

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Διαχείριση Παραγωγής Κωπηπόδων σε Συνεχείς Καλλιέργειες



Αναστασία Τσιώτα

Επιβλέπων: Γιάννης Κλαδάς
Καθηγητής

Μεσολόγγι 2015

Περίληψη

Η εφαρμογή ενός απλού μοντέλου συνεχούς καλλιέργειας κωπηπόδων έγινε στο πλαίσιο της αναζήτησης μιας αξιόπιστης λύσης για την διατήρησης της επί μακρόν χρονικό διάστημα στις εγκαταστάσεις του εργαστηριακού χώρου Πλαγκτικών Καλλιεργειών του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Η διαχείριση που δοκιμάσαμε συνίσταται στην περιοδική αραίωση των καλλιεργειών του καλανοειδούς κωπηπόδου *Pseudodiaptomus inopinatus* με την αφαίρεση ανά 14 ήμερο των ναυπλιακών σταδίων που παράγονται. Τα δεδομένα των μετρήσεων μας δείχνουν μία έντονη διακύμανση των πυκνοτήτων των διαφόρων σταδίων που είναι αρκετά δύσκολο να αξιολογηθεί. Εκείνο που είναι βέβαιο ότι υπάρχει μία σαφής επικράτηση των ενδιάμεσων κωπηποδητικών σταδίων σε όλη τη διάρκεια της δίμηνης παρακολούθησης στις καλλιέργειες που προήλθαν από τα προχωρημένα στάδια, καθώς και στο τελευταίο εικοσαήμερο σε εκείνες που προήλθαν από τους ναυπλίους. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν την καλή πορεία των καλλιεργειών και την εξασφάλιση των μελλοντικών γεννητόρων με το σύστημα διαχείρισης που εφαρμόστηκε.

Abstract

The application of a simple continuous model culture of copepods was in the search of a reliable solution for maintaining long time on the premises of Plankton's Cultures in the Department of Technology of Fisheries & Aquaculture, TEI of Western Greece. The management we tried consists in periodic shortening of cultures of Calanoid copepod *Pseudodiaptomus inopinatus* by removing of produced nauplii every 14 days. Our results show strong variation in the densities of the various steps, quite difficult to assess. What is certain that there is a clear predominance of intermediate copepodite stages throughout the two-month monitoring in cultures derived from the advanced stages, and in the last twenty days to those that came from a new batch of nauplii. The results suggest the applied management, ensure the good condition of cultures and the sustenance of broodstock.

Πρόλογος

Η εφαρμογή ενός απλού μοντέλου συνεχούς καλλιέργειας κωπηπόδων έγινε στο πλαίσιο της αναζήτησης μιας αξιόπιστης λύσης για την διατήρηση της επι μακρόν χρονικό διάστημα στις εγκαταστάσεις του εργαστηριακού χώρου Πλαγκτικών Καλλιεργειών του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Η διαχείριση που δοκιμάσαμε συνίσταται στην περιοδική αραίωση των καλλιεργειών με την αφαίρεση ανά 14 ήμερο των ναυπλιακών σταδίων που παράγονται.

Πειραματιστήκαμε με το καλανοειδές κωπήποδο *Pseudodiaptomus inorinus*, το οποίο διατηρείται στο εργαστήριο στη συνέχεια μιας άλλης πτυχιακής εργασίας (Έξαρχου & Έξαρχος 2014) που πραγματοποιήθηκε με αυτό το είδος και το οποίο είχε αρχικά αγοραστεί από pet shop για χρήση σε θαλασσινά ενυδρεία.

Για την πραγματοποίηση της εργασίας στηριχτήκαμε στον εξοπλισμό και στα υλικά του εργαστηρίου Καλλιεργειών Πλαγκτού που διευθύνει ο Καθηγητής κ. Γεώργιος Χώτος και επιμελείται το στέλεχος ΕΤΕΠ κα Δέσποινα Αβραμίδου, με την επικουρία του στελέχους ΕΤΕΠ κας Αθηνάς Σαμαράς, τους οποίους ευχαριστούμε για τη βοήθεια και την συμπαράστασή τους, καθώς και για την προθυμία, με την οποία μας πρόσφεραν πρόσβαση στο εργαστήριο κατά τη θερινή περίοδο.

Θα ήθελα τέλος να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γιάννη Κλαδά, επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας για την καθοδήγηση, συνεργασία, καθώς και τις υποδείξεις του κατά τη συγγραφή του παρόντος κειμένου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract	2
Πρόλογος.....	3
1 Εισαγωγή	5
1.1 Τι είναι τα κωπήποδα;	6
1.2 Σπουδαιότητα των κωπηπόδων.....	15
1.3 Τα κωπήποδα στις υδατοκαλλιέργειες.....	17
1.4 Οργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν για τις καλλιέργειές μας.....	18
1.4.1 Το καλανοειδές κωπήποδο <i>Pseudodiaptomus inopinatus</i>	18
1.4.2 Φυτοπλαγκτικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν	21
2 Μεθοδολογία και Υλικά	27
2.1 Συνθήκες Καλλιέργειας Κωπηπόδων	27
2.2 Μοντέλο παραγωγής.....	31
2.3 Σχεδιασμός του πειράματος	32
2.4 Δειγματοληψία και καταμέτρηση Κωπηπόδων.....	32
3 Αποτελέσματα & Συζήτηση	34
3.1 Συνεχείς καλλιέργειες ξεκινώντας από ενήλικα προηγούμενης ώριμης (G145).....	34
3.2 Συνεχείς καλλιέργειες ξεκινώντας από ναυπλίους (N145).....	36
3.3 Σύγκριση των δύο σειρών.....	38
4 Βιβλιογραφία.....	40
4.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	40
4.2 Ελληνική βιβλιογραφία	43

1 Εισαγωγή

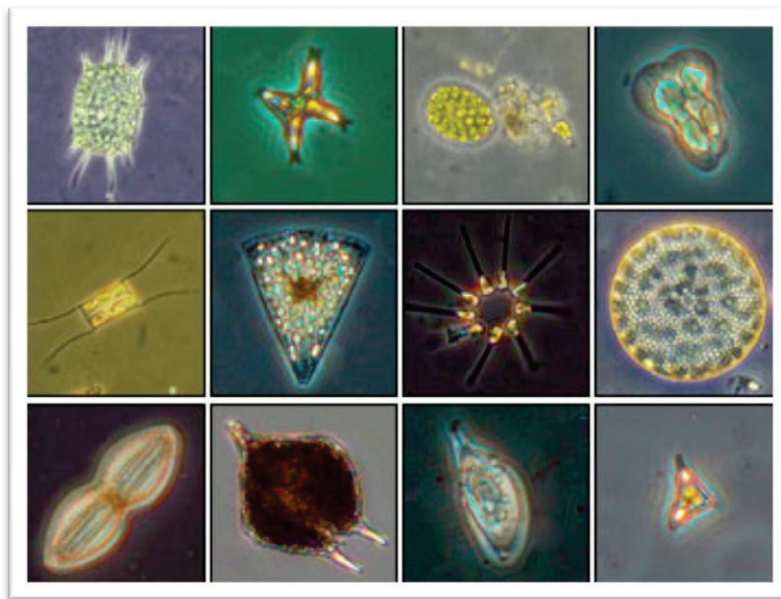
Ο όρος πλαγκτόν είναι ένας γενικός όρος. Οι πλαγκτονικοί οργανισμοί διαθέτουν πολύ περιορισμένες ικανότητες ενεργητικής μετακίνησης με αποτέλεσμα να βρίσκονται στο έλεος της επικρατούσας κίνησης του νερού.

Το πλαγκτόν μπορεί να υποδιαιρεθεί περαιτέρω σε:

φυτοπλαγκτόν (εικ. 1), που περιλαμβάνει οργανισμούς που κινούνται παθητικά στο νερό και φωτοσυνθέτουν και,

ζωοπλαγκτόν (εικ. 2), που περιλαμβάνει μια ποικιλία ζώων που και αυτά κινούνται με παθητικό τρόπο στις θαλάσσιες μάζες.

Το ζωοπλαγκτόν παρουσιάζει μία εξαιρετικά μεγάλη ποικιλότητα που περιλαμβάνει προνύμφες και ενήλικα άτομα από τα περισσότερα φύλα των ζώων και πολλά από τα φύλα των πρωτοζώων. Γνωρίζουμε πολύ περισσότερα για το μεγαλύτερο ζωοπλαγκτόν λόγω του μεγέθους του, αλλά και του εύκολου τρόπου σύλληψής του. Από παλιά οι θαλάσσιοι βιολόγοι θεωρούσαν ότι αυτό το μεγαλόσωμο πλαγκτόν αποτελεί το σημαντικότερο θηρευτή του φυτοπλαγκτού (Nybakken, 2005).



Εικόνα 1: Διάφορα είδη φυτοπλαγκτού στο μικροσκόπιο ¹

1

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B7+%CF%86%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%8D&imgsrc=JL5AODPWcx8ITM%253A%3BFPDQV2kCsmEZM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.seos-project.eu%252Fmodules%252Fmarinepollution%252Fimages%252Fphytoplankton_smithsonian.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.seos-project.eu%252Fmodules%252Fmarinepollution%252Fmarinepollution-c03-p03.gr.html%3B350%3B263



Εικόνα 2: Διάφορα είδη ζωοπλαγκτού σε μικροσκόπιο²

1.1 Τι είναι τα κωπήποδα;

Μεταξύ των ομάδων του ζωοπλαγκτού των διχτύων μια ομάδα είναι σημαντικότερη από τις άλλες. Η υφομοταξία Κωπήποδα (υπόφυλο Καρκινοειδή, φύλο Αρθρόποδα) περιλαμβάνει μικρά ολοπλαγκτονικά καρκινοειδή που επικρατούν στο ζωοπλαγκτόν των διχτύων σε όλες τις θάλασσες. Nybakken (2005).

2

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=l nms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKqrUbDTguAl&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=% CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B7+%CF%86%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BB% CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%8D&imgdii=JL5AODPWcx8lTM%3A%3BJL5 AODPWcx8lTM%3A%3B0j1woAnSN- 2doM%3A&imgrc=JL5AODPWcx8lTM%253A%3BFPDQV2kCssMeZM%3Bhttp%253A%252F%2 52Fwww.seos- project.eu%252Fmodules%252Fmarinepollution%252Fimages%252Fphytoplankton smithsoni an.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.seos- project.eu%252Fmodules%252Fmarinepollution%252Fmarinepollution-c03- p03.gr.html%3B350%3B263

Η συστηματική κατάταξη αυτής της κατηγορίας ζωικών οργανισμών είναι η ακόλουθη:
(<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%89%CF%80%CE%AE%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%B1>) :

Βασίλειο: Ζώα

Συνομοταξία: Αρθρόποδα

Υποσυνομοταξία: Καρκινοειδή

Ομοταξία: Μαξιλόποδα

Υφομοταξία: Κωπήποδα

Τάξεις: Calanoida

Cyclopoida

Gelyelloida

Harpacticoida

Misophrioida

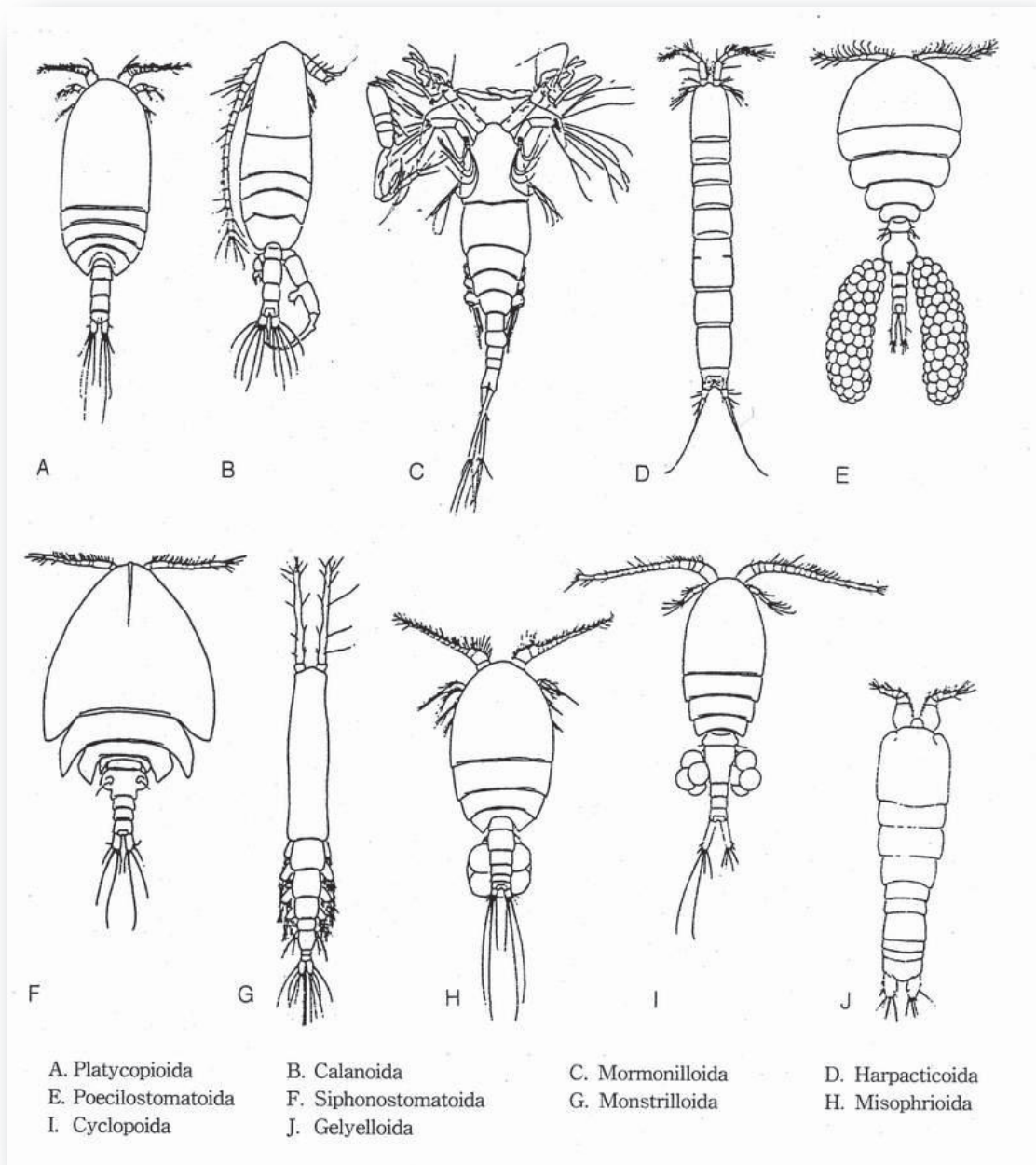
Monstrilloida

Mormonilloida

Platycopioida

Poecilostomatoida

Siphonostomatoida



Εικόνα 3: Χαρακτηριστικές μορφές αντιπροσώπων από τις διάφορες Τάξεις κωπητόδων³

3

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbdTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=species+of+copepodes&imgdii=Swa_t7-fefEz3M%3A%3BSwa_t7-fefEz3M%3A%3BIWSWtEzz1DMuEM%3A&imgrc=Swa_t7-fefEz3M%253A%3BlitXat9LcTjaMM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.zeovit.com%252Fphoto%252Fdata%252F500%252FcopepodPhylogeny.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.zeovit.com%252Fforums%252Fshowthread.php%253Ft%253D7346%3B480%3B338

Κατά τη διάρκεια της μακράς εξελικτικής τους ιστορίας, ξεκινώντας από τον Κατώτερο Κρητιδικό αιώνα, τα Κωπήποδα εξαπλώθηκαν σε όλες τις περιοχές έχοντας αποικίσει με επιτυχία όλα τα υδάτινα ενδιαιτήματα του πλανήτη. Πολλά είδη είναι πλαγκτονικά, ενώ άλλα βρίσκονται και σε βενθικά οικοσυστήματα. Κάποια είδη Κωπήποδων είναι παρασιτικά σε οστεϊχθύες, χονδροϊχθύες, θαλάσσια θηλαστικά, καθώς και σε πολλά είδη ασπονδύλων (μαλάκια, χιτωνοφόρα ή κοράλλια).

Μερικά ηπειρωτικά είδη μπορούν να ζήσουν στους λιμναίους επίγειους βιότοπους και σε άλλα υγρά επίγεια οικοσυστήματα, όπως τα έλη, κάτω από τα πεσμένα φύλλα των υγρών δασών, βάλτους, ρυάκια, τις εφήμερες λίμνες και τις λακκούβες, σε υγρά βρύα, ή τις κοιλότητες των φυτών γεμάτες με νερό (φυτοτέλματα). Αρκετά ζουν υπόγεια σε θαλάσσιες σπηλιές και σπηλιές με γλυκά νερά, σε καταβόθρες, ή στο βυθό ρυακιών. Καθώς έχουν κυριαρχήσει στη θάλασσα, αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή πρωτεΐνης στους ωκεανούς, αφού αντιπροσωπεύουν περίπου το 80% της βιομάζας του μεσοζωοπλαγκτού, Verity & Smetacek (1996), αποτελώντας τους κυριότερους πρωτογενείς καταναλωτές στο θαλάσσιο περιβάλλον. (Γρηγοράτου, 2011)

Τα κωπήποδα είναι υδρόβια οστρακόδερμα, οι υποκοριστικοί συγγενείς των καβουριών και γαρίδων. Με το μέγεθος, την ποικιλότητα και την αφθονία τους μπορούν να θεωρηθούν ως τα έντομα των θαλασσών.

Έχοντας σημαντική θρεπτική αξία σε πρωτεΐνες και λίπος είναι η κύρια φυσική τροφή προνυμφών και ιχθυδίων πολλών ειδών ψαριών και καρκινοειδών. Στην άγρια φύση, περισσότερες θαλάσσιες προνύμφες τρέφονται με κωπήποδα, αυγά και ναυπλίους κατά τη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων της ζωής τους. (Γρηγοράτου, 2011)

Τα ελεύθερα πλαγκτονικά Κωπήποδα είναι γενικά μικρά, με μήκος μεταξύ ενός και μερικών χιλιοστών. Έχουν περιορισμένη κολυμβητική ικανότητα χρησιμοποιώντας τα αρθρωτά τους εξαρτήματα που δημιουργούν μια χαρακτηριστική κίνηση με εκτινάξεις. Χρησιμοποιούν τις μακριές τους κεραίες για να επιβραδύνουν το ρυθμό βύθισης. Τα περισσότερα από τα ελεύθερα πλαγκτονικά Κωπήποδα έχουν ένα χαρακτηριστικό σχήμα σώματος που διευκολύνει την αναγνώρισή τους.



Εικόνα 4: βιοκοινότητα κωπήποδων⁴

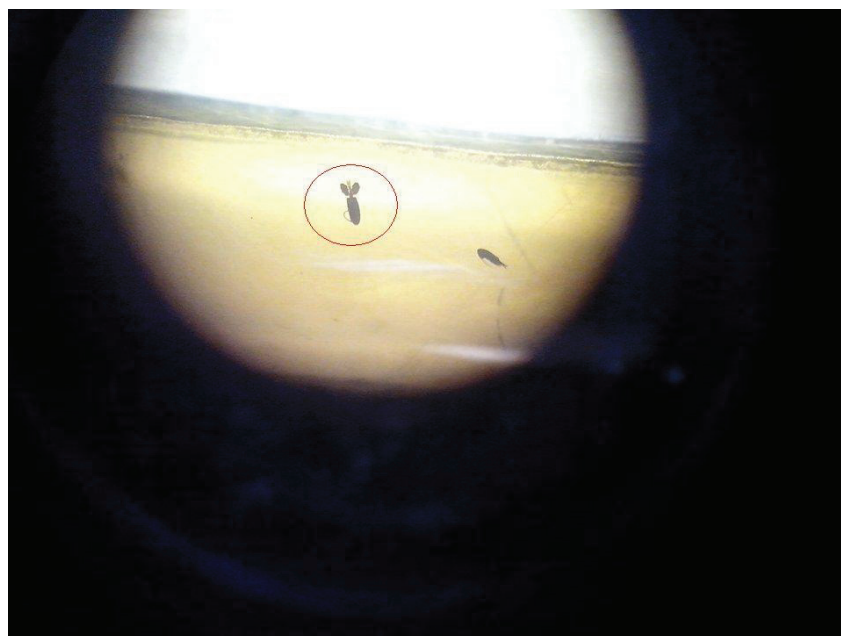
Τα Κωπήποδα καταναλώνουν το φυτοπλαγκτόν χρησιμοποιώντας είτε ένα μηχανισμό διήθησης του νερού για τη κατακράτηση των κυττάρων των φυκών, είτε τα πρόσθια εξαρτήματά τους. Όπως απέδειξαν οι Koehl & Strickler (1981) τα Κωπήποδα δημιουργούν ένα ρεύμα νερού που περνά από το σώμα τους χτυπώντας αρκετά τα πρόσθια εξαρτήματά τους (2^ο ζεύγος κεραιών, προσακτρίδες άνω γνάθων, 1^ο ζεύγος κάτω γνάθων και γναθοπόδια). Όταν ένα κύτταρο φύκους εισέλθει στο ρεύμα του νερού τα πρόσθια εξαρτήματα ανταποκρίνονται με ασύμμετρες παλμικές κινήσεις μεταβάλλοντας την κατεύθυνση του νερού κατά τρόπον ώστε το κύτταρο να κινηθεί προς το ζώο. Τότε το Κωπήποδο εκτινάσσει το 2^ο ζεύγος κάτω γνάθων οι οποίες κλείνουν γύρω από το νερό και το κύτταρο, ωθούν το νερό προς τα έξω δια μέσου των σμηριγών τους, και συγκρατούν το κύτταρο. Ορισμένα Κωπήποδα είναι σαρκοφάγα και συλλαμβάνουν τη λεία τους με τα εξαρτήματά τους.

Τα κωπήποδα είναι οργανισμοί γονοχωριστικοί και το σπέρμα μεταφέρεται στο θηλυκό συσκευασμένο σε σπερματοφόρους αδένες (εικόνα 5). Μετά την γονιμοποίηση, τα αυγά εγκλείονται σε ένα σάκο τον οποίο μεταφέρει το θηλυκό προσκολλημένο στο σώμα του.

4

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B7+%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%8D&imgsrc=g5qit6-sk0kcyM%253A%3BvBha8PL_nIjN%3Bhttp%253A%252F%252Fasset.tovima.gr%252Fvima%252Fwww.tovima.gr%252Fscience%252Ftechnology-planet%252Farticle%252F%253Faid%253D396638%3B622%3B347

Τα αυγά εκκολάπτονται στο στάδιο του ναυπλίου και μετά από αρκετά ναυπλιακά στάδια ακολουθούν τα κωπηποδιτικά στάδια προτού μεταβληθούν σε ενήλικα άτομα. Ο κύκλος ζωής του ενήλικου και των προνυμφικών μορφών επηρεάζει τους κύκλους του φυτοπλαγκτού που παρατηρούνται στη θάλασσα, Nybakken (2005).



Εικόνα 5: Θηλυκό με κωπήποδο με ωσάκουσ (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Θαλάσσιο πλαγκτόν: Ο μεγάλος αριθμός των κωπηπόδων σε θαλάσσιο πλαγκτόν παρέχει ρόλο ζωτικής σημασίας στη θάλασσα. Εκτιμάται ότι τα κωπήποδα είναι τα πιο πολυάριθμα μετάζωα ζώα στον κόσμο, μετά τα έντομα που αντιπροσωπεύονται από περισσότερα είδη, Hardy (1970). Το σύνολο του ωκεανού καλύπτει περίπου το 71 τοις εκατό της επιφάνειας του πλανήτη σε ένα μέσο βάθος περίπου 3700 μέτρων, προσφέρει ένα τεράστιο όγκο νερού (1.347.000.000 κυβικά χιλιόμετρα), τεράστιο σπίτι για να κολυμπούν ελεύθερα τα κωπήποδα. Βρίσκονται από την επιφάνεια του ωκεανού προς τον πυθμένα των τάφρων και υπάρχουν σε πυκνότητες που κυμαίνονται από 70.000 ανά κυβικό μέτρο στα ρηχά νερά της Βόρειας Θάλασσας, μέχρι 100 άτομα ανά κυβικό μέτρο σε βάθη 4.000 μέτρων στον Βόρειο Ατλαντικό και μέχρι 1,5 εκατομμύρια ανά κυβικό μέτρο στο ζευγάρωμα σμήνη σε περιβάλλοντα κοραλλιογενών υφάλων, Hamner & Carleton (1979). Μερικά είδη εκμεταλλεύονται τους εφήμερους βιότοπους στη διεπιφάνεια νερού-πάγου των πολικών πάγων και μπορεί να φθάσουν πυκνότητες 12.500 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυκών από τα τέλη της άνοιξης, Kern & Carey (1983).

Η κατανομή τους χαρακτηρίζεται από έντονες κατακόρυφες μεταναστεύσεις, είτε σε επίπεδο ημέρας/νύχτας, είτε εποχικές, οι οποίες βασίζονται σε αβιοτικούς (θερμοκρασία, αλατότητα) ή και βιοτικούς παράγοντες (διαθεσιμότητα τροφής). Τα περισσότερα είδη κατά την διάρκεια της ημέρας μεταναστεύουν προς μεγαλύτερα βάθη στη κολώνα του νερού, προκειμένου να προστατευτούν από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θήρευση, ενώ τη νύχτα επανέρχονται κοντά στην επιφάνεια για να καλύψουν τις τροφικές τους ανάγκες (ιδιαίτερα στο φυτοπλαγκτόν). Είναι χαρακτηριστική επίσης, η μετατόπιση των ειδών στους ωκεανούς και στα παράκτια ύδατα, μέσω του ενδιαιτήματός τους, δηλαδή μέσω της μετατόπισης των επιφανειακών υδάτινων μαζών. (Γρηγοράτου, 2011)

Πλαγκτόν γλυκού νερού: Τα κωπήποδα είναι επίσης πλούσια σε πλαγκτονικές κοινότητες στο γλυκό νερό. Μέλη των οικογενειών Cyclopidae στα Κυκλοποειδή, Canthocamptidae στα Αρπακτικοποειδή, και Diaptomidae στα Καλανοειδή βρίσκονται σε όλα τα είδη των οικοτόπων γλυκού νερού, Burton & Hamond (1981)

Θαλάσσια ιζήματα: Τα κωπήποδα ζουν επίσης σε θαλάσσια ιζήματα, όπου κατοικούν σε χώρους μεταξύ των σωματιδίων του ιζήματος. Βρίσκονται σε όλους τους τύπους ιζημάτων, στη λάσπη, στην άμμο και σε όλα τα βάθη από την παλιρροιακή ζώνη ως σε λάσπη στο βαθύτερο ωκεάνιο. Η πυκνότητα αλλάζει με το είδος των ιζημάτων και με το βάθος. Τυπικές πυκνότητες σε ρηχά υδάτινα οικοσυστήματα (μέχρι περίπου 100 μέτρα) είναι της τάξης των 200 έως 300 άτομα ανά 10 τετραγωνικά εκατοστά επιφάνειας ιζήματος. Οι αριθμοί μειώνονται με το βάθος και σε βαθιά θαλάσσια ιζήματα τυπικές πυκνότητες είναι 20 έως 30 άτομα ανά 10 τετραγωνικά εκατοστά από την επιφάνεια του ιζήματος, με ένα εύρος από 1 έως πάνω από 400, Hicks & Coull (1983).

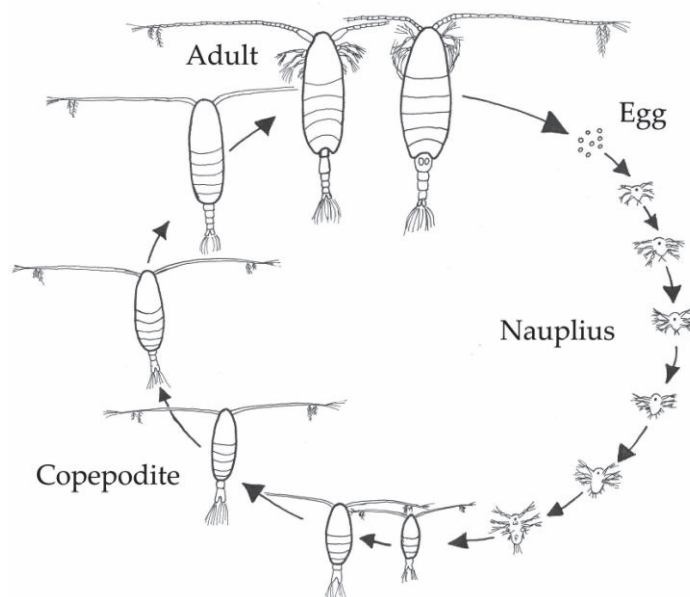
Συμβιώσεις: Η αφθονία και την ποικιλία των ελεύθερων μορφών ζωής είναι μόνο ένα μέρος της καταπληκτικής επιτυχίας των κωπηπόδων. Σχεδόν τα μισά από όλα τα γνωστά είδη ζουν σε συμβιωτικές σχέσεις με άλλους οργανισμούς (παρασιτικά).

Κύκλος Ζωής

Η διατροφή είναι ο κυριότερος βιοτικός παράγοντας που επηρεάζει συνολικά το κύκλο ζωής των Κωπηπόδων, όπως σε κάθε ζωντανό οργανισμό. Ο μεταβολισμός, η

επιβίωση, η ανάπτυξη, η αναπαραγωγή και η κατανομή των Κωπηπόδων στις υδάτινες μάζες εξαρτάται από τις τροφικές απαιτήσεις και τις ανάγκες των ατόμων (Γρηγοράτου, 2011).

Η προνυμφική ή ναυπλιακή περίοδος αποτελείται από 6 στάδια και η κωπηποδιτική περίοδος από 6 στάδια επίσης.



Εικόνα 6: κύκλος ζωής κωπηπόδων (<httpwww.st.nmfs.noaa.govcopepodaboutindex.html>)

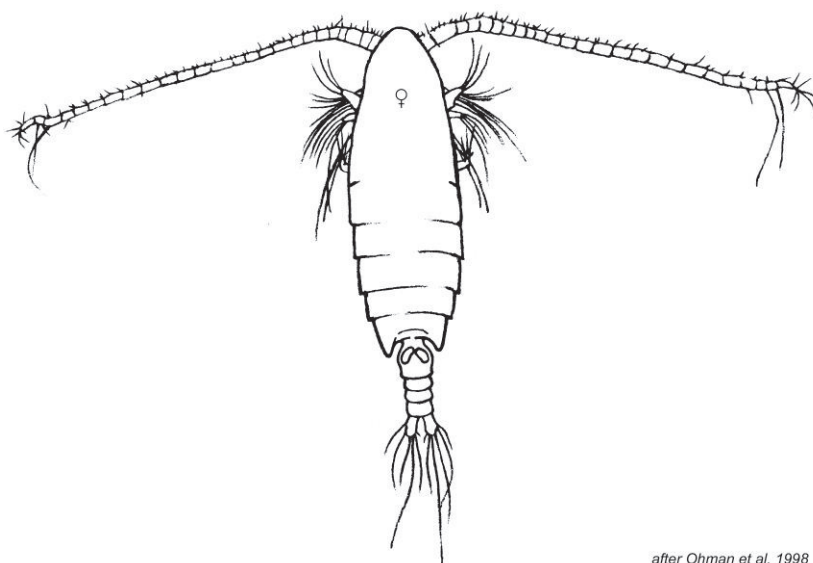
Τα κωπήποδα, όπως όλα τα αρθρόποδα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, ρίχνουν τον παλιό εξωσκελετό τους και σχηματίζουν έναν νέο και μεγαλύτερο. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους τα κωπήποδα αλλάζουν μορφή από ναύπλιους σε κωπηποδίτες και προσθέτουν εξαρτήματα και τμήματα κατά τη διάρκεια της έκδυσης, VanderLugt & Lenz (2009).

Το πρώτο στάδιο Ναυπλίου (N1) είναι περίπου 1/10 το μήκος ενός ενήλικα. Είναι πολύ σύντομο (ώρες) πριν από τη μεταμόρφωση σε N2 και στη συνέχεια, με προοδευτική αύξηση φτάνει στο στάδιο N6, Ripplingale & Payne (2001).

Μια σημαντική αλλαγή στη μορφή του σώματος εμφανίζεται μεταξύ του έκτου Ναυπλιακού σταδίου (N6) και στο πρώτο στάδιο κωπηποδιτών (C1). Από αυτό το στάδιο η συνολική μορφή του σώματος έχει αλλάξει σε σχέση με την αρχική, «σχήμα αχλαδιού» του ναυπλίου, στη γενική μορφή του ενήλικου με εμφανή τις πρώτες κεραίες και μια διακριτή κατανομή μεταξύ του προσώματος και του ουροσώματος. Καθώς το ζώο αναπτύσσεται μέσα από τα στάδια C1 έως C6, ο αριθμός των ζευγών ποδιών

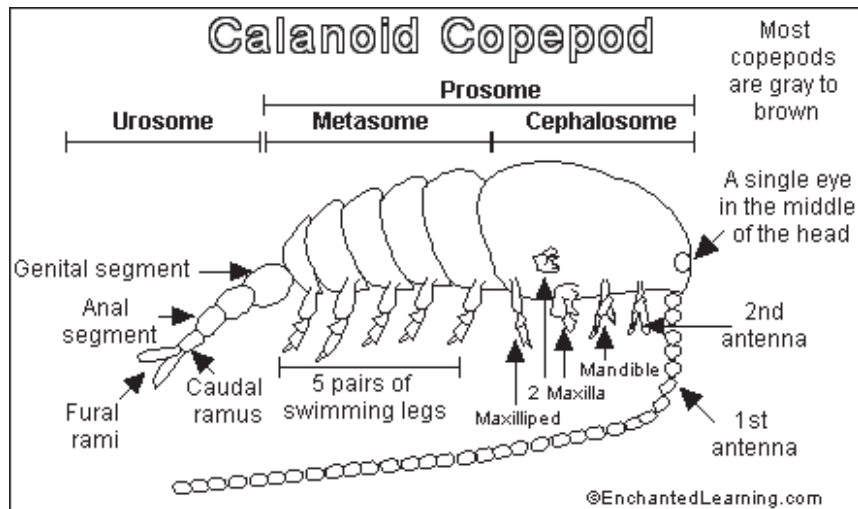
αυξάνεται από ένα μέχρι πέντε και φυσικά έχουμε αύξηση στο μέγεθος, Ripplingale & Payne(2001). Αυτό περιλαμβάνει αλλαγές στα εξαρτήματα: Η πρώτη κεραία γίνεται πιο επίμηκης και αναπτύσσεται στις 90 μοίρες σε σχέση με το σώμα, δίνοντας χαρακτηριστικό Καλανοειδές «T» σχήμα (εικόνα 7).

Μερική σεξουαλική διαφοροποίηση μπορεί να παρατηρηθεί στο στάδιο C4. Ωστόσο, αυτό απαιτεί υψηλή μεγέθυνση στη μικροσκοπική παρατήρηση και σαφή εικόνα του 5ου ποδιού. Στους ενήλικες είναι εύκολη η αναγνώριση φύλου στο μικροσκόπιο. Στο κωπηποδητικό στάδιο C5 είναι συχνά δύσκολο να ξεχωρίσουμε τους κωπηποδήτες από ένα ενήλικο θηλυκό διότι είναι παρόμοια σε μέγεθος. Το πρώτο τμήμα του ουροσώματος μεγεθύνεται στο θηλυκό και αυτό είναι ορατό μέσω ενός μικροσκοπίου ανατομίας, VanderLugt & Lenz (2009). Το μήκος προσώματος των θηλυκών είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από εκείνο των αρσενικών. Όταν επιτευχθεί το τελικό (C6 ή ενήλικας) στάδιο, δεν συμβαίνει καμία περαιτέρω αλλαγή, Ripplingale & Payne (2001).



after Ohman et al. 1998

Εικόνα 7: θηλυκό κωπήποδο (από Ohman et al.1998, www.google.com)



Εικόνα 8: μορφολογία καλανοειδούς κωπήποδου⁵

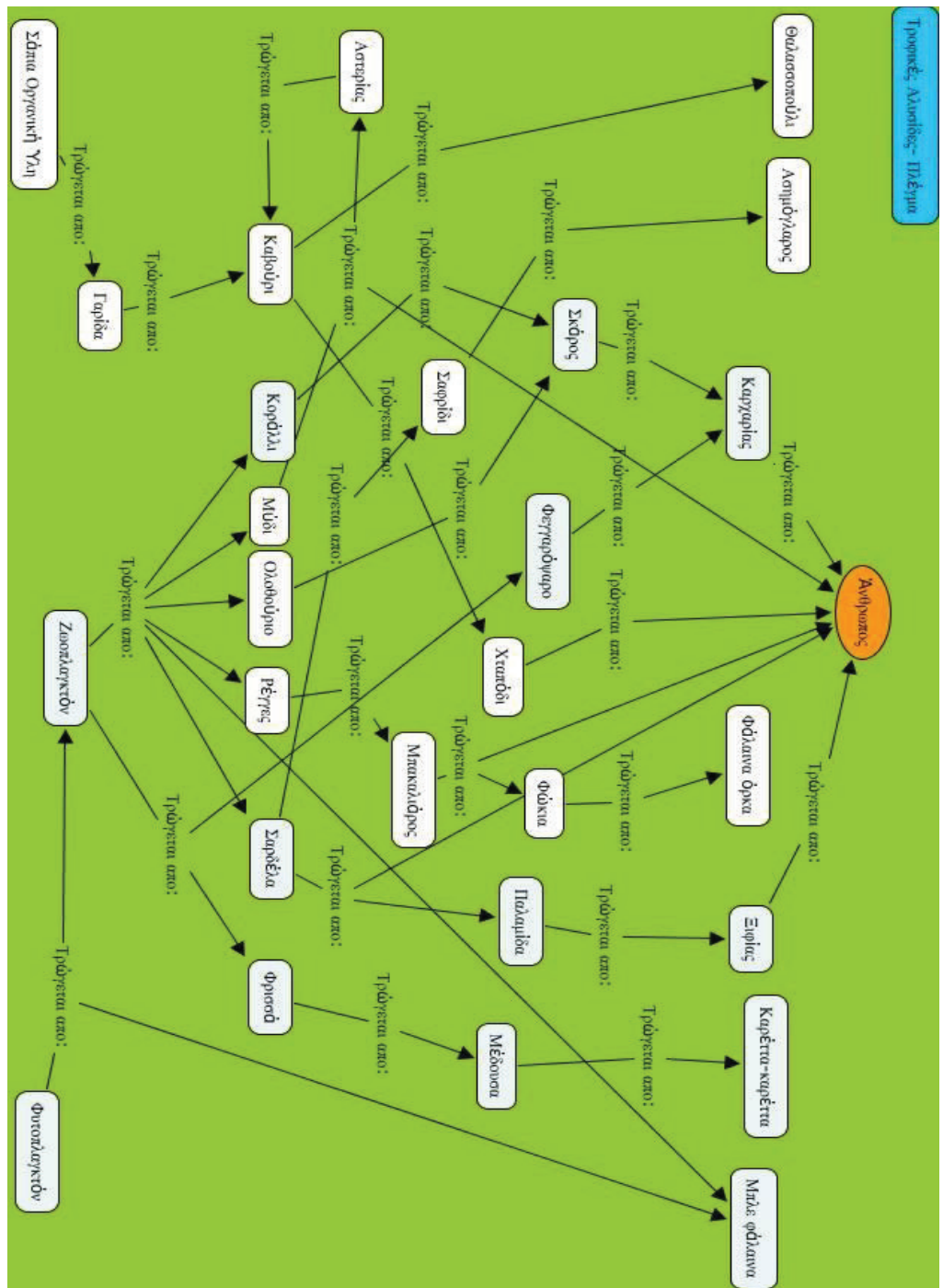
Η παραγωγή αυγών στα Καλανοειδή κωπήποδα είναι καθημερινή. Ωστόσο, η οσότητά τους, τόσο σε καλλιέργεια όσο και στη φύση μπορεί να ποικίλλει από 2-4 αυγά ή και 30 αυγά ανά ημέρα, ανάλογα τις περιβαλλοντικές συνθήκες, κυρίως την ποσότητα και ποιότητα των τροφίμων, VanderLugt & Lenz (2009).

1.2 Σπουδαιότητα των κωπήποδων

Τα άφθονα Καλανοειδή και Κυκλοποειδή κωπήποδα του πλαγκτού αποτελούν το πρώτο ζωτικό κρίκο στην τροφική αλυσίδα από τα λεπτά κύτταρα του φυτοπλαγκτού μέχρι τα μεγάλα ψάρια και θηλαστικά (εικόνα 9, Gee, (1989)). Τα κωπήποδα στη φύση έχουν μελετηθεί εντατικά, λόγω της συμβολής τους ως βασικοί παράγοντες στο πελαγικό θαλάσσιο περιβάλλον. Σε όρους βιομάζας, τα κωπήποδα μπορεί να αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 80% του μεσοζωοπλαγκτού, (Mauchline et al., 1998). Αυτά τα, σιτιζόμενα με φυτοπλαγκτόν, κωπήποδα είναι μακράν οι πιο σημαντικοί πρωτογενείς καταναλωτές και ως εκ τούτου, αποτελούν τη βάση σχεδόν σε όλες τις αλυσίδες των πελαγικών τροφίμων, Gee (1989). Αποτελούν σημαντική πηγή τροφής για τα ψάρια που τρέφονται με πλαγκτόν και προνύμφες των ψαριών (Fox et al., 1999, Möllmann et al., 2004).

5

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbdTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=species+of+copepodes&imgsrc=f1BEW06AcuXGbM%253A%3BzQ7r221vUMoacM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.enchantedlearning.com%252Fcgifs%252FCopepod_bw.GIF%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.enchantedlearning.com%252Fsubjects%252Finvertebrates%252Fcrustacea%252FCopepod.shtml%3B440%3B261



Εικόνα 9: πελαγική τροφική αλυσίδα⁶

6

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#imgrc=OuYaHg pKJEYP9M%253A%3BnZeMPBQODZEJNM%3Bhttp%253A%252F%252Fskat.ihmc.us%252Frid%253D1MXS4RSV1-29B7Y3D-289X%252FTrofikoPlegma-v1.cmap%253Frid%253D1MXS4RSV1-29B7Y3D-289X%2526partName%253Dhtmljpeg%3Bhttp%253A%252F%252Fskat.ihmc.us%252Frid%253D1MXS4RSV1-29B7Y3D-289X%252FTrofikoPlegma-v1.cmap%3B950%3B624

Τα κωπήποδα είναι τόσο άφθονα που ακόμη και τα σφαιρίδια των κοπράνων τους, τα οποία παράγονται σε ποσοστά έως και 200 ανά άτομο ανά ημέρα, αντιπροσωπεύουν μια οικολογικά σημαντική πηγή ενέργειας για τροφοδοσία των ιζημάτων στα υδάτινα συστήματα. Στα εύκρατα νερά, τα περισσότερα εμπορικά εκμεταλλεύσιμα ψάρια τρέφονται απ' ευθείας με κωπήποδα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους ως προνύμφες και μερικά, όπως η ρέγγα, συνεχίζουν να τρέφονται με κωπήποδα και ως ενήλικες, Gee (1989). Αθερίνες, γαύροι, σαρδέλες και άλλα μικρά πελαγικά είδη με εμπόριο ενδιαφέρον είναι επίσης γνωστοί καταναλωτές κωπηπόδων.

Επίσης, τα κωπήποδα είναι αδηφάγα αρπακτικά των προνυμφών κουνουπιών, και ως τέτοια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της παραγωγής των κουνουπιών από τις περιοχές συγκράτησης νερού, Rey & O'Connell (2004).

1.3 Τα κωπήποδα στις υδατοκαλλιέργειες

Η χρήση των κωπηπόδων στην εκτροφή των προνυμφών ψαριών περιορίζεται στα εκτατικά, ή τροποποιημένα εκτατικά, συστήματα. Το άγριο ζωοπλαγκτόν είτε συλλέγεται, χρησιμοποιώντας διαφορετικά φίλτρα για την συγκράτηση συγκεκριμένων μεγεθών, για τις καλλιέργειες των προνυμφών των ψαριών, είτε αφήνονται να πολλαπλασιαστούν σε ανοιχτές, υπαίθριες, ημι-ελεγχόμενες πολυκαλλιέργειες, πριν χρησιμοποιηθούν ως τροφή για τις προνύμφες των ψαριών (Stottrup et al., 1986, Foscarini, 1988).

Συνεχής καλλιέργεια των θαλάσσιων κωπηπόδων έχει επιτευχθεί σχετικά πρόσφατα, αλλά μόνο για ένα μικρό αριθμό ειδών. Είναι ευκολότερα να καλλιεργούμε αρπακτικοειδή κωπήποδα *Tisbe* spp. και *Tigriopus* spp. Αυτά τα είδη μπορούν να αναπτύσσονται σε υψηλές πυκνότητες αλλά είναι βενθικά, με βενθικούς ναυπλίους που τείνουν να αποφεύγουν το φως. Η χρήση αυτών των ζώων σε καλλιέργειες προνυμφών ψαριών είναι πιο αποτελεσματική για τα ψάρια εκείνα που τρέφονται κυρίως στον πυθμένα. Ορισμένα θαλάσσια καλανοειδή κωπήποδα μπορούν να καλλιεργηθούν για να χρησιμοποιηθούν ως τροφή σε καλλιέργειες προνυμφών ψαριών. Διάφορα είδη *Acartia* διατηρήθηκαν σε εντατική καλλιέργεια και σε εκτεταμένες καλλιέργειες σε υδροστάσια. Ωστόσο, λόγω της ελεύθερης κολύμβησης θαλάσσιων καλανοειδών κωπηπόδων, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, δεν ανταποκρίνεται καλά στο να διατηρούνται σε υψηλές πυκνότητες πληθυσμού (σκορπίζουν), (Stottrup et al., 1986, Foscarini, 1988).

1.4 Οργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν για τις καλλιέργειές μας

1.4.1 Το καλανοειδές κωπήποδο *Pseudodiaptomus inorpinus*

Το είδος το οποίο καλλιεργήσαμε είναι το *Pseudodiaptomus inorpinus*, το οποίο έχει την εξής συστηματική κατάταξη:



Εικόνα 10: Το είδος *Pseudodiaptomus inorpinus*⁷

Βασίλειο: Animalia

Συνομοταξία: Αρθρόποδα

Υπόφυλο: Οστρακοειδή

Κλάση: Maxillopoda

Υπόκλαση: Κωπήποδα

Υπέρταξη: Gimnorplea

Τάξη: Καλανοειδή

Οικογένεια: Pseudodiaptomidae

7

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=pseudodiaptomus+inorpinus&imgsrc=XC-emmJrZ7HGbM%253A%3B1Y7-gcCleEiVYM%3Bhttp%253A%252F%252Fdepts.washington.edu%252Fcretmweb%252Fphotos%252Fpseudodiapt.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fdepts.washington.edu%252Fcretmweb%252Fdata%252Fpseudodiapt.html%3B768%3B512

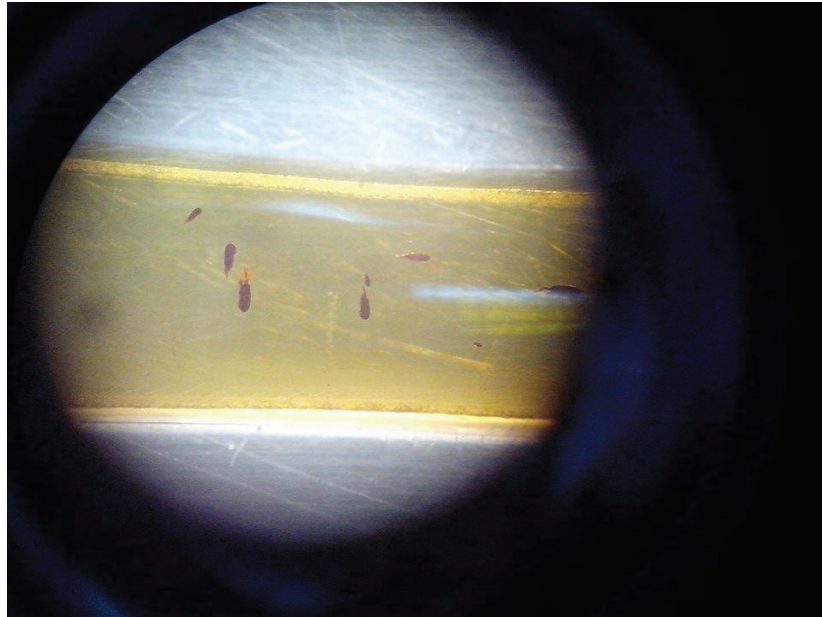
Γένος: *Pseudodiaptomus*

Το *Pseudodiaptomus inorpinus*, κύριο συστατικό στις κοινότητες ζωοπλαγκτού είναι ευρέως καταναμημένο σε θαλάσσια ενδιαιτήματα στον Ατλαντικό και στις περιοχές του Ινδο-Ειρηνικού, Walter (1987).

Στο γένος *Pseudodiaptomus* φιλοξενούνται μέχρι στιγμής 77 είδη, Boxshall & Halsey (2004), Walter & Boxshall, (2012), τα οποία ταξινομικά χωρίζονται σε επτά ομάδες. Στην Ταϊλάνδη έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί οκτώ είδη: *Pseudodiaptomus andamanensis* Pillai, 1976, *Pseudodiaptomus aurivilli* Cleve, 1901, *Pseudodiaptomus bulbiferus* Rose, 1957, *Pseudodiaptomus clevei* A Scott, 1909, *Pseudodiaptomus dauglishi* Sewell, 1932, *Pseudodiaptomus mertoni* Früchtl, 1923, *Pseudodiaptomus tollingeriae* Sewell, 1919, *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 (Suvapepun, 1984, Walter, 1986, Suwanrumpha, 1987, Walter *et al.*, 2002, Pinkaew, 2003, Srinui, 2007).

Σε σύγκριση με άλλες περιοχές, οι εκβολές ποταμών και παράκτιες παραλίες κατά μήκος της δυτικής ακτής της Βόρειας Αμερικής έχουν βιώσει τον μεγαλύτερο αριθμό επιδρομών από μη ιθαγενή κωπήποδα. Οκτώ είδη κωπηπόδων από την Ασία, συμπεριλαμβανομένων 2 είδη του γένους *Pseudodiaptomus*, έχουν αναφερθεί στις παράκτιες παραλίες της βόρειας Καλιφόρνιας. Ένα τρίτο είδος της Ασίας *Pseudodiaptomus* (*P. inorpinus*) έχει εγκατασταθεί στις εκβολές του ποταμού Κολούμπια και σε πολλές μικρότερες εκβολές ποταμών στην βορειοανατολικά του Ειρηνικού Ωκεανού. Μπορεί να κυριαρχήσει το πλαγκτόν σε παλιρροιακά ύδατα των εκβολών ποταμών τα οποία χρησιμοποιούνται ως τόποι φωλεοποίησης για μια ποικιλία των μεγαλύτερων ασπόνδυλων και ψαριών.

Το είδος αποτελεί φυσική τροφή για νύμφες, ιχθύδια και οστρακόδερμα, κυρίαρχο θήραμα για μύσιδες και άλλα βενθοπελαγικά ασπόνδυλα (πχ. λασπογαρίδες *crangon*), τα οποία στη σειρά τους γίνονται θηράματα σε τα άλλα ψάρια και μεγαλύτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος (Cordell *et al.*, 1998).



Εικόνα 11: Θανατωμένα κωπήποδα (ενήλικες και κωπηποδήτες) σε αντικειμενοφόρο πλάκα για καταμέτρηση (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Η κυριαρχία του *P.inorpinus* σε πολλές εκβολές ποταμών μπορεί να αλλάξει τα τροφικά πλέγματα και την δυναμική των συγκεκριμένων οικοσυστημάτων αλλά άγνωστο σε ποιο βαθμό (Bollens *et al.*,2002). Παρά την οικολογική σημασία που αυτό παρουσιάζει, τόσο για τα φυσικά οικοσυστήματα όσο και για τις πιθανές εφαρμογές τους πάνω στο τομέα της υδατοκαλλιέργειας, η δυναμική που παρουσιάζει ο πληθυσμός τους δεν είναι απόλυτα κατανοητή.

Σε αντίθεση με πολλά άλλα Καλανοειδή, το *P.inorpinus* φαίνεται να είναι κατάλληλο για καλλιέργεια, δεδομένου ότι είναι ανθεκτικά σε ένα ευρύ φάσμα αλατότητας, όπως και άλλα είδη της ίδιας οικογένειας(Beyrend-Dur *et al.*, 2011) , σε δυνατό αερισμό, στην παρουσία ιζημάτων, στα αιωρούμενα στερεά καθώς και στα υψηλά επίπεδα αμμωνίας. Το είδος *Pseudodiaptomus inorpinus* προτείνονται ως πολλά υποσχόμενο για μαζική καλλιέργεια, Treece & Davis (2000).

1.4.2 Φυτοπλαγκτικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν

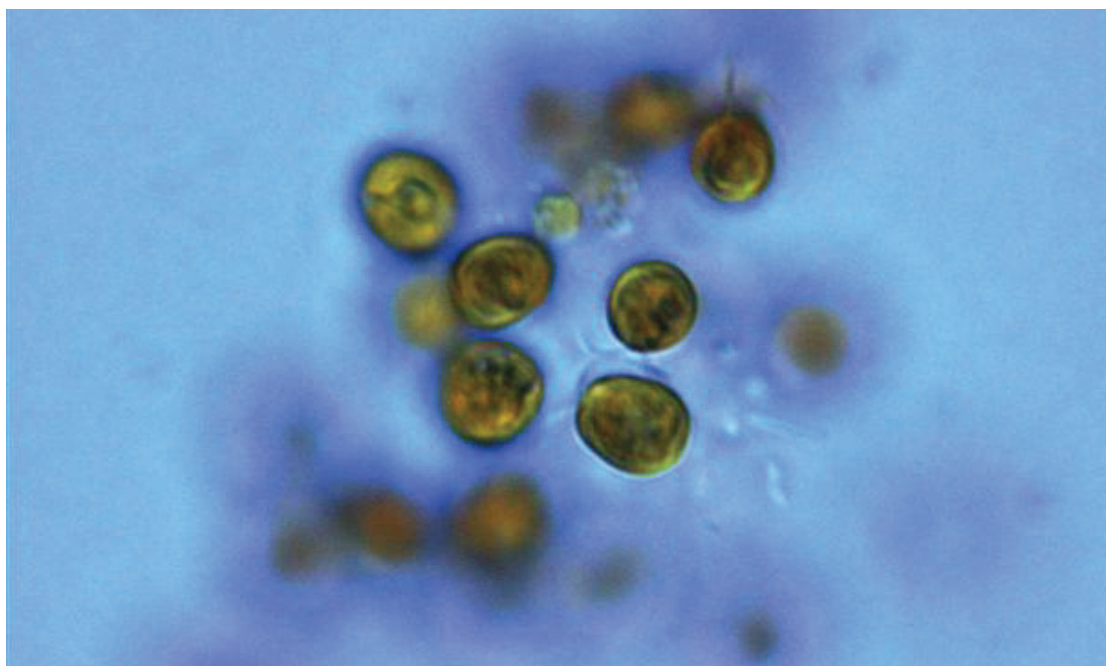
Τα φυτοπλαγκτονικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν ως τροφή, σε διάφορους διατροφικούς συνδυασμούς, για την καλλιέργεια του κωπήποδου *Pseudodiaptomus inopinus* είναι τα

Isochrysis affinis galbana T-ISO

Tetraselmis suecica

Rhodomonas salina

Isochrysis affinis galbana T-ISO



Εικόνα 12: αποικία του είδους *Isochrysis affinis galbana* στο μικροσκόπιο⁸

8

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=isochrysis+galbana&imgrc=Gm_BT9rcpm-mkM%253A%3BSarolHwt47g_GM%3Bhttp%253A%252F%252Fina.tmsoc.org%252FNannotax3%252FiNanno%252FCoccolithophores%252FIsochrysidales%252FIsochrysidaceae%252FIsochrysis%252FIsochrysis%252520galbana%252FIsochrysis-aff-galbana-clone-Tahiti.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fina.tmsoc.org%252FNannotax3%252Findex.php%252Fdir%253DCoccolithophores%252FIsochrysidales%252FIsochrysidaceae%252FIsochrysis%252FIsochrysis%252520galbana%3B606%3B361

Συστηματική κατάταξη:

Empire: Eukaryota

Βασίλειο: Chromalveolata

Φύλο: Chrysophyta

Κλάση: Haptophyceae

Τάξη: Isochrysidales

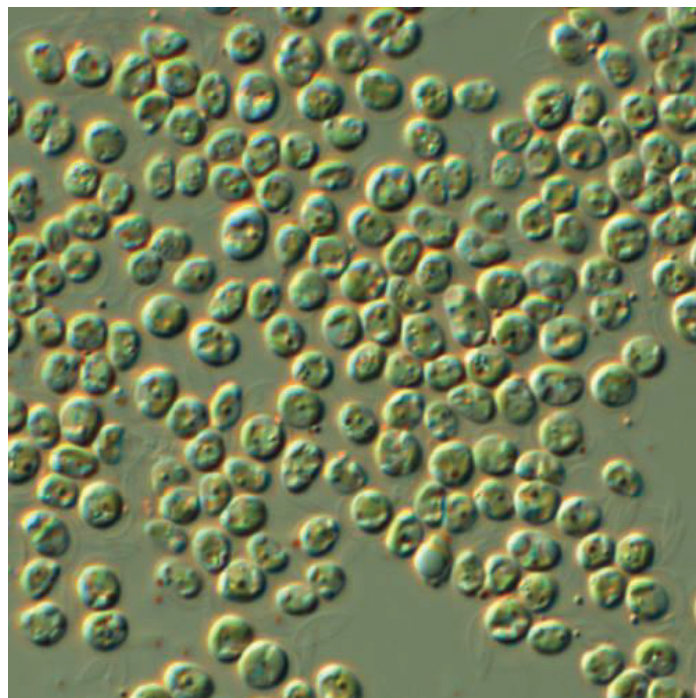
Οικογένεια: Isochrysidaceae

Γένος: Isochrysis

Είδος: *Isochrysis affinis galbana* Tahitian isolate

(EOL, 2015)

Τα κύτταρα του είναι ελεύθερα (δεν σχηματίζουν δηλαδή αποικίες), ελλειψοειδή σε σχήμα, μήκους 5-6 μm, πλάτους 2-4 μm και πάχους 2.5-3 μm. Διαθέτουν δύο λεία μαστίγια, σχεδόν ίδιου μήκους περίπου 7 μm, Liu & Lin (2001).



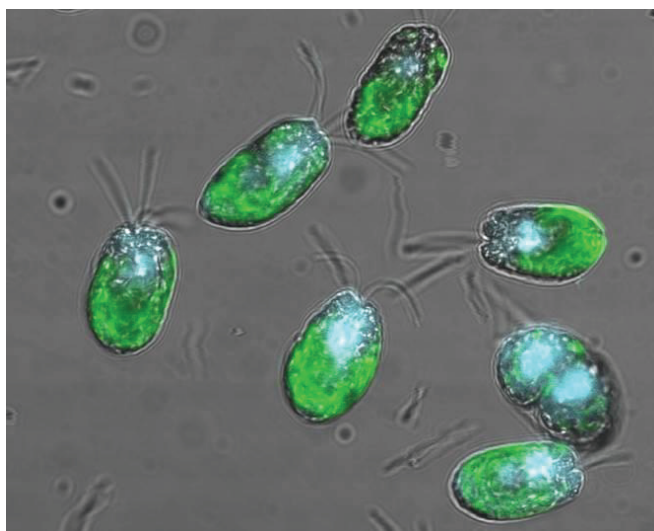
Εικόνα 13: αποικία του είδους *Isochrysis affinis galbana* στο μικροσκόπιο⁹

9

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=isochrysis+affinis+galbana&imgsrc=cCFPebxANZa3jM%253A%3BHDzPez-ZxmsrtM%3Bhttps%253A%252F%252Fncma.bigelow.org%252Fmedia%252Fcatalog%252Fcae

Οι βέλτιστες συνθήκες αύξησης του είδους σε καλλιέργεια έχουν παρατηρηθεί σε pH = 6,8, ένταση φωτός (Irradiance) = 780 $\mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, θερμοκρασία 30 °C, (Marchetti *et al.*, 2012) και αλατότητα 30 ppt, (O'Shea *et al.*, 2010).

Tetraselmis suecica



Εικόνα 14: άτομα *Tetraselmis suecica* στο μικροσκόπιο¹⁰

Συστηματική κατάταξη:

Empire: Eukaryota

Βασίλειο: Plantae

Φύλο: Chlorophyta

Κλάση: Chloodendrophyceae

Τάξη: Chlorodendrales

Οικογένεια: Pyrenomonadaceae

[gory%252Frobust.png%3Bhttps%253A%252F%252Fncma.bigelow.org%252Fproducts%252Falgae%3B500%3B500](https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lms&tbn=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=tetraselmis+suecica&imgsrc=Ksf4EStEeoaCFM%253A%3B34Uoq39p-llzHM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.technology.org%252Ftexorgwp%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F08%252Falgae-tetraselmis.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.technology.org%252F2013%252F08%252F27%252Fnext-black-gold-green%252Falgae-tetraselmis%252F%3B668%3B535)

10

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lms&tbn=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=tetraselmis+suecica&imgsrc=Ksf4EStEeoaCFM%253A%3B34Uoq39p-llzHM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.technology.org%252Ftexorgwp%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F08%252Falgae-tetraselmis.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.technology.org%252F2013%252F08%252F27%252Fnext-black-gold-green%252Falgae-tetraselmis%252F%3B668%3B535

Γένος: *Tetraselmis*

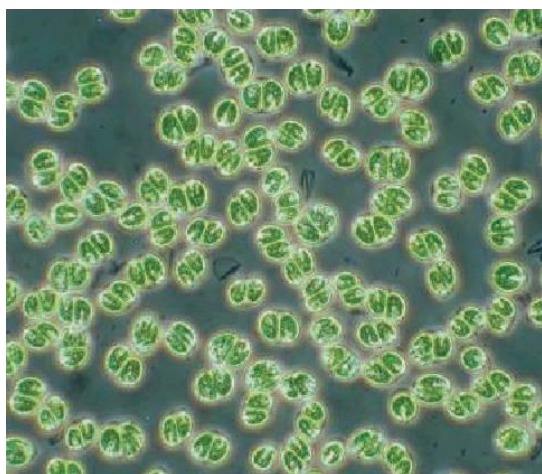
Είδος: *Tetraselmis suecica*

(Algaebase, 2015 a)

Πρόκειται για ένα θαλάσσιο μονοκύτταρο πράσινο μαστιγοφόρο χλωροφύκος. Τα κύτταρα του είναι ευκίνητα και ορατά στο οπτικό μικροσκόπιο.

Τα *Tetraselmis* παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δραστηριότητα μεγάλου φάσματος δρώντας ως προβιοτικά, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας τους σε βιταμίνη C. Τα *Tetraselmis* έχουν άλλωστε προταθεί ως μια πηγή αυτής της βιταμίνης για ανθρωπινή και ζωική κατανάλωση.

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε συγκεντρώσεις πάνω από ένα εκατομμύριο ανά χιλιοστόλιτρο. Χρησιμοποιείται στην υδατοκαλλιέργεια κύρια για την εκτροφή των τροχόζων του γένους *Brachionus*. Επίσης είναι ένα είδος με υψηλό περιεχόμενο σε λιπίδια, με καλή διατροφική αξία, κατάλληλο για την καλλιέργεια των προνυμφών και ενήλικων μαλακίων και καρκινοειδών (γαρίδες),Walne(1966). Οι μέθοδοι καλλιέργειας που χρησιμοποιούνται σε εκκολαπτήρια για την παραγωγή *Tetraselmis* γίνονται σε εσωτερικούς κλιματιζόμενους χώρους με τεχνητό φωτισμό, κυρίως σε γυάλινες φιάλες, σάκους πολυαιθυλενίου και διάφανους γυάλινους κυλίνδρους (έως και 500l, με εσωτερικό φωτισμό). Σε εξωτερική καλλιέργεια το κύριο πρόβλημα είναι η μόλυνση της καλλιέργειας από άλλα είδη φυκιών.



Εικόνα 15: αποικία *Tetraselmis suecica* στο μικροσκόπιο¹¹

11

<https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%B3>

Rhodomonas salina



Εικόνα 16: άτομο *Rhodomonas salina* στο μικροσκόπιο¹²

Συστηματική κατάταξη:

Empire: Eukaryota

Βασίλειο: Chromista

Φύλο: Chytrophyta

Κλάση: Chytrophyceae

Τάξη: Pyrenomonadales

Οικογένεια: Pyrenomonadaceae

https://www.google.gr/search?q=%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=tetraselmis+suecica&imgsrc=sV98CicnxYsu-M%253A%3B2QyBPv85cbbXvM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.stw.nl%252Fsites%252Fstw.demo.infi.nl%252Ffiles%252F20121115-2-5-Algaepro4you.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.stw.nl%252Fnl%252Fcontent%252Fonderzoeksprogramma-van-ez-en-stw-voor-eiwitinnovaties-van-start%3B1200%3B900

12

https://www.google.gr/search?q=%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%84%CF%8C%CE%BD&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=OSBoVeXJKcqrUbDTguAJ&sqi=2&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbm=isch&q=rhodomonas+salina&imgsrc=hgoPLgcy20ZUUM%253A%3BQcdQOYbjZ3XxaM%3Bhttp%253A%252F%252Fpinkava.asu.edu%252Fstarcentral%252Fmicroscope%252Fmsr%252Frawdata%252Fviewable%252Frhodomonas_1099354120_wbsw.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fpinkava.asu.edu%252Fstarcentral%252Fmicroscope%252Fportal.php%253Fpagetitle%253Dassetfactsheet%2526imageid%253D17584%3B327%3B350

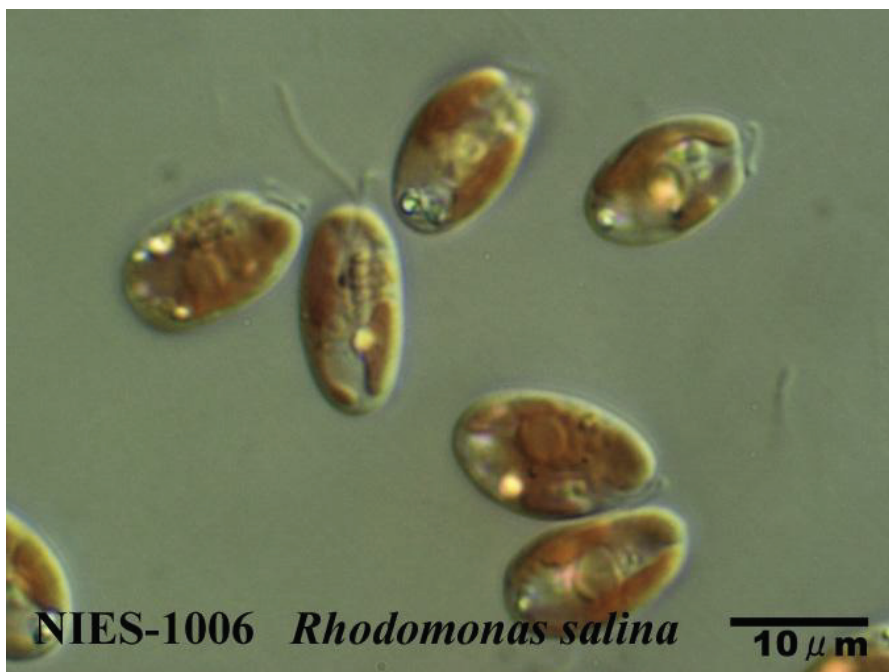
Γένος: Rhodomonas

Είδος: *Rhodomonas salina*

(Algaebase 2015b)

Τα είδη που ανήκουν στο γένος *Rhodomonas* {*Cryptomonas*} αποτελούν μια μικρή ομάδα μαστιγοφόρων, τα περισσότερα των οποίων φέρουν χλωροπλάστες. Συναντούνται σε θαλάσσια, υφάλμυρα, καθώς και σε γλυκά νερά. Τα κύτταρα είναι ωοειδή με πεπλατυσμένο σχήμα και μια πρόσθια αύλακα. Στο άκρο τους φέρουν δύο ελαφρώς άνισα μαστίγια που χρησιμοποιούνται για μετακίνηση (εικόνα 16). Το μήκος των κυττάρων κυμαίνεται από 5 έως 13 μm και το πάχος τους από 6 έως 8 μm (NCMA, 2013).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης της *Rhodomonas salina* είναι στους 20°C, pH 8 έως 8.2 και κάτω από συνεχή φωτισμό (Hammer *et al.*, 2002, Lafarga-De la Cruz *et al.*, 2006).



Εικόνα 17: μέρος αποικίας *Rhodomonas salina* στο μικροσκόπιο¹³

¹³<https://www.google.gr/search?q=1006.jpg%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.shigen.nig.ac.jp%25252Falgae%25252FimageListQueryAction.do%25253FphotoType%25253D1%252526className%25253DCryptophyceae%253B680%253B5081006.jpg%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.shigen.nig.ac.jp%25252Falgae%25252FimageListQueryAction.do%25253FphotoType%25253D1%252526className%25253DCryptophyceae%253B680%253B508&es>

2 Μεθοδολογία και Υλικά

2.1 Συνθήκες Καλλιέργειας Κωπηπόδων

Η εργασία μας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Καλλιεργειών Πλαγκτού του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Οι καλλιέργειες μας βρίσκονταν σε 4 φιάλες των 2 λίτρων. Στις 2 φιάλες είχαμε εισάγει νεαρά στάδια κυρίως ναυπλίους και στις άλλες 2 φιάλες είχαμε ενήλικα (εικόνα 18).



Εικόνα 18: καλλιέργειες κωπηπόδων σε φιάλες (φωτογραφία σε προσωπικό αρχείο)

[sm=93&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=cd6LVZbj18b_ywOz016wBA&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1280&bih=709#tbn=isch&q=rhodomonas+salina&imgsrc=RVYs8VXShfS4gM%253A%3BzQmtKxGAKOxYTM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.shigen.nig.ac.jp%252Falgae%252Fimages%252Fstrainsimage%252Fnies-1006.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.snipview.com%252Fq%252FRhodomonas_salina%3B680%3B508](http://www.snipview.com/252FRhodomonas_salina%3B680%3B508)



Εικόνα 19: καλλιέργειες φυτοπλαγκτού που χρησιμοποιούσαμε ως τροφή στις καλλιέργειες των κωπηπόδων (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Σε όλες τις φιάλες, με ειδικά σωληνάκια, υπήρχε παροχή πεπιεσμένου αέρα για οξυγόνωση και ομογενοποίηση. Η θερμοκρασία της αίθουσας ρυθμιζόταν με κλιματισμό του χώρου. Στις καλλιέργειες του φυτοπλαγκτού που χρησιμοποιούσαμε ως τροφή για τα κωπήποδα υπήρχε ειδικός φωτισμός με λάμπες φθορίου (εικόνα 19).

Η θερμοκρασία, το pH, η αλατότητα και το οξυγόνο μετρούνταν καθημερινά. Η θερμοκρασία του χώρου κυμαίνονταν καθημερινά στους 18,5-20 βαθμούς Κελσίου, το οξυγόνο στις φιάλες από 7,2-8,5 (mg/L), η αλατότητα του νερού ήταν 20 τοις χιλίσις και το pH από 7,7-8,2.

Το pH, το οξυγόνο και η θερμοκρασία στις φιάλες μετρούνταν καθημερινά με ψηφιακό πολύμετρο (με ηλεκτρόδιο LDO (HACH)) με αισθητήρες μέτρησης οξυγόνου και pH (εικόνα 20). Η αλατότητα μετριούνταν με αλατόμετρο (εικόνα 21). Η θερμοκρασία του χώρου του εργαστηρίου μετριούνταν από θερμόμετρο τοίχου τύπου «μέγιστου-ελαχίστου» (εικόνα 22).



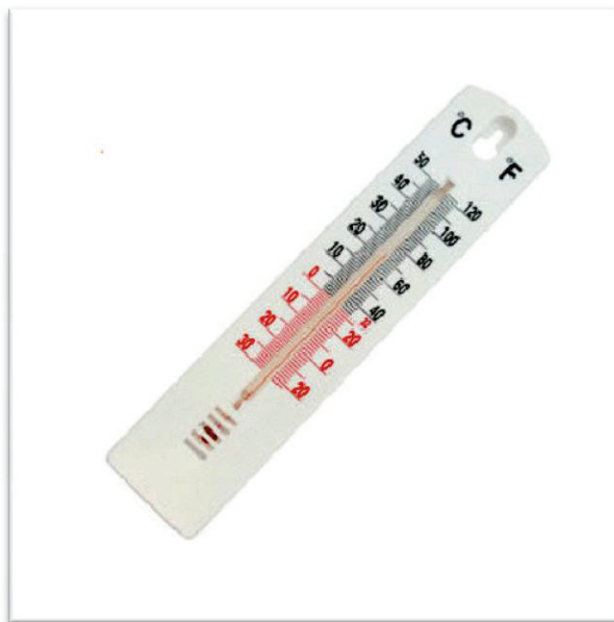
Εικόνα 20: ψηφιακό πολύμετρο¹⁴



Εικόνα 21: αλατόμετρο¹⁵

14

https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=NzRoVdaNLIqUY2agPgM&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF+%CE%BF%CE%BE%CF%85%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CF%85&imgrc=PbhyAcn_CoKNxM%253A%3BqGIAT7kWhMiU8M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.hach-lange.gr%252Fasset-get.product.image.isa%253Ftype%253DSEU%2526sku%253DHQ40D.99.305000%2526size%253DL%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.hach-lange.gr%252Fhq40d-ldo-5m%252Fproduct%253Fid%253D26370218454%3B600%3B600



Εικόνα 22: Θερμόμετρο Μεγίστου-Ελαχίστου¹⁶

Μέρα παρά μέρα γίνονταν καταμετρήσεις των αναπτυξιακών σταδίων των πληθυσμών στις φιάλες κατά προσέγγιση με τη χρήση ειδικών αντικειμενοφόρων πλακών (λαβύρινθος) (εικόνα 24), μικροσκοπίου και ενός καταμετρητή (εικόνα 23).

15

https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=NzRoVdaNLlqqUY2agPgM&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF&imgrc=3CzQ6-47BfimBM%253A%3BVn-pd5aGOKJQLM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.worktools.gr%252Fimage%252Fcache%252Fdata%252Fproionta%252Fkotsinas%252Foinologika%252Fdiathlasimetro-fg-280x280.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.worktools.gr%252Forgana-metrisis%252Falatometro-e016%3B280%3B280

16

https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF&espv=2&biw=1280&bih=709&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=NzRoVdaNLlqqUY2agPgM&ved=0CAYQ_AUoAQ#tbn=isch&q=%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF+%CF%84%CE%BF%CE%AF%CF%87%CE%BF%CF%85&imgrc=c6yObbszlgHR8M%253A%3BkiEF0VzYMAT6LM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.e-getit.gr%252Fmedia%252Fcatalog%252Fproduct%252Fcache%252F1%252Fimage%252F1200x1200%252F9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95%252F1%252F2%252F1263_a.gif%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.e-getit.gr%252Fthermometro-toixoy.html%3B1200%3B1200



Εικόνα 23: Μικροσκόπιο και καταμετρητής

(προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 24: αντικειμενοφόρος πλάκα

2.2 Μοντέλο παραγωγής

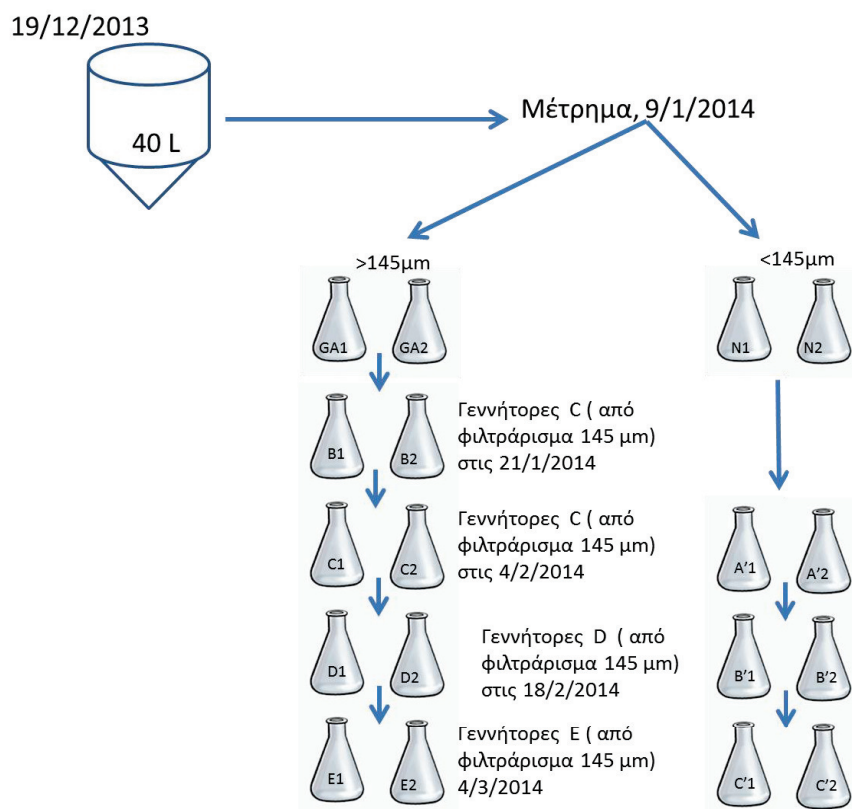
Το βασικό πρόβλημα για τη διαχείριση μιας καλλιέργειας κωπηπόδων είναι η γνώση του κύκλου ζωής του είδους που επιλέγεται καθώς και η γονιμότητά του σε δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας και αλατότητας. Μη διαθέτοντας τέτοια δεδομένα εφαρμόσαμε ένα εμπειρικό σχέδιο διατήρησης της καλλιέργειας που συνίσταται στην συνεχή αυτόματη ανανέωση των ενηλίκων που αποβιώνουν, με σκοπό να εξετάσουμε αν ο πληθυσμός προσαρμόζεται σε κάποιο είδος ισορροπίας που επιβάλλει αυτή η διαχείριση.

Όπως αναφέρθηκε οι καλλιέργειες μας ήταν συνεχείς. Το μέσο καλλιέργειας άλλαζε κάθε δεκατέσσερις ημέρες φιλτράροντάς το στα 145 μm , αφαιρώντας με τον τρόπο αυτό τα νεαρά ναυπλιακά στάδια, ώστε η καλλιέργεια μην πυκνώνει ανεξέλεγκτα.

Σε νέα φιάλη πλέον τοποθετούσαμε τα κωπηποδιτικά στάδια (ενήλικα και κωπηποδήτες) και συμπληρώναμε με ποσότητα νερού ίδιας αλατότητας. Την επόμενη μέρα πλέον εκτελούσαμε πάλι μέτρηση στην καλλιέργεια που χωρίσαμε. Ο αριθμός των νεαρών ατόμων μας έδινε δύο πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα του φιλτραρίσματος και τον αριθμό των ζώων στο ξεκίνημα της νέας περιόδου.

2.3 Σχεδιασμός του πειράματος

Με αφετηρία μία ώριμη καλλιέργεια σε δεξαμενή 40 λίτρων που αναπτύξαμε στο εργαστήριο, φτιάξαμε δύο σειρές καλλιεργείων σε επανάληψη. Δύο φιάλες με κωπηποδητικά στάδια («γεννήτορες») στις οποίες δόθηκαν οι κωδικοί GA1 και GA1 και δύο φιάλες με ναυπλιακά στάδια, τις N1 και N2 (εικόνα 25)



Εικόνα 15: Σχηματική αναπαράσταση της διαχείρισης των καλλιεργείων κωπηπόδων. Περιοδική ανανέωση με επανέναρξη των καλλιεργείων από τα κωπηποδητικά στάδια (βλέπε κείμενο)

Ανά δεκατέσσερις περίπου ημέρες φιλτράραμε τις καλλιέργειες ανανεώνοντας το νερό και αφαιρώντας τους ναυπλίους. Με τον τρόπο αυτό προέκυψαν οι δύο σειρές της εικόνας 25 με δύο σύγχρονες επαναληπτικές καλλιέργειες σε κάθε σειρά.

2.4 Δειγματοληψία και καταμέτρηση Κωπηπόδων

Η εκτίμηση των πληθυσμών των διαφόρων αναπτυξιακών σταδίων του Κωπηπόδου, γινόταν πριν το φιλτράρισμα των καλλιεργείων και μία μέρα μετά στην νέα καλλιέργεια, η οποία προέκυπτε. Από δείγμα καλλιέργειας 500 ml, λαμβάνονταν με

ειδική γυάλινη πιπέτα 10 ml (τύπος NS 29,2/32, Witeg, Germany), υπο-δείγμα, το οποίο μεταφερόταν σε ειδικό πετρί τύπου μαιάνδρου (εικόνα 26).



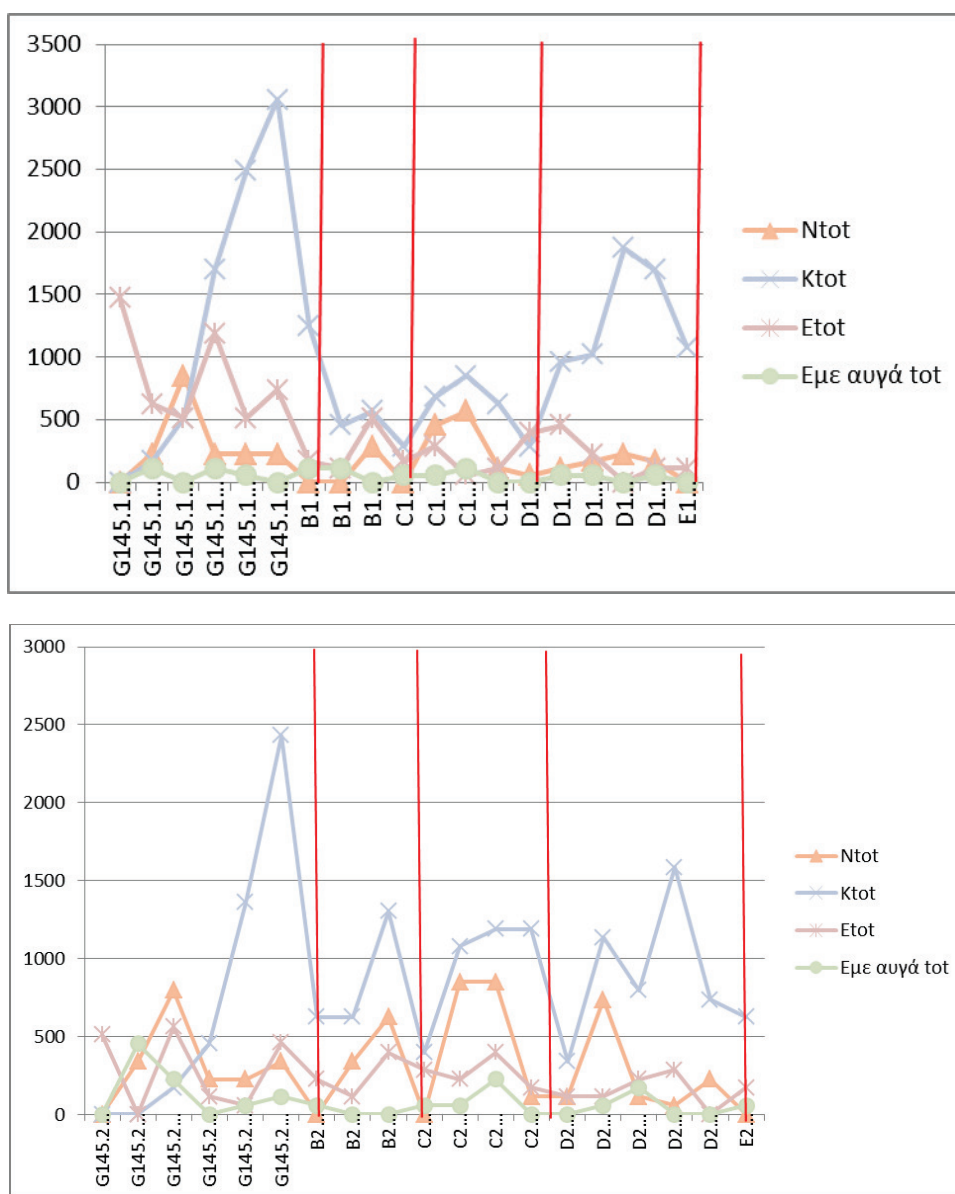
Εικόνα 26: Εξοπλισμός για την λήψη υπο-δειγμάτων και καταμέτρηση των Κωπηπόδων. Αριστερά διακρίνονται το διάλυμα Lugol , το σταγονόμετρο, ο καταμετρητής και η φιάλη δειγματοληψίας με την πιπέτα Witeg. Δεξιά πετρί τύπου μαιάνδρου από πλεξιγκλάς

Εκεί τα ζώα θανατώνονταν με σταγόνες διαλύματος Lugol, πριν εξεταστούν σε στερεοσκόπιο. Καταμετρούνταν ξεχωριστά οι ναύπλιοι, οι κωπηποδίτες, τα ενήλικα και τα ενήλικα με ωόσακους. Η διαδικασία επαναλαμβάνονταν σε 3 έως 5 υπο-δείγματα, ανάλογα το εύρος των τιμών. Το δείγμα που περίσσευε επιστρέφονταν στην καλλιέργεια, από την οποία πάρθηκε.

3 Αποτελέσματα & Συζήτηση

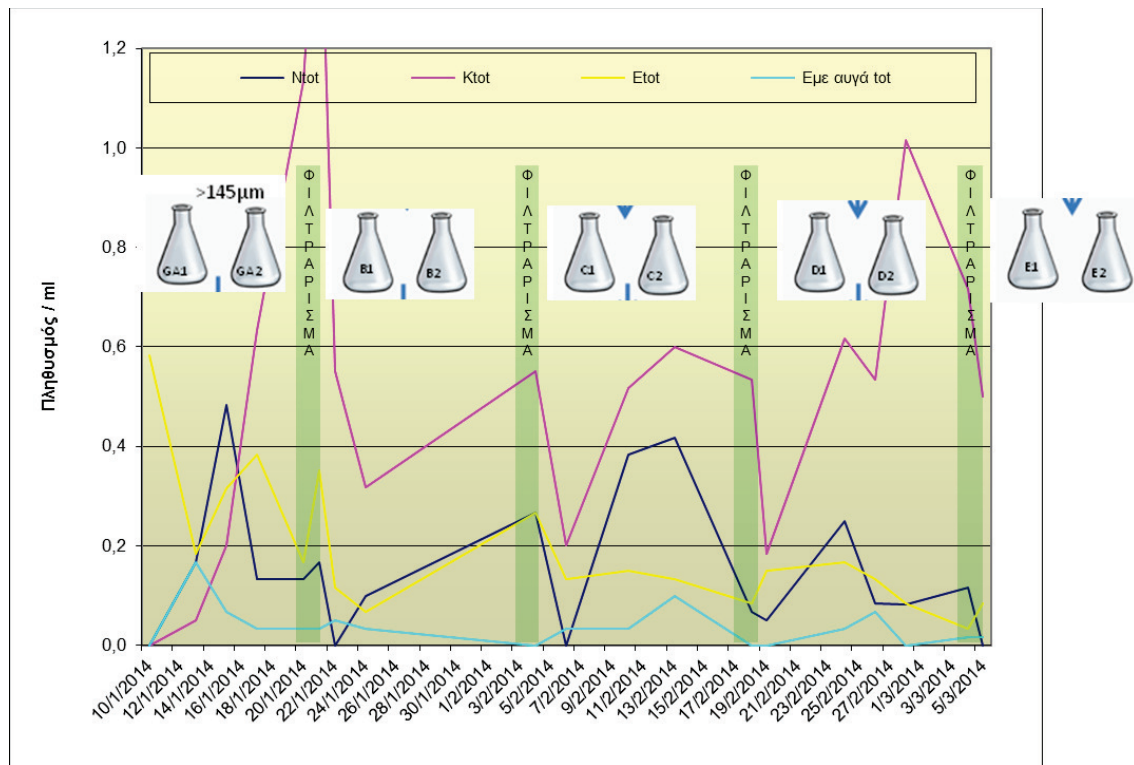
3.1 Συνεχείς καλλιέργειες ξεκινώντας από ενήλικα προηγούμενης ώριμης (G145)

Στις εικόνες 27 και 28 που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων στις δύο σύγχρονες επαναληπτικές καλλιέργειες G145.1 και G145.2 που προήλθαν αρχικά από τα κωπηποδητικά στάδια (κωπηποδότες και ενήλικα) ώριμης καλλιέργειας σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 2.2.2.



Εικόνα 27: Εξέλιξη των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων των καλλιεργειών που προήλθαν αρχικά από τα κωπηποδητικά στάδια ώριμης καλλιέργειας στις δύο σύγχρονες επαναληπτικές καλλιέργειες G145.1

(πάνω) και G145.2 (κάτω). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις αλλαγές του μέσου καλλιέργειας με την μεταφορά της σε νέα φιάλη (G145Ai→Bi→Ci→Di→Ei, βλ. εικόνα 25)

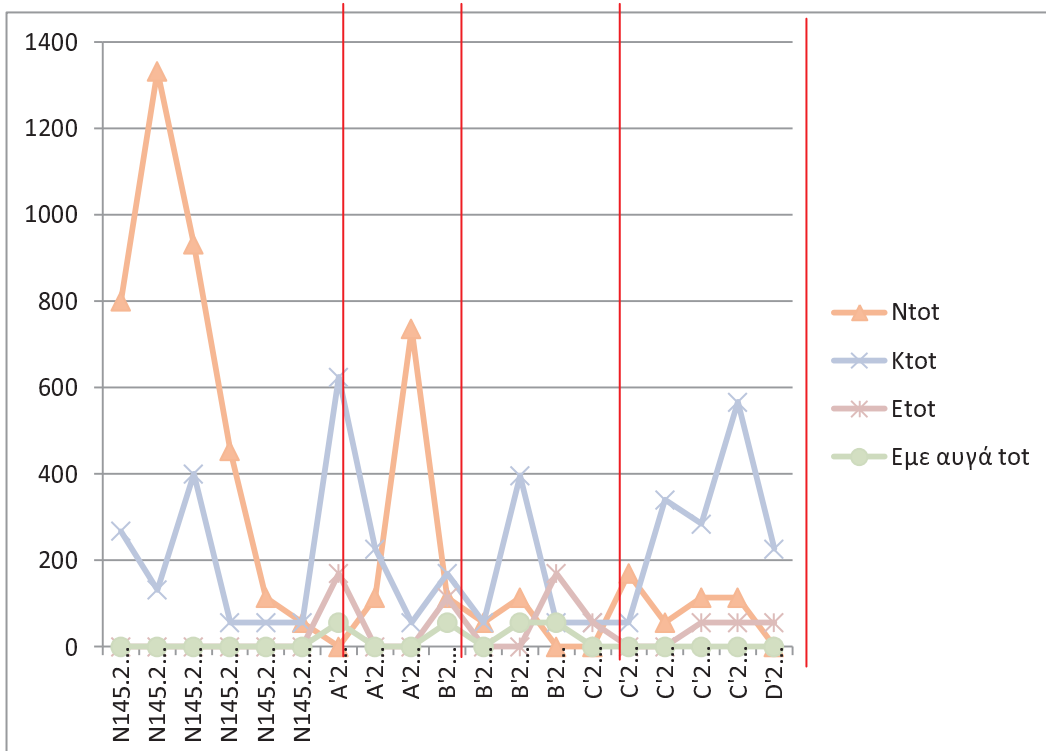
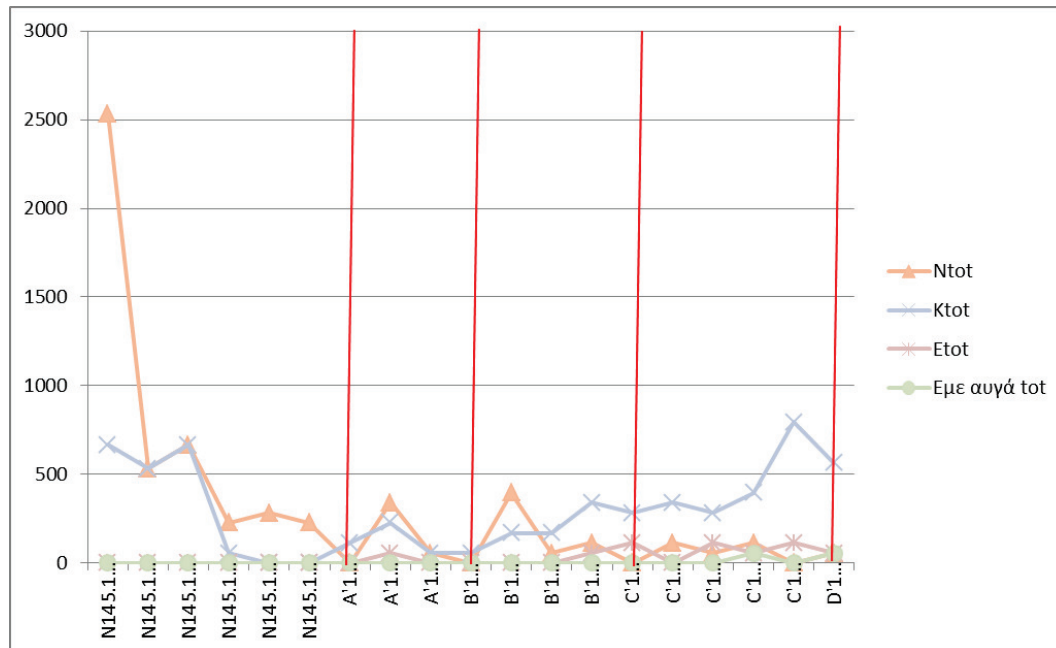


Εικόνα 28: Μέση εξέλιξη της πυκνότητας των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων των καλλιεργειών που προήλθαν αρχικά από κωπηποδύτες ώριμης καλλιέργειας.

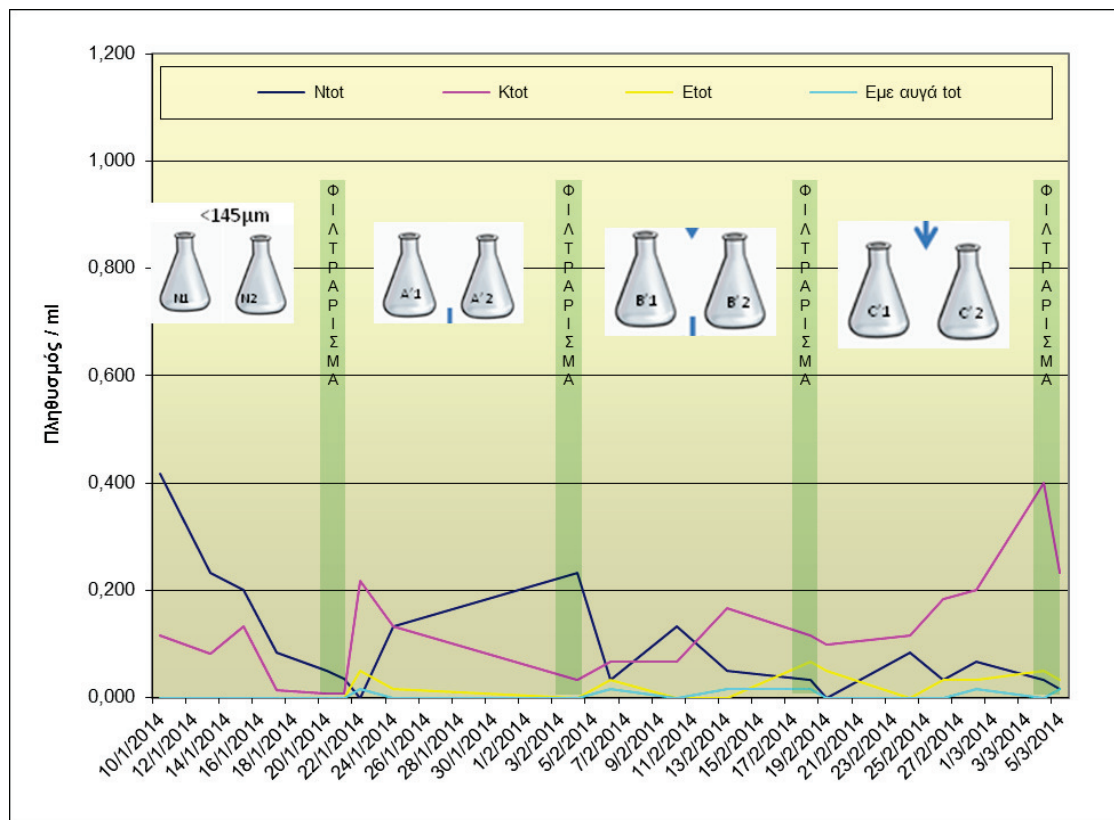
Τα δεδομένα των μετρήσεων μας δείχνουν μία έντονη διακύμανση των πυκνοτήτων των διαφόρων σταδίων που είναι αρκετά δύσκολο να αξιολογηθεί. Εκείνο που είναι βέβαιο ότι υπάρχει μία σαφής επικράτηση των ενδιάμεσων κωπηποδητικών σταδίων σε όλη τη διάρκεια της δίμηνης παρακολούθησης στις καλλιέργειες που προήλθαν από τα προχωρημένα στάδια, κάτι που υποδηλώνει τελικά την καλή πορεία της καλλιέργειας και την εξασφάλιση των μελλοντικών γεννητόρων με το σύστημα διαχείρισης που εφαρμόστηκε.

3.2 Συνεχείς καλλιέργειες ξεκινώντας από ναυπλίους (N145)

Στις εικόνες 29 και 30 που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων στις δύο σύγχρονες επαναληπτικές καλλιέργειες N145.1 και N145.2 που προήλθαν αρχικά από τα ναυπλιακά στάδια που συλλέχτηκαν από το φιλτράρισμα ώριμης καλλιέργειας σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 2.2.2.



Εικόνα 29: Εξέλιξη των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων των καλλιιεργειών που προήλθαν αρχικά από τα ναυπλιακά στάδια ώριμης καλλιέργειας στις δύο σύγχρονες επαναληπτικές καλλιέργειες G145.1 (πάνω) και G145.2 (κάτω). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις αλλαγές του μέσου καλλιέργειας με την μεταφορά της σε νέα φιάλη (G145Ai→Bi→Ci→Di→Ei, βλ. εικ.25)

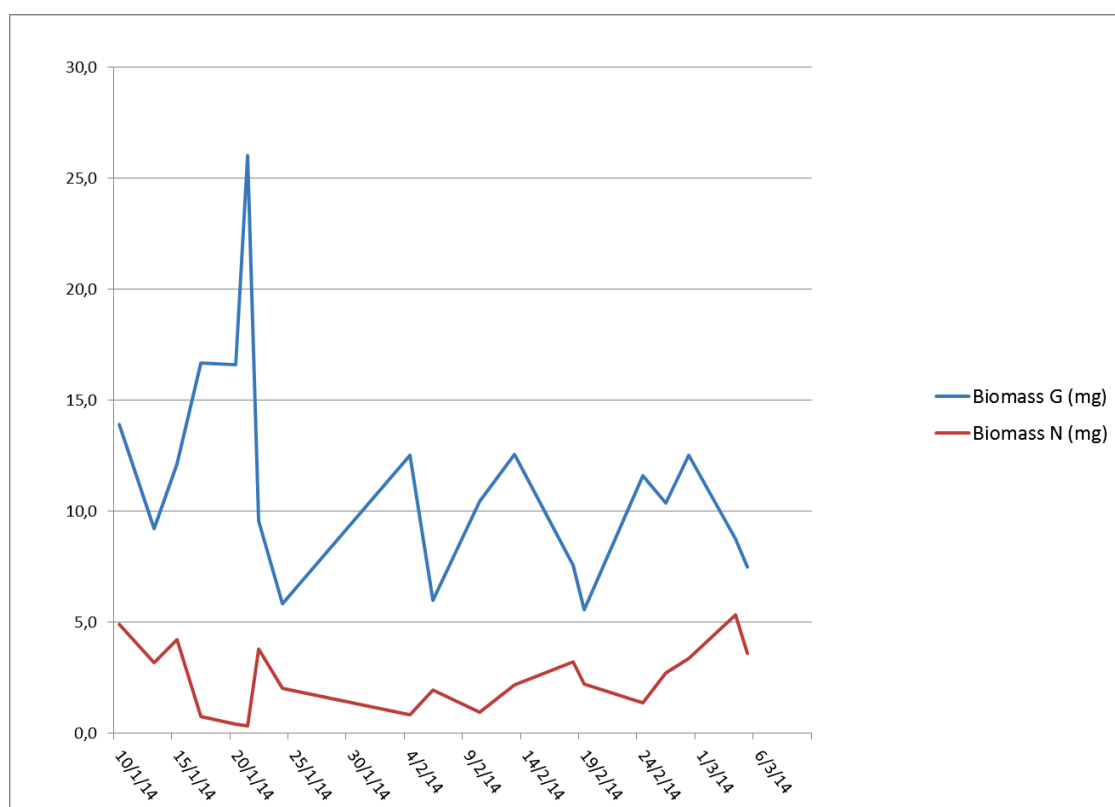


Εικόνα 30: Μέση εξέλιξη της πυκνότητας των πληθυσμών των αναπτυξιακών σταδίων των καλλιιεργειών που προήλθαν αρχικά από ναυπλιούς ώριμης καλλιέργειας.

Τα δεδομένα των μετρήσεων μας δείχνουν μία έντονη διακύμανση των πυκνοτήτων των διαφόρων σταδίων που είναι αρκετά δύσκολο να αξιολογηθεί. Διαπιστώνουμε μια σαφή πληθυσμιακή επικράτηση των ενδιάμεσων κωπηποδητικών στο τελευταίο εικοσήμερο. Πιθανότητα αυτό να σημαίνει ότι βρισκόμαστε σε μία πορεία τόνωσης του δυναμικού των γεννητόρων αυτών των καλλιιεργειών.

3.3 Σύγκριση των δύο σειρών

Για να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των δύο σειρών, μετατρέψαμε τα μέσα δεδομένα των δύο σειρών σε βιομάζες, ώστε να παρακολουθήσουμε την εξέλιξή τους κατά τη διάρκεια της δίμηνης καλλιέργειας. Οι εκτιμήσεις της βιομάζας έγιναν με βάση την αποδοχή των υπολογισμών των Sørensen et al. (2004), βάσει των οποίων το μέσο βάρος των κωπηπόδων ανά (μέσο) αναπτυξιακό στάδιο είναι 0.64, 3 και 7 μg ανά άτομο για τους ναυπλίους, κωπηποδότες και ενήλικα αντίστοιχα (εικόνα 31).



Εικόνα 31: Μέση εξέλιξη της βιομάζας των καλλιιεργειών που προήλθαν αρχικά από κωπηποδότες και από ναυπλίους ώριμης καλλιέργειας, σύμφωνα με το παραγωγικό μοντέλο που εφαρμόστηκε.

Διαπιστώνουμε ότι η σειρά που προήλθε από τα προχωρημένα στάδια της αρχικής ώριμης καλλιέργειας κυμάνθηκαν σε επίπεδα τεσσερισήμισι φορές μεγαλύτερα από εκείνη που προήλθε από τα ναυπλιακά στάδια της ίδιας καλλιέργειας. Συγκεκριμένα οι βιομάζες της πρώτης σειράς κυμάνθηκαν σε επίπεδα $11,3 \pm 4,7$ mg (ή $3,3 \pm 1,4$ mg/L), ενώ της δεύτερης σε επίπεδα $2,5 \pm 1,5$ mg (ή $0,6 \pm 0,4$ mg/L).

Ανα αρχικό άτομο οι αντίστοιχες αποδόσεις ήταν $3,8 \pm 1,0$ μg/άτομο, έναντι $2,4 \pm 1,2$ μg/άτομο. Αν δεχτούμε ότι η διαφορά αυτή οφείλεται στην επιβίωση των ναυπλίων

έως τα ενήλικα αναπαραγωγικά στάδια μπορεί να σημαίνει ότι αυτή κυμάνθηκε σε επίπεδα 63%. Το ποσοστό αυτό είναι συμβατό με μετρήσεις της βιωσιμότητας μέχρι τα ενήλικα στάδια πληθυσμών του καλανοειδούς κωπηπόδου *Calanipeda aquaedulcis* που προήλθαν από συλλεχθέντες ναυπλίους (Αηδόνη 2008)

Συμπερασματικά, κατά τη διάρκεια της δίμηνης περιόδου παρακολούθησης των καλλιεργειών, πετύχαμε τον βασικό μας στόχο, ο οποίος ήταν η διατήρηση του καλανοειδούς κωπηπόδου *Pseudodiaptomus inopinus* σε σύστημα συνεχούς καλλιέργειας.

Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι οι εκτιμήσεις μας για την πυκνότητα των κωπήποδων φαίνονται να είναι ιδιαίτερα προβληματικές για τα ενήλικα στάδια, πιθανότατα λόγω της ικανότητάς τους να παραμένουν στα τοιχώματα των φιαλών και να αντιστέκονται στη ροή του νερού, όπως και άλλα είδη (Κλαδάς 2012).

4 Βιβλιογραφία

4.1 Ξενόγλωση βιβλιογραφία

Algaebase,(ημερομηνία πρόσβασης 31/05/2015a)

http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=D9599557fd5aa510f&-session=abv4:57CB7D430cf7b1921DOK4CCA8375

Algaebase, (ημερομηνία πρόσβασης 31/05/2015b)

http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=i1df228827dce882d&-session=abv4:57CB7D430cf7b1921DOK4CCA8375

Beyrend-Dur D, Kumar R, Rao TR, Souissi S, Cheng S-H, Hwang JS (2011) Demographic parameters of adults of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda:Calanoida): Temperature–salinity and generation effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 404:1-14.

Bollens SM, Cordell JR, Avent S, Hooff R (2002) Occurrences, causes and consequences of zooplankton invasions: a brief review, plus two case studies from the northeast Pacific Ocean. *Hydrobiologia*, 480:87–110

Boxshall GA, Halsey SH (2004) *An Introduction to Copepod Diversity*. Ray Society, London, ISBN : 9780903874311, 966 p.

Burton H, Hamond R (1981) Harpacticoid copepods from a saline lake in the Vestfold Hills, Antarctica. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 32 (3): 465– 467 (<http://www.publish.csiro.au/paper/MF9810465.htm>)

Cordell JR, Rasmussen M, Bollens SM (2007) Biology of the introduced copepod *Pseudodiaptomus inopinus* in a northeast Pacific estuary. *Marine Ecology Progress Ser.* 333: 213–227

EOL, Encyclopedia of Life, ημερομηνία πρόσβασης 31/05/2015

<http://eol.org/pages/11818919/overview>

Hairston Jr. NG, Lampert W, Cáceres CE, Holtmeier CL, Weider LJ, Gaedke U, Fischer JM, Post DM (1999) Lake ecosystems, Rapid evolution revealed by dormant eggs. *Nature* 401 (6752): 446

(<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999Natur.401..446H>)

- Gee JM (1989), An ecological and economic review of meiofauna as food for fish.
Zoological Journal of the Linnean Societ, 96 (3);, 243–261
- Hamner WM, Carleton JH (1979), Copepod swarms: Attributes and role in coral reef ecosystems *Limnology and Oceanography*, 24 (1): 1–14
- Hammer A, Schumann R, Schubert H (2002) Light and temperature acclimation of *Rhodomonas salina* (Cryptophyceae): photosynthetic performance. *Aquatic Microbial Ecology*, 29: 287–296
- Hardy A (1970) *The open sea: its natural history Part One: The World of Plankton*, ISBN: 0-395-07777-X, ASIN: B000YFNZ6W
- Rey J, O'Connell S (2004) *Rearing Copepods for Mosquito Control*. University of Florida, IFAS Extension: 4p
(http://165.234.159.41/usrfiles/Biological_Control_Copepods.pdf)
- Kern JC, Carey AG (1983), The Faunal Assemblage Inhabiting Seasonal Sea Ice in the Nearshore Arctic Ocean with Emphasis on Copepods. *Marine Ecology Progress Series*,10: 159-167
- VanderLugt K, Lenz PH (2009) *Handbook for the Cultivation of two Hawaiian Paracalanid Copepods*. Pacific Biosciences Research Center, University of Hawaii at Manoa Honolulu. 19p
- Lafarga-De la Cruz F, Valenzuela-Espinoza E, Millan-Nuneza R, Trees CC, Santamaria-del-Angel E, Nunez-Cebrero F (2006) Nutrient uptake, chlorophyll a and carbon fixation by *Rhodomonas* sp. (Cryptophyceae) cultured at different irradiance and nutrient concentrations. *Aquacultural Engineering* 35: 51–60.
- Liu CP, Lin LP (2001) Ultrastructural study and lipid formation of *Isochrysis galbana* CCMP1324. *A Quarterly Journal Containing Scientific Contributions from the Institute of Botany, Academia Sinica, Shanghai*, 42: 207-214
- Marchetti J, Bougaran G, Le Dean L, M egrier C, Lukomska E, Kaas R, Olivo E, Baron R, Robert R, Cadoret JP (2012) Optimizing conditions for the continuous culture of *Isochrysis affinis galbana* relevant to commercial hatcheries. *Aquaculture* 326–329: 106–115
- Mauchline J, Blaxter JHS, Southward AJ Tyler PA (1998) The biology of Calanoid Copepods. *Advances in marine biology*, 33, 710 p

- Möllmann C, Kornilovs G, Fetter M, Köster FW (2004), Feeding ecology of central Baltic Sea herring and sprat, *Journal of Fish Biology* 65: 1563-1581
- NCMA National Center for Marine Algae and Microbiota, ημερομηνία πρόσβασης 31/05/2015, <https://ncma.bigelow.org/ccmp1319#.VWrIXNLtmko>
- Nybakken JW, (2005) Θαλάσσια Βιολογία, Μια οικολογική προσέγγιση. Εκδόσεις ΙΩΝ, ISBN 960-411-511-1, 520 σελ.
- O'Shea SK, Holland F, Bilodeau A (2010) Modeling the Effects of Salinity and pH on the Cadmium Bioabsorptive Properties of the Microalgae *Isochrysis galbana* (T-Iso) in Coastal Waters. *Journal of Coastal Research* 26 (1): 59-66
- Pinkaew K (2003) Ταξινόμηση των κωπηπόδων στην Bangprakong εκβολές του ποταμού και το Sriracha ακτή της Ταϊλάνδης. M.Sc. Διατριβή, Πανεπιστήμιο Burapha, Chonburi, Ταϊλάνδη, 111 σελ.
- Rippingale RJ, Payne MF (2001) *Intensive cultivation of a calanoid copepod Gladioferens imparipes, A guide to procedures*. Department of Environmental Biology, Curtin University of Technology, GPO Box U1987 Perth WA 6845, ISBN: 1 74067 069 8, 62p
- Foscarini R, (1988), A review: intensive farming procedure for red sea bream (*Pagrus major*) in Japan, *Aquaculture*, 72 (3-4): 191-246
- Raymont JEG (1983) *Plankton and Productivity in the Oceans*. Volume 2 – Zooplankton 2nd Edition, Pergamon Press, 824 p.
- Sørensen KE, Støttrup JG, Holmstrup M (2004) Rearing of flounder (*Platyichthys flesus*) juveniles in semi-extensive systems. *Aquaculture* 230: 475-491.
- Srinui K (2007) Distribution and abundance of zooplankton in estuary along the eastern coast of Thailand. *The Journal of Scientific Research*, 6: 221-230
- Støttrup JG, K Richardson, E Kirkegaard, NJ Pihl (1986) The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture*, 52 (2): 87-96
- Suvapepun S (1984) Plankton in the Gulf of Thailand. Marine Fisheries Laboratory, Bangkok, Fisheries department, 78 pp.
- Suwanrumpha W (1987) *A key for the identification of copepods collected in the Gulf of Thailand*. Marine Fisheries Laboratory, Bangkok, Technical Paper No. 29/4: 1-56

- Treece GD, Davis DA (2000) *Culture of Small Zooplankters for the Feeding of Larval Fish*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 701. <https://srac.tamu.edu>
- Verity PG, Smetacek V, (1996) Organism life cycles, predation and the structure of marine pelagic ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 140: 277-293
- Walne PR (1966) Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. *Fishery Invest., Lond., Ser. II*, 25(4): 1-53
- Walter TC. (1986) New and poorly known Indo - Pacific species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida), with a key to the species groups. *Journal of Plankton Research* 8 : 129-168.
- Walter TC. (1987) Review of the taxonomy and distribution of the demersal copepod genus *Pseudodiaptomus* (Calanoida: Pseudodiaptomidae), from Southern Indo-West Pacific waters. *Australian Journal of Freshwater Research* 38 : 363-396
- Walter TC, Boxshall GA. (2012) *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884. World Copepoda database . Accessed through: World Register of Marine Species. (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=157680>) [accessed 2013-01-11]
- Walter TC, Ohtsuka S, Putschakarn S, Pinkaew K, Chullasorn S. (2002) Redescription of two species of *Pseudodiaptomus* from Asia and Australia (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) with discussion of the female genital structure and zoogeography of Indo-West Pacific species. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115 (3): 650-669
- Wikipedia, ημερομηνία πρόσβασης 31/05/2015, Συστηματική κατάταξη κωπηπόδων, https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

4.2 Ελληνική βιβλιογραφία

- Αηδόνη Π (2008) Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του αυτόχθονου Καλανοειδούς Κωπηπόδου *Calanipeda aquaedulcis* (Kritschagin 1873). ΜΠΧΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Έξαρχου Π, Έξαρχος Λ (2014). Διαχείριση Παραγωγής Κωπηπόδων σε Παρτίδες (Batch cultures) στο Εργαστήριο Καλλιεργειών Πλαγκτού του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Πτυχιακή ΤΕΙ Δ.Ελλάδας

Κλαδάς Ι (2012) Σημειώσεις Μαθήματος «Καλλιέργειες Πλαγκτού», Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Δ. Ελλάδας (ημερομηνία πρόσβασης 27/4/2015)

https://eclass.teimes.gr/eclass/modules/document/file.php/IXTHAL160/%CE%942_%CE%9C%CE%B1%CE%B6%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%20%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%86%CF%85%CE%BA%CF%8E%CE%BD1_3.pdf

Γρηγοράτου Μ (2011) «Διατροφή και παραγωγή των κυρίαρχων ειδών των Κωπηπόδων στο παράκτιο οικοσύστημα του Σαρωνικού Κόλπου», Πτυχιακή Εργασία Πανεπιστήμιο Αιγαίου -Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)- Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Μυτιλήνη