de Lima *et al.*, (2008) με σκοπό τον έλεγχο της γενετικής παραλλακτικότητας του *L. vannamei* σε εκκολαπτήριο, τα μεγάλα μεγέθη των πληθυσμών και η υψηλή γενετική ποικιλομορφία του αρχικού αποθέματος

μπορούν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της γενετικής παραλλακτικότητας των γεννητόρων. Επίσης σε άλλη μελέτη που έγινε από τους Valles-Jimenez *et al.*, (2005), όπου ερευνήθηκε η γενετική ποικιλομορφία και η σύνθεση του πληθυσμού άγριων γαρίδων *L. vannamei* από το Μεξικό έως τον Παναμά, τα συμπεράσματα έδειξαν πως οι πληθυσμοί του είδους σε αυτές τις περιοχές θα πρέπει να μεταχειρίζονται ως γενετικά διαφορετικοί πληθυσμοί.

2.4.2.2 Παραγωγή και εκτροφή γόνου

Τα συστήματα εκκολαπτηριών που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν από τα μικρά, απλά και συχνά εσωτερικά εκκολαπτήρια, έως μεγάλες εγκαταστάσεις, περίπλοκες και περιβαλλοντικά ελεγχόμενες, που λειτουργούν παράλληλα με τις μονάδες ανατροφής και εκτροφής. Οι ναύπλιοι στοκάρονται σε δεξαμενές σχήματος «B» ή «U» με έναν όγκο 4-100 m³, οι οποίες γίνονται από σκυρόδεμα, φάϊμπεργκλας ή άλλο πλαστικό υλικό. Οι προνύμφες είτε εκτρέφονται ως το στάδιο PL 10-12 σε μια ενιαία λαρβική δεξαμενή εκτροφής, είτε συλλέγονται όταν φτάσουν στο στάδιο PL 4-5 και μεταφέρονται σε παραλληλόγραμμα δεξαμενές «τύπου raceways» με επίπεδο πυθμένα και εκτρέφονται ως το στάδιο PL 10-30 (Briggs, 2006), (Σχ. 2.10). Το νερό ανανεώνεται τακτικά (10-100% του όγκου του καθημερινά), ώστε να διατηρούνται καλές περιβαλλοντικές συνθήκες (Briggs, 2006). Το *L. vannamei* παρουσιάζει πλεονεκτήματα, τα οποία περιλαμβάνουν τον ταχύ ρυθμό ανάπτυξης, την ανοχή σε υψηλούς δείκτες πυκνότητας, την ανοχή σε χαμηλές τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας, τις χαμηλές πρωτεϊνικές απαιτήσεις (και επομένως δαπάνες παραγωγής), την ανθεκτικότητα στις ασθένειες (ειδικά όταν χρησιμοποιούνται τα αποθέματα SPR), και την υψηλή επιβίωση κατά τη διάρκεια της λαρβικής εκτροφής (Briggs *et al.*, 2004).

Η διατροφή του γόνου αποτελείται από ζωντανή τροφή (μικροφύκη και *Artemia*), η οποία συμπληρώνεται από τις εμπλουτισμένες μικρο-δίαιτες, υγρές ή ξηρές προπαρασκευασμένες τροφές. Η χρονική περίοδος από την εκκόλαψη έως τη συγκομιδή των PL 12 διαρκεί περίπου 21 ημέρες. Επίσης λαμβάνεται πρόληψη με σκοπό τη μείωση μολύνσεων των λαρβικών εγκαταστάσεων από παθογόνα βακτήρια χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό περιοδικής ξήρανσης και απολύμανσης, διήθησης ή και χλωρίωσης, απολύμανσης των ναύπλιων, αλλαγή του νερού και χρήση αντιβιοτικών ή (κατά προτίμηση) προβιοτικών.

Η χρήση των προβιοτικών θα μπορούσε να είναι μια έγκυρη εναλλακτική λύση στην προφυλακτική εφαρμογή των χημικών ουσιών των φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στις γαριδοκαλλιέργειες (Decamp *et al.*, 2008). Μετά από ερευνητικό πρόγραμμα για την εύρεση πολυάριθμων στελεχών βακτηρίων με ικανότητα να εμποδίζουν την ανάπτυξη παθογόνων στελεχών υπό κατάλληλες συνθήκες στα εκκολαπτήρια των γαριδών, σχεδιάστηκε μίγμα ειδικού στελέχους βακίλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα προβιοτικά μπορούν να είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση στην προφυλακτική χρήση των αντιβιοτικών (Decamp *et al.*, 2008).

Οι περισσότερες μονάδες εκτροφής του *L. vannamei* δε διαθέτουν σταθμούς ανατροφής γόνου, αλλά αγοράζουν PL 10 - 12 οι οποίες μεταφέρονται σε μειωμένη θερμοκρασία, είτε σε πλαστικές μεμβράνες είτε μέσα σε οξυγονωμένες δεξαμενές, και στοκάρονται μέσα στις χωμάτινες δεξαμενές. Σε μερικές περιπτώσεις, οι σταθμοί ανατροφής του γόνου χρησιμοποιούν συγκεκριμένες χωριστές δεξαμενές ή χωμάτινες δεξαμενές, ή ακόμα και κλωβούς που βρίσκονται μέσα στις χωμάτινες δεξαμενές. Τέτοια συστήματα σταθμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για 1 - 5 εβδομάδες. Οι σταθμοί ανατροφής είναι χρήσιμοι στις πιο κρύες περιοχές, όπου η εποχή εκτροφής

είναι περιορισμένη και οι PL ανατρέφονται σε ένα μεγαλύτερο μέγεθος (0,2-0,5 g) μέσα σε θερμαινόμενες δεξαμενές, πριν μεταφερθούν στις χωμάτινες δεξαμενές εκτροφής. Στις ΗΠΑ η χρήση αυτών των εντατικών μεθόδων με ελεγχόμενη θερμοκρασία, χρήση θερμοκηπίων, και δεξαμενές τύπου raceways έχουν αποδώσει καλά αποτελέσματα (Briggs, 2006).

Οι αυξανόμενοι περιβαλλοντικοί κανονισμοί και η απώλεια των συγκομιδών λόγω των εκδηλώσεων ασθενειών που προέρχονται από ιό έχουν δημιουργήσει μια απαίτηση για αποδοτικές, μη παθογόνες, αλλά και βιώσιμες πρακτικές παραγωγής γαρίδων. Αυτές οι μέθοδοι, συνιστανται για την ανατροφή των γαρίδων υπό περιορισμένης-ελάχιστης ανταλλαγής νερού με προσεκτικό έλεγχο της ποιότητας του και βελτιωμένη διατροφή (Samocha *et al.*, 2007). Χρησιμοποιώντας μεταπρονύμφες *L. vannamei* οι Samocha *et al.*, (2007) διενήργησαν έρευνα με σκοπό να αξιολογήσουν την επίδραση του συμπληρωματικού διαιτητικού άνθρακα στην απόδοση των γαρίδων και στους δείκτες της ποιότητας του νερού. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η προσθήκη των μελασών στην τροφή των γαρίδων δεν οδήγησε σε καμία σημαντική επίδραση στην ποιότητα νερού ή στην απόδοση των γαρίδων.

2.4.2.3 Μέθοδοι εκτροφής ενήλικων ατόμων

Γενικά, τέσσερις μέθοδοι εκτροφής του είδους εφαρμόζονται: 1) εκτατική μέθοδος, 2) ημιεντατική μέθοδος, 3) εντατική μέθοδος και 4) υπερ-εντατική μέθοδος, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τους χαμηλούς, μέσους, υψηλούς και εξαιρετικά υψηλούς δείκτες πυκνότητας γαρίδων, αντίστοιχα. Το *L. vannamei* είναι ανθεκτικό σε ένα ευρύ φάσμα τιμών αλατότητας, από 0.5-45 ‰, είναι άνετο σε 7-34 ‰, αλλά αυξάνεται καλύτερα στις χαμηλές τιμές αλατότητας περίπου 10-15 ‰ (όπου το περιβάλλον και το αίμα είναι ισό-ωσμωτικά) (Wyban & Sweeny, 1991). Αν και το *L. vannamei* είναι ανθεκτικό σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, αυξάνεται καλύτερα μεταξύ των 23 –

30 °C (που περιλαμβάνει την πλειοψηφία των τροπικών και υποτροπικών περιοχών), με βέλτιστη τιμή για την αύξηση του να είναι 30 °C για τις μικρές (1 g) και 27 °C για τις μεγαλύτερες γαρίδες (12-18 g). Επίσης, το είδος είναι ανθεκτικό σε θερμοκρασίες κάτω των 15 °C και έως 33 °C χωρίς προβλήματα, αλλά με μειωμένα ποσοστά αύξησης (Wyban & Sweeny, 1991).

A) Εκτατική μέθοδος

Τη συναντάμε συνήθως στις Λατινοαμερικάνικες χώρες, σε περιοχές που δέχονται έντονα την επίδραση της παλίρροιας όπου παρέχεται ελάχιστο ή καθόλου νερό άντλησης και αερισμός. Το σχήμα των δεξαμενών είναι μη ομαλό και το μέγεθός τους συνήθως 5-30 εκτάρια και το βάθος τους 0,7-1,2 m. Παλαιότερα, ο άγριος γόνος εισέρχονταν στη δεξαμενή εκτροφής με την παλίρροια ή αγοραζονταν από μεσάζοντες. Πλέον, μόνο τεχνητά αναπαραγόμενος γόνος στοκάρεται σε πυκνότητες 4–10 ατόμων/m² (Briggs, 2006).

Οι γαρίδες διατρέφονται κυρίως με φυσικές τροφές και το μέσο εκτροφής ενισχύεται με λιπάσματα, ενώ μία φορά την ημέρα διατρέφονται με προπαρασκευασμένες εμπορικές τροφές που περιέχουν χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης. Παρά τους χαμηλούς δείκτες πυκνότητας, οι μικρές γαρίδες βάρους 11-12 g συγκομίζονται σε 4-5 μήνες. Η παραγωγή σε αυτά τα εκτατικά συστήματα, είναι 150-500 Kg/εκτάριο/σοδειά, με 1-2 σοδειές το χρόνο (Briggs, 2006).

B) Ημιεντατική μέθοδος

Οι ημιεντατικές δεξαμενές (1 - 5 εκτάρια) πληρώνονται με γόνους, οι οποίοι έχουν παραχθεί σε εκκολαπτήριο, σε πυκνότητες 10-30 PL/m². Τέτοια συστήματα είναι κοινά στη Λατινική Αμερική. Η ανανέωση του νερού γίνεται κανονικά με την άντληση, το βάθος των δεξαμενών είναι 1-1,2 m και ο αερισμός των υδάτων είναι



ελάχιστος. Οι γαρίδες διατρέφονται με φυσικές τροφές, το μέσο εκτροφής ενισχύεται από λίπανση των δεξαμενών, ενώ η διατροφή τους συμπληρώνεται από τάλισμα εμπορικών τροφών 2 - 3 φορές καθημερινά. Η παραγωγή στις ημιεντατικές δεξαμενές κυμαίνεται από 500-2.000 Kg/εκτάριο/σοδειά, με 2 σοδειές το χρόνο (Briggs, 2006).

Γ) Εντατική μέθοδος

Τα εντατικά συστήματα βρίσκονται συνήθως σε περιοχές που δεν δέχονται την επίδραση της παλίρροιας, όπου οι δεξαμενές μπορούν να αποστραγγιστούν εντελώς, να προετοιμαστούν και να είναι στεγνές πριν από κάθε κύκλο παραγωγής. Τα εντατικά συστήματα αυτά βρίσκονται όλο και περισσότερο μακριά από τη θάλασσα σε περιοχές με χαμηλή αλατότητα. Αυτά τα συστήματα εκτροφής είναι κοινά στην Ασία και σε μερικές Λατινοαμερικάνικες εκτροφές που προσπαθούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα τους (Briggs, 2006).

Οι δεξαμενές είναι συχνά χωμάτινες, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται πλαστικές μεμβράνες στο βυθό για να μειώσουν τη διάβρωση του εδάφους και να βελτιώσουν την ποιότητα του νερού. Οι δεξαμενές είναι γενικά μικρές (0,1 - 1,0 εκτάρια) και το σχήμα τους είναι τετράγωνο ή στρογγυλό. Το βάθος του νερού είναι συνήθως άνω του 1,5 m και οι πυκνότητες κυμαίνονται από 60-300 PL/m². Οι Briggs *et al.*, (2004) αναφέρουν πως το *L. vannamei* μπορεί να εκτραφεί σε υψηλούς δείκτες πυκνότητας, 150/m² σε εκτροφή σε χωμάτινες δεξαμενές, και ακόμα περισσότερο (μέχρι και είναι 400/ m²) σε κλειστά συστήματα κυκλοφορίας νερού. Ο έντονος αερισμός σε 1 HP/400-600 g στοκαρισμένων γαρίδων είναι απαραίτητος για την καλή κυκλοφορία και οξυγόνωση του νερού (Briggs, 2006).

Το *L. vannamei* έχει τη δυνατότητα να αυξηθεί τόσο γρήγορα όσο το *P. monodon* (μέχρι 3 g/εβδομάδα) και το μέγιστο μέγεθος που αποκτά σε εντατικές εκτροφές είναι 20 g (Πίνακας 2.3). Αν και θα συνεχίσει να αναπτύσσεται πέρα από τα

20 g, η αύξηση του επιβραδύνεται (ιδιαίτερα στα αρσενικά) σε 1 g/εβδομάδα (Wyban & Sweeny, 1991). Η σίτιση του με πλήρεις τεχνητές τροφές πραγματοποιείται 4 - 5 φορές ανά ημέρα. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής είναι συνήθως 1,4 – 1,8 (Briggs, 2006).

Δ) Υπερ-εντατική μέθοδος

Στις ΗΠΑ η εκτροφή του *L. vannamei* πραγματοποιείται σε υπερ-εντατικά συστήματα σε δεξαμενές τύπου raceway που εσωκλείονται σε θερμοκήπια, χωρίς ανταλλαγή νερού (μόνο η αντικατάσταση των απωλειών εξάτμισης) και με μεταπρονύμφες της σειράς SPF. Τα συστήματα αυτά είναι ασφαλή από την είσοδο ασθενειών, φιλικά προς το περιβάλλον, έχοντας ένα μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και μπορούν να παραγάγουν τις πιο οικονομικά αποδοτικές και υψηλής ποιότητας γαρίδες. Για παράδειγμα, ο εφοδιασμός 282 raceways με 300-450 μεταπρονύμφες/m² και εκτροφή για 3-5 μήνες οδηγούν σε παραγωγή 28.000 – 68.000 Kg/εκτάριο/σοδειά, με ρυθμούς αύξησης 1,5 g/εβδομάδα, επιβίωση 55-91%, και τελικό βάρος 16 - 26 g με συντελεστή μετατρεψιμότητας 1,5-2,6 (Briggs, 2006).

2.4.2.4 Διατροφή

Το *L. vannamei* είναι πολύ αποδοτικό στη χρησιμοποίηση της φυσικής παραγωγικότητας των δεξαμενών εκτροφής, ακόμη και υπό εντατικές μεθόδους εκτροφής. Επιπλέον, το κόστος διατροφής του *L. vannamei* είναι γενικά χαμηλότερο σε σχέση με το σαρκοφάγο *P. monodon*, λόγω της χαμηλότερης απαίτησής του για διαιτητική πρωτεΐνη (18-35% έναντι 36–42% της τροφής) (Wyban & Sweeny, 1991). Πρόσφατα αποτελέσματα από την Ινδονησία έχουν δείξει ότι τα ποσοστά αύξησης, επιβίωσης και παραγωγής του *L. vannamei* έχουν αυξηθεί ελαφρώς, χρησιμοποιώντας

στο διαιτολόγιό του πρωτεΐνη 30-32 % έναντι 38-40 % σε εντατική εκτροφή (60/m²) (Tacon *et al.*, 2002).

Οι Kureshy & Davis *et al.*, 2002 σε έρευνα που πραγματοποίησαν με σκοπό να υπολογίσουν τις καθημερινές απαιτήσεις του είδους σε πρωτεΐνη, πρότειναν ότι ένα ευρύ φάσμα των διαιτητικών πρωτεϊνικών επιπέδων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ώστε να παραγάγει το μέγιστο βάρος των νεαρών και των υποενήλικων γαρίδων. Επιπλέον, η περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη και η πεπτικότητα της μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού μέσω της έκκρισης του αζώτου (Cho *et al.*, 1994). Αβιοτικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία νερού και η αλατότητα μπορούν επίσης να έχουν επιπτώσεις στις διαιτητικές πρωτεϊνικές απαιτήσεις του είδους (Guillaume *et al.*, 2001).

Οι Zhu *et al.*, 2006 μελέτησαν τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης καλίου σε θαλασσινό νερό σε διατροφική απαίτηση καλίου του *L. vannamei* υπό συνθήκες τεχνητού θαλασσινού νερού αλατότητας 30 ‰. Κανένα σημαντικό αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης δεν βρέθηκε μεταξύ της συγκέντρωσης καλίου του θαλασσινού νερού με αυτό της διατροφής του *L. vannamei*. Ούτε οι συγκεντρώσεις καλίου του θαλασσινού νερού ούτε τα διατροφικά επίπεδα καλίου επηρέασαν την περιεκτικότητα του καλίου στο σώμα του. Έτσι το *L. Vannamei* έδειξε πως έχει μικρή ικανότητα στο να αφομοιώσει αποτελεσματικά το κάλιο από διατροφικές πηγές σε αλατότητα 30 ‰, δείχνοντας πως η διατροφική συμπλήρωση του καλίου έχει περιορισμένη επίδραση στη βελτίωση της αύξησης των γαρίδων ενώ το κάλιο από το περιβάλλον ήταν ικανοποιητικό (Zhu *et al.*, 2006).

Πίνακας 2.3. Περίληψη των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της εκτροφής του *L. vannamei* σε σχέση με το *P. monodon* στην Ασία (Briggs *et al.*, 2004).

<i>Χαρακτηριστικά</i>	<i>Πλεονεκτήματα</i>	<i>Μειονεκτήματα</i>
Αύξηση	Το <i>L.vannamei</i> μπορεί να αυξηθεί τόσο γρήγορα όσο και το <i>P.monodon</i> μέχρι τα 20 g και γρηγορότερα (1-1.5 g/wk) από αυτό (1 g/wk). Το εύρος μεγέθους στη συγκομιδή γενικά είναι μικρότερο.	Το ποσοστό αύξησης του <i>L.vannamei</i> επιβραδύνει μετά από τα 20 g και καθιστούν την παραγωγή των μεγάλων μεγεθών των γαριδίων πιο αργή.
Πυκνότητα αποθέματος	Το <i>L.vannamei</i> εκτρέφεται ευκολότερα σε πολύ υψηλές πυκνότητες (χαρακτηριστικά 60-150/m ² , αλλά μέχρι 400/m ²) σε σχέση με το <i>P.monodon</i> που μπορεί να είναι επιθετικό.	Οι πολύ υψηλοί δείκτες πυκνότητας απαιτούν υψηλό έλεγχο των πρακτικών της διαχείρισης των λιμνών / δεξαμενών και είναι υψηλού κινδύνου στρατηγικές
Ανθεκτικότητα στην αλατότητα	Το <i>L.vannamei</i> είναι ανθεκτικό σε ένα ευρύ φάσμα αλατότητας (0.5 - 45 ppt) και πιο υποκείμενο στις εσωτερικές καλλιέργειες εκτροφής από το <i>P.monodon</i> .	κανένα
Ανθεκτικότητα στην αλατότητα	Το <i>L.vannamei</i> είναι πολύ ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από 15 °C) που το επιτρέπει να καλλιεργηθεί σε κρύες εποχές.	κανένα
Πρωτεϊνικές απαιτήσεις στη διατροφή	Το <i>L.vannamei</i> απαιτεί τη χαμηλότερη πρωτεϊνική τροφή (20-35%) από το <i>P.monodon</i> (36-42%), με συνέπεια μια μείωση των λειτουργικών δαπανών και την ευπείθεια για τα κλειστά, ετεροτροφικά συστήματα. Οι αναλογίες μετατροπής τροφίμων (FCRs) είναι χαμηλότερες σε 1.2 έναντι 1.6.	κανένα
Ανθεκτικότητα στις ασθένειες	Αν και το <i>L.vannamei</i> είναι ευαίσθητο σε WSSV, η Ασία δεν δοκιμάζεται αυτήν τη περίοδο από τα προβλήματα του ιού αυτού. Τα ποσοστά επιβίωσης του <i>L.vannamei</i> είναι αυτήν τη περίοδο υψηλότερα από αυτά του <i>P.monodon</i> στην Ασία και η παραγωγή είναι πιο προβλέψιμη.	το <i>L.vannamei</i> είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο και ένας φορέας των TSV, WSSV, YHV, IHHNV και LOVV. Το <i>P.monodon</i> είναι ανεπηρέαστο από τους TSV και IHHNV. Αυτήν την περίοδο Δεν υπάρχει καμία δυνατότητα ώστε το <i>P.monodon</i> να επιλεγεί για την του ανθεκτικότητα στις ασθένειες.
	Διαθεσιμότητα γεννήτορα στις λίμνες εκτροφής. Δυνατότητα να διευθυνθεί η εξημέρωση και η εργασία γενετική επιλογής. Γραμμές SPF και SPR ήδη διαθέσιμες.	Τα SPF ζώα έχουν μερικές φορές

Ευκολία στη γονιμοποίηση και στην εξημέρωση	Αποβολή των προβλημάτων που συνδέονται με τον άγριο γεννήτορα ή/και της PL συλλογής. Πηγή φθηνού γεννήτορα από τις λίμνες. Μικρός γεννήτορας σημαίνει γρηγορότερος χρόνος παραγωγής.	υψηλή θνησιμότητα σε περιβάλλοντα τα οποία φέρουν ασθένειες. Ο γεννήτορας εκτρέφεται και ωοτοκεί πιο τεχνικά και περίπλοκα από τη χρήση των άγριων γεννητόρων του <i>P.monodon</i> .
Εκτροφή των λαρβών	Τα υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης στο εκκολαπτήριο 50-60% για το <i>L. vannamei</i> σε σχέση με το <i>P. monodon</i> (20 -30 %).	κανένα
Συγκομιδή	Εάν με τον πάγο, το <i>L. vannamei</i> είναι ανθεκτικό στη μελάνωση.	Ο χειρισμός, η μεταφορά και η επεξεργασία του <i>P. monodon</i> είναι ευκολότερα.

2.5 Εκτροφή του είδους *Macrobrachium rosenbergii*

Η *Macrobrachium rosenbergii* (Σχ. 2.11), που είναι γνωστή και ως γιγαντιαία γαρίδα των ποταμών, ή γιγαντιαία γαρίδα του γλυκού νερού ή μαλαισιανή γαρίδα, είναι ένα είδος γαρίδας γηγενές του γλυκού νερού στον Ινδο-Ειρηνικό και στη βόρεια Αυστραλία. Το είδος αυτό έχει σημαντική εμπορική αξία ως πηγή τροφής. Ενώ το είδος αυτό θεωρείται του γλυκού νερού, το λαρβικό του στάδιο του εξαρτάται από το υφαλμυρό νερό (New & Valenti, 2000). Μόλις το άτομο της γαρίδας αυξηθεί πέρα από το πλαγκτονικό στάδιο και γίνει νεαρό άτομο, θα ζήσει εξ ολοκλήρου σε γλυκά νερά. Αυτό το είδος γαρίδας, μπορεί να γίνει αρκετά μεγάλο, επιτυγχάνοντας ένα μήκος πάνω από 30 cm. Τα αρσενικά άτομα μπορούν να φτάσουν ολικό μήκος τα 320 mm, ενώ τα θηλυκά άτομα τα 250 mm (New, 2004). Η συστηματική του κατάταξη είναι η εξής:

Βασίλειο Animalia
Φύλο Arthropoda
Υποφύλο Crustacea
Κλάση Malacostraca
Τάξη Decapoda
Υπόταξη Pleocyemata
Infraorder: Caridea
Οικογένεια Palaemonidae

Γένος *Macrobrachium*
Είδος *M. rosenbergii*



Σχήμα 2.11 *Macrobrachium rosenbergii* (Πηγή: www.flickr.com).

2.5.1 Βιολογικός κύκλος

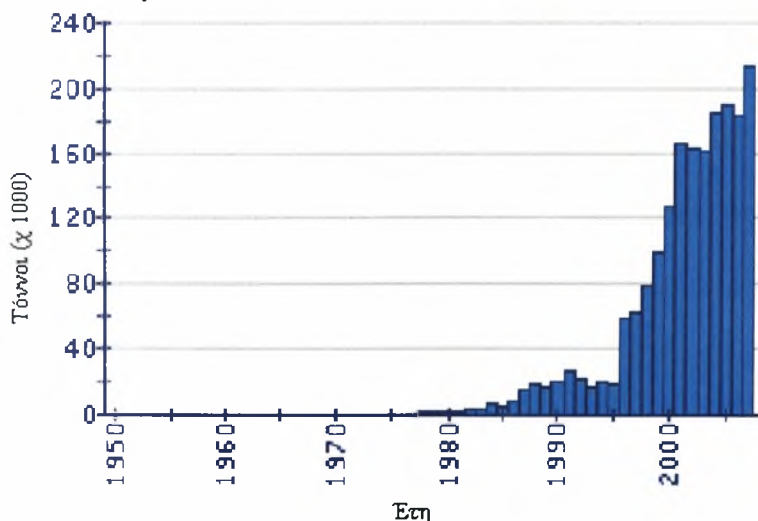
Τα θηλυκά τα οποία κυοφορούν, μεταναστεύουν προς τις εκβολές ακολουθώντας την κατεύθυνση του ρεύματος όπου εκκολάπτουν τα αυγά τους, και οι προνύμφες που θα προκύψουν κολυμπούν στα υφάλμυρα νερά. Πριν μεταμορφωθούν σε μεταπρονύμφες, οι πλαγκτονικές προνύμφες περνάνε μέσω διαφόρων σταδίων πρωτοζωής. Μετά από τη μεταμόρφωση, η PL υιοθετεί έναν πύο βενθικό τρόπο ζωής και αρχίζει να μεταναστεύει προς τα γλυκά νερά (New & Valenti, 2000). Οι προνύμφες καταναλώνουν συνήθως ζωοπλαγκτόν (κυρίως μικρά καρκινοειδή), πολύ μικρά σκουλήκια, και άλλα καρκινοειδή, τα οποία βρίσκονται στα λαρβικά τους στάδια (Wickins & Lee, 2002). Οι μεταπρονύμφες και τα ενήλικα άτομα είναι παμφάγα, και διατρέφονται με φύκια, υδρόβια φυτά, μαλάκια, υδρόβια έντομα, σκουλήκια, και άλλα καρκινοειδή (New & Valenti, 2000). Τα αρσενικά και τα

θηλυκά έχουν διαφορετικά στάδια σωματικής αύξησης. Στα αρσενικά άτομα έχουν παρατηρηθεί τρεις ευδιάκριτοι τύποι (New, 2004): 1) τα μικρά αρσενικά (SM), 2) τα αρσενικά με πορτοκαλί δαγκάνες (OC), και 3) τα αρσενικά με μπλε δαγκάνες (BC). Η κανονική ανάπτυξη των αρσενικών είναι η εξής: $SM \rightarrow OC \rightarrow BC$. Τα BC έχουν εξαιρετικά μεγάλο το δεύτερο περίοποδο. Τα OC είναι χρώματους χρυσού. Τα SM έχουν μικρές, λεπτές και σχεδόν διαφανείς δαγκάνες.

Το είδος εκτρέφεται σε πολλές περιοχές του κόσμου, όπως στην Ασία, στη Β. και Ν. Αμερική, σε περιοχές της Δυτικής Αφρικής κ.λπ. (Σχ. 2.12). Η παγκόσμια ετήσια παραγωγή του από υδατοκαλλιέργειες ανήλθε σε 215 εκ. τ. (Σχ. 2.13)



Σχήμα 2.12 Οι κυριότερες χώρες παραγωγής της γαρίδας *Macrobrachium rosenbergii* (FAO Fishery Statistics, 2006).



Σχήμα 2.13. Παγκόσμια υδατοκαλλιεργητική παραγωγή του *Macrobrachium rosenbergii* (FAO Fishery Statistic).

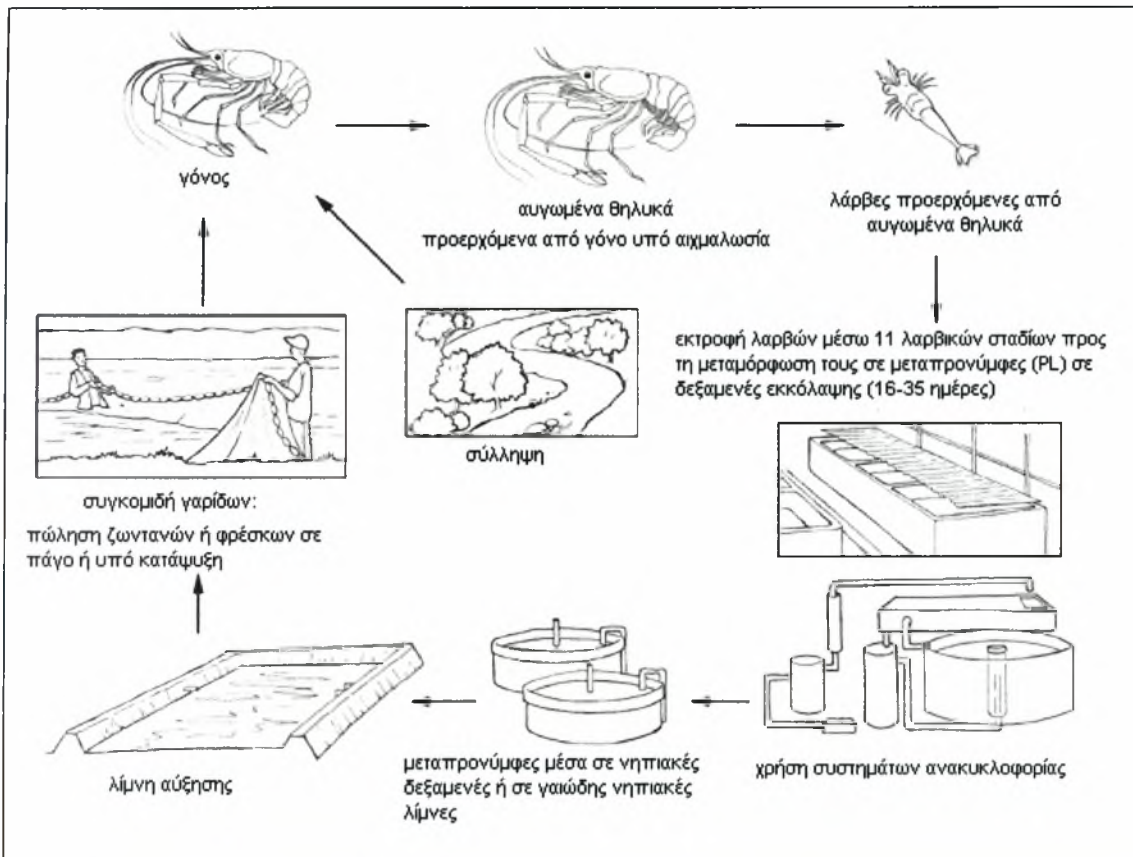
2.5.2 Γεννήτορες

Οι πιο κοινές πηγές προμήθειας γεννητόρων για εμπορικά εκκολαπτήρια είναι οι ενήλικες γαρίδες που αποκτώνται από γαριδοκαλλιέργειες, αν και είναι επίσης διαδεδομένο για τους εκτροφείς να αποκτούν έναν αριθμό άγριων γεννητόρων από ποτάμια και λίμνες (New & Valenti, 2000) (Σχ. 2.14). Στις τροπικές περιοχές, τα εκκολαπτήρια δεν διατηρούν γεννήτορες διότι αυγομένα θηλυκά μπορούν να βρεθούν στις λίμνες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τα θηλυκά αυτά αναγνωρίζονται αμέσως από τα αυγά που φέρουν κάτωθεν της κοιλίας και συλλέγονται για το εκκολαπτήριο με βάση το μεγάλο μέγεθος, την υγιή εμφάνιση και το χρώμα των αυγών τους.

Στις τροπικές περιοχές, οι γαριδοκαλλιεργητικές μονάδες διατηρούν τα ενήλικα άτομα κατά τη χειμερινή περίοδο σε συγκεκριμένες περιοχές των χωμάτων δεξαμενών ώστε να αναπαραχθούν εκεί και να εμπλουτίσουν τις δεξαμενές με PL (Wickins & Lee, 2002). Η αναλογία των αρσενικών – θηλυκών γεννητόρων στα συστήματα εκτροφής είναι η εξής: 1 - 2 BC αρσενικά ή 2 - 3 OC αρσενικά για κάθε 20 θηλυκά σε έναν συνολικό δείκτη πυκνότητας 1 γαρίδα ανά 40 λίτρα νερού (Wickins & Lee, 2002). Τα συστήματα στα οποία διατηρούνται οι γεννήτορες ποικίλουν σε μέγεθος και σχηματισμό, εξαρτώνται από τον αριθμό των γεννητόρων που χρειάζονται να διατηρηθούν και τη χρονική περίοδο διατήρησης του αριθμού αυτού. Κατά τη χειμερινή περίοδο τα συστήματα αυτά είναι ικανά στο να διατηρήσουν γεννήτορες για περισσότερο από 6 μήνες (New & Valenti, 2000).

Η γονιμοποίηση είναι εξωτερική και παρουσιάζεται μέσα σε μερικές ώρες από το ζευγάρι με τα αυγά να μεταφέρονται υπό την κοιλία. Τα αυγά παραμένουν στο θηλυκό κατά τη διάρκεια της εμβρυικής ανάπτυξης, η οποία διαρκεί περίπου 3 εβδομάδες (Wickins & Lee, 2002). Τα πορτοκαλί αυγά που φέρουν τα θηλυκά θα εκκολαφθούν περίπου σε τρεις εβδομάδες. Τα αυγά δύο με τρεις ημέρες πριν

εκκολαφθούν γίνονται γκριζωπά ή καφετί (SEAFDEC, 2009). Αυτή η αλλαγή χρώματος εμφανίζεται δεδομένου ότι τα έμβρυα χρησιμοποιούν τα τροφικά τους αποθέματα (New, 2002). Η θερμοκρασία του νερού πρέπει να διατηρείται άνω των 25 °C λειτουργώντας προληπτικά για την απώλεια των αυγών και της διατήρησης των παραμέτρων της ποιότητας του νερού, αλλά και της συνολικής υγείας του γεννήτορα. (New & Valenti, 2000).



Σχήμα 2.14. Ο κύκλος παραγωγής του *Macrobrachium rosenbergii* (Πηγή: www.FAO, 2009).

Η γεννητική ωρίμανση του *M. rosenbergii* σε συνθήκες εκτροφής εμφανίζεται σε μικρό μέγεθος (<25 g) και θα πρέπει να δίνεται η κατάλληλη προσοχή ώστε να αποφεύγεται η επιλογή γεννητόρων που θα αποδώσουν χαμηλή γονιμότητα. Συνήθως μόνο θηλυκά με αυγά στο τελευταία στάδιο της ανάπτυξης (σκούρο γκρι) επιλέγονται. Όταν τα αυγά εκκολαφθούν, τα θηλυκά μπορούν να πωληθούν ως τροφή

ή να επιστρέψουν ως γεννήτορες, ή να μεταφερθούν σε δεξαμενές αύξησης (Wickins & Lee, 2002).

Τα θηλυκά άτομα συνήθως δεν ταϊζονται όταν διατηρούνται στις δεξαμενές αναπαραγωγής. Οι New & Valenti, (2000) υποστήριξαν πως όταν τα διαθέσιμα εμπορικά σύμπληκτα δεν είναι αρκετά θρεπτικά, να διατίθενται κομμάτια βοδινού συκωτιού ή καλαμαριού, κομμένα σε κατάλληλο μέγεθος, όπου θα πρέπει να χορηγούνται τουλάχιστον 2 φορές την εβδομάδα.

Σε μελέτη των (Yen & Bart, 2008), κατά την οποία ερευνήθηκε η αναπαραγωγή θηλυκών ατόμων που εκτράφηκαν στις αλατότητες 0, 6, 12, και 18 ‰, βρέθηκε πως οι θηλυκοί γεννήτορες που εκτράφηκαν στα χαμηλότερα επίπεδα αλατότητας ήταν μεγαλύτεροι, αναπαρήγαγαν νωρίς, και παρήγαγαν περισσότερους γόνους απ' ό,τι στα υψηλότερα επίπεδα αλατότητας και αυτό επιδρά σημαντικά στην αναπαραγωγή που εφαρμόζεται στα παράκτια εκτροφικά συστήματα γαρίδων.

2.5.3 Εκκολαπτήριο και εκτροφή λαρβών

Σε περίπτωση που κρίνεται αναγκαία η χρήση εκκολαπτηρίων, οι θηλυκοί γεννήτορες λαμβάνονται συνήθως από δεξαμενές εκτροφής, αλλά και από τη θάλασσα (New, 2004). Οι λαρβικές δεξαμενές εκτροφής μπορούν να αποτελούνται από φάιμπεργκλας, πολυαιθυλένιο, ή από σκυρόδεμα (SEAFDEC, 2009). Στην εκκόλαψη παράγονται οι προνύμφες της πρωτοζωής που διαθέτουν κολυμβητικές ικανότητες. Ανάλογα με το μέγεθος του θηλυκού, γεννιούνται μεταξύ 5.000 και 100.000 αυγά. Οι προνύμφες των πρώτων φάσεων της πρωτοζωής είναι ακριβώς κάτω από 2 mm μήκους και μέσω 11 λαρβικών σταδίων, αυξάνονται, σε σχεδόν 8 mm όπου μεταμορφώνονται τελικώς σε μεταπρονύμφες (PL) (Wickins & Lee, 2002). Η ατομική μεταμόρφωση, μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε 16 ημέρες αλλά συνήθως παίρνει πολύ περισσότερο (μέχρι και 35 ημέρες), ανάλογα με τις περιβαλλοντικές

συνθήκες (SEAFDEC, 2009). Στα εμπορικά εκκολαπτήρια, οι περισσότερες προνύμφες μεταμορφώνονται μέχρι την 32η–35η ημέρα με βέλτιστη θερμοκρασία (28 – 31 °C) (New, 2004). Για τη λαρβική εκτροφή χρησιμοποιείται υφάλμυρο νερό με αλατότητα της τάξης του 12 ‰. Ο δείκτης της πυκνότητας είναι 50 προνύμφες ανά λίτρο (SEAFDEC, 2009). Ο τύπος του εκκολαπτηρίου μπορεί να είναι είτε εσωτερικός είτε παράκτιος. Τα εσωτερικά εκκολαπτήρια δημιουργούν υφάλμυρο νερό με τη μίξη γλυκού νερού με νερό της θάλασσας που μεταφέρεται από την ακτή ή την άλμη που μεταφέρεται από τις αλυκές (New, 2004).

Τα εκκολαπτήρια είναι είτε ημί-κλειστου συστήματος κυκλοφορίας του νερού είτε κλειστού-ανακυκλούμενου. Τα κλειστά συστήματα έχουν αναπτυχθεί με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες του νερού και να μεγιστοποιήσουν την ποιότητα του νερού για την ανατροφή των προνυμφών (New & Valenti, 2000). Για την εκτροφή των νυμφών δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται η τεχνική του πράσινου και η τεχνική του καθαρού νερού. (Κλαουδάτος, 2008). Στην τεχνική του πράσινου νερού εφαρμόζεται λίπανση για την ενισχύση του φυτοπλαγκτόν (κυρίως *Chlorella ssp.*), το οποίο θεωρείται ότι βελτιώνει την επιβίωση και την αύξηση των λαρβών της γαρίδας (New, 2004). Αυτά τα συστήματα βασίζονται στην ανταλλαγή αρκετής ποσότητας νερού καθημερινά για να μειώσουν τους τοξικούς μεταβολίτες κατά τη διάρκεια της εκτροφής (New & Valenti, 2000).

Η γαρίδα *M. rosenbergii* στην Ελλάδα μπορεί να εκτραφεί με κατάλληλο συνδυασμό κλειστού και ημίκλειστου συστήματος κυκλοφορίας θερμού νερού. Συγκεκριμένα, επειδή οι θερμοκρασιακές απαιτήσεις εκτροφής των νυμφών και μετανυμφών αλλά και των γεννητόρων είναι υψηλές (26 – 28 °C) το σύστημα κυκλοφορίας του νερού, τουλάχιστον για τις ανάγκες του εκκολαπτηρίου πρέπει να είναι κλειστό (Κλαουδάτος, 2006). Όσον αφορά την εκτροφή των νυμφικών σταδίων

τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού των δεξαμενών πρέπει να είναι τα εξής: θερμοκρασία: 24 – 30 °C (με βέλτιστη 26 – 28 ° C), PH: 7,0 – 8,0, οξυγόνο: μέχρι κορεσμού και αλατότητα: 12 – 14 ‰.

Τα συστήματα διατροφής ποικίλλουν ευρέως, αλλά συνήθως περιλαμβάνουν τη χορήγηση *Artemia salina* αρκετές φορές την ημέρα, μειώνοντας την ποσότητα της σταδιακά από το λαρβικό στάδιο PL 10. Έτοιμη τροφή (η οποία περιέχει αλεσμένη σάρκα μυδιών ή ψαριών, καλαμάρι, ή άλλα συστατικά) εισάγεται στο στάδιο 3 και η συχνότητα σίτισης της αυξάνεται προς το στάδιο της μεταμόρφωσης (New, 2004).

Οι δεξαμενές εκτροφής των λαρβών μπορούν να στοκαριστούν με πυκνότητες μία γαρίδα ανά 20-60 l νερό με ελάχιστη θερμοκρασία τους 25 °C. Τεχνητά υποστρώματα μπορούν να μειώσουν τον κανιβαλισμό αλλά συνήθως τα επίπεδα της θνησιμότητας είναι 40 – 50 % για τα θηλυκά και 60 – 70 % για τα αρσενικά. (Wickins & Lee, 2002).

Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Lee *et al.*, (2009) με σκοπό να ερευνηθεί η αποτελεσματικότητα σχεδιαγράμματος αντίστασης σε βαρέα μέταλλα και η χρήση αντιβιογράμματος, ώστε να ελεγχθούν οι βακτηριακές ασθένειες σε εκκολαπτήριο του *M. rosenbergii*, βρέθηκε πως η φουραζολιδόνη ήταν το αποτελεσματικότερο αντιβιοτικό για να ελέγξει τα βακτηρίδια. Η ασθένεια των άσπρων ουρών (WTD) είναι ένα σοβαρό πρόβλημα στα εκκολαπτήρια και τις δεξαμενές εκτροφής των λαρβών του *M. rosenbergii* στην Ασία. Ο παράγοντας που ευθύνεται για την ασθένεια έχει προσδιοριστεί ως *M. rosenbergii nodavirus* (MrNV) και ο σχετικός πρόσθετος μικρός ιός του. Μελέτη που έγινε από τους Wang *et al.*, (2008) επιβεβαίωσε την παρουσία του MrNV και μόλυνσης των γαρίδων του γλυκού νερού που καλλιεργούνται στην Ταϊβάν που πάσχουν από WTD.

2.5.4 Εκτροφή μεταπρονυμφών

Οι μεταπρονύμφες εκτρέφονται είτε σε εσωτερικές δεξαμενές εκτροφής είτε σε υπαίθριες (SEAFDEC, 2009). Οι δεξαμενές συνήθως είναι κατασκευασμένες από σκυρόδεμα, φάιμπεργκλας, ή από αμίαντο (New & Valenti, 2000). Ένα μεγάλο εύρος πυκνότητας στοκαρίσματος έχει δοκιμαστεί σε εσωτερικές δεξαμενές εκτροφής με έκταση από <math><200</math> έως >6000 PL/m² στην περιοχή του πυθμένα (New & Valenti, 2000). Οι υψηλές πυκνότητες στοκαρίσματος στις δεξαμενές εκτροφής συνήθως ποικίλουν από 500 έως 6000 PL/m³ (New & Valenti, 2000). Οι δεξαμενές εκτροφής εφοδιάζονται με 1000 - 2000 PL/m³, ανάλογα με το εάν χρησιμοποιούνται υποστρώματα για την απόκρυψη των γαρίδων ή όχι. Για τις υπαίθριες χωμάτινες δεξαμενές εκτροφής οι πυκνότητες είναι 1000 PL/m², 200 μικρά νεαρά άτομα (βάρους 0.02g)/m² ή 75 νεαρά άτομα των 0.3-0.4 g/m² (New, 2004). Μεγαλύτερες πυκνότητες είναι πιθανές μόνο εάν χρησιμοποιούνται υποστρώματα (New, 2004). Τα PL δεκαπέντε ημερών (PL15) ή γηραιότερα νεαρά άτομα είναι έτοιμα ώστε να εισαχθούν στα συστήματα εκτροφής (αύξηση) (SEAFDEC, 2009).

2.5.5 Συστήματα εκτροφής

Οι γαρίδες του γλυκού νερού εκτρέφονται σε μία ποικιλία εσώκλειστων συστημάτων γλυκού νερού όπως δεξαμενών, τάφρων άρδευσης, κλωβών και χωμάτινων δεξαμενών (New, 2004). Τα νεαρά άτομα των γαρίδων μεταφέρονται σε κλωβούς (διαστάσεων 10x20x1m) εγκατεστημένους σε χωμάτινες δεξαμενές σε πυκνότητες 10-15 άτομα/m² (SEAFDEC, 2009). Η ιδανική θερμοκρασία του νερού για το *M. rosenbergii* είναι από 26 έως 30 °C. Μπορούν να επιβιώσουν από 22 έως 32 °C όμως αναπτύσσονται και δραστηριοποιούνται καλύτερα στα τέλη του εύρους αυτού (Spotts, 1981). Οι απαιτήσεις της ως προς τις τιμές της αλατότητας είναι για τα ενήλικα άτομα από 0 – 25‰, και για την αναπαραγωγική διαδικασία, τα νυμφικά στάδια και τα νεαρά άτομα από 6 – 15 ‰ (Κλαουδάτος, 2006). Οι γαρίδες έχουν

απαίτηση για ελαφρώς αλκαλικό νερό με pH 7,2 - 8,4. Σε τιμές pH κάτω του 7,0, οι γαρίδες παρουσιάζουν δυσκολία για πλήρη σκλήρυνση μετά από μια έκδυση (Spotts, 1981). Αυτές οι γαρίδες είναι επιθετικές και απαιτείται απόκρυψη του κατά την εκτροφή (Cascorbi, 2004). Η τοποθέτηση υποστρωμάτων που είναι κατασκευασμένα από παλαιά δίχτυα, μειώνουν τα ποσοστά εμφάνισης του κανιβαλισμού και επιτρέπουν υψηλότερους δείκτες πυκνότητας (SEAFDEC, 2009).

Οι μέθοδοι εκτροφής περιλαμβάνουν από συστήματα που λειτουργούν κατά τρόπο αόριστο σχετικά με τον εμπλουτισμό και τη συγκομιδή έως συστήματα που εφαρμόζουν ενιαίο εμπλουτισμό και ενιαία συγκομιδή, γνωστά ως «συνδυασμένα συστήματα». Τα περισσότερα συστήματα περιλαμβάνουν τη μονοκαλλιέργεια, αλλά και την πολυκαλλιέργεια των γαρίδων του γλυκού νερού με διάφορα είδη ψαριών (π.χ. κυπρινοειδή) και μερικές φορές με άλλα καρκινοειδή (New, 2004). Η εκτροφή του *M. rosenbergii* στο δέλτα του Μεκόνγκ στο Βιετνάμ, εξαρτάται πολύ από τη χρήση των νεαρών γαρίδων που συλλέγονται από τη φύση. Το είδος του συστήματος εκτροφής είναι συνδυαστικό, δηλαδή εκτρέφονται γαρίδες σε καλλιέργειες ρυζιού. Οι γαρίδες είναι απελευθερωμένες στα τμήματα όπου καλλιεργείται το ρύζι και υπάρχει η δυνατότητα να τους χορηγηθούν συμπληρωματικές ζωοτροφές (Wilder *et al.*, 2009).

Οι δείκτες πυκνότητας των δεξαμενών στην τροπική μονοκαλλιέργεια ποικίλλουν ευρέως. Στα εκτατικά συστήματα εκτροφής (χαρακτηριστικά που παράγουν <500 kg/ha/έτος), τα PL ή τα νεαρά άτομα εμπλουτίζονται κατά 14/m², στα ημιεντατικά συστήματα (που παράγουν 500 – 5.000 kg/ha/έτος) εμπλουτίζονται κατά 4 - 20 PL ή νεαρά άτομα/m². Σπάνια υπάρχουν μερικά μικρά εντατικά συστήματα, τα οποία τα εμπλουτίζουν με >20/m² για να επιτύχουν >5000 kg/ha/έτος (New, 2004). Πρέπει να γίνονται τακτικές αλλαγές του νερού. Ωστόσο, οι γαρίδες είναι πολύ

ευαίσθητες στο χλώριο. Συνεπώς, το να προσθέσεις απευθείας νερό της βρύσης σε δεξαμενή του *M. rosenbergii* μπορεί να αποδειχθεί μοιραίο λάθος (Spotts, 1981). Ο καλός αερισμός είναι σημαντικός. Αν και υπάρχουν ενδείξεις ότι η *M. rosenbergii* είναι ανθεκτική σε χαμηλά επίπεδα οξυγόνου για μικρά χρονικά διαστήματα, εάν όμως παραταθεί η υποξία, τότε παρουσιάζεται μείωση της όρεξής της (Spotts, 1981).

Οι γαρίδες φθάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος σε τέσσερις έως πέντε μήνες. Ίσως να απαιτηθεί μεγαλύτερη περίοδος εκτροφής στους υψηλότερους δείκτες πυκνότητας του αποθέματος. Η επιβίωση είναι συνήθως 60-80% (SEAFDEC, 2009). Οι νεαρές γαρίδες υποβάλλονται σε έκδυση πολύ πιο συχνά, μία φορά κάθε δύο ή τρεις ημέρες. Αλλά καθώς μεγαλώνουν ο ρυθμός ανάπτυξης τους επιβραδύνεται. Ένα ενήλικο θηλυκό πραγματοποιεί έκδυση κάθε 20 - 40 ημέρες, ενώ το αρσενικό μπορεί να υποβληθεί σε έκδυση μόνο μία φορά κάθε έξι μήνες (Spotts, 1981).

Η αύξηση στα συστήματα εκτροφής, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένου του γένους, της αναπαραγωγικής ωρίμανσης και της ηλικίας (Aiken & Waddy, 1992). Η σεξουαλική διαφοροποίηση στα καρκινοειδή ρυθμίζεται από τον ανδρογενή αδένα (AG), ο οποίος παίζει έναν κεντρικό ρόλο στη ρύθμιση της διαφοροποίησης του αρσενικού και στην παρεμπόδιση της διαφοροποίησης του θηλυκού (Sagi & Aflalo, 2005). Τα αρσενικά *M. rosenbergii* αυξάνονται γρηγορότερα και στη συγκομιδή φθάνουν σε μεγαλύτερο μέγεθος από τα θηλυκά του είδους. Είναι έτσι προφανές ότι η εκτροφή μόνο αρσενικών πληθυσμών (monosex) θα ήταν οικονομικά συμφέρουσα. Οι Nair *et al.*, (2006) σύγκριναν το οικονομικό όφελος εκτροφών με μόνο αρσενικά, μικτών και μόνο θηλυκών ατόμων. Η μέση παραγωγή, το σωματικό βάρος και ο ρυθμός ανάπτυξης ήταν τα υψηλότερα για την εκτροφή με μόνο αρσενικά, η οποία επίσης απέδωσε και το υψηλότερο εισόδημα ανά μονάδα επιφάνειας και πιο σύντομους χρόνους συγκομιδής.

Ο Johnson (1978), πραγματοποίησε έρευνα με σκοπό την καλλιέργεια του *M. rosenbergii* σε γεωθερμικώς-θερμαινόμενο νερό. Οι μεταπρονύμφες τρέφονταν με ζωοπλαγκτόν και μακροσκοπικά καρκινοειδή, ενώ οι ενήλικες γαρίδες με σύμπληκτα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως είναι εφικτή μια τέτοια εκτροφή σε ένα μη-τροπικό κλίμα.

2.5.6 Διατροφή

Οι γαρίδες τρέφονται με εμπορικές πλήρεις τροφές ή με συμπληρώματα, οι οποίες είναι ένα ενιαίο μίγμα συστατικών που εξωθούνται μέσω κρεατομηχανών και δίνονται είτε υγρές (συνήθως) είτε αφού έχουν αποξηραθεί στον ήλιο. Συνήθως οι τροφές περιέχουν λίπος 5 % και 30 - 35 % πρωτεΐνη με συντελεστή μετατρεψιμότητας (FCR) 2:1 ή 3:1 που επιτυγχάνεται με τις ξηρές δίαιτες (New, 2004). Οι ποιοτικές πρωτεϊνικές απαιτήσεις του είδους είναι οι ίδιες με αυτές των άλλων καρκινοειδών άλλα και των ψαριών, δηλαδή τα δέκα βασικά αμινοξέα (Watanabade, 1975). Τα νεαρά άτομα απαιτούν λιγότερο ποσοστό ολικής πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο τους σε σχέση με αυτό των λαρβών (New & Valenti, 2000). Στη φύση θα φάει σκουλήκια, σαλιγκάρια, μαλάκια, ψάρια, κόκκους ρυζιού, σίτου, φασόλια, καρύδια, υδρόβια φυτά και μερικά φρούτα. Αυτά, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και στις χωμάτινες δεξαμενές εκτροφής (New & Valenti, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΚΤΡΟΦΗ ΑΣΤΑΚΩΝ, ΑΣΤΑΚΟΚΑΡΑΒΙΔΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΑΒΙΔΩΝ

3.1 Εκτροφή του είδους *Pacifastacus leniusculus*

3.1.1 Ενδιαίτημα και βιολογία του είδους



Σχήμα 3.1.1 *Pacifastacus leniusculus* (Πηγή: www.acnm.free.fr).

Ο αστακός *Pacifastacus leniusculus* (Σχ.3.1.1), κατανέμεται γύρω από τις βορειοδυτικές ΗΠΑ και το νοτιοδυτικό Καναδά, όπου στο Βορρά εμφανίζεται στη Βρετανική Κολομβία, στο νότο στη κεντρική Καλιφόρνια, και στην ανατολή στη Γιούτα (Lewis, 2002). Τα μέλη του είδους αυτού, φτάνουν σε μήκος μέχρι τα 15 cm (WBRC, 2009). Εξωτερικά στο χρώμα είναι γαλαζωπός-καφετής προς το καφεκόκκινο με μεγάλες και δυνατές δαγκάνες. Όπως όλοι οι αστακοί, έτσι και ο *P. leniusculus* είναι μοναχικό ζώο. Αν και είναι κυρίως χορτοφάγο είδος, η τροφή του

μπορεί να συμπεριλαμβάνει από αποσυντιθεμένες ρίζες και φύλλα μέχρι μικρά καρκινοειδή (WBRC, 2009).

Ο αστακός *P. leniusculus*, προέρχεται από τις Βόρειες Αμερικανικές ακτές του Ειρηνικού. Εισήχθη στη Σουηδία το 1969 για τον εμπλουτισμό των εσωτερικών νερών της, αλλά και για ελεγχόμενη εκτροφή. Ο αστακός του είδους *Astacus astacus* ή *Astacus fluviatilis* ή *Potamobius fluviatilis*, είναι ενδημικό στις λίμνες και στα ποτάμια της Ευρώπης (Κλαουδάτος, 2006). Το *P. leniusculus* έχει εντοπισθεί και στην Ελληνική επικράτεια, στο φυσικό περιβάλλον. Το είδος εισήχθη στην Ελλάδα στις αρχές και μέσα της δεκαετίας του 1980 από την Σουηδία και τη Γερμανία. Ο μοναδικός πληθυσμός του είδους έχει εντοπισθεί προς το παρόν στην τεχνητή Λίμνη Άγρα (Εδεσσα) (Αλιευτικά νέα, 1999). Τα δύο είδη *A. astacus* και *P. leniusculus* έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε περιβαλλοντικές παραμέτρους, την ίδια βιολογία και σχεδόν την ίδια εμπορική αξία (Westman & Savolainen, 2001). Σε σύγκριση όμως με το ενδημικό είδος *A. astacus* το *P. leniusculus* έχει σαφώς γρηγορότερη ανάπτυξη που του εξασφαλίζει ταχύτερη αναπαραγωγική ωριμότητα και κατά συνέπεια ταχύτερη ικανότητα εξάπλωσης (Westman & Savolainen, 2001). Δυστυχώς, το *P. leniusculus* έχει εισαχθεί απρόσεκτα στις διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες και στην Ιαπωνία, χωρίς να έχει εξεταστεί το γεγονός πως ενώ είναι ανθεκτικός στην πανούκλα των αστακών (από τον μύκητα *Aphanomyces astaci*) μπορεί να ενεργήσει και ως μεταφορέας της ασθένειας. Κατά συνέπεια, η αύξηση του πληθυσμού του εγκυμονεί την ενδεχόμενη εξάλειψη των *A. astacus*.

Η συστηματική κατάταξη του *P. leniusculus*, είναι η εξής:

Βασίλειο	<u>Animalia</u>
Φύλο	<u>Arthropoda</u>
Υποφύλο	<u>Crustacea</u>
Κλάση	<u>Malacostraca</u>
Τάξη	<u>Decapoda</u>
Superfamily:	<u>Astacoidea</u>

Οικογένεια	<u>Astacidae</u>
Γένος	<u>Pacifastacus</u>
Είδος	<i>P. leniusculus</i>

Ο βιότοπος του *P. leniusculus* κυμαίνεται από τα μικρά ρεύματα ως τους μεγάλους ποταμούς και λίμνες. Επίσης μπορεί να επιζήσει στο υφαλμυρό νερό (Taugbol & Johnsen, 2006). Το είδος, στο φυσικό του περιβάλλον, είναι περισσότερο δραστήριο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ενώ το χειμώνα παραμένει νωθρό μέσα σε φωλεές στις όχθες των ποταμών (Bubb *et al.*, 2002). Το ζευγάρι πραγματοποιείται κατά το φθινόπωρο προς τον χειμώνα και τα θηλυκά φέρουν τα γονιμοποιημένα αυγά τους σε μια πυκνή συστάδα κάτω από την ουρά καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα (Κλαουδάτος, 2008). Οι αριθμοί των αυγών κυμαίνονται συνήθως από 200 έως 400. Το θηλυκό φέρνει τα αυγά κάτω από την ουρά μέχρι την εκκόλαψη (Taugbol & Johnsen, 2006). Όταν τα αυγά εκκολαφθούν, τα νεαρά άτομα παραμένουν συνδεδεμένα με τα θηλυκά και η απελευθέρωση τους αρχίζει συνήθως Μάιο-Ιούνιο. 15 περίπου μήνες μετά την εκκόλαψη το *P. leniusculus* φθάνει στην αναπαραγωγική του ωρίμανση, όπου έχει αποκτήσει ένα μέσο ατομικό βάρος 50 – 60 g (Κλαουδάτος, 2008).

Το *P. leniusculus* αυξάνεται με τις εκδύσεις. Αβιοτικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το γεωγραφικό πλάτος, η φωτοπερίοδος, η ποιότητα νερού και η σύνθεση του βιοτόπου του αλλά και βιοτικοί παράγοντες όπως η διατροφή, η πυκνότητα, η ηλικία, και η κατάσταση ωρίμανσης, έχουν επίδραση στην αύξηση (Aiken & Waddy, 1992). Οι μικροσκοπικοί αστακοί που έχουν προέλθει από την εκκόλαψη των αυγών, μένουν με τη μητέρα τους για τρία στάδια (δύο εκδύσεις). Στο τρίτο στάδιο οι νεανικοί αστακοί γίνονται βαθμιαία όλο και περισσότερο ανεξάρτητοι από τη μητέρα τους, όπου υιοθετούν μια μοναχική ζωή. Το μέγεθος στην ωρίμανση είναι συνήθως 6-9 cm σε μια ηλικία 2-3 ετών (Taugbol &

Johnsen, 2006). Οι εκτιμήσεις για την επιβίωσή τους στην ηλικία 2 ετών ποικίλλουν από 10 – 52 %, η οποία εξαρτάται από τους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες. Ο ανταγωνισμός και ο κανιβαλισμός μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην επιβίωση στους πυκνούς πληθυσμούς (Taugbol & Johnsen, 2006). Η επιβίωση του *P. leniusculus* μειώνεται με την αυξανόμενη θερμοκρασία και αυξάνεται με την αυξημένη ποσότητα τροφής, ενώ η χωρική διανομή της τροφής ή του δείκτη πυκνότητας δεν είχε καμία επίδραση στη θνησιμότητα (Ahvenharju, 2007). Επίσης, το ποσοστό των τραυματισμένων ζώων αυξήθηκε με τη μείωση της ποσότητας της τροφής, την αυξανόμενη θερμοκρασία και την πυκνότητα, ίσως λόγω του υψηλότερου αριθμού των ανταγωνιστικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ζώων (Ahvenharju, 2007). Η μέγιστη ηλικία και το μέγεθος αναφέρονται να είναι τα 20 έτη και 16 -18 cm, αλλά τέτοια μεγέθη είναι πολύ σπάνια. (Taugbol & Johnsen, 2006).

3.1.2 Εκτροφή του είδους

3.1.2.1 Γεννήτορες, αναπαραγωγή και ανάπτυξη νεαρών ατόμων

Οι γεννήτορες μπορούν να αποκτηθούν είτε από εκτρεφόμενο είτε από άγριο πληθυσμό. Οι γεννήτορες διατρέφονται με μια ποικιλία φυσικών τροφών, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν μικρά καρκινοειδή και υδρόβια φυτά (Guan & Wiles, 1997). Ο αριθμός των αυγών που ωοτοκούν ποικίλει αξιοσημείωτα, ακόμα και με τους γεννήτορες που προέρχονται από εκτρεφόμενο πληθυσμό, τα οποία κάνει δύσκολο το σχεδιασμό για τη διαχείριση του εκκολαπτηρίου. Έτσι, κοινή πρακτική είναι η τεχνητή γονιμοποίηση των αυγών, τα οποία έχουν απομακρυνθεί με φυσικό τρόπο από τα θηλυκά.

Τα νεαρά παραχθέντα άτομα πρέπει να εκτραφούν έως ότου φθάσουν σε ένα ικανοποιητικό μέγεθος για επανεφοδιασμό και για λόγους αύξησης. Οι Gonzalez *et al.*, (2009), πραγματοποίησαν δύο πειράματα 80 ημερών υπό ελεγχόμενες συνθήκες

ώστε να συγκρίνουν την επιβίωση και την αύξηση του σταδίου 2 των νεαρών αστακών (*P. leniusculus*) από δύο προελεύσεις: μητρική ή τεχνητή επώαση. Στο πρώτο πείραμα, εξετάστηκαν νεαρά άτομα από τεχνητά επωασμένα αυγά, νεαρά άτομα από μητρική επώαση και ένας πλυθυσμός ατόμων προερχόμενα και από τις δύο προελεύσεις (50 % από το καθένα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην επιβίωση δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών, σε αντίθεση με την αύξηση όπου οι αστακοί από την τεχνητή επώαση αυξήθηκαν σημαντικά γρηγορότερα από τους αστακούς της μητρικής επώασης. Το δεύτερο πείραμα είχε 2 φάσεις και περιελάμβανε τέσσερις μεταχειρίσεις: αστακοί προερχόμενοι είτε από τεχνητή είτε από μητρική επώαση, ταΐζονταν είτε μία φορά την ημέρα είτε δύο φορές. Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στα ποσοστά της επιβίωσης, ενώ οι αστακοί από την τεχνητή επώαση αυξήθηκαν σημαντικά γρηγορότερα από τους αστακούς της μητρικής επώασης (Gonzalez *et al.*, 2009).

Οι διαστάσεις των υπαίθριων μονάδων των γεννητόρων είναι συνήθως, δεξαμενές (2 – 10 m μήκος, 0.5 – 1 m πλάτος και 0.5 – 1 m βάθος) και λίμνες (100 – 500 m² και 1 m βάθος) (Lee & Wickins, 1992). Οι δεξαμενές αυτές στοκάρονται με αυγωμένα θηλυκά ή ώριμους άγριους γεννήτορες που έχει συλληφθεί το φθινόπωρο. Η πυκνότητα του αποθέματος είναι 1 αρσενικό : 3 θηλυκά άτομα. Η εκκόλαψη πραγματοποιείται την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι όπου η θερμοκρασία είναι πάνω από τους 14 °C (Lee & Wickins, 1992).

Οι Celada *et al.*, (2007) πραγματοποίησαν μελέτη με σκοπό την αξιολόγηση της αναπαραγωγικής απόδοσης των αστακών (*P. leniusculus*) στο δεύτερο αναπαραγωγικό τους κύκλο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η ωοπαραγωγή που προέρχεται από την επαναχρησιμοποίηση των ίδιων γεννητόρων είναι χαμηλότερη, αλλά όχι αμελητέα. Οι συγγραφείς συνέστησαν πως η

επαναχρησιμοποίηση των θηλυκών γεννητόρων για 2^ο αναπαραγωγικό κύκλο θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη σε μερικές περιστάσεις.

Τα εκκολαπτήρια μπορεί να είναι απλά ή σύνθετα, ανάλογα τον τρόπο γονιμοποίησης (φυσική ή τεχνητή) και την αναγκαιότητα ελέγχου των ποιοτικών παραμέτρων του νερού (Wickins & Lee, 2002). Οι δεξαμενές των γεννητόρων είναι ορθογώνιες ή κυκλικές. Τα αυγωμένα θηλυκά μεταφέρονται κατόπιν σε ατομικά κλουβιά, όπου η εκκόλαψη λαμβάνει χώρα την άνοιξη ή στις αρχές του καλοκαιριού, όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 14 °C (Wickins & Lee, 2002). Ο αυξανόμενος δείκτης πυκνότητας στο απόθεμα, μειώνει τη αύξηση του *P. leniusculus* και σε μέγεθος αλλά και σε βάρος. Αυτό μπορεί να οφείλεται στον αυξημένο τροφικό ανταγωνισμό. Για τους νεαρούς *P. leniusculus* οι Savolainen *et al.*, (2004) ανέφεραν ότι κατά τον διπλασιασμό της πυκνότητας, η επιβίωση αναμένεται να μειωθεί σε περίπου 11 %. Η θερμοκρασία έχει έντονες επιπτώσεις στην αύξηση όλων των ποικιλόθερμων ζώων, συμπεριλαμβανομένου και του *P. leniusculus*. Η βιομάζα των νεαρών *P. leniusculus* αυξάνεται με την αυξανόμενη θερμοκρασία. Κατά τη διάρκεια ατομικής εκτροφής του *P. leniusculus* παρατηρήθηκε πως οι αστακοί αυξήθηκαν γρηγορότερα σε σχέση με την ομαδική εκτροφή. Επίσης, η παραλλακτικότητα στην αύξηση μεταξύ των νεαρών ατόμων ήταν χαμηλότερη κατά τη διάρκεια της μεμονωμένης εκτροφής (Ahvenharju, 2007).

Ο Keller (1988) πρότεινε ανανέωση των θηλυκών γεννητόρων κάθε 10 μέρες με εισαγωγή νεαρών ατόμων (juveniles) μέσα σε κουβά με νερό ώστε να εκτρέφονται χωριστά από τα μεγαλύτερα άτομα νεαρά άτομα. Με τον τρόπο αυτό ανακάλυψε πως μπορούν να συλλεχθούν περισσότερα από 10.000 νεαρά άτομα (juveniles) ανά ώρα. Κανονικά τα νεαρά άτομα αποχωρίζονται από τη μητέρα τους μετά από 2 έως 21

ημέρες. Οι εγκαταστάσεις ανάπτυξης των νεαρών ατόμων είναι συνήθως ρηχά αυλάκια. Τα νεαρά άτομα ταΐζονται από ποικιλία τροφών, η οποία περιλαμβάνει φύκη, ζωντανό και κατεψυγμένο ζωοπλαγκτόν (Wickins & Lee, 2002).

Οι Celada *et al.*, (2006) διεξήγαγαν έρευνα με σκοπό να συγκρίνουν την επιβίωση και την αύξηση του σταδίου 2 των νεαρών αστακών (*P. leniusculus*) που προέρχονταν από μητρική ή τεχνητή επώαση. Τα ποσοστά της επιβίωσης ήταν ίδια, αλλά η αύξηση των νεαρών ατόμων που προέρχονταν από τεχνητή επώαση ήταν σημαντικά υψηλότερη.

Οι Blake *et al.*, (1994) ερεύνησαν τα αποτελέσματα από την κάλυψη με αγριόχορτα στη δραστηριότητα, την αύξηση και την επιβίωση των νεαρών *P. leniusculus* που εκτίθενται σε ενήλικα *P. leniusculus* και στο *Leucapius delineatus*, ένα μη-αρπακτικό κυπρινοειδές. Τα νεαρά *P. leniusculus*, έδειξαν να προτιμούν περισσότερο τους βιότοπους χωρίς την επικάλυψη με αγριόχορτα παρά αυτών που καλύπτονται με αγριόχορτα. Οι συγγραφείς πρότειναν ότι τα μη-αρπακτικά ψάρια μπορούν να έχουν επίπτωση στη δραστηριότητα των νεαρών *P. leniusculus*. Τα αποτελέσματα επίσης προτείνουν ότι τα ενήλικα *P. leniusculus* επηρεάζουν έμμεσα την επιβίωση των νεαρών *P. leniusculus* άμεσα μέσω του κανιβαλισμού.

3.1.2.2 Εκτροφή ενήλικων ατόμων

Η καλλιέργεια των αστακών του γλυκού νερού πραγματοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ, την Αυστραλία και την Ευρώπη. Τα ετήσια επίπεδα παραγωγής ποικίλλουν ανάλογα με το κλίμα και την περιοχή και συνολικά είναι από 40.000 έως 60.000 τόνων το χρόνο. Επιπλέον, τουλάχιστον ισοδύναμα ποσά συγκομίζονται από τις

θαλάσσιες περιοχές, ιδιαίτερα στη Βόρεια Αμερική, την Κίνα, την Αυστραλία, την Κένυα, την Τουρκία και την Ευρώπη (Holdich, 1993). Υπάρχουν τρεις τύποι εκτροφής των ενήλικων ατόμων του είδους: 1) εκτατική ή φυσική, 2) ημι – εντατική και 3) εντατική ή ελεγχόμενη περιβαλλοντικά εκτροφή (Wickins & Lee, 2002). Οι αστακοί *P. leniusculus* είναι σχετικά εύκολο να εκτραφούν, αν και η παραγωγικότητά τους είναι πολύ χαμηλότερη σε σύγκριση με άλλα εκτρεφόμενα καρκινοειδή (Holdich, 1993). Οι αστακοί είναι οργανισμοί οι οποίοι προσφέρονται για υδατοκαλλιέργεια διότι αναπαράγονται εύκολα στα συστήματα εκτροφής και δεν έχουν προνυμφικό στάδιο. Είναι παμφάγοι οργανισμοί και θα τραφούν με χαμηλού κόστους τροφές (Avault, 1993).

3.1.2.2.1 Εκτατική ή φυσική εκτροφή

Στην Ευρώπη, τα συστήματα αυτά υποστηρίζουν και τον εμπλουτισμό των θαλασσών. Η διατροφή των αστακών στα συστήματα αυτά είναι φυσική περιέχοντας σκουλήκια, καρκινοειδή και μαλάκια. Ελάχιστες είναι οι γνώσεις μας σχετικά με τις πλήρεις τεχνητές τροφές για το είδος (Hessen, 1989).

3.1.2.2.2 Ημι – εντατική εκτροφή

Στην κατηγορία αυτή, οι αστακοί εισάγονται σε δεξαμενές προετοιμασίας σε πυκνότητες πάνω από 6 – 10 άτομα m². Η διατροφή τους αποτελείται από πατάτες, μήλα ή από διάφορα λαχανικά. Είναι απαραίτητο κατά την ανακύκλωσή του το νερό να ελέγχεται (Lee & Wickins, 1992). Πολλές καινούριες εμπορικές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν raceways ή κανάλια. Ο παραγωγικός στόχος είναι έξι άτομα ανά μέτρο αναχώματος, αλλά αυτός δεν επιτυγχάνεται χωρίς συμπληρωματική τροφή (Lee & Wickins, 1992).

3.1.2.2.3) Εντατική εκτροφή

Η Εντατική εκτροφή είναι εφαρμοσμένη στα νηπιακά στάδια εκτροφής για την παραγωγή μεγάλων αριθμών νεαρών ατόμων για επανεφοδιασμό. Οι δεξαμενές είναι τσιμεντένιες όπου έχουν τοποθετηθεί δέρματα με το νερό να είναι ανακυκλώμενο. Το αρχικό απόθεμα μπορεί να είναι υψηλής πυκνότητας 750 – 1000 m² αλλά μετά τον πρώτο χειμώνα μπορεί να μειωθεί σε 300 – 500 m² (Lee & Wickins, 1992).

Οι Gonzalez *et al.*, (2009) πραγματοποίησαν πείραμα διάρκειας εκατό ημερών υπό ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της επιρροής της πυκνότητας εκτροφής στα ποσοστά της επιβίωσης και της αύξησης των νεαρών αστακών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ποσοστό της επιβίωσης μειώθηκε σημαντικά αυξανόμενου του δείκτη πυκνότητας και πως στη χαμηλότερη αρχική πυκνότητα ο ρυθμός αύξησης των αστακών ήταν υψηλότερος από ότι σε υψηλότερες πυκνότητες. Στους αστακούς, είναι γνωστό ότι η επιθετικότητα και ο κανιβαλισμός αυξάνεται με την αύξηση του δείκτη πυκνότητας, με συνέπεια τη μείωση του ποσοστού επιβίωσης και του ρυθμού αύξησης. Το αρνητικό αποτέλεσμα στην αύξηση που προκαλείται από την ενίσχυση της ανταγωνιστικής συμπεριφοράς και της πίεσης στις υψηλές πυκνότητες θα μπορούσαν να έχουν αντισταθμιστεί από δύο θετικά αποτελέσματα: α) την καλή ποιότητα της διατροφής και β) των συμπληρωμάτων διατροφής λόγω του κανιβαλισμού, που αυξήθηκε με τον αυξανόμενο δείκτη πυκνότητας. Κατά συνέπεια, οι πληροφορίες που παρέχονται από αυτήν την μελέτη είναι χρήσιμες να θέσουν τις κατάλληλες πυκνότητες σύμφωνα με τους στόχους παραγωγής, που δείχνουν ότι η συμπληρωματική διατροφή με καλής ποιότητας δίαιτες γενικά μειώνει τον κανιβαλισμό και μπορεί να οδηγήσει σε μία επιτυχή εκτροφή υψηλών πυκνοτήτων (Wickins & Lee, 2002).

Το *P. leniusculus*. θα φάει οτιδήποτε είναι διαθέσιμο, συμπεριλαμβανομένων και άλλων αστακών. Σε μερικούς Αμερικάνικους πληθυσμούς, η διατροφή βρέθηκε να μετατοπίζεται από τα υδρόβια έντομα των νεαρών ατόμων, σε περισσότερο φυτικούς ιστούς στα ενήλικα άτομα (ISSG, 2009).

Σύμφωνα με αναλύσεις του περιεχομένου στομάχων σε μια ευρεία ποικιλία μεταπρονυμφών του φυσικού περιβάλλοντος, βρέθηκε να διατρέφονται με ασπόνδυλα, αποσυνθετικούς μικροοργανισμούς, φύκη και μακρόφυτα (Ahvenharju, 2007). Οι Guan & Wiles (1998), γνωστοποίησαν πως όντως το *P. leniusculus* είναι είδος παμφάγο και πως ο κατάλογος των προσληφθέντων τροφών τους (μικροοργανισμοί, πράσινα φύκη κλαδοφόρα, κομμάτια αστακών, *Chironomidae* και εφυμερόπτερα) του *P. leniusculus* ήταν παρόμοιος για όλα τα μεγέθη του και ανεξάρτητα της εποχής.

Θεωρώντας ότι η χρήση αποφλοιωμένων κύστεων *Artemia* ως άμεση τροφή για τους νεαρούς αστακούς *P. leniusculus* μπορεί να αποτελέσει μία εναλλακτική λύση των ζωντανών ναυπλίων, οι Gonzalez *et al.*, (2009) πραγματοποίησαν ένα πείραμα 100 ημερών υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Η μελέτη αυτή πρότεινε ότι οι αποφλοιωμένες κύστεις *Artemia* αποτελούν καλύτερο διαιτητικό συμπλήρωμα από τους ζωντανούς ναυπλίους. Επίσης, οι Saez-Royuela *et al.*, (2007) ανέφεραν ότι όταν νεαρά άτομα *P. leniusculus* ταΐστηκαν με ξηρά τροφή για σολομοειδή, συμπληρωμένη με ζωντανή τροφή (*Artemia* ή *Daphnia*), τα ποσοστά επιβίωσης και αύξησης βελτιώθηκαν. Οι Bondar *et al.*, (2005) πραγματοποίησαν πείραμα με σκοπό να μελετήσουν τις διατροφικές προτιμήσεις των νεαρών και ενήλικων ατόμων *P. leniusculus* σε διάφορες φυσικές τροφές. Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι το *P. leniusculus* κατανάλωσε περισσότερο εκείνα τα είδη φυσικής τροφής που είχαν τη

χαμηλότερη θρεπτική αξία, γεγονός που υποδηλώνει πως η θρεπτική αξία της τροφής δεν παίζει τον κυριάρχο ρόλο στην πρόσληψη της τροφής.

3.2. Είδη της οικογένειας *Palinuridae*

Το γένος *Palinurus* (Σχ. 3.2.1) αποτελείται από πέντε είδη. Τα δύο από αυτά, το *Palinurus gilchristi* και το *Palinurus delagoae* βρίσκονται στα νοτιοανατολικά παράλια της Αφρικής και στα νοτιοδυτικά του Ινδικού Ωκεανού. Τα άλλα τρία είδη δηλαδή το *P. elephas*, το *P. charlestoni* και το *P. mauritanicus* βρίσκονται στον νοτιοανατολικό Ατλαντικό και στη Μεσόγειο θάλασσα (Phillips, 2006). Οι ακανθωτοί αστακοί (Spiny lobsters), που επίσης είναι γνωστοί και ως langouste ή ως αστακοί βράχων ανήκουν στην οικογένεια *Palinuridae* και συμπεριλαμβάνουν περίπου 45 είδη. Οι ακανθωτοί αστακοί υπάρχουν στην Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και τη Νότια Αφρική. Οι ακανθωτοί αστακοί τείνουν να ζουν μέσα στις ρωγμές των βράχων και των κοραλλιογενών υφάλων, όπου περιστασιακά μόνο κατά τη νύχτα βγαίνουν έξω με σκοπό να τραφούν με σαλιγκάρια, μαλάκια, καβούρια, ή αχινούς. Μερικές φορές, μεταναστεύουν σε μεγάλες ομάδες μακριά από τα μέρη τους διασχίζοντας τον πυθμένα της θάλασσας (www.wikipedia.org). Μπορούν να ζήσουν περίπου από 8 έως 10 χρόνια. Την άνοιξη τα ενήλικα θηλυκά ωοτοκούν χιλιάδες αυγά στα βαθιά νερά της θάλασσας. Εκεί θα μετατραπούν σε λάρβες όπου θα παραμείνουν ελεύθερα στα θαλάσσια ρεύματα για περίπου ένα έτος πριν μετατραπούν σε μικρούς αστακούς. Από τη θάλασσα, θα επιστρέψουν στην ακτή ώστε να ζήσουν προστατευμένα κάτω από τους βράχους και τη βλάστηση (www.dixiediver.com).

Η συστηματική τους κατάταξη είναι η εξής:

Domain: Eukarya
Βασίλειο: Animalia
Φύλο: Arthropoda
Υποφύλο: Crustacea

Τάξη: Decapoda
Υπόταξη: Achelata
Οικογένεια: **Palinuridae**
Latreille, 1802



Σχήμα 3.2.1 Palinuridae (Πηγή: www.britanica.com).

3.2.1 Γεννήτορες και εκκόλαψη

Η γονιμοποίηση στα *P. elephas*, *P. delagoae* και *P. mauritanicus*, είναι εξωτερική (Phillips, 2006). Τα αυγά τα οποία γεννάει το *P. elephas* κάθε χρόνο, υπερβαίνουν σε αριθμό τα 100.000, τα οποία φέρει στην κοιλία του έως την ημέρα της εκκόλαψής τους (Νεοφύτου, 2006). Δεν υπάρχουν επαρκείς πληθυσμοί άγριων γεννητόρων ώστε να συλληφθούν και να μεταφερθούν σε εμπορικά εκκολαπτήρια (Wickins & Lee, 2002). Στο *P. gilchristi* οι ωοθήκες των περισσότερων ενήλικων θηλυκών ωριμάζουν τον Ιούνιο και η ωοτοκία λαμβάνει χώρα τον Ιούλιο και Αυγούστο (Groeneveld & Rossouw, 1995). Το ποσοστό των αυγωμένων ατόμων είναι υψηλότερο μεταξύ Ιουλίου – Οκτωβρίου (60 – 85 %), με μία μικρά παρέκκλιση έως το Νοέμβριο. Η εκκόλαψη των αυγών διαρκεί 4 – 6 μήνες (Phillips, 2006). Στο *P. delagoae* τα αυγωμένα θηλυκά άτομα εμφανίζονται το Σεπτέμβριο, και τα αυγά

εκκολάπτονται από τον Απρίλιο έως τον Ιούλιο. Η εκκόλαψη των αυγών μπορεί να διαρκέσει 5 – 6 μήνες (Phillips, 2006). Αυγωμένα άτομα του *P. mauritanicus* υπάρχουν όλο το έτος, αν και η κύρια περίοδος ωοτοκίας επεκτείνεται από τον Αύγουστο έως τον Γενάρη (Phillips, 2006).

Οι ώριμοι αστακοί μπορούν να διατηρηθούν επιτυχώς σε συνθήκες αιχμαλωσίας με το διαιτολόγιο τους να περιλαμβάνει δίθυρα μαλάκια και καρκινοειδή (Wickins & Lee, 2002). Οι συχνότητες της ωρίμανσης και της ωοτοκίας, σε κάποια είδη μπορούν να ενισχυθούν με την αύξηση της φωτοπεριόδου και της θερμοκρασίας (MacDiarmid & Kittaka, 2000). Η εκκόλαψη λαμβάνει χώρα από τρεις έως πέντε ημέρες όπου την περίοδο αυτή τα θηλυκά χρειάζεται να στέκονται στις άκρες των περιόποδών τους, συχνά υπερυψωμένα ώστε να διευκολύνουν τη διαφορά των λαρβών (Wickins & Lee, 2002).

3.2.2 Εκτροφή λαρβών

Η οικογένεια των *Palinuridae* παρουσιάζει πέντε σημαντικές φάσεις μέσα στον κύκλο ζωής: ενήλικο, αυγό, φυλόσωμα, puerulus/nisto και νεαρό. Ο αρσενικός αστακός καταθέτει μια σπερματοφόρα μάζα στο στέρνο του θηλυκού κατά τη διάρκεια του ζευγαρώματος, και η γονιμοποίηση των αυγών εμφανίζεται όταν το θηλυκό ωοτοκεί τα αυγά επάνω στην κοιλία και τα πλεόποδα (NCS, 2004). Το πλαγκτονικό στάδιο της ζωής (zoeae) του *P. elephas* καλείται φυλόσωμα, όπου και παρουσιάζει αυξημένη θνησιμότητα στην εκτροφή (Phillips, 2006). Η διάρκεια εκτροφής των λαρβών του *P. elephas* είναι 64 – 132 ημέρες (Wickins & Lee, 2002). Ο Phillips (2006), αναφέρει πως ο λαρβικός κύκλος ζωής είναι 65 – 149 ημέρες και είναι εξαρτώμενος από τις συνθήκες εκτροφής και το είδος της τροφής. Οι λάρβες αυξάνονται σε καλλιέργεια μικροαλγών *Nannochloropsis oculata* και ταΐζονται με γονάδες μυδιών (*Mytilus edulis*). Η περίοδος ανάπτυξης του φυλοσώματος είναι

μικρότερη όταν τρέφεται με λάρβες ψαριών (*Arctoscopus japonicus*) σε σύγκριση με όταν τρέφεται με τις γονάδες μυδιών. Μερικές φορές τα μύδια, οι λάρβες ιχθύων και η *Artemia* αντικαθίστανται από τεχνητή τροφή, η οποία πρέπει να είναι ελκυστική για το φυλόσωμα (Phillips, 2006). Οι Kittaka & Ikegami (1989), αναφέρουν πως η θερμοκρασία για την εκτροφή του φυλοσώματος πρέπει να είναι 17 – 19 °C.

Οι λάρβες του *P. gilchristi* και του *P. Delagoae* είναι πελαγικές για λίγους μήνες Phillips (2006). Η εκτροφή των λαρβών γίνεται σε δοχεία με κωνική βάση ώστε να ανέρχεται το θαλασσινό νερό σε χωρητικότητα 40 – 100 L (Kittaka & Ikegami, 1989). Κάποια ανοικτά συστήματα κυκλοφορίας χρησιμοποιούν καθαρό νερό που έχει φιλτραριστεί και έχει περάσει από υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ υπάρχουν και κλειστά συστήματα ανακύκλωσης του νερού όπου μπορεί να εφαρμόζεται η τεχνική του πράσινου νερού (Wickins & Lee, 2002). Οι καλύτερες συνθήκες για την επιβίωση του εξασφαλίζονται όταν το νερό αννανεώνεται κάθε 13 – 14 ημέρες (Shioda *et al.*, 1997). Το καλύτερο διαιτολόγιο για τα νεοεκκολαπτόμενα άτομα είναι *Artemia*, *Sagitta* spp., ποικιλία λαρβών ψαριών και μυδιών (Wickins & Lee, 2002).

Στο στάδιο puerulus/nisto, οι αστακοί συνήθως δεν ταΐζονται αλλά βασίζονται στα θρεπτικά αποθέματα του σταδίου του phyllosoma (Mikami & Takashima, 1993). Κατά την εκτροφή του σταδίου puerulus, την περίοδο πριν τη μεταμόρφωση αλλά και μετά από αυτή, τα ποσοστά της θνησιμότητας είναι υψηλά (Kittaka & Kimura, 1989). Κατά τη διάρκεια της πρώτης έκδυσης έως τη δεύτερη τα νεαρά άτομα τρέφονται με *Artemia* και έπειτα λαμβάνουν τεχνητές τροφές. Η ανάπτυξη είναι από 2 g έως 10 g σε τέσσερις μήνες και η πυκνότητα των νεαρών ατόμων είναι 90 m² με ποσοστό επιβίωσης 98 %. (Wickins & Lee, 2002).

3.2.3 Κύρια εκτροφή

Οι Phillips & Kittaka (2000), για το μέγεθος και το σχήμα των δεξαμενών αναφέρουν ότι κάποιιοι χρησιμοποιούν μεγάλες (3500 – 4000 l) φυσικές δεξαμενές με πέτρες, σκέπαστρο, φύκη και βένθος και κάποιιοι χρησιμοποιούν μικρές (200 – 1000 l) ή πολύ μεγάλες (10000 l) από τσιμέντο ή από φαϊμπεργκλας. Κατά μέσο όρο οι αστακοί στοκάρονται σε βάρος 25 g με στόχο να φτάσουν κατά μέσο όρο βάρο 330 g σε 16 μήνες. Επειδή ο ρυθμός αύξησης είναι ετερογενής, οι αστακοί ταξινομούνται κάθε 2 με 3 μήνες. Η θερμοκρασία της εκτροφής είναι 20 °C. Ανταλλαγή νερού σε ποσοστό 10 % πραγματοποιείται κάθε μέρα με ποσοστά επιβίωσης 80 % (Wickins & Lee, 2002). Τα *Palinuridae* γενικά, είναι ποικιλοσμωτικά. Τα νεαρά άτομα είναι ανθεκτικά για αρκετές ημέρες στις βαθμιαίες μειώσεις της αλατότητας σε εκπληκτικά χαμηλές τιμές (20 ‰) (Phillips & Kittaka, 2000).

Τα νεαρά άτομα αναπτύσσονται με φυσική τροφή όπως γαστερόποδα, μύδια, καβούρια και καλαμάρια (Wickins & Lee, 2002). Η τροφή πρέπει να είναι υψηλής θρεπτικής αξίας και αποδεκτή από τους αστακούς. Επίσης, να είναι διαθέσιμη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με λογικό κόστος, και εύκολη στην αποθήκευση και στη διαχείρισή της (Phillips & Kittaka, 2000). Το διαιτολόγιο του *P. elephas* περιλαμβάνει μία ποικιλία βενθικών οργανισμών όπως μαλάκια, εχινόδερμα και καρκινοειδή. Επίσης τρέφεται με οφίουρα και κοραλιογενή φύκη. Το *P. mauritanicus* τρέφεται με νεκρά ψάρια, μαλάκια (δίθυρα, γαστερόποδα), καρκινοειδή, πολύχαιτους και εχινόδερμα. Το *P. delagoae* τρέφεται με κεφαλόποδα, τελεόστεα και καρκινοειδή (Phillips, 2006).

Η μειωμένη διαθεσιμότητα και το αυξανόμενο κόστος των αλιευτικών απορρίψεων, μαζί με τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις που προκαλούνται από αυτόν τον τύπο σίτισης, έχουν στρέψει την προσοχή στην ανάγκη για πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον τροφές, όπως τα σύμπηκτα (Williams,

2007). Ο συνδυασμός φρέσκων προϊόντων όπως η σάρκα μυδιών ή γαρίδων με τη σίτιση συμπύκτων από γαρίδες, είτε ως εναλλακτική διατροφή καθημερινά είτε ως κάποιο περιοδικό συμπλήρωμα, δρουν καλύτερα στην αύξηση και την επιβίωση των αστακών. Διατροφικές μελέτες προτείνουν ως συχνότητες σίτισης μόνο μία φορά ή δύο φορές την ημέρα (Williams, 2007).

3.3 Εκτροφή του είδους *Hommarus gammarus*

3.3.1. Βιολογία του είδους

Το ενδιαφέρον για την εκτροφή των αστακών του θαλασσινού νερού άρχισε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα επειδή η παραγωγή δεν επαρκούσε για την κάλυψη της ζήτησης. (Κλαουδάτος, 2008). Οι νύμφες του γένους *Homarus* (Σχ. 3.3.1) είναι εύκολο να εκτραφούν, γιατί είναι ανθεκτικές και έχουν μικρό χρόνο ανάπτυξης (10 – 14 ημέρες στους 20 °C). Η εκτροφή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί όλο το χρόνο, με μέγιστη επιβίωση κατά τη διάρκεια της φυσικής περιόδου αναπαραγωγής (άνοιξη – καλοκαίρι), διότι η παρέμβαση στη φυσική θερμοκρασία του νερού της εκτροφής είναι ελάχιστη (Κλαουδάτος, 2008).

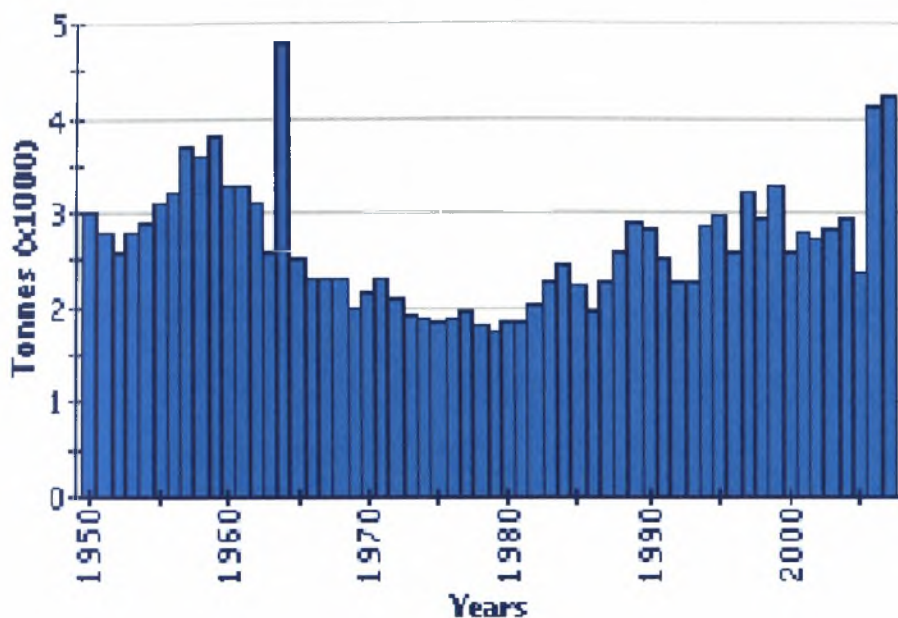
Ο αστακός συναντάται στον ανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό, στη βορειοδυτική Νορβηγία, στις Αζόρες αλλά και το Μαρόκο. Μπορεί επίσης να βρεθεί στη Μεσόγειο, δυτικά της Κρήτης, όπως επίσης και στις βορειοδυτικές περιοχές της Μαύρης Θάλασσας, αλλά όχι στη θάλασσα της Βαλτικής (Σχ. 3.3.2). Σπάνια βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από τα 50 m, αλλά μπορεί να βρεθεί σε οποιοδήποτε χαμηλό σημείο της παλίρροιας σε βάθος 150 m, σε σκληρά υποστρώματα ή σε λάσπη (FAO, 2009). Η παγκόσμια παραγωγή του εκτρεφόμενου *Homarus gammarus* από το 1950 έως και σήμερα παραμένει σχεδόν στα ίδια επίπεδα με μία αύξηση να παρατηρείται τα τελευταία χρόνια (FAO, 2009d), (Σχ. 3.3.3).



Σχήμα 3.3.1 *Homarus gammarus* (Πηγή: www.habitas.org.uk).



Σχήμα 3.3.2 Γεωγραφική κατανομή του *Homarus gammarus* (Πηγή: Prodohl *et al.*, 2005).



Σχήμα 3.3.3 Παγκόσμια παραγωγή του εκτρεφόμενου *Homarus vulgaris* (www.FAOSTAT.fao.org).

Το *H. vulgaris* είναι κυρίως νυκτόβιο είδος και το διαιτολόγιό του αποτελείται από μπλε μύδια, καβούρια ερημίτες και πολύχαιτους. Η αύξηση πραγματοποιείται με εκδύσεις, οι οποίες μειώνονται σε συχνότητα κατά τη διάρκεια των νεανικών σταδίων έως ότου γίνει τμήμα του ζευγαρώματος, της ωοτοκίας και του κύκλου της εκκόλαψης των αυγών (Prodohl *et al.*, 2005). Μετά από την εξώθηση, τα αυγά κρατώνται στα πλεοπόδια για περίπου ένα έτος μέχρι την εκκόλαψη του επόμενου καλοκαιριού. Τα μεγάλα θηλυκά (>120 μήκος CL) που έχουν παρουσιάσει έκδυση έπειτα υποβάλλονται σε δύο διαδοχικές ωοτοκίες πριν εκδυθούν ξανά (Prodohl *et al.*, 2005). Οι πρώτες εβδομάδες μετά την εκκόλαψη χαρακτηρίζονται από μια πελαγική φάση που διαρκεί συνήθως 14-20 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία ύδατος (Incze & Wahle, 1991). Αυτή η διαδικασία διαρκεί 10 έως 14 ημέρες σε περιβάλλον εκκολαπτηρίου (εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία) ενώ στη θάλασσα ολοκληρώνεται σε περίπου έναν μήνα (Browne *et al.*, 2009). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι προνύμφες υποβάλλονται σε τέσσερα αναπτυξιακά στάδια μέχρι τη μεταμόρφωση

στο στάδιο IV (μετά-προνύμφες) όπου εγκαθίστανται στο βυθό (Incze & Wahle, 1991).

Η συστηματική κατάταξη του *H. vulgaris* είναι η εξής:

Kingdom: Animalia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Class: Malacostraca
Order: Decapoda
Infraorder: Astacidea
Family: Nephropidae
Genus: Homarus
Species: ***H. vulgaris***

3.3.2. Γεννήτορες, εκκόλαψη και ανάπτυξη λαρβών

Οι γεννήτορες που χρησιμοποιούνται στην εκτροφή του είδους προέρχονται από το φυσικό περιβάλλον, οι οποίοι τοποθετούνται μέσα σε αγκυροβολημένα ειδικά κουτιά στη θάλασσα ή σε ρηχές δεξαμενές, στις οποίες μπορεί να εφαρμόζεται ανακυκλοφορία του θαλάσσιου νερού (Wickins & Lee, 2002). Η επιλογή του γεννήτορα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με: 1) Μεγάλα θηλυκά (CL >90mm) προτιμώνται από τα μικρότερα λόγω της μεγαλύτερης γονιμότητας και της ποιότητας των αυγών, 2) Ισχυρά, δραστήρια και άθικτα ζώα (οι αστακοί πρέπει να είναι τέλειοι, να μην λείπει claws ή κάποιο από τα περιόποδά τους), 3) Μόνο αστακοί με μεγάλη ποσότητα υγιών αυγών (άτομα με αποχρωματισμένα π.χ. πορτοκαλί αδιαφανή αυγά δεν πρέπει να ληφθούν, όπως αυτά είναι νεκρά) (Browne *et al.*, 2009). Ο συνωστισμός και οι ευρείες διακυμάνσεις στην ποιότητα του νερού όπως π.χ. χαμηλή αλατότητα, υψηλή αμμωνία, αποτελούν αρνητική επιρροή στην ποιότητα των λαρβών και τελικά στην εκκόλαψή τους (Browne *et al.*, 2009). Η μεταφορά των αστακών από τη θάλασσα στις εγκαταστάσεις εκτροφής μπορεί να γίνει και μέσα σε δεξαμενές με

θαλασσινό νερό ή και σε κουτιά δίχως νερό αλλά με στρώσεις από υγρά φύκη. Η επιθυμητή θερμοκρασία κατά το πακετάρισμα είναι 8 – 10 °C (Wickins & Lee, 2002).

Οι θηλυκοί γεννήτορες τρέφονται με το 2 – 3 % του σωματικού τους βάρους ανά ημέρα με γονάδες μυδιού (*Mytilus*) και φρεσκοκατεψυγμένες γαρίδες (*Crangon*) σε αναλογία μίξης 1:1 (Wickins & Lee, 2002). Για τουλάχιστον δύο εβδομάδες προτού να εκκολάψουν τα αυγά τους δεν τους προσφέρεται τροφή (Browne *et al.*, 2009). Είναι σημαντικό στο περιβάλλον του εκκολαπτηρίου οι λαρβικοί αστακοί να λαμβάνουν τροφή, η οποία να είναι υψηλή σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και με τις επαρκείς ποσότητες των απαραίτητων λιπαρών οξέων για την εξέλιξη και την αύξησή τους (Browne *et al.*, 2009). Η περιεκτικότητα των DHA και EPA στην *Artemia* είναι σημαντική για την επιβίωση και πιθανώς για την αύξηση των αστακών (Enjemo *et al.*, 2009). Για τη μακροπρόθεσμη επιτυχή λειτουργία ενός λαρβικού εκκολαπτηρίου είναι η μονάδα να είναι απομονωμένη από τους πιθανούς μολυσματικούς παράγοντες και οι εγκαταστάσεις να διατηρούνται καθαρές (Browne *et al.*, 2009). Η περίοδος της εκκόλαψης των λαρβών διαρκεί 3 με 5 ημέρες (Wickins & Lee, 2002). Μικρότερος χρόνος εκκόλαψης επιτυγχάνεται μέσω του θερμοκρασιακού ελέγχου κατά την επώαση, αλλά κάποιοι γεννήτορες κρατούνται υπό αιχμαλωσία για αρκετούς μήνες μέχρι να εκκολάφθουν οι λάρβες τους (Wickins & Lee, 2002). Οι Beal *et al.*, (1993), αναφέρθηκαν σε λαρβικό σύστημα εκτροφής με την τεχνική του πράσινου νερού, το οποίο περιελάμβανε τη χρήση δύο ειδών φυτοπλαγκτού ώστε να εμπλουτίζουν την *Artemia*, την οποία ταΐζαν έπειτα στις προνύμφες των αστακών στα κωνικά δοχεία των 500 l. Τα ποσοστά της επιβίωσης που αναφέρθηκαν ήταν 30 – 50 %.

Η εκτροφή σε κλειστά συστήματα γίνεται σε θερμοκρασία νερού στους 18 °C, όπου το διαιτολόγιο αποτελείται από *Artemia* και σύμπηκτα με καθημερινή εναλλαγή του νερού σε ποσοστό 100 % (Enjemo *et al.*, 2009). Η εκτροφή σε ανοιχτά

συστήματα γίνεται σε θερμοκρασία νερού στους 18 °C με υψηλή παροχή αερισμού και νερού και το διαιτολόγιο τους αποτελείται από *Artemia* και σύμπληκτα και η πυκνότητα του αποθέματος είναι 5 άτομα/l (Enjemo *et al.*, 2009). Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 20 - 22 °C (Prodohl *et al.*, 2005). Το *H. gammarus* μπορεί να φθάσει 250 - 300 g (TL 210 mm, CL 75 mm) σε 24 - 30 μήνες με σταθερή θερμοκρασία ύδατος στους 20 °C (Wickins & Beard, 1991). Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν το ποσοστό αύξησης των αστακών είναι ο χειρισμός, ο δείκτης πυκνότητας, το μέγεθος του βιότοπου, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και η ποιότητα του νερού (Factor, 1995). Το ποσοστό της επιβίωσης εξαρτάται από τη διάρκεια της φωτοπερίοδου, τη θερμοκρασία, την ποιότητα του νερού, την πυκνότητα των εκτρεφόμενων ατόμων, τις ασθένειες που ενδέχεται να εμφανισθούν, τον τύπο του συστήματος εκτροφής, την ποιότητα και την ποσότητα της προσφερόμενης τροφής κ.α. (Κλαουδάτος, 2008).

Ο αριθμός των λαρβών που εκκολάπτονται από ένα θηλυκό, ποικίλει με το μέγεθος του θηλυκού (Wickins & Lee, 2002). Οι λάρβες συλλέγονται εύκολα διερχόμενες δια μέσου τρεχούμενου νερού από τον θάλαμο επώασης των θηλυκών σε ένα ξεχωριστό κλωβό με μάτι διχτυού 1,5 mm.

3.3.3 Εκτροφή λαρβών

Σε υψηλές πυκνότητες αποθέματος, οι αστακοί από το στάδιο της προνύμφης προς αυτό της μεταπρονύμφης είναι κανιβαλικοί και οι απώλειες στη φάση αυτή είναι αναπόφευκτες (Browne *et al.*, 2009). Ενδείκνυται οι αστακοί να διαχωριστούν για λίγο κατά τη διάρκεια της περιόδου της κοινής εκτροφής, ώστε τα νεαρά άτομα να έχουν γρήγορη ανάπτυξη, με τον διαχωρισμό αυτό να αποδεικνύεται δύσκολος στην πράξη (Wickins & Lee, 2002). Τα ποσοστά της επιβίωσης των λαρβών των αστακών

είναι υψηλότερα εάν αυτοί εκτρέφονται σε μεμονωμένα συστήματα (85 – 91 %), παρά να εκτρέφονται σε ανοιχτά συστήματα (35 – 83 %) (Enjemo *et al.*, 2009). Τροφές που περιλαμβάνουν κομμάτια μυδιών έχουν χρησιμοποιηθεί ώστε να ταΐσουν τις μεταπρονύμφες των αστακών. Επίσης, στις λάρβες χορηγείται *Artemia* με πυκνότητα τουλάχιστον 1 *Artemia* ανά ml με μέση επιβίωση των λαρβών στο 80 % του αρχικού πληθυσμού (Browne *et al.*, 2009).

3.3.4. Κύρια εκτροφή

Όταν οι μεταπρονύμφες στις δεξαμενές εκτροφής τους υποστούν έκδυση τουλάχιστον μία φορά στο στάδιο V ή δύο φορές στο στάδιο VI ή και περισσότερες, τότε είναι έτοιμες για τη μεταφορά τους στα θαλάσσια διαμερίσματά τους (Browne *et al.*, 2009). Η υδατοκαλλιέργεια των αστακών μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρεις ευδιάκριτες μορφές: 1) Πάχυνση των αστακών, 2) Αύξηση του πληθυσμού και 3) πλήρης υπαίθρια πάχυνση. Στην πάχυνση των αστακών, οι άγριοι συλληφθέντες αστακοί διατηρούνται σε δεξαμενές όπου ταΐζονται ώστε να βελτιώσουν την ποιότητα και το μέγεθος τους (Waddy, 1988). Στη δεύτερη μορφή υδατοκαλλιέργειας, δημιουργούνται εκκολαπτήρια αστακών στοχεύοντας να συμπληρώσουν τα άγρια αποθέματα με προνύμφες των σταδίων I έως IV (Nicosia & Lavalli, 1999). Η πλήρης υπαίθρια πάχυνση, πραγματοποιείται ανεξάρτητα από την αλιεία και περιλαμβάνει τους εκτρεφόμενους αστακούς από το στάδιο του αυγού έως το εμπορεύσιμο μέγεθος.

Το *H. gammarus* σιτίζεται εύκολα με φυσικές και τεχνητές τροφές, είναι ανθεκτικό στις ασθένειες και αναπτύσσεται ταχέως μέσα σε θερμά νερά (Kristiansen

et al., 2004). Οι ασθένειες που εμφανίζονται στις εκτροφές του *H. gammarus* οφείλονται σε υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, το πιθανό φυσιολογικό στρες, την κακή ποιότητα του νερού και την ανεπαρκή διατροφή (Waddy, 1988).

Τα ποσοστά της αύξησης και της επιβίωσης των νεαρών αστακών εξαρτώνται από τη διατροφή, τη θερμοκρασία και τη ποιότητα του νερού. Σε μελέτη των Schmalenbach *et al.*, (2009) εξετάστηκε η διατροφή στη βέλτιστη θερμοκρασία, αλλά πρόσθετη έμφαση δόθηκε στη βελτιστοποίηση των μεθόδων καθαρισμού και σίτισης από οικονομική αλλά και από οικολογική άποψη. Οι ερευνητές μελέτησαν έξι διατροφικές μεταχειρίσεις με νεαρούς αστακούς που διατηρήθηκαν σε ατομικά διαμερίσματα σε ένα ημί-κλειστο σύστημα επανακυκλοφορίας νερού με θερμοκρασία 20 °C. Οι αστακοί διατράφηκαν με τους συνδυασμούς δύο σιτηρεσιών: πρόσφατα εκκολαπτόμενοι ναύπλιοι *Artemia* και κομματιασμένα καβούρια *Cancer pagurus*, κάθε 2 ή 4 ημέρες. Κατά τη διάρκεια του πειράματος των Schmalenbach *et al.*, (2009), νεαρά ισόποδα, *Idotea emarginata*, ήταν συνεχώς παρόντα στα κιβώτια των αστακών. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν πως η συχνότερη σίτιση αύξησε σημαντικά τα ποσοστά της αύξησης των νεανικών αστακών ενώ οι διαφορετικοί συνδυασμοί της σίτισης δεν είχαν καμία επίδραση. Το ποσοστό της επιβίωσης των νεαρών αστακών κυμάνθηκε από 90 - 97 %. Η διατροφή που αποτελούνταν από το *C. pagurus*. ήταν οικονομικά η πιο αποδοτική. Η ομαδική καλλιέργεια των νεαρών αστακών με τα ισόποδα *I. emarginata* όπως «οργανισμοί καθαρισμού» ταίριαζαν ιδανικά για την εκτροφή των αστακών και μείωσαν το χρόνο συντήρησης κατά 50 %. Επίσης, τα ισόποδα χρησίμευσαν ως συμπληρωματική διατροφή. Η καλύτερη διατροφή για τη βέλτιστη αύξηση, την επιβίωση, και τον φυσιολογικό χρωματισμό είναι η φυσική διατροφή όπως τα φρέσκα και φρεσκοκατεψυγμένα θαλάσσια μαλάκια, τα καρκινοειδή και τα μακροφύκη (Waddy, 1988). Οι Richards & Wickins

(1979), πρότειναν ότι για την αύξηση των αστακών υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της σίτισης κάθε 2 ημερών και κάθε 3 ημερών.

3.4 *Nephrops norvegicus*

Η караβίδα *Nephrops norvegicus* (Σχ. 3.4.1) είναι ευρέως διαδεδομένη στις Ευρωπαϊκές ακτές του Ατλαντικού και στη Μεσόγειο θάλασσα (Smith & Papadopoulou, 2007), (Σχ. 3.4.2).



Σχήμα 3.4.1 *Nephrops norvegicus* (Πηγή: www.habitas.org)

Η συστηματική του κατάταξη είναι η εξής:

Kingdom: Animalia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Class: Malacostraca
Order: Decapoda
Infraorder: Astacidea
Family: Nephropidae
Genus: Nephrops
Species: *N. norvegicus*

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με έρευνα που έγινε με τη βοήθεια υποβρύχιας τηλεοπτικής τεχνικής στον Παγασητικό κόλπο ώστε να διερευνηθεί η πυκνότητα του πληθυσμού του *N. Norvegicus*, διαπιστώθηκε πως ο πληθυσμός της κατανέμεται μεταξύ των 65 – 95 m βάθος, το οποίο αποτελεί και το ρηχότερο όριο στα Ελληνικά νερά για τους πληθυσμούς των караβίδων (Smith & Papadopoulou, 2003). Το γεγονός αυτό οφείλεται στα παγωμένα πυθμενικά στρώματα νερού και στις σταθερές θερμοκρασίες που υπάρχουν στην περιοχή αυτή (Καλλιανιώτης Α., προσωπική ενημέρωση). Επιπροσθέτως, έχει αναφερθεί από τους Smith & Papadopoulou (2003), πως οι πυκνότητες των πληθυσμών των караβίδων στον Παγασητικό κόλπο είναι μεγαλύτερες σε σύγκριση με άλλες Ελληνικές περιοχές. Οι Mytilineou *et al.*, (1990), βρήκαν ότι στον Ευβοϊκό κόλπο ο πληθυσμός της караβίδας βρίσκεται σε βάθη μεγαλύτερα των 60 m με το μέγιστο της πυκνότητας του πληθυσμού να βρίσκεται ανάμεσα στα 100 με 200 m.



Σχήμα 3.4.2 Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση της *Nephrops norvegicus* (Πηγή: FAO, 2008)

Το *N. norvegicus* ζει σε λασπώδεις πυθμένες και αυτό σχετίζεται με τη συνθήκη του να σκάβει τρύπες για να δημιουργήσει καταφύγιο. Οι φωλιές έχουν 10 cm διάμετρο και διαπερνούν το ίζημα 20 με 30 cm. Το *N. norvegicus* μένει στις φωλιές την ημέρα και εξέρχεται κατά το ηλιοβασίλεμα για την εύρεση τροφής (www.wikipedia.com). Σε συνθήκες εργαστηρίου, τα μεγάλα αρσενικά έχουν μικρότερη τάση να δημιουργούν φωλιές σε σχέση με τα θηλυκά και με τα μικρά αρσενικά. Προτιμούν τους λασπώδεις πυθμένες θαλασσών, βάθους από 20 έως 800 m (www.wikipedia.com). Ζει σε σχετικά μεγάλα επίπεδα αλατότητας (33–34 ‰) και είναι είδος γονοχωριστικό με κανιβαλικές τάσεις (Harris & Ulmestrand, 2004).

Η караβίδα *N. norvegicus* είναι είδος το οποίο μπορεί να είναι ιδιαίτερα εμπορικό, όμως δεν έχουν διεξαχθεί προς το παρόν έρευνες για την εκτροφή του. Η εκτροφή της караβίδα επιβάλλεται και για το λόγο ότι εξαιτίας της υπεραλίευσης, πολλά αποθέματά της έχουν μειωθεί (Sarda *et al.*, 1998). Παρόλα αυτά, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν λιγιστές έως ελάχιστες έρευνες σχετικά με την εκτροφή του *N. norvegicus*. Σε μία από αυτές, επετεύχθη η εκτροφή μετανυμφών του *N. norvegicus* μέχρι το στάδιο V, χρησιμοποιώντας ως τροφή φρέσκους εμπλουτισμένους ναυπλίους της *Artemia salina* (Rotland *et al.*, 2001). Επίσης, έχουν γίνει προσπάθειες εκτροφής σε εργαστηριακές συνθήκες (Στρατάκος, 2007: Μπαντίδος, 2008) με ενθαρρυντικά στοιχεία για την εκτροφής της. Θετικό στοιχείο για το ξεκίνημα μίας τέτοιας προσπάθειας αποτελεί η υψηλή διατροφική του αξία για τον άνθρωπο εξαιτίας της πρωτεϊνικής και λιπιδιακής του σύστασης (Rosa & Nunes, 2003). Απαιτείται περισσότερη έρευνα, με σκοπό την αναπαραγωγή του *Nephrops norvegicus* σε ελεγχόμενες συνθήκες. Επιπροσθέτως, η έρευνα είναι απαραίτητο να εστιαστεί και στη διερεύνηση των διατροφικών του αναγκών, με σκοπό την επίτευξη όσο το δυνατόν γρηγορότερα του εμπορεύσιμου μεγέθους. Σύμφωνα με τα

αποτελέσματα των συγκεκριμένων πειραμάτων της εκτροφής της καραβίδας *Nephrops norvegicus* (Στρατάκος, 2007: Μπαντίδος, 2008), το είδος της διατροφής αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εκτροφή της και έδειξαν επίσης την εμφανή υπεροχή της φυσικής τροφής έναντι της τεχνητής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Είδη καβουριών

4.1 Γενικά

Τα καβούρια είναι καρκινοειδή μαλακόστρακα της τάξης των δεκαπόδων και της υποτάξεως των βραχύουρων, τα οποία έχουν τυπικά κοντή (βραχεία ουρά), εξ ου και το όνομα της υποτάξεως. Τα περισσότερα καβούρια ζουν κυρίως στη θάλασσα. Το σώμα τους καλύπτεται γενικά από έναν σκληρό εξωσκελετό (με σχήμα πολυγωνικό ή στρογγυλό) και είναι εξοπλισμένο με ένα ζευγάρι δαγκάνες. Είναι γνωστά 6.793 είδη και απαντώνται σε όλους τους ωκεανούς του κόσμου (Πίνακας 4.3.1). Όλα τα θαλασσινά είδη είναι βαθύβια, ζουν δηλαδή σε βυθούς, ανάλογα και με το είδος τους. Επιπρόσθετα, υπάρχουν και κάβουρες που ζουν στην ξηρά, ιδίως σε τροπικές περιοχές. Μερικά είδη είναι και κολυμβητικά εκτός από βαδιστικά.

4.2 Αναπαραγωγή

Τα αναπαραγωγικά όργανα των καβουριών, σε αντίθεση με τα περισσότερα δεκάποδα, δε βρίσκονται στα πόδια, (De Saint Laurent, 1980). Ζώα γονοχωριστικά, τα καβούρια ζευγαρώνουν όταν αλλάξει όστρακο το θηλυκό. Το τελευταίο γεννά εκατομμύρια αυγά. Τα θηλυκά σε πολλά είδη μεταφέρουν τα ίδια τα αυγά τους συγκρατημένα από τη διπλωμένη κοιλία τους και με το πλάγιο μέρος της. Τα μικρά που βγαίνουν από τα αυγά περνούν δύο μεταβατικά στάδια (αρχικά προνύμφες, που επιπλέουν στο νερό) μέχρι να γίνουν τέλεια ζώα. Αυτό γίνεται με συνεχή αλλαγή

κελύφους (διαδοχικές εκδύσεις) σε διάστημα δύο μηνών. Όταν ενηλικιωθούν, κατεβαίνουν οριστικά στο βυθό.

4.3 Διατροφή

Τα καβούρια είναι παμφάγα ζώα. Η αναζήτηση της τροφής γίνεται συνήθως τη νύχτα και την ημέρα κρύβονται. Πολλά είδη τρέφονται αποκλειστικά με φύκια, ενώ άλλα τρώνε μαλάκια, σκουλήκια, άλλα αρθρόποδα, βακτήρια, μύκητες και αυγά μικρών ζώων. Με τις λαβίδες τους τεμαχίζουν την τροφή και ύστερα τη φέρνουν στο στόμα.

Πίνακας 4.3.1 Τα κυριότερα είδη καβουριών που εκτρέφονται σε συνθήκες υδατοκαλλιέργειας (Wickins & Lee, 2002).

Λασπώδει ή μαγγρόβια καβούρια	<i>Scylla spp</i>
Πράσινα λασπώδη καβούρια	<i>Scylla oceanica</i>
	<i>Scylla olivacea</i>
	<i>Scylla tranquebarica</i>
Κόκκινα λασπώδη καβούρια	<i>Scylla paramamosain</i>
	<i>Scylla serrata</i>
Κολυμβητικά καβούρια	<i>Portunus trituberculatus</i>
Τριχωτά καβούρια	<i>Eriocheir sinensis</i>
	<i>Eriocheir japonica</i>
Μπλε καβούρια	<i>Callinectes sapidus</i>
Κάβουρας βασιλιάς της Καραϊβικής	<i>Mithrax spinosissimus</i>
Γιγάντιος κάβουρας της Αυστραλίας	<i>Pseudocarcinus gigas</i>
Εδώδιμος κάβουρας των ποταμών	<i>Thalamita crenata</i>

4.4 Το είδος *Scylla serrata*

Το είδος *Scylla serrata* (Σχ. 4.4.1), (συντά αποκαιούμενο ως καβούρι της λάσπης ή καβούρι της μαγγρόβιας βλάστησης ή μαύρο καβούρι) είναι ένα είδος καβουριού οικονομικά σημαντικό που βρίσκεται στις εκβολές και τις μαγγρόβιες περιοχές της Αφρικής, της Αυστραλίας και της Ασίας. Είναι μεγάλα καβούρια με ένα

ομαλό, ευρύ εξωσκελετό. Έχουν εννέα όμοιου μεγέθους δόντια σε κάθε πλευρά των ματιών τους. Τα δύο οπίσθια πόδια τους ισιώνονται για την κολύμβηση. Το χρώμα του εξωσκελετού τους ποικίλλει από βαθύ, διάστικτο πράσινο σε πολύ σκοτεινό καφετί. Ζει σε μαλακούς λασπώδεις πυθμένες, όπου σκάβει βαθιά λαγούμια (FAO,2009). Τα καβούρια αυτά είναι εξαιρετικά ανεκτικά στο εύρος της αλατότητας αλλά και της θερμοκρασίας, και μπορούν να επιζήσουν σε ένα εύρος αλατότητας από 2 έως 50 ‰ και σε θερμοκρασίες από 12 έως 35 °C. Δεν είναι γνωστό μέχρι ποιο σημείο επηρεάζονται από τις αλλαγές της αλατότητας αλλά στην περίπτωση της θερμοκρασίας, είναι γνωστό ότι η δραστηριότητα και η σίτιση μειώνονται κατά πολύ κάτω από 20 °C (DEEDIQPIF, 2009).



Σχήμα 4.4.1 *Scylla serrata* (Πηγή: www.reef.crc.org.au).

Το *S. serrata* είναι κυρίως ενεργό τη νύχτα. Η πλειοψηφία των ενηλίκων ζει υποπαλιρροιακά, όπου θάβονται στη λάσπη κατά τη διάρκεια της ημέρας. Εξέρχονται τη νύχτα και προμηθεύονται θηράματα για τη σίτισή τους, καλύπτοντας περίπου 500 m κάθε νύχτα. Υπό φυσιολογικές συνθήκες σπάνια τρώνε ψάρια, δεδομένου ότι στερούνται τη δυνατότητα να τα πιάσουν (DEEDIQPIF, 2009). Γενικά η διατροφή του είναι βασισμένη στα μαλάκια (δίθυρα: Mytilidae, γαστερόποδα) και στα καρκινοειδή (grapsid καβούρια) (FAO,2009).

Αυτά τα καβούρια, από τη φύση τους είναι ιδιαίτερα κανιβαλικά και όταν ένα άλλο καβούρι υποβάλλεται σε έκδυση, αυτά τα οποία φέρουν κανονικά τον εξωσκελετό τους, του επιτίθενται και το καταβροχθίζουν. Τα θηλυκά μπορούν να γεννήσουν 1 εκατομμύριο άτομα που μπορούν να αυξηθούν μέχρι 3.5 kg με πλάτος εξωσκελετού μέχρι 24 cm (Romano & Zeng, 2007). Μέγιστο πλάτος καβουκιών: αρσενικά από 25 έως 28 cm (μέγιστο βάρος μεταξύ 2 και 3 kg) (FAO, 2009). Τα θηλυκά φτάνουν στην αναπαραγωγική τους ωρίμανση σε πλάτος καβουκιών 9 – 11 cm. Τα θηλυκά μεταναστεύουν παράκτια ώστε να ωοτοκήσουν και η λαρβική εξέλιξη εμφανίζεται στην ανοικτή θάλασσα (Angell, 1991).

Η ταξινόμησή του είναι η εξής:

Βασίλειο: Animalia
Φύλο: Arthropoda
Υποφύλο: Crustacea
Κλάση: Malacostraca
Τάξη: Decapoda
Υπόταξη: Brachyura
Οικογένεια: Portunidae
Γένος: Scylla
Είδος: ***S. Serrata***

Το είδος *S. serrata* γεωγραφικά κατανέμεται στον Ινδο-δυτικό Ειρηνικός, από την ανατολή και τη Νότια Αφρική στην νοτιοανατολική Ασία και τη βορειοανατολική Αυστραλία. Επίσης, ανατολικά γύρω από τα νησιά Μαριάνα, Φίτζι και Σαμόα. Εισαγόμενο στη Χαβάη (Σχ. 4.4.2), (FAO, 2009).

Κύκλος ζωής

Τα καβούρια αυτά ζευγαρώνουν τους θερμότερους μήνες. Το ζευγάρι μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν το θηλυκό είναι σε συνθήκες όπου ο εξωσκελετός του είναι μαλακός. Το αρσενικό εναποθέτει το σπέρμα του, μέσα στο

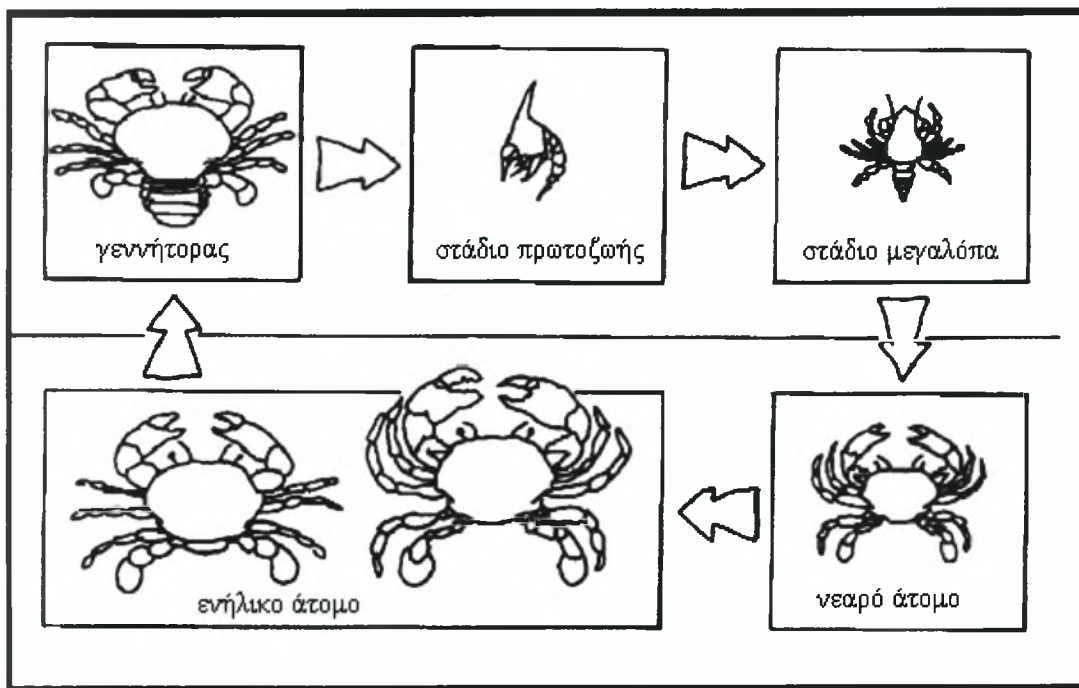
αναπαραγωγικό σύστημα του θηλυκού, όπου αποθηκεύεται έως ότου τα αναπτυσσόμενα ωάρια είναι έτοιμα να γονιμοποιηθούν. Μετά από το ζευγάρισμα, τα θηλυκά μεταναστεύουν παράκτια για να ωοτοκήσουν (DEEDIQPIF, 2009).



Σχήμα 4.4.2 Γεωγραφική κατανομή του καβουριού *Scylla serrata* (FAO, 2009).

Η ακριβής πορεία τους στα Αυστραλιανά νερά δεν είναι γνωστή, αλλά σε μερικά μέρη του κόσμου παραμένουν γύρω από τις εκβολές του ποταμού και μεταναστεύουν έπειτα μέχρι 50 km παράκτια και στο νερό - κάτω σε 300 m βάθος. Τα αυγά απελευθερώνονται ανα παρτίδες των δύο έως πέντε εκατομμυρίων μέσα σε έναν χρόνο. Τα αυγά φέρονται κάτω από την κοιλία των θηλυκών που πρέπει να διπλωθεί εξωτερικά ώστε να στεγάσει τη μεγάλη μάζα των αυγών. Τα αυγά εκκολάπτονται μέσα σε 2 έως 4 εβδομάδες και προκύπτει το λαρβικό στάδιο της πρωτοζωής (Σχ. 4.4.3). Οι προνύμφες της πρωτοζωής είναι ευαίσθητες στις υψηλές θερμοκρασίες και στις χαμηλές αλατότητες, και επομένως δεν μπορούν να επιβιώσουν στις εκβολές των ποταμών (DEEDIQPIF, 2009). Οι λάρβες του *S. serrata* μπορούν να είναι ανθεκτικές σε θερμοκρασίες κάτω των 5 °C, αλλά είναι ανενεργές κάτω από τους 10 °C (Hill, 1974). Το κατάλληλο επίπεδο της αλατότητας και της θερμοκρασίας για τις προνύμφες είναι 25 – 30 ‰ και 26 – 30 °C, αντίστοιχα (Chen &

Cheng, 1995). Οι Baliao *et al.*, (1999), πρότειναν ότι η κατάλληλη θερμοκρασία ύδατος θάλασσας για την εκτροφή του *S. serrata* κυμαίνεται μεταξύ των 25 °C – 30 °C και πως είναι ανθεκτικό σε εύρος αλατότητας 10 – 35 ‰. Σε οποιοδήποτε υδρόβιο σύστημα, η θερμοκρασία και η αλατότητα θεωρούνται οι κύριοι παράγοντες που περιορίζουν τη κατανομή των ασπόνδυλων. Οι Chen & Chia (1996), μέτρησαν τα επίπεδα της αμμωνίας, της ουρίας και των αζωτούχων απεκκρίσεων του *S. serrata* στο αίμα όταν τα καβούρια εκτέθηκαν σε 9 διαφορετικά επίπεδα θερμοκρασίας και αλατότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αμμωνία αυξάνεται με τη μείωση της αλατότητας, ενώ η ουρία αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας. Οι αζωτούχες απεκκρίσεις αυξάνονται με τη θερμοκρασία και τη μείωση της αλατότητας.



Σχήμα 4.4.3 Κύκλος ζωής του *Scylla serrata* (DEEDIQPIF, 2009).

Μετά την εκκόλαψη των αυγών, οι λάρβες της «ζωής» στο εκκολαπτήριο εκτρέφονται έως το στάδιο του μεγαλόπα, στις οποίες προσφέρεται διαιτολόγιο που αποτελείται από *Brachionus* και *Artemia*. Το νερό εναλλάσσεται σε ποσοστό 30 – 85

% κάθε 5 ημέρες (SEAFDEC, 2008). Υπάρχουν τέσσερα στάδια ζωής όπου ακολουθεί το στάδιο του μεγαλόπα. Στο στάδιο αυτό, το άτομο μοιάζει με ένα μικρό (3 mm) επίμηκες καβούρι με μια καλά αναπτυγμένη κοιλία. Τα προσαρτήματα στην κοιλία επιτρέπουν στο μεγαλόπα να κολυμπά και να επιστρέφει στις εκβολές. Η λαρβική ζωή διαρκεί για έναν μήνα. Σε μία επιστροφή πίσω στην εκβολή, οι μεγαλόπες αλλάζουν σε νεαρά καβούρια όπου εγκαθίστανται σε προφυλαγμένες περιοχές όπως αυτές μεταξύ των ριζών των μαγγοβίων (DEEDIQPIF, 2009).

Από τους Sara *et al.*, (2006) πραγματοποιήθηκε μελέτη για τη δυναμική και τον καθορισμό χωρικά και χρονικά της αφθονίας των προνυμφών ζωής του *Scylla ssp* στον κόλπο Lawele και εξετάστηκε η σχέση τους με τις παραμέτρους του νερού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αφθονία των προνυμφών ήταν υψηλότερη κατά τη διάρκεια της πλημμυρίδας από την άμπωτη. Η αλατότητα και το pH του νερού συσχετίστηκαν σημαντικά με την αφθονία των προνυμφών αντίστοιχα στην πλημμυρίδα και την άμπωτη. Η αφθονία των προνυμφών μειώνεται στα νερά μικρής αλατότητας. Τα αποτελέσματά μας προτείνουν ότι οι προνύμφες του είδους προτιμούν το νερό της θάλασσας για την ανάπτυξη τους στο στάδιο του μεγαλόπα.

Γεννήτορες

Μετά την ωοτοκία τα θηλυκά, τοποθετούνταν ατομικά σε δεξαμενές 1000 L χωρίς σίτιση για 10 ημέρες κατά την περίοδο της εκκόλαψης. Η αφαίρεση του οφθαλμικού λοβού στον άγριο θηλυκό γεννήτορα αυξάνει τον αριθμό των λαρβών, και τα ποσοστά επιβίωσης των προνυμφών αυξήθηκαν μέχρι 60% σε πυκνότητες εκτροφής έξι προνυμφών/L (Wickins & Lee, 2002). Στο πρώτο προνυμφικό στάδιο της πρωτοζωής δίνεται τροφή, η οποία αποτελείται από τροχόζωα σε 10 – 15 mL⁻¹, στα πρωτοεκκολαπτόμενα δίνονται ναύπλιοι αρτέμιας (*Artemia salina*) αρχικά σε

πυκνότητα 1 mL^{-1} , έπειτα αυξάνεται σε 5 mL^{-1} . Στα επόμενα στάδια ταιίζονται ζωντανοί ναύπλιοι αρτέμιας σε $5 - 10 \text{ mL}^{-1}$ (Wickins & Lee, 2002).

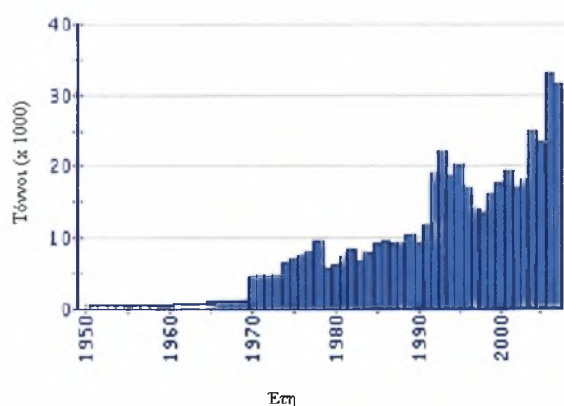
Εκτροφή λαρβών

Μετά από 10 έως 15 ημέρες ο κάβουρας της πρωτοζωής μεταμορφώνεται στο στάδιο του μεγαλόπα όπου τρέφεται με κομματιασμένα ψάρια και δίθυρα. Στην Ταιβάν, τα καβούρια του σταδίου του μεγαλόπα κρατώνται σε νηπιακές δεξαμενές $2000 - 3000 \text{ m}^2$ για 2 εβδομάδες με ποσοστά επιβίωσης $40 - 80 \%$ (Wickins & Lee, 2002). Οι Rodriguez *et al.*, (2001), επιχείρησαν εκτροφή του *S. serrata* στο στάδιο του μεγαλόπα σε υφάλμυρες λίμνες με δοκιμασμένους δείκτες πυκνότητας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εκτροφή του καβουριού στο στάδιο του μεγαλόπα μέσα σε κλουβιά σε υφάλμυρη λίμνη είναι εφικτή σε οποιοδήποτε από τους δοκιμασμένους δείκτες πυκνότητας. Άγρια καβούρια ή προερχόμενα από εκκολαπτήριο στοκάρονται σε υφάλμυρες χωμάτινες δεξαμενές σε πυκνότητες από 5.000 έως 10.000 άτομα/εκτάριο (SEAFDEC, 2008). Το στάδιο του μεγαλόπα αποτελεί κρίσιμη φάση στον κύκλο ζωής του *S. serrata*, το οποίο χαρακτηρίζεται από τον υψηλό κανιβαλισμό και τις απότομες πτώσεις στα ποσοστά της επιβίωσης (Rodriguez *et al.*, 2001). Η αφθονία φυσικής τροφής στο εκτρεφόμενο νερό και οι χαμηλοί δείκτες πυκνότητας μπορούν να παρακάμψουν τα προβλήματα του υψηλού κανιβαλισμού και της φτωχής διατροφής (Heasman & Fielder, 1983).

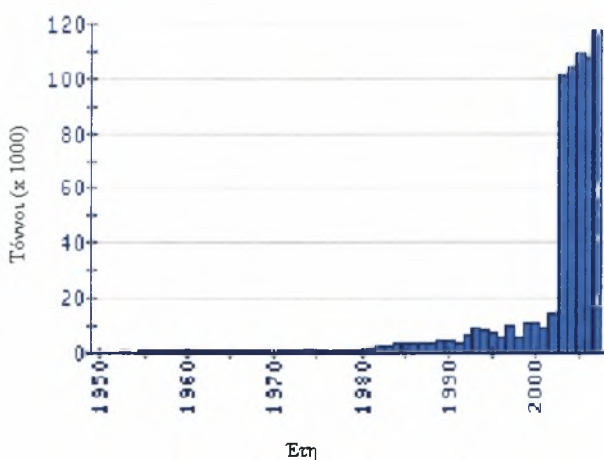
Υδατοκαλλιέργειες

Έχει υπάρξει ένα τεράστιο ενδιαφέρον για την υδατοκαλλιέργεια του είδους αυτού (Σχ. 4.4.4 και 4.4.5), λόγω της υψηλής ζήτησης και της υψηλής τιμής του, της

υψηλής περιεκτικότητας του σε σάρκα και των γρήγορων ρυθμών ανάπτυξης σε συνθήκες αιχμαλωσίας (Romano & Zeng, 2007). Επιπλέον, το είδος αυτό δείχνει υψηλή ανεκτικότητα στην τοξική αμμωνία (Romano & Zeng, 2007). Εντούτοις, η υδατοκαλλιέργειά του έχει περιοριστεί λόγω της συχνά χαμηλής και απρόβλεπτης επιβίωσης των προνυμφών του. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της ανεπαρκούς διατροφής, των ασθενειών (κυρίως κατά την έκδυση), της ιδιαίτερα κανιβαλικής συμπεριφοράς του κατά τη διάρκεια του σταδίου του μεγαλόπα), των ανεπαρκών πρωτοκόλλων (π.χ. περιβαλλοντικές συνθήκες) ή ενός συνδυασμού όλων αυτών.



Σχήμα 4.4.4 Παγκόσμια αλιευτική παραγωγή του *Scylla serrata* (Πηγή: FAO Fishery Statistic).



Σχήμα 4.4.5 Παγκόσμια παραγωγή υδατοκαλλιερειών του *Scylla serrata* (Πηγή: FAO Fishery Statistic).

Η εκτροφή των *Scylla Sp.* είναι δύο ειδών: 1) της πάχυνσης και 2) της υπαίθριας πάχυνσης (Angell, 1991). Στην πρώτη περίπτωση, τα καβούρια κρατώνται έως ότου φτάσουν σε εμπορεύσιμο μέγεθος και ταΐζονται έως ότου αυξηθεί η περιεκτικότητά τους σε κρέας. Η υπαίθρια αύξηση λειτουργεί με απόθεμα από μικρό γόνου, το οποίο στοκάρεται συνήθως σε λίμνες όπου του παρέχεται τροφή και εναλλαγή του νερού έως ότου φτάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος (Angell, 1991). Η περίοδος της πάχυνσης μπορεί να διαρκέσει από μερικές ημέρες έως έναν μήνα ανάλογα με τις συνθήκες του αποθέματος του γόνου. Τα απορριπτόμενα ψάρια χρησιμοποιούνται συνήθως ως τροφή, όπως επίσης και τα εντόσθια των ψαριών όταν είναι διαθέσιμα (Angell, 1991).

Οι Quntitio *et al.*, (2001) αναφέρουν την επιτυχία στην παραγωγή των καβουριών δεύτερης γενεάς (F2). Τα αποτελέσματα δείχνουν μια ελάχιστη ηλικία 7,5 έως 9 μηνών κατά τους οποίους το *S. serrata* εκκόλαψε τα αυγά του μετά από την εκτροφή του από το στάδιο ζωής 1. Στην Ταϊβάν το *S. serrata* έχει εκτραφεί σε πολυκαλλιέργεια (μαζί με γαρίδες, *C. chanos* και ρύζι) και σε μονοκαλλιέργειες σε χωμάτινες δεξαμενές (Mwaluma, 2002). Στις Φιλιππίνες, το είδος έχει καλλιεργηθεί σε χωμάτινες δεξαμενές (Mwaluma, 2002) καθώς επίσης και σε περιφραγμένες λίμνες (Baliao *et al.*, 1999). Στην ανατολική Μαλαισία, η περιφραγμένη εκτροφή είναι μια κοινή πρακτική όπου τα καβούρια αυτά επιτρέπεται να αυξηθούν στους φυσικούς βιότοπούς τους σε περιφραγμένες περιοχές (enclosures) στα μαγγρόβια (Chang, 1997). Ένα περιφραγμένο σύστημα εκτροφής του *S. serrata* εισήχθη στον κολπίσκο μαγγροβίων Mtwara. Η συγκομιδή των καβουριών άρχισε μετά από 4 μήνες από την ημερομηνία του στοκαρίσματος του αποθέματος (Mwaluma, 2002).

Οι Trino *et al.*, (2001), διερεύνησαν την επίδραση τριών σιτηρεσιών (διαιτολόγιο 1: με βιταμίνη και με συμπληρώματα από ανόργανα άλατα, διατροφή 2 -

χωρίς βιταμίνη αλλά με συμπληρώματα από ανόργανα άλατα, και διατροφή 3 - ψάρια) σε μονοφυλετική εκτροφή (αρσενικό ή θηλυκό) στην αύξηση, στην επιβίωση, στον συντελεστή μετατρεψιμότητας (FCR), και στην παραγωγή του *S. serrata*. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπήρξε καμία σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της μονοφυλετικής εκτροφής και των σιτηρεσίων. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά αναφορικά με τις παραπάνω παραμέτρους μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- **Aiken, D.E. & Waddy, S.L. (1992).** The growth process in crayfish. Review Aquatic Science (6): 335-381.
- **Alvarez, J.D., Austin B., Alvarez, A.M. & Reyes, H. (1998).** *Vibrio harveyi*: a pathogen of penaeid shrimps and fish in Venezuela. J. Fish Dis. (21): 313-316.
- **Arcos, F., Ibarra, A.M., Vazquez-Boucard, C., Palacios, E. & Racotta, I.S. (2003).** Feasible predictive criteria for reproductive performance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*: egg quality and female physiological condition. Aquaculture (228): 335-349.
- **Arcos, G.F., Palacios, E., Ibarra, A.M., & Racotta, I.S. (2005).** Larval quality in relation to consecutive spawnings in white shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone. Aquaculture Research, (36): 890-897.
- **Avault, J. W. Jr. (1993).** A review of world crustacean aquaculture with special reference to crayfish. Freshwater Crayfish, (9): 1-12.
- **Bailey-Brock, J.H. & Moss, S.M. (1992).** Penaeid Taxonomy, Biology and Zoogeography. In Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992). Marine Shrimp Culture: Principles and Practises. Elsevier Science Publisers B.V. p. 9-27.

- **Baliao, D.D, De Los Santos, M.A. & Franco, N.M. (1999).** Pen Culture of mud crab in mangroves. Aquaculture extension manual, (28): 10.
- **Bardach, J.E., Ryther, J.H. & McLarney, W.O. (1972).** Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. In: Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992). Marine Shrimp Culture: Principles and Practises. Elsevier Science Publisers B.V. p. 1-9.
- **Biao, X & Kaijin, Y. (2007).** Shrimp farming in China: Operating characteristics, environmental impact and perspectives. Ocean & Coastal Management (50):538–550.
- **Blake, M., Nystrom, P. & Hart, P. (1994).** The effect of weed cover on juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana) exposed to adult crayfish and non-predatory fish. Ann. zool. Fennici (31): 297-306.
- **Briggs, M., Smith, S.F., Subasinghe, R. & Phillips, M. (2004).** Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. RAP publication. (10): 1-12.
- **Browdy, C.L. (1998).** Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. Aquaculture. (164): 3-21.
- **Bubb, D.H., Lucas, M.C., Thom, T.J. & Rycroft, P. (2002).** The potential use of PIT telemetry for identifying and tracking crayfish in their natural environment. *Hydrobiologia* (483): 225–230.
- **Cascorbi, A. (2004).** Farm-Raised Shrimp Worldwide Overview. Monterey Bay Aquarium. (3):1-26.
- **Celada, J.D., Antoln, J.I., Carral, J.M., Perez, J.R. & Sa´ez-Royuela, M. (2006).** Reproductive efficiency of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana. Astacidae) at different densities under both culture and laboratory conditions. Aquaculture (252): 298– 304.
- **Celada, J. D., Antoln, J.I., Carral, J.M. & Perez, J. R. (2007).** Effects of breeder reuse on the reproductive potential of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana. Astacidae) in culture. Aquaculture International (15):37-42.
- **Chang, W.W. (1997).** Pen culture of mud crabs in the mangrove ecosystems in Sarawak (East Malaysia). Aquaculture. (2):3-5.
- **Chen, J.C. & Cheng, S.Y. (1995).** Accumulation of urea in the haemolymph and ammonia excretion of *Penaeus japonicus* exposed to ambient nitrite. Marine Ecology Progress Series (110): 1-6.

- **Chen, J.C. & Chia, P.G. (1996).** Hemolymph ammonia and urea and nitrogenous excretions of *Scylla serrata* at different temperature and salinity levels. *Marine Ecology Progress Series* (139): 119-125.
- **Cho, C.Y., Hynes, J.D., Wood, K.R. & Yoshida, H.K. (1994).** Development of high-nutrient-dense, low-pollution diets and prediction of aquaculture wastes using biological approaches. *Aquaculture* (124): 293–305.
- **Chrisolite, B., Thiyagarajan, S., Alavandi, S.V., Abhilash, E.C., Kalaimani, N., Vijayan, K.K. & Santiago, T.C. (2008).** Distribution of luminescent *Vibrio harveyi* and their bacteriophages in a commercial shrimp hatchery in South India. *Aquaculture* (275):13–19.
- **Decamp, O., Moriarty, D.J.W. & Lavens, P. (2008).** Probiotics for shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin America. *Aquaculture Research* (39):334-338.
- **De Grave, S., Pentcheff, N.D. & Ahyong, S.T. (2009).** A classification of living fossil general of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, (21): 1-109.
- **de la Pena, D.L., Lavilla-Pitogo, R.C, Villar, R.B.C., Paner, G.M., & Capulos, C.G. (2008).** Prevalence of monodon baculovirus (MBV) in wild shrimp *Penaeus monodon* in the Philippines. *Aquaculture* (285):19–22.
- **de Lima, A.P.S., dos Santos, A.C.L., Dantas, H.L., Filho, M.A.G., Maggioni, R., & Coimbra, M.R.M. (2008).** Genetic monitoring of broodstocks of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in a closed rearing system in Pernambuco, Brazil. *Aquaculture Research* (39):1461-1466.
- **De Saint Laurent, M. (1980).** Sur la classification et la phylogenie des Crustaces Decapodes Brachyours. *Center Research Academic Science Paris*. (290): 1317–1320.
- **Factor, J.R. (1995).** Biology of the lobster *Homarus americanus*. Academic press, p. 153-175.
- **FAO, (2007).** Improving *Penaeus monodon* hatchery practices. *FAO Fisheries Technical Paper*. (446): 101.
- **Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992).** Marine Shrimp Culture: Principles and Practises. Elsevier Science Publisers B.V. p. 1-9.

- **Fenner, A. Chase, J.a.D.P.A. (1980).** Chapter 23--Caridea: The Shrimps, in Intertidal Invertebrates of California. In: Cascorbi, A. (2004). Farm-Raised Shrimp Worldwide Overview. Monterey Bay Aquarium. (3):1-26.
- **Gonzalez, R., Celada, J.D., Garcia, V., Gonzalez, A., Carral, J.M. & Saez-Royuela, M. (2009).** The artificial incubation of crayfish eggs: review and report from an experimental study concerning the effects of offspring origin (maternal or artificial incubation) on the survival and growth of juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae). Reviews in Fish Biology and Fisheries (19): 167–176.
- **Groeneveld, J.C. & Rossouw, G.J. (1995).** Breeding period and size in the South Coast rock lobster, *Palinurus gilchristi* (Decapoda: Palinuridae). South African Journal of Marine Science, (15): 17-23.
- **Guan, R. Z. & Wiles, P. R. (1997).** Ecological impact of introduced crayfish on benthic fishes in a British lowland river. Conservation Biology (11): 3641–647.
- **Guan, R.Z. & Wiles, P.R. (1998).** Feeding ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in a British lowland river. Aquaculture (169): 177-193.
- **Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, R. & Metailler, R. (2001).** Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. Springer Verlag. p. 265–277.
- **Harris, R.R. & Ulmestrand, M. (2004).** Discarding Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers e mortality and damage seen in simulation experiments, ICES Journal of Marine Science (61): 127-139.
- **Heasman, M.P. & Fielder, D.R. (1983).** Laboratory spawning and mass rearing of the mangrove crab, *Scylla serrata* (Forsk.) from first zoea to first crab stage. Aquaculture (34): 303- 316.
- **Hessen, D.O. (1989).** Crayfish food and nutrition. In: Westman, K. & Savolainen R. (2001). Long Term Study of Competition Between Two co-occurring Crayfish Species, the Native *Astacus astacus* L. and the Introduced *Pacifastacus leniusculus* Dana, in a Finnish Lake. Bull Fr. Peche Piscic, (361): 613-627.
- **Hill, B.J. (1974).** Salinity and temperature tolerance of zoeae of the portunld crab *Scylla serrata*. Marine Biology (25): 21-24.
- **Holdich, D.M. (1993).** A review of astaciculture: freshwater crayfish farming. Aquatic Living Resources, (6): 307-317.
- **Hoq, M.E., Islam, M.N., Kamal, M. & Wahab, M.A. (2001).** Abundance and seasonal distribution of *Penaeus monodon* post larvae in the Sundarbans mangrove, Bangladesh. Hydrobiologia (457): 97–104.

- **Hossain, M.S., Chakraborty, A., Joseph, B., Otta, S.K., Karunasagar, I. & Karunasagar, I. (2001).** Detection of new hosts for white spot syndrome virus of shrimp using nested polymerase chain reaction. *Aquaculture* (198): 1–11.
- **Incze, L.S. & Wahle, R.A. (1991).** Recruitment from pelagic to early benthic phase in lobsters, *Homarus americanus*. *Marine Ecology Progress Series*, (79): 77-87.
- **Islam, Md.S., Wahab, Md.A. & Tanaka, M. (2004).** Seed supply for coastal brackishwater shrimp farming: environmental impacts and sustainability. *Marine Pollution Bulletin* (48): 7–11.
- **Johnson, W.C. (1979).** Culture of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) using geothermal waste water. *World Mariculture Society*, (10): 385-391.
- **Keller, M. (1988).** Finding a profitable population density in rearing summerlings of European crayfish *Astacus astacus* L. In: Goeldlin de Tiefenau P. (1988). *Freshwater crayfish VII*. International Association of Astacology: 259-266.
- **Kittaka, J. & Ikegami, E. (1989).** Culture of the palinurid *Palinurus elephas* from egg stage to puerulus. *Nippon Suisan Gakkaishi* (54): 1149-1154.
- **Kittaka, J. & Kimura, K. (1989).** Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, (54): 413-17.
- **Koenemann, S. & Jenner, R.A. (2005).** Crustacea and Arthropod Relationships. CRC Press. pp. 1–423.
- **Kongkeo, H. (1997).** Comparison of intensive shrimp farming systems in Indonesia, Philippines, Taiwan and Thailand. *Aquaculture Research*, (28): 789-796.
- **Kongkeo, H.** Cultured Aquatic Species Information Programme In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated 29 July 2005. [Πρόσβαση 7 Ιανουαρίου 2010]. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_monodon/en
- **Kristiansen, T.S., Drengstig, A., Bergheim, A., Drengstig, T., Kollsgerd, I., Svendsen, R., Nostvold, E., Farestveit, E. & Aardal, L. (2004).** Development of methods for intensive farming of European lobster in recirculated seawater. *Fisken og havet*, (6): 52.
- **Kungvankij, P. (1986).** Shrimp hatchery design, operation and management. *NACA Training Manual Series* (1): 88 .

- **Kureshy, N. & Davis, D.A. (2002).** Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus Vannamei* Aquaculture (204): 125–143.
- **Lee, S.W., Najiah, M., Wendy, W., Zahrol, A., & Nadirah, M. (2009).** Multiple Antibiotic Resistance and Heavy Metal Resistance Profile of Bacteria Isolated from Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) Hatchery. *Agricultural Sciences in China* 6(8): 740-745.
- **Lee, D.O'C. & Wickins, J.F. (1992).** Crustacean Farming. Blackwell Scientific Publications. p. 392.
- **Lester, L.J. & Pante, M.J.R. (1992).** Penaeid Temperature and Salinity Responses. In Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practises*. Elsevier Science Publishers B.V. p. 515-534.
- **Lytle, J.S., Lytle, T.F. & Ogle, J.T. (1990).** Polyunsaturated fatty acid profiles as a comparative tool in assessing maturation diets of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* (89): 287–299.
- **MacDiarmid, A.B. & Kittaka, J. (2000).** Breeding. In: B.F. Phillips & J. Kittaka. (2000). *Spiny lobsters: fisheries and culture*. Fishing News Books, p. 485-507.
- **Martin, J.W. & Davis, G.E. (2001).** An Updated Classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles Country.
- **Mente, E. 2008.** Reproductive Biology of Crustaceans. Case Studies of Decapod Crustaceans. Science Publishers, p. 457-506.
- **Meunpol, O., Iam-Pai, S., Suthikrai, W. & Piyatiratitivorakul, S. (2007).** Identification of progesterone and 17 α -hydroxyprogesterone in polychaetes (*Perinereis* sp.) and the effects of hormone extracts on penaeid oocyte development in vitro. *Aquaculture* (270): 485–492.
- **Mikami, S. Takashima, F. (1993).** Development of the proventriculus in larvae of the slipper lobster, *Ibacus ciliatus* (Decapoda: Scyllaridae), *Aquaculture*. 2-3 (116): 199-217.
- **Millamena, O.M., Teruel, M.B., Kanazawa, A. & Teshima, S. (1999).** Quantitative dietary requirements of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon*, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. *Aquaculture* (179): 169–179.
- **Motoh, H. (1981).** Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines. In: Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practises*. Elsevier Science Publishers B.V. p. 701-728.

- **Mytilineou, C., Papaconstantinou, C., & Foutrouni, A. (1990).** Some aspects of the biology of Norway lobster *Nephrops norvegicus* in the N. Euboikos Gulf (Greece), Rapports et Proces Verbaux des Reunions du Conseil international pour l'Exploration de la Mer Mediterranee 32(1): 34.
- **Mwaluma, J. (2002).** Pen Culture of the Mud Crab *Scylla serrata* in Mtwapa Mangrove System, Kenya. Western Indian Ocean 2(1):127 – 133.
- **Nair, C.M., Salin, K.R., Raju, M.S. & Sebastian, M. (2006).** Economic analysis of monosex culture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man): a case study. Aquaculture Research, (37): 949-954.
- **New, M.B. & Valenti, W.C. (2000).** Freshwater Prawn Culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science Ltd. p. 109-274.
- **New M.B. (2002).** Farming freshwater prawns a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). In FAO Fisheries technical paper, p. 428.
- **Nicosia, F. & Lavalli, K. (1999).** Homarid lobster hatcheries: Their history and role in research, management, and aquaculture. Marine Fisheries Review, (61): 1-57.
- **Otta, S.K., Karunasagar, I. & Karunasagar, I. (2003).** Detection of monodon baculovirus and white spot syndrome virus in apparently healthy *Penaeus monodon* postlarvae from India by polymerase chain reaction. Aquaculture 1-4 (220):59–67.
- **Pan, C.H., Chien, Y.H. & Cheng, J.H. (2001).** Effects of light regime algae in the water, and dietary astaxanthin on pigmentation, growth and survival of black tiger prawn *Penaeus monodon* post-larvae. Zoological Studies (40): 371–382.
- **Phillips, B. (2006).** Lobsters. Biology, Management, Aquaculture and Fisheries. Blackwell Publishing Ltd, p. 501.
- **Phillips, B.F. & Kittaka, J. (2000).** Spiny lobsters: fisheries and culture. Fishing News Books, p. 508-532.
- **Primavera, J.H. (1992).** Prawn/shrimp Culture Industry in the Philipinnes. In Fast, A.W. & Lester, L.J. (1992). Marine Shrimp Culture: Principles and Practises. Elsevier Science Publisers B.V. p. 701-728.
- **Primavera, J.H. (1998).** Tropical shrimp farming and its sustainability, In: de Silva, S. (1998). Tropical. Mariculture, Academic Press, (8): 257-289.
- **Qunitio, E.T., Parado-Esteba, F.D., Millamena, O.M. Rodriguez, E. & Borlongan, E. (2001).** Seed Production of Mud Crab *Scylla serrata* Juveniles. *Asian Fisheries Science* (14): 161-174.

- **Rai, P., Pradeep, B., Karunasagar, I. & Karunasagar, I. (2009).** Detection of viruses in *Penaeus monodon* from India showing signs of slow growth syndrome. *Aquaculture* (289): 231–235.
- **Ramasamy, P., Rajan, P.R., Purushothaman, V. & Brennan, G.P. (2000).** Ultrastructure and pathogenesis of monodon baculovirus (Pm SNPV) in cultured larvae and natural brooders of *Penaeus monodon*. *Aquaculture* (184): 45–66.
- **Richards, P.R. & Wickins, J.F. (1979).** Lobster culture research. In: Schmalenbach, I., Buchholz, F., Franke, H.D. & Saborowski, R. (2009). Improvement of rearing conditions for juvenile lobsters (*Homarus gammarus*) by co-culturing with juvenile isopods (*Idotea emarginata*). *Aquaculture* (289): 297–303.
- **Rodriguez, E.M., Quintio, E.T., Parado-Estera, F.D. & Millamena, O.M. (2001).** Culture of *Scylla serrata* Megalops in Brackishwater Ponds. *Asian Fisheries Science* (14): 185-189.
- **Romano, N. & Zeng, C. (2007).** Effects of potassium on nitrate mediated changes to osmoregulation in marine crabs. *Aquatic Toxicology* (85): 202-208.
- **Rosa, R. & Nunes, M.L. (2003).** Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (84): 89–94.
- **Rotland, G., Charmantier-Daures, M., Charmantier, G., Anger, K., & Sarda, F. (2001).** Effects of diet on *Nephrops norvegicus* (L.) larval and postlarval development, growth, and elemental composition, *Journal of shellfish research* 20 (1): 347-352.
- **Saez-Royuela, M., Carral, J.M., Celada, J.D., Pérez, J.R. & Gonzalez, A. (2007).** Live feed as supplement from the onset of external feeding of juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana. Astacidae) under controlled conditions. *Aquaculture* (269): 321-327.
- **Sainz-Hernandez, J.C., Racotta, I.S., Dumas, S. & Hernandez-Lopez, J. (2008).** Effect of unilateral and bilateral eyestalk ablation in *Litopenaeus vannamei* male and female on several metabolic and immunologic variables. *Aquaculture* (283):188–193.
- **Sagi, A & Aflalo, E. (2005).** The androgenic gland and monosex culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): a biotechnological perspective. *Aquaculture Research*, (36): 231-237.

- **Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Abdul-Mehdi, A., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub, Z., Harisanto, M., Horowitz, A. & Brock, D.L. (2007).** Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering* (36): 184–191.
- **Sara, L., Ingles, J.A., Aguilar, R.O., Laureta, L.V., Baldevarona, R.B. & Watanabe, S. (2006).** Abundance and Distribution Patterns of *Scylla* spp. Larvae in the Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Asian Fisheries Science* (19): 331-347.
- **Sarda, F., Lleornart, J. & Cartes, J.A. (1998).** An analysis of the populations dynamics of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Mediterranean Sea, *Marine Science* 1(62): 135-143.
- **Savolainen, R., Ruohonen, K. & Railo, E. (2004).** Effect of stocking density on growth, survival and cheliped injuries of stage 2 juvenile signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana. *Aquaculture* (231): 237- 248.
- **Schmalenbach, I., Buchholz, F., Franke, H.D. & Saborowski, R. (2009).** Improvement of rearing conditions for juvenile lobsters (*Homarus gammarus*) by co-culturing with juvenile isopods (*Idotea emarginata*). *Aquaculture* (289): 297–303.
- **Shioda, K., Igarashi, M.A. & Kittaka, J. (1997).** Control of water quality in the culture of early-stage phyllosomas of *Panulirus japonicus*. *Bulletin of Marine Science*, 61 (1): 177-189.
- **Smith, C.J. & Papadpoulou, K.N. (2003).** Burrow density and stock size fluctuations of *Nephrops norvegicus* in a semi-enclosed bay, *ICES Journal of Marine Science* (60): 798–805.
- **Smith, C.J. & Papadopoulou, K.N. (2007).** Nephrops Fisheries in Hellas. In: State of Hellenic Fisheries, C. Papaconstantinou, A. Zenetos, V. Vassilopoulou & G. Tserpes. HCMR Publ., pp 452-461.
- **Stael, M., Sanggontanagit, T., Van Ballaer, E., Puwapanich, N., Tunsutapanich, A. & Lavens, P., (1995).** Decapsulated cysts and Artemia flakes as alternative food sources for the culture of *Penaeus monodon* postlarvae, In: Gonzalez, R., Celada, J.D., Garcia, V., Gonzalez, A., Carral, J.M. & Saez-Royuela, M. (2009). The artificial incubation of crayfish eggs: review and report from an experimental study concerning the effects of offspring origin (maternal or artificial incubation) on the survival and growth of juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* (19): 167–176.

- **Tacon, A.G.J. (2002).** Thematic Review of Feeds and Feed Management Practices in Shrimp Aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium. 69 pages.
- **Trino, A.T., Millamena, O.M. & Keenan, C.P. (2001).** C.P. Pond Culture of Mud Crab *Scylla serrata* (Forsk.) Fed Formulated Diet With or Without Vitamin and Mineral Supplements. *Asian Fisheries Science* (14): 191-200.
- **Tume, R.K., Sikes, A.L., Tabrett, S. & Smith, D.M. (2009).** Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture* (296): 129–135.
- **Valles-Jimenez, R., Cruz, P. & Perez-Enriquez, R. (2005).** Population genetic structure of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Mexico to Panama: microsatellite DNA variation. *Marine Biotechnology* (6): 475-484.
- **Waddy, S.L. (1988).** Farming the homarid lobsters: State of the art. *World Aquaculture*, (19): 63-71.
- **Wang, C.S., Chang, J.S., Wen, C.M., Shih, H.H., & Chen, S.N. (2008).** *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus infection in *M. rosenbergii* (de Man) with white tail disease cultured in Taiwan. *Journal of Fish Diseases*, (31): 415–422.
- **Watanabade, W.O. (1975).** Identification of the essential amino acids of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. In D'Abramo, L.R. (1998). *Nutritional Requirements of the Freshwater Prawn Macrobrachium rosenbergii: Comparisons with Species of Penaeid Shrimp*. *Reviews in Fisheries Science*. (6): 153-163.
- **Westman, K., & Savolainen, R. (2001).** Long term study of competition between two cooccurring crayfish species, the native *Astacus astacus* L. and the introduced *Pacifastacus leniusculus* Dana, in a Finnish lake. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* (361): 613-627.
- **Wickins J.F. & Beard T.W. (1991).** Variability in size at moult among individual broods of cultured lobsters, *Homarus gammarus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management*, (22): 481-489.
- **Wickins, J.F. & Lee, D.O'C. (2002).** *Crustacean Farming Ranching and Culture*. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 9-22.
- **Wickins, J.F. & Lee, D.O'C. (2002).** *Crustacean Farming Ranching and Culture*. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 136-163.

- **Wickins, J.F. & Lee, D.O’C. (2002).** Crustacean Farming Ranching and Culture. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 164-180.
- **Wickins, J.F. & Lee, D.O’C. (2002).** Crustacean Farming Ranching and Culture. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 185-191.
- **Wickins, J.F. & Lee, D.O’C. (2002).** Crustacean Farming Ranching and Culture. 2nd Ed. Blackwell Science Ltd. p. 216-222.
- **Williams, K.C. (2007).** Nutritional requirements and feeds development for post larval spiny lobster: A review. *Aquaculture* 1-4(263): 1–14.
- **Wyban, J.A. & Sweeney, J.N. (1991).** Intensive Shrimp Production Technology. In: Tacon, A.G.J. (2002). Thematic Review of Feeds and Feed Management Practices in Shrimp Aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium. 69 pages.
- **Yen, P.T. & Bart, A.N. (2008).** Salinity effects on reproduction of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture* (280): 124–128.
- **Zhu, C.B., Dong, S.L., Wang, F. & Zhang, H.H. (2006).** Effects of seawater potassium concentration on the dietary potassium requirement of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* (258): 543–550.
- **Zrzavy, J. & Stys, P. (1997).** The basic body plan of arthropods: insights from evolutionary morphology and developmental biology. *Journal of Evolutionary Biology* (10): 353–367.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Αλιετικά Νέα. (1999).** Εγκλιματισμός και εκτροφή της караβίδας *Astacus astacus* Linnaeus στο εργαστήριο. (216): 95-98.
- **Κλαουδάτος, Σ. (2006).** Υδατοκαλλιέργειες 3, Εκτροφή Καρκινοειδών, Διθύρων Μαλακίων και Γαστερόποδων, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- **Κλαουδάτος, Σ. (2008).** Υδατοκαλλιέργειες 2, Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Βόλος 2008. Σελίδες: 157-235.
- **Λαζαρίδου, Μ. (1992).** Γενική Ζωολογία, Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- **Μπαντίδος, Σ. (2008).** Ανάπτυξη σε εργαστηριακές συνθήκες της караβίδας *Nephrops norvegicus*, Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

- **Νεοφύτου, Χ. (2006).** Βιολογία Υδρόβιων Σπονδυλωτών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- **Στρατάκος, Α. (2007).** Βιολογία, αναπαραγωγή και οικολογία της караβίδας *Nephrops norvegicus* στο Παγασητικό κόλπο, Πτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

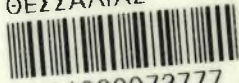
Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

- **Ahvenharju, T. (2007).** Food Intake, Growth and Social Interactions of Signal Crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana). <http://www.oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/28145/foodinta.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης 08/12/2009.
- www.acnm.free.fr.
- **Angell, C.A. (1991).** Report of the seminar on the mud crab culture and trade held at Swat Thani, Thailand. <ftp://ftp.FAO.org/docrep/FAO/007/ad840e/ad840e00.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης 15/12/2009.
- **Beal, B.F., Chapman, S.R., Irvine, C. & Bayer, R.C. (1993).** Lobster (*Homarus americanus*) culture in Maine: A community based, fishermen-sponsored public stock enhancement programme. In: Browne, R., Benavente, G.P., Uglem, I. & Balsa, J.C.M. (2009). An Illustrated Hatchery Guide for the Production of Clawed Lobster. <http://www.bim.ie/uploads/reports>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15/12/2009.
- **Bondar, A.C, Bottriell, K., Zeron, K. & Richardson, J.S. (2005).** Published on the NRC Research Press Web site at <http://cjfas.nrc.ca>.
- **Briggs, M. (2006).** In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*. http://www.FAO.org/fishery/cultured_species/Litopenaeus_vannameilen. Ημερομηνία πρόσβασης 15/10/2009.
- www.britanica.com
- **Browne, R., Benavente, G.P., Uglem, I. & Balsa, J.C.M. (2009).** An Illustrated Hatchery Guide for the Production of Clawed Lobster. <http://www.bim.ie/uploads/reports>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15/12/2009.
- **DEEDIQPIF, (2009).** (Department of Employment, Economic Development and Innovation Queensland Primary Industries and Fisheries). The Mud Crab. www.dpi.qld.gov.au. Ημερομηνία πρόσβασης 20/12/1009.
- www.dixiediver.com.

- www.eol.org.
- **Evjemo, J.O., Gruven, K., Sigstadsto, E, Johnsen, K., Andersen, M. & Olsen, M. (2009).** Intensive Production of Lobster (*Homarus gammarus*). www.aquaculture.ugent. Ημερομηνία πρόσβασης 10/12/2009.
- www.FAOSTAT.FAO.org
- www.FAO.2008.
- www.FAO.org/FIGIS.
- **FAO, (2009a).** Cultured Aquatic Species Information Programme. [http://www.FAO.org/fishery/cultured species/*Penaeus_monodon*/en](http://www.FAO.org/fishery/cultured%20species/Penaeus_monodon/en).
- **FAO, (2009b).** Cultured Aquatic Species Information Programme. [http://www.FAO.org/fishery/cultured species/*Litopenaeus_vannamei*/en](http://www.FAO.org/fishery/cultured%20species/Litopenaeus_vannamei/en).
- **FAO, (2009c).** Cultured Aquatic Species Information Programme. [http://www.FAO.org/fishery/cultured species/*Macrobrachium_rosenbergii*/en](http://www.FAO.org/fishery/cultured%20species/Macrobrachium_rosenbergii/en).
- **FAO, (2009d).** Species Fact Sheets. <http://www.FAO.org/fishery/species/2637/en>.
- www.flickr.com.
- www.habitas.org.
- **ISSG, (2009).** (Invasive Species Specialist Group). *Pacifastacus leniusculus* (crustacean). <http://www.issg.org/database/species/ecology>. Ημερομηνία πρόσβασης 08/12/2009.
- **Kongkeo, H. (2005).** In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/*Penaeus_monodon*/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_monodon/en). Ημερομηνία πρόσβασης 05/10/2009.
- www.ksiro.au.
- **Lewis, S.D. (2002).** *Pacifastacus*. In: Holdich D. M. (2005). *Pacifastacus leniusculus* (crustacean). Global Invasive Species Database. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp>. Ημερομηνία πρόσβασης 08/12/2009.
- **NACA, (2005).** (Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific). Better Management Practices. Manual for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Hatcheries in Viet Nam. Technical report. Pp. 59. <http://www.aquanic.org>. Ημερομηνία πρόσβασης 15/11/2009.
- **NCS, (2004).** (Novatel Century Sydney) Hatchery Feeds and Technology Workshop. [http// www.fish.wa.gov.au](http://www.fish.wa.gov.au). Ημερομηνία πρόσβασης 15/11/2009.

- **New, M.B. (2004).** In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*. [http://www.FAO.org/fishery/cultured species/Macrobrachium_rosenbergii/en](http://www.FAO.org/fishery/cultured%20species/Macrobrachium_rosenbergii/en). Ημερομηνία πρόσβασης 15/10/2009.
- **Petersson, M. (2002).** Wild shrimp seed collection of *Penaeus monodon* in Godavari estuary, Andhra Pradesh, India. Arbetsgruppen for Tropisk Ekologi Committee of Tropical Ecology Uppsala University, Sweden. <http://www.env-impact.geo.uu.se/74Petersson.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης 05/12/2009.
- **Prodohl, P.A., Jorstad, K.E., Triantafyllidis, A., Katsares, V. & Triantafyllidis, C. (2005).** European lobster – *Homarus gammarus*. http://genimpact.imr.no/_data/page/7650/European_lobster. Ημερομηνία πρόσβασης 10/12/2009.
- www.reef.crc.org.au.
- **SEAFDEC, (2008).** (Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department). Crab fattening in cages/pen culture of crabs in mangroves. <http://www.seafdec.org>. Ημερομηνία πρόσβασης 05/12/2009.
- **SEAFDEC, (2009).** (Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department). Cage Culture of the Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Lakes. <http://www.seafdec.org>. Ημερομηνία πρόσβασης 05/12/2009.
- **Spotts, D. (1981).** Introducing *Macrobrachium rosenbergii*. *Freshwater and Marine Aquarium*: 1981, 4(7):32-34 & 74-75. www.miami-aquaculture.com.
- **Taugbol, T. & Johnsen, S.I. (2006):** NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Pacifastacus leniusculus*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org. Ημερομηνία πρόσβασης: 08/12/2009.
- **WBRC, (2009).** (Worcestershire Biological Records Centre). Crayfish. www.wbrc.org.uk. Ημερομηνία πρόσβασης 20/12/1009.
- www.wikipedia.org.
- **Wilder, M.N., Yang, W.J., Huong, D.T.T. & Maeda, M. (2009).** Reproductive Mechanisms in the Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* and Cooperative Research to Improve Seed Production Technology in the Mekong Delta Region of Vietnam. Japan International Research Center. www.lib.noaa.gov/retiredsites/japan/aquaculture. Ημερομηνία πρόσβασης 20/12/2009.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073777

