

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΥΓΩΝ ΣΕ ΨΑΡΙΑ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΑΙΧΜΑΛΩΣΙΑΣ

Πτυχιακή διατριβή της φοιτήτριας Λώρας Αγγέλου

Τριμελής Επιτροπή:
Π.Παναγιωτάκη, Λέκτορας (Επιβλέπουσα)
Χ. Νεοφύτου, Καθηγητής
Α.Ι. Θεοδώρου, Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ 2002

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΣΑΒΙΝΟΥ
ΣΗΤΕΣΙΑΤΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1433/1
Ημερ. Εισ.: 09-10-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ
2002
ΑΓΓ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070331

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε κατά τα ακαδημαϊκά έτη 1999-2000.
Προλογίζοντας την εργασία αυτή θεωρώ απαραίτητο να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς:

Τη Λέκτορα κα Π.Παναγιωτάκη , η οποία συνέβαλε τα μέγιστα συμμετέχοντας στην ανάθεση του θέματος και υποστηρίζοντας όλα τα στάδια της παρούσας διατριβής με ενδιαφέρον και υπομονή.

Τους καθηγητές κ.κ. Χ. Νεοφύτου και Α. Θεοδώρου οι οποίοι συμπαραστάθηκαν περιβάλλοντας με ενδιαφέρον την όλη προσπάθεια.

Την οικογένεια και τους φίλους μου οι οποίοι με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με οποιονδήποτε τρόπο μπορούσε ο καθένας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή 3 - 5
 - Γενικά για τις Υδατοκαλλιέργειες 6
 - Ιστορική εξέλιξη 6 - 7
2. Ποιότητα αυγού - γενικά 8 - 10
- 2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα αυγού 10 -- 28
 - A. Γονιμοποίηση
 - B. Φυσιολογία αυγού
 - Γ. Μορφολογία
 - Δ. Μέγεθος αυγού
 - E. Χημική Σύσταση
 - E1. Χρωστικές
 - E2. Βιταμίνη C
 - E3. Ανόργανα συστατικά
 - E4 Οργανική σύνθεση αυγών και ηλικία θηλυκών
 - ΣΤ. Χρωμοσωμικά Χαρακτηριστικά
 - Z. Διατροφή γεννητόρων και ελεγχόμενη αναπαραγωγή
 - Η. Διαχείριση γεννητόρων και καταπόνηση
 - Θ. Επιδράσεις μικροβίων
 - I. Υπερωρίμανση αυγών
3. Συμπεράσματα και προτάσεις 28 - 30
4. Βιβλιογραφία 31 - 42

1 . ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα , παρουσίασε την τελευταία εικοσαετία αλματώδη ανάπτυξη . Αυξήθηκε τόσο ο αριθμός των εκτρεφόμενων ειδών όσο και η παραγωγική ικανότητα των μονάδων (Αποστολόπουλος κ.α. 1994) .

Η σημασία των υδατοκαλλιεργειών για την Ελλάδα είναι εξαιρετικά μεγάλη και αυτό άλλωστε φαίνεται και απ' τους γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης του κλάδου .

Τα προϊόντα των υδατοκαλλιεργειών βρήκαν απήχηση στο ελληνικό αγοραστικό κοινό, αφού οι Έλληνες σαν παραδοσιακά θαλασσινός λαός , δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στα ψάρια και αυτή η προτίμηση αυξάνεται συνεχώς με την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου μιας και αυτό συνοδεύεται από απαίτηση για τροφές υψηλότερης βιολογικής αξίας . Εκτός βέβαια απ' τους Έλληνες που επιλέγουν τα ψάρια για την διατροφή τους , η ζήτηση και η κατανάλωση ψαριών αυξάνεται σημαντικά το καλοκαίρι με την έλευση των τουριστών στη χώρα μας .

Δυστυχώς αυτή η αύξηση των απαιτήσεων σε ψάρια δεν μπορεί να καλυφθεί μόνο απ' την αλιεία . Άλλωστε οι ποσότητες των αλιευμάτων συνεχώς μειώνονται και ακόμη και με ορθολογικότερη διαχείριση των αλιευτικών πεδίων δεν θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες ανάγκες σε ψάρια (Αποστολόπουλος κ.α. 1994) .

Έτσι η στροφή στις υδατοκαλλιέργειες για την επίλυση του προβλήματος της έλλειψης ψαριών ήταν επιβεβλημένη . Βέβαια ο κλάδος αναπτύχθηκε γρήγορα και δεν περιορίστηκε στα στενά όρια της ελληνικής αγοράς , αλλά επεκτάθηκε και στις αγορές του εξωτερικού με μεγάλη επιτυχία .

Ένας άλλος σημαντικός λόγος που έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη του κλάδου είναι και η καταλληλότητα του ελλαδικού χώρου για την εγκατάσταση μονάδων . Η Ελλάδα με μήκος ακτών 15000 km διαθέτει άφθονα σημεία που πληρούν τις προϋποθέσεις εγκαταστάσεις μονάδων εκτροφής . Έτσι η εγκατάσταση των μονάδων μπορεί να γίνει χωρίς να χρειαστεί να υπάρξει ανταγωνισμός με τουριστικές περιοχές ή βιομηχανικές περιοχές επιβαρυνμένες με ρύπανση εξαιτίας των βιομηχανικών αποβλήτων (Νεοφύτου, 1997).

Είναι λοιπόν φανερό ότι πρόκειται για ένα κερδοφόρο κλάδο που βρίσκοντας πρόσφορο έδαφος στην Ελλάδα μπόρεσε να εξελιχθεί πολύ γρήγορα και αναμένεται περαιτέρω εξέλιξή του , όσο βελτιώνεται η τεχνογνωσία πάνω στον συγκεκριμένο κλάδο . Έτσι στο μέλλον αναμένεται :

Ενίσχυση της συμμετοχής του κλάδου στο ακαθάριστο προϊόν της αλιείας .

2. Αποτελεσματική συμβολή του για ενεργητικό εμπορικό ισοζύγιο ιχθυηρών , με

* τον εξαγωγικό προσανατολισμό του και

* την υποκατάσταση εισαγωγών

Δημιουργία απασχόλησης , κύρια σε απομονωμένες περιοχές .

4. Εδραίωση εθνικής τεχνογνωσίας .

5. Προσφορά ψαριών υψηλής πρωτεϊνικής αξίας σε προσιτες τιμές .

Τα συστήματα εκτροφής υδρόβιων οργανισμών μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος και το είδος της ανθρώπινης επέμβασης στην διάρκεια της εκτροφής και ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων εγκαταστάσεων (Παπουτσόγλου , 1985) . Ως κριτήριο διαχωρισμού χρησιμοποιείται η σχέση του είδους και του μεγέθους της ανθρώπινης επέμβασης προς την παραγωγή , καθώς και το είδος των εγκαταστάσεων εκτροφής ή καλλιέργειας και ο τρόπος κυκλοφορίας και χρήσης του νερού . Έτσι τα συστήματα εκτροφής που συναντάμε είναι : εκτατικό σύστημα , ημικτατικό σύστημα , ημιεντατικό σύστημα , εντατικό σύστημα , υπερεντατικό σύστημα .

Στο υπερεντατικό σύστημα η επέμβαση του ανθρώπου περιλαμβάνει την αλλαγή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού (θερμοκρασία , οξύγονο , αλατότητα) με σκοπό την δημιουργία ευνοϊκότερου περιβάλλοντος για τους οργανισμούς ώστε να αναπτυχθούν ταχύτατα . Απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού και παροχή τεχνητής τροφής (σύμπληκτα) . Αυτό σε συνδιασμό με το γεγονός ότι η προμήθεια των εκτρεφόμενων οργανισμών γίνεται αποκλειστικά από ιχθυογεννητικούς σταθμούς έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των δαπανών . Το σύστημα όμως αυτό έχει και τις υψηλότερες αποδόσεις γιαυτό και πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή του εκτρεφόμενου είδους για να αποδώσει τα υψηλότερα κέρδη (Παπουτσόγλου , 1985) . Σ' αυτό το σύστημα επιπλέον μας ενδιαφέρει η διατήρηση γεννητόρων σε συνθήκες αιχμαλωσίας οι οποίοι μπορούν να παράγουν αυγά υψηλής και σταθερής ποιότητας . Στη φύση τα ψάρια αναπαράγονται σε συγκεκριμένα και περιορισμένα χρονικά διαστήματα όταν οι συνθήκες για την επιβίωση των νεαρών ιχθυδίων είναι οι καταλληλότερες (θερμοκρασία , διαθέσιμη τροφή).

Στα εντατικά συστήματα εκτροφής ωστόσο , η προμήθεια της εκτροφής σε ιχθύδια δεν μπορεί να βασιστεί στην φυσική αναπαραγωγή των γεννητόρων στην θάλασσα γιατί

1. η αλίευση γεννητόρων διαφέρει από χρόνο σε χρόνο
2. σπανίζουν οι γονάδες καλής ποιότητας , και
3. η παραγωγή ιχθυδίων κυμαίνεται .

Για όλους αυτούς τους λόγους γίνεται κατανοητό γιατί η επιτυχία μιας εκτροφής βασίζεται στην επιτυχή διατήρηση γεννητόρων και στην εξασφάλιση του εφοδιασμού της με σταθερής ποιότητας ιχθύδια. Δυστυχώς κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα εφικτό αφού η διατήρηση ψαριών σε συνθήκες αιχμαλωσίας παρουσιάζει πολλές δυσκολίες . Το κυριότερο πρόβλημα στη διατήρηση των γεννητόρων είναι η δυσκολία προσαρμογής τους στις συνθήκες αιχμαλωσίας με συνέπεια την παραγωγή ιχθυδίων χαμηλής ποιότητας . Βέβαια , υπάρχουν και είδη ψαριών που δεν μπορούν να προσαρμοστούν καθόλου σε συνθήκες αιχμαλωσίας .

Για τα είδη που μπορούν να ωοτοκήσουν σε συνθήκες αιχμαλωσίας , οι συνθήκες διατήρησης υπαγορεύονται από τις απαιτήσεις της εκτροφής σε προμήθεια γόνου και στο πρόγραμμα εκτροφής που ακολουθείται . Προκειμένου να ελεγχθεί η

αναπαραγωγή απαιτείται πλήρης κατανόηση των ειδικών απαιτήσεων των γεννητόρων σε συνθήκες περιβάλλοντος και σε διατροφή .

Η αναπαραγωγή των ψαριών ελέγχεται από το περιβάλλον , το κεντρικό νευρικό σύστημα και το ενδοκρινικό σύστημα . Ο έλεγχος του άξονα υποθάλαμος - υπόφυση - γονάδες επιτρέπει την παραγωγή αυγών σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή θελήσουμε για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες της αγοράς . Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ωρίμανση των ωοθηκών και δίνουν το ερέθισμα για την εκκίνησή της είναι η άνοδος της θερμοκρασίας , η φωτοπερίοδος , και η διαθεσιμότητα τροφής . Είναι απαραίτητο να ελέγχονται και τα αρσενικά άτομα για να εξασφαλίζεται η ποιότητα και η ποσότητα σπέρματος και να συγχρονίζεται η παραγωγή σπέρματος με την ωρίμανση των ωοθηκών των θηλυκών ατόμων .

Η διαδικασία που ακολουθείται για την δημιουργία τμήματος γεννητόρων σε ένα ιχθυογεννητικό σταθμό περιλαμβάνει τη σύλληψή τους από το υδρόβιο περιβάλλον. Ξεκινάει η φάση προσαρμογής τους στις νέες συνθήκες διαβίωσης και διατροφής και σ' αυτό το στάδιο έχουμε τις περισσότερες απώλειες .

Τα τελευταία χρόνια , η αυξανόμενη χρήση της τεχνητής γονιμοποίησης αυγών ψαριών στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς έδωσε ώθηση στην έρευνα σχετικά με την ποιότητα των αυγών . Η επιβίωση των νεαρών ιχθυδίων έχει αναφερθεί ότι σχετίζεται με τη διάμετρο του αυγού (Znova, 1973, Pchelovodova, 1976 , Tomita et al., 1980), το βάρος αυγού (Bagenal, 1969, Ware, 1975, Kamler, 1976, Pchelovodova, 1976, Shimma et al., 1978, Kamler et al., 1982) , τη διακύμανση στο μέγεθος αυγού (Znova, 1973, Vladimiro , 1974, Kamler and Malczewski, 1982, Kamler et al., 1982) καθώς και η χημική σύνθεση και / ή το ενεργειακό περιεχόμενο των αυγών (Murayama and Yanase, 1961, Semenov et al., 1974, Kamler, 1976, Kamler et al., 1982) . Πάντως αυτές οι σχέσεις δεν ήταν πάντα σημαντικές .

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να περιγραφούν οι παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα των αυγών ψαριών που αναπαράγονται σε συνθήκες αιχμαλωσίας με στόχο την εύρεση εύχρηστων κριτηρίων για τον καθορισμό της ποιότητας.

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Με τον όρο υδατοκαλλιέργειες , εννοούμε το σύνολο των ενεργειών του ανθρώπου που αφορούν την εκτροφή και την καλλιέργεια θαλάσσιων οργανισμών

Τα κυριότερα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν με τις υδατοκαλλιέργειες είναι :

- * Ψάρια : διάφορα είδη θαλάσσιων , υφάλμυρων και γλυκών νερών .
- * Μαλάκια : θαλάσσιων και υφάλμυρων νερών .
- * Καρκινοειδή : θαλάσσιων , υφάλμυρων και γλυκών νερών .
- * Ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί .
- * Μακροφύκη : κυρίως θαλάσσιων νερών .
- * Φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί : κατά βάση θαλάσσιων και υφάλμυρων νερών .

Η κυριότερη ανάγκη που οδήγησε στη δημιουργία των παραπάνω μορφών εκτροφών , είναι η ανάγκη για κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου .

Υπάρχουν κι άλλοι λόγοι όμως , που έστρεψαν την προσοχή του ανθρώπου σ' αυτή την μορφή ζωικής παραγωγής . Αυτοί οι λόγοι είναι οι εξής :

1. Παραγωγή τροφίμων για τον άνθρωπο .
2. Παραγωγή τροφής για κατοικίδια ζώα .
3. Παραγωγή προϊόντων για τη βιομηχανία .
4. Βελτίωση φυσικών αποθεμάτων υδρόβιων οργανισμών με τεχνητές μεθόδους (συντήρηση αποθεμάτων υδρόβιων οργανισμών στο περιβάλλον , ελεγχόμενη αλιεία , μεταφορά και εγκατάσταση νέων οργανισμών , κτλ.) .
5. Παραγωγή διακοσμητικών υδρόβιων οργανισμών .
6. Ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων .

1.2 Ιστορική εξέλιξη

Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι οι υδατοκαλλιέργειες δεν είναι ανακάλυψη της εποχής μας , αλλά υφίστανται , με απλούστερη βέβαια μορφή , από το 4000 π.Χ. Ερευνητές αναφέρουν ότι οι προσπάθειες για εκτροφή ψαριών ξεκίνησαν στις περιοχές της Κίνας , της Ινδονησίας και του Βιετνάμ .

Γύρω στα 2000 π.Χ . άρχισε να εμφανίζεται στην Αίγυπτο η εκτροφή του είδους *Tilapia nilotica* , ενώ επίσης γύρω στα 2000 π.Χ. έχουμε την πρώτη προσπάθεια εκτροφής στρειδιών στα παράλια της Ιαπωνίας .

Στον ευρωπαϊκό χώρο έχουμε αναφορές για εκτροφή ψαριών σε χωμάτινες υδατοσυλλογές . Τα είδη που εκτρέφονται μ' αυτόν τον τρόπο μέχρι τα τέλη του 12ου αιώνα μ.Χ. είναι τα *Esox lucius* , *Barbus barbuis* , *Leuciscus sp.* , *Rutilus rutilus* , *Phoxinus phoxinus* .

Τη μεγαλύτερη εξέλιξη , οι υδατοκαλλιέργειες τη γνώρισαν τα τελευταία 20 - 30 χρόνια . Η εκτροφή ψαριών επεκτείνεται και σε είδη των υφάλμυρων και θαλάσσιων νερών , ενώ προστίθενται στην εκτροφή και άλλα είδη υδρόβιων οργανισμών όπως είναι τα μαλάκια , τα καρκινοειδή , τα φύκη , ζωοπλαγκτόν και φυτοπλαγκτόν . Η εξέλιξη όμως αυτή είχε τη συνδρομή της επιστημονικής

έρευνας που έδωσε λύσεις σε προβλήματα διατροφής και αναπαραγωγής σε συνθήκες αιχμαλωσίας .

Όπως ειπώθηκε παραπάνω ο σημαντικότερος λόγος που οδήγησε τους ανθρώπους στην ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών και την εκτροφή ψαριών ήταν η ανάγκη για κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων διατροφικών τους απαιτήσεων (Παπουτσόγλου , 1985) . Οι υδατοκαλλιέργειες μπορούν να συμβάλλουν στην επίλυση του προβλήματος αφού δίνουν την δυνατότητα παραγωγής τροφίμων και ειδικότερα πρωτεΐνης .

2. Ποιότητα αυγού-γενικά

Η ποιότητα των αυγών των ψαριών μπορεί να αποτελέσει παράγοντα για μια επιτυχημένη μαζική παραγωγή και πιθανόν να ευθύνεται για τη μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς την επιβίωση των ιχθυδίων που παρατηρείται στη φύση . Στην βιβλιογραφία ,ο όρος ποιότητα αυγού έχει ορισθεί και χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Η έλλειψη επαρκούς μελέτης για αυτό το θέμα εμποδίζει τη σαφή διατύπωση του ορισμού . Ο μόνος ορισμός με γενική ισχύ είναι πιθανόν η ικανότητα του αυγού να παράγει βιώσιμο γόνιο. Αυτή η ικανότητα του αυγού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες φυσικούς,γενετικούς , χημικούς καθώς και τις αρχικές αναπτυξιακές διαδικασίες που συμβαίνουν στο αυγό . Αν κάποιος από τους σημαντικούς παράγοντες απουσιάζει ή δεν ολοκληρωθεί , η ανάπτυξη του αυγού θα αποτύχει . Η ποιότητα του αυγού θα πρέπει να θεωρείται προκαθορισμένη απ' την στιγμή της ωοαπόθεσης και της ολοκλήρωσης της γονιμοποίησης και ως εκ τούτου , επεμβάσεις κατά τη διάρκεια της επώασης εξαιρούνται . Αυτός ο ορισμός πάντως έχει μικρή πρακτική αξία αφού προφανώς η βιωσιμότητα των ιχθυδίων δεν μπορεί να καθορισθεί πριν αυτά αναπτυχθούν . Υπάρχει ανάγκη εξεύρεσης εύχρηστων και αξιόπιστων κριτηρίων ποιότητας των αυγών στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους για να διευκολυνθεί τόσο η ελεγχόμενη εκτροφή των ψαριών , όσο και η μελέτη της αναπαραγωγής των ψαριών στη φύση .

Με δεδομένο ότι είναι δυνατόν τα ψάρια να αναπαραχθούν φυσικά ή τεχνητά σε συνθήκες αιχμαλωσίας , είναι σημαντικό τα αυγά και τα ιχθυύδια που γεννιούνται να είναι της καλύτερης ποιότητας . Η ποιότητα αυγού , που ορίζεται σαν τα χαρακτηριστικά του που είναι καθοριστικά για την ικανότητά του να επιβιώσει , είναι ένα σημαντικό πρόβλημα για πολλά από τα είδη που εκτρέφονται αυτή τη στιγμή και είναι σχεδόν βέβαιο ότι αποτελεί πρόβλημα για την εκτροφή νέων ειδών . Γενικά για πολλά ψάρια όπως π.χ. *Sparus aurata* , *Dicentrarchus labrax* , *Scophthalmus maximus* και *Hippoglossus hippoglossus* , ο βαθμός θνησιμότητας των αυγών είναι πολύ υψηλός , με ποσοστά επιβίωσης μετά το στάδιο του ιχθυδίου συχνά μικρότερα από 5%. Μόνο τα σολωμοειδή παρουσιάζουν καλύτερη ποιότητα αυγών και ιχθυδίων αλλά ακόμη κι εδώ τα δύο τρίτα των αυγών και ιχθυδίων μπορεί να χαθούν κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών στον ιχθυογεννητικό σταθμό (Bromage et al., 1992) .

Λίγα είναι γνωστά για τους καθοριστικούς παράγοντες της ποιότητας αυγού αν και πολλοί παράγοντες έχουν θεωρηθεί ως πιθανόν εμπλεκόμενοι . Υπάρχει επίσης μικρή συμφωνία στο ποιές θεωρούνται αξιόπιστες μέθοδοι για τον προσδιορισμό της ποιότητας , κάτι που αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κατάληξη σε συμπεράσματα που αφορούν τους παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα του αυγού . Επιπλέον , για να είναι χρήσιμες για τους εκτροφείς , οι μέθοδοι του υπολογισμού πρέπει να είναι απλές στην εφαρμογή τους και θα πρέπει να είναι δυνατόν να εφαρμόζονται στην αρχή της ανάπτυξης ώστε να

αποφεύγεται η απασχόληση των εγκαταστάσεων του σταθμού και του προσωπικού με κάτι που μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι μη παραγωγικές παρτίδες αυγών .

Για το είδος *Salmo gairdneri* το ποσοστό γονιμότητας, που υπολογίζεται είτε σε 12 ώρες , την στιγμή πρώτης ή δεύτερης κυτταροδιαίρεσης ή μετά από 7 ημέρες με τον σχηματισμό της αρχικής λωρίδας, παρέχει έναν αξιόπιστο δείκτη για παρτίδες αυγών με χαμηλούς ρυθμούς γονιμοποίησης και ιχθύδια με χαμηλούς αναπτυξιακούς ρυθμούς (Springate et al., 1984, Bromage and Cumaratunga, 1988, Bromage et al., 1992) . Σαν αποτέλεσμα των καλών συσχετίσεων μεταξύ εμφάνισης ματιών (eying) και ρυθμών γονιμότητας απ' τη μια και συμπεριφοράς απ' την άλλη , πολλά εκτροφεία πέστροφας χρησιμοποιούν τους ρυθμούς εμφάνισης ματιών σαν δείκτες ποιότητας (Bromage and Cumaratunga , 1988 , Bromage et al., 1992) .

Η καθιέρωση αξιόπιστων μεθόδων για τον προσδιορισμό της ποιότητας αυγού είναι ακόμη πιο δύσκολη για τα θαλάσσια είδη . Πολλοί ιχθυογεννητικοί σταθμοί που εκτρέφουν θαλάσσια είδη διαχωρίζουν τα «καλής» από τα «κακής ποιότητας» αυγά από την ικανότητά τους να επιπλέουν ή να βυθίζονται στο νερό αντίστοιχα (McEnoy, 1984, Carrillo et al., 1989, Kjosrvik et al., 1990) . Άλλοι ερευνητές προτείνουν ότι η μορφολογία του χορίου , το σχήμα του αυγού , η διαφάνειά του και η κατανομή των σταγονιδίων ελαίου μπορεί να σχετίζονται με την ποιότητα (Kjosrvik et al., 1990) . Πάντως για έναν αριθμό ειδών που περιλαμβάνουν για παράδειγμα το *Hippoglossus hippoglossus* , δεν έχουν αναφερθεί τέτοιες συχτίσεις άνωσης ή άλλων μορφολογικών χαρακτηριστικών με την ποιότητα (Bromage et al., 1994) .

Ο ρυθμός γονιμοποίησης μπορεί να αποδειχθεί τόσο καλός δείκτης ποιότητας για τα θαλάσσια είδη όπως είναι για τα σολωμοειδή , αν και έχει αναφερθεί ότι δεν συσχετίζεται σημαντικά με τα μετέπειτα στάδια επιβίωσης σε ένα αριθμό θαλάσσιων ψαριών (Kjosrvik et al. , 1990) . Πρόβλημα μπορεί επίσης να είναι ο καθορισμός του ρυθμού γονιμοποίησης . Οι συχτίσεις ποιότητας και συνολικών ρυθμών γονιμοποίησης μπορούν να παραλειφθούν καταγράφοντας απλώς το συνολικό ποσοστό των αυγών που γονιμοποιήθηκαν . Πρόσθετες πληροφορίες για, π.χ. , την εμφάνιση των χρωμοσωμάτων και την συμμετρία των κυττάρων έχουν αποδειχθεί χρήσιμες για έναν αριθμό ειδών (Bromage et al., 1994, Kjosrvik et al., 1990).Πρόσφατες εργασίες για το *Hippoglossus hippoglossus* ξεχώρισαν πέντε κριτήρια ανάπτυξης αμέσως μετά την γονιμοποίηση , αλλά από αυτές μόνο η αναλογία των αυγών που έχουν σφαιρικό σχήμα και εμφανίζουν συμμετρικές κυτταροδιαιρέσεις θεωρείται ότι παρέχουν ένδειξη της ποιότητας των αυγών (Bromage et al.,1994) .

Ένας άλλος παράγοντας που είναι σημαντικός για τον προσδιορισμό της ποιότητας των αυγών είναι η λεπτομερής καταγραφή στοιχείων για όλες τις παρτίδες αυγών και όχι απλώς μέσοι ρυθμοί ανάπτυξης . Όπου είναι δυνατόν πρέπει να περιλαμβάνονται ξεχωριστά στοιχεία για κάθε παρτίδα αυγών από κάθε

γεννήτορα . Οι λόγοι γιαυτή την προσέγγιση γίνονται πιο ξεκάθαροι όταν η πλήρης κλίμακα κάθε τιμή επιβίωσης εξετάζεται για τους πληθυσμούς των γεννητόρων. Η καταγραφή των στοιχείων των παρτίδων των αυγών έχει μεγάλη σημασία για την περαιτέρω αξιολόγηση (π.χ. μέσες τιμές στις οποίες περιλαμβάνονται παρτίδες αυγών , που γεννήθηκαν από ξεχωριστά ψάρια , με επιβιώσεις σχεδόν 0% και 100% δεν μπορούν να αναπαραστήσουν πραγματικά την πλήρη κλίμακα της ποιότητας αυγού σε μια ομάδα γεννητόρων, ακόμη και με τα κατάλληλα όρια εμπιστοσύνης). Επιπλέον, μερικά εκτροφεία και μερικές δημοσιευμένες εργασίες αποκλείουν παρτίδες αυγών με θνησιμότητες 100% από τα αρχεία τους. Για πολλούς λόγους μια καλύτερη κατανόηση του γιατί όλα τα αυγά από ένα ψάρι πέθαναν μπορεί να είναι πιο εποικοδομητική απ' ό τι η προσπάθεια να αποδοθούν τα αίτια σε λιγότερο σημαντικές διαφορές στην ποιότητα .

Πολλοί παράγοντες έχουν προταθεί ότι πιθανόν είναι καθοριστικοί για την ποιότητα των αυγών συμπεριλαμβανομένων της διατροφής , των συνθηκών διαχρήρησης και του γενετικού υλικού των γεννητόρων και του γονιμοποιημένου ζυγωτού , του μεγέθους , της χημικής σύστασης , της ύπαρξης μικροβίων και επίσης της υπερωρίμανσης του αυγού (Bromage and Cumaranatunga, 1988, Kjorsvik et al., 1990, Bromage et al., 1992). Πάντως , απ' αυτά μόνο η διατροφική κατάσταση των γεννητόρων (Watanabe et al., 1985, Kjorsvik et al., 1990) και τα επίπεδα stress που υποβάλλονται (Cambell et al., 1992), η ύπαρξη βακτηριδίων στην επιφάνεια του αυγού (Barker et al., 1989, 1991, Hansen and Olafsen 1989) και η υπερωρίμανση των αυγών, η διαδικασία γήρανσης των αυγών την περίοδο που ακολουθεί μετά την ωορρηξία μέχρι την γονιμοποίηση (Kjorsvik et al , 1990 , Bromage and Cumaranatunga, 1988 , Bromage et al., 1992) έχει φανεί καθαρά ότι επηρεάζουν την ποιότητα του αυγού .

2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αυγών.

A. Γονιμοποίηση

Το ποσοστό γονιμοποίησης είναι χρήσιμη παράμετρος για τον προσδιορισμό αυγών κακής ποιότητας . Παρ' όλα αυτά το ποσοστό γονιμοποίησης δε σχετίζεται πάντα με καλή επιβίωση και ανάπτυξη στα τελευταία εμβρυϊκά στάδια για πολλά είδη όπως *Cyprinus carpio* (Statova et al. 1982), *Coregonous albula* (Dabrowski et al.,1987), *Limanda yokohama* (Hirose et al., 1979), *Scophthalmus maximus* (McEvoy, 1984), *Gadus morhua* (Kjorsvik et al., 1984a) και *Clupea harengus pallasi* (Hay ,1986) .Η διαδικασία της φλοιώδους αντίδρασης σχετίζεται με την ποιότητα των αυγών κατά τη γονιμοποίηση στα είδη *Pagellus bogaraveo* (Sakai et al., 1985), *Gadus morhua* (Kjorsvik and Lonning, 1983) και *Scophthalmus maximus* (McEvoy, 1984) . Σε αυγά κακής ποιότητας σ' αυτά τα είδη τα φλοιώδη κοκκία είναι παρόντα μετά το τέλος της γονιμοποίησης (ατελής φλοιώδης αντίδραση) . Μια ατελής φλοιώδης αντίδραση μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερο

περιλεκιθικό χώρο και έλλειψη αύξησης της διαμέτρου των αυγών που παρατηρείται μετά την γονιμοποίηση σε κακής ποιότητας αυγά του *Gadus morhua* (Kjorsvik et al., 1984a) .

Β. Φυσιολογία αυγού

Η γονιμοποίηση και η μεταβολική ενεργοποίηση του ζυγωτού είναι ζωτικής σημασίας για πολλές φάσεις της εμβρυικής ανάπτυξης . Η σκλήρυνση του χορίου του αυγού εξαρτάται από μια ενζυμική αντίδραση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ενεργοποίησης (Hagenmaier et al., 1976) και η ικανότητα του αυγού να διατηρήσει μηχανική αντίσταση είναι μεγαλύτερη σε καλής παρά σε κακής ποιότητας αυγά του *Gadus morhua* (Kjorsvik and Lonning ,1983), *Cyclopterus lumpus* (Kjorsvik et al., 1984a) και *Hippoglossus hippoglossus* . Η εμφάνιση του χορίου και το σχήμα του αυγού παραλάσσουν σε κακής ποιότητας αυγά στα είδη *Gadus morhua* (Kjorsvik and Lonning, 1983) , *Scophthalmus maximus* (McEvoy, 1984) και *Pagellus bogaraveo* (Sakai et al., 1985). Στα τελευταία εμβρυικά στάδια , η ανάπτυξη βακτηρίων προκαλεί μείωση στην αντοχή του αυγού (Kjorsvik et al., 1984a) και κακής ποιότητας αυγά του είδους *Solea solea* φαίνονται να είναι πιο επιρρεπή σε βακτηριακή μόλυνση (Dinis, 1982) .

Παρατεταμένη διαδικασία γονιμοποίησης μπορεί επίσης να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης, καθώς η λεκιθική μεμβράνη στα αυγά των τελεόστεων αλλάζει από υψηλή σε πολύ χαμηλή διαπερατότητα λίγο μετά τη γονιμοποίηση (Potts and Rudy, 1969, Loeffler and Loutrup, 1970, Potts and Eddy, 1973) . Στα αυγά θαλάσσιων τελεόστεων η οσμωτική πίεση που παρατηρείται στο εσωτερικό της λεκίθου είναι πολύ χαμηλότερη απ' ό τι στο εξωτερικό περιβάλλον , κι αυτή διατηρείται λόγω της χαμηλής διαπερατότητας της λεκιθικής μεμβράνης . Υψηλότερα επίπεδα οσμωτικής πίεσης της λεκίθου αναφέρονται για κακής παρά για καλής ποιότητας αυγά για τα είδη *Gadus morhua* και *Cyclopterus lumpus* (Kjorsvik et al., 1984a,b) προφανώς σαν αποτέλεσμα μακρότερης και ατελούς φλοιώδους αντίδρασης σε αυτά τα αυγά . Οι Alderice et al., (1979) θεώρησαν ότι οι διαφορές στις οσμωρρυθμιστικές ιδιότητες στα αυγά του είδους *Clupea harengus* οφείλονται σε διαφορές στην ωριμότητα ή στην ποιότητα του αυγού .

Οι αλλαγές στο ειδικό βάρος μπορεί κατά ένα μέρος να οφείλονται σε οσμωρρυθμιστικές διαφορές σε παρτίδες αυγών , και η άνωση για τα πελαγικά αυγά είναι συνήθως μεγαλύτερη στα καλής παρά στα κακής ποιότητας αυγά (Dinis, 1989, Kjorsvik and Lonning, 1983 , McEvoy , 1984, Sakai et al., 1985).

Γ. Μορφολογία Η μορφολογία των αρχικών (κυταρροδιαιρέσεων) αυλακώσεων χρησιμοποιείται συνήθως σαν εργαλείο για την εκτίμηση της ποιότητας των αυγών των ψαριών . Μια απόκλιση σ' αυτές τις αρχικές αυλακώσεις θεωρείται ότι επηρεάζει την περαιτέρω ανάπτυξη του εμβρύου πιο σημαντικά απ' ό τι τα ελαττώματα που εμφανίζονται αργότερα στην ανάπτυξη . Ο σκοπός της εργασίας

των Vallin and Nissling (1994) ήταν να βρεθεί εάν η μορφολογία των αρχικών κυτταροδιαιρέσεων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ποιότητας των αυγών σε άτομα του είδους *Gadus morhua* δηλ. εάν τα αυγά που χαρακτηρίζονται σαν κακής ποιότητας, ή ασύμμετρα σύμφωνα με τη μορφολογία των αρχικών κυτταροδιαιρέσεων, παρουσιάζουν χαμηλότερη συνολική και βιώσιμη εκκόλαψιμότητα απ' ό,τι τα συμμετρικά. Ως εκ τούτου, θεωρείται ότι υπάρχει διαφορά στο ρυθμό εκκόλαψης μεταξύ συμμετρικών και ασύμμετρων αυγών και ότι η μορφολογία των αρχικών κυτταροδιαιρέσεων θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της ποιότητας αυγού αλλά να μη χρησιμοποιηθεί σα μοναδικό χαρακτηριστικό, αφού υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ παρτίδων αυγών από διαφορετικά άτομα. Επιπλέον, μια απόκλιση στη μορφολογία νωρίς στην ανάπτυξη ενός αυγού θα μπορούσε να διορθωθεί και να οδηγήσει σε ανάπτυξη κανονικού ιχθυδίου (Vallin and Nissling, 1994).

Τα πρώτα κύτταρα (βλαστομερή) του εμβρύου είναι αδιαφοροποίητα και σχηματίζουν τη βάση του διαφοροποιούμενου εμβρύου. Απόκλιση ή « ελάττωμα » σε αυτά θα επηρεάσει την περαιτέρω ανάπτυξη του εμβρύου πιο δραστικά απ' ό,τι οι βλάβες που θα παρουσιαστούν στα απλά κύτταρα αργότερα στην ανάπτυξη. Η μορφολογία του κυττάρου έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτη ποιότητας αυγού και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι γενικά πιο ευαίσθητη παράμετρος απ' ό,τι η επιβίωση. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν περιλαμβάνουν συμμετρικές αρχικές κυτταροδιαιρέσεις και αναλογίες παραμορφωμένων εμβρύων και ιχθυδίων. Η συμμετρία των αρχικών βλαστομερών φαίνεται να είναι ένα αξιόπιστο αρχικό κριτήριο βιωσιμότητας αυγών για πολλά είδη, όπως *Clupea harengus* (Dushkina, 1975), *Solea solea* (Dinis, 1982), *Pagellus bogaraveo* (Sakai et al., 1985), *Gadus morhua* (Kjorsvik and Lonning, 1983, Kjorsvik et al., 1984a), *Scophthalmus maximus* (McEvoy, 1984, Devauchelle et al., 1988), *Limanda yokohama* (Hirose et al., 1979). Άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά αρχικών σταδίων που μπορεί να είναι χρήσιμοι δείκτες ποιότητας αυγού είναι η διαφάνεια των αυγών και η κατανομή των σταγονιδίων ελαίου (Dinis, 1982, McEvoy, 1984), το μέγεθος περιλεκιθικού χώρου και αλλαγές στη διάμετρο του αυγού μετά την γονιμοποίηση (Kjorsvik et al., 1984a, Sakai et al., 1985). Πολύ κακής ποιότητας αυγά περιγράφονται σαν θολά λόγω κροκίδωσης των πρωτεϊνών (Sakai et al., 1985). Καλής ποιότητας αυγά γενικά περιγράφονται σαν διαφανή (εκτός από σταγονίδια ελαίου), τελείως σφαιρικά με καθαρές, συμμετρικές αρχικές κυτταροδιαιρέσεις.

Δ. Μέγεθος αυγού

Είναι γνωστό ότι τα αυγά και το μέγεθος των ιχθυδίων συσχετίζονται . Μεγαλύτερα ιχθύδια τείνουν να είναι περισσότερο ανθεκτικά στην έλλειψη τροφής απ' ό τι εκείνα που εκκολάπτονται από μικρότερα αυγά (Blaxter and Hempel, 1963, Theilacker, 1981, Springate et al., 1984, Escaffre and Berget, 1984, Knutsen and Tilseth, 1985), κάτι που αποτελεί πλεονέκτημα για τα ιχθύδια στη φύση . Υπάρχουν ωστόσο αμφιβολίες για το αν το μέγεθος του αυγού δίνει μόνιμα ή μακροχρόνια πλεονεκτήματα όσον αφορά την ανάπτυξη και επιβίωση των ιχθυδίων (Blaxter, 1988). Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες (π.χ . σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς), έχει αποδειχθεί ότι το μέγεθος αυγού δεν έχει άμεση επίδραση στην συνολική ποιότητα αυγού, επιβίωση και ανάπτυξη ιχθυδίου για τα είδη *Salmo gairdneri* (Pitman, 1979, Springate and Bromage, 1985), *Salmo salar* (Thorpe et al., 1984), *Claria macrocephalus* (Reagan and Conley, 1977) και *Cyprinus carpio* (Kirpichnikov, 1966).

Σημαντική συσχέτιση έχει παρατηρηθεί μεταξύ επιβίωσης στο στάδιο του μοριδίου και παραλλακτικότητας ως προς τη διάμετρο αυγών στο είδος *Coregonous albula* (Kamler et al., 1982) . Παρ' όλα αυτά από τους Wilkonska and Zuromska (1982) δεν έχουν εντοπισθεί τέτοιες συσχετίσεις . Οι Kamler et al., (1982) χρησιμοποίησαν την μέθοδο του Μέσου Γενικού Δείκτη Ποιότητας (Averaged General Quality Indicator, QIC), όπως περιγράφηκε αρχικά απ' τον Kolman (1973) για απόδοση της ποιότητας με την ποσότητα . Αυτή η μέθοδος βασίζεται στο ξηρό βάρος αυγού ,στο περιεχόμενό του σε πρωτεΐνες , λιπίδια και ενέργεια καθώς και στο μέγεθος αυγού , στην ποιότητα αυγού μικροσκοπικά , γονιμοποίηση και επιβίωση . Σε αυτή την κλίμακα αξιολόγησης, η διαφορά στην διάμετρο του αυγού φαίνεται πολύ σημαντική για τον καθορισμό της ποιότητας του αυγού . Παρόμοιες μελέτες σε αυγά θαλασσινών ψαριών απουσιάζουν , αλλά δημοσιευμένα αποτελέσματα δεν παρέχουν στοιχεία που να φαίνεται ότι η διάμετρος των αυγών είναι ένα καλό κριτήριο για την ποιότητά τους .

Ε. Χημική Σύσταση Η βιοχημική σύνθεση του αυγού αντικατοπτρίζει τις εμβρυικές απαιτήσεις για θρέψη και ανάπτυξη . Ορισμένα συστατικά είναι γνωστά σαν «απαραίτητα» για ένα οργανισμό και αυτά τα συστατικά πρέπει να υπάρχουν σε ορισμένες κατώτερες κρίσιμες ποσοτητες προκειμένου να ικανοποιηθούν οι βιολογικές απαιτήσεις . Οι βιοχημικές παράμετροι της ποιότητας του αυγού υφίστανται και ως εκ τούτου η αξιολόγηση της ποιότητας του αυγού μπορεί να είναι δυνατή ακόμη και πριν την γονιμοποίηση . Δυστυχώς , τα απαραίτητα συστατικά διαφέρουν από οργανισμό σε οργανισμό , αν και τα αμινοξέα π.χ. , φαίνεται να είναι πρακτικά τα ίδια για όλα τα ταξινομικά φύλα (Taylor and Medici, 1966) . Η πιθανότητα να βρεθούν κοινά βιοχημικά ποιοτικά κριτήρια ποιότητας για αυγά ψαριών φαίνεται ή τίθεται υπό αμφισβήτηση (Kjorsvik et al., 1990) . Πάντως καθορισμένα για κάθε είδος βιοχημικά κριτήρια για την ποιότητα των αυγών είναι χρήσιμα μόνο εάν είναι απόλυτα . Οι πιο κοινές χημικοί παράμετροι είναι οι παρακάτω .

E1. Χρωστικές Η σημασία των χρωστικών στα αυγά των σολωμοειδών είναι μεγάλη (Craik, 1985). Απουσιάζει πάντως η επιστημονική επιβεβαίωση ότι οι χρωστικές αποτελούν κριτήρια για την ποιότητα των αυγών των σολωμοειδών. Οι χρωστικές συσσωρεύονται στα ωκύτταρα των σολωμοειδών κατά την ωρίμανση και η συγκέντρωση χρωστικών αντικατοπτρίζει τη σύνθεση της τροφής (Hubbs and Strawn, 1957, Craik, 1985). Η επικρατούσα θεωρία είναι ότι οι χρωστικές λειτουργούν σε βιολογικά αντιοξειδωτικά με τρόπο παρόμοιο όπως η βιταμίνη E (Burton and Ingold 1984). Αυτές οι χρωστικές είναι κυρίως η ασταξανθίνη και η λουτεΐνη, οι οποίες ανήκουν στα καροτενοειδή. Βρίσκονται σε ελεύθερη μορφή στα ώριμα αυγά (Longinova, 1967, Kitahara, 1983). Ο ρόλος των καροτενοειδών στα αυγά τελεόστεων έχει συζητηθεί από Hubbs and Strawn, (1957) που έδειξαν ότι τα ιχθύδια από «χλωμά» αυγά του *Darter theostoma* είχαν χαμηλότερη βιωσιμότητα απ' ό,τι αυτά από «φωτεινά» χρωματιστά αυγά. Το περιεχόμενο των χρωστικών των αυγών ήταν στενά συσχετισμένο με την διατροφή των γεννητόρων. Συσχετίσεις μεταξύ του ποσοστού εκκόλαψης και της περιεκτικότητας των καροτενοειδών σε αυγά σολωμοειδών έχει εξετασθεί από τους Murayama and Yanase (1961), Borovik (1962), Longinova (1966), Galkina (1969), Georgiev (1971). Σε ανασκόπηση αυτών των άρθρων ο Craik (1985) κατέληξε ότι οι διαφορές στη βιωσιμότητα θα μπορούσαν όλες να αποδοθούν σε παράγοντες άλλους εκτός από τις χρωστικές, όπως είναι οι περιβαλλοντικές παράμετροι και η υπερωρίμανση. Ο Yarzhombek (1970) έδειξε ότι τα καροτενοειδή στα αυγά των σολωμοειδών διαφέρουν σημαντικά και μεταξύ ειδών και μέσα στο είδος και ο Craik (1985), κατέληξε ότι αυτό το συστατικό είναι το πιο κυμαινόμενο στη σύνθεση αυγού. Προφανώς, καλής ποιότητας αυγά μπορεί να διαφέρουν στην περιεκτικότητα αλλά υπάρχει ένα σαφώς κρίσιμο κατώτατο όριο. Για το είδος *Salmo gairdneri*, αυτό το όριο είναι τόσο χαμηλό που απαντάται μόνο σε γεννήτορες που ταΐζονται με τροφή χωρίς καροτενοειδή (Murayama and Yanase, 1961).

E2. Βιταμίνη CH βιταμίνη C βρίσκεται στις γονάδες των ψαριών σε υψηλές ποσότητες (Hilton et al., 1979). Η σημασία αυτού του γεγονότος δεν είναι πάντως γνωστή, αν και έχει προταθεί ότι σχετίζεται με τη διαδικασία της λεκιθογένεσης (Tolbert, 1979). Αυτή η υπόθεση έχει ενισχυθεί από το γεγονός ότι το περιεχόμενο των αναπτυσσόμενων γονάδων σε βιταμίνη C αυξάνεται κατά τη διάρκεια της αρχικής λεκιθογένεσης (Seymour, 1981, Sandnes and Brekkan, 1981, Sandnes, 1984). Για το είδος *Salmo gairdneri*, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού εκκόλαψης και του περιεχομένου του αυγού σε βιταμίνη C όπως βρέθηκε από τον Sandnes (1984). Βρέθηκε επίσης θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεχόμενης βιταμίνης C στην τροφή των γεννητόρων και στα αυγά. Δεν είναι πάντως σαφές εάν η βιταμίνη C διαδραματίζει άμεσο ρόλο στην ανάπτυξη του αυγού, ή εάν η υψηλότερη συγκέντρωση στα αυγά με μεγαλύτερη επιτυχία εκκόλαψης είναι αποτέλεσμα βελτιωμένης σύνθεσης πρωτεϊνών της λεκίθου κατά

τα αρχικά στάδια της λεκιθογένεσης . Η συγκέντρωση βιταμίνης πάντως αξίζει περαιτέρω διερεύνηση σα δείκτης ποιότητας αυγών

E3. Ανόργανα συστατικά Οι διαφορές στη σύνθεση ανόργανων συστατικών μεταξύ παρτίδων αυγών υψηλής και χαμηλής βιωσιμότητας δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς . Οι Craik and Harvey (1984) έκαναν μια εκτενή έρευνα για να βρουν τα χημικά αίτια στις διακυμάνσεις στην ποιότητα αυγών. Υπέδειξαν ότι υπήρχε σημαντική διακύμανση στη μικτή βιοχημική σύνθεση των αυγών που παράγονται από θηλυκά άτομα ιριδίζουσας πέστροφας και σολωμού , αν στα ψάρια δίνονταν διαφορετικά σιτηρέσια . Αυτές οι διακυμάνσεις σε ανόργανα συστατικά όπως ο φωσφόρος , το ασβέστιο και ο σίδηρος έδειξαν χαμηλή συσχέτιση με το ποσοστό εκκόλαψης . Υπήρχε πάντως σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού των εκκολαπτόμενων ιχθυδίων που επιβιώνουν μέχρι την εξωγενή διατροφή και καθενός από τα ακόλουθα : υγρό βάρος αυγών , ξηρό βάρος αυγών και απόλυτα επίπεδα στα αυγά από συνδεδεμένα λιπίδια, καθιζάνουσα πρωτεΐνη και πρωτεϊνικό φωσφόρο . Αυτές οι διαφορές αποδόθηκαν σε διαδικασίες υπερωριμανσης . Μια αύξηση ελεύθερου φωσφόρου μπορεί να εξηγηθεί από πρωτεολυτική δράση στις φωσφοπρωτεΐνες . Δεν έχει πάντως επιβεβαιωθεί εάν τα πελαγικά αυγά θαλάσσιων ειδών υπόκεινται στον ίδιο κανόνα . Οι Hirao et al., (1954, 1955) βρήκαν επίσης μια θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού εκκόλαψης και του περιεχομένου των αυγών σε σίδηρο , αλλά αυτά τα αποτελέσματα ερμηνεύθηκαν από τους Craik and Harvey (1984) σαν αποτέλεσμα διαφορών στην ηλικία των γεννητόρων .

E4. Σύνθεση αυγών και ηλικία θηλυκών

Για το είδος *Lucioperca lucioperca* L. οι Savelyeva and Shuvatova (1972), βρήκαν μια γραμμική, θετική συσχέτιση μεταξύ του πρωτεϊνικού περιεχομένου των αυγών, του περιεχόμενου λίπους των μυών του θηλυκού , και του ρυθμού επιβίωσης των εμβρύων . Σ' αυτά τα ψάρια, τα ιχθύδια που προήλθαν από θηλυκά μεσαίου και μεγάλου μεγέθους και μέσης ηλικίας ήταν περισσότερο βιώσιμα . Ο Vladimirov (1974) συσχέτισε την ποιότητα του αυγού (γονιμότητα, επιβίωση ιχθυδίων , ποσοστό παραμορφωμένων ιχθυδίων) με τη σύνθεση αμινοξέων σε αυγά κυπρίνου . Η επίδραση της ηλικίας των θηλυκών στη σύνθεση αμινοξέων των αυγών δεν είναι γνωστή . Αυτή η παράμετρος φαίνεται άξια μελέτης , αφού η ποικιλία που συνδέεται με την ηλικία φαίνεται σημαντική σε σχέση με άλλα συστατικά .

Έχει διερευνηθεί εάν η περιεκτικότητα του αυγού σε λίπος έχει επίδραση στην ποιότητά του . Σε έρευνες για την περιεκτικότητα σε λίπος των αυγών των ειδών *Rutilus rutilus* (Kuznetsov, 1973) και *Abramis brama* (Zhukinsky and Kim, 1981) βρέθηκε ότι το υψηλό περιεχόμενο των αυγών σε λίπος αύξησε την βιωσιμότητα των προνυμφικών σταδίων . Οι Dabrowski et al., (1987) βρήκαν θετική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού εκκόλαψης και του περιεχομένου των αυγών σε λιπίδια στο είδος *Coregonous albula*, αλλά κατέληξαν ότι τα αποτελέσματα χρειάζονταν περαιτέρω εξέταση. Ο Mann (1960) θεώρησε, αντίθετα, ότι η

μειωμένη βιωσιμότητα των αυγών μεγαλύτερων σε ηλικία ατόμων ιριδιζουσας πέστροφας συνδέονταν με υψηλότερη περιεκτικότητα αυτών σε λίπος και νερό.

Η επίδραση της ηλικίας των θηλυκών στο μεταβολισμό των λιπιδίων των ωοθηκών έχει μελετηθεί σε πολλές εργασίες . Το υψηλότερο ποσοστό λίπους βρέθηκε στα αυγά ατόμων κυπρίνου μέσης ηλικίας (Marthysev et al., 1967), γαδοειδών (Shatunovskiy, 1973) και (Shatunovskiy, 1963) .

Μετά από την πάροδο της ηλικίας η σύνθεση λιπιδίων και ο μεταβολισμός μειώθηκαν σε είδη της οικογένειας των Γαδοειδών (Gadidae), και οι ποιοτικοί δείκτες των αυγών υποβαθμίστηκαν (Shatunovskiy, 1973) . Ο Kim (1974) ερεύνησε αυτό το φαινόμενο στον κυπρίνο , και βρήκε ότι η κλασμάτωση της φωσφογλυκερόλης ήταν υψηλότερη σε αυγά ατόμων μέσης ηλικίας. Αντίθετα , το περιεχόμενο σε χοληστερόλη βρέθηκε υψηλότερο σε αυγά νεαρών και ηλικιωμένων ατόμων . Αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε και σε άτομα του είδους *Limanda yokohama* (Shatunovskiy, 1963).Οι Kamler et al. (1982) χρησιμοποίησε τον δείκτη QIC (Kolman, 1973) για να καθορίσει την ποιότητα αυγών του είδους *Coregonous albula* από διαφορετικές λίμνες . Αυτή η μέθοδος έχει επίσης εφαρμοσθεί για σύγκριση διαφορετικών ηλικιών ανάμεσα σε θηλυκούς γεννήτορες . Οι Kamler and Zuromska (1979) περιέγραψαν μια σαφή διαφορά στην ποιότητα αυγών εξαρτώμενη απ' την ηλικία των θηλυκών γεννητόρων , και τα άτομα μέσης ηλικίας έδωσαν αυγά με την καλύτερη ποιότητα . Άτομα του είδους *Tinca tinca* που γέννησαν για πρώτη φορά έδωσαν αυγά χαμηλότερης ποιότητας (Zuromska and Markowska, 1984).Η συνολική περιεκτικότητα λιπιδίων έχει χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης ποιότητας αυγών . Ο Kuznetsov (1973) έδειξε μια σχέση μεταξύ γονιμότητας και συνολικού περιεχομένου λιπιδίων στα αυγά *Abramis brama*. Βρήκε ότι τα νεαρά ψάρια με σχετικά χαμηλή γονιμότητα είχαν το υψηλότερο ποσοστό λιπιδίων στα αυγά τους . Αυτά τα αυγά είχαν επίσης μικρότερη διάμετρο απ' ότι τα αυγά μεγαλύτερης ηλικίας . Βρέθηκε ότι τα αυγά νεαρών ατόμων χαμηλότερης γονιμότητας είχαν την καλύτερη ποιότητα , και αυτό το αποτέλεσμα αποδόθηκε σε οικολογική προσαρμογή .

Η χρήση των λιπιδίων ως δείκτη ποιότητας πρέπει να γίνεται με προσοχή . Για το *Coregonous albula*, που είναι είδος γλυκών νερών, βρέθηκε ότι η υψηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια ήταν ένδειξη καλής ποιότητας αυγών (Kamler et al., 1982). Απ' την άλλη , οι Devauchelle et al., (1982) υποστηρίζουν για τα θαλάσσια είδη *Scophthalmus maximus* , *Sola solea* και *Dicentrachus labrax*, ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπίδια γενικά ανταποκρίνεται σε πολύ χαμηλό ρυθμό βιωσιμότητας αυγών . Βρέθηκε επίσης ότι τα αυγά άγριων ψαριών περιείχαν περισσότερα λιπίδια και πρωτείνες απ' ότι τα ψάρια σε αιχμαλωσία. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα ήταν, πάντως , πιο συχνά στους γεννήτορες στη φύση

ΣΤ. Χρωμοσωμικά χαρακτηριστικά

Χρωμοσωμικές ανωμαλίες που συμβαίνουν στα αυγά των ψαριών πριν το στάδιο του γαστριδίου θεωρούνται ότι προκαλούν θνησιμότητες (Longwell, 1977) . Τα αρχικά στάδια της εμβρυικής ανάπτυξης των ψαριών είναι ιδιαιτέρως κατάλληλα για χρωμοσωμικές μελέτες , αφού τα χρωμοσώματα είναι μεγάλα και υφίστανται συχνές κυτταροδιαιρέσεις . Τρεις τύποι κυτταρικών ανωμαλιών συναντούνται γενικά στα αρχικά εμβρυικά στάδια των ψαριών (Longwell, 1977). Η καθυστερημένη ανάφαση οδηγεί σε καθυστερημένη διαίρεση μερικών απ' τα κεντρομερή , αλλά τα κεντρομερή στις περισσότερες περιπτώσεις θα φτάσουν στους πόλους στο τέλος της τελόφασης . Τα τμήματα των χρωμοσωμάτων παραμένουν πάνω η κοντά στο ισημερινό επίπεδο. Έτσι, κατά την ανάφαση, μερικά απ' τα χρωμοσώματα δε διαχωρίζονται ,αλλά παραμένουν στο ισημερινό επίπεδο . Άλλα δεν διαιρούνται κανονικά , αλλά σχηματίζουν μια γέφυρα μεταξύ των διαιρωμένων χρωμοσωμάτων . Τα τμήματα των χρωμοσωμάτων και οι γέφυρες είναι ενδεικτικά για σοβαρές χρωμοσωμικές βλάβες, και έχουν σαν συνέπεια την ακανόνιστη κατανομή του χρωμοσωμικού υλικού στα θυγατρικά κύτταρα (Longwell, 1977 , Kjorsvik et al., 1984a). Η καθυστερημένη ανάφαση φαίνεται ότι εμφανίζεται στα περισσότερα αυγά του είδους *Gadus morhua*, ανεξάρτητα απ' την ποιότητα (Kjorsvik et al., 1984a, Stene, 1987) . Έχουν βρεθεί καθαρές συσχετίσεις μεταξύ επιβίωσης (ποιότητας) και κυτταρογενετικής κατάστασης για διάφορα είδη . Στοιχεία που προέρχονται επίσης από πειραματικές μελέτες στην τοξικολογία (Polikarpon, 1966) και από παρακολούθηση μολυσμένων περιοχών (Longwell and Hughes, 1981, Longwell, 1982, Dethlefsen et al., 1987, Cameron et al., 1989). Οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες που συμβαίνουν στα αρχικά εμβρυικά στάδια φαίνεται να είναι ένας απ' τους καλύτερους δείκτες βλάβης στο έμβρυο με αποτέλεσμα τη θνησιμότητα, αφού δίνουν μια πολύ καλή μέτρηση της κατάστασης της « υγείας» μιας ομάδας αυγών .

Z. Διατροφή γεννητόρων Ο έλεγχος των αναπαραγωγικών διαδικασιών για είδη με εμπορική αξία είναι ο πρωταρχικός στόχος των ιχθυοκαλλιεργητών . Πολλά είδη δε θα γεννήσουν φυσικά σε συνθήκες αιχμαλωσίας . Αυτό έχει οδηγήσει σε πολύ ερευνητική δουλειά για χειρισμό των ψαριών με ορμόνες , και έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη τεχνικών που έχουν σαν αποτέλεσμα επιτυχημένη και οικονομική αναπαραγωγή (Donaldson and Hunter, 1983). Η χορήγηση ορμονών έχει χρησιμοποιηθεί για να ερευνηθούν οι διαδικασίες ωορρηξίας και υπερωρίμανσης των αυγών , αλλά δεν αναφέρουν πολλές μελέτες την άμεση επίδραση της χορήγησης ορμονών στην ποιότητα των αυγών .

Σημαντικά ερωτήματα που σχετίζονται με τη χρήση ορμονών των ψαριών αφορούν τους τύπους των ορμονών , τις απαιτήσεις για μικρότερες δόσεις , τον αριθμό των θεραπευτικών επεμβάσεων, και το μικρό μέγεθος των ωοθηκών πριν την θεραπεία (Bromage, 1988) .

Οι απαιτούμενες σωστές δόσεις δεν είναι γνωστές για πολλά είδη , και φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορές ακόμα και μέσα στο ίδιο το είδος . Υπάρχουν επίσης

αντικρουόμενα συμπεράσματα που αφορούν τη γονιμότητα και βιωσιμότητα των αυγών που παίρνονται από άτομα που υφίστανται παρόμοιες θεραπείες , π.χ. θεραπεία με LHRH-a (Crim et al., 1983, Crim and Glebe, 1984, Barnabe and Barnabe- Quet, 1985, Bromage, 1995) .

Ο τύπος της ένεσης φαίνεται ότι επηρεάζει την ωρίμανση των ειδών *Limanda yokohama* και *Acanthogobius flavimanus* (Aida et al., 1978). Πολλές εργασίες δείχνουν ότι οι απαιτούμενες χαμηλότερες δόσεις δίνουν την καλύτερη ποιότητα στα αυγά *Solea solea* (Ramos, 1986), *Mugil cephalus* (Lee et al., 1987) και *Mylio berda* (Mok, 1985). Πολλές ενέσεις με χαμηλές δόσεις καταπονούν πολύ το είδος *Plecoglossus altivelis* και δίνουν αυγά χειρότερης ποιότητας, απ' ότι αν δοθεί μια ένεση με την ίδια ποσότητα ορμόνης (Hirose, 1976).

Σε μια μελέτη για το είδος *Limanda yokohama* , τα αυγά παρέμειναν σε καλή κατάσταση για 2-3 ημέρες , εξαρτώμενα απ' τον τύπο της ορμόνης που χρησιμοποιήθηκε (HCG η SG-G100) για να προκληθεί ωορρηξία (Hirose et al., 1979). Η γοναδοτροπίνη ήταν φανερά πιο αποτελεσματική απ' ότι οι ορμόνες των θηλαστικών για την πρόκληση ωορρηξίας. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν για τα είδη *Plecoglossus altivelis* (Ishida et al., 1972) *Oryzias latipes* (Hirose and Donaldson, 1972, Hirose, 1976 και *Heteropneustus fossilis* (Sundararaj and Ananda, 1972) . Σύμφωνα με τον Hirose et al., (1979), αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στην εξειδίκευση των ειδών στις ορμόνες των θηλαστικών , και μπορεί να σχετίζονται με την εξέλιξη των υποδοχέων των ορμονών και της δράσης τους .

Οι Srivastava and Brown (1993) μελέτησαν την επίδραση της θεραπείας με τεστοστερόνη σε άτομα του είδους *Salmo salar* και τον τρόπο με τον οποίο αυτή επηρεάζει διάφορες παραμέτρους της ποιότητας των αυγών. Το βάρος αυγού και η διάμετρος, καθώς και οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια, οι υδατάνθρακες, το ξηρό βάρος και η τέφρα των αυγών ψαριών που είχαν δεχθεί θεραπεία με τεστοστερόνη ήταν σημαντικά μικρότερα από αυτά των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες . Παρατηρήθηκε έντονη κατανάλωση πρωτεϊνικής ενέργειας για μεταβολισμό κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των αυγών και κατανάλωση λιπιδιακής ενέργειας μετά την εκκόλαψη . Οι πολυαμίνες , η πουτρεσκίνη , η σπερμιδίνη , και η περιεκτικότητα σπερμίνης των αυγών δεν διέφεραν στα ψάρια μάρτυρες και σ' αυτά που είχαν δεχθεί την θεραπεία . Πόντως , τα έμβρυα και τα ιχθύδια των ψαριών που είχαν δεχθεί θεραπεία τεστοστερόνης συνέθεταν περισσότερες πολυαμίνες απ' ότι αυτά των ψαριών μαρτύρων . Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην γονιμοποίηση και την εκκόλαψη , ή στην επιβίωση στο στάδιο ιχθυδίου και πρώτου ταΐσματος .

Ο Lam (1994) μελέτησε την επίδραση των θυροειδών ορμονών στην ποιότητα των αυγών και των ιχθυδίων . Η θυροξίνη T4 και η τρι-ιωδοθυρονίνη T3 είναι παρούσες στα αυγά των ψαριών και στις περισσότερες περιπτώσεις τα επίπεδα μειώνονται καθώς προχωράει η ανάπτυξη μεχρι την έναρξη της ενδογενούς παραγωγής θυροειδών ορμονών , που συνήθως συμβαίνει πριν ή γύρω στην

απορόφηση του λεκιθικού σάκου . Άλλες ορμόνες όπως τα κορτικοστεροειδή , τα αναπαραγωγικά στεροειδή , οι ορμόνες ανάπτυξης και η προλακτίνη επίσης μελετούνται επίσης.

Η ποιότητα και η ποσότητα της τροφής , καθώς και το πλάνο διατροφής είναι σημαντικά για την ποιότητα των αυγών . Ο περιορισμός της τροφής γενικά μειώνει την συνολική γονιμότητα και μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση και να μειώσει την αναλογία των ώριμων ψαριών , όπως βρέθηκε σε είδη όπως *Salmo trutta* (Bagenal, 1969a,b), *Salmo gairdneri* (Springate et al., 1985), *Rutilus rutilus* (Kuznetsov and Khalitov, 1978), *Melanogrammus aeglefinus* (Hislop et al., 1978), *Pseudopleuronectes americanus* (Tyler and Dunn, 1976), *Gadus morhua* (Kjesbu, 1988) και *Pleuronectes platessa* (Hogwood et al., 1989). Ο περιορισμός της τροφής φαίνεται ότι καθυστερεί την ωρίμανση των γονάδων σε πολλά είδη ψαριών όπως *Carassius auratus* (Sasayama and Takahashi, 1972) , *Dicentrarchus labrax* (Cerda et al., 1994) , *Salmo salar* (Berglund, 1995). Για το λαβράκι , μετά από 6 μήνες διατροφής των γεννητόρων με την μισή ποσότητα τροφής , οι ρυθμοί αύξησης μειώθηκαν, ο χρόνος ωοαπόθεσης καθυστέρησε , και τα αυγά καθώς και τα νεοεκκολαπτόμενα ιχθύδια ήταν μικρότερα από αυτά ψαριών που έλαβαν κανονικά σιτηρέσια (Cerda et al. , 1994) . Για τα θηλυκά λαβράκια τα αποτελέσματα από τον περιορισμό της τροφής σχετιζόταν με μειωμένα επίπεδα οιστραδιόλης στο πλάσμα (Cerda et al., 1994).

Οι αλλαγές στο μέγεθος αυγού, στο βάρος του και στη σύστασή του εξαιτίας των διαφορετικών επιπέδων διατροφής εμφανίζονται περισσότερο μεταβλητές . Οι Kuznetsov και Khalitov (1978) βρήκαν ότι το θηλυκό άτομο του είδους *Rutilus rutilus* αντέδρασε στις διαφορετικές συνθήκες διατροφής αλλάζοντας την απόλυτη γονιμότητα καθώς και το περιεχόμενο λίπος των αυγών, ενώ το βάρος και η διάμετρος των αυγών παρέμεινε σχετικά σταθερή . Οι Springate et al., (1985) βρήκε ότι άτομα του είδους *Salmo gairdneri* που διατράφηκαν με πλήρη σιτηρέσια γέννησαν μεγαλύτερα αυγά απ' ότι αυτά που διατράφηκαν με τις μισές ποσότητες . Ωστόσο δεν υπήρχαν διαφορές στα επίπεδα λίπους και πρωτεϊνών , και η επιβίωση και ανάπτυξη των ιχθυδίων ήταν ίδια για τις δύο ομάδες . Σε μια μελέτη για το είδος *Gadus morhua* , ο Kjesbu (1988) κατέληξε ότι η γονιμότητα και ο δείκτης κατάστασης των ψαριών σε αιχμαλωσία ήταν 2.5 και 1.5 φορές αυτών του μπακαλιάρου ίδιου μεγέθους στη φύση . Τα καταπονημένα ψάρια γεννούσαν χωρίς περιοδικότητα και είχαν πολύ χαμηλό ποσοστό γονιμότητας . Το υπερβολικό τάισμα οδήγησε σε αύξηση στον συνολικό αριθμό των αυγών , αλλά όχι σε αύξηση του μεγέθους τους .

Πάντως, οι συγκρίσεις των ερευνών για τα επίπεδα διατροφής περιπλέκονται από παράγοντες όπως είναι η διάρκεια των πειραμάτων, οι επιδράσεις των επιπέδων διατροφής στο μέγεθος των ψαριών, επιδράσεις του μεγέθους του ψαριού και της ηλικίας του στο μέγεθος των αυγών . Η επίδραση της διατροφής στη σύνθεση λεκίθου φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερης σημασίας για την ποιότητα του αυγού , αλλά υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες για τις επιδράσεις της διατροφής των

γεννητόρων στην ποιότητα των αυγών . Οι απαιτήσεις για διαφορετικά συστατικά στην τροφή δεν είναι επαρκώς καταγεγραμμένες για αναπτυσσόμενα , ψάρια διαφόρων ειδών , και οι πληροφορίες για τις ιδιαίτερες ανάγκες των ώριμων ψαριών είναι σπάνιες . Πειράματα που στοχεύουν στην παροχή πληροφοριών τέτοιου είδους είναι ακριβά και απαιτούν πολύ χρόνο , αλλά σίγουρα είναι απαραίτητα . Οι μεγαλύτερες ομάδες συστατικών που έχουν μελετηθεί είναι τα απαραίτητα λιπαρά οξέα , οι πηγές πρωτεϊνών και λίγες βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και χρωστικές .

Η σημασία των διαφορετικών επιπέδων των απαραίτητων λιπαρών οξέων στην τροφή (Watanabe et al., 1984a , 1985b) είναι ιδιαίτερα εμπειρισταωμένη. Όταν οι γεννήτορες του είδους *Pagellus bogaraveo* διατράφηκαν με τροφή που περιείχε υψηλό ποσοστό αραβοσιτέλαιου (φτωχό σε απαραίτητα λιπαρά οξέα), το ποσοστό των αυγών που επέπλεαν , ο ρυθμός εκκόλαψης και η « συνολική παραγωγή αυγών » μειώθηκαν όλα σημαντικά σε σχέση με τους μάρτυρες . Οι απόγονοι των γεννητόρων που διατράφηκαν με αραβοσιτέλαιο είχαν ποσοστό επιβίωσης γύρω στο 1% , ενώ οι απόγονοι των ομάδων που διατράφηκαν με ωμό κριλλ είχαν υψηλά ποσοστά επιβίωσης (Watanabe et al. , 1985b) .

Καθαρές συσχετίσεις μεταξύ του περιεχομένου του αυγού και σύνθεσης της τροφής των γεννητόρων εντοπίζονται για μερικά συστατικά. Οι συσχετίσεις μεταξύ βασικών λιπαρών οξέων στην τροφή των γεννητόρων και τα αυγά φαίνεται καθαρά σε διάφορα πειράματα (Watanabe et al., 1984c, 1985a,b, Watanabe, 1985), και η περιεκτικότητα της λιποδιαλυτής βιταμίνης E στην τροφή αντικατοπτρίζεται στη σύνθεση των αυγών (Watanabe et al., 1985a) .

Έχει βρεθεί ότι το ποσοστό των μορφολογικά κανονικών αυγών αυξάνεται με την αύξηση των επιπέδων n-3 HUFA στην τροφή των γεννητόρων και την ύπαρξη αυτών των λιπαρών οξέων μέσα στο αυγό (Fernandez- Palacios et al., 1995) , υποδεικνύοντας έτσι τη σημασία των UFA για την κανονική ανάπτυξη των αυγών και των εμβρύων του είδους *Sparus aurata* . Αυτά τα λιπαρά οξέα παίζουν σημαντικό δομικό ρόλο σαν συστατικά φωσφολιπιδίων των βιομεμβρανών των ψαριών και σχετίζονται με τη ρευστότητα της μεμβράνης και τις σωστές φυσιολογικές λειτουργίες των συνδεδεμένων με την μεμβράνη ενζύμων και τις λειτουργίες των κυττάρων για τα θαλάσσια είδη (Bell et al., 1986). Για μερικά είδη, όπως *Hippoglossus hippoglossus* , τα n-3 PUFA (πολυακόρεστα λιπαρά οξέα) θεωρούνται σημαντικές πηγές ενέργειας κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων εμβρυϊκής ανάπτυξης (Falk - Petersen et al., 1989). Πάντως , η σύνθεση των λιπαρών οξέων των λιπιδίων των αυγών ψαριών δεν καθορίζεται μόνο απ' την διατροφή των γεννητόρων αλλά σχετίζεται με τα είδη των ψαριών και τις διαφορές στην ιχθυοπυκνότητα (Pickova et al., 1997).

Το περιεχόμενο των σιτηρεσιών των γεννητόρων σε καροτενοειδή έχει αναφερθεί ότι είναι σημαντικό για την κανονική ανάπτυξη των εμβρύων των ψαριών και των ιχθυδίων . Πάντως, για περισσότερα από 50 χρόνια υπάρχουν διαφωνίες σχετικά με την σχέση της περιεκτικότητας των αυγών σε καροτενοειδή και της ποιότητας

των αυγών των σολωμοειδών (Tacon, 1981, Craik, 1985, Choubert, 1986, Torrissen 1990, Torrissen and Christiansen, 1995). Οι εργασίες σχετικά με την επίδραση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών των αυγών στην ποιότητα των αυγών είναι αντιφατικές. Μερικοί ερευνητές αναφέρουν θετική συσχέτιση μεταξύ των χρωστικών των αυγών και γονιμότητας καθώς και ρυθμών επιβίωσης για το είδος *Salmo gairdneri* (Harris, 1984, Craik, 1985), ενώ άλλοι δεν έχουν παρατηρήσει τέτοια σχέση (Torrissen, 1984, Craik and Harvey, 1984, Torrissen and Christiansen, 1995). Οι διαφορές στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται από τους διάφορους ερευνητές συμπεριλαμβάνουν την ηλικία των γεννητόρων , διαφορές στην περιεκτικότητα του αυγού σε καροτενοειδή, διαφορές στα καροτενοειδή (ασταξανθίνη, κανθαξανθίνη , κ.τ.λ.) που περιλαμβάνονται στα σιτηρέσια ή στο εσωτερικό των αυγών, το μέγεθος του δείγματος και ακόμη διαφορές στα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας αυγού . Πολύ λίγες μελέτες έχουν γίνει που ελέγχουν τα επίπεδα των καροτενοειδών στην τροφή των γεννητόρων (Harris, 1984, Choubert and Blank, 1993). Τα καροτενοειδή αποτελούν μία από τις πιο σημαντικές κατηγορίες χρωστικών στα ψάρια , με μια μεγάλη ποικιλία λειτουργιών που περιλαμβάνουν προστασία από δυσμενείς συνθήκες φωτός , πηγή προβιταμίνης A, χημειόταξη των σπερματοζωαρίων.

Μόνο σοβαρές ελλείψεις σε βασικά λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες , ιχνοστοιχεία ή βιταμίνες έχουν οδηγήσει σε καθαρές επιδράσεις στην ποιότητα των αυγών . Η παραγωγή αυγών έχει σημαντική βιολογική προτεραιότητα στα ψάρια που ωριμάζουν , και η χρησιμοποίηση σωματικών αποθεμάτων και σημαντικών συστατικών μπορεί πιθανόν να καλύψει μικρές ελλείψεις στην σύνθεση του σιτηρεσίου . Όταν είναι περιορισμένες οι γνώσεις για τις ακριβείς διατροφικές απαιτήσεις των γεννητόρων , η πρακτική σύνθεση του σιτηρεσίου των γεννητόρων θα μπορούσε να βασιστεί στην υπάρχουσα γνώση για τις γενικές απαιτήσεις κάθε είδους . Η προσθήκη ασταθών συστατικών όπως είναι η βιταμίνη C θα πρέπει να ενισχύει την θρεπτική αξία των σιτηρεσίων των γεννητόρων . Έχει βρεθεί ότι η επιβίωση των εμβρύων επηρεάζεται από την περιεκτικότητα των σιτηρεσίων των γεννητόρων σε βιταμίνη C . Αυτή η βιταμίνη είναι απαραίτητη για τη σύνθεση κολλαγόνου κατά την ανάπτυξη του εμβρύου . Για το είδος *Salmo gairdneri* , οι απαιτήσεις των γεννητόρων σε βιταμίνη C ήταν οκτώ φορές υψηλότερες απ' ό,τι των ιχθυδίων (Blom and Dabrowski, 1995), αν και πολύ χαμηλότερες απαιτήσεις σε ασκορβικό οξύ έχουν αναφερθεί για τη διατροφή των γεννητόρων του είδους *Gadus morhua* (Mangor- Jensen et al., 1993) .

Αν και λίγα είναι γνωστά για τις απαιτήσεις σε βιταμίνη A κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των γονάδων και της ωοαπόθεσης , θεωρείται σημαντική για την ανάπτυξη του εμβρύου και ιχθυδίου εξαιτίας της σημασίας της για την ανάπτυξη των οστών , το σχηματισμό του αμφιβληστροειδή και τη διαφοροποίηση των κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος . Αυξημένη συγκέντρωση ρετινόλης στο συκώτι ατόμων του είδους *Scophthalmus maximus* παρατηρήθηκε κατά τη

διάρκεια της ωρίμανσης των γονάδων καθώς αυξανόταν η διάρκεια της ημέρας , ενώ το περιεχόμενο της ρετινόλης στις γονάδες μειώθηκε κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (Hemre et al., 1994) .

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τις απαιτήσεις των γεννητόρων σε θιαμίνη (βιταμίνη B1) αφού υπάρχουν στοιχεία που υποδεικνύουν τη σημασία της στην κανονική ανάπτυξη του εμβρύου και ιχθυδίου τουλάχιστον στα σολωμοειδή . Για παράδειγμα η συγκέντρωση θιαμίνης σε αυγά ή λεκιθοφόρα ιχθύδια σχετίζεται με μείωση του συνδρόμου πρόωρης θνησιμότητας σε άτομα πέστροφας (Brown et al., 1998), σολωμού του Ειρηνικού (Hornung et al., 1998) και *Salmo salar* (Wooster and Bowser, 2000) . Ερευνητικά δεν έχουν εξετασθεί οι απαιτήσεις πυριδοξίνης (βιταμίνης B6) στην τροφή των γεννητόρων . Η βιταμίνη B6 είναι γνωστή για τη σημασία της στη σύνθεση στεροειδών ορμονών και φολικού οξέος αφού η έλλειψή της μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη κυτταροδιαίρεση εξαιτίας προβλημάτων στη σύνθεση DNA και RNA και παίζει ρόλο στην εκκολαψιμότητα των αυγών (Halver, 1989) . Δυστυχώς δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες σχετικά με την επίδραση άλλων βιταμινών B στην αναπαραγωγή των ψαριών .

Η. Διαχείριση γεννητόρων και καταπόνηση

Η ανάπτυξη των γονάδων , η γονιμότητα και η βιωσιμότητα των αυγών είναι γνωστό ότι είναι πολύ επιρρεπείς στις επιδράσεις του περιβάλλοντος , όπως είναι η θερμοκρασία , η διατροφή των ψαριών και οι παράγοντες καταπόνησης (Rosenthal and Alderdice, 1976, Billard et al., 1981, Watanabe, 1985) . Η ωρίμανση , η ωορρηξία και η ωοαπόθεση των σολωμοειδών καθορίζεται κυρίως από τις αλλαγές στη φωτοπερίοδο (de Vlaming, 1972, Whitehead et al., 1978, Bromage et al., 1982), και ένα αποτέλεσμα της αλλαγής της φωτοπερίόδου κατά την στιγμή της ωοαπόθεσης είναι η αλλαγή του μεγέθους του αυγού (Bromage et al., 1984) . Οι Bromage and Cumaranatunga (1988) έχουν κάνει μια εκτενή ανασκόπηση για το πως ο κύκλος ωρίμανσης στους γεννήτορες του είδους *Salmo gairdneri* μπορεί να ρυθμισθεί για να βελτιωθεί η ποιότητα και ο αριθμός των αυγών που παράγονται .

Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της γαμετογένεσης είναι σημαντική για επιτυχή ωοαπόθεση και βιωσιμότητα αυγών . Οι Statova et al., (1982) κατέληξαν ότι ήταν σημαντικό , για καλής ποιότητας αυγά κυπρίνου , τα ψάρια να παραμένουν σε σταθερή θερμοκρασία κοντά στα κατώτερα όρια για ωοαπόθεση πριν την χορήγηση ορμονών . Τα αυγά του είδους *Scophthalmus maximus* έχουν μεγαλύτερη βιωσιμότητα εάν η ωοαπόθεση γίνει μέσα σε καθορισμένα όρια θερμοκρασίας και , εάν η περίοδος ωοαπόθεσης « μετακινηθεί » , η ποιότητα των αυγών φαίνεται να είναι πολύ επιρρεπής στις υψηλές θερμοκρασίες που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του τέλους της γαμετογένεσης (Devauchelle et al., 1988) . Η θερμοκρασία και το μέγεθος αυγού ήταν επίσης αρνητικά συσχετισμένα για το είδος *Scophthalmus maximus* (Bromley et al. , 1986).

Το ιδανικό είναι οι γεννήτορες να παραμένουν κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες οι οποίες είναι όσο το δυνατόν περισσότερο όμοιες με τις συνθήκες στις οποίες θα βρισκόταν το ψάρι στη φύση . Στην πράξη , πάντως , μπορεί να μην είναι δυνατόν να επιτευχθούν όλες οι συνθήκες διατήρησης . Η ποιότητα του νερού , η διατροφή , η ιχθυοπυκνότητα , η έκθεση σε παθογόνους οργανισμούς και οι παράμετροι του stress της διαχείρισης μπορούν να βελτιωθούν με τις κατάλληλες αρχές διαχείρισης , αν και τέτοιες βελτιώσεις μπορεί να είναι δύσκολες για είδη ψαριών που μπήκαν πρόσφατα στην εκτροφή , κυρίως γιατί η καθιέρωση των βέλτιστων αρχών διαχείρισης απαιτεί αριθμό ετών για ανάπτυξη και πειραματισμό .

Η εισαγωγή νέων τεχνικών και διαδικασιών στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς ιδιαίτερα όσον αφορά τον έλεγχο του φύλου , την πρόκληση αναπαραγωγής και την θεραπεία ασθενειών είναι αναγκαία ακόμη και για είδη όπως η πέστροφα , για την οποία υπάρχει μακρά ιστορία εκτροφής . Αναπόφευκτα, όσο και προσεκτική να είναι η διαχείριση , κάθε μία απ' τις διαδικασίες είναι πιθανόν να προκαλεί καταπόνηση (stress) , και συνεπώς κάποιος θα περίμενε ότι αυτό θα φαινόταν στην υγεία των γεννητόρων και την βιωσιμότητα των απογόνων .

Για πολλούς λόγους, οι γεννήτορες, πιθανόν λόγω ηλικίας , μεγέθους και μεταβολικών απαιτήσεων και αποθεμάτων , είναι πιο ανθεκτικοί στην καταπόνηση απ' ότι τα ιχθύδια . Η καταπόνηση που οδηγεί σε πολύ μικρές φανερές ή μετρήσιμες επιδράσεις στους γεννήτορες συχνά οδηγεί σε οξύ stress και θνησιμότητες των ιχθυδίων , π.χ. οι γεννήτορες είναι πολύ πιο ανθεκτικοί σε νερά υποβαθμισμένης ποιότητας απ' ότι τα νεαρά ιχθύδια . Πάντως , η πλευρά της βιολογίας των γεννητόρων η οποία καθαρά επηρεάζεται από χαμηλά επίπεδα stress είναι η αναπαραγωγή . Εξαιτίας αυτής της ευαισθησίας , είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται αναπαραγωγικές χημικές αναλύσεις απ' ότι η LD50s για τον υπολογισμό των επιδράσεων των τοξικών του περιβάλλοντος (Eaton 1973, Gerking, 1982) . Χωρίς αμφιβολία το χρόνιο stress που προέρχεται από ακόμη πιο ακατάλληλες συνθήκες διαχείρισης είναι ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλει στην αποτυχία των ψαριών να αναπαραχθούν ή να ωριμάσουν πλήρως σε συνθήκες εκτροφής .

Όσον αφορά τους μηχανισμούς , υπάρχουν στοιχεία ότι ο ακατάλληλος χειρισμός και το stress μειώνουν τα επίπεδα των ορμονών στις αρσενικές και τις θηλυκές πέστροφες κι αυτή η επίδραση υποβοηθάται απ' την δράση της κορτιζόλης στον υποθάλαμο , στις γονάδες και την υπόφυση (Sumpter et al., 1987). Οι Cambell et al., (1992) ανέφεραν ότι η ωορρηξία καθυστέρησε στα καταπονημένα ψάρια και τα γονιμοποιημένα αυγά ήταν μικρότερα σε μέγεθος και χαμηλότερης ποιότητας . Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι όσον αφορά την αναπαραγωγή οι συνθήκες διαχείρισης είναι πιθανόν να θέσουν περιορισμούς στην ποιότητα των αυγών και του σπέρματος, κάτι που είναι σχεδόν βέβαιο ότι αντανακλάται στην παραγωγικότητα του ιχθυογεννητικού σταθμού .

Στο υδάτινο περιβάλλον εντοπίζονται μεγάλοι αριθμοί μικροοργανισμών . Υπάρχουν περαιτέρω σημαντικές αυξήσεις σ' αυτούς τους αριθμούς που ακολουθούν την εκτροφή αυγών και ιχθυδίων στο ίδιο περιβάλλον . Αυτή η μικροβιακή αύξηση πιθανόν συμβαίνει σαν αποτέλεσμα των αυξημένων ποσοτήτων θρεπτικών από τα μεταβολικά παραπροϊόντα των ψαριών και την παρουσία αυξημένων αριθμών επιφανειών για αποίκηση από μικροοργανισμούς και εγκλωβισμό οργανικών υπολλειμάτων . Τα διάφορα λιπίδια και πρωτεΐνες που είναι συστατικά των αυγών των ψαριών παρέχουν επίσης μία θαυμάσια πηγή θρεπτικών και το πλούσιο σε γλυκοπρωτεΐνες χόριό τους ή κέλυφος ενθαρύνει την μικροβιακή προσκόληση .

Παρά την παρουσία μικροοργανισμών στα συστήματα εκτροφής έχουν γίνει λίγες έρευνες για τις επιδράσεις αυτών στα χαρακτηριστικά επιβίωσης των αυγών και ιχθυδίων διαφόρων ειδών που εκτρέφονται . Οι επιδράσεις π.χ. του μύκητα *Saprolegnia* στα αυγά των ψαριών του γλυκού νερού είναι ένα πολύ καλά μελετημένο πρόβλημα στα εκτροφεία σολωμών και καθημερινές μυκητοκτόνες θεραπείες ή η απομάκρυνση των νεκρών αυγών είναι τεχνικές που συχνά χρησιμοποιούνται για να εμποδίσουν τη μετάδοση του μύκητα απ' τα νεκρά στα υγιή αυγά .

Ο πιθανός ρόλος άλλων μικροοργανισμών , π.χ. βακτήρια , είναι , πάντως , λιγότερο ξεκάθαρος . Επίσης έχει αναφερθεί η παρουσία μεγάλων και εξειδικευμένων σε είδη ομάδων βακτηρίων σε σχέση με τις επιφάνειες των αυγών ψαριών του γλυκού και αλμυρού νερού (Hansen and Olafsen, 1989, Barker et al., 1989, 1991).

Συνολικά τα πιο συχνά απομονωμένα βακτήρια από τις επιφάνειες ζωντανών αυγών ψαριών είναι είδη των γενών *Cytophaga* , *Pseudomonas*, *Alteromonas* , *Flavobacterium* καθώς και το *Aeromonas hydrophila* . Εκτός απ' το ότι είναι παρόντα στις περισσότερες υδατοσυλλογές , αυτά τα βακτήρια είναι συχνά παρόντα στο κοιλωματικό υγρό των ωριμαζόντων θηλυκών ψαριών . Η εξαγωγή των αυγών κατά την φυσική ή τεχνητή αναπαραγωγή αναπόφευκτα οδηγεί στην υποβάθμιση των αυγών που γεννιούνται . Όλα αυτά τα βακτήρια έχουν αναγνωριστεί σαν δευτερεύοντες ευκαιριακοί παθογόνοι οργανισμοί των ψαριών . Έχει επίσης προταθεί ότι η παρουσία τους μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες θνησιμότητες αυγών εξαιτίας της έκκρισης βακτηριακών τοξινών ή ενζύμων και / ή αυξημένο ανταγωνισμό για τις διαθέσιμες πηγές οξυγόνου .

Η προσθήκη αντιβιοτικών στο νερό του εκτροφείου ή η εμβάπτιση των αυγών σε απολυμαντικά, φαίνεται ότι μειώνει τις θνησιμότητες στα αναπτυσσόμενα αυγά πολλών θαλάσσιων ειδών (Jemert and Mangor-Jensen, 1987). Οι αυξήσεις ή η βελτίωση των ρυθμών ανανέωσης του νερού στα αυγά που είναι στο εκκολαπτήριο φαίνεται ότι επίσης μειώνουν την επιφανειακή αποίκηση των αυγών από βακτήρια (Barker et al., 1991). Πάντως, σε εντατικές συνθήκες, είναι καλό να εμποδίζεται η αρχική βακτηριακή αποίκηση με χρήση όζοντος ή UV για απολύμανση παρά με χρήση χημικών ή αντιβιοτικών για τη μείωση των αριθμών

των είδη αναπτυγμένων αποικιών . Πρέπει να ερευνηθεί εάν η συνολική ποιότητα των αυγών και ιχθυδίων μπορεί να ενισχυθεί από την μακροχρόνια χρήση τέτοιων μεθόδων απολύμανσης . Πάντως , είναι ξεκάθαρο ότι η υποβάθμιση των συστημάτων εκτροφής αυγών και ιχθυδίων μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό των συνολικών επιπέδων επιβίωσης . Είναι σημαντικό για τις αρχές διαχείρισης να διασφαλίζουν όσο το δυνατόν πιο καθαρά συστήματα εκτροφής .

I. Υπερωρίμανση αυγών

Καθώς η υπερωρίμανση των αυγών συμβαίνει σταδιακά στους γεννήτορες , είναι σημαντική η απόκτηση και γονιμοποίηση αυγών στη σωστή στιγμή μετά την ωορρηξία . Αυτό είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα σε περιπτώσεις που τα αυγά εξάγονται απ' τα ψάρια με τα χέρια εφαρμόζοντας πίεση στην κοιλιακή χώρα και γονιμοποιούνται τεχνητά , και έχει αναγνωρισθεί σαν πρόβλημα στις εργασίες με σολωμούς . Πολλές μελέτες για τη διαδικασία υπερωρίμανσης σε τέτοια είδη περιγράφουν μορφολογικούς χαρακτήρες ανώριμων και υπερώριμων αυγών , ενώ καθορίζουν και χρονοδιαγράμματα για αυτές τις διαδικασίες (π.χ. Nomura et al., 1974, Sakai et al., 1975, Escaffre and Billard, 1979, Bry, 1981, Billard and Gilard, 1981).

Ο Hirose et al., (1979) έδειξαν ότι τα αυγά του είδους *Limanda yokohama* ήταν βιώσιμα για 48 ώρες μετά την ωορρηξία . Αν και η ικανότητα γονιμοποίησης παρέμενε υψηλή για τρεις ημέρες μετά την ωορρηξία , ο ρυθμός εκκόλαψης έφτανε το μέγιστο για αυγά που γονιμοποιούνταν 24 ώρες μετά την ωορρηξία , με μια σταθερή μείωση για τα αυγά που γονιμοποιούνταν αργότερα . Οι αλλαγές στη δυνατότητα επιβίωσης ήταν φανερές νωρίτερα απ' ότι οι μορφολογικές αλλαγές που παρατηρούνταν στα αυγά που προήλθαν από « στίψιμο» (αργότερα από τέσσερις ημέρες μετά την ωορρηξία) . Για το είδος *Scophthalmus maximus* που ωοαποθέτει τμηματικά (McEnoy, 1984), καλή ανάπτυξη και εκκόλαψη είχαμε μόνο όταν τα αυγά παίρνονταν απ' το ψάρι μέσα σε 10 ώρες μετά την ωορρηξία . Το είδος *Clupea harengus pallasii* που ωοαποθέτει μια φορά φαίνεται ότι προσομοιάζει τον τρόπο των σολωμοειδών , καθώς τα αυγά ήταν βιώσιμα για τουλάχιστον δύο εβδομάδες μετά την ωρίμανση (Hay, 1986) .

Αυγά τα οποία φυλάσσονται ξηρά (π.χ. σε ψυγείο) αφού αποσπαστούν απ' το ψάρι θα υποστούν παρόμοιες αλλαγές με την υπερωρίμανση . Είναι δυνατόν να φυλαχτούν αυγά του είδους *Gadus morhua* για περίπου 9-10 ώρες (Kjorsvik and Lonning, 1983) , αυγά του είδους *Clupea harengus pallasii* για 10- 48 ώρες (Blaxter, 1955, Dushkina, 1975), και αυγά του είδους *Hippoglossus hippoglossus* για τουλάχιστον 6 ώρες μετά την ωορρηξία χωρίς να χάσουν την βιωσιμότητά τους . Αυτές οι μελέτες για τα θαλάσσια αυγά δείχνουν επίσης ότι το ποσοστό γονιμοποίησης διατηρείται περισσότερο απ' ότι η ικανότητα να αναπτυχθούν κανονικά , που σημαίνει ότι το ποσοστό γονιμοποίησης από μόνο του δεν είναι αξιόπιστο κριτήριο για ποιότητα του αυγού.

Η βιωσιμότητα των αυγών είναι γενικά χαμηλότερη όταν εμφανίζονται μορφολογικές αλλαγές εξαιτίας υπερωρίμανσης . Η υπερωρίμανση είναι συχνά ορατή σαν αποχρωματισμός ή αδιαφάνεια , σπάσιμο των φλοιωδών κοκκίων και μια εμφάνιση του κυττοπλάσματος με φυσαλίδες. Ο Statova et al., (1982) μελέτησε μορφολογικά αποικοδομητικές αλλαγές σε αυγά του είδους *Cyprinus carpio*. Παρόμοιες αλλαγές εμφανίζονται και σε άλλα είδη , και μια κλίμακα γήρανσης έχει παρουσιαστεί για το είδος *Scophthalmus maximus* (McEnoy, 1984). Ο ρυθμός γήρανσης των αυγών μετά την ωορρηξία είναι πιθανόν εξαρτώμενος από τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Billard and Gilard, 1981, Hay, 1986) .

Διάφορες χημικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και υπερωρίμανσης. Η πιο λεπτομερής μελέτη για τις συνθέσεις αμινοξέων σε αυγά που έχουν διαφορετικό βαθμό ωρίμανσης έγινε σε πληθυσμο του ρωσικού είδους *Acipenser sturio* από την Fedorova (1976) . Το συνολικό περιεχόμενο ελεύθερων αμινοξέων, το περιεχόμενο των πρωτεϊνών και πρωτεϊνικών αμινοξέων σε ώριμα και υπερώριμα αυγά , καθώς και σε ορό αίματος , συγκρίθηκαν με στοιχεία για τη γονιμότητα και βιωσιμότητα ιχθυδίων . Το συμπέρασμα αυτής της εργασίας ήταν ότι μερικά βασικά αμινοξέα στον ορό αίματος των θηλυκών μπορεί να εξυπηρετούν σαν δείκτες της βιοχημικής κατάστασης και ποιότητας των αυγών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης . Αυτή η μέθοδος υιοθετήθηκε αργότερα απ' τον Golovaneko (1975) για να υπολογιστεί η ποιότητα των αυγών του είδους *Abramis brama* .

Οι αλλαγές στη συγκέντρωση λιπιδίων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσης και υπερωρίμανσης των αυγών δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς . Ο Devauchelle et al., (1988) βρήκε ότι τα υπερώριμα αυγά του είδους *Scophthalmus maximus* περιείχαν περισσότερα λιπίδια απ' ότι τα βιώσιμα αυγά , ενώ τα υπερώριμα αυγά είχαν παρόμοια επίπεδα με τις ανώριμες γονάδες. Τα βιώσιμα αυγά περιείχαν χαμηλότερα ποσά από όλες τις ομάδες λιπιδίων και ιδιαίτερα φωσφολιπίδια .

Οι Craik και Harvey (1984) βρήκαν ότι οι μεγαλύτερες αλλαγές που συνδέονταν με υπερωρίμανση των αυγών του είδους *Salmo gairdneri* ήταν η απώλεια ξηράς ουσίας , η αύξηση του περιεχομένου νερού και η μείωση στις καθιζάνουσες πρωτεΐνες . Αυτές , και οι περισσότερες από τις άλλες αλλαγές που περιγράφηκαν , μπορούν να ερμηνευθούν στα πλαίσια της πρωτεολυτικής κατάλυσης των λεκιθικών πρωτεϊνών , και της απώλειας μικρών οργανικών μορίων όπως είναι αμινοξέα και πεπτίδια διαμέσου των μεμβρανών του αυγού . Το αυξημένο υδατικό περιεχόμενο μπορεί να οφείλεται σε οσμωτική διόγκωση των αυγών δευτερογενώς της αυξημένης συγκέντρωσης των οσμωλυτών από το πρωτεολυτικό σπάσιμο μεγάλων οργανικών μορίων .

Το είδος *Limanda yokohama* παρουσιάζει αύξηση στο βάρος του μετά την ωορρηξία, και αυτό πιθανόν συνδέεται με την κατανάλωση νερού από τα ώριμα ψάρια με ατρητικές ωοθήκες (Hirose et al., 1979) . Σύμφωνα με τους Bromage et

al. (1992) για τα σολωμοειδή και συγκεκριμένα για το είδος *Salmo gairdneri* που παρέμεινε σε υπερεντατικές συνθήκες εκτροφής, οι ρυθμοί γονιμοποίησης και εκκόλαψης ήταν κατά μέσο όρο 90% και 70% αντίστοιχα, με την επιβίωση των ιχθυδίων μέχρι ηλικίας 4 μηνών να κυμαίνεται στο 35%- 40%. Μέσα σ' αυτούς τους μέσους όρους επιβίωσης, υπάρχει σημαντική διακύμανση στις τιμές της ποιότητας των αυγών για τα διάφορα άτομα με μερικές παρτίδες αυγών να παρουσιάζουν επιβίωση ιχθυδίων ηλικίας 4 μηνών που ξεπερνάει το 85% ενώ άλλα είχαν 100% θνησιμότητα. Μια σημαντική αναλογία αυτών των αποτελεσμάτων οφείλεται στην υπερωρίμανση των αυγών, τον κακό χειρισμό των γεννητόρων και τις κακές τεχνικές γονιμοποίησης. Τα αυγά των σολωμοειδών πρέπει να «στίβονται» μέσα σε 10 ημέρες απ' την στιγμή της ωορρηξίας στους 10 βαθμούς C για να μην υπάρχουν υψηλές θνησιμότητες. Αυτά τα ποιοτικά προβλήματα είναι πιο σημαντικά για τα αμιγώς θαλάσσια είδη όπως τα είδη *Hippoglossus hippoglossus*, *Scophthalmus maximus*, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*. Μετά την ωορρηξία τα αγονιμοποίητα αυγά υφίστανται μία διαδικασία γήρανσης, που περιγράφεται κοινώς σαν υπερωρίμανση (Nomura et al., 197, Sakai et al., 1975, Springate et al., 1984, Kjorsvik et al., 1990, Bromage et al., 1994). Κατά την υπερωρίμανση τα αυγά υφίστανται μία σειρά αλλαγών στη μορφολογία και τη σύνθεση και επίσης μία σταδιακή μείωση της ποιότητας ή βιωσιμότητας (Sakai et al., 1975, Springate et al., 1984). Σε όλα τα είδη που έχουν μελετηθεί μέχρι τώρα αυτή η απώλεια της ποιότητας φαίνεται ότι είναι ανεξάρτητη του εάν τα αυγά κατακρατούνται στο σώμα μετά την ωορρηξία και πριν την εξαγωγή των αυγών, ή του εάν εξαχθούν και φυλαχθούν *in vitro* μέσα σε υγρό ωοθήκης. Δεν είναι ξεκάθαρο εάν οι δομικές και άλλες αλλαγές, που συμβαίνουν κατά την υπερωρίμανση, είναι υπεύθυνες, *per se*, για την υποβάθμιση της ποιότητας του αυγού ή απλά συνολικά συμπτώματα της διαδικασίας υπερωρίμανση. Σε πολλές περιπτώσεις η βιωσιμότητα συχνά μειώνεται πριν γίνουν ορατές οι δομικές αλλαγές.

Η περίοδος της μεγαλύτερης ωριμότητας (δηλ. ο χρόνος κατά τον οποίο επιτυγχάνονται οι υψηλότεροι ρυθμοί γονιμοποίησης και επιβίωσης των αυγών και ιχθυδίων) διαφέρει στα διάφορα είδη ψαριών, ο ρυθμός υπερωρίμανσης εξαρτάται επίσης απ' την θερμοκρασία, με τις υψηλότερες και τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να μικραίνουν ή να επιμηκύνουν την περίοδο της μεγαλύτερης ωριμότητας, αντίστοιχα, για τα περισσότερα είδη ψαριών (Gillet, 1991). Οι περισσότερες έρευνες για την υπερωρίμανση και την ποιότητα των αυγών έχουν διεξαχθεί με ψάρια στα οποία η ωοαπόθεση δεν ακολουθεί φυσικά την ωορρηξία σε συνθήκες εργαστηρίου ή εκτροφείου.

Για το είδος *Salmo gairdneri* η περίοδος της καλύτερης ωριμότητας συμβαίνει 4-6 ημέρες μετά την ωορρηξία στους 10 C. Τα αυγά που γονιμοποιούνται αμέσως μετά και μέχρι 3 ημέρες μετά την ωορρηξία παρουσιάζουν ελαφρά μειωμένες επιβιώσεις σε σύγκριση με αυτά που παίρνονται μετά από 4-6 ημέρες. Παρόλο που δεν είναι ξεκάθαρο εάν αυτή αποτελεί μία βέβαιη περίοδο υπο-ωριμότητας,

ένα παρόμοιο φαινόμενο έχει αναφερθεί για το *Plecoglossus altivelis* (Hirose et al., 1977) και το *Limanda yokohamae* (Hirose et al., 1979) . Για το είδος *Salmo gairdneri* , οι επιβιώσεις στο στάδιο ιχθυδίου, στην εκκόλαψη και την κολύμβηση παραλληλίζουν σημαντικά τις αλλαγές στους ρυθμούς γονιμοποίησης που εμφανίζονται με τον χρόνο (Springate et al., 1984) αν και τα αυγά που κατακρατούνται στο σώμα των γεννητόρων για περισσότερες από 12 ημέρες μπορούν συχνά να γονιμοποιούνται αλλά δεν δείχνουν ακολούθως περαιτέρω ανάπτυξη . Με ανεπαρκή έλεγχο και πίεση των γεννητόρων για αυγά , η υπερωρίμανση φαίνεται ότι είναι σημαντικός παράγοντας απωλειών για τα εκτροφεία *Salmo gairdneri* (Bromage and Comaranatunga, 1988) . Αντίθετα πολύ μικρότερες περίοδοι καλύτερης ωριμότητας βρέθηκαν για το *Oreochromis* και *Carassius auratus* (Formacion, 1991) ενώ τα πλατύψαρα γενικά παρουσιάζουν περιόδους καλύτερης ωριμότητας που είναι ενδιάμεσες σε διάρκεια (Bromage et al., 1994) .

Συνολικά, φαίνεται ότι η υπερωρίμανση είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας για ένα μεγάλο εύρος ειδών ψαριών . Καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας υπερωρίμανσης μαζί με την ικανότητα για ακριβή υπολογισμό της ωορρηξίας , ειδικά για τα είδη που γεννούν σταδιακά , θα επιτρέψει να γίνουν σημαντικές βελτιώσεις στην προμήθεια των ιχθυδίων στα εκτροφεία .

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Αυτή η εργασία επικεντρώθηκε στους πιθανούς δείκτες για την ποιότητα των αυγών . Έχουν παρατηρηθεί διακυμάνσεις σε μια κλίμακα φυσικών , χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών στα αυγά των ψαριών , αν και η σύνδεσή τους με την επακόλουθη βιωσιμότητα έχει σποραδικά μόνο παρουσιαστεί για πολλές παραμέτρους . Μελετώντας τα κριτήρια της ποιότητας των αυγών , είναι σημαντικό να δώσουμε έμφαση στο γεγονός ότι οι βιολογικές διεργασίες που υφίστανται τα αυγά των ψαριών είναι βασικά οι ίδιες για όλα τα είδη των τελεόστεων , αν και μπορεί να διαφέρουν οι τρόποι εκδήλωσης αυτών καθώς και ο χρόνος . Οι βιοχημικές συνθέσεις , απ' την άλλη , φαίνονται πιο διαφοροποιημένες και πιο εξειδικευμένες για κάθε είδος . Επειδή το βιοχημικό περιεχόμενο τους αντικατοπτρίζει την διατροφή των γεννητόρων φαίνεται λογικό ότι υπάρχει περιθώριο για κάποια διαφοροποίηση χωρίς αυτό να έχει αρνητική επίδραση στη βιωσιμότητα (Kjorsvik et al., 1990).

Παράμετροι όπως η επιβίωση του αυγού και το ποσοστό εκκόλαψης δεν αποτελούν ικανοποιητικές μετρήσεις , οι μορφολογικές παραμορφώσεις και το ποσοστό βιώσιμων ιχθυδίων είναι πιο αξιόπιστοι δείκτες για την ποιότητα . Ο πιο χρήσιμος και γρήγορος υπολογισμός της ποιότητας μιας παρτίδας αυγών θα πρέπει να γίνεται πριν την εκκόλαψη , και αυτό συνεπάγεται ότι είναι απαραίτητη η ύπαρξη καλής γνώσης για την ομαλή ανάπτυξη του αυγού . Αρχικά μορφολογικά χαρακτηριστικά (φλοιώδης αντίδραση και πρώτες κυτταροδιαιρέσεις) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ποιότητας των αυγών για πολλά είδη ψαριών . Οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες

φαίνονται χρήσιμες για την μέτρηση ποιότητας αυγών , και μπορεί να έχουν την δυνατότητα χρησιμοποίησης σαν εργαλείο παρατήρησης για την ποιότητα των αυγών.

Μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί παγκόσμια βιοχημική παράμετρος για την ποιότητα των αυγών . Μπορεί να υπάρχουν εξειδικευμένοι για κάθε είδος δείκτες , αλλά κανένας δεν είναι απολύτως μελετημένος . Τα βασικά συστατικά μπορεί να είναι το κλειδί , μαζί με τα ελεύθερα αμινοξέα και τα λιπαρά οξέα που επιδέχονται περαιτέρω έρευνα. Η χρήση των ελεύθερων αμινοξέων σαν κριτήριο ποιότητας φαίνεται ενδιαφέρουσα , αφού ο Vladimirov (1974) βρήκε συσχέτιση μεταξύ των ελεύθερων αμινοξέων στα αυγά του είδους *Acipenser sturio* και επιβίωσης . Το συνολικό περιεχόμενο λίπος των αυγών μπορεί να είναι ενδεικτικό για την ποιότητα των αυγών . Τα καλής ποιότητας αυγά που γεννιούνται στην φύση θα μπορούσαν να αποτελούν σημείο αναφοράς για τις ιδανικές τιμές ορισμένων χημικών στοιχείων , όπως τα λιπίδια .

Οι μεγάλες διακυμάνσεις του μεγέθους μέσα σε μια παρτίδα αυγών μπορεί να είναι ενδεικτικές για κακή ποιότητα αυγών , αλλά αυτό μπορεί να ερμηνευθεί σαν υπερωρίμανση , αφού τα υπερώριμα αυγά έχουν διογκωθεί σε μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με τα ώριμα αυγά . Οι παρτίδες αυγών που περιέχουν υπερώριμα και ώριμα αυγά είναι συνηθέστερες για θαλάσσια είδη που γεννούν τμηματικά και έχουν μικρά διαστήματα μεταξύ κάθε ωορρηξίας .

Τα μορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά των αυγών με μικρή βιωσιμότητα είναι συχνά παρόμοια με αυτά που φαίνονται στο αυγό κατά την διάρκεια της διαδικασίας υπερωρίμανσης . Είναι πιθανόν , ότι πολλά από τα προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα των αυγών οφείλονται στις αλλαγές υπερωρίμανσης που συμβαίνουν στα αυγά μετά την ωορρηξία . Η υπερωρίμανση έχει μελετηθεί στα αυγά των σολωμοειδών και μερικών θαλάσσιων ειδών . Τα είδη διαφέρουν στη στιγμή κατά την οποία αρχίζει η διαδικασία υπερωρίμανσης , όμως αυτή αρχίζει πολύ πιο γρήγορα στα ψάρια που γεννούν τμηματικά παρά σε αυτά που γεννούν μια φορά το χρόνο . Η βιοχημική σύνθεση υφίσταται αλλαγές κατά την διάρκεια της διαδικασίας υπερωρίμανσης (πιθανόν εξαιτίας της πρωτεολυτικής δραστηριότητας) . Οι αλλαγές περιλαμβάνουν απώλεια ξηράς ουσίας και αύξηση του περιεχόμενου νερού (Cralk and Harvey, 1984) . Οι πιο δραματικές αλλαγές είναι μορφολογικές , αλλά η βιωσιμότητα του αυγού θα έχει μειωθεί σημαντικά πριν αυτές οι αλλαγές είναι ορατές . Η υπερωρίμανση των αυγών είναι πολύ μεγάλο πρόβλημα για τα ψάρια που αναπαράγονται σε συνθήκες αιχμαλωσίας . Περαιτέρω έρευνα για την ωρίμανση και τις διαδικασίες υπερωρίμανσης στις γονάδες των ψαριών είναι άμεσα απαραίτητη .

Η ηλικία των θηλυκών φαίνεται ότι επηρεάζει την περίοδο της βιωσιμότητας μετά την ωορρηξία , αλλά επιδρά επίσης και στην ποιότητα των αυγών στα περισσότερα είδη από αυτά που έχουν μελετηθεί . Τα θηλυκά μέσης ηλικίας παράγουν τα καλύτερης ποιότητας αυγά , αλλά αυτός ο κανόνας δεν είναι χωρίς εξαιρέσεις . Μερικά ψάρια ωοαποθέτουν μόνο μια φορά στη ζωή τους και , στην



περίπτωση του είδους *Abramis brama*, τα νεαρότερα άτομα φαίνεται ότι παράγουν τα καλύτερα αυγά (Kuznetsov, 1973b).

Λίγα είναι γνωστά για το πως οι εξωγενείς παράγοντες όπως είναι η κακή διατροφή και οι μη ευνοϊκές συνθήκες κατά την ωρίμανση και ωοαπόθεση επηρεάζουν την επιβίωση των αυγών. Μερικά είδη φαίνεται ότι προσαρμόζονται πιο εύκολα σε τεχνητές συνθήκες, απ' ό,τι άλλα. Ο Devauchelle et al., (1988) κατέληξε ότι τα πλατύψαρα ήταν πιο δύσκολο να διατηρηθούν σε συνθήκες αιχμαλωσίας απ' ό,τι τα συμμετρικά ψάρια. Η κακή διατροφή ασφαλώς επηρεάζει την ποιότητα των αυγών, αν και τα κατώτατα όρια για τα πιο βασικά στοιχεία δεν είναι γνωστά για τα περισσότερα είδη. Υπάρχει έλλειψη μελετών που να καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ της σύνθεσης της τροφής των γεννητόρων, του βιοχημικού περιεχομένου των αυγών και της ποιότητας των αυγών. Μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην επίδραση της θερμοκρασίας στη γαμετογένεση και την ωοαπόθεση. Αυτός είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ποιότητας των αυγών για τα είδη *Scophthalmus maximus* και *Cyprinus carpio*. Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες (π.χ. φως, αλατότητα, και παράγοντες καταπόνησης) επηρεάζουν σαφώς την ποιότητα των αυγών. Το πώς η ποιότητα επιδρά στην λειτουργικότητα των ιχθυδίων που επιζούν είναι πολύ λίγο γνωστή.

Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών της ποιότητας των αυγών πρέπει να περιλαμβάνει συγκριτικά τεστ πολλών παραμέτρων για πολλά είδη, π.χ. ρυθμός γονιμότητας και διαδικασίες ενεργοποίησης στα αυγά, άνωση των πελαγικών αυγών, μορφολογικά χαρακτηριστικά (κυτταροδιαιρέσεις, κατανομή σταγονιδίων ελαίου, κ.τ.λ.), ανθεκτικότητα χορίου, ποσοστό βιώσιμων εμβρύων και ιχθυδίων, και ποσοστά επιβίωσης και εκκόλαψης. Οι έρευνες για την ποιότητα των αυγών περιλαμβάνουν επίσης χημικές αναλύσεις της οσμωμοριακότητας και της σύνθεσης του συνολικού λίπους, των λιπαρών οξέων, των ελεύθερων αμινοξέων, ιχθυοστοιχείων και βιταμινών.

Πολλοί άλλοι παράγοντες θα πρέπει να μελετηθούν διεξοδικότερα. Αυτές οι μελέτες πρέπει να στοχεύουν στην διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ περιβαλλοντικών παραγόντων, συνθηκών ωοαπόθεσης και διατροφής, και ποιότητας αυγών. Απαιτείται επίσης καλύτερη γνώση των διαδικασιών υπερωρίμανσης μετά την ωορρηξία. Μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να κατευθυνθεί στο πρόβλημα της παραγωγής καλύτερης ποιότητας αυγών, παρά μεγάλης ποσότητας αυγών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αποστολόπουλος, Ι.Σ. Τσουκνίδης, Α.Δ., και Χριστόπουλος Χ.Ι., 1994. Η εκτροφή τσιπούρας-λαβρακιού στην Ελλάδα. Τμήμα Εκδόσεων ΑΤΕ
- Aida,K., Izumo,R.S., Satoh,H. and Hibiya,T. (1978) . Induction of ovulation in Japanese Society of Scientific Fisheries 44, 445-450. plaice and goby with synthetic LH-releasing hormone . Bulletin of the
- Alderice,D.F., Rao,T.R. and Rosenthal,H. (1979) . Osmotic responses of eggs and larvae of the pacific herring to salinity and cadmium . Helgolander wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 32 , 508-538.
- Bagenal,T.B. (1969a) . The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. Journal of Fish Biology 1 , 167-182 .
- Bagenal,T.B. (1969b) . Relationship between egg size and fry survival in brown trout *Salmo trutta* L. Journal of Fish Biology 1 , 349-353 .
- Barker,G.A., Smith,S.N. and Bromage,N. (1989) . The bacterial flora of rainbow trout ,*Salmo gairdneri* and brown trout , *Salmo trutta* , egg and its relationship to developmental success . *Journal of Fish Diseases* ,12 , 281-93.
- Barker,G.A., Smith,S.N. and Bromage,N. (1991) . Commercial bacteria and their possible relationship to the mortality of incubating salmonid eggs . *Journal of Fish Diseases* ,14, 199-210 .
- Barnabe.G. and Barnabe-Quet,R. (1985) . Advancement and improvement of induced spawning in the sea bass *Dicentrarchus labrax* using an LHRH analogue injection . *Aquaculture* 49 , 125-132 (in French) .
- Bell,M.V., Henderson,R.J., Sargent,J.R. (1986) . The role of polyunsaturated fatty acids in fish . *Comp. Biochem. Physiol.* 83B, 711-719 .
- Berglund,I. (1995) . Effects of spring temperature and feeding regime on sexual maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) male parr. in : Goetz ,F.W. , Thomas,P.(eds.) , *Reproductive Physiology of Fish* . Fish Symp. 95 , Austin , 1995 , pp. 170-172 .
- Billard,R. and Gillet,C. (1981) . Vieillisement des ovules et potentialisation par la temperature des effets des micropolluants du milieu aqueux sur les gametes chez la truite . Cahiers : Laboratoire d Hydrobiologie de Monterau 12 , 35-41 .
- Blaxter,J.H.S. (1955) . Herring rearing -I . The storage of herring gametes . *Marine research* 3 , 1-12 .
- Blaxter,J.H.S. (1988) . Pattern and variety in development . In « Fish Physiology» (W.S.Hoar and D.J.Randall , eds) Vol.XI , 1-58 , Academic Press London .
- Blaxter,J.H.S. and Hempel,G. (1963) . The influence of egg size on herring larvae (*Clupea harengus*) . *Journal Du Conseil : Conseil International pour l' Exploration de la Mer* 28 , 211-240 .
- Blom,J.H. , Dabrowski,K. , (1995) . Reproductive success of female rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels . *Biol. Reprod.* 52 , 1073-1080 .

- Borovic, E.A. (1962) . The problem of the role of carotenoids in embryonic development of rainbow trout . 2nd Byelorussian Zoological Conference , Abstracts of Proceedings , 32-34 .
- Bromage, N.R. (1988) . Propagation and stock improvement . In « Intensive fish farming » (J. Shepherd and N. Bromage , eds) 103-153 . BSP Professional Books / Blackwell Scientific Oxford .
- Bromage, N.R. and Cumaranatunga , R. (1988) . Egg production in the rainbow trout . In « Recent Advances in Aquaculture » (J.F. Muir and R.J. Roberts , eds) , pp 63-138 . Croom Helm / Timber Press , London and Sydney / Portland , Oregon .
- Bromage, N.R. , Whitehead, C. , Elliot, J. , Breton, B. and Matty , A. (1982) . Investigations into the importance of daylength on the photoperiodic control of reproduction in the female rainbow trout . In « Reproductive Physiology of Fish » (C. Richter and H.T. Goos , eds) , pp 233-236 . Pudoc Press , Wageningen .
- Bromage, N.R. , Elliot, J. , Springate, J.R.C. and Whitehead, C. (1984) . The effects of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout . *Aquaculture* 43 , 213-223 .
- Bromage, N. , Jones, J. , Randall, C. , Thrush, M. , Springate, J. , Duston, J. and Barker, G. (1992). Broodstock management , fecundity , egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) . *Aquaculture* , 100, 141-66 .
- Bromage, N. , Shields, R. , Basavaraja, N. , Bruce, M. , Young, C. , Dye, J. , Smith, P. , Gillespie, M. , Gamble, J. and Rana, K. (1994) . Egg quality determinants in finfish : the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut , *Hippoglossus hippoglossus* . *Journal of the World Aquaculture Society* , 25 (in press) .
- Bromage, N., 1995. Broodstock management and seed quality -General considerations. In: Broodstock Management and egg and larval quality. (Eds N. Bromage and R.J. Roberts). Blackwell Science publication
- Bromley, P.J , Sykes, P.A. and Howell, B.R. (1986) . Egg production of turbot (*Scophthalmus maximus*) spawning in tank conditions . *Aquaculture* 53 , 287-293 .
- Brown, S.B. , Fitzsimons, J.D. , Palace, V.T. , Vanderbillaardt, L. 1998 . Thiamin and early mortality syndrom in lake trout . In: Mc Donald , G. , Fitzsimons, J.D. , Honeyfield, D.C. (Eds) , Early life Stage Mortality Syndrome in Fishes of the Great Lake and Baltic Sea . American Fisheries Society , Symposium , vol. 21 , pp. 18-25 , Bethesda , MD, USA .
- Bry, C. (1982) . Temporal aspects of macroscopic changes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) oocytes before ovulation and of fertility during the post-ovulatory period : effect of 17 α -hydroxy-20 β -dihydroxyprogesterone . *Aquaculture* 24 , 153-160 .
- Burton, G.W and Ingold, K.U. (1984) . β -carotene - an unusual type of lipid antioxidant . *Science* 224 , 569-573 .

- Campbell,P.M., Pottinger,T.G., and Sumpter,J.P. (1992) . Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout . *Biology of Reproduction* , 47, 1140-1150
- Cameron,P. , Berg,J. , von Westernhagen ,H. and Dethlefsen,V. (1989). Missbildungen bei Fischembryonen der sudlichen Nordsee . In « Warnsignale aus der Nordsee» (J.L. Lozen , W.Lenz , E.Rachor , H. von Westernhagen and B.T.Waterman , eds) , pp . 281-294 . Verlag Paul Parey , Berlin .
- Carrilo,M.,Bromage,N., Zanuy,S., Serrano,R. and Prat,F. (1989) . The effects of modifications in photoperiod on spawning time , ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrachus labrax*) . *Aquaculture* , 81, 351-365 .
- Cerda,J., Carrilo,M. , Zanuy,S. , Ramos,J. (1994a) . Effect of food ration on estrogen and vitellogenic plasma levels , fecundity and larval survival in captive sea bass , *Dicentrachus labrax* : preliminary observations . *Aquat. Living Resour.* 7, 255-256 .
- Cerda,J. , Carrilo,M. , Zanuy,S. , Ramos,J. , de la Higuera,M. (1994b) . Influence of nutritional composition of diet on sea bass , *Dicentrachus labrax* , reproductive performance and egg and larval quality . *Aquaculture* 128, 345-361 .
- Choubert,G. , (1986) . Pigments carotenoids et production des poissons . *Bull.Fr. Peche Piscic.* 300 , 25-32 .
- Choubert,G. , Blanc,J.M. , (1993) . Muscle pigmentation changes during and after spawning in male and female rainbow trout , *Onchorhynchus mykiss* , fed dietary carotenoids . *Aquat. Living Resour.* 6 , 163-168 .
- Craik,J.C.A , (1985) . Egg quality and egg pigment content in salmonid fishes . *Aquaculture* 47 , 61-80 .
- Craik,J.C.A. and Harvey,S.M. (1984) . Egg quality in rainbow trout : the relation between egg viability , selected aspects of egg composition , and time of stripping . *Aquaculture* 40 , 115-134 .
- Crim,L.W. , Sutterlin,A.M. , Evans,D.M. and Weil,C. (1983) . Accelerated ovulation by pelleted LHRH -analogue treatment of spring spawning rainbow trout (*Salmo gairdneri*) . *Aquaculture* 35 , 299-307 .
- Crim,L.W. and Glebe,B.D. (1984) . Advancement and synchrony of ovulation in Atlantic salmon with pelleted LHRH-analogue *Aquaculture* 43 , 47-56 .
- Dabrowski,K. , Luczynski,M. , Czeczunga,B. and Falkowski,S. (1987) . Relationships among coregonid fish reproductive effort , carotenoid content in egg and survival of embryos . *Archiv fur Hydrobiologie* 79 (suppl.) , 29-48 .
- Dethlefsen,V. , Cameron,P. , von Westernhagen H. and Janssen,D. (1987) . Morphologische und chromosomale Untersuchungen an Fischembryonen der sudlichen Nordsee in Zusammenhang mit der Organochlorkontamination der Elterntiere . *Veroffentlichungen des Instituts fur Kusten und Binnenfisherei Hamburg* 97 , 57 pp .
- Devauchelle,N. , Brichon,G. , Lamour,F. and Stephan,G. (1982) . Biochemical composition of ovules and fecund eggs of sea bass (*Dicentrachus labrax*) , sole (

- Solea vulgaris*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) . In « Reproduction Physiology of Fish» . Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish , pp 155-157 .
- Devauchelle,N. , Alexandre,J. C. , Corre,N.L , Letty,Y. , (1988) . Spawning of turbot (*Scophthalmus maximus*) in captivity . *Aquaculture* 69 , 159-184 .
- Dinis,M.T. (1982) . Methods of incubating Dover sole (*Solea solea*) eggs . *Relatorios de Actividades do Aquario Vasco da Gama* 12 , 8 pp.
- Donaldson,E.M. and Hunter,G.A. (1983) . Induced final maturation , ovulation and spermiation in cultured fish . In « Fish Physiology» (W.S.Hoar and D.J.Randall , eds) , Vol,9B pp 351-403 . Academic Press London .
- Dushkina,L.A. (1975) . Viability of herring (*Clupea*) eggs and fertilizing capacity of herring sperm stored under various conditions . *Journal of Ichthyology* 15 , 423-429) .
- Eaton,J.G., (1973) . Chronic toxicity of copper , cadmium and zinc to the jarhead minnow (*Pimephales promales* Ralinesque) . *Water Research* ,7 , 1723-1736 .
- Escaffre,A.M and Bergot,P. (1984) . Utilization of the yolk in rainbow trout alevins (*Salmo gairneri*) : effects of egg size . *Reproduction Nutrition Development* 24 , 449-460 .
- Escaffre,A.M. and Billard,R. (1979) . Evolution de la fecondades ovules de truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) laisses dans la cavite abdominale au cours de la periode post-ovulatoire . *Bulletin Francais de Pisciculture* 272 , 455-464 .
- Falk-Petersen,S. , Sargent,J.R. , Fox,C. , Falk-Petrsen,I.-B. , Haug,T. , Kjorsvik,E. , (1989) . Lipids in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) eggs from planktonic samples in Northern Norway .*Mar. Biol.* 101, 553-556 .
- Fernandez-Palacios,H. , Izquierdo,M.S. , Robaina,L. , Valencia,A. , Salhi,M. , Vergara,J. (1995) . Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream (*Sparus aurata*) . *Aquaculture* 132 , 325-337 .
- Fedorova,L.S. (1976) . Physiological and biochemical characters of the reproductive products of the sturgeons during artificial rearing . *Journal of Ichthyology* 16 , 427-436 .
- Formacion,M.J., (1991) . Overripening of ovulated eggs in goldfish , *Carassius auratus* .Ph.D. thesis , National University of Singapore , Singapore .
- Galkina,Z.I. (1969) . The effect of size and color intensity of eggs on embryonic development and growth of young rainbow trout . *Izvestiya Gosudarstveunogo Nauchno-Issledovatelskogo i Rechnogo Rybnogo Khozvaistva* 68 , 173-186 .
- Georgiev,G.S. (1971) . Carotenoids and vitamin A content in *Salmo irideus* eggs and their significance in the initial periods of embryogenesis . *Folia Balcania* 2 , 1-11 .
- Gillet,C. (1991) . Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) broodstock : effects of temperature on the timing of spawning and the quality of the eggs . *Aquatic Living resources* , 4, 109-116 .

- Golovanenko, L.F. (1975) . Qualitative evaluation of the sexual products of the bream *Abramis brama* from biochemical and histochemical indicators . *Journal of Ichthyology* 15 , 499-502 .
- Hagenmaier, H.E. , Schmitz, J. and Fohles, J. (1976) . Zum Vorkommen von Isoeptidbindungen in der Eihülle der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*) . *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* 357, 1435-1438 .
- Halver, J.E. (1989) . The vitamins . In: Halver, J.E. (Ed.) , Fish Nutrition. Academic Press , San Diego , USA , pp. 32-111 .
- Hansen, G.M. and Olafsen, J.A. (1989) . Bacterial colonisation of cod *Gadus morhua* and halibut *Hippoglossus hippoglossus* eggs in marine aquaculture . *Applied and Environmental Microbiology* , 55 , 1435-1446 .
- Harris, L.E. (1984) . Effects of a broodfish diet fortified with cantaxanthin on female fecundity and egg color . *Aquaculture* 43 , 179-183 .
- Hay, D.E. (1986) . Effects of delayed spawning on viability of eggs and larvae of Pacific herring . *Transactions of the American Fisheries Society* 115 , 155-161 .
- Hemre, G.I. , Mangor-Jensen, A., Lie, O. (1994) . Broodstock nutrition in turbot (*Scophthalmus maximus*) effect of dietary vitamin E . *Fiskeridir .Skr. , Ser. Ernaer.* 8, 21-29 .
- Hilton, J.W. , Cho, C.Y. , Brown, R.G. and Slinger, S.S. (1979) . The synthesis , half-life and distribution of ascorbic acid in rainbow trout . *Comparative Biochemistry and Physiology A* 63 , 447-453 .
- Hirao, S. , Yamada, J. and Kikuchi, R. (1954) . Violaxanthin in rainbow trout egg . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 20 , 431-434 .
- Hirao, S. , Yamada, J. and Kikuchi, R. (1955) . Relations between chemical constituents of rainbow trout eggs and hatching rate . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 21 , 240-243 .
- Hirose, K. (1976) . Endocrine control of ovulation in medaka (*Oryzias latipes*) and ayu (*Plecoglossus altivelis*) . *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33 , 984-994 .
- Hirose, K. and Donaldson, E.M. (1972) . Biological study of ovulation in vitro of fish-III . The induction of in vitro ovulation of *Oryzias latipes* oocytes using salmon pituitary gonadotropin . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 38 , 97-100 .
- Hirose, K., Ishida, R. and Sakai, K. (1977) . Induced ovulation of ayu using HCG , with special reference to changes in several characteristics of eggs retained in the body cavity after ovulation . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* , 43, 409-416 .
- Hirose, K. , Machida, Y. and Donaldson, E.M. (1979) . Induced ovulation of Japanese flounder (*Limanda yokohama*) with HCG and salmon gonadotropin , with special references to changes in the quality of eggs retained in the ovarian cavity after ovulation . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 45, 31-36 .

- Hislop, J.R.G. , Robb, A.P. and Gauld, J.A. (1978) . Observations on effects of feeding level on growth and reproduction in haddock , *Melanogrammus aeglefinus* in captivity . *Journal of Fish Biology* 13 , 85-98 .
- Hornung, M.W. , Miller, L. , Petersen, R.E. , Marcquenski, S. , Brown, S. (1998) . Efficacy of various treatments conducted on Lake Michigan salmonid embryos in reducing early mortality syndrome . In: McDonald, G. , Fitzsimons, J.D. , Honeyfield, D.C. (Eds.) , *Early Life Stage Mortality Syndrome in Fishes of the Great Lake and Baltic Sea* . American Fisheries Society , Symposium , vol. 21 pp. 124-134 , Bethesda , MD , USA .
- Horwood, J.W. , Greer Walker, M. and Witthames, P. (1989) . The effect of feeding levels on the fecundity of plaice (*Pleuronectes platessa*) . *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 69 , 81-92 .
- Hubbs, C. and Strawn, K. (1957) . Survival of F1 hybrids between fishes of the subfamily Etheostominae . *Journal of Experimental Zoology* 134 , 33-62 .
- Ishida, R. , Hirose, K. and Donaldson, E.M. (1972) . Induction of ovulation of ayu , *Plecoglossus altivelis* with salmon pituitary gonadotropin . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 38 , 1007-1012 .
- Jelmert, A. and Mangor-Jensen, A. (1987) . Antibiotic treatment and dose response of bacterial activity associated with flatfish eggs . *ICES CM 1980 F* : 19 .
- Kamler, E. (1976) . Variability of respiration and body composition during early developmental stages of carp . *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 23, 431-485 .
- Kamler, E. and Malczewski, B. (1982) . Quality of carp eggs obtained by artificial maturation . *Polskie Archiwum Hydrobiologie* . 29, 599-606 .
- Kamler, E. and Zuromska, H. (1979) . Quality of eggs and production of *Coregonus albula* in three Masurian lakes . *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 26 , 595-623 .
- Kamler, E. , Zuromska, H. and Nissinen, T. (1982) . Bioenergetical evaluation of environmental and physiological factors determining egg quality and growth in *Coregonus albula* . *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 29, 71-121 .
- Kim, Ye.D. (1974) . Age and annual dynamics of amino acid content in mature sexual products of the carp . In « Qualitative Differences in the early Ontogeny of Fishes» (trans.) . Naukova Dumka Press , Kiev .
- Kirpichnikov, V.S. (1966) . Goals and methods in carp selection . In « Selective Breeding of Carp and Intensification of Fish Breeding in Ponds» (V.S.Kirpichnikov , ed.) . *Bull. St. Sci. Res. Inst. Lake River Fish* . 61, 41-42 .
- Kjesbu, O.S. (1988) . The spawning activity of cod (*Gadus morhua*) . *Journal of Fish Biology* 34, 195-206 .
- Kjorsvik, E. and Lonning, S. (1983) . Effects of egg quality on normal fertilization and early development of the cod , *Gadus morhua* . *Journal of Fish Biology* 23, 1-12 .
- Kjorsvik, E. , Stene, A. and Lonning, S. (1984a) . Morphological , physiological and genetical studies of egg quality in cod (*Gadus morhua*) . In « The

- Propagation of Cod *Gadus morhua*» (E.Dahl , D.S.Danielssen , E.Moksness and P.Solemdal , eds) , *Flodevigen rapportserie* 1 , 67-86 .
- Kjorsvik,E. , Davenport,J. and Lonning,S. (1984b) . Osmotic changes during the development of eggs and larvae of the lumpsucker , *Cyclopterus lumpus* . *Journal of Fish Biology* 24 , 311-321 .
- Kjorsvik,E.,Mangor-Jensen,A. and Holmefjord,I. (1990) . Egg quality in fishes . *Advances in Marine Biology* , 26 , 71-113 .
- Knutsen,G.M. and Tilseth,S. (1985) . Growth , development and feeding success of Atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size . *Transactions of the American Fisheries Society* 114, 507-511 .
- Kolman,R. (1973) . « Quantitative Evaluation of Quality» (trans.) . Panstw. Wyd. Ekonomiczne , Warsaw .
- Kuznetsov,V.A. (1973) . Fecundity of the bream *Abramis brama* and the quality of its eggs . *Journal of Ichthyology* 13 , 669-679 .
- Kuznetsov,V.A. and Khalitov,N.K. (1978) . Alterations in the fecundity and egg quality of the roach , *Rutilus rutilus* in connection with different feeding conditions . *Journal of Ichthyology* 18 , 63-70 .
- Lam, T.J., 1994. Hormones and egg/larval quality in fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 25(1): 2-5
- Lee,C.S. , Tamaru,C.S. , Miyamoto,G.T. and Kelly,C.D. (1987) . Induced spawning of grey mullet (*Mugil cephalus*) by LHRH-a. *Aquaculture* 62 , 327-336.
- Loeffler,C.A and Lovtrup,S. (1970) . Water balance in the salmon egg. *Journal of Experimental Biology* 52 , 291-298 .
- Longinova,T.A. (1966) . Carotenoids of rainbow trout . In « All-Union Conference on the Ecological Physiology , Abstracts of Proceedings» , pp48-50 . Academy of Science of the U.S.S.R. and the U.S.S.R. Ministry of Fisheries , Moskow .
- Longinova,T.A. (1967) . Carotenoids of rainbow trout in the developments of gonads and of the eggs . In « The Metabolism and Biochemistry of Fishes» , pp. 336-340 . Vysshaya Shkova Press, Moskow .
- Longwell,A.C. (1977) . A genetic look at fish eggs and oil . *Oceanus* 20 , 45-58 .
- Longwell,A.C. (1982) . Cytological-cytogenetical perspectives on petroleum effects in the marine environment - chromosome aberrations . *Background Paper NAS Review : Petroleum in the Marine Environment 1981* , 66 pp.
- Longwell,A.C. and Hughes,J.B. (1981) . Cytological , cytogenetical and Mangor-Jensen,A.M. (1987) . Water-balance in developing eggs of the cod *Gadus morhua* . *Fish Physiology and Biochemistry* 3 , 17-24
- Mangor-Jensen,A. , Birkeland,R.N. , Sandnes,K. (1993) . Effects of cod broodstock dietary vitamin C on embryonic growth and survival . Milestone.Rapp.Sent.Havbruk, Imr.Norw.Inst.Mar.Res.No. 18, 8 pp.

Mann,G. (1960) . Gonadengewicht und Eizahlen bei Regenbogen - forellen . *Informationen fur die Fischwirtschaft* , B7 ,p.2 .

Martysev,F.G. , Anisimova,M.M. and Privezentsev,Y.A. (1967) . «Age Selection in Carp Rearing» . Kolos Press , Moscow .

Mc-Evoy,L.-A. (1984) . Ovulatory rythmes and over-ripening of eggs in cultivated turbot , *Scophthalmus maximus* . *Journal of Fish Biology* 24 , 437-448.

Mok,T.K. (1985) . Induced spawning and larval rearing of the white seabream , *Mylio berda* . *Aquaculture* 44 , 41-49 .

Murayama,S. and Yanase,M. (1961) . The amounts of chemical constituents of eyed eggs of rainbow trout from various sources . *Bulletin of the Takai Regional Fisheries Research Laboratory* 31 , 311-316 .

Νεοφύτου, Χ., 1997. Ιχθυοπονία. University Press, Θεσσαλονίκη

Nomura,M. , Sakai,K. and Takashima,F. (1974) . The overripening phenomenon of rainbow trout , I. Temporal morphological changes of eggs retained in the body cavity after ovulation . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 40 , 977-984 .

Παπουτσόγλου, Σ., 1985. Εισαγωγή στις Υδατοκαλλιέργειες, Τόμος Α, Εκδόσεις Καραμπερόπουλος

Pchelovodova,D.V. (1976). Correlation between egg fat content and some biological indices in the rainbow trout females . *Izv.Gos.Nauchno-issled.inst.ozernogo i rechnogo rybnogo khoz.* 113, 12-15 (Russian, Engl.summ.) .

Pickova,J. , Dutta,P.C., Larsson,P.O. , Kiessling,A. (1997) . Early embryonic cleavage pattern , hatching success and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod stocks. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 54 , 2410-2416 .

Pitman,R.W. (1979) . Effects of female age and size on growth and mortality in rainbow trout . *Progressive Fish Culturist* 41 , 202-204 .

Accumulation and Biological Effect of Radioactive Substances» . Reinhold Polikarpov,G.G. (1966) . « Radioecology of Aquatic Organisms : The, New York . 314pp.

Potts,W.T.W. and Eddy,F.B. (1973) . The permeability to water of the eggs of certain marine teleosts . *Journal of Comperative Physiology* 82, 305-315 .

Potts,W.T.W. and Rudy,P.P. (1969) . Water balance in the eggs of the Atlantic salmon , *Salmo salar* . *Journal of Experimental Biology* 50 , 223-237 .

Ramos,J. (1986) . Induction of spawning in common sole (*Solea solea*) with human chorionic gonadotropin (HCG) . *Aquaculture* 56 , 239-242 .

Reagan,R.E. and Conley,C.M. (1977) . Effect of egg diameter on growth of channel catfish . *Progressive Fish Culturist* 39 , 133-134 .

Rosenthal,H. and Alderice,D. (1976) . Sublethal effects of environmental stressors , natural and pollutional , on marine eggs and larvae . *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* . 33 , 2047-2065 .

Sakai,K. , Nomura,M. , Takashima,F. and Oto,H. (1975) . The over-ripening phenomenon of rainbow trout , II . Changes in the percentages of eyed eggs ,

- hatching rate and incidence of abnormal alevins during the process of over-ripening . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 41 , 855-860 .
- Sakai,K. , Nomura,M. and Takashima,F. (1985) . Characteristics of naturally spawned eggs of red sea bream . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 51 , 1395-1399 .
- Sandnes,K. (1984) . Some aspects of ascorbic acid and reproduction in fish . In « Ascorbic acid in Domestic Animals» (J.Wgger , F.J. Tagwerker and J.Moustgaard , eds) , pp 206-212 . Royal Danish Agricultural Society , Copenhagen .
- Sandnes,K. and Brekkan,O.R. (1981) . Ascorbic acid and the reproductive cycle of ovaries in cod (*Gadus morhua*) . *Comperative Biochemistry and Physiology A* , 70 , 545-546 .
- Savelyeva ,E.A. and Shuvatova,T.F. (1972) . Some characteristics of the parent-progeny relationships in the Don pike-perch (*Lucioperca lucioperca*) . *Journal of Ichthyology* 12 , 241-248 .
- Sasayama,Y. , Takahashi,H. (1972) . Effect of starvetion and unilateral astration in male goldfish , *Carassius auratus* , and a design of bioassay for fish gonadotropin using starved goldfish . *Bull.Fac.Fish. , Hokkaido Univ.* 22 , 267-283 .
- Semenov,K.I., Konovalov,Y.D., Nesen,E.N, Babitskaya,L.F., Nagirnyj,S.N., (1974) . Water and total protein content in carp eggs and enbryo survival . Pages 139-169 in V.I.Vladimirov , ed.Variability of fish early ontogenesis . Naukova Dumka , Kiev (Russian) .
- Seymour,E.A. (1981) . Gonadal ascorbic acid changes in level with ovarian development in the crucian carp , *Carassius carassius* . *Comparative Biochemistry and Physiology A* 70, 451-453 .
- Shatunovskiy,M.I. (1963) . Dynamics of fat and water content of gonad flesh in the Baltic Sea *Pleuronectes flesus* and its relation to the peculiarities in the maturation of gonads . *Vopr. Ikhtiol.* 3 , 652-667 (in Russian) .
- Shatunovskiy,M.I. (1973) . The role of studies of the metabolism in solving certain questions of the abundance dynamics of fishes . In « The Ecological Physiology of Fishes» (trans.) . Moskow .
- Shimma,Y., Kato,T., and Fukuda,Y. (1978). Effects of feeding methanol-grown and maturity of yearling rainbow trout and egg hatchability . *Bull.Freshwater.Fish.Res.Lab.*28, 21-28 .
- Springate,J.C.R and Bromage,N.R. (1985) . Effects of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) . *Aquaculture* 47 , 163-172 .
- Springate,J.R.C. , Bromage,N.R. , Elliot,J.A.K. and Hudson,D.L. (1984) . The timing of ovulation and stripping and the effects on the rates of fertilization and survival to eyeing , hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) . *Aquaculture* 43 , 313-322 .
- Springate,J.R.C. , Bromage,N.R. and Cumaranatunga,P.R.T. (1985) . The effects of different rations on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo*

- gairdneri*). In « Nutrition and Feeding in Fish» (C.B.Cowey , A.M.Mackie and J.G.Bell , eds) , pp 371-393 . Academic Press , London .
- Statova,M.P. , Talikina,M.G. and Kalinich,R.A. (1982) . Physiological-chemical characteristics of the eggs of common carp , *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) , under conditions of fish farming . *Journal of Ichthyology* 22 , 117-128 .
- Stene,A. (1987) . Light microscopical studies of chromosomes in embryos of cod , *Gadus morhua* . *Journal of Fish Biology* 31 , 445-450
- Steven,D.M. (1984) . Studies on animal carotenoids . I . Carotenoids of the brown trout *Salmo trutta* . *Journal of Experimental Biology* 25 , 369-387 .
- Sumpter,J.P., Carragher,J., Pottingher,T.G. and Pickering,A.D. (1987) . The interaction of stress and reproduction in trout . *Proceedings of the 3rd International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish , Newfoundland* , 299-302 .
- Sundararaj,B.I. and Anand,T.C. (1972) . Effects of piscine and mammalian gonadotropins on gametogenesis in the catfish , *Heteropneustes fossilis* (Bloch) . *General and Comparative Endocrinology* 3 (suppl.) , 688-702 .
- Tacon,A.G.J. (1981) . Speculative review of possible carotenoid function in fish. *Prog. Fish-Cult.* 43 (4) , 205-208 .
- Taylor,M.W. and Medici,J.C.C. (1966) . Amino acids requirements of green beetles . *Journal of Nutrition* 88 , 176-180 .
- Theilacker,G.H. (1981) . Effects of feeding history and egg size on the morphology of Jack mackerel , *Trachurus symmetricus* , larvae . *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions : Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 178 , 432-440 .
- Thorpe,J.E. , Miles,M.S. and Keay,D.S. (1984) . Developmental rate , fecundity and egg size in Atlantic salmon , *Salmo salar* . *Aquaculture* 43 , 289-305 .
- Tolbert,B.M. (1979) . Ascorbic acid metabolism and physiological function . In « Vitamin C : Recent Advances and Aspects in Virus Diseases , Cancer and Lipid Metabolisms» (A.Hanck and G.Ritzel , eds) . *International Journal for Vitamin Research* . 19 (suppl.) 127-142 .
- Tomita,M., Iwahashi,M., and Suzuki,R. (1980) . Number of spawned eggs and ovarian eggs and egg diameter and per cent eyed eggs with reference to the size of the female carp . *Bulletin of the Japanese of Scientific Fisheries* 46, 1077-1081 .
- Torrissen,O.J. (1984) . Pigmentation of salmonids -effect of carotenoids in eggs and start-feeding diet on survival and growth rate . *Aquaculture* 43, 185-193 .
- Torrissen,O.J. (1990) . Biological activities of carotenoids in fishes . In: Takeda,M., Watanabe,T.(Eds) , *The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture* . Japan Translation Center , Tokyo , Japan , pp. 387-399 .
- Torrissen,O.J. , Christiansen,R. (1995) . Requirements for carotenoids in fish diets. *J.Appl. Ichthyol.* 11, 225-230.
- Tyler,A.V. and Dunn,R.S. (1976) . Ration , growth , and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder ,

- Pseudopleuronectes americanus* , with hypotheses regarding population homeostasis . *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33 , 63-75 .
- Vallin, L., and A. Nissling. 1994. Estimation of egg quality at early blastula stages in eggs from Skagerrak cod and Baltic cod (*Gadus morhua*). ICES-CM-1994/J:23
- Vladimirov, V.I. (1974) . Dependence of embryonic and larval quality in common carp on the age of females , amino acid content in the eggs and their addition into the water during early development . In « Qualitative Differences in the Early Ontogenesis of Fishes» (in Russian), pp. 94-113 .
- Vladimirov, V.I.(1974) . Size variability and survival of fish early developmental stages . Pages 227-254 in V.I.Vladimirov , ed. Variability of fish early ontogenesis . Naukova Dumka , Kiev (Russian) .
- Vlaming, V.L. de (1972) . Environment control of teleost reproductive cycles . A brief review . *Journal of Fish Biology* 4 , 131-140 .
- Ware, D.M. (1975) . Relation between egg size , growth and natural mortality of larval fish . *J.Fish.Res.Bd.Can.*32 , 2503-2512 .
- Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajima, C. and Fujita, S. (1984a) . Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 50 , 495-501 .
- Watanabe, T., Itoh, A., Murakami, A., Tsukasima, Y., Kitajima, C., and Fujita, S. (1984 b) . Effect of nutritional quality of diets given to broodstock on the verge of spawning on reproduction of red sea bream . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 50 . 1023-1028.
- Watanabe, T., Ohhashi, S., Itoh, A., Kitajima, C., and Fujita, S. (1984c) . Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red sea bream broodstock and eggs produced . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 50 , 503-515 .
- Watanabe, T. (1985) . Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture . In *Nutrition and Feeding of Fish* , (eds. C.Cowey, A.Mackie & J.Bell) , pp. 395-414 . Academic Press , London .
- Watanabe, T., Itoh, A., Satoh, S., Kitajima, C. and Fujita, S. (1985a) . Effect of dietary protein levels and feeding period before spawning on chemical components of eggs produced by red sea bream broodstock . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 51 , 1501-1509.
- Watanabe, T., Koizumi, T., Suzuki, H., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N., Kitada, T., and Tsukashima, Y. (1985b) .Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or on raw krill shortly before spawning . *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 51, 1511-1521 .
- Whitehead, C., Bromage, N., Forster, J. and Matty, A. (1978) . The effects of alterations in photoperiod on ovarian development and spawning time in the rainbow trout . *Annales de Biologie Animale , Biochimie et Biophysique* 18, 1035-1053 .

Wilkonska,H. and Zuromska,H. (1982) . Effects of environmental factors and quality on egg mortality in *Coregonus albula* and *Coregonus lavaretus* . *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 29, 123-157 .

Wooster,G.A. , Bowser,P.R. (2000) . Remediation of Cayuga Syndrome in landlocked Atlantic Salmon *Salmo salar* using egg and sac-fry bath treatments of thiamin-hydrochloride . *J. World Aquacult. Soc.* 31, 149-157 .

Yarzhombek,A.A (1970) . Carotenoids in Salmonidae and their relation to reproduction of these fishes . *Trudy vses. nauchnoissled.Inst. morsk. ryb. Khoz.Okeanogr.* 69, 234-267 (in Russian) .

Zhukinsky,V.N. and Kim,Yo.D. (1981) . Characteristics of age-related variability in the composition of amino acids and lipids in mature and overripe eggs of the Azov roach *Rutilus rutilus* and the bream *Abramis brama* . *Journal of Ichthyology* 20 . 121-132 .

Znova,A.S. (1973). Relation between the egg size and some properties of female carps , *Cyprinus carpio* L. *Vorp. Ikhtiolog.* 13 , 816-825 (Russian) .

Zuromska,H. and Markowska,J. (1984) . The effect of sexual products quality on offspring survival and quality in tench (*Tinca tinca* L.). *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 31, 287-313 .

