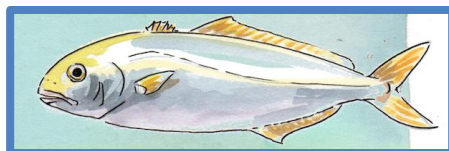


Ειδικές Δράσεις «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΜΑΓΙΑΤΙΚΟ Τ6ΥΒΠ-0068



Παραδοτέο

Αριθμός Παραδοτέου:	Π 2.5.2	Μήνας Παράδοσης ΤΠΕ:	32
Τίτλος Παραδοτέου	Εμφάνιση σκελετικών παραμορφώσεων στις διαφορετικές συνθήκες εκτροφής		
Ενότητα Εργασίας (ΕΕ):	2	Συντονιστής ΕΕ:	ΠΠ
Τίτλος ΕΕ:	Νυμφικές εκτροφές και παραγωγή γόνου		
Αριθμός Εργασίας:	2.5	Υπεύθυνος Παραδοτέου:	ΠΠ
Τίτλος εργασίας:	Περιγραφή της ανάπτυξης του σκελετού και των μορφοανατομικών παραμορφώσεων σε σχέση με το πρωτόκολλο εκτροφής		
Εταίροι:	ΠΠ	ΓΑΛΛΕΙΔΙ	
Κατάσταση:	Ολοκληρωμένο	Μήνας παράδοσης:	33

Υπεύθυνος ερευνητής για το παραδοτέο: Λούφη, Α. (Πανεπιστήμιο Πατρών), Σφακιανάκης, Δ. (Πανεπιστήμιο Πατρών), Μακρίδης, Π. (Πανεπιστήμιο Πατρών),

Συνεργαζόμενοι ερευνητές από Εταίρους: Καραπαναγιώτης, Σ. (ΓΑΛΛΕΙΔΙ), Τσακωνίτη, Κ. (ΓΑΛΛΕΙΔΙ), Μέγκος, Α. (ΓΑΛΛΕΙΔΙ)

Σύντομη περιγραφή (ΤΠΕ): Σύγκριση της εμφάνισης σκελετικών παραμορφώσεων στους πληθυσμούς των διαφορετικών πρωτοκόλλων νυμφικής εκτροφής



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ιχθυοκαλλιέργεια, οι μορφοανατομικές ανωμαλίες συνιστούν ένα μεγάλο οικονομικό πρόβλημα, καθώς επηρεάζουν την μορφολογία και την επιβίωση των ψαριών, ένα φαινόμενο το οποίο συνεπώς οδηγεί σε μείωση της αγοραστικής αξίας των παραγόμενων ιχθυδίων (Andrades et al., 1996; Boglione et al., 2013a; Koumoundouros et al., 1997a). Ως μορφοανατομικές ανωμαλίες στην ιχθυοκαλλιέργεια χαρακτηρίζονται οι μη αντιστρεπτές αποκλίσεις από ένα πρότυπο ποιότητας, το οποίο στις προτιμήσεις του καταναλωτή ταυτίζεται συνήθως με αυτό των “άγριων” ατόμων. Καθώς απαιτείται χειρονακτική επιλογή (manual sorting) των παραμορφωμένων ατόμων, υπάρχει μία αρνητική επίδραση στους ρυθμούς αύξησης και μετατρεψιμότητας, όπως επίσης και της ευαισθησίας σε ασθένειες (Boglione et al., 2001; Koumoundouros et al., 1997b). Υψηλές συχνότητες των παραμορφώσεων, που συχνά σχετίζονται με μειωμένη αύξηση και βιωσιμότητα, έχουν αναφερθεί σε εκτρεφόμενα ιχθυδία (Kitajima et al., 1994) και μπορεί να προκαλούνται είτε από γενετικούς είτε από περιβαλλοντικούς παράγοντες (Boglione et al., 2013b). Οι πιο πιθανές αιτίες φαίνεται να είναι η ύπαρξη δυσμενών αβιοτικών συνθηκών (Faustino and Power, 1999; Polo et al., 1991), θρεπτικές ανεπάρκειες (Cahu et al., 2003; Fernández et al., 2008), συνθήκες εκτροφής (Koumoundouros et al., 2001a; Sfakianakis et al., 2004), καθώς και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες (Boglione et al., 2013b; Divanach et al., 1997). Προηγούμενες μελέτες εισηγούνται ότι οι παραμορφώσεις επάγονται σε πρώιμα στάδια κατά την εμβρυϊκή και νυμφική περίοδο ζωής, παρόλο που οι αιτίες και οι μηχανισμοί που ευθύνονται δεν είναι ακόμη πολύ καλά κατανοητοί (Andrades et al., 1996; Divanach et al., 1996; Koumoundouros et al., 1997a; Koumoundouros et al., 1997b; Polo et al., 1991).

Αρκετές μελέτες στις σκελετικές παραμορφώσεις έχουν αναφερθεί για τις νύμφες και τα ιχθυδία πολλών ειδών ψαριών. Πολλές αναφορές υπάρχουν για το λαβράκι (*D. labrax* L.) (Chatain, 1994; Chatain and Dewavrin, 1989; Divanach et al., 1997; Koumoundouros et al., 2002; Marino et al., 1993) όπως επίσης και για την τσιπούρα (*S. aurata* L.) (Andrades et al., 1996; Faustino and Power, 1999; Koumoundouros et al., 1997a; Koumoundouros et al., 1997b). Αναφορές έχουν επίσης γίνει και για άλλα εκτρεφόμενα εμπορικά είδη ψαριών όπως το φαγκρί του Ειρηνικού (*Pagrus major* L.), το ιαπωνικό λαβράκι (*Lateolabrax japonicus* L.) και ένα είδος μαγιάτικου (*Seriola aureovittata* L.) (Kihara et al., 2002; Kitajima et al., 1994), τη συναγρίδα (*D. dentex* L.) (Koumoundouros et al., 2001a) και τη γλώσσα (*Solea senegalensis* L.) (Gavaia et al., 2002). Πρόσφατα, υπάρχουν επίσης αναφορές για υποψήφια είδη για την ιχθυοκαλλιέργεια, όπως ο σαργός (*D. sargus* L.) (Sfakianakis et al., 2003), το μυτάκι (*Diplodus puntazzo* L.) (Boglione et al., 2003) και το λυθρίνι (*P. erythrinus* L.) (Sfakianakis et al., 2004).

Οι σκελετικές παραμορφώσεις επηρεάζουν όχι μόνο την εξωτερική μορφολογία των εκτρεφόμενων ψαριών, αλλά και τις βιολογικές επιδόσεις αυτών καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου παραγωγής (Barahona-Fernandes, 1982; Chatain, 1994; Paperna, 1978). Οι σκελετικές παραμορφώσεις επηρεάζουν όλα τα μέρη του σκελετού, π.χ. την σπονδυλική στήλη, τα βραγχιακά επικαλύμματα, τις σιαγόνες, τα υοειδή τόξα και τα πτερύγια. Η ανάπτυξη των σκελετικών ανωμαλιών δεν είναι ειδο-ειδική, εκτός συγκεκριμένων εξαιρέσεων (όπως η “Pike jaw deformity” στο *Esox lucius*, (Lindesjo & Thulin 1992) (ανασκόπηση από (Divanach et al., 1996)) και γενικά αποδίδεται σε ακατάλληλες συνθήκες εκτροφής, κυρίως κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια (Andrades et al., 1996; Divanach et al., 1996; Koumoundouros et al., 1997a; Koumoundouros et al., 1997b). Ο εντοπισμός αναπτυξιακών ανωμαλιών, όπως στην περίπτωση των σκελετικών παραμορφώσεων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βελτιστοποίηση των τεχνικών νυμφικής εκτροφής μέσω τροποποίησης περιβαλλοντικών παραμέτρων και μεθόδων διατροφής (Boglione et al., 2013a; Boglione et al., 2013b).

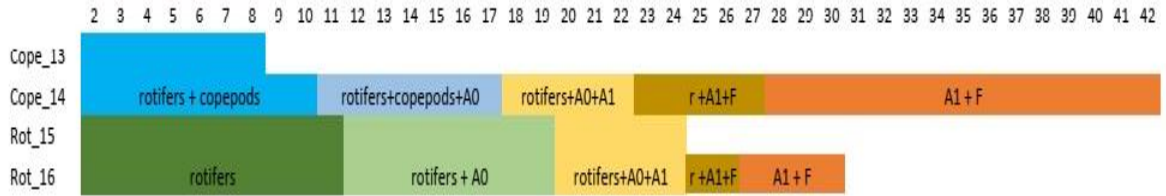
Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσουμε τις παραμορφώσεις που εμφανίζει το μαγιάτικο σε κανονική εκτροφή, σε εκτροφή με τη χρήση κωπηπόδων στη διατροφή και σε εκτροφή με τη χρήση προβιοτικών. Θέλουμε να διαπιστώσουμε εάν η χρησιμοποίηση κωπηπόδων ή προβιοτικών σε αυτό το είδος, οδηγεί σε μείωση των παρατηρούμενων παραμορφώσεων σε σχέση με τις παραδοσιακά επικρατούσες συνθήκες διατροφής.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του Πανεπιστημίου Κρήτης. Τα δείγματα για τις επιμέρους μελέτες πάρθηκαν από δύο διαφορετικές πειραματικές εκτροφές που πραγματοποιήθηκαν



το 2019 και το 2020 στις εγκαταστάσεις της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες Α.Ε. Σε τέσσερις δεξαμενές των 2,8 κυβικών τοποθετήθηκαν τα αυγά από το μαγιάτικο. Σε δύο δεξαμενές, τις πρώτες ημέρες χορηγήθηκε το κλασικό πρωτόκολλο εκτροφής (τροχόζωα - *Brachionus* sp.) (Group 1 - Control) και σε άλλες δύο οι ιχθυονύμφες ταΐστηκαν με ναύπλιους *Acartia tonsa* και τροχόζωα (*Brachionus* sp.) (Group 2 - Copepods) (Εικόνα 1). Στις εκτροφές χρησιμοποιήθηκε συντηρημένο φυτοπλαγκτόν (όχι ζωντανό).



Εικόνα 1: Διατροφικό πρωτόκολλο εκτροφής μαγιάτικου 2019. (Α0: μικρή ανεμπλούτιστη Artemia, Α1: μεγάλη εμπλουτισμένη Artemia, F: τεχνητό σιτηρέσιο)

Στο πείραμα του 2020, σε έξι δεξαμενές τοποθετήθηκαν τα αυγά από το μαγιάτικο. Σε όλες τις δεξαμενές οι ιχθυονύμφες τράφηκαν με το κλασικό πρωτόκολλο εκτροφής (τροχόζωα - *Brachionus* sp. και Artemia και στη συνέχεια τεχνητό σιτηρέσιο) (Group 1 - Control) αλλά σε τρεις από αυτές χορηγήθηκε το προβιοτικό *Phaeobacter inhibens* (Group 2 – Probiotics).

Το ιδανικό σετ δειγμάτων για τη μελέτη των παραμορφώσεων, θα ήταν δύο επαναλήψεις των 100 ατόμων κάθε φορά στο στάδιο του flexion (κάμψη νωτοχορδής) και στο στάδιο της μεταμόρφωσης (περίπου 20 mm TL), καθώς και μια σειρά από ακτινογραφίες στο στάδιο του ιχθυδίου (~ 40-60 mm TL). Δυστυχώς, η πορεία των καλλιιεργειών ήταν τέτοια που υπήρχε έλλειψη ψαριών και δεν επέτρεψε να πάρουμε τα δείγματα που χρειαζόμασταν. Από τα παραπάνω στάδια, κατορθώσαμε να πάρουμε 100 άτομα ανά συνθήκη στο στάδιο της μεταμόρφωσης στην εκτροφή του 2019 (ημερομηνία δειγματοληψίας: 10/07/2019). Άρα τα δείγματα της παρούσας μελέτης ήταν 100 άτομα από τη συνθήκη ελέγχου (Normal, κλασική εκτροφή) και 100 άτομα από τη συνθήκη με τα κωπήποδα (Copepods) στο στάδιο της μεταμόρφωσης.

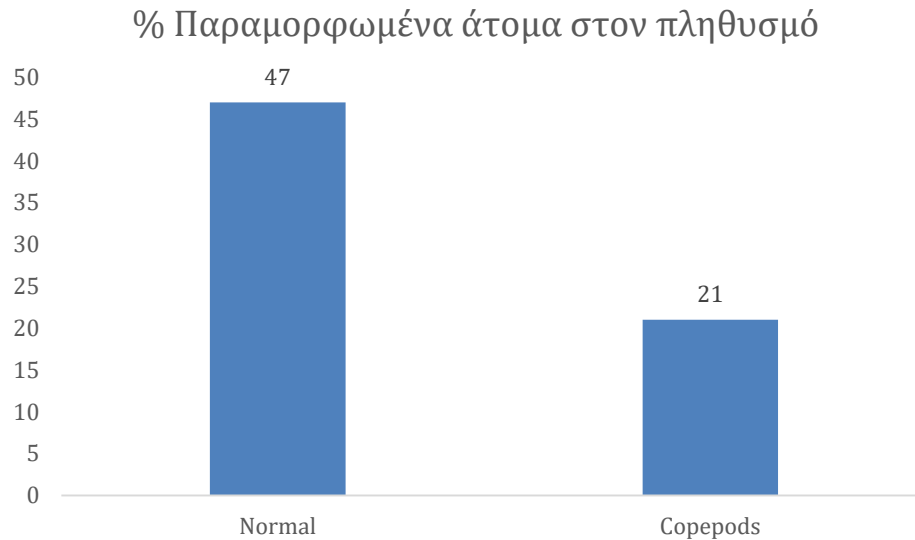
Όλα τα δείγματα συντηρήθηκαν σε ρυθμισμένο διάλυμα φορμαλίνης 5% και αποθηκεύτηκαν στο σκοτάδι. Μετά το πέρας ενός μήνα πραγματοποιήθηκε αλλαγή του συντηρητικού διαλύματος λόγω της αλλαγής της σύστασής του από τα σωματικά υγρά των δειγμάτων.

Τα άτομα μελετήθηκαν μετά από διπλή χρώση με Αλιζαρίνη και Κυανό της Αλσατίας για την βαφή των οστών και των χόνδρων αντίστοιχα, σύμφωνα με τροποποιημένη μέθοδο των (Park and Kim, 1984). Η Αλιζαρίνη βάφει με ερυθρό χρώμα όλα τα μεμβρανικά οστά καθώς και τα οστά αντικατάστασης που βρίσκονται σε διαδικασία οστεοποίησης, ενώ το Κυανό της Αλσατίας βάφει με χρώμα κυανό τις χόνδρινες δομές. Τα δείγματα παρατηρήθηκαν με τη βοήθεια στερεοσκοπικού μικροσκοπίου (Olympus SZX-9) και στη συνέχεια φωτογραφήθηκαν με φωτογραφική μηχανή “Olympus Camedia C-5050Zoom” προσαρμοσμένη στο στερεοσκόπιο υπό συνθήκες διερχόμενου και/ή προσπίπτοντος φωτισμού. Η ορολογία που χρησιμοποιήθηκε για την περιγραφή των όρων της οστεολογίας προέρχεται από τους (Koumoundouros et al., 2001b). Η αρίθμηση των επιμέρους στοιχείων του σκελετού έγινε από το κεφάλι προς την ουρά, από το ραχιαίο προς το εδρικό ή με κατεύθυνση προς το κέντρο του επιμήκους άξονα του σώματος. Εξετάστηκε η παρουσία παραμορφώσεων σε όλες τις ανατομικές περιοχές του κρανίου, της σπονδυλικής στήλης και των περυγίων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

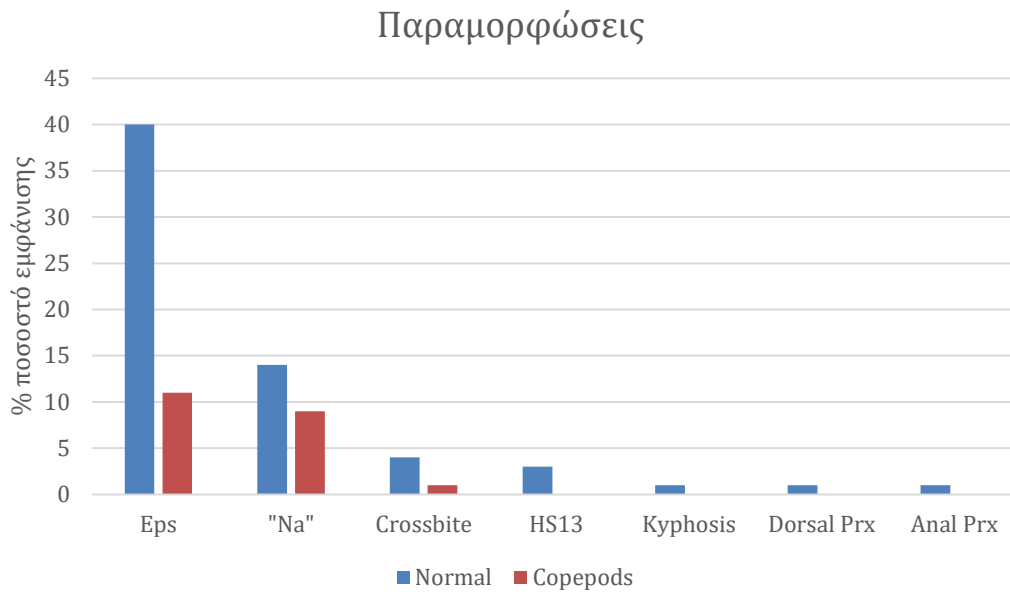


Το σύνολο των παραμορφωμένων ψαριών ανέρχονταν σε **47%** (**Εικόνα 2**) για τη συνθήκη του “control” και σε **21%** για τη συνθήκη των κωπηπόδων. Αυτά περιλαμβάνουν όλα τα άτομα στα οποία παρατηρήθηκε έστω και η πιο μικρή (ακόμη και ασήμαντη) παραμόρφωση και ως εκ τούτου καταχωρήθηκαν ως παραμορφωμένα.



Εικόνα 2: % ποσοστό παραμορφωμένων ατόμων στις 2 συνθήκες του πειράματος (Normal, Copepods)

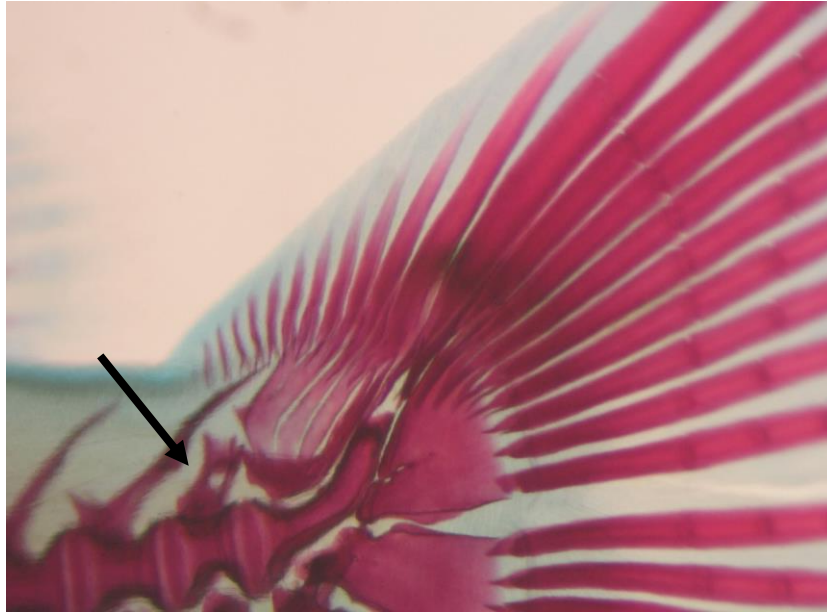
Στην επιμέρους ανάλυση των παρατηρούμενων παραμορφώσεων, η πιο συχνή από αυτές ήταν η παραμόρφωση στα επουραία οστά (Eps) σε ποσοστά 40% στα Normal και 11% στα Copepods (**Εικόνα 3**). Η παραμόρφωση αυτή κυρίως περιλάμβανε παραπάνω οστά από το φυσιολογικό (4 ή 5 αντί των φυσιολογικών 3) ή/και παραμορφώσεις σχήματος (**Εικόνα 4**). Η επόμενη πιο συχνή παραμόρφωση ήταν παραμόρφωση σχήματος στην τελευταία νευρική απόφυση (“Na”) σε ποσοστά 14 και 9% στα Normal και Copepods αντίστοιχα (**Εικόνες 3 & 5**). Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων (>90%) η παραμόρφωση “Na” συνοδευόταν από την παραμόρφωση Eps (**Εικόνα 5**). Η επόμενη σε εμφάνιση παραμόρφωση ήταν το Crossbite το οποίο παρατηρήθηκε σε ποσοστό 4% στα Normal και 1% στα Copepods (**Εικόνα 3**). Η παραμόρφωση αυτή αφορά πλευρική στρέβλωση της κάτω γνάθου (**Εικόνα 6**).



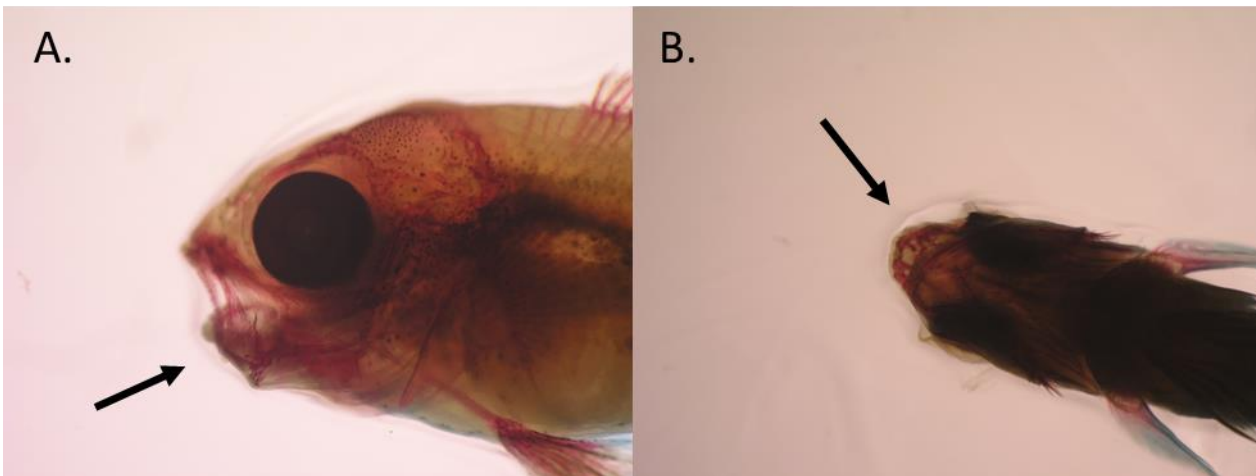
Εικόνα 3: % ποσοστό παρατηρούμενων παραμορφώσεων στις 2 συνθήκες του πειράματος (Normal, Copepods). Eps, παραμορφώσεις στα επουραία; "Na", παραμορφώσεις στην τελευταία νευρική απόφυση; Crossbite, παραμορφώσεις στις γνάθους; HS13, παραμορφώσεις στην τελευταία αιματική απόφυση; Kyphosis, κύφωση; Dorsal Prx, παραμορφώσεις στα ραχιαία πτερυγιοφόρα; Anal Prx, παραμορφώσεις στα εδρικά πτερυγιοφόρα



Εικόνα 4: Παραμόρφωση στα επουραία (Eps). Διακρίνεται το 1ο επουραίο οστό να έχει παραμορφωμένο σχήμα.

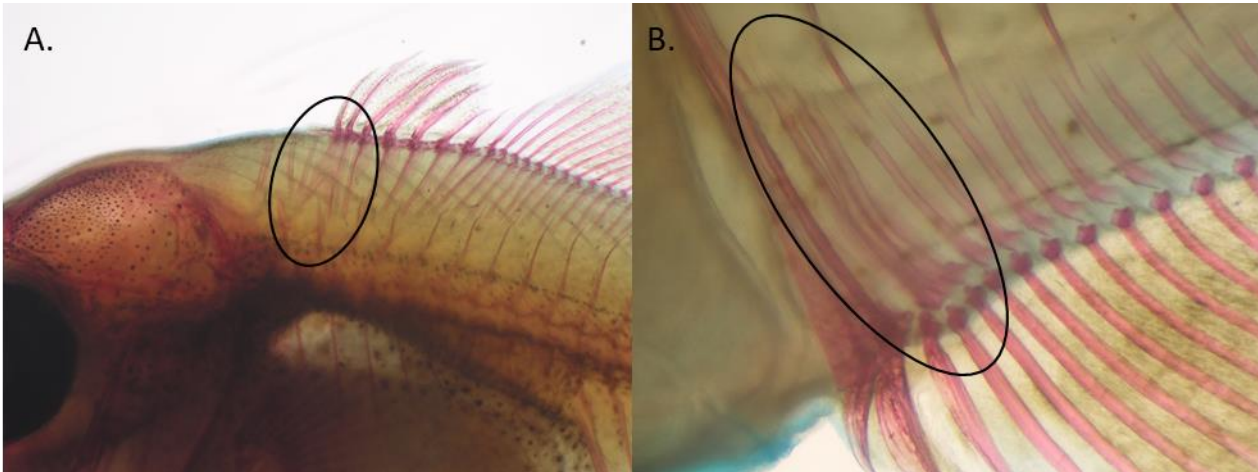


Εικόνα 5: Παραμόρφωση στην τελευταία νευρική απόφυση (“Na”). Διακρίνεται το αρκετά παραμορφωμένο σχήμα του οστού. Επίσης, στο παρόν δείγμα, η παραμόρφωση “Na” συνοδεύεται από την παραμόρφωση Eps.



Εικόνα 6: Παραμόρφωση Crossbite στο μαγιάτικο σε πλευρική εικόνα (A) και σε κάτοψη (B).

Πέρα των παραπάνω πιο συχνών, εμφανίστηκαν σε πολύ χαμηλά ποσοστά και κάποιες άλλες παραμορφώσεις, μόνο όμως στη συνθήκη Normal (και καθόλου στα Corepods). Η HS13 είναι παραμόρφωση σχήματος στην τελευταία αιματική απόφυση και εμφανίστηκε σε ποσοστό 3%, η Kyphosis ήταν πολύ ελαφριά κύφωση στους προαιματικούς σπονδύλους και εμφανίστηκε σε ποσοστό 1% ενώ οι Dorsal & Anal Prx αναφέρονται σε παραμορφώσεις αντίστοιχα σε ραχιαία και εδρικά πτερυγιοφόρα και εμφανίστηκαν στο 1% των παρατηρούμενων ατόμων (**Εικόνες 3 & 7**).



Εικόνα 7: Παραμόρφωση Dorsal Prx στα ραχιαία πτερυγιοφόρα (A) και Anal Prx στα εδρικά πτερυγιοφόρα (B).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκαν 7 διαφορετικά είδη παραμορφώσεων. Αυτές, μπορούν να ταξινομηθούν σε 2 κατηγορίες: στις σοβαρές και στις ασήμαντες (όσον αφορά την επίδραση τους στον αναπτυσσόμενο οργανισμό). Στην 1η κατηγορία (σοβαρές) ανήκουν οι παραμορφώσεις του Crossbite και της Kyphosis. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι υπόλοιπες, δηλαδή οι παραμορφώσεις Eps, “Na”, HS13 και Dorsal & Anal Prx.

Η παραμόρφωση Crossbite (συνχά αναφέρεται και σαν σύνδρομο “cross-bite”) είναι παραμόρφωση στην περιοχή των γνάθων και αποτελεί μια σοβαρή παραμόρφωση καθώς επηρεάζει την πρόσληψη της τροφής και κατ’επέκταση την ανταγωνιστικότητα του ατόμου μέσα στη δεξαμενή, την ανάπτυξη του και φυσικά την τελική εικόνα του προϊόντος (Cobcroft et al. 2001). Οι παραμορφώσεις των γνάθων γενικότερα είναι σοβαρές παραμορφώσεις που χρήζουν μεγάλης προσοχής. Μέχρι σήμερα έχουν περιγραφεί (εκτός από το Crossbite) το σύνδρομο “rugheadness” (οπίσθια συμπίεση της ηθμοειδούς περιοχής και των άνω γνάθων) και το σύνδρομο “sucker-mouthed” (μειωμένο μέγεθος οδοντικού και γωνιακού οστού). Χαρακτηριστικό επίσης είναι το σύνδρομο “mandibular prognathism” το οποίο αν και οφείλεται στην πρόσθιο-οπίσθια μετατόπιση του υογναθικού οστού, διακρίνεται από την ταυτόχρονη πρόσθιο-οπίσθια μετατόπιση των γνάθων (Ferragresso et al. 2010). Οι παραμορφώσεις στις γνάθους έχει βρεθεί ότι προκαλούνται κυρίως από διατροφικά ζητήματα (Cobcroft et al. 2001, Villeneuve et al. 2005, 2006).

Η κύφωση (Kyphosis) είναι ανωμαλία της σπονδυλικής στήλης. Οι ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Σε αυτές που αφορούν την σπονδυλική στήλη (αξονικές) και σε αυτές που αφορούν τους σπονδύλους (σπονδυλικές). Στην κατηγορία των αξονικών παραμορφώσεων υπάγονται η λόρδωση (V σχήματος κάμψη στο κατακόρυφο επίπεδο), η κύφωση (Λ σχήματος κάμψη στο κατακόρυφο επίπεδο) και η σκολίωση (πλευρική κάμψη). Οι παραμορφώσεις αυτές μπορούν να εμφανιστούν μόνες τους ή σε συνδυασμό, ενώ ποικίλλουν πολύ τόσο η σοβαρότητα τους όσο και τα ποσοστά εμφάνισής τους (Bogliione et al., 2013a; Bogliione et al., 2013b; Chatain, 1994; Divanach et al., 1997; Koumoundouros et al., 2002). Στην κατηγορία των σπονδυλικών παραμορφώσεων εντάσσονται συντήξεις, μετατοπίσεις, δυσπλασίες, διπλασιασμοί ή απουσίες, τόσο των σωμάτων των σπονδύλων, όσο και των τόξων και ακανθών (ή αλλιώς των αποφύσεων) καθώς και των πλευρών (Divanach et al., 1997; Matsuoka, 1987). Αποτελούν συνήθως μικρής έντασης παραμορφώσεις και εκτός μερικών περιπτώσεων εκτεταμένης σύντηξης, δεν επηρεάζουν την ποιότητα των εκτρεφόμενων ψαριών. Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκαν τόσο μία αξονική παραμόρφωση (κύφωση) όσο και δύο σπονδυλικές (HS13 & “Na”).



Μερικοί συγγραφείς έχουν αναφέρει ότι οι αξονικές παραμορφώσεις στους τελεόστεους μπορεί να είναι αποτέλεσμα ανικανότητας πλήρωσης της νηκτικής κύστης (Chatain, 1994; Kitajima et al., 1994). Παρόλα αυτά, οι Divanach et al. (1997), έδειξαν ότι αυτό δεν είναι απόλυτο μιας και ψάρια με λειτουργική κύστη εμφάνισαν λόρδωση καθώς και άλλες αξονικές παραμορφώσεις σε υψηλά ποσοστά. Συνεπώς, πλέον της μη πλήρωσης της νηκτικής κύστης, και άλλοι παράγοντες μπορεί, κατά την εμβρυική ανάπτυξη να εμπλέκονται στην εμφάνιση των σκελετικών παραμορφώσεων. Αυτό γιατί οι παραμορφώσεις αυτές μπορεί να εμφανιστούν σε πολύ πρώιμα στάδια πριν ακόμη την πλήρωση της νηκτικής κύστης (Andrades et al., 1996) ή πριν την έναρξη του σχηματισμού της σπονδυλικής στήλης υπό μορφή παραμόρφωσης της νωτοχορδής.

Οι σπονδυλικές παραμορφώσεις της παρούσας μελέτης ήταν η HS13 και η “Na”. Η πρώτη αφορά παραμόρφωση σχήματος στην τελευταία αιματική άκανθα (απόφυση) ενώ η δεύτερη αφορά ξανά παραμόρφωση σχήματος στην τελευταία νευρική απόφυση. Και οι δύο αυτές παραμορφώσεις θεωρούνται από τις πλέον «αθόρυβες» καθώς δεν έχειδειχθεί ότι επηρεάζουν με οποιονδήποτε τρόπο τα άτομα που τις φέρουν (Sfakianakis et al., 2004). Ως εκ τούτου κατατάσσονται στις παραμορφώσεις που δε μας απασχολούν ιδιαίτερα εάν εντοπιστούν σε νυμφική εκτροφή. Τέλος, και οι δύο αυτές παραμορφώσεις βρίσκονται σε στοιχεία της περιοχής του ουραίου πτερυγίου που είναι μια περιοχή που έχειδειχθεί ότι αναπτύσσει μικρές παραμορφώσεις εύκολα όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι ιδεατές (Sfakianakis et al., 2004).

Στο ουραίο πτερύγιο παρατηρήθηκε και η παραμόρφωση Eps που ήταν παραμόρφωση στα επουραία οστά. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν παραμόρφωση τόσο στο σχήμα των επουραίων οστών όσο και στον αριθμό τους. Η μη φυσιολογική ανάπτυξη του ουραίου πτερυγίου μελετήθηκε αρχικά από τους Koumoundouros et al. (1997a) στην τσιπούρα. Περιεγράφηκαν δύο περιπτώσεις παραμορφώσεων, του διπλού πτερυγίου και του πτερυγίου με πλάγια κάμψη. Το διπλό πτερύγιο χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό επιπλέον ραχιαίων κύριων ακτινών που αρθρώνονται σε επιπλέον επουραία οστά. Τα παραπάνω επουραία οστά εδράζονται μεταξύ του τελευταίου υποουραίου ή της νωτοχορδής και του τελευταίου κανονικού επουραίου οστού. Το δεύτερο ουραίο πτερύγιο αναπτύσσεται ραχιαία του κανονικού. Η πλάγια κάμψη του ουραίου πτερυγίου οφείλεται στην παραμόρφωση και σύντηξη των υποουραίων οστών. Αξιοσημείωτο είναι ότι και οι δυο τύποι δυσπλασιών συνοδεύονταν από εκτεταμένες παραμορφώσεις όλων των εσωτερικών στηρικτικών στοιχείων του ουραίου πτερυγίου. Αυτή η τελευταία εικόνα είναι αρκετά συχνή σε περιπτώσεις όπου οι συνθήκες της εκτροφής δεν είναι ιδανικές και αναλόγως την ένταση της προκαλούμενης «δυσφορίας» μπορεί να εξελιχθούν σε κάτι εντονότερο (όπως το διπλό πτερύγιο ή την πλάγια κάμψη) ή και όχι (όπως στην παρούσα εργασία).

Το τελευταίο είδος παραμορφώσεων που συναντήσαμε στην εργασία αυτή, ήταν τα Dorsal & Anal Prx που ήταν παραμορφώσεις στα στηρικτικά οστά (συγκεκριμένα στα εγγύς πτερυγιοφόρα) του ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου αντίστοιχα. Είναι γνωστό ότι οι δυσπλασίες των εσωτερικών στηρικτικών οστών των διαφόρων πτερυγίων του ψαριού είναι συχνές αλλά συνήθως δεν αποτελούν παραμορφώσεις που μας απασχολούν μακροσκοπικά (Divanach et al. 1996). Αυτό δε σημαίνει φυσικά ότι δε μπορούν να εμφανιστούν σοβαρής μορφής παραμορφώσεις και στα πτερύγια όπως είναι η μερική έλλειψη του ραχιαίου πτερυγίου (ή αλλιώς saddleback syndrome) ή η μερική έλλειψη του εδρικού πτερυγίου. Πιο συχνά όμως, οι ανωμαλίες που μπορούν να εντοπιστούν στα πτερύγια αυτά, αποτελούν μικρής έντασης παραμορφώσεις που επηρεάζουν λίγο έως καθόλου την ποιότητα των ιχθύων και είναι οι συχνές κάμψεις και δυσμορφίες των ακτίνων (Daoulas et al., 1991; Paperna, 1978) και η ατροφία, οι συντήξεις και οι παραμορφώσεις σχήματος των στηρικτικών οστών των πτερυγίων (Sfakianakis et al. 2004, αποτελέσματα παρούσας μελέτης).

Οι πιο σοβαρές παραμορφώσεις της παρούσας εργασίας δηλαδή οι Crossbite και Kyphosis εμφανίστηκαν σε πολύ χαμηλά ποσοστά. Για την πρώτη παραμόρφωση, το ποσοστό εμφάνισης ήταν 4% για τη συνθήκη Normal και 1% για τη συνθήκη Corepods ενώ για τη δεύτερη παραμόρφωση, το ποσοστό εμφάνισης ήταν μόλις 1% και μόνο στη συνθήκη Normal. Τα ποσοστά αυτά είναι ιδιαίτερα χαμηλά και ιδιαίτερα στη συνθήκη Corepods που ήταν και η συνθήκη μελέτης στην εργασία μας, τα ποσοστά των 1 και 0% (για Crossbite και Kyphosis αντίστοιχα) αξιολογούνται ως αμελητέα.

Σε υψηλά ποσοστά από την άλλη, εμφανίστηκαν μερικές από τις υπόλοιπες παραμορφώσεις. Συγκεκριμένα, οι παραμορφώσεις των Eps και “Na” εμφανίστηκαν αντίστοιχα σε ποσοστά 40 vs 11% (Normal vs Corepods) και 14 και 9%. Παρά τα υψηλά ποσοστά εμφάνισης (ιδιαίτερα της παραμόρφωσης Eps), οι παραμορφώσεις αυτές δεν αποτελούν ιδιαίτερο πρόβλημα καθώς αφορούν την εσωτερική δομή μικρών οστών (κυρίως



υποστηρικτικών οστών της σπονδυλικής στήλης και των πτερυγίων) και δεν επηρεάζουν στο ελάχιστο ούτε την εξωτερική εικόνα των ψαριών ούτε το “welfare” τους.

Τέλος, αν και δε συναντήσαμε ιδιαίτερα σοβαρές παραμορφώσεις σε μεγάλα ποσοστά, πρέπει να αναφερθεί ότι φαίνεται μία καλύτερη εικόνα στα ψάρια της συνθήκης Corepods. Το σύνολο των παραμορφωμένων ατόμων ήταν 47% στη συνθήκη Normal και μόλις 21% στη συνθήκη Corepods. Επίσης, από τις 7 παρατηρούμενες παραμορφώσεις, οι 4 εμφανίζονται μόνο στη συνθήκη Normal και καθόλου στην Corepods, ενώ οι υπόλοιπες 3 που εμφανίζονται και στις δύο συνθήκες, έχουν σαφώς μεγαλύτερα ποσοστά στη συνθήκη Normal. Συγκεκριμένα, η Eps εμφανίζεται στη συνθήκη Normal σε ποσοστό 40% έναντι 11% στη συνθήκη Corepods, η “Na” σε ποσοστό 14% στη Normal έναντι 9% στην Corepods και τέλος η Crossbite σε ποσοστό 4% στη Normal έναντι 1% στη συνθήκη Corepods.

Η παρουσία κωπηπόδων στη διατροφή των νυμφικών σταδίων των εκτρεφόμενων ιχθύων έχει αναφερθεί πολλάκις ότι έχει ευεργετική επίδραση στον τομέα των εμφανιζόμενων παραμορφώσεων αλλά χρειάζεται να μελετηθούν πολλά ακόμη είδη ψαριών και σε διαφορετικές συνθήκες για να εξαχθούν βέβαια συμπεράσματα (Boglione et al 2013a & 2013b). Στην παρούσα εργασία, το δείγμα που εξετάστηκε ήταν μικρό και αφορούσε μία μόνο στιγμή της νυμφικής εκτροφής. Εντούτοις, φαίνεται ότι τα κωπήποδα έχουν σημαντική επίδραση αφού η συνθήκη τους εμφάνισε σχεδόν μηδενικές σοβαρές παραμορφώσεις και πολύ λιγότερες από τις ασήμαντες παραμορφώσεις που εντοπίστηκαν στη συνθήκη του control. Θα είχε ενδιαφέρον σε μία επόμενη μελέτη να εξετασθούν περισσότερα άτομα και φυσικά σε περισσότερα του ενός σταδίου ώστε να διαπιστωθεί η ακριβής επίδραση της εισαγωγής των κωπηπόδων στη διατροφή έναντι της συνθήκης control.

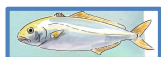
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Παρατηρήθηκαν συνολικά μόλις 2 σοβαρές παραμορφώσεις σε πολύ χαμηλά όμως ποσοστά και μερικές ασήμαντες σε μεγαλύτερα ποσοστά.
- Φαίνεται η συνθήκη με τα κωπήποδα να προκαλεί λιγότερες παραμορφώσεις στον πληθυσμό.
- Οι σοβαρές παραμορφώσεις ήταν το Crossbite και η Kyphosis, των οποίων τα ποσοστά ήταν αντίστοιχα μόλις 4% - 1% (Normal – Corepods) και 1 % (μόνο στη συνθήκη Normal) αντίστοιχα.
- Χρειάζεται επιπλέον πειραματισμός σε περισσότερα στάδια διότι η προσθήκη κωπηπόδων στη διατροφή φαίνεται πολύ ελπιδοφόρα.

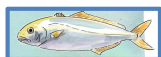
Διαφοροποιήσεις από ΤΠΕ: Καμία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdel, I., et al., 2004. Abnormalities in the juvenile stage of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) reared at different temperatures: types, prevalence and effect on growth. *Aquaculture International*. 12, 523-538.
- Andrades, J. A., et al., 1996. Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*. 141, 1-11.
- Barahona-Fernandes, M. H., 1982. Body deformation in hatchery reared European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.). Types, prevalence and effect on fish survival. *Journal of Fish Biology*. 21, 239-249.
- Beraldo, P., Canavese, B., 2011. Recovery of opercular anomalies in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L.: morphological and morphometric analysis. *Journal of Fish Diseases*. 34, 21-30.



- Boglione, C., et al., 2001. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture*. 192, 1-22.
- Boglione, C., et al., 2013a. Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 1: normal and anomalous skeletogenic processes. *Reviews in Aquaculture*. 5, S99-S120.
- Boglione, C., et al., 2003. Morphoecology in larval fin-fish: A new candidate species for aquaculture, *Diplodus puntazzo* (Sparidae). *Aquaculture International*. 11, 17-41.
- Boglione, C., et al., 2013b. Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. *Reviews in Aquaculture*. 5, S121-S167.
- Cahu, C., et al., 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*. 227, 245-258.
- Chatain, B., 1994. Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture*. 119, 371-379.
- Chatain, B., Dewavrin, G., 1989. The effects of abnormalities in the development of the swim bladder on the mortality of *Dicentrarchus labrax* during weaning. Influence des anomalies de développement de la vessie natatoire sur la mortalité de *Dicentrarchus labrax* au cours du sevrage. 78, 55-61.
- Cobcroft, J. M., Pankhurst, P. M., Sadler, J., and Hart, P. R. (2001). Jaw development and malformation in cultured striped trumpeter *Latris lineata*. *Aquaculture*, 199(3-4), 267-282.
- Daoulas, C., et al., 1991. Osteological abnormalities in laboratory reared sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture*. 97, 169-180.
- Divanach, P., et al., Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. In: S. M. Chatain B., Sweetman J., and Lavens P., (Ed.), *Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects*. European Aquaculture Society, Oostende, Belgium, 1996, pp. 45-66.
- Divanach, P., Kentouri, M., Hatchery techniques for specific diversification in Mediterranean finfish larviculture. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza : CIHEAM, 2000, pp. 75-87.
- Divanach, P., et al., 1997. Effect of water currents on the development of skeletal deformities in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with functional swimbladder during postlarval and nursery phase. *Aquaculture*. 156, 145-155.
- Faustino, M., Power, D. M., 1999. Development of the pectoral, pelvic, dorsal and anal fins in cultured sea bream. *Journal of Fish Biology*. 54, 1094-1110.
- Fernández, I., et al., 2008. Larval performance and skeletal deformities in farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed with graded levels of Vitamin A enriched rotifers (*Brachionus plicatilis*). *Aquaculture*. 283, 102-115.
- Gavaia, P. J., et al., 2002. Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*. 211, 305-323.
- Kihara, M., et al., 2002. Lordosis induction in juvenile red sea bream, *Pagrus major*, by high swimming activity. *Aquaculture*. 212, 149-158.
- Kitajima, C., et al., 1994. Lordotic Deformation and Abnormal Development of Swim Bladders in Some Hatchery-Bred Marine Physoclistous Fish in Japan. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25, 64-77.
- Koumoundouros, G., et al., 2004. The rearing of common dentex *Dentex dentex* (L.) during the hatchery and on-growing phases. *Aquaculture*. 240, 165-173.
- Koumoundouros, G., et al., 2001a. The effect of rearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in *Dentex dentex* (L.). *Aquaculture*. 200, 285-304.



- Koumoundouros, G., et al., 1997a. Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. fry. *Aquaculture*. 149, 215-226.
- Koumoundouros, G., et al., 1995. Morphometric relationships as criteria for the evaluation of larval quality of gilthead sea bream. *Aquaculture International*. 3, 143-149.
- Koumoundouros, G., et al., 2002. Kyphosis in reared sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): Ontogeny and effects on mortality. *Aquaculture*. 209, 49-58.
- Koumoundouros, G., et al., 1997b. The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture*. 156, 165-177.
- Koumoundouros, G., et al., 2001b. Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Diplodus sargus* (Teleostei : Perciformes : Sparidae). *Marine Biology*. 139, 853-862.
- Marino, G., et al., 1993. Observations on development and anomalies in the appendicular skeleton of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1758, larvae and juveniles. *Aquaculture and Fisheries Management*. 24, 445-456.
- Matsuoka, M., 1987. Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the red sea bream. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.* 65, 1-114.
- Paperna, I., 1978. Swimbladder and skeletal deformations in hatchery bred sparus-aurata. *Journal of Fish Biology*. 12, 109-&.
- Park, E. H., Kim, D. S., 1984. A procedure for staining cartilage and bone of whole vertebrate larvae while rendering all other tissues transparent. *Stain Technology*. 59, 269-272.
- Polo, A., et al., 1991. Effects of temperature on egg and larval development of *Sparus aurata* L. *Aquaculture*. 92, 367-375.
- Sfakianakis, D. G., et al., 2003. Development of a saddleback-like syndrome in reared white seabream *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*. 217, 673-676.
- Sfakianakis, D. G., et al., 2004. Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Pagellus erythrinus* (L. 1758). Temperature effect on the developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities. *Aquaculture*. 232, 407-424.
- Verhaegen, Y., et al., 2007. Deformities in larval gilthead sea bream (*Sparus aurata*): A qualitative and quantitative analysis using geometric morphometrics. *Aquaculture*. 268, 156-168.
- Villeneuve, L., Gisbert, E., Zambonino-Infante, J. L., Quazuguel, P., and Cahu, C. L. (2005). Effect of nature of dietary lipids on European sea bass morphogenesis: implication of retinoid receptors. *British Journal of Nutrition*, 94(6), 877-884.
- Villeneuve, L. A. N., Gisbert, E., Moriceau, J., Cahu, C. L., and Infante, J. L. Z. (2006). Intake of high levels of vitamin A and polyunsaturated fatty acids during different developmental periods modifies the expression of morphogenesis genes in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *British Journal of Nutrition*, 95(4), 677-687.