



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Σύγχρονες προσεγγίσεις στην εντατική εκτροφή σε ιχθυογεννητικό
σταθμό μεγάλης κλίμακας»**

Αικατερίνη Κουτσοκλένη

ΒΟΛΟΣ 2021

**«Σύγχρονες προσεγγίσεις στην εντατική εκτροφή σε ιχθυογεννητικό σταθμό
μεγάλης κλίμακας»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Καθηγήτρια – Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα**.
- 2) **Ελένη Γκολομάζου**, Επίκουρη Καθηγήτρια – Προστασία - Ευζωία Ιχθύων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.
- 3) **Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής - Διατροφή Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

*Στους γονείς, τον αδελφό μου &
τον παππού Γιάννη...*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα αυτής, κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη για την πολύτιμη βοήθεια και τη διαρκή υποστήριξη, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από κα Ελένη Γκολομάζου και τους κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια υλοποίησης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δημήτρη Δημόπουλο, διευθυντή του Ιχθυογεννητικού Σταθμού της εταιρείας Philosophish A.E., για την διάθεση των εγκαταστάσεων και του εργαστηριακού υλικού, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του καθ' όλα τα πειραματικά στάδια. Δεν θα ήθελα να παραλείψω να ευχαριστήσω και το προσωπικό του Ιχθυογεννητικού Σταθμού και ιδιαιτέρως τον κ. Σπύρο Παπαδόπουλο, τον κ. Αντώνη Τουμαζάνη, την κα Γιάννα Καραπέτσα και τον κ. Νίκο Λιοπύρη για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά τους κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας παρουσίασε ραγδαία άνθιση τις τελευταίες δεκαετίες και αποτέλεσε σπουδαία εναλλακτική έναντι της αλιευτικής πίεσης και του διατροφικού προβλήματος του πλανήτη. Παρόλα αυτά η περαιτέρω ανάπτυξή του δυσχεραίνεται εξαιτίας των προβλημάτων που αντιμετωπίζει, με σπουδαιότερο εκείνο της αδυναμίας εξασφάλισης κάθε έτος άριστης ποιότητας παραγόμενων στα εκκολαπτήρια αυγών. Η ερευνητική κοινότητα στρεφόμενη στην κατεύθυνση αυτή διαπίστωσε πως οι παράγοντες υποβάθμισης της ποιότητας των αυγών σχετίζονται τόσο με το προφίλ των γεννητόρων, όσο και με τις διαχειριστικές πρακτικές και το περιβάλλον που λαμβάνει χώρα η εκτροφή και προχώρησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μεθόδων εκτίμησης της βιωσιμότητάς τους νωρίς κατά την παραγωγική διαδικασία.

Κατά την παρούσα ερευνητική προσπάθεια διερευνήθηκε η ποιότητα των αυγών λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax* L.) που παρήχθησαν υπό πραγματικές συνθήκες εντατικής εκτροφής σε ιχθυογεννητικό σταθμό μεγάλης κλίμακας. Τα κριτήρια ποιότητας αφορούσαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των αυγών (διάμετρος, αριθμός/g, αριθμός φυσιολογικών, αριθμός βάσει σταγόνων ελαίου) μετά από παρατήρηση στο στερεοσκόπιο και την ικανότητά τους να επιπλέουν σε ειδικά διαχωρισμένο ογκομετρικό σωλήνα (πάνω, μέσο, κάτω), πληρωμένο με διάλυμα νερού και χλωριούχου νατρίου (NaCl) αλατότητας 36 ± 0.90 ‰. Επιπλέον μετρήσεις που έλαβαν χώρα αφορούσαν ζωοτεχνικά στοιχεία όπως το ποσοστό εκκόλαψης σε επίπεδο αυγού και επιβίωσης, ανάπτυξης και δυσμορφιών σε μεταγενέστερο στάδιο (νύμφες), σε συμφωνία πάντα με το πρωτόκολλο του εκκολαπτηρίου, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε ενέργεια που θα επηρέαζε τον προγραμματισμό της

εταιρείας. Σκοπό της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η αξιολόγηση των προαναφερθέντων ποιοτικών παραμέτρων σε επίπεδο παραγωγής.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την συγκεκριμένη εργασία ανέδειξαν μεταβολή του ποσοστού εκκόλαψης, επιβίωσης, ανάπτυξης και δυσμορφιών των αυγών και αντίστοιχα των νυμφών στο πέρας του χρόνου. Ως επί το πλείστον η διαφοροποίηση αυτή επιβεβαιώθηκε και από τους υπό εξέταση ποιοτικούς δείκτες με το ποσοστό του πλήθους των φυσιολογικών σε επίπεδο γραμμαρίου να αναδεικνύεται το πλέον αντιπροσωπευτικό. Εν συνεχεία, ακολούθησε το ποσοστό των επιπλεόντων αυγών η διαγραμματική απεικόνιση του οποίου προέκυψε σχεδόν πανομοιότυπη με εκείνη των βιώσιμων. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της διαμέτρου ως παράμετρο ποιότητας των απελευθερούμενων αυγών, αποδείχθηκε ικανή για την πρόβλεψη του μήκους των νυμφών σε επόμενα παραγωγικά στάδια, ενώ η διακύμανσή της στο πέρας του χρόνου δεν φάνηκε αποτρεπτική της επιβίωσης και της φυσιολογικής τους ανάπτυξης. Τέλος, η αξιοπιστία του αριθμού των αυγών βάσει σταγόνων ελαίου, φάνηκε εν μέρει αντιπροσωπευτική της ποιότητας μιας και τα αυγά όλων των κατηγοριών σταγόνων απέδωσαν υψηλά ποσοστά εκκόλαψης. Αντίστοιχα, και ο συνολικός αριθμός των αυγών σε επίπεδο γραμμαρίου δεν σχετίστηκε με τη βιωσιμότητά τους, αν και διαπιστώθηκε χαρακτηριστικός της γονιμότητας.

Συμπερασματικά λοιπόν θα λέγαμε ότι, η ποιότητα των αυγών των ιχθύων δεν αποτελεί παράμετρο που διατηρείται σταθερή υπό συνθήκες παραγωγής. Αντιθέτως, μεταβάλλεται χρονικά με τα αυγά του λαβρακιού (*D. labrax* L.) να εμφανίζουν μειωμένη βιωσιμότητα πέραν της έναρξης και στην πορεία των ωοτοκιών. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αποτελέσουν εργαλείο για την ορθολογικότερη διαχείριση των υπό αιχμαλωσία απελευθερούμενων αυγών, και αντίστοιχα των προνυμφών και νυμφών των εκκολαπτηρίων, και

III

παράλληλα έναυσμα για τη διεξαγωγή ερευνών που θα επικεντρώνονται στην αξιολόγηση των ήδη αναφερόμενων ή και στην ανεύρεση νέων άμεσα προσδιοριζόμενων ποιοτικών δεικτών.

Λέξεις κλειδιά: *Dicentrarchus labrax*, εντατική εκτροφή, ποιότητα αυγών, μορφομετρικά χαρακτηριστικά, δοκιμασία πλευστότητας, σταγόνες ελαίου, ιχθυογεννητικός σταθμός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Η βιολογία του λαβρακιού, <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus 1758).....	1
1.2 Εκτροφή λαβρακιού – Χρονολογική ανασκόπηση	5
1.2.1 Εντατική εκτροφή & παραγωγή γόνου στην Ελλάδα.....	8
1.3 Ιχθυοκαλλιέργειες & ποιότητα αυγών.....	9
1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αυγών	12
1.4.1 Παράγοντες που αφορούν τους γεννήτορες	13
1.4.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες	15
1.4.3 Διαχειριστικές πρακτικές.....	16
1.5 Σκοπός της μελέτης	17
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	18
2.1 Περιοχή μελέτης.....	18
2.2 Πειραματικό υλικό & σχεδιασμός.....	19
2.3 Πειραματικό πρωτόκολλο & δειγματοληψίες	21
2.4 Διαχείριση γεννητόρων	30
2.5 Πρωτόκολλα Ιχθυογεννητικού Σταθμού	33
2.5.1 Πρωτόκολλο συλλογής αυγών	33
2.5.2 Πρωτόκολλο υπολογισμού εκκόλαψης (%)	36
2.5.3 Έλεγχος δυσμορφιών & μέτρηση ανάπτυξης.....	37
2.5.4 Διαλογή μεγέθους & υπολογισμός επιβίωσης (%).....	39
2.6 Διατροφικό πρωτόκολλο πειραματικής διαδικασίας.....	41
2.6.1 Διατροφή από ημέρα 7 έως ημέρα 27	41
2.6.2 Διατροφή από ημέρα 28 έως ημέρα 50	44
2.7 Στατιστική Ανάλυση	46
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	47
3.1 Ζωοτεχνικά στοιχεία	47
3.1.1 Εκκολαψιμότητα αυγών (%)	47

3.1.2 Επιβίωση νυμφών (%).....	47
3.1.3 Μέσο μήκος (mm).....	48
3.1.4 Μέσο βάρος (g).....	48
3.1.5 Δυσμορφίες (%).....	49
3.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά.....	51
3.2.1 Διάμετρος αυγών (mm).....	51
3.2.2 Αριθμός αυγών/g.....	53
3.2.3 Αριθμός φυσιολογικών αυγών.....	56
3.2.4 Σταγόνες ελαίου.....	58
3.3 Δοκιμασία πλευστότητας.....	64
3.3.1 Πάνω.....	64
3.3.2 Μέσο.....	66
3.3.3 Κάτω.....	68
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	70
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84
6.1 Ελληνική βιβλιογραφία.....	84
6.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	85
7. ABSTRACT.....	95
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	97

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η βιολογία του λαβρακιού, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus 1758)

Το λαβράκι *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) είναι ένας από τους οστεϊχθύες των θαλάσσιων υδάτων που ανήκει στο γένος *Dicentrarchus* της οικογένειας Moronidae όπως φαίνεται στη συστηματική του κατάταξη (MSIP, 2021).

Βασίλειο: Ζώα (Animalia)

Φύλο: Χορδωτά (Chordata)

Υπόφυλο: Σπονδυλωτά (Vertebrata)

Υπερκλάση: Γναθοστόματα (Gnathostomata)

Κλάση: Οστεϊχθύες (Osteichthyes)

Τάξη: Περκόμορφοι (Perciformes)

Οικογένεια: Μορονίδες (Moronidae)

Γένος: Δικέντραρχος (*Dicentrarchus*)

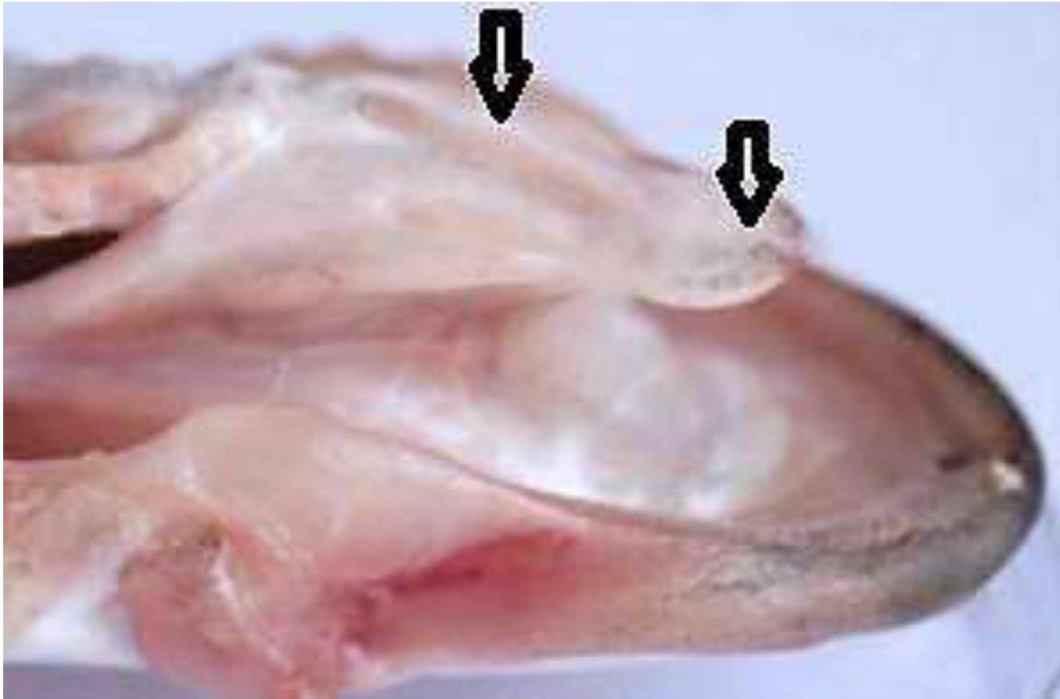
Είδος: *Dicentrarchus labrax*

Εξωτερικά (Εικ. 1) χαρακτηρίζεται από σχετικά αποστρογγυλεμένο σώμα, ασημένιου-γκρι χρώματος, που καλύπτεται από μικρά, κυκλοειδή λέπια, των οποίων ο κατά μήκος της πλευρικής γραμμής αριθμός κυμαίνεται από 62-74 (Νεοφύτου, 2015). Κύριο γνώρισμά του αποτελεί η ύπαρξη δύο ραχιαίων πτερυγίων, μεταξύ των οποίων διακρίνεται ένα μικρό κενό, καθώς και η παρουσία άκανθων και μαύρης κηλίδας σε κάθε βραγχιακό επικάλυμμα. Επιπλέον, η ύπαρξη οδοντικών σειρών στη γλώσσα (Εικ. 2) των ατόμων παράλληλα με τα ινιακά δόντια, ημισεληνοειδούς σχηματισμού, των γνάθων καθιστούν το είδος ξεχωριστό (Νεοφύτου 2015, FAO 2021).



Εικόνα 1. Ενήλικο άτομο λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax* L.).

Πηγή: (IFCA, 2021)



Εικόνα 2. Οδοντικές σειρές σε γλώσσα από λαβράκι (*D. labrax* L.).

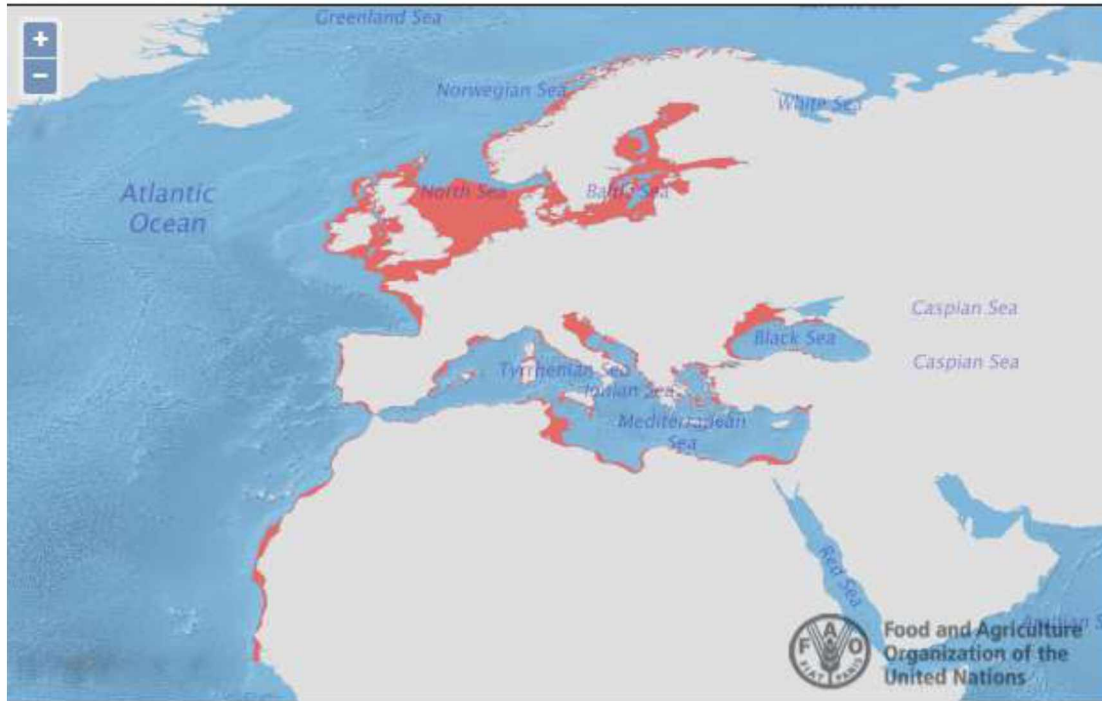
Πηγή: (Abbate *et al.*, 2011)

Όσον αφορά τον διατροφικό του τύπο, ανήκει στα κατεξοχήν σαρκοφάγα είδη και εμφανίζει έντονη αρπακτική τάση (Παπουτσόγλου, 2008) κυρίως κατά τις νυκτερινές ώρες (FAO, 2021). Συγκεκριμένα, στο φυσικό του περιβάλλον ανάλογα το στάδιο ανάπτυξης, η δίαιτά του περιλαμβάνει μικρού μεγέθους ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς (80-120 μm) (Παπουτσόγλου, 2008), προνύμφες εντόμων (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012), κωπήποδα, κεφαλόποδα (καλαμάρια, σουπιές), οστρακοειδή (Παπουτσόγλου, 2008), καθώς και πληθώρα ειδών ιχθύων, με βασικότερα αυτά της οικογένειας Clupeidae (Νεοφύτου 2015). Σε γενικές γραμμές, τα ενήλικα άτομα δεν ξεπερνούν τα 40 cm σε μήκος (ολικό) και το 1 kg σε βάρος (Παπουτσόγλου, 2008) με το μέγεθος των θηλυκών να υπερτερεί (Zanuy *et al.*, 2001, Haffray *et al.*, 2006).

Το λαβράκι αναπαράγεται εγγενώς στη θάλασσα της Μεσογείου, μεταξύ χειμώνα και άνοιξης (από τα τέλη Δεκεμβρίου έως τον Μάρτιο) και σε βάθη 30-40 m (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012), όταν η θερμοκρασία των υδάτων αγγίζει τους 13-14 °C. Η γεννητική ωρίμανση των αρσενικών ατόμων προηγείται χρονικά κατά 2 έτη, συγκριτικά με εκείνη των θηλυκών που απελευθερώνουν το σύνολο των αυγών τους (σύγχρονη ανάπτυξη ωαρίων) σε ετήσια βάση από την ηλικία των 4 ετών (Παπουτσόγλου, 2008).

Ως βενθικό είδος της υποτροπικής ζώνης, διαβιεί είτε σε κοπάδια μικρού αριθμού ατόμων (νεαρά άτομα), είτε μοναχικά (ενήλικα άτομα) σε βάθη έως 200 m και σε πυθμένες ποικίλης συνθέσεως (FAO, 2021). Αναλόγως την εποχή του έτους απαντάται τόσο σε παράκτια θαλάσσια και υφάλμυρα περιβάλλοντα, όπως οι λιμνοθάλασσες και οι εκβολές ποταμών (σπανιότερα και σε ποτάμια) (καλοκαίρι), όσο και σε βαθύτερα χαμηλότερης θερμοκρασίας ύδατα (χειμώνας) (Νεοφύτου 2015, FAO 2021). Η ομαλή διαβίωσή του προϋποθέτει την ύπαρξη πλούσια οξυγονωμένων (O₂) νερών, παράλληλα με τιμές pH από 7.9-8.2 (Παπουτσόγλου, 2008), ενώ οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της αλατότητας δεν αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για την επιβίωσή του. Συγκεκριμένα, ως ευρύθερμος και ευρύαλος οργανισμός δύναται να υπομένει θερμοκρασίες από 2-30 °C, (βέλτιστες τιμές >18 °C (FAO, 2021)) και αλατότητες από 0-40 ‰ (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

Γεωγραφικά, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3, το λαβράκι εξαπλώνεται σε ολόκληρη την έκταση της Μεσογειακής λεκάνης, στη Μαύρη θάλασσα και στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού ωκεανού, από τα Βρετανικά νησιά και τις ακτές της Νορβηγίας έως τη Σενεγάλη (FAO, 2021).



Εικόνα 3. Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Dicentrarchus labrax*.

Πηγή: (FAO, 2021)

1.2 Εκτροφή λαβρακιού – Χρονολογική ανασκόπηση

Το λαβράκι αποτελεί το πρώτο χρονολογικά, μετά τα μέλη της οικογένειας των σολομονιδών (Solomonidae), εμπορικό είδος εντατικής εκτροφής στην Ευρώπη (FAO, 2021). Οι πρώτες απόπειρες καλλιέργειάς του εντοπίζονται χρονικά κατά την δεκαετία του 1970 και αφορούν τη σύλληψη άγριων πληθυσμών και την μετέπειτα εκτροφή τους είτε παραδοσιακά σε λιμνοθάλασσες (εκτατικό σύστημα), είτε πειραματικά σε δεξαμενές (Vanderputte *et al.*, 2019). Η εντατικοποίηση της παραγωγής του είδους τέθηκε σε δράση ουσιαστικά στην Γαλλία και την Ιταλία στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν η επιστημονική κοινότητα, παρακολουθώντας το παράδειγμα εκτροφής του

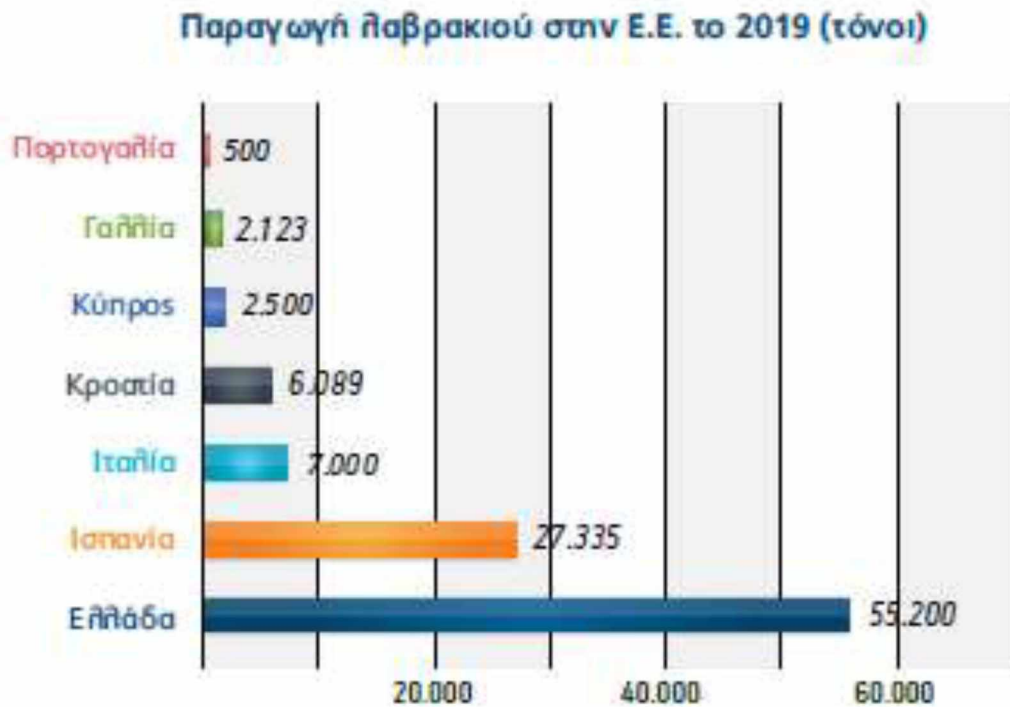
σολομού του Ατλαντικού (*Salmo salar* L.) στη Βόρεια Ευρώπη (EC, 2021), προχώρησε τόσο στην επίτευξη της υπό αιχμαλωσία αναπαραγωγής του, όσο και στην δημιουργία πρωτοκόλλων εκτροφής των πρώιμων αναπτυξιακά σταδίων του (Vandeputte *et al.*, 2019). Όσον αφορά την μαζική πάχυνση των ατόμων σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς, έως την επίτευξη του εμπορικού μεγέθους, επήλθε κατά την ίδια χρονική περίοδο και στη θάλασσα της Μεσογείου (EC, 2021). Το αμέσως επόμενο σημαντικό βήμα στην προσπάθεια εκτροφής του είδους αποτέλεσε η υλοποίηση των πρώτων προγραμμάτων επιλεκτικής αναπαραγωγής του, κατά την δεκαετία του 1990, καθιστώντας σε δεύτερο χρόνο παρελθόν την πλήρη εξάρτηση του κλάδου από τα θαλάσσια αποθέματα (Volckaert *et al.*, 2008, Vandeputte *et al.*, 2019).

Τα τελευταία 30 έτη σημειώθηκε ραγδαία αύξηση της παραγωγής λαβρακιού σε επίπεδο Ευρώπης (Llorente *et al.*, 2020). Η τεχνολογική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την σκιαγράφηση του φυσιολογικού προφίλ του συγκεκριμένου είδους και την κατανόηση τόσο της ηθολογίας του, όσο και του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιεί (Carbonara *et al.*, 2019), συνέβαλαν σημαντικά στην πρόοδο αυτή. Συγκεκριμένα, προβλήματα που ταλάνιζαν την παραγωγική διαδικασία όπως η αυξημένη θνησιμότητα κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια, η διατροφή και η ποιότητα των νυμφών, αλλά και οι πεπερασμένες μέθοδοι και μέσα εκτροφής διευθετήθηκαν κατά την δεκαετία του 2000 (Theodorou *et al.*, 2015). Την ίδια χρονική περίοδο υιοθετήθηκαν και τα πρώτα ημίκλειστα και κλειστά συστήματα παραγωγής από τα εν λειτουργία εκκολαπτήρια συμβάλλοντας περαιτέρω στην ενίσχυση της ποιότητας του τελικού προϊόντος (Theodorou *et al.*, 2015).

Στο πρόσφατο παρελθόν, δόθηκαν και επισήμως από τους θεσμούς κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα στην

Ευρώπη, ώστε να καταστεί δυνατή περαιτέρω αύξηση της παραγωγής υπό συγκεκριμένες συνθήκες (Theodorou *et al.*, 2015). Αντικείμενα που συνεχίζουν έως και σήμερα να μονοπωλούν το ερευνητικό ενδιαφέρον σε επίπεδο είδους αποτελούν, ανάλογα με την ηλικιακή κλάση, οι διατροφικές απαιτήσεις, η ποιότητα και η σύσταση των χορηγούμενων ιχθυοτροφών (Kousoulaki *et al.*, 2015), η αντιμετώπιση των ασθενειών και των θνησιμοτήτων καθόλα τα παραγωγικά στάδια (Muniesa *et al.*, 2020), η βελτίωση της γενετικής δομής των εκτρεφόμενων ατόμων (Τριανταφυλλίδης, 2015) και ο περιορισμός της διαφυγής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018). Επιπλέον, σε επίπεδο ιχθυοκαλλιέργειών η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Freitas *et al.*, 2019), ο εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων εκτροφής (Theodorou *et al.*, 2015), η δημιουργία πρωτοκόλλων ιχθυλασιμότητας (Freitas *et al.*, 2019) και βιοασφάλειας (Muniesa *et al.*, 2020) και η θέσπιση προτύπων για την ευζωία των οργανισμών (Martos-Sitcha *et al.*, 2020).

Σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών Θαλασσοκαλλιέργειών εκτιμάται πως το έτος 2019 παρήχθησαν συνολικά 100.747 τόνοι λαβρακιού στην Ευρώπη, παρουσιάζοντας αύξηση της τάξης του 19,3 % συγκριτικά με το έτος 2018. Ως επί το πλείστον ο όγκος της παραγωγής προήλθε από την εντατική εκτροφή του είδους σε χώρες όπως η Ελλάδα, η Ισπανία, η Ιταλία και η Κροατία (ΣΕΘ, 2020) (Εικ. 4), μιας και τα εκτατικά συστήματα εκτροφής του θεωρούνται πλέον παρωχημένα (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012, FAO, 2021).



Εικόνα 4. Χώρες και όγκος παραγωγής λαβρακιού (*D. labrax L.*) στην Ευρώπη.

Πηγή: (ΣΕΘ, 2020)

1.2.1 Εντατική εκτροφή & παραγωγή γόνου στην Ελλάδα

Όπως προαναφέρθηκε η Ελλάδα κατέχει διαχρονικά ηγετικό ρόλο στην καλλιέργεια ευρύαλων μεσογειακών ειδών στην Ευρώπη. Η πλεονεκτική της θέση οφείλεται στην ιδιαίτερη μορφολογία των ακτογραμμών της, στις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, αλλά και στις καινοτόμες πρακτικές που εισήγαγε στο παραγωγικό πλαίσιο ήδη από την δεκαετία του 1980 (Theodorou *et al.*, 2015). Το έτος 2019 η συνολική παραγωγή της χώρας ανήλθε σε 120.500 τόνους ιχθύων (τσιπούρα και λαβράκι) με 55.200 εξ αυτών να αφορούν σε λαβράκι. Το μεγαλύτερο τμήμα της

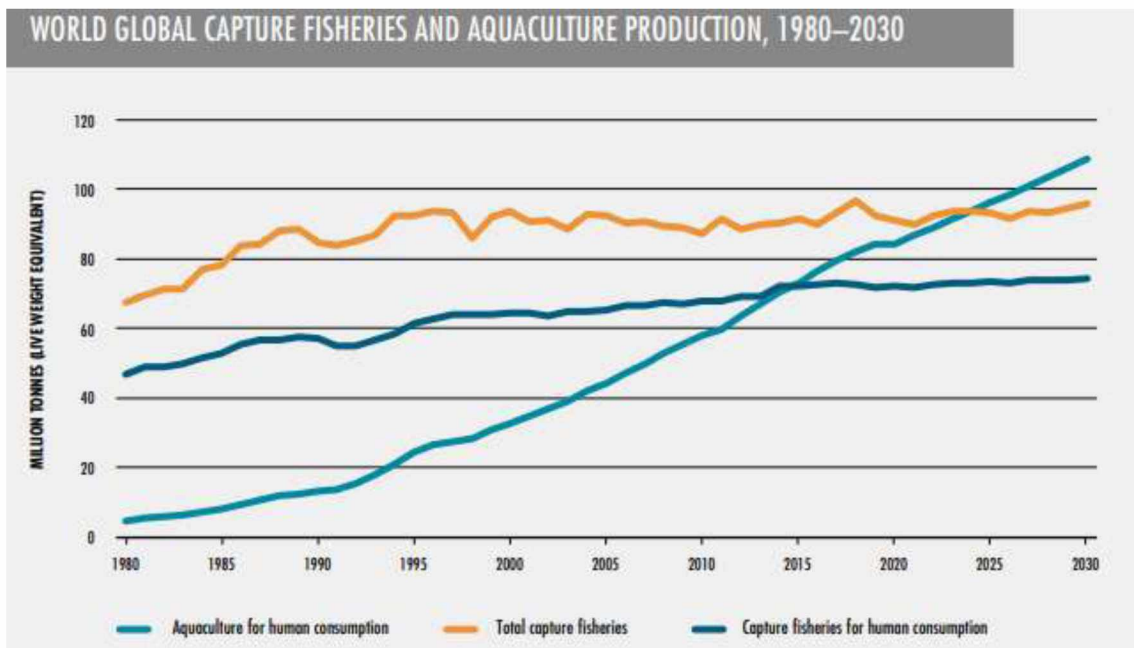
παραγωγής του συγκεκριμένου είδους διατέθηκε σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία, διατηρώντας την αέναη εξωστρέφεια του κλάδου (ΣΕΘ, 2020).

Παράλληλα με την πάχυνση, έως επίτευξης του εμπορικού μεγέθους, οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον ελλαδικό χώρο έστρεψαν το ενδιαφέρον τους και στην διακίνηση του παραγόμενου γόνου των ειδών ιχθυοκαλλιέργειας, με κυριότερα εκείνα της τσιπούρας (*Sparus aurata* L.) και του λαβρακιού, εντός ή εκτός συνόρων. Η κίνηση αυτή αποτέλεσε ύψιστης εμπορικής σημασίας πρακτική, αν αναλογιστεί κανείς πως έως και το 70 % του συνολικού κόστους παραγωγής των επιχειρήσεων οφείλεται στον γόνο και στις ιχθυοτροφές. Συνολικά το 2019 παρήχθησαν 173 εκ. ιχθύδια λαβρακιού εκ των οποίων τα 16,5 εξήχθησαν τόσο σε ευρωπαϊκές, όσο και σε τρίτες χώρες (ΣΕΘ, 2020).

Ο ανωτέρω όγκος παραγωγής γόνου επετεύχθη χάρις στις διαχειριστικές τεχνικές που λαμβάνουν χώρα στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Πρόκειται για σύγχρονες εγκαταστάσεις στις οποίες πραγματοποιείται τόσο η αναπαραγωγή των γεννητόρων και η εκκόλαψη των αυγών τους, όσο και η εκτροφή ιχθυδίων έως επίτευξης βάρους 1.5-2.0 g (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Κάθε ιχθυογεννητικός σταθμός συνίσταται από συγκεκριμένα τμήματα στα οποία μεταφέρονται προοδευτικά τα εκτρεφόμενα άτομα ανάλογα την ηλικιακή τους κλάση (Αντωνοπούλου, 2015).

1.3 Ιχθυοκαλλιέργειες & ποιότητα αυγών

Η υψηλή διατροφική αξία των ιχθύων σε συνδυασμό με την ολοένα αυξανόμενη ζήτησή τους κατέστησαν τον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών στον ταχύτερα αναπτυσσόμενο της παραγωγής τροφίμων τα τελευταία 30 χρόνια (Fiorella *et al.*, 2020). Η εντατικοποίηση των συστημάτων παραγωγής βελτίωσε σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος, ελάττωσε την περιβαλλοντική επιβάρυνση και αποτέλεσε ελπιδοφόρο λύση σχετικά με το διατροφικό πρόβλημα του πλανήτη (Hua *et al.*, 2019). Το έτος 2030 η παγκόσμια παραγωγή ιχθύων αναμένεται να αγγίξει τους 109 εκ. τόνους και η κατά κεφαλήν κατανάλωση ιχθυηρών να ξεπεράσει τα 20,3 kg μονοπωλώντας την προτίμηση των καταναλωτών έναντι της αλιευτικής πίεσης (FAO, 2020) (Εικ. 8).



Εικόνα 8. Παγκόσμια αλιευτική και υδατοκαλλιεργητική παραγωγή, 1980-2030.

Πηγή: (FAO, 2020)

Η πραγμάτωση της ανωτέρω πρόβλεψης, περί παγκόσμιας αύξησης της παραγωγής, προϋποθέτει την διασφάλιση υψηλής ποιότητας παραγόμενων αυγών κατά την διαδικασία εκτροφής (Brooks *et al.*, 1997). Όπως προαναφέρθηκε τα αυγά κατά την παραγωγική διαδικασία προκύπτουν από την απελευθέρωση των αναπαραγωγικών προϊόντων των γεννητόρων (αυγά, σπέρμα) στις δεξαμενές παραμονής τους. Στην πλειοψηφία των εκτρεφόμενων ειδών η απελευθέρωση αυτή, υφίσταται ύστερα από παρέμβαση στις συνθήκες του περιβάλλοντος εκτροφής (φωτοπερίοδος, θερμοκρασία) και στο υπόβαθρο τέλεσης της αναπαραγωγής, σε μια προσπάθεια προσομοίωσης της φύσης. Στις περιπτώσεις όπου οι χειρισμοί αυτοί κρίνονται αναποτελεσματικοί η επικουρική χορήγηση εξωγενών ορμονικών σκευασμάτων, για την ανάπτυξη και την ωρίμανση των γαμετών των ιχθύων αποτελεί μονόδρομο (Mylonas *et al.*, 2010).

Η έννοια της ποιότητας των αυγών των ιχθύων περιλαμβάνει χρονικά όλα τα στάδια από την απελευθέρωσή τους στο υδάτινο περιβάλλον έως και την πρώτη εξωγενή διατροφή τους και υπό συνθήκες παραγωγής ορίζεται ως η ικανότητα γονιμοποίησης και απόδοσης βιώσιμων απογόνων διατηρώντας το ποσοστό των απωλειών και δυσμορφιών σε χαμηλά επίπεδα (Brooks *et al.*, 1997, Bobe & Labbé, 2010, Bobe, 2015). Σε γενικές γραμμές οι γνώσεις μας σχετικά με την ποιότητα των αυγών των ιχθύων και τους παράγοντες που την καθορίζουν είναι περιορισμένες. Ορισμένες μελέτες που διεξήχθησαν με επίκεντρο διάφορα εμπορικά είδη, συμπεριλαμβανομένου του λαβρακιού, απέδειξαν την μεταβλητότητά της σε εποχική βάση, καθώς και την χαμηλή ως προς τη γονιμοποίηση και εκκόλαψη δυναμική όσων παράγονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες (Brooks *et al.*, 1997, Coward *et al.*, 2002). Στις περισσότερες περιπτώσεις η μειωμένη αυτή δυνατότητα αποδίδονταν στην αδυναμία παροχής βέλτιστων συνθηκών επώασης σε επίπεδο παραγωγής (Brooks *et al.*, 1997) και

έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη αξιόπιστων μεθόδων εκτίμησης της ποιότητάς τους κατά τα αρχικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.

Οι πρακτικές που λαμβάνουν χώρα κατά κόρον στα εκκολαπτήρια για τον έλεγχο της βιωσιμότητας των οργανισμών των δεξαμενών εκτροφής αφορούν σε πρώτο επίπεδο την ικανότητά των αυγών να επιπλέουν στο θαλασσινό νερό και σε επίπεδο νυμφών το ποσοστό εμφάνισης της νηκτικής κύστης. Συγκεκριμένα, έχει εξακριβωθεί πως η πλευστότητα των αυγών σχετίζεται θετικά με την ποιότητα, την φυσιολογική ανάπτυξη και την επιβίωσή τους, αν και η επίτευξή της προϋποθέτει συγκεκριμένες συνθήκες αλατότητας και πελαγικού τύπου αυγά (Bobe & Labbé, 2010, Migaud *et al.*, 2013, Αντωνοπούλου, 2015). Όσον αφορά την παρουσία νηκτικής κύστεως, είναι απαραίτητη αφού καθορίζει την ισορροπία και την κολυμβητική ικανότητα των νυμφών (Woolley & Qin, 2010), ενώ παράλληλα συνδέεται και με την εμφάνιση σκελετικών παραμορφώσεων και θνησιμοτήτων (Lika *et al.*, 2015).

1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αυγών

Πληθώρα παραγόντων που συνδέονται με την ωτοκία και τη γονιμότητα των γεννητόρων και κατ' επέκταση με την ποιοτική σύσταση των αυγών τους έχουν προταθεί, προκειμένου να εντοπιστεί δυνητική συσχέτισή τους με την βιωσιμότητα του παραγόμενου γόνου. Οι παράγοντες αυτοί επικεντρώνονται στο γενετικό υπόβαθρο, τη διατροφή και την αναπαραγωγή των γεννητόρων, στις συνθήκες του περιβάλλοντος εκτροφής, καθώς και στις διαχειριστικές πρακτικές που εφαρμόζει ο εκάστοτε ιχθυογεννητικός σταθμός.

1.4.1 Παράγοντες που αφορούν τους γεννήτορες

Μελέτες με επίκεντρο το ανθρώπινο και άλλα είδη απέδειξαν πως το γενετικό υπόβαθρο των γονέων καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την αναπτυξιακή δυναμική των απογόνων (Brooks *et al.*, 1997). Συγκεκριμένα, στους ιχθύες οι διαφορετικές εκφράσεις του mRNA και των πρωτεϊνών της λεκίθου, καθώς και η ενζυμική δραστηριότητα κατά την ωογένεση συνεισφέρουν σημαντικά στην φυσιολογική ανάπτυξη των αυγών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες αυτής (Migaud *et al.*, 2013, Bobe, 2015, Żarski *et al.*, 2017). Ακόμη, η εκτίμηση της ποιότητας των αυγών μπορεί να βασιστεί και στην έκφραση ορισμένων γονιδίων, αν και η αποκρυπτογράφηση του γενετικού υλικού του συνόλου των ειδών βρίσκεται ακόμη υπό διερεύνηση (Żarski *et al.*, 2017).

Η ηλικία των γεννητόρων δρα ως περιοριστικός παράγοντας της ποιότητας των γαμετών τους (Παπουτσόγλου, 1998). Σε γενικές γραμμές τα αυγά που παράγονται κατά την ενηλικίωση των ιχθύων δεν εμφανίζουν το ίδιο υψηλά ποσοστά γονιμοποίησης με εκείνα που ωοτοκούν κατ' επανάληψη (Brooks *et al.*, 1997, Valdebenito *et al.*, 2013). Ωστόσο, η ικανότητα τους αυτή φθίνει με το πέρασ του χρόνου αποδίδοντας όλο και περισσότερα μη βιώσιμα αυγά. Το ίδιο ισχύει και για τα άρρενα άτομα των οποίων η παραγωγή και κινητικότητα του σπέρματος ελαχιστοποιείται μετά από πολλαπλές αναπαραγωγικές περιόδους (Rurangwa *et al.*, 2004). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί και επίδραση της ηλικίας στο μέγεθος των αυγών (Jerez *et al.*, 2012), αν και τα μεγαλύτερα αυγά δεν είναι πάντοτε και ποιοτικότερα (Bobe & Labbé 2010).

Η διατροφική κατάσταση των γεννητόρων, και ιδιαίτερος των θήλεων ατόμων, συγκαταλέγεται στους καθοριστικότερους παράγοντες της ποιότητας των παραγόμενων αυγών. Συγκεκριμένα, η σίτισή τους δύναται να επηρεάσει την γονιμότητα (Migaud *et al.*, 2013), το μέγεθος του αυγού και της εκκολαφθείσας προνύμφης, την συχνότητα της ωοτοκίας, τα επίπεδα των αναπαραγωγικών ορμονών στο πλάσμα του αίματος (Izquierdo *et al.*, 2001), καθώς και την έκφραση ορισμένων γονιδίων που σχετίζονται με την ανοχή σε στρεσογόνους παράγοντες (Turkmen *et al.*, 2019). Παράλληλα, η διαθεσιμότητα της τροφής και η συχνότητα σίτισης υπό συνθήκες παραγωγής επιδρούν στην φυσιολογία των οργανισμών, αφού δρουν ως ανασταλτικοί παράγοντες της γαμετογένεσεως (Valdebenito *et al.*, 2013).

Τα μικρο- και μακρο- θρεπτικά συστατικά που λαμβάνουν οι αναπαραγωγικά ώριμοι ιχθύες μέσω των χορηγούμενων τροφών επιδρούν εξίσου στην βιωσιμότητα του παραγόμενου γόνου. Σιτηρέσια πλούσια σε πρωτεΐνες (45 %) επιταχύνουν την γεννητική ωρίμανση και προάγουν την γονιμότητα των ατόμων, ενώ η μερική υποκατάστασή τους με κατάλληλα επίπεδα λίπους (10 %) επιφέρει ακόμη ευνοϊκότερα αποτελέσματα στην ποιοτική σύσταση των γαμετών (Valdebenito *et al.*, 2013). Βέβαια, βασική προϋπόθεση της παραπάνω πρακτικής αποτελεί ο καταρτισμός των σιτηρεσίων με συστατικά θαλάσσιας προέλευσης που προάγουν τη γονιμότητα, έναντι των φυτικής. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί πως η κατανάλωση νωπών τροφών από τους γεννήτορες ευνοεί σημαντικά την ποιότητα των παραγόμενων αυγών, ωστόσο η χρήση τους περιορίζεται λόγω των πιθανών επιμολύνσεων (Valdebenito *et al.*, 2013).

Ακολούθως, τα λίπη είναι τα περισσότερο μελετημένα μακροθρεπτικά στοιχεία της διατροφής των ιχθύων, δεδομένου ότι αποτελούν πηγή ενέργειας και απαραίτητων λιπαρών οξέων που οι ίδιοι αδυνατούν να συνθέσουν (Migaud *et al.*, 2013).

Συγκεκριμένα, η επάρκεια των τροφών σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs) και ιδιαίτερα στα μακριάς αλύσου ω-3 (EPA, DHA) και ω-6 (ARA) αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον σχηματισμό των κυτταρικών μεμβρανών (Migaud *et al.*, 2013), του εγκεφάλου και του νευρικού ιστού (Pavlov *et al.*, 2004), καθώς και για την εξάλειψη των δυσμορφιών κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια (Valdebenito *et al.*, 2013). Αντίθετα, η μειωμένη πρόσληψη ή ανισοροπία μεταξύ των επιπέδων αυτών (Pavlov *et al.*, 2004) ελαχιστοποιεί τα ποσοστά εκκόλαψης και επιβίωσης και εντείνει προβλήματα νευρολογικής φύσεως (προβλήματα όρασης) και μορφολογικών ανωμαλιών κατά τα εμβρυϊκά και τα προνυμφικά στάδια (Migaud *et al.*, 2013).

Επιπλέον, η ένταξη ορισμένων μικροστοιχείων στα σιτηρέσια των γεννητόρων σε ακατάλληλα για τα είδη επίπεδα οδηγεί σε μειωμένη αναπαραγωγική επιτυχία. Συγκεκριμένα, η έλλειψη των βιταμινών E και C επιδρά αρνητικά στη λειτουργία των αναπαραγωγικών οργάνων, εφόσον περιορίζει την κινητικότητα του σπέρματος και τα ποσοστά εκκόλαψης και επιβίωσης. Παράλληλα, ανεπάρκεια βιταμίνης A επηρεάζει την λειτουργία των επιθηλιακών κυττάρων των ωοθηκών, ενώ ο ρόλος των υπολοίπων βιταμινών και ανόργανων στοιχείων παραμένει ασαφής (Pavlov *et al.*, 2004, Valdebenito *et al.*, 2013).

1.4.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες εκτίθενται οι οργανισμοί καθ' όλη την διάρκεια του παραγωγικού κύκλου εμφανίζουν σημαντικό αντίκτυπο στην ομαλή ανάπτυξη και την ποιοτική σύσταση των αυγών τους (Soso *et al.*, 2008, Migaud *et al.*,

2013). Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του νερού κατά την ωορρηξία και την επώαση επιδρά στον μεταβολισμό και τη δομή του αναπτυσσόμενου εμβρύου, καθώς και στον ρυθμό αύξησης και διαφοροποίησής του (Brooks *et al.*, 1997, Bobe, 2015). Επίσης, η εκτός ορίων ανοχής των ειδών, μεταβολή της οδηγεί σε μειωμένη επιβίωση και εκδήλωση δυσμορφιών (Bobe & Labbé, 2010, Bobe, 2015), ενώ η δράση της συνδυαστικά με τις διακυμάνσεις της αλατότητας επιφέρει αλλοιώσεις στην γονιδιακή έκφραση (Brooks *et al.*, 1997) και καθορίζει την επίτευξη της γεννητικής ωρίμανσης ιδίως σε είδη που μεταναστεύουν για να αναπαραχθούν (Valdebenito *et al.*, 2013). Ακόμη, και η εφαρμογή της φωτοπερίόδου υπό συνθήκες εκτροφής επιφέρει επιπτώσεις στα παραγόμενα αυγά. Σαφέστερα, η δράση της επιταχύνει ή καθυστερεί την ωοτοκία οδηγώντας πολλές φορές στην άμβλυση της επιβίωσης σε επίπεδο αυγού και προνύμφης, καθώς και στην μη φυσιολογική απορρόφηση των αποθεμάτων του λεκιθικού σάκου κατά τις πρώτες ημέρες ζωής (Bobe & Labbé, 2010).

Επιπλέον, τα ωοκύτταρα και τα αυγά των ιχθύων καθίστανται ιδιαιτέρως ευαίσθητα σε περιβαλλοντικούς ρύπους και ξενοβιοτικές ουσίες που δύνανται να εισχωρήσουν στα μέσα εκτροφής και να προκαλέσουν διαταραγμένη και ελλιπή ανάπτυξη, χαμηλότερη επιτυχία εκκόλαψης και μειωμένη βιωσιμότητα. Η έκθεσή τους στους διάφορους ρυπογόνους παράγοντες, εκτός της απευθείας απελευθέρωσής τους, υφίσταται ακόμη και κατά την πρώιμη ανάπτυξη των ωοκυττάρων στις ωοθήκες των ιχθύων μέσω της μητρικής μεταφοράς (Brooks *et al.*, 1997).

1.4.3 Διαχειριστικές πρακτικές

Η παρατεταμένη έκθεση των αναπαραγωγικά ώριμων ιχθύων σε συνθήκες περιβάλλοντος εκτός των ορίων ανοχής τους συνδυαστικά ή και μεμονωμένα με τις διαχειριστικές πρακτικές που λαμβάνουν χώρα κατά την εκτροφή (μεταφορά, συγκρότηση ομάδων γεννητόρων, υγιεινή εγκαταστάσεων) αποδεικνύονται ιδιαίτερες στρεσογόνες υποβαθμίζοντας την ποιότητα των γαμετών τους (Figueiredo *et al.*, 2020). Κυριότερες συνέπειες της καταπόνησης αποτελούν η μη φυσιολογική ανάπτυξη των γονάδων, η ενίσχυση της ετερογένειας των παραγόμενων αυγών και ο περιορισμός της εκκόλαψης και επιβίωσής τους (Valdebenito *et al.*, 2013). Ακόμη, οι οργανισμοί καθίστανται ευάλωτοι σε παθολογείες (Akhtar *et al.*, 2020, Figueiredo *et al.*, 2020) και παράλληλα δυσχεραίνεται ο προγραμματισμός της παραγωγής, λόγω της άναρχης απελευθέρωσης αυγών (Bobe & Labbé, 2010).

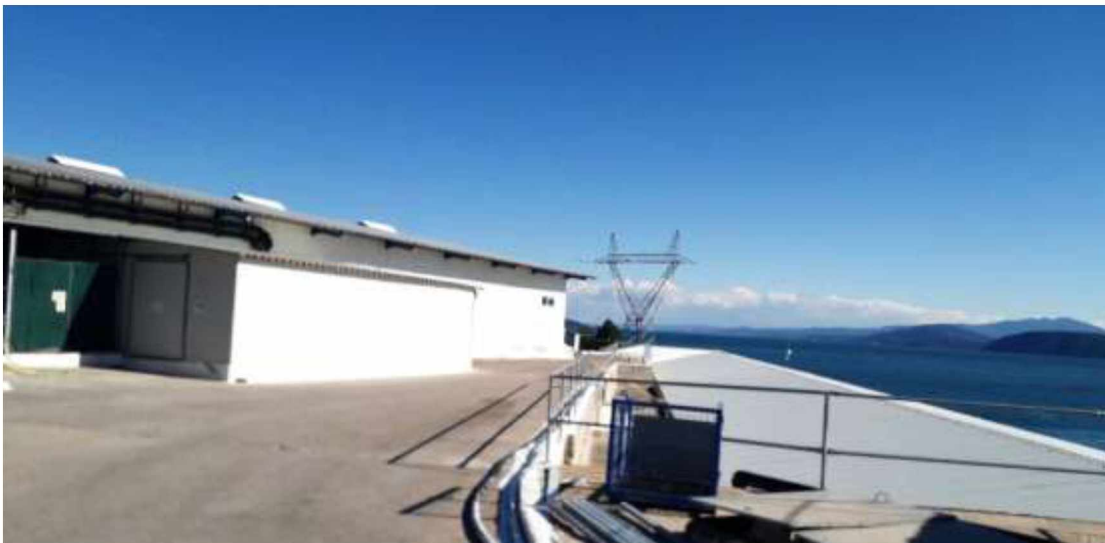
1.5 Σκοπός της μελέτης

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στην εκτίμηση της ποιότητας των αυγών λαβρακιού που παρήχθησαν υπό πραγματικές συνθήκες εντατικής εκτροφής σε ιχθυογεννητικό σταθμό μεγάλης κλίμακας. Τα υπό μελέτη αυγά καταμετρήθηκαν, εξετάστηκαν ως προς τη βιωσιμότητα, την διάμετρο και τον αριθμό των σταγόνων ελαίου που εμφάνιζαν και υποβλήθηκαν σε δοκιμασία πλευστότητας. Σκοπός της εργασίας ήταν να εξακριβωθεί εάν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των αυγών σε συνδυασμό με την ικανότητά τους να επιπλέουν μπορούν να αποτελέσουν ποιοτικούς δείκτες αυτών και των μετέπειτα αναπτυξιακών σταδίων τους σε επίπεδο παραγωγής.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

Ολόκληρη η πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού της εταιρείας Philosofish A.E. στην περιοχή Τάπιες, στο Αγλάδι Φθιώτιδας (Εικ. 9) και διήρκεσε συνολικά 4 μήνες, το χρονικό διάστημα από 22/11/2020 έως 18/03/2021. Η διεξαγωγή του πειράματος βασίστηκε σε πραγματικές συνθήκες εντατικής εκτροφής και δεν επηρέασε τον προγραμματισμό της εταιρείας.



Εικόνα 9. Εγκαταστάσεις ιχθυογεννητικού σταθμού Τάπιες, Αγλάδι Φθιώτιδας.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

2.2 Πειραματικό υλικό & σχεδιασμός

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν γονιμοποιημένα αυγά λαβρακιού που συλλέγονταν καθημερινά από τις εγκαταστάσεις του τμήματος γεννητόρων του ιχθυογεννητικού σταθμού. Οι ώριμοι ιχθύες που συμμετείχαν ανήκαν στην ίδια ηλικιακή κλάση, διέθεταν κοινή προέλευση και διατηρούνταν σε κυλινδρικές δεξαμενές όγκου 25 m^3 υφιστάμενοι όμοιους χειρισμούς. Στοιχεία και παρατηρήσεις επωασθέντων-εκκολαφθέντων αυγών ελήφθησαν από 20 κυλινδρικές πολυεστερικές δεξαμενές όγκου 10 m^3 για συνολικό διάστημα 24 ημερών επιμερισμένο σε δύο φάσεις η έναρξη των οποίων διέφερε κατά 47 ημέρες. Σκοπό των δύο αυτών φάσεων αποτέλεσε η σκιαγράφιση του προφίλ των απελευθερούμενων αυγών, ώστε να διαπιστωθεί πιθανή διαφοροποίησή τους στην διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας (Πιν. 1, Πιν. 2).

Λίγο πριν την τοποθέτηση των αυγών στις ανωτέρω δεξαμενές διενεργούνταν έλεγχος της ποιότητάς τους βάσει καθορισμένων παραμέτρων (μορφομετρικά χαρακτηριστικά & δοκιμασία πλευστότητας). Η παραμονή των ιδίων, καθώς και των μετέπειτα αναπτυξιακών σταδίων τους (εκκολαφθείσες προνύμφες, νύμφες) στις εγκαταστάσεις του τμήματος νυμφικής εκτροφής του ιχθυογεννητικού σταθμού δεν ξεπέρασε τις 31 ημέρες για το σύνολο των πειραματικών δεξαμενών.

Οι νύμφες που κατόρθωσαν να προσαρμοστούν επιτυχώς στο εφαρμοσθέν πρωτόκολλο εκτροφής μεταφέρονταν εν συνεχεία, στις δεξαμενές όγκου 15 m^3 του τμήματος αποκοπής του ιχθυογεννητικού σταθμού, με σκοπό να εδραιώσουν την αδρανή τροφή στην διατροφή τους. Η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε συνολικά

20 δεξαμενές του τμήματος αυτού (10 για κάθε πειραματική φάση) και ολοκληρωνόταν με το πέρας 22 ημερών από την μεταφορά τους. Πριν το τελικό στάδιο της διαλογής μεγέθους και κατ' επέκταση του προσδιορισμού του πλήθους των εκτρεφόμενων ατόμων (% επιβίωσης), διαπιστώθηκε η ύπαρξη δυσμορφιών και προσδιορίστηκε η ανάπτυξη με ατομικές μετρήσεις μήκους και βάρους.

Πίνακας 1. Στοιχεία α' φάσης δεξαμενών πειράματος.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΩΑΣΗΣ - ΕΚΚΟΛΑΨΗΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΥΓΩΝ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΟΚΑΡΙΣΜΑΤΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΑΥΓΩΝ (g)
Λ1	Γ2	22-23/11/2020	1.100
Λ2	Γ2, Γ5, Γ10	23-24/11/2020	800
Λ3	Γ2, Γ5, Γ10	26-27/11/2020	1.000
Λ4	Γ5	28/11/2020	1.260
Λ5	Γ2,Γ10	28-29/11/2020	1.430
Λ6	Γ2,Γ5	30/11-01/12/2020	1.610
Λ7	Γ2	03-04/12/2020	880
Λ8	Γ1,Γ2,Γ5	5/12/2020	1.080
Λ9	Γ1,Γ2	7/12/2020	1.420
Λ10	Γ2,Γ5	11-12/12/2020	1.370

Πίνακας 2. Στοιχεία β' φάσης δεξαμενών πειράματος.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΩΑΣΗΣ - ΕΚΚΟΛΑΨΗΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΥΓΩΝ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΟΚΑΡΙΣΜΑΤΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΑΥΓΩΝ (g)
Λ11	Γ2	08-09/01/2021	830
Λ12	Γ5	11/01/21	1.000
Λ13	Γ5	11/01/21	1.000
Λ14	Γ1	11/01/21	1.000
Λ15	Γ5	13/01/21	1.090
Λ16	Γ1	14/01/21	1.000
Λ17	Γ1,Γ5	16/01/21	1.075
Λ18	Γ1,Γ5	16/01/21	1.075
Λ19	Γ1,Γ5	24-25/01/2021	1.100
Λ20	Γ1,Γ5	25-26/01/2021	1.150

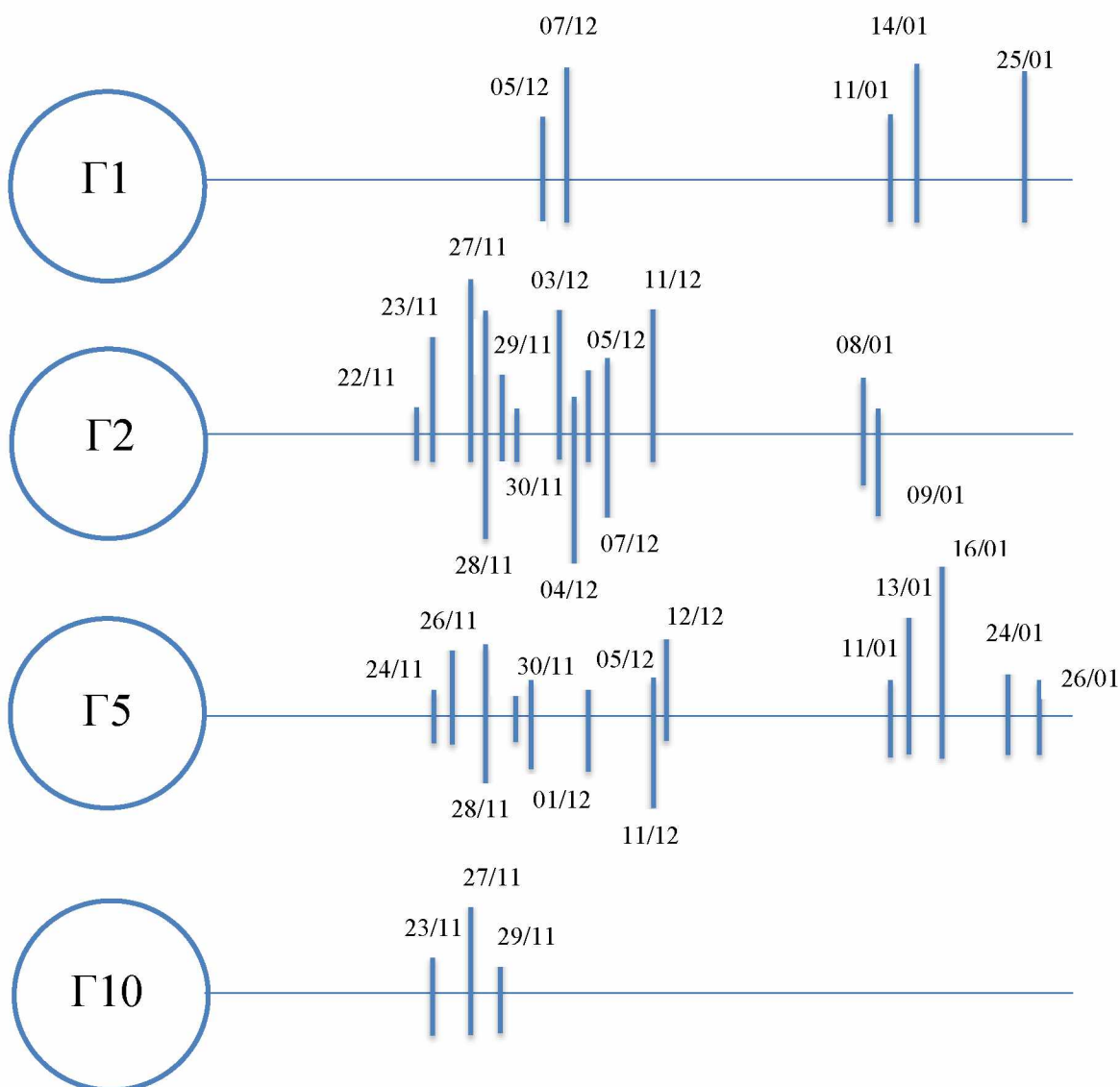
2.3 Πειραματικό πρωτόκολλο & δειγματοληψίες

Η συλλογή των αυγών που πραγματοποιούνταν σε καθημερινή βάση (Εικ. 10), σύμφωνα με το πρωτόκολλο της εταιρείας (βλ. ¶ 2.5.1) σηματοδοτούσε και την έναρξη του πειραματικού κύκλου για κάθε παρτίδα αυγών. Η πρώτη δειγματοληψία που λάμβανε χώρα αφορούσε τον ποιοτικό έλεγχο των παραγόμενων αυγών και υλοποιούνταν λίγο πριν την απελευθέρωσή τους στις δεξαμενές επώασης-εκκόλαψης. Τα κριτήρια βάσει των οποίων αξιολογούνταν η ποιότητα ήταν εύκολα μετρήσιμα κατά την παραγωγική διαδικασία και επικεντρώνονταν στα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά και στην ικανότητά τους να επιπλέουν.

Συγκεκριμένα, ο προσδιορισμός των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αυγών αφορούσε ποσότητα 0.50 g αυτών (νωπό βάρος) και περιελάμβανε την καταγραφή του συνολικού αριθμού τους, του βάσει σχήματος και χρώματος αριθμού των φυσιολογικών, του πλήθους τους βάσει του αριθμού των σταγόνων ελαίου που εμφάνιζαν και της διαμέτρου δείγματος 100 αυγών (Εικ. 11.A). Για την παρατήρησή τους χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic) με ενσωματωμένη κλίμακα διαβάθμισης 0.1 mm και για τον προσδιορισμό της ποσότητάς τους ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας 0.01 g (AND HL-100).

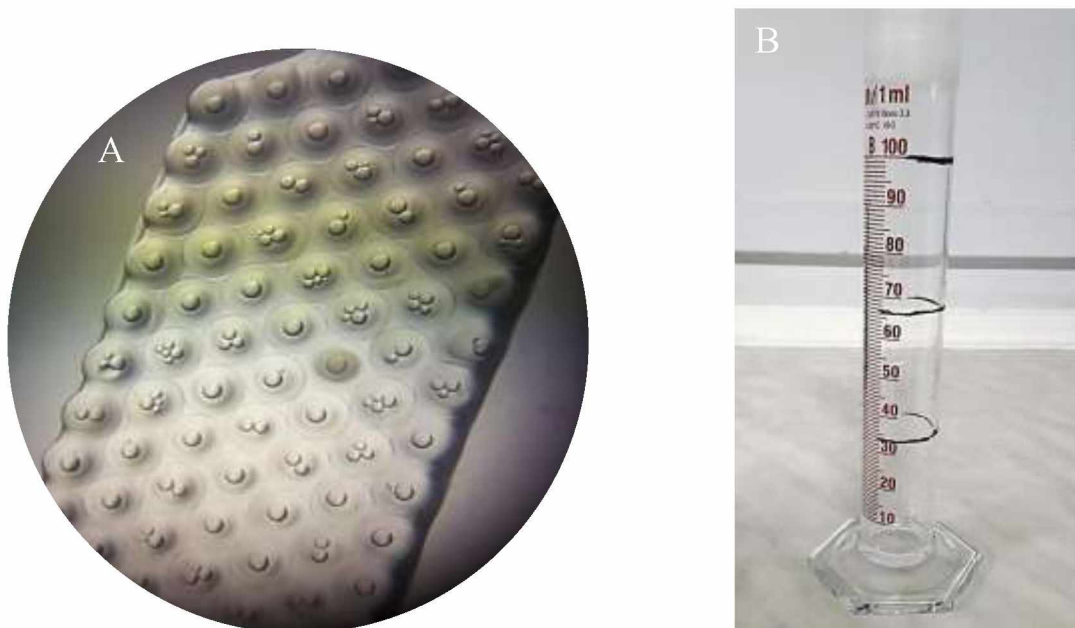
Η δοκιμασία πλευστότητας πραγματοποιούνταν τοποθετώντας ποσότητα 0.10 g αυγών (νωπό βάρος) σε έναν διαχωρισμένο σε 3 ίσα τμήματα (πάνω, μέσο, κάτω) ογκομετρικό σωλήνα των 100 ml (Εικ. 11.B) πληρωμένο με διάλυμα αλατότητας 36 ± 0.90 ‰, προερχόμενο από το δοχείο διαχωρισμού των αυγών κατά την συλλογή τους. Η μέτρηση της αλατότητας του διαλύματος αυτού, αλλά και του αντλούμενου από

γεώτρηση και υφιστάμενου μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας (μηχανικό και βιολογικό φίλτρο) νερού εκτροφής πραγματοποιούνταν καθημερινά με διαθλαστόμετρο (KERN & SOHN GmbH). Η διαδικασία της καταγραφής τόσο των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αυγών, όσο και της πλευστότητάς τους ολοκληρωνόταν με το πέρας 3 επαναλήψεων για κάθε δείγμα ξεχωριστά, ανεξαρτήτως της τελικής κατανομής τους στις δεξαμενές και ο εξοπλισμός που απαιτούνταν για την υλοποίησή τους απολυμαίνονταν μετά από κάθε επανάληψη.



Εικόνα 10: Πρωτόκολλο παρατηρήσεων. Οι κάθετες μπάρες αντιπροσωπεύουν κάθε ημέρα συλλογής των αυγών από τις δεξαμενές γεννητόρων (Γ1, Γ2, Γ5, Γ10) και διενέργειας ποιοτικού ελέγχου (η διαφοροποίηση του μήκους των γραμμών δεν εξυπηρετεί κάποιο σκοπό).

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 11. A) Αυγά λαβρακιού που μελετήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία (KRÜSS Ortronic)., **B)** Ογκομετρικός σωλήνας 100 ml διαχωρισμένος σε 3 ίσα τμήματα (πάνω, μέσο, κάτω).

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Το πρωτόκολλο εκτροφής που εφαρμόστηκε μέχρι το τέλος της ερευνητικής διαδικασίας (ημέρα 50) ήταν κοινό για το σύνολο των πειραματικών δεξαμενών και δεν διαφοροποιήθηκε από τη ρουτίνα που ακολουθεί ο συγκεκριμένος ιχθυογεννητικός σταθμός. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται εκτενώς το πρωτόκολλο που τηρήθηκε από την

ημέρα συλλογής και απελευθέρωσης των αυγών στις δεξαμενές επώασης-εκκόλαψης (ημέρα -3) έως και την ημέρα μεταφοράς των νυμφών στις δεξαμενές του τμήματος αποκοπής (ημέρα 28). Για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τα αυγά και οι μετέπειτα νύμφες παρέμειναν στις εγκαταστάσεις του τμήματος νυμφικής εκτροφής του ιχθυογεννητικού σταθμού (Εικ. 12).



Εικόνα 12. Τμήμα νυμφικής εκτροφής ιχθυογεννητικού σταθμού.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Η επώαση και η εκκόλαψη του μεγαλύτερου ποσοστού των παραγόμενων αυγών ολοκληρωνόταν διαδοχικά σε χρονικό διάστημα 3 (από ημέρα -3 έως ημέρα 0) και 2 ημερών (από ημέρα 0 έως ημέρα 2) αντίστοιχα σε συνθήκες σκότους (0 Lux), θερμοκρασίας 15 °C και αλατότητας 24±0.89 ‰. Δεδομένης της άντλησης του νερού εκτροφής από γεώτρηση χαμηλής αλατότητας δημιουργήθηκε η ανάγκη προσθήκης

αέρα στις δεξαμενές για την ανάδευση των αυγών που στο συγκεκριμένο στάδιο (ημέρα 2), μετά τη μέτρηση της επιτυχίας της εκκόλαψης (%) (2^η δειγματοληψία) (βλ. ¶ 2.5.2), περιοριζόταν. Επιπλέον, η παροχή του νερού διατηρούνταν σταθερή με ρυθμό ανανέωσης 8,4 % του όγκου των δεξαμενών ανά ώρα και τα επίπεδα του O₂ δεν ξεπερνούσαν τα 7,5 mg/L. Τις αμέσως επόμενες 2 ημέρες (από ημέρα 3 έως ημέρα 4) τα αυγά που δεν κατάφεραν να εκκολαφθούν απομακρύνονταν από τις δεξαμενές με σιφωνισμό.

Την 7^η ημέρα μετά την εκκόλαψη παρέχονταν φωτισμός εντάσεως 10 Lux στις νύμφες, για διάρκεια 15,5 ωρών ανά εικοσιτετράωρο, ώστε να καθίσταται δυνατή η έναρξη της εξωγενούς διατροφής τους. Στα προηγούμενα στάδια της εκτροφής (από ημέρα 0 έως ημέρα 6) οι προνύμφες διατρέφονταν ενδογενώς μέσω των αποθεμάτων του λεκιθικού σάκου που έφεραν. Κατά την χορήγηση ζωντανής τροφής στις δεξαμενές των νυμφών αυξάνονταν η θερμοκρασία στους 16 °C, ενώ αντίθετα ο ρυθμός ανανέωσης του όγκου των δεξαμενών ανά ώρα μειώνονταν στο 2 %. Τα επίπεδα του O₂ παρέμεναν σταθερά στα 7,5 mg/L και σε ποσοστό κορεσμού 100 % έως και την λήξη της πειραματικής διαδικασίας (ημέρα 50).

Από την 8^η έως την 10^η ημέρα μετά την εκκόλαψη πραγματοποιούνταν αξιολόγηση της ποιότητας των οργανισμών των δεξαμενών εκτροφής, βάσει της επιτυχίας σχηματισμού νηκτικής κύστεως και της διατροφικής τους κατάστασης, σύμφωνα με το πρωτόκολλο της εταιρείας. Οι νύμφες που για οποιονδήποτε λόγο δεν κατόρθωναν να επιβιώσουν σε συνδυασμό με τα υπολείμματα ζωντανής και αδρανούς τροφής και τις απεκκρίσεις, αφαιρούνταν από τις δεξαμενές με σιφωνισμό από την 15^η έως την 21^η ημέρα σε συχνότητα 2 εικοσιτετράωρων και από την επομένη (ημέρα 22) καθημερινά έως και τη λήξη του πειράματος (ημέρα 50). Το νεκρό ζωικό προϊόν που

συλλέγονταν, αποθηκευόταν στις ειδικές εγκαταστάσεις (κατάψυξη) του ιχθυογεννητικού σταθμού και έπειτα καταστρέφονταν από εξωτερικό συνεργείο.

Την 28^η ημέρα οι πληθυσμοί των νυμφών μεταφέρονταν μέσω σωλήνων στις δεξαμενές χωρητικότητας 15 m³ του τμήματος αποκοπής, προκειμένου να εντάξουν σταδιακά τα σύμπηκτα στη διατροφή τους. Σε αυτό το στάδιο της εκτροφής, η ανανέωση του νερού των δεξαμενών, αλλά και η ένταση του φωτός αυξήθηκαν προοδευτικά με τον χρόνο στο 16 % του όγκου ανά ώρα (ημέρα 27) και στα 70 Lux (ημέρα 26) αντιστοίχως, ενώ η διάρκεια φωτισμού και η θερμοκρασία του νερού παρέμεναν στα ίδια επίπεδα.

Πίνακας 3. Πειραματικό πρωτόκολλο εκτροφής από ημέρα -3 έως ημέρα 28

ΗΛΙΚΙΑ (d)	Θ (°C)	ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (%/h)	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣ (Lux)	ΖΩΝΤΑΝΗ ΤΡΟΦΗ				ΑΔΡΑΝΗΣ ΤΡΟΦΗ			ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	
				ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝ	ΤΡΟΧΟΖΩΑ	<i>Artemia salina</i>		ΣΥΜΠΗΚΤΑ (μm)				
				<i>Chlorella minutissima</i>	<i>Brachionus sp. Cayman</i>	BF	EG	100-200	150-300	200-400		
-3	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	Φίλτρο 300 μm, Δειγματοληψία: Καταγραφή μορφομετρικών χαρακτηριστικών & τεστ πλευστότητας, Απελευθέρωση αυγών	-
-2	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	Επώαση αυγών	
-1	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	«	
0	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	Εκκόλαψη αυγών	
1	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	«	
2	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	« Μέτρηση (%) εκκόλαψης, Περιορισμός αέρα	Ενδογενής διατροφή
3	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	Σιφονισμός	
4	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	«	
5	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	15	8,4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	16	2	10	√	√	-	-	-	-	-	Φωτισμός (15,5 h/d), Επιφανειακό skimmer	
8	16	2	10	√	√	-	-	-	-	-	Πλήρωση νηκτικής κύστεως, Έλεγχος σχηματισμού της & διατροφικής κατάστασης νυμφών	
9	16	2	10	√	√	-	-	-	-	-	«	
10	16	2	10	√	√	√	-	-	-	-	«	
11	16	2	10	√	√	√	-	-	-	-	-	
12	16	2	10	√	√	√	-	-	-	-	-	
13	16	4	10	√	√	√	-	-	-	-	-	
14	16	4	10	√	√	√	-	-	-	-	-	
15	16	6	10	√	√	√	-	-	-	-	Σιφονισμός	
16	16	6	10	√	√	√	-	-	-	-	-	Εξωγενής διατροφή
17	16	6	10	-	-	√	√	-	-	-	Σιφονισμός	
18	16	6	10	-	-	√	√	-	-	-	-	
19	16	8	10	-	-	√	√	-	-	-	Σιφονισμός	
20	16	8	20	-	-	√	√	√	-	-	Φίλτρο 500 μm	
21	16	10	20	-	-	-	√	√	-	-	Σιφονισμός	
22	16	10	20	-	-	-	√	√	-	-	«	
23	16	10	40	-	-	-	√	√	-	-	«	
24	16	10	40	-	-	-	√	√	-	-	«	
25	16	10	40	-	-	-	√	√	-	-	«	
26	16	10	70	-	-	-	√	√	-	-	«	
27	16	16	70	-	-	-	√	√	-	-	«	
28	16	16	70	-	-	-	√	√	√	-	« Μεταφορά στο τμήμα αποκοπής	

Στον Πίνακα 4 παρατίθεται το πρωτόκολλο που τηρήθηκε από την 1^η ημέρα παραμονής των νυμφών στις δεξαμενές όγκου 15 m³ (ημέρα 29) έως και τη λήξη της πειραματικής διαδικασίας (ημέρα 50). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (22 ημέρες) οι νύμφες παρέμεναν στις εγκαταστάσεις του τμήματος αποκοπής του ιχθυογεννητικού σταθμού (Εικ. 13).



Εικόνα 13. Τμήμα αποκοπής ιχθυογεννητικού σταθμού.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Οι συνθήκες που επικρατούσαν στις δεξαμενές αποκοπής ήταν όμοιες με εκείνες του προηγούμενου σταδίου (ημέρα 28) εξαιρουμένης της σταδιακής αύξησης της εντάσεως του φωτός στα 100 Lux (ημέρα 29), της ανανέωσης του όγκου των δεξαμενών ανά ώρα στο 18 % (ημέρα 33) και της θερμοκρασίας στους 18 °C (ημέρα 40). Ακόμη, καθ' όλη την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν φίλτρα

αυξανόμενης διαμέτρου ματιού στις δεξαμενές εκτροφής, ώστε να αποφευχθεί έξοδος των ατόμων στο περιβάλλον κατά την ανανέωση του νερού. Ειδικότερα, στις δεξαμενές του τμήματος νυμφικής εκτροφής τοποθετήθηκαν προοδευτικά φίλτρα διαμέτρου 300 μm (έως ημέρα 19) και 500 μm (έως ημέρα 29), ενώ σε εκείνες του τμήματος αποκοπής φίλτρα διαμέτρου 700 μm (έως ημέρα 44) και 1000 μm (έως ημέρα 50), όπως όριζε το πρωτόκολλο της εταιρείας.

Περαιτέρω διαχειριστικές επεμβάσεις έλαβαν χώρα την 45^η ημέρα μετά την εκκόλαψη, όταν και διενεργούνταν η τρίτη κατά σειρά δειγματοληψία της παρούσας πειραματικής δράσης. Η ίδια αφορούσε την απομάκρυνση 200 ατόμων από κάθε δεξαμενή αποκοπής, προκειμένου να εξετασθούν για ύπαρξη αναπτυξιακών ανωμαλιών και να προσδιορισθεί η ανάπτυξή τους (βλ. ¶ 2.5.3). Πέντε ημέρες μετά (ημέρα 50) πραγματοποιούνταν και ο διαχωρισμός των πληθυσμών βάσει μεγέθους (διαλογή) και παράλληλα ο υπολογισμός του ποσοστού επιβίωσης (%) (βλ. ¶ 2.5.4), όπου σήμανε το τέλος της συγκεκριμένης μελέτης. Την ίδια ημέρα (ημέρα 50) οι νύμφες εισέρχονταν και στο στάδιο της μεταμόρφωσης, στο τέλος του οποίου (ημέρα 55) λάμβαναν την τελική τους μορφή (ιχθύδια) και κατανάλωναν αποκλειστικά σύμπηκτα εμπορίου κατάλληλης κοκκομετρίας (από ημέρα 52).

Πίνακας 4. Πειραματικό πρωτόκολλο εκτροφής από ημέρα 29 έως ημέρα 50.

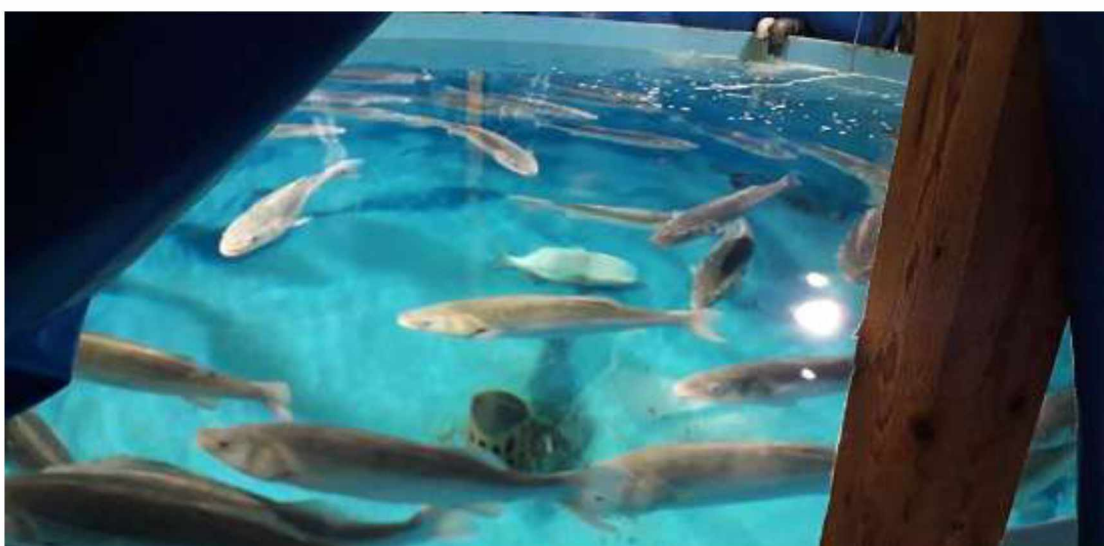
ΗΛΙΚΙΑ (d)	Θ (°C)	ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (%/h)	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣ (Lux)	ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝ	ΤΡΟΧΟΖΩΑ	<i>Artemia salina</i>		ΣΥΜΠΗΚΤΑ (µm)			ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
				<i>Chlorella minutissima</i>	<i>Brachionus sp. Cayman</i>	BF	EG	100-200	150-300	200-400	
29	16	16	100	-	-	-	√	√	√	-	-
30	16	16	100	-	-	-	√	√	√	-	Φίλτρο 700 µm
31	16	16	100	-	-	-	√	-	√	-	-
32	16	16	100	-	-	-	√	-	√	-	-
33	16	18	100	-	-	-	√	-	√	-	-
34	16	18	100	-	-	-	√	-	√	-	-
35	16	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
36	16	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
37	16	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
38	16	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
39	16	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
40	18	18	100	-	-	-	√	-	√	√	-
41	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
42	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
43	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
44	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
45	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	Φίλτρο 1000 µm, Λήψη δείγματος για έλεγχο δυσμορφιών & μέτρηση ανάπτυξης
46	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
47	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
48	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
49	18	18	100	-	-	-	√	-	-	√	-
50	21	18	100	-	-	-	√	-	-	√	Μεταμόρφωση Διαλογή 1,5 mm, Καταμέτρηση ατόμων, Προσδιορισμός (%) επιβίωσης

Εξωγενής
διατροφή

2.4 Διαχείριση γεννητόρων

Στο τμήμα γεννητόρων του συγκεκριμένου ιχθυογεννητικού σταθμού διατηρείται σε συνθήκες αιχμαλωσίας ένα απόθεμα ιχθύων υψηλής δυναμικής, ικανό να

καλύπτει τις ανάγκες της παραγωγής σε ετήσια βάση (Εικ. 14). Η επίτευξη της γαμετογενέσεως και τελικά της αναπαραγωγής των ατόμων αποτελεί πυλώνα της παραγωγικής διαδικασίας, επέρχεται μετά από προσαρμογή των γεννητικά ώριμων ιχθύων στις επικρατούσες κατά την φυσική τους ωοτοκία περιβαλλοντικές συνθήκες και κατά μέσο όρο διαρκεί 3 μήνες.



Εικόνα 14. Δεξαμενή γεννητόρων λαβρακιού (*D. labrax* L.) ιχθυογεννητικού σταθμού.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Κατά την υλοποίηση της παρούσας εργασίας λήφθηκαν αυγά από 4 ομάδες γεννητόρων λαβρακιού (Πιν. 5) κοινής προέλευσης και ηλικίας που διατηρούνταν σε κυλινδρικές, πολυεστερικές δεξαμενές χωρητικότητας 25 m³. Κατά μέσο όρο κάθε δεξαμενή περιείχε 52 άτομα από τα οποία τα 22 ήταν αρσενικά και τα 30 θηλυκά. Η παροχή του νερού στις δεξαμενές ήταν σταθερή με ρυθμό ανανέωσης 30 % του όγκου

ανά ώρα και τα επίπεδα του O₂ και της αλατότητας διατηρούνταν σε 5 mg/L και 24±0.89 ‰ αντιστοίχως. Ακόμη, η θερμοκρασία του νερού ανέρχονταν στους 14 °C και η φωτοπερίοδος σε 9 h ημερησίως.

Πίνακας 5. Στοιχεία γεννητόρων δεξαμενών πειράματος.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΓΕΝΝΗΤΟΡΩΝ	ΕΝΑΡΞΗ ΩΟΤΟΚΙΑΣ	ΗΛΙΚΙΑ (y)	ΠΛΗΘΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΘΗΛΥΚΩΝ	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ (Kg)
Γ1	Δεκ-20	7	56	25	31	3,81
Γ2	Οκτ-20	7	50	21	29	4,24
Γ5	Νοε-20	7	50	23	27	3,47
Γ10	Οκτ-20	7	51	20	31	2,61

Η διατροφή των γεννητόρων του συγκεκριμένου ιχθυογεννητικού σταθμού περιλαμβάνει αποκλειστικά σύμπληκτα διαμέτρου 8 mm εμπλουτισμένα και μη. Σαφέστερα, 3 μήνες πριν, αλλά και έως την παύση της ωοτοκίας τα ψάρια λαμβάνουν ενισχυμένη σε θρεπτικά συστατικά και συγκεκριμένα σε λίπος τεχνητή τροφή, προκειμένου να ικανοποιήσουν τις αυξημένες, λόγω γαμετογένεσης, διατροφικές απαιτήσεις τους. Κατά το υπόλοιπο της παραγωγικής περιόδου οι ιχθύες καταναλώνουν συμβατική τροφή εμπορίου για συντήρηση (Πίν. 6). Και στις δύο περιπτώσεις συμπλήκτων (εμπλουτισμένα και μη) η χορήγηση πραγματοποιείται δια χειρός 3 φορές εβδομαδιαίως (Τρίτη, Πέμπτη, Σάββατο) και η παρεχόμενη ποσότητα υπολογίζεται βάσει της βιομάζας των ατόμων κάθε δεξαμενής.

Πίνακας 6. Θρεπτική σύσταση εμπλουτισμένων (INVE Lansy Breed Performance) και μη (INVE Lansy Breed Essential) ιχθυοτροφών γεννητόρων που χορηγεί ο συγκεκριμένος ιχθυογεννητικός σταθμός.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	Lansy Breed Performance	Lansy Breed Essential
Ακατέργαστη πρωτεΐνη (%)	48,00	50,00
Ακατέργαστες λιπαρές ουσίες (%)	15,00	14,50
Ακατέργαστες ινώδεις ουσίες (%)	1,00	1,00
DHA (mg/g)	18,00	18,00
EPA (mg/g)	9,00	10,00

Τέλος, επιπλέον διαχειριστικές πρακτικές που αφορούν τους γεννήτορες αποτελούν η καθημερινή ανανέωση του νερού εκτροφής για απομάκρυνση των προϊόντων μεταβολισμού, αλλά και των υπολειμμάτων τροφής, ο σε εβδομαδιαία βάση σιφωνισμός των δεξαμενών, ο διαχωρισμός των ατόμων βάσει του φύλου, η σήμανση (τσιπ) και η καταγραφή των μορφομετρικών χαρακτηριστικών τους πριν την είσοδό τους στις δεξαμενές, αλλά και ο ετήσιος προληπτικός εμβολιασμός τους.

2.5 Πρωτόκολλα Ιχθυογεννητικού Σταθμού

2.5.1 Πρωτόκολλο συλλογής αυγών

Μετά την έναρξη της ωοτοκίας και την γονιμοποίηση των αυγών, έπεται η καθημερινή συλλογή τους από το προσωπικό του ιχθυογεννητικού σταθμού. Η διαδικασία ξεκινά με την υποχρεωτική διέλευση του συνόλου των επιπλεόντων στις

υπερχειλίσσεις των δεξαμενών των γεννητόρων αυγών, από τον ειδικό συλλέκτη που βρίσκεται τοποθετημένος στο εσωτερικό ενός άλλου δοχείου, πληρωμένου με νερό (Εικ. 15.Α). Ακολούθως, τα συγκρατούμενα από τον συλλέκτη αυγά μεταφέρονται στο δοχείο διαχωρισμού (Εικ. 15.Β), στο οποίο νωρίτερα έχει προστεθεί διάλυμα νερού και χλωριούχου νατρίου (NaCl) (150 g αλάτι σε 13 L νερού) αλατότητας $36\pm 0.90\%$ (Εικ. 15.Γ). Σε σύντομο χρονικό διάστημα επέρχεται ο διαχωρισμός και καθίσταται αντιληπτό πως τα νεκρά αυγά καταλαμβάνουν τον πυθμένα του δοχείου, ενώ τα βιώσιμα επιπλέουν στην επιφάνειά του. Τα αυγά που παραμένουν στο μέσο της στήλης του νερού του δοχείου θεωρούνται μη φυσιολογικά και λαμβάνονται υπόψιν ως νεκρά (Εικ. 15.Δ).



Εικόνα 15. Α) Δοχείο συλλογής αυγών. Συλλέκτης στο εσωτερικό του πληρωμένου με νερό δοχείου., Β) Μεταφορά αυγών στο δοχείο διαχωρισμού., Γ) Δοχείο διαχωρισμού αυγών πληρωμένο με διάλυμα νερού και χλωριούχου νατρίου (NaCl) αλατότητας $36\pm 0.90\%$., Δ) Βιώσιμα αυγά επιπλέουν στην επιφάνεια του δοχείου διαχωρισμού, νεκρά αυγά καταλαμβάνουν τον πυθμένα του δοχείου. Ενδιάμεση στήλη μη φυσιολογικά αυγά.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Σε επόμενο στάδιο, τα νεκρά αυγά υποχρεώνονται να διέλθουν πρώτα, μέσω ενός συνδεδεμένου με το δοχείο διαχωρισμού πλαστικού σωληναρίου, σε άλλο πληρωμένο με νερό δοχείο, ώστε να ζυγιστούν σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας 0.01 g (CAS). Αμέσως μετά, ακολουθούν και τα βιώσιμα, των οποίων η ποσότητα προσδιορίζεται, αφού πρώτα απολυμανθούν σε άλλο δοχείο όγκου 10 L. Η διαδικασία της απολύμανσης λαμβάνει χώρα, ώστε να προφυλάσσονται οι μελλοντικές προνύμφες από πιθανή προσβολή από μύκητες, βακτήρια, εξωπαράσιτα κ.ά. (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012) και περατώνεται σε 2 βήματα. Αρχικά, τα βιώσιμα αυγά εμβαπτίζονται σε διάλυμα 10 L νερού και 35 ml απολυμαντικού Buffodine για χρονικό διάστημα 5 min (Εικ. 16.A) και στη συνέχεια, αφού ξεπλυθούν σε καθαρό νερό (Εικ. 16.B) μεταφέρονται στις κυλινδρικές, πολυεστερικές δεξαμενές επώασης-εκκόλαψης όγκου 10 m³ στις οποίες και απελευθερώνονται, εφόσον αποκτήσουν κατάλληλη θερμοκρασία (15 °C).



Εικόνα 16. Α) Εμβάπτιση αυγών σε διάλυμα 10 L νερού και 35 ml απολυμαντικού Buffodine.,
Β) Αυγά προς απελευθέρωση στη δεξαμενή επώασης-εκκόλαψης.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Σε όλα τα στάδια της συλλογής τους τα αυγά παραμένουν σε επαφή με το υδάτινο στοιχείο, προλαμβάνοντας τυχόν αλλοιώσεις. Το νερό εκτροφής που για οποιονδήποτε λόγο εξέρχεται των δεξαμενών ή των δοχείων κατά τη συλλογή των αυγών, αλλά και καθόλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, απομακρύνεται στο περιβάλλον, αφού πρώτα υποστεί μηχανική και βιολογική επεξεργασία (ανοιχτό σύστημα εκτροφής). Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά τη συλλογή των αυγών καθαρίζεται και απολυμαίνεται σε καθημερινή βάση μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας.

2.5.2 Πρωτόκολλο υπολογισμού εκκόλαψης (%)

Τα αυγά παραμένουν στις δεξαμενές επώασης-εκκόλαψης για χρονικό διάστημα 5 ημερών, όταν και εμφανίζονται οι τελευταίες λεκιθοφόρες νύμφες. Σε αυτό το στάδιο δεν τους χορηγείται τροφή, δεδομένου ότι λαμβάνουν τα απαραίτητα για την οργανογένεση και επιβίωση θρεπτικά συστατικά από τον λεκιθικό σάκο που φέρουν (ενδογενής διατροφή). Προκειμένου να υπολογιστεί ο αριθμός των αυγών που εκκολάφτηκαν, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Αρχικά, λαμβάνεται δείγμα 200 ml με ποτήρι ζέσεως, επιφανειακά της δεξαμενής επώασης-εκκόλαψης. Ακολούθως, το περιεχόμενο του ποτηριού (νερό, λεκιθοφόρες προνύμφες, υπολείμματα αυγών) επιστρέφεται αργά στη δεξαμενή, ώστε να καθίσταται δυνατή η καταμέτρηση των λεκιθοφόρων προνυμφών που συλλήφθηκαν στα 200 ml. Τα βήματα αυτά επαναλαμβάνονται συνολικά 20 φορές (5 επαναλήψεις για κάθε τεταρτημόριο της δεξαμενής). Αφού προσδιοριστεί ο αριθμός των προνυμφών στα 4 L (20*200 ml), πραγματοποιούνται διαδοχικές αναγωγές στο 1 L και στα 10.000 L (δεξαμενή όγκου 10 m³) αντίστοιχα, ώστε να βρεθεί η αρχική πυκνότητα εκτροφής κάθε δεξαμενής. Τέλος, γνωρίζοντας την ποσότητα των αυγών (g) που τοποθετήθηκε σε κάθε δεξαμενή, αλλά και τον μέσο αριθμό τους ανά γραμμάριο (Ne/g), υπολογίζεται η εκκολαψιμότητα (%).

$$(\%) \text{ Εκκολαψιμότητα} = (\text{αρχική πυκνότητα εκτροφής} / \text{αριθμός αυγών ανά στοκάρισμα}) * 100$$

2.5.3 Έλεγχος δυσμορφιών & μέτρηση ανάπτυξης

Ο έλεγχος των δυσμορφιών των νυμφών των πειραματικών δεξαμενών πραγματοποιούνταν την 45^η ημέρα μετά την εκκόλαψη, όταν και λαμβάνονταν δείγμα 200 ατόμων από τις δεξαμενές του τμήματος αποκοπής, πριν το πρώτο τάισμα της ημέρας (07:00). Η σύλληψη πραγματοποιούνταν με απόχη, η κίνηση της οποίας ήταν τέτοια, ώστε να διέρχεται εκτός της επιφάνειας, από όλα τα επίπεδα της στήλης του νερού των δεξαμενών, εξασφαλίζοντας όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικότερο δείγμα του υπό μελέτη πληθυσμού. Στο αμέσως επόμενο στάδιο, τα συλληφθέντα άτομα

αναισθητοποιούνταν σε δοχείο με διάλυμα βενζοκαΐνης και τοποθετούνταν για παρατήρηση στο στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic). Οι δυσμορφίες που ελέγχθησαν κατά την παρούσα έρευνα ήταν οι παρακάτω:

- ✚ Στραβό στόμα
- ✚ Προέκταση άνω σιαγόνας (άνω προγναθισμός)
- ✚ Προέκταση κάτω σιαγόνας (κάτω προγναθισμός)
- ✚ Λόρδωση
- ✚ Κύφωση
- ✚ Έλλειψη ραχιαίου πτερυγίου
- ✚ Αλλοίωση ουραίου πτερυγίου.

Μετά την αξιολόγηση της φυσιολογικής κατάστασης των νυμφών, έπονταν η διαδικασία προσδιορισμού της ανάπτυξής τους με ατομικές μετρήσεις σταθερού μήκους (το τμήμα του σώματος από την κορυφή της άνω σιαγόνας έως και την απώτατη έκταση της νωτιαίας χορδής) (Εικ.17) και βάρους. Για την υλοποίησή της χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα παχύμετρο διαβάθμισης 0.1 mm και ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας 0.01 g (AND HL-100).



Εικόνα 17. Μέτρηση σταθερού μήκους ατόμου λαβρακιού (*D. labrax* L.) με παχύμετρο διαβάθμισης 0.1 mm.

(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

2.5.4 Διαλογή μεγέθους & υπολογισμός επιβίωσης (%)

Ο διαχωρισμός των ατόμων με γνώμονα το μέγεθος αποτελεί διαχειριστική τεχνική που χρησιμοποιείται ευρέως σε συνθήκες παραγωγής, δεδομένου ότι αποτρέπει φαινόμενα κανιβαλισμού, περιορίζει τη θνησιμότητα και εξασφαλίζει την ομοιομορφία των πληθυσμών (Kestemont *et al.*, 2003). Κατά την παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε διαλογή μεγέθους σε άτομα λαβρακιού ηλικίας 50 ημερών από την εκκόλαψη, σύμφωνα με το πρωτόκολλο της εταιρείας.

Την έναρξη της διαδικασίας σήμανε η μείωση της στάθμης της υπό διαλογή δεξαμενής, προκειμένου να καταστεί ευκολότερη η σύλληψη των νυμφών μέσω

απόχης. Εν συνεχεία, ο διαλογέας, του οποίου οι ράβδοι απείχαν μεταξύ τους 1,5 mm (Εικ. 18), εισέρχονταν σε νέα δεξαμενή εκτροφής όγκου 15 m³ και στο εσωτερικό του τοποθετούνταν άτομα συνολικού βάρους 1.000 g. Τα άτομα αυτά, υφιστάμενα ώθηση από τον κινούμενο διαλογέα κατέληγαν βάσει του μεγέθους τους, είτε να εξέρχονται από αυτόν (μικρού μεγέθους άτομα), είτε να περιορίζονται στο εσωτερικό του και μετέπειτα, να μεταφέρονται σε άλλη δεξαμενή εκτροφής (μεγάλου μεγέθους άτομα). Η λήξη της διαδικασίας διαλογής επέρχονταν με την απομάκρυνση του συνόλου των νυμφών της αρχικής δεξαμενής.



Εικόνα 18. Σχάρα διαλογέα αποστάσεως 1,5 mm μεταξύ των ράβδων.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Όσον αφορά τον προσδιορισμό του ποσοστού επιβίωσης του συνόλου των πειραματικών δεξαμενών, επετεύχθη σε κοινό χρόνο με τη διαλογή (ημέρα 50). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού των ατόμων, πραγματοποιούνταν και

καταμέτρηση ορισμένης ποσότητας (g) αυτών, ώστε με τις κατάλληλες αναγωγές να υπολογιστεί ο πληθυσμός των επιζώντων. Η επιβίωση (%) υπολογίστηκε βάσει της αρχικής πυκνότητας εκτροφής των δεξαμενών που μετρούνταν την 2^η ημέρα από την εκκόλαψη:

$$(\%) \text{ Επιβίωσης} = (\text{αριθμός ατόμων που επιβίωσαν} / \text{αρχική πυκνότητα εκτροφής}) * 100$$

2.6 Διατροφικό πρωτόκολλο πειραματικής διαδικασίας

2.6.1 Διατροφή από ημέρα 7 έως ημέρα 27

Για το σύνολο των πειραματικών δεξαμενών ακολουθήθηκε κοινό διατροφικό πρωτόκολλο που αναγράφεται στους Πίνακες 3 και 4. Η παροχή ζωντανής τροφής ξεκινούσε την 5^η ημέρα μετά την ολοκλήρωση της εκκόλαψης (ημέρα 7), όταν και τα αποθέματα του λεκιθικού σάκου του συνόλου των νυμφών εξαντλούνταν (ενδογενής διατροφή) και το άνοιγμα του στόματός τους ήταν κατάλληλο. Σε πρώτη φάση (από ημέρα 7 έως ημέρα 9) προσθέτονταν στις δεξαμενές κύτταρα φυτοπλαγκτού *Chlorella minutissima* (Εικ. 19) 1 φορά και τροχόζωα *Brachionus sp.* Cayman 3 φορές ημερησίως (ανά 8 h), έως κορεσμού, σε συγκέντρωση 70-90 κύτταρα/ml και 6-8 ρότιφερ/ml αντίστοιχα.

Παράλληλα με τους ανωτέρω τύπους ζωντανής τροφής, την 10^η ημέρα μετά την εκκόλαψη εισέρχονταν για πρώτη φορά στις δεξαμενές παραμονής των νυμφών το

μικρού μεγέθους καρκινοειδές *Artemia salina* BF, σε πυκνότητα 4-5 ναύπλιοι/ml, ενώ την 17^η ημέρα χορηγούνταν και η μεγαλύτερη *A. salina* EG, σε συγκέντρωση 2-3 ναύπλιοι/ml. Για τις επόμενες 2 ημέρες (έως ημέρα 19) η διατροφή των νυμφών στηριζόταν αποκλειστικά στην χορήγηση των παραπάνω τύπων *Artemia* η οποία λάμβανε χώρα 5 φορές ημερησίως κατά την διάρκεια του τεχνητού φωτισμού (15,5 h/d). Λίγο πριν την μεταφορά των νυμφών στις εγκαταστάσεις του τμήματος αποκοπής (από ημέρα 20 έως ημέρα 27), εντάσσονταν σταδιακά και τεχνητή τροφή στη διαίτα τους μέσω συμπήκτων διαμέτρου 100-200 μm 10 φορές ημερησίως (ανά 1 h) έως κορεσμού.



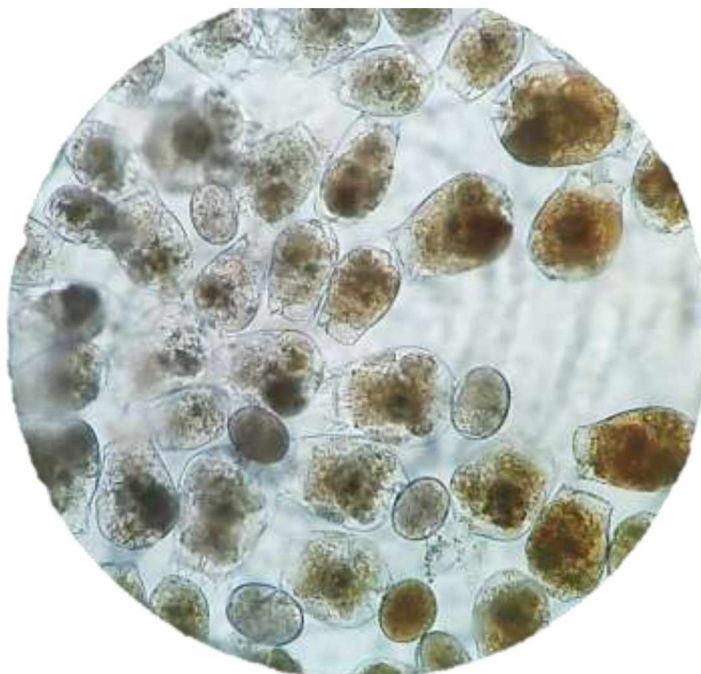
Εικόνα 19: Master φυτοπλαγκτού (*C. minutissima*).

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Η χορήγηση των προαναφερθέντων τύπων ζωντανής τροφής πραγματοποιούνταν, μετά από εμπλουτισμό τους με εξειδικευμένα εμπορικά

σκευάσματα, εξαιτίας της σύμφωνα με τις απαιτήσεις των νυμφών χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (EPA, DHA). Συγκεκριμένα, ο εμπλουτισμός των τροχοζώων διαρκούσε 5 h (Εικ. 20), ενώ της μεγαλύτερου μεγέθους *Artemia* (EG) 18,5 h (Εικ. 21) και επιτελούνταν στις ειδικές εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού (τμήμα ζωντανής τροφής).

Ωστόσο, η είσοδος του εμπλουτισμένου ζωοπλαγκτού στις δεξαμενές εκτροφής των νυμφών δύναται να αποδειχθεί περιοριστική του φυσιολογικού σχηματισμού της νηκτικής τους κύστης. Για τον λόγο αυτό το πειραματικό πρωτόκολλο περιελάμβανε την τοποθέτηση επιφανειακού skimmer στις δεξαμενές πριν την έναρξη χορήγησής του (ημέρα 7).



Εικόνα 20. Εμπλουτισμένα άτομα *B. sp. Caيمان*.

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 21. Εμπλουτισμένα άτομα *A. salina* EG.

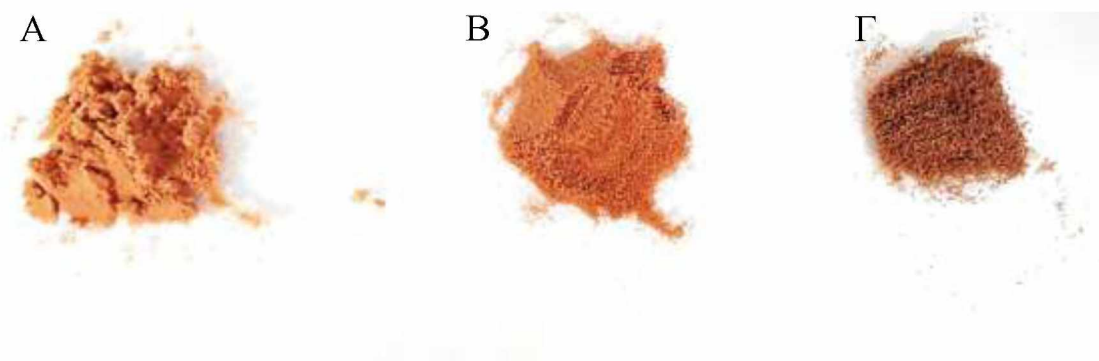
Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

2.6.2 Διατροφή από ημέρα 28 έως ημέρα 50

Η μεταφορά των νυμφών στις εγκαταστάσεις του τμήματος αποκοπής του ιχθυογεννητικού σταθμού (ημέρα 28) σήμανε την προοδευτική εισαγωγή αυξανόμενης διαμέτρου συνθετικής τροφής στη διαίτά τους (Εικ. 22), μέχρις ότου εκείνη αποτελέσει αποκλειστική πηγή θρεπτικών (ημέρα 52).

Σε πρώτη φάση (από ημέρα 28 έως ημέρα 30) το διατροφικό πρωτόκολλο που τηρούνταν δεν διέφερε από το νωρίτερα (από ημέρα 21 έως ημέρα 27) εφαρμοζόμενο, εξαιρούμενης της προσθήκης συμπηκτων διαμέτρου 150-300 μm (ημέρα 28).

Σε επόμενο στάδιο (ημέρα 31) δεδομένης της ανάπτυξης των νυμφών (μεγαλύτερο άνοιγμα στόματος) διακόπτονταν η χορήγηση της ξηράς τροφής διαμέτρου 100-200 μm , ενώ 4 ημέρες μετά (ημέρα 35) προσφέρονταν και σύμπηκτα μεγαλύτερης διαμέτρου (200-400 μm) 10 φορές ημερησίως έως κορεσμού. Η ταυτόχρονη χορήγηση ζωντανής και αδρανούς τροφής συνεχιζόταν δια χειρός από το προσωπικό του εκκολαπτηρίου έως τη λήξη της πειραματικής διαδικασίας (ημέρα 50), με τις ποσότητες της *Artemia* να φθίνουν στο πέρας του χρόνου.



Εικόνα 22. Συνθετική τροφή αυξανόμενης διαμέτρου που χορηγήθηκε κατά την πειραματική διαδικασία. **A)** Σύμπηκτα διαμέτρου: 100-200 μm ., **B)** Σύμπηκτα διαμέτρου: 150-300 μm ., **Γ)** Σύμπηκτα διαμέτρου: 200-400 μm .

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

2.7 Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA). Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha=0.05$ ($P<0.05$).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ζωοτεχνικά στοιχεία

3.1.1 Εκκολασιμότητα αυγών (%)

Η εκκολασιμότητα των αυγών του συνόλου των δεξαμενών της παρούσας πειραματικής δράσης προσδιορίστηκε δύο μέρες μετά την εμφάνιση των πρώτων λεκιθοφόρων προνυμφών (ημέρα 2), χωρίς να εντοπίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών της ($P>0.05$). Τα ποσοστά εκκόλαψης των μελετούμενων αυγών κυμάνθηκαν από 13.09 έως 98.38 % (μέση τιμή: 54.39 ± 22.90 %). Συγκεκριμένα, η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στη δεξαμενή Λ19 που περιελάμβανε αυγά που συλλέχτηκαν από τις δεξαμενές γεννητόρων Γ5 και Γ1 στις 24-25/01/2021 αντίστοιχα. Αντίθετα, η μέγιστη σημειώθηκε στην δεξαμενή Λ4 της οποίας τα αυγά προέρχονταν από την Γ5 μετά από μία και μοναδική απελευθέρωση στις 28/11/2020.

3.1.2 Επιβίωση νυμφών (%)

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποσοστών της επιβίωσης των νυμφών του συνόλου των πειραματικών δεξαμενών ($P>0.05$). Το εύρος στο οποίο εντοπίστηκαν τα ποσοστά τους κυμάνθηκε από 37.57 έως 77.71 % (μέση τιμή: 51.85 ± 12.23 %). Η ελάχιστη τιμή επισημάνθηκε στην ένατη κατά σειρά δεξαμενή του τμήματος αποκοπής (Α9) που περιελάμβανε νύμφες από τις ομάδες

γεννητόρων Γ2 και Γ1 μετά από μία απελευθέρωση αυγών στις 07/12/2020. Από την άλλη, η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε μετά τη διαλογή της τελευταίας κατά σειρά δεξαμενής της πειραματικής διαδικασίας (A20) που συμπληρώθηκε με νύμφες προερχόμενες από τις δεξαμενές Γ1 και Γ5 του τμήματος γεννητόρων στις 25-26/01/2021 αντίστοιχα.

3.1.3 Μέσο μήκος (mm)

Η ολοκλήρωση των καταγραφών του μήκους ορισμένου αριθμού ατόμων κάθε πειραματικής δεξαμενής επετεύχθη την 45^η ημέρα μετά την εκκόλαψη και δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών της ($P>0.05$). Συγκεκριμένα, το εύρος που οι ίδιες κάλυπταν κυμάνθηκε από 15.57 ± 0.61 έως 18.68 ± 1.02 mm (μέση τιμή: 16.67 ± 0.70 mm), με την ελάχιστη να αφορά την ένατη δεξαμενή του τμήματος αποκοπής του ιχθυογεννητικού σταθμού (A9) και τη μέγιστη την πέμπτη (A5). Οι δύο αυτές δεξαμενές περιελάμβαναν νύμφες προερχόμενες από τα αυγά των Γ2 και Γ1 και Γ2 και Γ10 ομάδων γεννητόρων αντιστοίχως.

3.1.4 Μέσο βάρος (g)

Παράλληλα με την καταγραφή του μήκους των ατόμων πραγματοποιήθηκαν και ατομικές μετρήσεις βάρους, οι μέσες τιμές των οποίων δεν εμφάνισαν εξίσου σημαντικές στατιστικά διαφορές ($P>0.05$). Η ελάχιστη και μέγιστη τιμή που επισημάνθηκε αντιστοιχούσε στην ένατη (A9) και πέμπτη (A5) κατά σειρά δεξαμενή

αποκοπής, σε συμφωνία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του μήκους και ανήλθε σε 0.04 ± 0.01 g και 0.07 ± 0.02 g (μέση τιμή: 0.05 ± 0.01 g).

3.1.5 Δυσμορφίες (%)

Η παρατήρηση των ατόμων για τον εντοπισμό του συνόλου των δύσμορφων πραγματοποιήθηκε λίγο πριν τη λήξη της πειραματικής διαδικασίας (ημέρα 45) στον ίδιο χρόνο με τις ατομικές μετρήσεις μήκους και βάρους. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν φυσιολογικά για τις συνθήκες του πειράματος ποσοστά ανωμαλιών των ατόμων και η στατιστική ανάλυση μη σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P > 0.05$). Αναλυτικότερα, οι τιμές κυμάνθηκαν από 2.00 έως 5.50 % (μέση τιμή: 3.45 ± 1.23 %) με την ελάχιστη να παρατηρείται στις νύμφες παραπάνω της μίας δεξαμενών αποκοπής και τη μέγιστη σε μία και μοναδική. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τις δεξαμενές A12, A15, A17 και A18 που φιλοξενούσαν εξολοκλήρου ή ως ένα βαθμό κοινής προέλευσης νύμφες (Γ5), καθώς και την A3 της οποίας οι νύμφες προέρχονταν από τρεις ομάδες γεννητόρων (Γ5, Γ2, Γ10).

Τα αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν συνοψίζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Ζωοτεχνικά στοιχεία πειράματος (όπου Λ: δεξαμενή νυμφικής εκτροφής και Α: δεξαμενή αποκοπής)
(Εντονη γραφή μέγιστες και ελάχιστες τιμές).

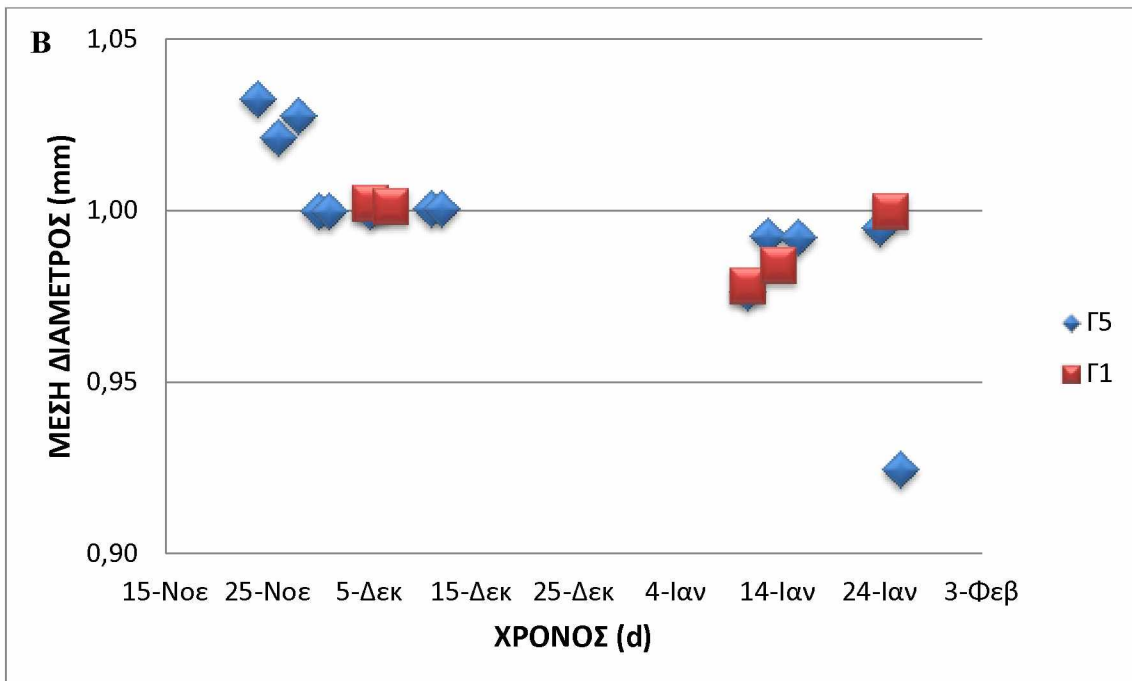
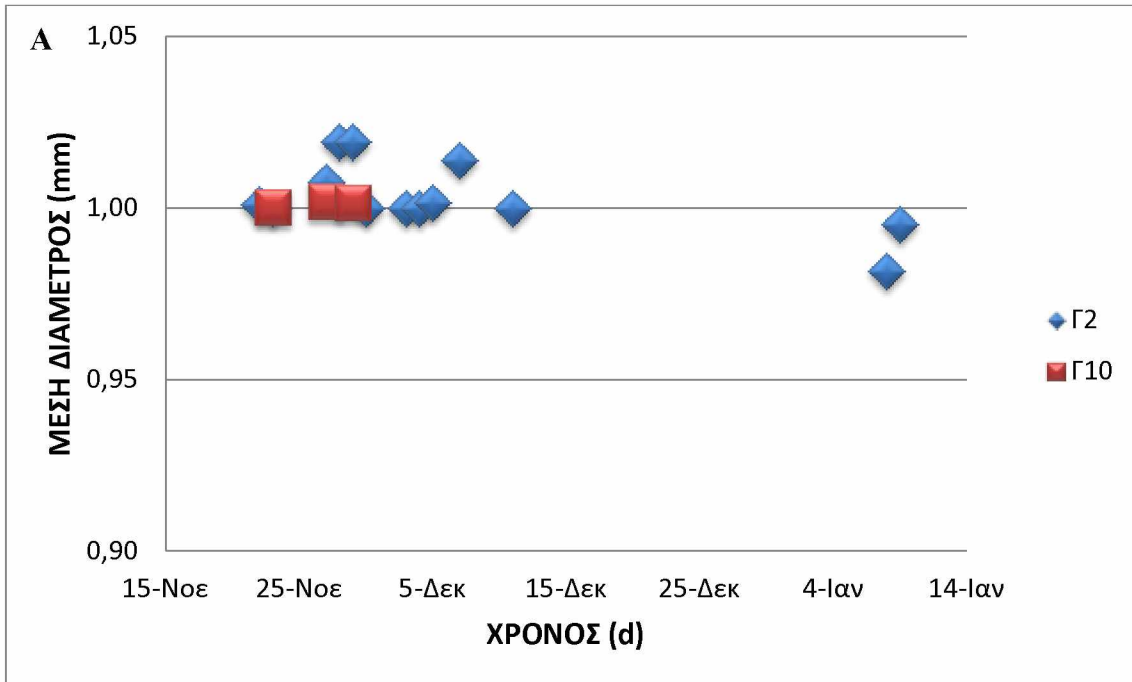
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΥΓΩΝ	(%) ΕΚΚΟΛΑΨΗ	(%) ΕΠΙΒΙΩΣΗ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ±τ.α (mm)	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ±τ.α (g)	(%) ΔΥΣΜΟΡΦΙΕΣ
Λ1→Α1	Γ2	28.12	50.57	16.36±1.26	0.05±0.01	4.50
Λ7→Α7	Γ2	18.95	39.33	16.62±0.90	0.04±0.01	4.50
Λ11→Α11	Γ2	63.69	66.59	15.67±1.33	0.04±0.01	2.50
Λ4→Α4	Γ5	98.38	51.16	17.47±1.24	0.06±0.01	4.50
Λ12→Α12	Γ5	93.99	43.24	17.05±1.12	0.06±0.02	2.00
Λ13→Α13	Γ5	76.21	51.00	16.63±0.96	0.05±0.01	2.50
Λ15→Α15	Γ5	84.19	61.67	16.51±0.80	0.05±0.01	2.00
Λ14→Α14	Γ1	40.51	38.79	16.27±0.99	0.05±0.01	2.50
Λ16→Α16	Γ1	50.66	41.46	16.29±0.81	0.05±0.01	2.50
Λ2→Α2	Γ2, Γ5, Γ10	43.62	44.44	16.79±1.10	0.04±0.01	5.00
Λ3→Α3	Γ2, Γ5, Γ10	46.48	50.96	17.31±1.15	0.05±0.01	5.50
Λ8→Α8	Γ1, Γ2, Γ5	43.75	39.51	16.58±0.94	0.04±0.01	4.50
Λ6→Α6	Γ2, Γ5	72.62	69.56	17.34±0.80	0.05±0.01	4.50
Λ10→Α10	Γ2, Γ5	45.39	49.61	16.24±0.95	0.04±0.01	2.50
Λ17→Α17	Γ1, Γ5	63.53	45.09	16.48±0.85	0.05±0.01	2.00
Λ18→Α18	Γ1, Γ5	49.04	69.55	16.70±0.70	0.05±0.01	2.00
Λ19→Α19	Γ1, Γ5	13.09	43.64	17.02±1.04	0.05±0.02	3.00
Λ20→Α20	Γ1, Γ5	37.60	77.71	15.83±0.94	0.04±0.01	3.00
Λ5→Α5	Γ2, Γ10	61.20	65.56	18.68±1.02	0.07±0.02	5.00
Λ9→Α9	Γ1, Γ2	56.71	37.57	15.57±0.61	0.04±0.01	4.50
Μ.Ο.±τ.α	-	54.39±22.90	51.85±12.23	16.67±0.70	0.05±0.01	3.45±1.23

3.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

3.2.1 Διάμετρος αυγών (mm)

Ο προσδιορισμός της διαμέτρου των αυγών κάθε ομάδας γεννητόρων πραγματοποιούνταν μετά από κάθε απελευθέρωση και ολοκληρώνονταν με το πέρας 3 επαναλήψεων υποδεικνύοντας ως μέση τιμή τα 0.999 ± 0.018 mm. Αναλυτικότερα, το μέγεθος των αυγών της πειραματικής ομάδας Γ1 κυμάνθηκε από 0.978 ± 0.041 έως 1.002 ± 0.015 mm (μέση τιμή: 0.993 ± 0.010 mm), της Γ2 από 0.982 ± 0.039 έως 1.019 ± 0.040 mm (μέση τιμή: 1.003 ± 0.010 mm), της Γ5 από 0.925 ± 0.043 έως 1.033 ± 0.047 mm (μέση τιμή: 0.997 ± 0.027 mm) και της Γ10 από 1.000 ± 0.006 έως 1.002 ± 0.014 mm (μέση τιμή: 1.001 ± 0.001 mm). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων κατέδειξε μη σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανωτέρω τιμών ($P > 0.05$).

Κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας παρατηρήθηκε μείωση της διαμέτρου των παραγόμενων αυγών (Σχ. 1.A και Β). Η πτωτική αυτή πορεία επήλθε είτε μετά από μικρή αύξηση (Γ2), είτε μετά από στασιμότητα (Γ5). Εξάιρεση αποτέλεσε η πειραματική ομάδα γεννητόρων Γ1 της οποίας η διάμετρος των αυγών παρουσίασε ανοδική πορεία κατά τον Ιανουάριο, ενώ για εκείνη της Γ10 δεν μπορούν να εξαχθούν βάσιμα συμπεράσματα μιας και τα διαθέσιμα στοιχεία ήταν λιγοστά (μόλις 3 παρατηρήσεις) και αφορούσαν τη λήξη της ωοτοκίας.



Σχήμα 1. A), B) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης της διαμέτρου των αυγών των πειραματικών ομάδων γεννητόρων (Γ1, Γ2, Γ5, Γ10) κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους).

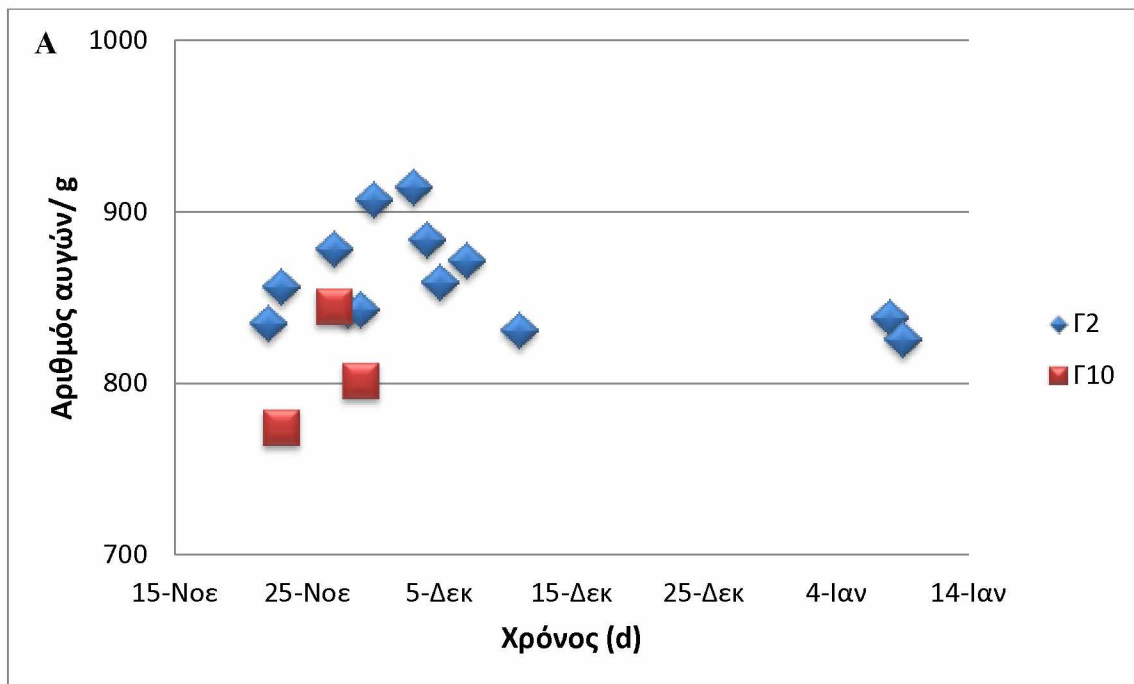
Πίνακας 8. Εξέλιξη της διαμέτρου (mm) των εξεταζόμενων αυγών (μέσος όρος (\bar{x})±τυπική απόκλιση (τ.α.)) στη διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας (όπου Γ: δεξαμενή τμήματος γεννητόρων).

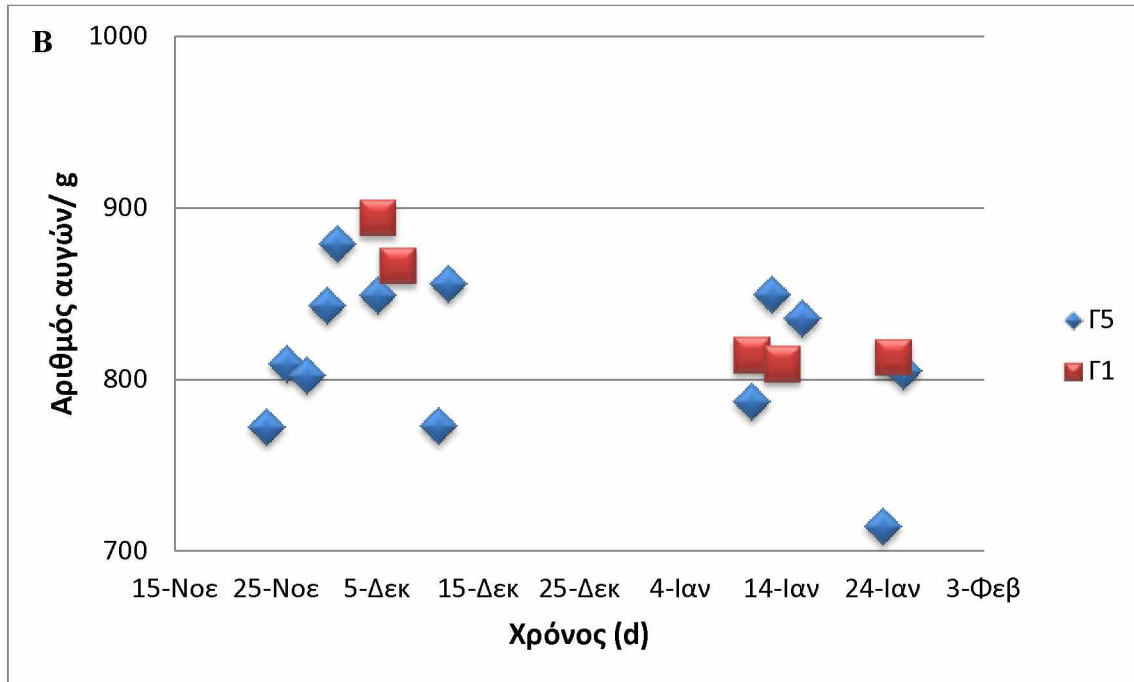
Γ1	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ2	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ5	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ10	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.
		5-Δεκ		1.002±0.015			22-Νοε	1.001±0.010			24-Νοε
	7-Δεκ	1.001±0.011		23-Νοε	1.000±0.000		26-Νοε	1.021±0.041		27-Νοε	1.002±0.014
	11-Ιαν	0.978±0.041		27-Νοε	1.008±0.027		28-Νοε	1.028±0.045		29-Νοε	1.002±0.013
	14-Ιαν	0.984±0.036		28-Νοε	1.019±0.040		30-Νοε	1.000±0.000			
	25-Ιαν	1.003±0.017		29-Νοε	1.019±0.040		1-Δεκ	1.000±0.000			
				30-Νοε	1.000±0.000		5-Δεκ	1.000±0.000			
				3-Δεκ	1.000±0.000		11-Δεκ	1.001±0.008			
				4-Δεκ	1.000±0.000		12-Δεκ	1.001±0.008			
				5-Δεκ	1.002±0.013		11-Ιαν	0.976±0.043			
				7-Δεκ	1.014±0.035		13-Ιαν	0.993±0.026			
				11-Δεκ	1.000±0.000		16-Ιαν	0.992±0.027			
				8-Ιαν	0.982±0.002		24-Ιαν	0.995±0.022			
				9-Ιαν	0.995±0.000		26-Ιαν	0.925±0.043			

3.2.2 Αριθμός αυγών/g

Η καταμέτρηση των απελευθερούμενων από τους γεννήτορες κάθε πειραματικής ομάδας αυγών πραγματοποιούνταν εις τριπλούν σε συνέχεια του προσδιορισμού της διαμέτρου τους. Η λήξη της διαδικασίας αυτής ανέδειξε ως μέσο αριθμό του συνόλου των εξεταζόμενων δειγμάτων σε επίπεδο γραμμαρίου τα 835±42. Αναλυτικότερα, ο αριθμός αυτός για την ομάδα γεννητόρων Γ1 κυμάνθηκε από 809±5 έως 895±15 (μέση τιμή: 839±35 αυγά/g), για την Γ2 από 826±5 έως 915±22 (μέση τιμή: 861±29 αυγά/g), για την Γ5 από 715±11 έως 879±4 (μέση τιμή: 814±45 αυγά/g) και για την Γ10 από 775±32 έως 845±22 (μέση τιμή: 807±36 αυγά/g). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων κατέδειξε μη σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανωτέρω τιμών ($P>0.05$).

Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού των υπό μελέτη αυγών ανά γραμμάριο στο πέρας του χρόνου (Σχ. 2 Α., Β.). Ιδιαίτερα τα συλλεγόμενα από τις Γ2 και Γ5 αυγά παρουσίασαν αυξητική τάση κατά τον μήνα Νοέμβριο που εξελίχθηκε σε πτωτική τους αμέσως επόμενους (Δεκέμβριος, Ιανουάριος) παρά την έναρξη των απελευθερώσεων με διαφορά ενός μήνα. Αντιθέτως, τα προερχόμενα από την Γ1 αυγά μειώθηκαν σε επίπεδο γραμμαρίου μεταξύ Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου (έναρξη ωοτοκίας Δεκέμβριος), ενώ για εκείνα της Γ10 δεν δύναται να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα λόγω του περιορισμένου όγκου δεδομένων (μοναδικός μήνας καταγραφών Νοέμβριος).





Σχήμα 2. Α), Β) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού των αυγών/g των πειραματικών ομάδων γεννητόρων (Γ1, Γ2, Γ5, Γ10) κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους).

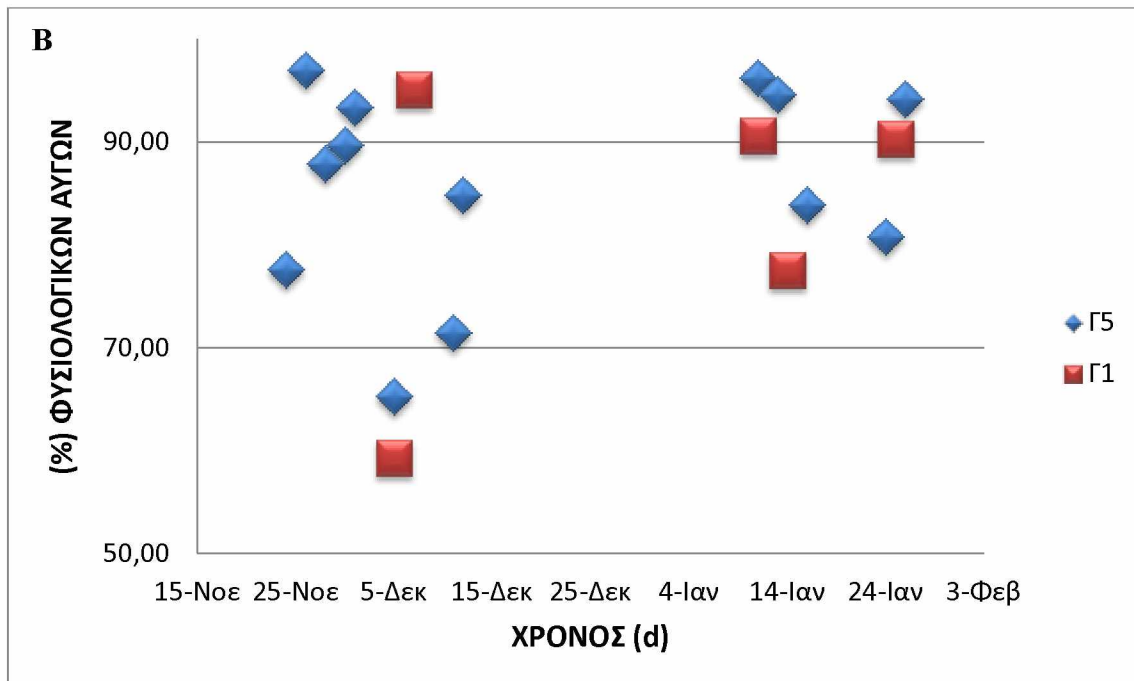
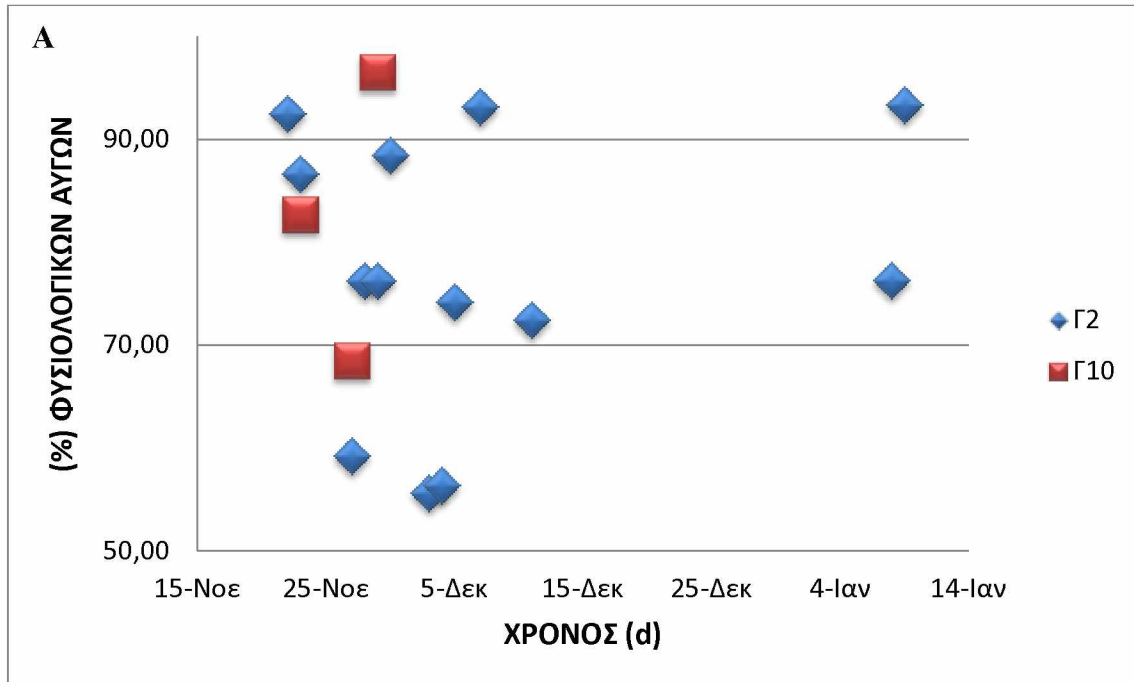
Πίνακας 9. Εξέλιξη του αριθμού των εξεταζόμενων αυγών/g (μέσος όρος (\bar{x})±τυπική απόκλιση (τ.α.)) στη διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας (όπου Γ: δεξαμενή τμήματος γεννητόρων).

Γ1	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ2	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ5	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.	Γ10	Ημερομηνία	\bar{x} ±τ.α.
		5-Δεκ		894±14			22-Νοε	835±55			24-Νοε
	7-Δεκ	866±14		23-Νοε	856±28		26-Νοε	809±11		27-Νοε	845±22
	11-Ιαν	814±23		27-Νοε	878±14		28-Νοε	802±16		29-Νοε	802±17
	14-Ιαν	809±5		28-Νοε	843±11		30-Νοε	843±27			
	25-Ιαν	813±11		29-Νοε	843±11		1-Δεκ	879±4			
				30-Νοε	907±11		5-Δεκ	849±16			
				3-Δεκ	914±22		11-Δεκ	773±10			
				4-Δεκ	884±6		12-Δεκ	856±12			
				5-Δεκ	859±9		11-Ιαν	787±14			
				7-Δεκ	872±24		13-Ιαν	850±3			
				11-Δεκ	831±13		16-Ιαν	836±15			
				8-Ιαν	838±5		24-Ιαν	714±11			
				9-Ιαν	826±5		26-Ιαν	805±5			

3.2.3 Αριθμός φυσιολογικών αυγών

Τα κριτήρια βάσει των οποίων προσδιορίζονταν τα φυσιολογικά αυγά κάθε δείγματος δεν ήταν άλλα από το χρώμα και το σχήμα τους. Για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων ο κατά μέσο όρο αριθμός των βιώσιμων αυγών εκφράστηκε σε ποσοστό και άγγιξε το 80.48 ± 14.45 %. Αναλυτικότερα, για την πειραματική ομάδα Γ1 το ποσοστό των υγιών κυμάνθηκε από 37.21 ± 19.00 έως 95.16 ± 1.79 % (μέση τιμή: 75.06 ± 22.70 %), για την Γ2 από 55.67 ± 1.31 έως 93.38 ± 1.84 % (μέση τιμή: 77.02 ± 13.60 %), για την Γ5 από 65.30 ± 5.73 έως 97.03 ± 0.04 % (μέση τιμή: 85.94 ± 9.93 %) και για την Γ10 από 68.56 ± 1.74 έως 96.58 ± 1.02 % (μέση τιμή: 82.62 ± 14.01 %), μη εμφανίζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0.05$).

Η βιωσιμότητα των αυγών της παρούσας πειραματικής δράσης δεν διατηρήθηκε σταθερή στο πέρας της εξεταζόμενης περιόδου ωοτοκίας (Σχ. 3 Α., Β.). Ιδιαίτερα, το πλήθος των υγιών αυγών των Γ2 και Γ5 ομάδων γεννητόρων παρουσίασε συνεχείς αυξομειώσεις στο πέρας του χρόνου με τις ελάχιστες τιμές να επισημαίνονται 2 και 1 μήνα μετά την έναρξη των απελευθερώσεων. Αντιθέτως, το πλήθος των φυσιολογικών αυγών της Γ1 αυξήθηκε στο πέρας του χρόνου με την ελάχιστη τιμή να εντοπίζεται ακριβώς κατά την έναρξη της ωοτοκίας. Σε αρκετά υψηλά επίπεδα κυμάνθηκε και το πλήθος των βιώσιμων της Γ10, παρά του συνόλου των καταγραφών αποκλειστικά κατά την λήξη της αναπαραγωγικής περιόδου.



Σχήμα 3. Α), Β) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού των φυσιολογικών αυγών των ομάδων γεννητόρων (Γ1, Γ2, Γ5, Γ10) κατά την μελετούμενη περίοδο ωστοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

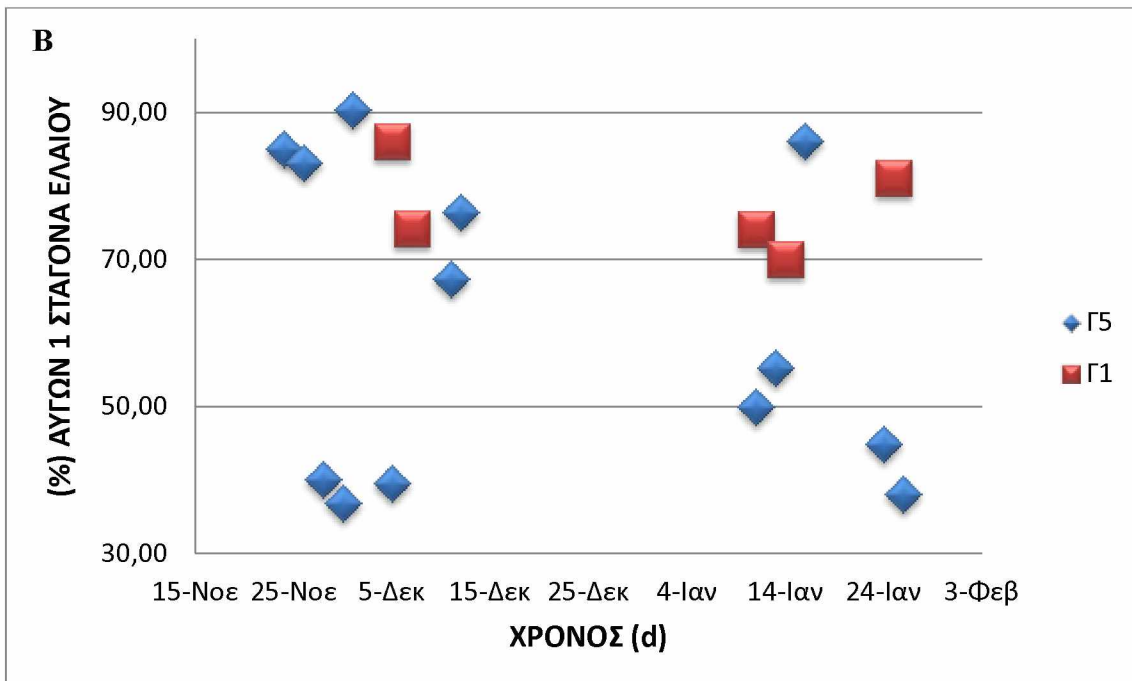
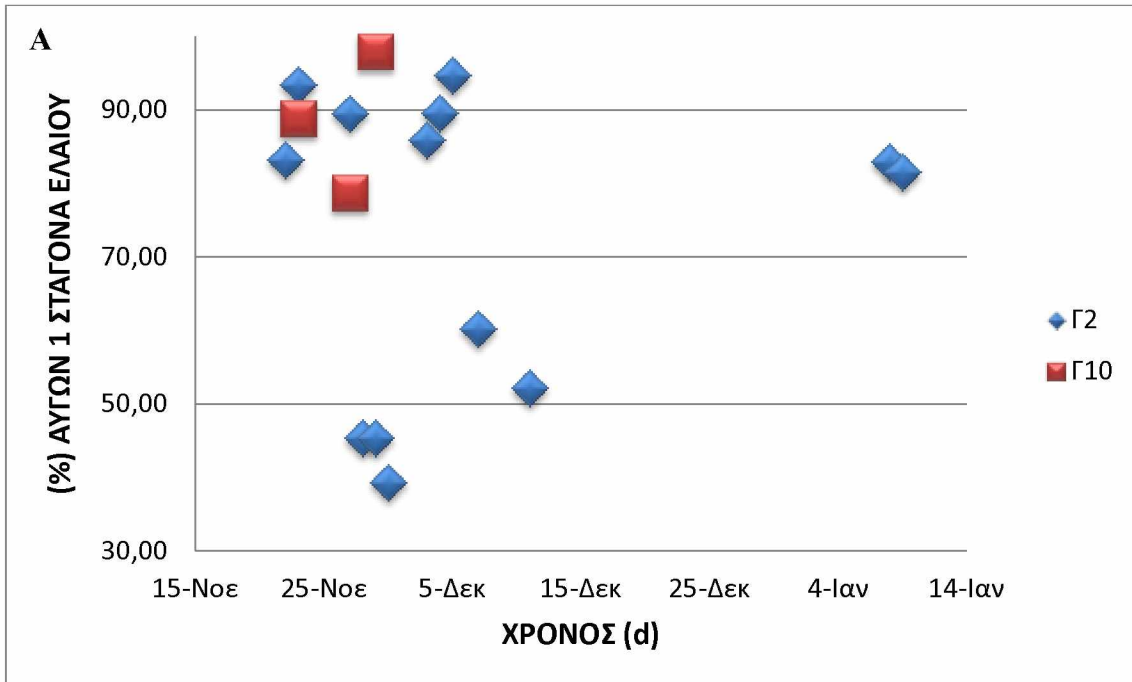
3.2.4 Σταγόνες ελαίου

Το πειραματικό πρωτόκολλο που τηρήθηκε καθόλη την διάρκεια των δειγματοληψιών περιελάμβανε την παρατήρηση των αυγών στο στερεοσκόπιο, προκειμένου να διαπιστωθεί το πλήθος τους βάσει του αριθμού των σταγόνων ελαίου που έφεραν. Από την εξέταση του συνόλου των δειγμάτων προέκυψαν αυγά με 1, 2 και 3 ή περισσότερες (3+) σταγόνες ελαίου στην περιφέρειά τους, ο συνολικός αριθμός των οποίων εκφράστηκε σε ποσοστό (%).

3.2.4.1 Αυγά με 1 σταγόνα ελαίου

Το πλήθος των αυγών που έφεραν 1 σταγόνα ελαίου επικράτησε των υπολοίπων με ποσοστό εμφάνισης 68.84 ± 23.14 %. Για την πειραματική ομάδα Γ1 το ποσοστό των αυγών αυτών κυμάνθηκε από 70.10 ± 1.55 έως 86.17 ± 0.88 % (μέση τιμή: 77.19 ± 6.40 %), για την Γ2 αντίστοιχα από 39.38 ± 2.79 έως 94.73 ± 1.81 % (μέση τιμή: 72.60 ± 20.68 %), για την Γ5 από 36.88 ± 5.92 έως 90.38 ± 2.85 % (μέση τιμή: 61.04 ± 20.95 %) και για την Γ10 από 78.80 ± 3.55 έως 97.98 ± 1.61 % (μέση τιμή: 88.55 ± 9.59 %), χωρίς να εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P > 0.05$).

Ως επί το πλείστον ο αριθμός των αυγών της συγκεκριμένης κατηγορίας σταγόνων αποδείχθηκε ιδιαιτέρως μεταβλητός στο πέρας του χρόνου (Γ2, Γ10) (Σχ. 4 Α., Β). Εξαίρεση αποτέλεσαν τα αυγά που γονιμοποιήθηκαν από τα αρσενικά των Γ1 και Γ5 το πλήθος των οποίων απέδωσε σαφώς πτωτική πορεία στον χρόνο.

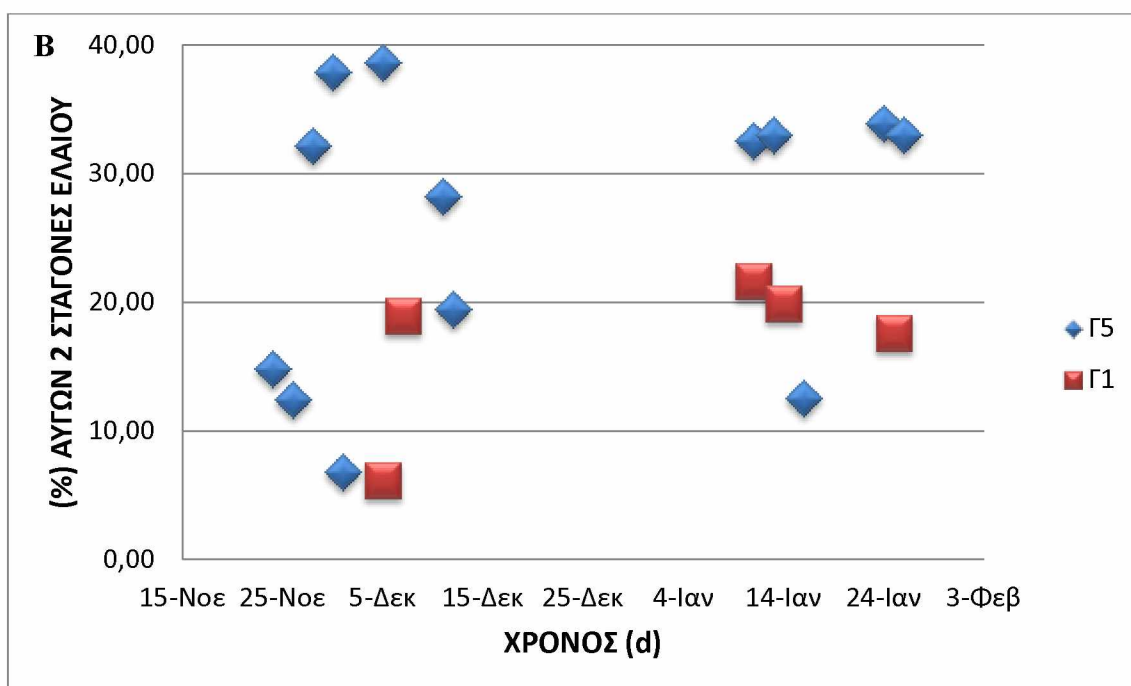
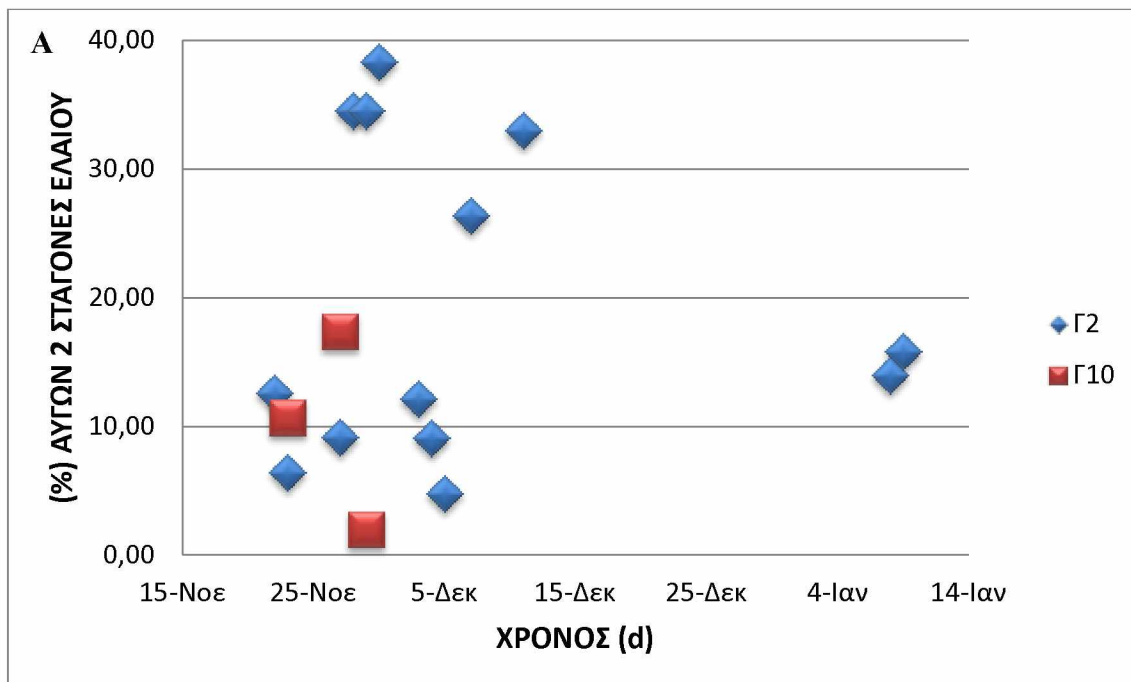


Σχήμα 4. A), B) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του πλήθους των αυγών που εμφάνιζαν 1 σταγόνα ελαίου κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

3.2.4.2 Αυγά με 2 σταγόνες ελαίου

Δεύτερα σε σειρά εμφάνισης αναδείχθηκαν τα αυγά που έφεραν 2 σταγόνες ελαίου στην περιφέρειά τους (μέση τιμή: 19.31 ± 12.20 %). Το ποσοστό των αυγών της κατηγορίας αυτής κυμάνθηκε από 6.19 ± 0.44 έως 21.69 ± 2.59 % (μέση τιμή: 16.16 ± 5.78 %) για την ομάδα γεννητόρων Γ1, από 4.80 ± 2.02 έως 38.35 ± 0.34 % (μέση τιμή: 19.31 ± 12.20 %) για την Γ2, από 6.82 ± 2.85 έως 38.67 ± 8.92 % (μέση τιμή: 27.62 ± 10.94 %) για την Γ5 και από 2.02 ± 1.61 έως 17.40 ± 3.07 % (μέση τιμή: 10.04 ± 7.71 %) για την Γ10. Η ανάλυση των δεδομένων δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανωτέρω τιμών ($P > 0.05$).

Η πορεία των αυγών που έφεραν 2 σταγόνες ελαίου αποδείχθηκε κατά κύριο λόγο ανοδική στο πέρας της μελετούμενης περιόδου ωοτοκίας ανεξαρτήτως προέλευσης (Σχ. 5 Α., Β.). Οι υψηλότερες τιμές τους παρατηρήθηκαν στο μέσον της δεδομένης περιόδου για το σύνολο των πειραματικών ομάδων, ενώ οι ελάχιστες εντοπίστηκαν τόσο κατά τις πρώτες απελευθερώσεις (Γ1, Γ5), όσο και στην πορεία της ωοτοκίας (Γ2, Γ10).

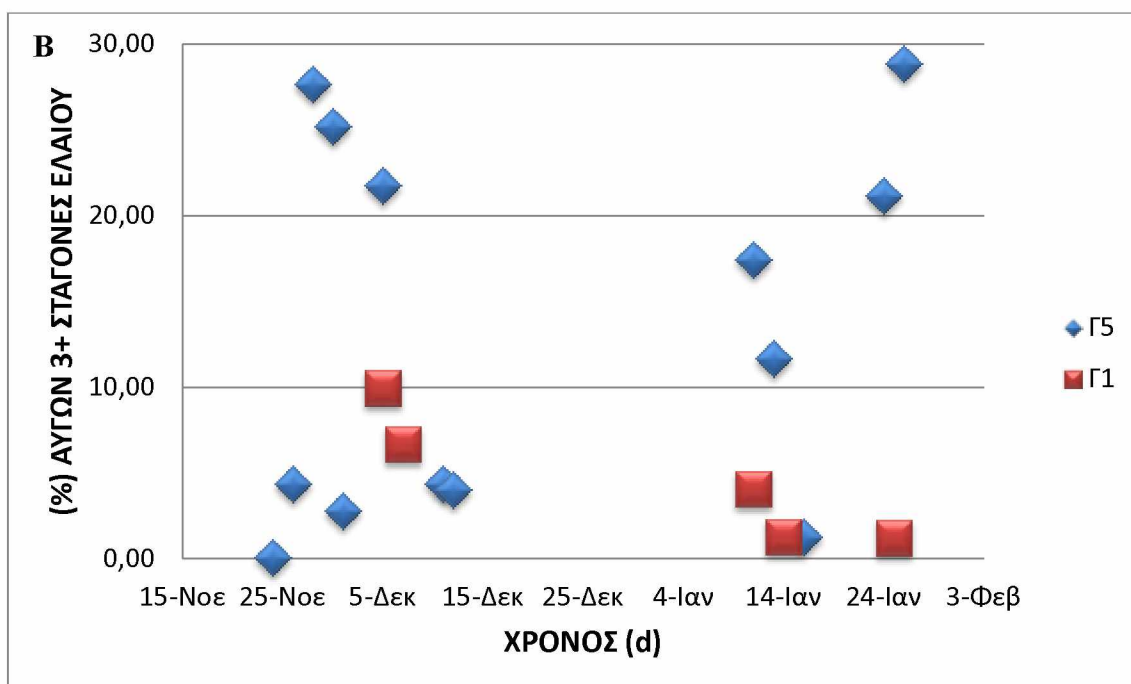
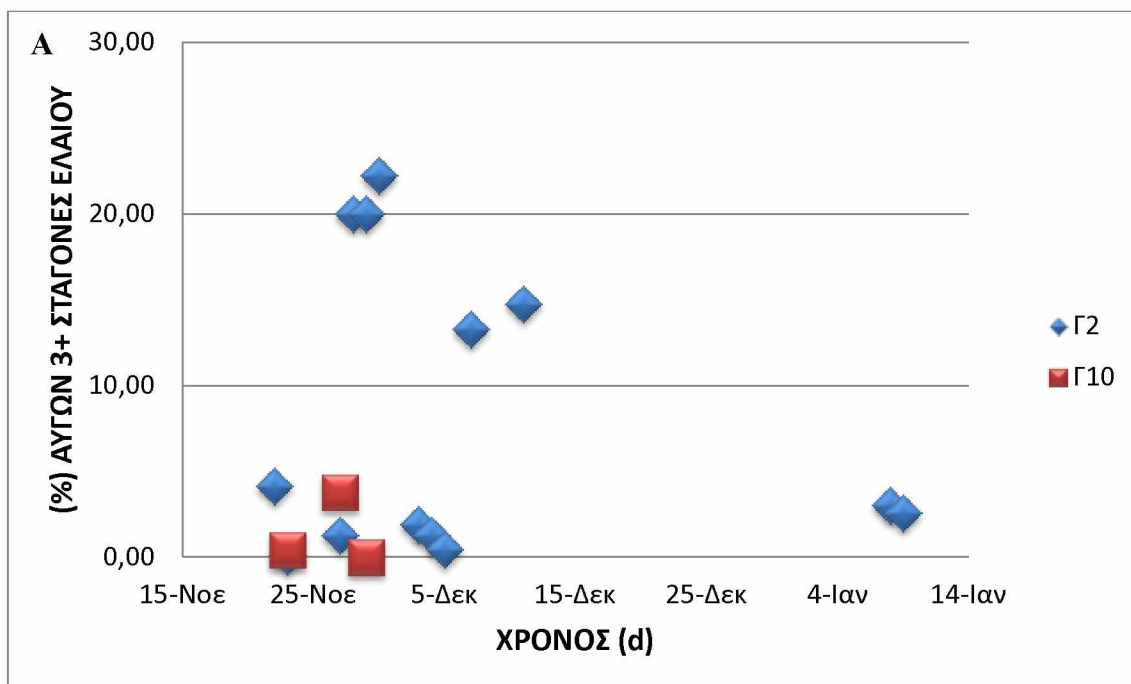


Σχήμα 5. A), B) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του πλήθους των αυγών που εμφάνιζαν 2 σταγόνες ελαίου κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

3.2.4.3 Αυγά με 3 ή περισσότερες 3+ σταγόνες ελαίου

Οι πειραματικές ομάδες γεννητόρων που συμμετείχαν στην παρούσα εργασία απελευθέρωναν σε μικρότερο βαθμό αυγά με 3 ή περισσότερες 3+ σταγόνες ελαίου (μέση τιμή: 8.33 ± 9.00 %) από ότι με 1 και 2 αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των αυγών της κατηγορίας αυτής κυμάνθηκε από 1.23 ± 0.24 έως 9.97 ± 1.27 % (μέση τιμή: 4.65 ± 3.74 %) για την Γ1, από 0.08 ± 0.14 έως 22.26 ± 3.10 % (μέση τιμή: 8.09 ± 8.58 %) για την Γ2, από 0.09 ± 0.15 έως 28.89 ± 1.32 % (μέση τιμή: 13.14 ± 10.88 %) για την Γ5 και από 0.00 έως 3.79 ± 0.50 % (μέση τιμή: 1.40 ± 2.08 %) για την Γ10, χωρίς να σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P > 0.05$).

Όπως το πλήθος των αυγών με 1 και 2 λιπιδικές σταγόνες, έτσι και το αντίστοιχο των 3 ή και περισσότερων 3+ παρουσίασε διακυμάνσεις στο πέρας της μελετούμενης περιόδου (Σχ. 6 Α., Β.). Σαφέστερα, τα απελευθερούμενα από τις πειραματικές ομάδες Γ1 και Γ2 αυγά παρουσίασαν μείωση του εν λόγω αριθμού αυγών προοδευτικά στον χρόνο. Από την άλλη τα προερχόμενα από τους γεννήτορες της Γ5 ακολούθησαν αύξουσα πορεία τόσο κατά την έναρξη των καταγραφών, όσο και κατά τη λήξη τους. Όσον αφορά τα αυγά που απελευθερώθηκαν από τους γεννήτορες της Γ10, κατέδειξαν μικρή αύξηση και εν τέλει εξαφανίστηκαν.



Σχήμα 6. A), B) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του πλήθους των αυγών που εμφάνιζαν 3+ σταγόνες ελαίου κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

3.3 Δοκιμασία πλευστότητας

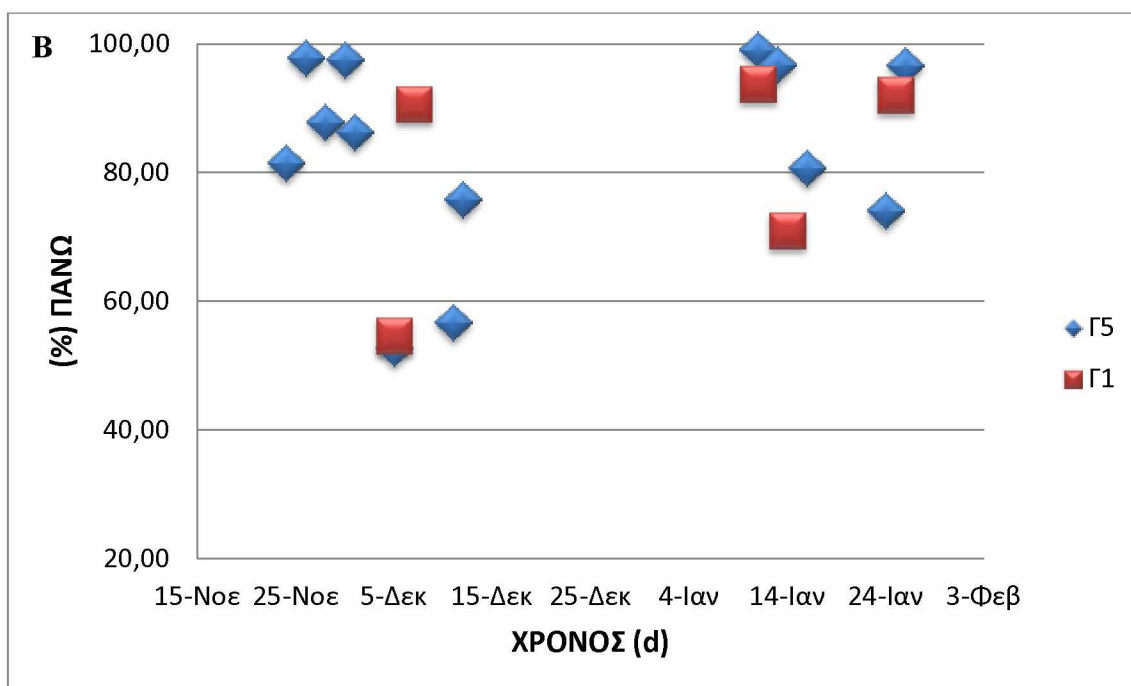
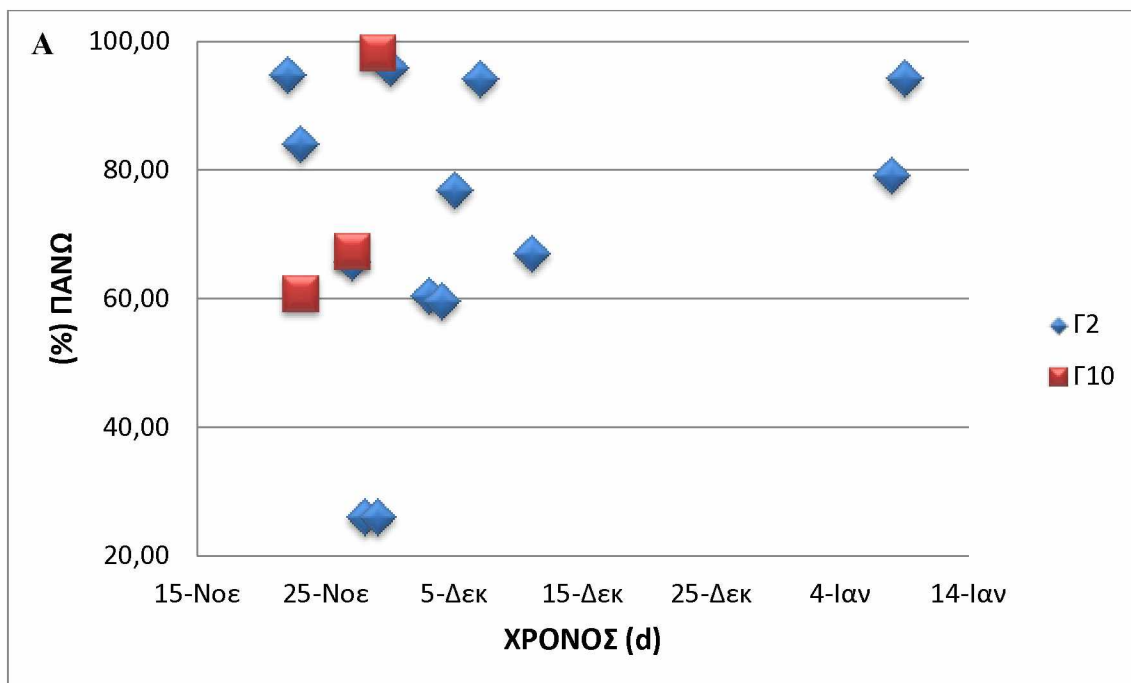
Η πραγμάτωση της δοκιμασίας πλευστότητας προϋπέθετε την μεταφορά συγκεκριμένης ποσότητας αυγών σε ογκομετρικό σωλήνα των 100 ml πληρωμένο με διάλυμα αλατότητας 36 ± 0.90 ‰. Ο σωλήνας αυτός είχε νωρίτερα διαχωριστεί σε τρία ίσα μέρη (πάνω, μέσο, κάτω), προκειμένου να καταστεί αντιληπτό σε ποιο από αυτά θα παρέμεναν τελικά τα υπό εξέταση αυγά. Η διαδικασία προσδιορισμού του πλήθους και της θέσης των αυγών πραγματοποιούνταν εξίσου εις τριπλούν για κάθε εξεταζόμενο δείγμα και τα αποτελέσματά της εκφράζονταν σε ποσοστό (%).

3.3.1 Πάνω

Το πλήθος των επιπλεόντων αυγών του συνόλου των πειραματικών ομάδων γεννητόρων άγγιξε το 75.99 ± 21.59 %. Αναλυτικότερα, για την Γ1 το ποσοστό αυτού κυμάνθηκε από 20.80 ± 4.24 έως 93.88 ± 0.18 % (μέση τιμή: 70.58 ± 28.80 %), για την Γ2 από 26.10 ± 4.34 έως 95.95 ± 2.27 % (μέση τιμή: 71.15 ± 23.92 %), για την Γ5 από 52.79 ± 15.37 έως 99.16 ± 0.73 % (μέση τιμή: 83.43 ± 15.40 %) και για την Γ10 από 60.88 ± 4.32 έως 98.33 ± 1.91 % (μέση τιμή: 75.55 ± 20.00 %). Η ανάλυση των δεδομένων δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών αυτών ($P > 0.05$).

Η εξέλιξη του αριθμού των αυγών που παρέμεναν στην επιφάνεια του ογκομετρικού σωλήνα στο πέρας του χρόνου κατέδειξε ομοιότητες με εκείνη των φυσιολογικών (Σχ. 3 Α., Β., 7 Α., Β.). Ιδιαίτερα για τις πειραματικές ομάδες Γ1, Γ2 και Γ5 η πορεία των επιπλεόντων και των φυσιολογικών ήταν σχεδόν πανομοιότυπη αποδεικνύοντας την μεταξύ τους συσχέτιση. Η μόνη εμφανής διαφορά μεταξύ των

διαγραμμάτων αφορούσε την Γ10 που στην περίπτωση της πλευστότητας παρουσίασε αύξουσα πορεία, ενώ στην αντίστοιχη της βιωσιμότητας μεταβάλλονταν συνεχώς.

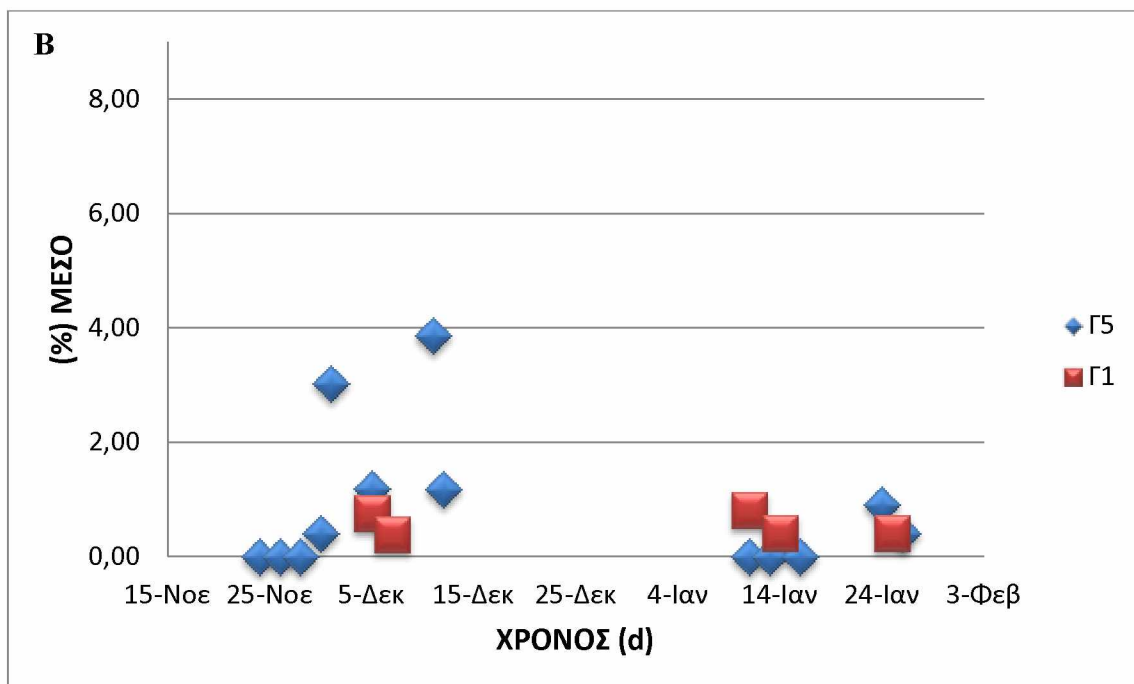
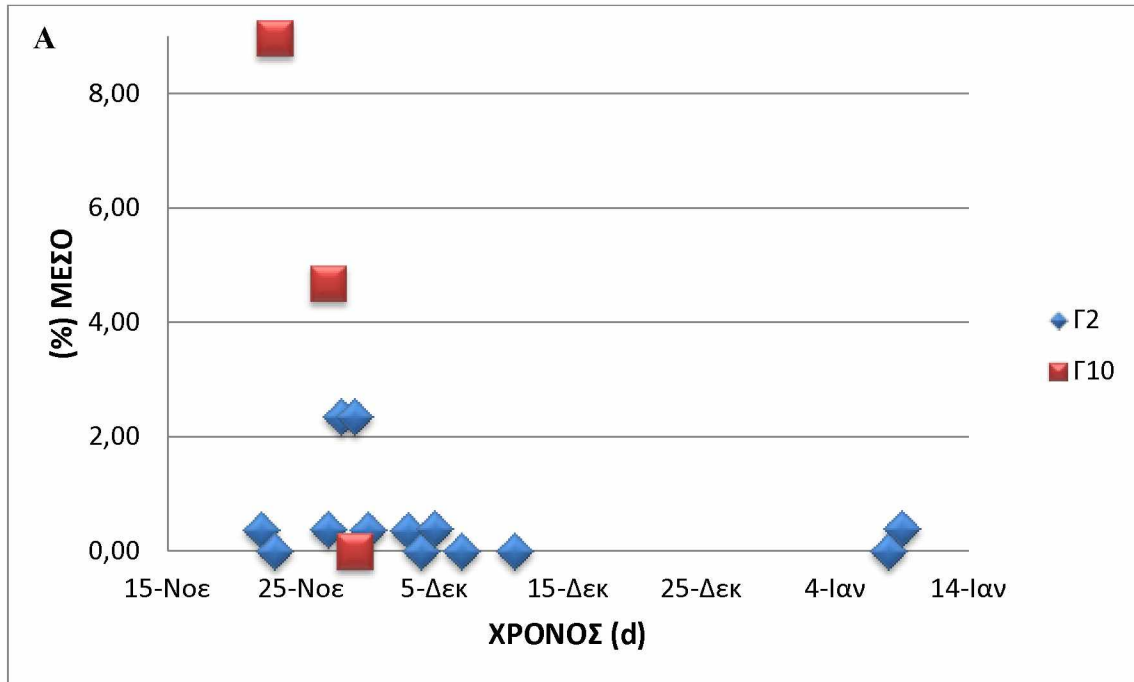


Σχήμα 7. Α), Β) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού των επιπλέοντων αυγών κάθε ομάδας γεννητόρων (Γ1, Γ2, Γ5, Γ10) κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

3.3.2 Μέσο

Συνολικά ο αριθμός των αυγών που κατέλαβαν το μέσο του ογκομετρικού σωλήνα των 100 ml ανήλθε σε 1.31 ± 2.18 %. Για την Γ1 το ποσοστό αυτού κυμάνθηκε από 0.00 έως 0.82 ± 0.71 % (μέση τιμή: 0.47 ± 0.30 %), για την Γ2 από 0.00 έως 2.35 ± 4.08 % (μέση τιμή: 0.54 ± 0.83 %), για την Γ5 από 0.00 έως 3.87 ± 4.61 % (μέση τιμή: 0.85 ± 1.25 %) και για την Γ10 από 0.00 έως 8.98 ± 3.63 % (μέση τιμή: 4.56 ± 4.49 %). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων κατέδειξε μη σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανωτέρω τιμών ($P > 0.05$).

Το πλήθος των συγκεκριμένων αυγών στο πέρας του χρόνου δεν ακολούθησε κοινή πορεία για το σύνολο των πειραματικών ομάδων γεννητόρων. Συγκεκριμένα, τα απελευθερούμενα από τις ομάδες γεννητόρων Γ1, Γ2 και Γ5 κυμάνθηκαν σε μηδενικά επίπεδα πλην ελαχίστων εξαιρέσεων αύξησης. Αντιθέτως, η εξέλιξη των γονιμοποιούμενων από τα αρσενικά της Γ10 ήταν ξεκάθαρα πτωτική στο πέρας της μελετούμενης περιόδου με την τελευταία καταγραφή να αγγίζει το 0 %.

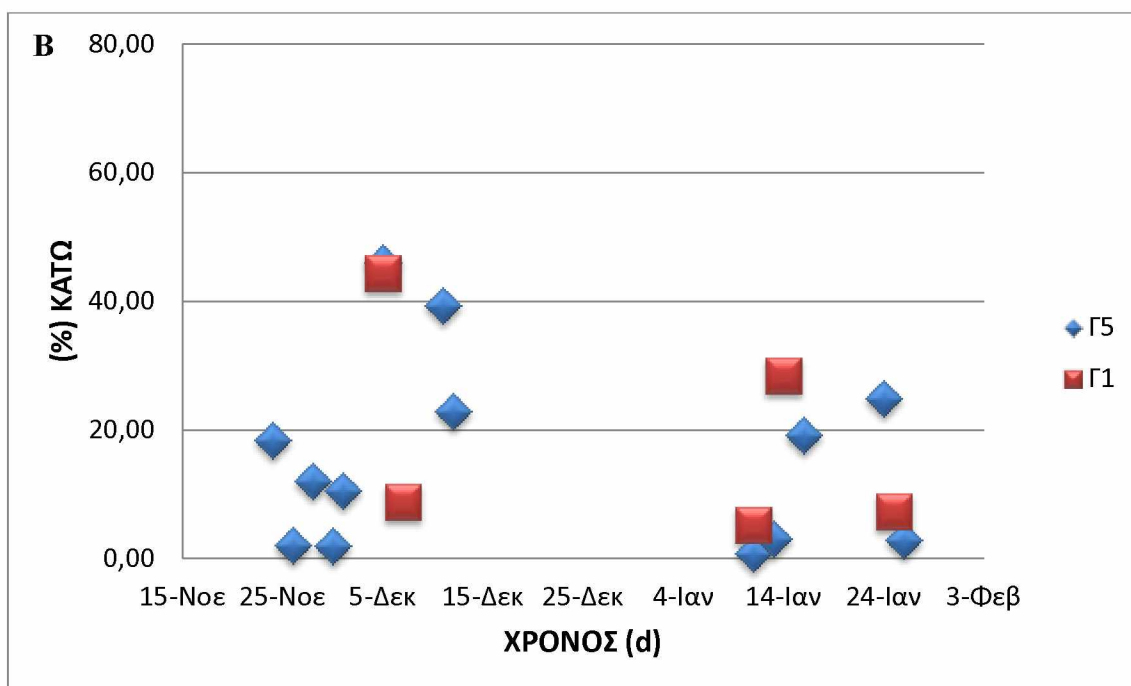
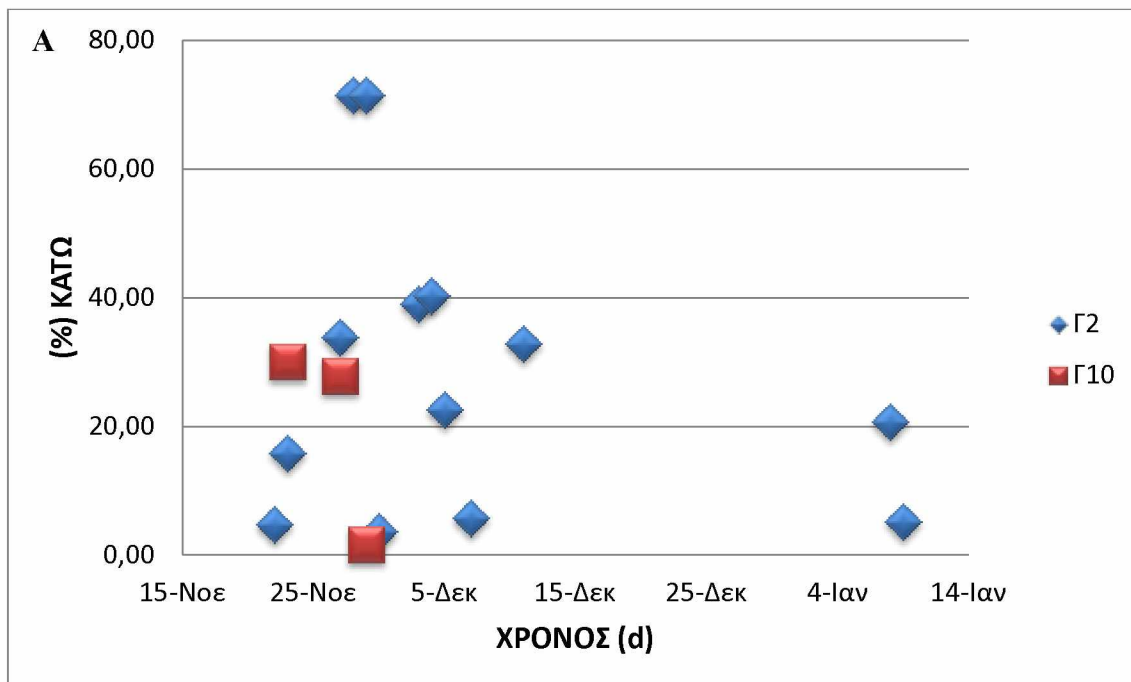


Σχήμα 8. Α), Β) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού των αυγών που καταλάμβαναν το μέσο του ογκομετρικού σωλήνα κατά την μελετούμενη περίοδο ωστοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

3.3.3 Κάτω

Κατά μέσο όρο το πλήθος των αυγών που κατέλαβαν το κατώτερο τμήμα του ογκομετρικού σωλήνα ανήλθε σε 23.26 ± 20.93 %. Αναλυτικότερα, για την πειραματική ομάδα Γ1 το ποσοστό αυτού κυμάνθηκε από 5.30 ± 0.63 έως 79.20 ± 4.24 % (μέση τιμή: 28.95 ± 28.97 %), για την Γ2 από 3.68 ± 2.52 έως 71.55 ± 7.67 % (μέση τιμή: 28.31 ± 23.27 %), για την Γ5 από 0.84 ± 0.73 έως 46.02 ± 14.23 % (μέση τιμή: 15.73 ± 14.70 %) και για την Γ10 από 1.67 ± 1.91 έως 30.14 ± 3.36 % (μέση τιμή: 19.90 ± 15.83 %). Η ανάλυση των δεδομένων δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανωτέρω τιμών ($P > 0.05$).

Η πορεία που κατέγραψαν τα βάσει της δοκιμασίας πλευστότητας μη φυσιολογικά αυγά αναπαρίσταται στο Σχήμα 9 Α., Β.. Κατά κύριο λόγο (Γ2, Γ10) διαπιστώθηκε μείωση του αριθμού τους στο πέρας του χρόνου με τις υψηλότερες τιμές να καταγράφονται στην αρχή της εξεταζόμενης περιόδου ωοτοκίας. Διαφορετική αποδείχθηκε η εξέλιξη των αυγών της πειραματικής ομάδας Γ5 των οποίων η μέγιστη τιμή σημειώθηκε στις 5 Δεκεμβρίου, δηλαδή ένα μήνα μετά την έναρξη των ωαποθέσεων.



Σχήμα 9. Α), Β) Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού των αυγών που καταλάμβαναν το κάτω μέρος του ογκομετρικού σωλήνα κατά την μελετούμενη περίοδο ωοτοκίας (οι τιμές αντιπροσωπεύουν ποσοστά (%)).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η υδατοκαλλιέργεια αποτελεί την σημαντικότερη πηγή ζωικών πρωτεϊνών της ανθρώπινης διατροφής, καθώς και την καταλληλότερη εναλλακτική έναντι της αλιευτικής πίεσης (Schar *et al.*, 2020). Σε παγκόσμιο επίπεδο η κατά κεφαλήν κατανάλωση ιχθύων αυξάνεται ταχύτερα συγκριτικά με εκείνη του κρέατος και των γαλακτοκομικών βελτιώνοντας σημαντικά τα συστήματα παραγωγής (Schar *et al.*, 2020). Παρόλα αυτά, πλήθος παραγόντων που δρουν ανασταλτικά στην περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου, με κυριότερο εκείνον της μεταβλητής ποιότητας των παραγόμενων αυγών, βρίσκονται ακόμη υπό διερεύνηση (Zarski *et al.*, 2017).

Η υπό αιχμαλωσία αναπαραγωγή του λαβρακιού λαμβάνει χώρα στις χερσαίες εγκαταστάσεις των εκκολαπτηρίων. Ως επί το πλείστον κάθε ιχθυογεννητικός σταθμός διατηρεί το δικό του απόθεμα γεννητόρων, διαφόρων ηλικιακών ομάδων, προερχόμενο είτε από μονάδες εκτροφής, είτε από φυσικούς πληθυσμούς (FAO, 2021). Η ωαπόθεση επιτυγχάνεται μετά από παραμονή των ώριμων γεννητικά ατόμων (αρσενικά 2 ετών και θηλυκά 3-5 ετών (Haffray *et al.*, 2006)) σε δεξαμενές με αναλογία φύλου 2:1 (2 αρσενικά:1 θηλυκό) και σε πυκνότητα μικρότερη των 5 kg/m³ (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Σε γενικές γραμμές, τα θηλυκά άτομα προσαρμόζονται εύκολα στις συνθήκες εκτροφής απελευθερώνοντας κατά μέσο όρο 200.000 αυγά/kg σωματικού βάρους (Vanderputte *et al.*, 2019) κάθε ένα από τα οποία φέρει μία ή περισσότερες σταγόνες ελαίου και έχει διάμετρο από 1.0-1.3 mm (Bobe, 2015).

Η ωρίμανση των γονάδων των ιχθύων, εκτός φυσικής περιόδου αναπαραγωγής, επιτυγχάνεται μετά από έκθεσή τους σε προκαθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας

νερού, καθώς και εντάσεως και διάρκειας φωτισμού (FAO, 2021). Η διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων στο στάδιο αυτό διαδραματίζει εξίσου σημαντικό ρόλο (Izquierdo *et al.*, 2001). Συγκεκριμένα, οι τεχνητές τροφές (σύμπηκτα) που λαμβάνουν οι γεννήτορες πριν, αλλά και κατά την διάρκεια της ωοτοκίας είναι πλούσιες σε βιταμίνες, σε ορισμένα αμινοξέα (π.χ. τρυπτοφάνη, μεθειονίνη), αλλά και σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα των σειρών ω-3 και ω-6, προκειμένου, να ικανοποιήσουν τις αυξημένες απαιτήσεις τους και να εξασφαλίσουν υψηλά ποσοστά επιβίωσης των πρώιμων αναπτυξιακών σταδίων (Παπουτσόγλου, 2008).

Η εκκόλαψη των αυγών του λαβρακιού επιτυγχάνεται με την πάροδο 72 h από την απελευθέρωσή τους σε θερμοκρασία 13-14 °C και σε πυκνότητα 100-120 αυγά/L, στις ίδιες δεξαμενές όπου θα πραγματοποιηθεί και η εκτροφή των προνυμφών και των νυμφών τους (ιταλική σχολή) (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Αρχικά, για διάστημα 6 ημερών οι λεκιθοφόρες προνύμφες διατρέφονται ενδογενώς καταναλώνοντας τα αποθέματα του λεκιθικού τους σάκου. Σε επόμενο χρόνο, εφόσον σχηματιστούν οι οφθαλμοί τους και αναπτυχθούν οι γνάθοι τους (Εικ. 23), τους χορηγούνται προοδευτικά εμπλουτισμένοι ζωντανοί οργανισμοί, τροχόζωα ακολουθούμενα από ναύπλιους και μεταναύπλιους *Artemia sp.*, για ικανοποίηση των θρεπτικών αναγκών τους (EC, 2021). Η ενίσχυση της διατροφικής αξίας της παρεχόμενης ζωντανής τροφής πραγματοποιείται με εμπορικά σκευάσματα πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs), βιταμίνες και αμινοξέα (Παπουτσόγλου, 2008) που αποτελούν κρίσιμης σημασίας παραμέτρους για την ανάπτυξη και την επιβίωση των εκτρεφόμενων νυμφών. Επιπλέον, για την σταθεροποίηση της ποιότητας του νερού (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012), αλλά και για την διατροφή των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών (Creswell, 2010) προστίθεται στις δεξαμενές νυμφικής εκτροφής

φυτοπλαγκτόν επιδιωκόμενης συνεχούς συγκέντρωσης 50-200 κύτταρα/ml (Παπουτσόγλου, 2008).



Εικόνα 23. Νύμφες λαβρακιού (*D. labrax* L.).

Πηγή: (larvalbase.org)

Το επόμενο στη σειρά παραγωγικό στάδιο, είναι εκείνο της αποκοπής, δηλαδή της σταδιακής αντικατάστασης της διαθέσιμης ζωντανής τροφής από ξηρή τροφή εμπορίου κατάλληλου μεγέθους και θρεπτικής σύστασης (Παπουτσόγλου, 2008). Πρόκειται για μια κρίσιμη περίοδο της εκτροφής κατά την οποία παρατηρείται αυξημένη θνησιμότητα και φαινόμενα κανιβαλισμού (Κατανιέ *et al.*, 1989) που

περιορίζονται με κατάλληλες διαχειριστικές πρακτικές (Kelly & Heikes, 2013). Συμπληρωματικά, η λήξη της συμπίπτει με την μεταμόρφωση των νυμφών σε ιχθύδια (Εικ. 24) και με την μεταφορά τους στις εγκαταστάσεις του τμήματος προπάχυνσης του ιχθυογεννητικού σταθμού, βασικό σκοπό του οποίου αποτελεί ο ήπιος εγκλιματισμός τους στις επερχόμενες συνθήκες εκτροφής στην ανοικτή θάλασσα. Συγκεκριμένα, κατά το στάδιο της προπάχυνσης η εκτροφή υλοποιείται σε υπαίθριους χώρους και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ενίσχυση της κολυμβητικής ικανότητας των οργανισμών. Επιπλέον, η ιχθυοπυκνότητα που εφαρμόζεται, κυμαίνεται από 1-3 kg/m³, ενώ περαιτέρω διαχειρίσεις που διενεργούνται αφορούν την ανοσοενίσχυση των ιχθυδίων (εμβολιασμός) και την ομοιομορφία των πληθυσμών (διαλογή μεγέθους) (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).



Εικόνα 24. Μεταμορφωμένο ιχθύδιο λαβρακιού (*D. labrax* L.).

Πηγή: (larvalbase.org)

Το τελικό στάδιο του παραγωγικού κύκλου έγκειται στις εγκαταστάσεις των μονάδων πάχυνσης (Εικ. 25), στις οποίες και μεταφέρονται τα ιχθύδια όταν αποκτήσουν βάρος 1.5-2.0 g. Η παραμονή τους στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς επιτελείται σε πυκνότητες από 10-20 kg/m³ (Haffray *et al.*, 2006) και ανάλογα την τοποθεσία και την θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται χρονικά από 18-24 μήνες (FAO, 2021). Κατά τη διάρκεια αυτή, στις αρμοδιότητες του προσωπικού των μονάδων εντάσσεται η προσφορά συμπλήκτων, πλούσιων σε πρωτεΐνες και σε ασκορβικό οξύ για την προώθηση της ανάπτυξης, οι συχνές αλλαγές των διχτυών και ο διαχωρισμός των ατόμων για την εξάλειψη της διακυμάνσεως των μεγεθών, καθώς και η προετοιμασία και διεκπεραίωση της συγκομιδής των ιχθύων (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος), όταν επιτύχουν το εξαρτώμενο από την οργάνωση της μονάδας και τις συνθήκες της αγοράς εμπορεύσιμο μέγεθος εύρους 300-1.000 g (Παπουτσόγλου, 2008).



Εικόνα 25. Εγκαταστάσεις μονάδας πάχυνσης, Τάπιες, Αχλάδι Φθιώτιδας

Πηγή: (Προσωπικό αρχείο)

Πληθώρα ερευνητικών προσπαθειών απέδειξε την σπουδαιότητα της μελέτης της ποιότητας των απελευθερούμενων αυγών, δεδομένου ότι καθορίζει την επιτυχία του παραγωγικού κύκλου και αποτελεί βασική προϋπόθεση της ενίσχυσης των σταδίων του (Stuart *et al.*, 2020). Ως κριτήρια αξιολόγησής της έχουν προταθεί τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (Bobe & Labbé, 2010), η συμμετρία των κυττάρων κατά τα πρώιμα εμβρυικά αναπτυξιακά στάδια, ο ρυθμός εκκόλαψης (Αντωνοπούλου, 2015), η πλευστότητά τους (Bobe & Labbé, 2010, Migaud *et al.*, 2013, Αντωνοπούλου, 2015), καθώς και το μοριακό (Żarski *et al.*, 2017) και βιοχημικό (Faulk & Holt, 2008) τους προφίλ.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης διερευνήθηκε η ποιότητα των αυγών λαβρακιού που απελευθερώθηκαν υπό πραγματικές συνθήκες εντατικής εκτροφής σε εκκολαπτήριο μεγάλης κλίμακας. Το πειραματικό πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε δεν διαφοροποιήθηκε από το επίσημο που ακολουθεί ο συγκεκριμένος ιχθυογεννητικός σταθμός και τα ποιοτικά κριτήρια που περιελάμβανε ήταν εύκολα μετρήσιμα κατά τα αρχικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε η διάμετρος των αυγών, το πλήθος τους ανά γραμμάριο, ο αριθμός των φυσιολογικών βάσει σχήματος και χρώματος, ο συνολικός αριθμός βάσει σταγόνων ελαίου που εμφάνιζαν και η πλευστότητά τους. Σκοπός της έρευνας ήταν να αξιολογηθεί εάν τα ανωτέρω κριτήρια μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστους εκτιμητές της ποιότητας των αυγών και ως επακόλουθο του παραγόμενου γόνου.

Σύμφωνα με τους Moran & McAlister (2009) το μέγεθος των αυγών των ιχθύων καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία του παραγωγικού κύκλου, καθώς σχετίζεται με την επίτευξη της γονιμοποίησης, το μήκος και τη μορφολογία των προνυμφών, τη διάρκεια του αυτότροφου σταδίου, τη φυσιολογική ανάπτυξη και την επιβίωση. Σε

γενικές γραμμές σε επίπεδο παραγωγής υπάρχει η αντίληψη πως τα μεγαλύτερης διαμέτρου αυγά αποδίδουν και ποιοτικότερους απογόνους, γεγονός που αντικρούεται από την παρούσα και τις μελέτες των Bobe & Labbé (2010) και Migaud *et al.*, (2013), που υποστηρίζουν πως υπό φυσιολογικές συνθήκες εκτροφής και τα μικρότερα αυγά εκκολάπτονται και αναπτύσσονται εξίσου.

Επιπλέον ερευνητικές δράσεις, συμπεριλαμβανομένης και της παρούσας, ανέδειξαν το φαινόμενο της διακύμανσης του μεγέθους των παραγόμενων αυγών κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, οι Vallin & Nissling (2000) και Stuart *et al.* (2020) παρατήρησαν από κοινού μείωση της διαμέτρου των απελευθερούμενων αυγών των ειδών *Gadus morhua* και *Seriola dorsalis* αντίστοιχα, η οποία αποδόθηκε στην ασύγχρονη ανάπτυξη των γαμετών των θηλυκών τους. Αντιθέτως, οι El-Gamal *et al.* (2020) διαπίστωσαν αύξησή της κατά 15,3 και 9,6 % σε αυγά λαβρακιού μετά από χορήγηση ενισχυμένων με άλευρα *A. salina* και *Palaemon elegans* συμπύκτων στους γεννήτορες, καθιστώντας σαφή την επίδραση του διατροφικού παράγοντα στην αναπαραγωγή. Στις ίδιες μελέτες αναφέρθηκε επίσης και η καθοριστικής σημασίας δράση των περιβαλλοντικών παραμέτρων και ιδιαιτέρως της θερμοκρασίας στο μέγεθος των παραγόμενων αυγών, δεδομένης της αναστολής της ωογένεσης μετά από ενδεχόμενη αύξησή της. Παρόλα αυτά από άλλες πειραματικές προσπάθειες διαφαίνεται πως η ελεγχόμενη έκθεση των ειδών σε καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτός δρα ως περιοριστικός παράγοντας της εποχικά μεταβλητής διαμέτρου των αυγών, ενώ παράλληλα ενισχύει και την δυναμική τους σε επίπεδο παραγωγής (Yang *et al.*, 2016).

Ο βαθμός επίτευξης της γονιμοποίησης των αυγών των υπό αιχμαλωσία ιχθύων αποτελεί δείκτη που περιγράφει με ακρίβεια το αποτέλεσμα της αναπαραγωγής και

εμφανίζει ευρεία εφαρμογή (Bobe & Labbé, 2010). Στην πράξη βασίζεται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αυγών και ιδιαίτερα στο χρώμα και το σχήμα τους, στην ομοιογένεια της λεκίθου, αλλά και στις τυχόν αποκλίσεις από τα πρότυπα συμμετρίας των κυττάρων (βλαστομερή) και μπορεί να προβλέψει την επιτυχία της εκκόλαψης και ανάπτυξης έως και το στάδιο της μεταμόρφωσης (Saillant *et al.*, 2001). Σύμφωνα με την παρούσα, αλλά και την μελέτη των Cucchi *et al.* (2012) τα αυγά του λαβρακιού ενδείκνυνται για παρατήρηση τόσο σε μορφολογικό, όσο και σε κυτταρικό επίπεδο χάρις την ομοιογενή, άχρωμη και διαφανή τους λέκιθο.

Οι περισσότερες έρευνες που επικεντρώθηκαν στην εκτίμηση της ποιότητας των αυγών πληθώρας ειδών ιχθύων κατέληξαν στο συμπέρασμα της μεταβλητότητας της στο πέρας της περιόδου ωοτοκίας, βάσει ενός συγκεκριμένου προτύπου. Σαφέστερα, κατά τις πρώτες απελευθερώσεις τους από τα θηλυκά τα αυγά χαρακτηρίζονται από μειωμένη βιωσιμότητα που στο πέρας του χρόνου εξαλείφεται (Pavlov *et al.*, 2004). Στην περίπτωση που παρατηρηθεί εκ νέου ή επανειλημμένως και σε άλλο χρόνο πέραν της έναρξης της ωοτοκίας υπό συνθήκες παραγωγής, ενδεχομένως να οφείλεται σε αναπαραγωγική εξάντληση ως επακόλουθο της ηλικίας των γεννητόρων (Stuart *et al.*, 2020). Παράλληλα, οι συνηθέστεροι παράγοντες που επιδρούν στη φυσιολογική μορφή των αυγών και οδηγούν σε αποτυχημένη εμβρυική ανάπτυξη ή αναστολή της αφορούν το περιβάλλον εκτροφής (θερμοκρασία, αλατότητα, φωτοπερίοδος), τη γενετική (προέλευση βιολογικού υλικού) (Cucchi *et al.*, 2012), τις διαχειριστικές πρακτικές (καθαριότητα και υγιεινή εγκαταστάσεων εκτροφής) (Kamacı *et al.*, 2005) και τη διατροφή των γεννητόρων (τροφές πλούσιες σε DHA) (Valdebenito *et al.*, 2013).

Παρά την περιορισμένη αναφορά τους σε επίπεδο έρευνας, ο αριθμός και το σχήμα των σταγόνων ελαίου των αυγών των ιχθύων υποδεικνύουν την ποιότητά τους

και ιδίως των θαλάσσιων ειδών (Valdebenito *et al.*, 2013). Οι σταγόνες ελαίου διαδραματίζουν καίριας σημασίας ρόλο κατά την εμβρυική και μετέπειτα ανάπτυξη, εφόσον μετά την συγχώνευσή τους και την αφομοίωση των λεκιθικών αποθεμάτων από τις προνύμφες, αποτελούν μέρος των απαραίτητων για την οργανογένεση και επιβίωση θρεπτικών ουσιών (Αντωνοπούλου, 2015, Bik *et al.*, 2020). Πειραματικές δράσεις σε είδη όπως η τσιπούρα και το Ιαπωνικό φαγκρί (*Pagrus major*) απέδειξαν πως ο αριθμός των σταγόνων ελαίου των αυγών καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ικανοποίηση των διατροφικών απαιτήσεων των γεννητόρων. Συγκεκριμένα, σημειώθηκε αύξηση του αριθμού αυτών, όταν τα επίπεδα των απαραίτητων λιπαρών οξέων των χορηγούμενων σιτηρεσίων ήταν ανεπαρκή ή μηδενικά. Επιπλέον, αναφέρθηκε εμπλοκή του στην φυσιολογική ανάπτυξη και μάλιστα τα αυγά τσιπούρας που εμφάνισαν περισσότερες από μία σταγόνες ελαίου αποδείχθηκαν μη βιώσιμα (Valdebenito *et al.*, 2013). Ωστόσο, η συσχέτιση αυτή δεν επιβεβαιώθηκε από την έρευνα των Makino *et al.* (1999) σε αυγά Ιαπωνικού λαβρακιού (*Lateolabrax japonicus*) των οποίων τα ποσοστά επώασης και δυσμορφιών άγγιζαν το 80 και 5 % αντίστοιχα, παρά τον αυξημένο αριθμό των σταγόνων ελαίου. Όσον αφορά το σχήμα των σταγόνων αυτών, πειραματική δράση των Lahnsteiner *et al.* (2008) στο μυτάκι (*Diplodus puntazzo*), την τσιπούρα και την συναγρίδα (*Dentex dentex*) απέδειξε πως οι ελλειψοειδείς ή απόλυτα σφαιρικές αποδίδουν χαμηλά ποσοστά επιβίωσης, άρα και ποιότητας. Οι παράγοντες που καθορίζουν την μορφή τους βρίσκονται ακόμη υπό διερεύνηση με επικρατέστερους να διαφαίνονται το περιβάλλον εκτροφής και η διατροφή των γεννητόρων.

Ένα ακόμη κριτήριο ελέγχου της ποιότητας των απελευθερούμενων από τους ιχθύες αυγών αποτελεί η πλευστότητά τους. Σε γενικές γραμμές κατά την παρούσα και άλλες μελέτες επιβεβαιώνεται θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού των επιπλέοντων

πελαγικών αυγών και της φυσιολογικής ανάπτυξης και επιβίωσής τους (Migaud *et al.*, 2013, Αντωνοπούλου, 2015), καθιστώντας την δοκιμασία αυτή ευρέως διαδεδομένη υπό συνθήκες εκτροφής. Η αξιοπιστία της συγκεκριμένης μεθόδου επαληθεύεται από διάφορα είδη ιχθύων όπως το λαβράκι, η τσιπούρα (Valdebenito *et al.*, 2013) και ο κρانيός (*Argyrosomus regius*) (Duncan *et al.*, 2012, Fernandez-Palacios *et al.*, 2014) ανεξαρτήτως του τρόπου πρόκλησης της ωοτοκίας.

Τέλος, αν και ο αριθμός των απελευθερούμενων αυγών μας δίνει πληροφορίες σχετικά με την γονιμότητα των ιχθύων και την πορεία της ωοτοκίας (Mylonas *et al.*, 2003), η χρήση του ως κριτήριο ποιότητας δεν αναφέρεται στην διαθέσιμη βιβλιογραφία. Η μειωμένη δυναμική του υπό συνθήκες εκτροφής ενδεχομένως να έγκειται στην διακύμανση λόγω περιβαλλοντικών, διατροφικών και παραγόντων στρες που εμφανίζεται σε επίπεδο γεννητόρων (Lubzens *et al.*, 2010). Μάλιστα, έχει αναφερθεί ακόμη και το φαινόμενο ατρησίας των ωαρίων σε είδη όπως ο σολομός (*Oncorhynchus kisutch*) και η ιριδίζουσα πέστροφα (*O. mykiss*) μετά από έκθεση των θηλυκών στους προαναφερθέντες παράγοντες (Lubzens *et al.*, 2010). Παρόλα αυτά, οι ιχθύες που συμμετείχαν στην συγκεκριμένη πειραματική δράση φάνηκε να απελευθερώνουν κατά κύριο λόγο τον μέγιστο αριθμό αυγών σε επίπεδο γραμμαρίου μετά την έναρξη και πριν το τέλος της μελετούμενης περιόδου ωοτοκίας που σε ορισμένες περιπτώσεις συνέπεσε και με την πραγματική ενδιάμεση περίοδό της. Ο αυξημένος αυτός αριθμός ωστόσο, δεν φάνηκε να συνεπάγεται απαραίτητα και την ομαλή ανάπτυξή τους.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας τα ποιοτικά κριτήρια που η ίδια περιλάμβανε απέδωσαν ως επί το πλείστον σαφή εικόνα της εξέλιξης των αυγών των πειραματικών ομάδων γεννητόρων. Όπως ήταν αναμενόμενο,

αποτελεσματικότερος εκτιμητής αναδείχθηκε ο (%) αριθμός των φυσιολογικών αυγών σε επίπεδο γραμμαρίου, μιας και η παρατήρηση της μορφολογίας κάθε αυγού στο στερεοσκόπιο δεν αποφέρει λάνθασμένες εντυπώσεις. Στη συνέχεια, ακολούθησε η δοκιμασία πλευστότητας που δικαίως λαμβάνει χώρα κατά κόρον στα εκκολαπτήρια, αν λάβουμε υπόψιν τη μικρή διαφοροποίηση μεταξύ των διαγραμμάτων του ποσοστού των φυσιολογικών και των επιπλέοντων αυγών. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της διαμέτρου ως παράμετρο ποιότητας των απελευθερούμενων αυγών, αποδείχθηκε ικανή για την πρόβλεψη του μήκους των νυμφών σε επόμενα παραγωγικά στάδια, ενώ η διακύμανσή της στο πέρας του χρόνου δεν φάνηκε αποτρεπτική της επιβίωσης και της φυσιολογικής τους ανάπτυξης. Τέλος, η αξιοπιστία του αριθμού των αυγών βάσει σταγόνων ελαίου, φάνηκε εν μέρει αντιπροσωπευτική της ποιότητας μιας και τα αυγά όλων των κατηγοριών σταγόνων απέδωσαν υψηλά ποσοστά εκκόλαψης. Αντίστοιχα, και ο αριθμός των αυγών συνολικά σε επίπεδο γραμμαρίου δεν σχετίστηκε με τη βιωσιμότητά τους, αν και διαπιστώθηκε χαρακτηριστικός της γονιμότητας.

Καθίσταται λοιπόν αντιληπτό πως η βιωσιμότητα του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών συνδέεται άρρηκτα με την παραγωγή καλής ποιότητας αυγών. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αποτελέσουν εργαλείο για την ορθολογικότερη διαχείριση των υπό αιχμαλωσία απελευθερούμενων αυγών, και αντίστοιχα των προνυμφών και νυμφών των εκκολαπτηρίων, και παράλληλα έναυσμα για τη διεξαγωγή ερευνών που θα επικεντρώνονται στην αξιολόγηση των ήδη αναφερόμενων ή και στην ανεύρεση νέων άμεσα προσδιοριζόμενων ποιοτικών δεικτών.

Σχετικά με την διακύμανση της ποιότητας των αυγών που παρατηρήθηκε κατά την συγκεκριμένη πειραματική δράση, κρίνεται απαραίτητη η επανάληψή της

διαδικασίας των μετρήσεων την αμέσως επόμενη αναπαραγωγική περίοδο, ώστε μέσω της επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων να καταστεί αντιληπτό εάν επρόκειτο για τυχαίο γεγονός. Στην περίπτωση που η επαναληπτική αυτή δράση συμπεριλάμβανε και νέα κριτήρια ποιότητας, όπως το βιοχημικό και μοριακό προφίλ των αυγών των πειραματικών ομάδων ή την κινητικότητα του αρσενικού γαμέτη, θα ενέτεινε την ισχύ των αποτελεσμάτων και θα αποτελούσε τη βάση για νέα πρωτόκολλα εκτροφής.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά τον ποιοτικό έλεγχο των αυγών λαβρακιού που παρήχθησαν υπό πραγματικές συνθήκες εντατικής εκτροφής σε ιχθυογεννητικό σταθμό μεγάλης κλίμακας, συνοψίζονται στα εξής:

- ✚ Η ποιότητα των αυγών των ιχθύων δεν αποτελεί παράμετρο που διατηρείται σταθερή υπό συνθήκες παραγωγής. Αντιθέτως, μεταβάλλεται χρονικά με τα αυγά λαβρακιού να εμφανίζουν μειωμένη βιωσιμότητα πέραν της έναρξης και στην πορεία των απελευθερώσεων.
- ✚ Τα προερχόμενα από μία απελευθέρωση και επωαζόμενα χωρίς την παρουσία άλλων αυγών λαβρακιού αποφέρουν υψηλότερα ποσοστά εκκόλαψης.
- ✚ Αντίθετα, υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης εμφανίζουν οι προερχόμενες από περισσότερες της μίας πειραματικές ομάδες γεννητόρων νύμφες, η χρονική στιγμή απελευθέρωσης των οποίων (ως αυγά) ανέρχεται σε 2 μήνες από την έναρξη της ωοτοκίας.
- ✚ Το ποσοστό των δύσμορφων ατόμων μειώνεται στο πέρας του χρόνου.
- ✚ Η διάμετρος των παραγόμενων αυγών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο ποιότητας, αφού προβλέπει επιτυχώς το μήκος των νυμφών σε επόμενα παραγωγικά στάδια.
- ✚ Το μέγεθος των απελευθερούμενων αυγών μειώνεται όσο εξελίσσεται η ωοτοκία. Ωστόσο, η μείωση αυτή δεν καθίσταται αποτρεπτική της επιβίωσης και φυσιολογικής ανάπτυξης.

- ✚ Ο αριθμός των παραγόμενων αυγών ανά γραμμάριο μειώνεται εξίσου στο πέρας της αναπαραγωγικής περιόδου. Οι υψηλότερες τιμές του εντοπίζονται μετά την έναρξη και πριν το τέλος των απελευθερώσεων χωρίς να σχετίζονται με τη βιωσιμότητά τους.
- ✚ Αποτελεσματικότερος δείκτης της ποιότητας των αυγών λαβρακιού αναδείχθηκε ο αριθμός των φυσιολογικών τους σε επίπεδο γραμμαρίου. Μείωση του αριθμού αυτού συνδέεται με μικρά ποσοστά εκκόλαψης και επιβίωσης και εμφάνιση μορφοανατομικών ανωμαλιών σε μεταγενέστερο στάδιο.
- ✚ Η δοκιμασία πλευστότητας αποτελεί εξίσου αντιπροσωπευτική παράμετρο ποιότητας υπό συνθήκες παραγωγής. Τα επιπλέοντα αυγά χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά επιβίωσης και εξελίσσονται σε φυσιολογικές νύμφες.
- ✚ Ο αριθμός των σταγόνων ελαίου που φέρουν τα αυγά δεν φαίνεται να σχετίζεται με την εκκολαψιμότητά τους, δεδομένων των υψηλών ποσοστών της ανεξαρτήτως του πλήθους τους.
- ✚ Το πλήθος των αυγών λαβρακιού που φέρουν 2 σταγόνες ελαίου αυξάνεται στο πέρας της ωοτοκίας.
- ✚ Τα κριτήρια ποιότητας των αυγών που διερευνήθηκαν κατά την παρούσα μελέτη είναι εύκολα προσδιορίσιμα κατά την παραγωγική διαδικασία και αποδίδουν άμεσα συμπεράσματα εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 Ελληνική βιβλιογραφία

Αντωνοπούλου Ε. (2015) Καλλιέργεια Ιχθύων: Αναπαραγωγική Φυσιολογία. Στο: Βουλτσιάδου Ε., Αμπατζόπουλος Θ. Ι., Αντωνοπούλου Ε., Γκάνιας Κ., Γκέλης Σ., Στάικου Α., Τριανταφυλλίδης Α. Υδατοκαλλιέργειες. Εκδόσεις Κάλλιπος, σελ. 2, 4-7, 102, 108-109.

Κλαουδάτος Σ. Δ., Κλαουδάτος Δ. Σ. (2012) Αναπαραγωγή – εκτροφή ιχθύων θαλάσσιων υδάτων. Στο: Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών. Εκδόσεις Προπομπός, Αθήνα σελ. 172-173, 179-180 182, 203, 241-245, 250-255, 260, 267-273.

Νεοφύτου Χ. Ν. (2015) Οστεϊχθύες θαλάσσιων υδάτων. Στο: Νεοφύτου Χ. Ν. Βιολογία Ιχθύων & Θαλάσσιων Θηλαστικών. University Studio Press, Θεσσαλονίκη σελ. 225-226.

Παπουτσόγλου Σ. Ε. (1998) Ορμονικά συστήματα ιχθύων, Γονάδες. Στο: Παπουτσόγλου Σ. Ε. Ενδοκρινολογία Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα σελ. 228-233.

Παπουτσόγλου Σ. Ε. (2008) Προτεινόμενες προδιαγραφές σιτηρεσίων-τροφών εκτρεφόμενων ειδών ιχθύων, Λαβράκι-*Dicentrarchus labrax*. Στο: Παπουτσόγλου Σ. Ε. Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα σελ. 824-825, 837-840, 844.

ΣΕΘ (2020) Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια: Ετήσια έκθεση, Η υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση. ΣΕΘ, Ηλιούπολη σελ. 18, 24-25, 28, 30, 32, 52.

Τριανταφυλλίδης Α. (2015) Καλλιέργεια Ιχθύων: Αρχές γενετικής βελτίωσης. Στο: Βουλτσιάδου Ε., Αμπατζόπουλος Θ. Ι., Αντωνοπούλου Ε., Γκάνιας Κ., Γκέλης Σ., Στάικου Α., Τριανταφυλλίδης Α. Υδατοκαλλιέργειες. Εκδόσεις Κάλλιπος, σελ. 112.

6.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Abbate F., Guerrero M. C., Montalbano G., De Carlos F., Suárez A. Á., Ciriaco E., Germanà A. (2011) Morphology of the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Tongue. *Microscopy Research and Technique*, 75(5):643–649.

Akhtar M. S., Rajesh M., Kamalam B. S., Ciji A. (2020) Effect of photoperiod and temperature on indicators of immunity and wellbeing of endangered golden mahseer (*Tor putitora*) broodstock. *Journal of Thermal Biology* (93), 102694.

Arechavala-Lopez P., Toledo-Guedes K., Izquierdo-Gomez D., Šegvić-Bubić T., Sanchez-Jerez P. (2018) Implications of Sea Bream and Sea Bass Escapes for Sustainable Aquaculture Management: A Review of Interactions, Risks and Consequences. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(2):214-234.

Bik E., Ishigaki M., Blat A., Jaształ A., Ozaki Y., Malek K., Baranska M. (2020) Lipid Droplet Composition Varies Based on Medaka Fish Eggs Development as Revealed by NIR-, MIR-, and Raman Imaging. *Molecules*, 25(4):817.

- Bobe J.** (2015) Egg quality in fish: Present and future challenges. *Animal Frontiers*, 5(1):66-72.
- Bobe J., Labbé C.** (2010) Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):535–548.
- Brooks S., Tyler C. R., Sumpter J. P.** (1997) Egg quality in fish: What makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(4):387–416.
- Carbonara P., Dioguardi M., Cammarata M., Zupa W., Vazzana M., Spedicato M. T., Lembo G.** (2019) Basic knowledge of social hierarchies and physiological profile of reared sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.). *PLOS ONE*, 14(1).
- Coward K., Bromage N. R., Hibbitt O., Parrington J.** (2002) Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(1):33–58.
- Creswell L. R.** (2010) *Phytoplankton Culture for Aquaculture Feed*. Southern Regional Aquaculture Center, No. 5004.
- Cucchi P., Sucré E., Santos R., Leclère J., Charmantier G., Castille R.** (2012) Embryonic development of the sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Helgoland Marine Research*, 66(2):199-209.
- Duncan N., Estévez A., Porta J., Carazo I., Norambuena F., Aguilera C., Gairin I., Bucci F., Valles R., Mylonas C.C.** (2012) Reproductive development, GnRH α -induced spawning and egg quality of wild meagre (*Argyrosomus regius*) acclimatised to captivity. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(5):1273- 1286.

El-Gamal M. M., Othman S. I., Abdel-Rahim M. M., Mansour A. T., Alsaqufi A. S., El Atafy M. M., Mona M. H., Allam A. A. (2020) Palaemon and artemia supplemented diet enhances sea bass, *Dicentrarchus labrax*, broodstock reproductive performance and egg quality. *Aquaculture Reports*, 16(100290).

European Commission (EC). (2021) European seabass. Link: https://ec.europa.eu/fisheries/marine_species/farmed_fish_and_shellfish/seabass/ (Πρόσβαση: 10/02/2021).

FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO Rome, p. 6, 70, 165, 166, 167.

FAO (2021) Fisheries & Aquaculture, Cultured Aquatic Species Information Programme, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Link: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en (Πρόσβαση: 31/01/2021).

FAO (2021) Species Profiles, European seabass - *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Link: <http://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/european-seabass/european-seabass-home/en/> (Πρόσβαση: 31/01/2021).

Faulk C. K., Holt G. J. (2008) Biochemical composition and quality of captive-spawned cobia *Rachycentron canadum* eggs. *Aquaculture*, 279(1-4):70–76.

FAO (2021) Fisheries & Aquaculture, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Geographical Distribution Map. Link: <http://www.fao.org/fishery/species/2291/es> (Πρόσβαση: 31/01/2021).

- Fernandez-Palacios H.**, Schuchardt D., Roo J., Izquierdo M., Hernandez-Cruz C., Duncan N. (2014) Dose-dependent effect of a single GnRH α injection on the spawning of meagre (*Argyrosomus regius*) broodstock reared in captivity. Spanish Journal of Agricultural Research, 12(4):1038-1048.
- Figueiredo F.**, Aragão C., Pinto W., Dinis M. T., Oliveira C. C. V. (2020) Optimizing rearing and welfare in Senegalese sole (*Solea senegalesensis*) broodstock: Effect of ambient light intensity and handling time on stress response. Applied Animal Behaviour Science, 104880.
- Fiorella K. J.**, Okronipa H., Baker K., Heilpern S. (2020) Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. Current Opinion in Biotechnology, 70:83-90.
- Freitas J.**, Vaz-Pires P., Câmara, J. S. (2019) From aquaculture production to consumption: Freshness, safety, traceability and authentication, the four pillars of quality. Aquaculture, 518.
- Haffray P.**, Tsigenopoulos C. S., Bonhomme F., Chatain B., Magoulas A., Rye M., Triantafyllidis A., Triantaphyllidis C. (2006) European sea bass- *Dicentrarchus labrax*. Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations. In: Crosetti D., Lapègue S., Olesen I., Svaasand T., GENIMPACT project: Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations. A European network. WP1 workshop Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish Viterbo, Italy, pp. 1-3.

- Hua K.**, Cobcroft J. M., Cole A., Condon K., Jerry D. R., Mangott A., Christina Praeger C., Vucko M. J., Zeng C., Zenger K., Strugnell, J. M. (2019) The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*, 1(3):316–329.
- IFCA** (2021) European Seabass: *Dicentrarchus labrax* image. Link: <https://www.nw-ifca.gov.uk/managing-sustainable-fisheries/european-seabass/> (Πρόσβαση: 31/01/2021).
- Izquierdo M. S.**, Fernández-Palacios H., Tacon A. G. J. (2001) Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197:25–42.
- Jerez S.**, Rodríguez C., Cejas J. R., Martín M. V., Bolaños A., Lorenzo A. (2012) Influence of age of female gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) broodstock on spawning quality throughout the reproductive season. *Aquaculture*, 350-353: 54-62.
- Kamaci H. O.**, Saka S., Fırat K. (2005) The Cleavage and Embryonic Phase of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) Eggs. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22(1-2):205-209.
- Katavić I.**, Jug-dujaković J., Glamuzina B. (1989) Cannibalism as a Factor Affecting the Survival of Intensively Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fingerlings. *Aquaculture*, 77:135–143.
- Kelly A. M.**, Heikes D. (2013) Sorting and Grading Warmwater fish. Southern Regional Aquaculture Center, No. 391.

- Kestemont P.**, Jourdan S., Houbart M., Mélard C., Paspatis M., Fontaine P., Cuvier A., Kentouri M., Baras, E. (2003) Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, 227(1-4): 333–356.
- Kousoulaki K.**, Sæther B. S., Albrektsen S., Noble C. (2015) Review on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) nutrition and feed management: a practical guide for optimizing feed formulation and farming protocols. *Aquaculture Nutrition*, 21(2):129-151.
- Lahnsteiner F.**, Giménez G., Alicia E. (2008) Egg quality determination based on the shape of the lipid vesicle in common dentex, *Dentex dentex*. *Aquaculture Research*, 39(2):144–149.
- LarvalBase** (χ.χ.) European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) School of larvae, Juvenile European Seabass (*Dicentrarchus labrax*). Link: <http://www.larvalbase.org/> (Πρόσβαση: 15/02/2021).
- Lika K.**, Pavlidis M., Mitrizakis N., Samaras A., Papandroulakis, N. (2015) Do experimental units of different scale affect the biological performance of European sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae? *Journal of Fish Biology*, 86(4):1271–1285.
- Llorente I.**, Fernández-Polanco J., Baraibar-Diez E., Odriozola M. D., Bjørndal T., Asche F., Guillen J., Avdelas L., Nielsen R., Cozzolino M., Luna M., Fernández-Sánchez J. L., Luna L., Aguilera C., Basurco B. (2020) Assessment of the economic performance of the seabream and seabass aquaculture industry in the European Union. *Marine Policy*, 117.

- Lubzens E.**, Young G., Bobe J., Cerdà J. (2010) Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):367–389.
- Makino N.**, Uchiyama M., Iwanami S., Tohyama T., Tanaka M. (1999) Developmental Changes in Multiple Oil Globules of Japanese Sea Bass Eggs. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 65(2):268–277.
- Martos-Sitcha J. A.**, Mancera J. M., Prunet P., Magnoni, L. J. (2020) Editorial: Welfare and Stressors in Fish: Challenges Facing Aquaculture. *Frontiers in Physiology*, 11(162).
- Migaud H.**, Bell G., Cabrita E., McAndrew B., Davie A., Bobe J., Herráez M. P., Carrillo M.(2013) Gamete quality and broodstock management in temperate fish. *Reviews in Aquaculture* 5(1):194-223.
- Moran A. L.**, McAlister J. S. (2009) Egg Size as a Life History Character of Marine Invertebrates: Is It All It's Cracked Up to Be? *Biological Bulletin*, 216(3):226-242.
- MSIP** (2021) European seabass (*Dicentrarchus labrax*) Classification. Link: http://speciesidentification.org/species.php?species_group=fnam&menuentry=soorten&id=1846&tab=classificatie (Πρόσβαση: 31/01/2021).
- Muniesa A.**, Basurco B., Aguilera C., Furones D., Reverté C., Sanjuan-Vilaplana A., Jansen M. D., Brun E., Tavoranpanich S (2020) Mapping the knowledge of the main diseases affecting sea bass and sea bream in Mediterranean. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(3):1089-1100.

- Mylonas C. C.**, Fostier A., Zanuy S. (2010) Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):516–534.
- Mylonas C. C.**, Sigelaki I., Divanach P., Mananós E., Carrillo M., Afonso-Polyviou A. (2003) Multiple spawning and egg quality of individual European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) females after repeated injections of GnRH α . *Aquaculture*, 221(1-4):605–620.
- Pavlov D.**, Kjorsvik E., Refsti T., Andersen O. (2004) Brood Stock and Egg Production. In: *Culture of Cold-Water Marine Fish*. Publisher: Wiley-Blackwell, p.143-149.
- Rurangwa E.**, Kime D. E., Olleviera F., Nash J. P. (2004) The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234:1-28.
- Saillant E.**, Chatain B., Fostier A., Przybyla C., Fauvel C. (2001) Parental influence on early development in the European sea bass. *Journal of Fish Biology*, 58(6):1585-1600.
- Schar D.**, Klein E. Y., Laxminarayan R., Gilbert M., Van Boeckel T. P. (2020) Global trends in antimicrobial use in aquaculture. *Nature Scientific Reports*, 10(21878).
- Soso A. B.**, Barcellos L. J. G., Ranzani-Paiva M. J., Kreutz L. C., Quevedo R. M., Lima M., Silva L. B., Ritter F., Bedin A. C., Finco J. A. (2008) The Effects of Stressful Broodstock Handling on Hormonal Profiles and Reproductive

Performance of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) Females. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(6), 835–841.

Stuart K. R., Armbruster L., Johnson R., Drawbridge M. A. (2020) Egg diameter as a predictor for egg quality of California yellowtail (*Seriola dorsalis*). *Aquaculture*, 522(735154).

Theodorou J. A., Perdikaris C., Filippopoulos N. G. (2015) Evolution Through Innovation in Aquaculture: A Critical Review of the Greek Mariculture Industry. *Journal of Applied Aquaculture*, 27(2):160–181.

Turkmen S., Hernández-Cruz C. M., Zamorano M. J., Fernández-Palacios H., Montero D., Afonso J. M., Izquierdo M. (2019) Long-chain PUFA profiles in parental diets induce long-term effects on growth, fatty acid profiles, expression of fatty acid desaturase 2 and selected immune system-related genes in the offspring of gilthead seabream. *British Journal of Nutrition*, 1–14.

Valdebenito I. I., Gallegos P. C., Effer, B. R. (2013) Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. *Zygote*, 23(2):177–197.

Vallin L., Nissling A. (2000) Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua*. *Fisheries Research*, 49(1):21-37.

Vandeputte M., Gagnaire P. A., Allal F. (2019) The European sea bass: a key marine fish model in the wild and in aquaculture. *Animal Genetics*, doi: <https://doi.org/10.1111/age.12779>.

- Volckaert F. A. M.**, Batargias C., Canario A., Chatziplis D., Chistiakov D., Haley C., Libertini A., Tsigenopoulos C. (2008) European Sea Bass. Genome Mapping Genomics Animals, 5:117-133.
- Woolley L. D.**, Qin J. G. (2010) Swimbladder inflation and its implication to the culture of marine finfish larvae. Reviews in Aquaculture, 2(4):181–190.
- Yang S. G.**, Ji S. C., Lim S. G., Hur S. W, Jeong M., Lee C. H., Kim B. S., Lee Y. (2016) Management of Sexual Maturation and Natural Spawning of Captive-Reared Yellowtail Kingfish, *Seriola lalandi*, in an Indoor Rearing Tank. Development & Reproduction, 20(2):141-147.
- Zanuy S.**, Carrillo M., Felip A., Rodríguez L., Blázquez M., Ramos J., Piferrer F. (2001) Genetic, hormonal and environmental approaches for the control of reproduction in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 202(3-4):187–203.
- Żarski D.**, Nguyen T., Le Cam A., Montfort J., Dutto G., Vidal M. O., Fauvel C., Bobe J. (2017) Transcriptomic Profiling of Egg Quality in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Sheds Light on Genes Involved in Ubiquitination and Translation. Marine Biotechnology, 19(1):102-115.

7. ABSTRACT

Fish farming industry has been rapidly increased in recent decades and has also become a great alternative solution towards overfishing and food crisis of the planet. However, its further development is being hampered due to the problems it faces, mainly by the variable quality of eggs being produced in hatcheries. Research community, turning towards to that direction, found out that the factors which degrade egg quality are being related to the broodstock profile, as well as to management practices and rearing environment, and has developed reliable methods in order to estimate their viability in early production stages.

At the present study, an effort was made to investigate the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) eggs being produced under real intense conditions in a large scale hatchery. The included quality criteria, concerned its morphometric features (diameter, number/g, number of normal eggs, number based on lipid droplets) after having made stereoscope observation, along with their ability to float within a specially separated graduated cylinder (top, middle, bottom), filled with a solution of water and sodium chloride (NaCl) salinity 36 ± 0.90 ‰. Additional measurements that also took place, were dealing with zootechnical data such as the hatching rate of eggs and survival, as well as growth and malformations rate at a later stage (larvae), in accordance with the hatchery protocol, so as to avoid any action that could affect the company's action plan. The purpose of this study was to evaluate the mentioned above quality parameters at a production level.

The results obtained in this study showed an overtime variation of hatching, survival, growth and malformations percentages. For the most part, this differentiation was confirmed by the under consideration quality indicators, having the percentage of the number of normal ones per gram level, being the most representative. This was followed by the percentage of floating eggs whose diagrammatic representation was almost identical to that of the viable ones. Regarding the efficiency of diameter as a quality parameter of released eggs, it was proved to be able to predict the length of larvae in later productive stages, while its variation over time did not seem to prevent their survival and normal growth. Finally, the reliability of the number of eggs based on lipid droplets, but also in terms of gram in total, seemed to be partly representative towards the quality since the eggs of all droplet categories yielded high hatching percentages and while their increased number per gram was found as a fertility sample, it was not being related to their viability.

So as a conclusion, we would say that egg quality cannot be considered as a parameter being kept constant under production conditions. In the contrary, it changes over time, having the sea bass eggs (*D. labrax* L.) showing reduced viability beyond the first release and during the spawning period. The results of the present study could be viewed as a tool for the rational management of eggs released in captivity and respectively of larvae, in addition to a trigger for conducting research that will focus upon the evaluation of the already mentioned quality indicators or even upon the direct identification of new ones.

Key-words: *Dicentrarchus labrax*, intensive breeding, egg quality, morphometric features, buoyancy test, lipid droplets, hatchery

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

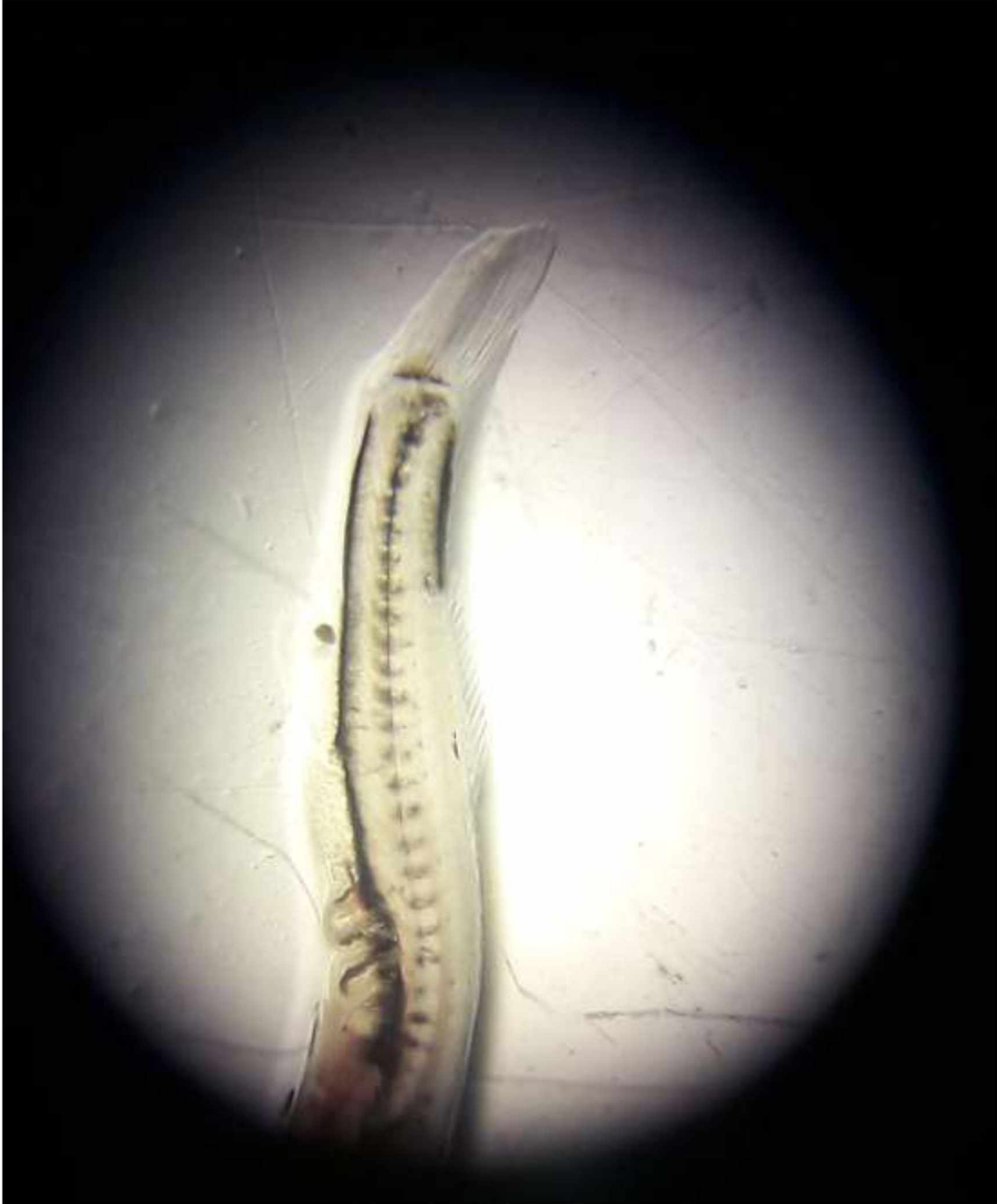
Ακολουθούν φωτογραφίες, προσωπικού αρχείου, που λήφθηκαν κατά την διεξαγωγή του πειράματος.



Εικόνα 26: Νύμφη λαβρακιού (*D. labrax* L.) με προέκταση κάτω γνάθου στο στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic).



Εικόνα 27: Νύμφη λαβρακιού (*D. labrax* L.) με κύφωση στο στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic).



Εικόνα 28: Νύμφη λαβρακιού (*D. labrax* L.) με λόρδωση στο στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic).



Εικόνα 29: Νύμφη λαβρακιού (*D. labrax* L.) με αλλοιωμένο ουραίο πτερύγιο στο στερεοσκόπιο (KRÜSS Optronic).