



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Παραγωγή εμβρύων κυπρίνου σε ελεγχόμενες συνθήκες
περιβαλλοντικού θαλάμου»**

Κωτούλα Αφροδίτη

Βόλος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT

UNDERGRADUATE DIPLOMA THESIS

**"Production of Carp Embryos Under Controlled Environmental Chamber
Conditions"**

Afroditi Kotoula

Volos, 2025

**«Παραγωγή εμβρύων κυπρίνου σε ελεγχόμενες συνθήκες περιβαλλοντικού
θαλάμου»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Σεραφείμ Παπαδόπουλος, Καθηγητής, Εκτροφή Παραγωγικών Ζώων με έμφαση στην Αναπαραγωγή των Μηρυκαστικών, Τμήμα Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων.***

Δημήτριος Βαφείδης, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση – έμμεση χρηστικότητα τους, Τμήμα Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

Αθανάσιος Εξαδάκτυλος, Καθηγητής, Γενετική Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

Περίληψη

Ο κοινός κυπρίνος (*Cyprinus carpio*) είναι ψάρι που αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι στην παγκόσμια παραγωγή ιχθυοκαλλιέργειας και έχει μεγάλη ζήτηση στις παγκόσμιες αγορές. Τα αποθέματά του όμως τείνουν να μην είναι αρκετά και φαίνεται να μην μπορούν να ανταποκριθούν στην προσφορά και ζήτηση. Για αυτό τον λόγο πρέπει να βρεθούν λύσεις ώστε να υπάρχει διαθεσιμότητα αποθεμάτων. Στην παρούσα προπτυχιακή διπλωματική διατριβή μελετήθηκε η δυνατότητα της τεχνητής αναπαραγωγής του κοινού κυπρίνου υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Μελετήθηκε επίσης η αναπαραγωγή του είδους στο φυσικό του περιβάλλον, όπως και ο τρόπος ζευγαρώματος του και η αλλαγή των χαρακτηριστικών του κατά αυτή την περίοδο. Καταγράφηκαν οι διατροφικές του ανάγκες, τα κατάλληλα ενδαιτήματα για αυτό, οι φυσικοί του εχθροί όπως και τα κατάλληλα θηράματά του. Τέλος, μετά τις έρευνες είναι φανερό πως η τεχνητή αναπαραγωγή στον Κοινό Κυπρίνο έχει επιτυχία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση των αποθεμάτων του είδους στην παγκόσμια υδατοκαλλιέργεια.

Λέξεις κλειδιά: Τεχνητή αναπαραγωγή, *Cyprinus carpio*, έμβρυα, φυσική αναπαραγωγή.

Περιεχόμενα

Περίληψη	iv
Εισαγωγή	1
Nishigikoί.....	1
Παραγωγή Κυπρίνου	1
Μέρος 1 ^ο : Γενικά χαρακτηριστικά	3
1.1 Φυσιολογία	3
1.1.1 Σώμα	3
1.1.2 Δόντια	4
1.1.3 Λέπια.....	5
1.1.4 Χρωματισμός	7
1.2 Θρεπτικά συστατικά.....	7
1.2.1 Πρωτεΐνες και Αμινοξέα	7
1.2.2 Λιπίδια και Λιπαρά οξέα.....	8
1.2.3 Υδατάνθρακες.....	9
1.2.4 Ενέργεια	9
1.2.5 Βιταμίνες και Μέταλλα.....	10
1.3 Τροφή.....	11
1.4 Βιότοπος	11
1.5 Φυσικοί εχθροί.....	12
1.6 Ασθένειες.....	13

Μέρος 2 ^ο : Φυσική αναπαραγωγή.....	15
2.1 Διαχωρισμός φύλου.....	15
2.2 Ο αναπαραγωγικός κύκλος ζωής του κυπρίνου.....	16
2.3 Αυγά	17
2.4 Κρόκος	18
2.5 Πυρήνας	18
2.6 Μικροπύλη	18
2.7 Λεκθική μεμβράνη (VE)	19
2.8 Μembrάνης γονιμοποίησης (FE)	20
2.9 Φλοιώδεις κυψελίδες.....	20
2.10 Παραγωγή αυγών	21
2.11 Σπέρμα.....	22
2.11.1 Δομή.....	23
2.11.2 Αποθήκευση σπέρματος.....	23
2.12 Γονιμοποιημένα ωάρια.....	24
2.13 Διαδικασία γονιμοποίησης	25
Μέρος 3 ^ο : Τεχνητή αναπαραγωγή.....	26
3.1 Αποθήκευση γαμετών	26
3.1.1 Αποθήκευση αυγών	26
3.1.2 Αποθήκευση σπέρματος.....	27
3.2 In vitro αποθήκευση.....	27

3.2.1 Αυγά.....	27
3.2.2 Σπέρμα	27
3.3 Είδη τεχνητής αναπαραγωγής	28
3.3.1 Τεχνητή αναπαραγωγή με διέγερση	28
3.3.2 Τεχνητή αναπαραγωγή με ορμονική θεραπεία.....	30
3.3.3 Μέθοδος Billard (1995)	30
3.4 Η διαδικασία της τεχνητής γονιμοποίησης	32
3.4.1 Διαδικασία stripping	33
3.4.2 Διαχωρισμός.....	33
3.4.3 Επώαση των εμβρύων.....	34
3.4.4 Εκκόλαψη των αυγών	34
3.4.5 Παραγωγή εμβρύων κυπρίνου σε ελεγχόμενες συνθήκες περιβαλλοντικού θαλάμου	34
Συμπέρασμα.....	37
Βιβλιογραφία	38
Ελληνική βιβλιογραφία	44
Abstract.....	45

Εισαγωγή

Σε αυτή τη Διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την τεχνητή αναπαραγωγή του Κοινού Κυπρίνου (*Cyprinus Carpio*). Ο κυπρίνος ανακαλύφθηκε ως επίσημο είδος από τον Κάρολο Λινναίο το 1758, υπάρχουν όμως ενδείξεις πως το ψάρι αλιευόταν στην αρχαία Κίνα από το 2000 π.Χ. περίπου, χώρα η οποία θεωρείται η γενέτειρα της αλιείας του Κυπρίνου (Svåsand, 2007). Κατά κύριο λόγο φαίνεται να χρησιμοποιούταν ως διακοσμητικό κομμάτι στα ασιατικά σπίτια καθώς εξαπλώθηκε η διάδοσή του από την Κίνα και στις γειτονικές χώρες της Ανατολικής Ασίας (Χρυσός Τύπος, 1962).

Nishigikoi

Ο κυπρίνος εξημερώθηκε προκειμένου να χρησιμοποιείται ως τρόφιμο και επεκτάθηκε η καλλιέργειά του με τη χρήση της ποικιλίας nishikigoι, που χρησιμεύει για ποικίλους λόγους διακόσμησης εξ' αιτίας των πολλών φανταχτερών χρωματισμών που διαθέτει (Amano, 1968,1971). Η ονομασία nishikigoι είναι από τα Ιαπωνικά η κυριολεκτική μετάφραση της φράσης Κυπρίνος Μπροκάρ (διακοσμητικά υφάσματα πλεγμένα από μεταξωτές ασημί και χρυσές κλωστές) για τις χρωματικές αλλαγές που παρατηρούνται να διαθέτει το είδος. Βρέθηκαν να υπάρχουν τρεις γηγενείς παραλλαγές οι οποίες είναι: η πρώτη είναι η asagi που σημαίνει πολύχρωμη, η δεύτερη είναι η yamato που μεταφράζεται ως κοκκινωπή και τέλος η magoι που είναι το μαυριδερό χρώμα (De Kock, Gomelsky, 2015).

Παραγωγή Κυπρίνου

Είναι φανερό πως τις τελευταίες δεκαετίες η παραγωγή του κυπρίνου έχει αυξηθεί σημαντικά στην κεντρική και ανατολική Ευρώπη όπως και στην Ασία. Έχει προκύψει η ανάγκη για ζωντανό ή ακόμα και φρεσκοκομμένο ψάρι στην Ευρωπαϊκή αγορά. Ένας

σημαντικός λόγος είναι η ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά παίζει μεγάλο επίσης ρόλο η παραγωγή του σε υδατοκαλλιέργειες ώστε να χρησιμοποιηθεί σε ιχθυοτροφία για την αλίευσή του (Svåsand, 2007). Είναι το τρίτο πιο καλλιεργούμενο είδος και το πιο εμπορικά σημαντικό είδος ψαριού στον κόσμο. Το 2010 η εμπορική διάθεσή του αποτελούσε το 9% της παγκόσμιας παραγωγής των προϊόντων ιχθυοκαλλιέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος εκτροφής κυπρίνου πραγματοποιείται στην Ασία (90%) με την Κίνα να προσφέρει το 77% (Gorre, Dr. Chari, (2023).

Μέρος 1^ο: Γενικά χαρακτηριστικά

Ο Κοινός Κυπρίνος (*Cyprinus Carpio*), Γριβάδι ή Σαζάνι ανήκει στην υπόταξη των Κυπρινοειδών, στην οικογένεια των Κυπρινίδων, μια από τις σημαντικότερες οικογένειες ψαριών του γλυκού νερού. Στη φύση, ο κυπρίνος ζει στα μεσαία ή και κατώτερα τμήματα ενός ποταμού που διαθέτει αργούς ρευματισμούς, ή στο μέσο του ρεύματος. Βρίσκει ενδιαίτημα σε περιοχές με λασπώδη πυθμένα και αυξημένη βλάστηση (Takeuchi, 2015).

1.1 Φυσιολογία

1.1.1 Σώμα

Το κρέας του είναι λευκό, διαθέτει λέπια μεσαίου και μεγάλου μεγέθους σε όλο το μήκος του σώματός του και προεξέχουν γένια κάτω από το πιγούνι του (Χρυσός Τύπος, 1962) όπως και μουστάκια, τέσσερα συνολικά με τα δυο μικρότερα να εξέχουν από το πάνω μέρος της σιαγόνας και τα δυο πιο μεγάλα να βρίσκονται “στο πίσω μέρος του στόματος”. Το ραχιαίο πτερύγιό του διαθέτει μια εγκόλπωση προς το άκρο και μια βάση καθώς η μπροστινή ακτίνα του είναι οδοντωτή (Νεοφύτου, 2015). Το ραχιαίο πτερύγιό του είναι μακρύ. Ανήκουν στην κατηγορία των Μαλακοπτερυγων έχοντας πτερύγια με μαλακές ακτίνες και όχι αιχμηρές και δεν διατίθεται σε αυτά λιπώδεις πτερύγιο (Χρυσός Τύπος, 1962).

Ο κοινός Κυπρίνος φαίνεται να διαθέτει το μεγαλύτερο μέγεθος από όλα τα είδη της οικογένειας Κυπρινίδων (Χρυσός Τύπος, 1962). Το μέγεθος που συνηθίζεται να έχει είναι στα 30 με 50 εκατοστά αν και έχει παρατηρηθεί πως μπορεί να φτάσει και τα 120 εκατοστά. Όσο αφορά το βάρος, το συνηθισμένο βάρος που παρατηρείται στον κυπρίνο

είναι 1-3 κιλά, αλλά άτομα που ζουν πολλά χρόνια έχουν φτάσει μέχρι και τα 30 κιλά (Νεοφύτου, 2015).

Το σώμα του είναι μακρόστενο με σχήμα κάπως ωοειδές και ανάλογα με τις συνθήκες που ισχύουν στο περιβάλλον που ζει μπορεί να διαμορφωθεί αναλόγως και το σχήμα του. Σε περιοχές με ζεστά νερά το σώμα γίνεται αρκετά στρογγυλό, ενώ σε περιοχές με πιο δροσερά τρεχούμενα νερά το σώμα είναι πιο στενό και μακρύ (Καραμαλίσκας, 2010).



Εικόνα 1: Cyprinus Carpio (Ευρωπαϊκή επιτροπή)

1.1.2 Δόντια

Όσο αφορά στη μάσηση της τροφής έχει μόνο τα φαρυγγικά δόντια, τα οποία είναι προεξοχές οστέινων τόξων πάνω στα οποία στηρίζονται τα βράγχια (Χρυσός Τύπος, 1962). Τα συγκεκριμένα δόντια κατά τη διάρκεια της ζωής του θα αλλάξουν αρκετές φορές και φτάνουν των αριθμό των 39 δοντιών συνολικά (Νεοφύτου, 2015).

1.1.3 Λέπια

Τα λέπια που μπορεί να διαθέτει το είδος είναι χωρισμένα σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες καθορίζουν τις τέσσερις διαφορετικές φυλές του κυπρίνου με βάση την ποσότητα των λεπιών που φαίνεται να υπάρχουν στο σώμα του καθενός. Το λεπιδωτό γριβάδι όπου το άτομο έχει σώμα ομοιόμορφα καλυμμένο από λέπια, το καθρεπτοειδές γριβάδι τα λέπια του οποίου είναι τοποθετημένα στο σώμα με ασυνάρτητο τρόπο, το γραμμωτό γριβάδι που διαθέτει λέπια μικρού μεγέθους παράλληλα με τη βάση της ράχης και λέπια μεγαλύτερου μεγέθους πάνω στην πλευρική γραμμή με ομοιόμορφο γραμμωτό τρόπο και το γυμνό γριβάδι το οποίο δεν φαίνεται να έχει καθόλου λέπια ή να φέρει πολλή μικρή ποσότητα διασκορπισμένων λεπιών κατά μήκος του σώματος (Νεοφύτου, 2015).



Εικόνα 2: Λεπιδωτό γριβάδι (Νεοφύτου, 2015)



Εικόνα 3: Καθρεπτοειδές γριβάδι (Νεοφύτου, 2015)



Εικόνα 4: Γραμμωτό γριβάδι (Νεοφύτου, 2015)



Εικόνα 5: Γυμνό γριβάδι (Νεοφύτου, 2015)

1.1.4 Χρωματισμός

Διαθέτει χρυσαφί χρωματισμούς με ιριδίζουσες λάμψεις να εμφανίζονται κατά την κίνηση του σώματος με αποχρώσεις του μπλε, του πράσινου και του ροζ όταν εκτρέφεται για διακοσμητικούς σκοπούς. (Χρυσός Τύπος, 1962). Ο άγριος κυπρίνος όμως φαίνεται να απεικονίζεται με καστανά και πράσινα χρώματα προς το ραχιαίο πτερύγιο και προς την περιοχή της κοιλίας με έναν πιο σκούρο χρυσαφί χρωματισμό. Υπάρχει ασημί και καφέ χρώμα στις πλευρές και το εδρικό πτερύγιο παρουσιάζεται σε κόκκινα χρώματα (Νεοφύτου, 2015).

1.2 Θρεπτικά συστατικά

1.2.1 Πρωτεΐνες και Αμινοξέα

Σύμφωνα με τις μελέτες των Ogino και Chen (1973) και Ogino (1980b) η ανάγκη του κυπρίνου σε πρωτεΐνη ημερησίως φαίνεται να απαιτεί το 1 γραμμάριο πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους για απλή συντήρηση και 12 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους για μέγιστη πρωτεϊνική συντήρηση. Τροφές όπως η καζεΐνη, η πρωτεΐνη ολόκληρου αυγού και το ιχθυάλευρο που αποτελούν πηγές υψηλής ποιότητας πρωτεΐνης, φαίνεται να ανεβάζουν τα επίπεδα πρωτεΐνης στο 30-38% και εάν υπάρχει εύπεπτη ενέργεια τότε τα επίπεδα πρωτεΐνης παραμένουν σταθερά στο 30-35% (Takeuchi, 2015).

Τα αμινοξέα στον κυπρίνο δεν επηρεάζονται από τυχόν αλλαγές στη διατροφή ούτε με την ηλικία του ατόμου, παραμένουν ίδια και είναι τα εξής: αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, κυστεΐνη, φαινυλαλανίνη, τυροσίνη, θρεονίνη, βαλίνη, τρυπτοφάνη. Στη μελέτη των (Yokoyama κ.ά. ,2002), η ηπατική δραστηριότητα της αποκαρβοξυλάσης του κυπρίνου (CSD) είναι αρκετά χαμηλή

παρόλο τη μεγάλη ποσότητα ταυρίνης στους μύες του. Το CSD είναι ένα ένζυμο που εμπλέκεται στη βιοσύνθεση της ταυρίνης από την κυστεΐνη και, εάν η δραστηριότητά του είναι χαμηλή, αυτό υποδηλώνει ότι ο κυπρίνος χρειάζεται να συμπληρώσει την έλλειψη της ταυρίνης, μέσω της διατροφής (Takeuchi T. S., 2015).

1.2.2 Λιπίδια και Λιπαρά οξέα

Ο κυπρίνος είναι παμφάγο ψάρι και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί με αποτελεσματικό τρόπο τόσο τα λιπίδια όσο και τους υδατάνθρακες ως πηγές διατροφικής ενέργειας, παρόλα αυτά φαίνεται ότι η περιεκτικότητα σε εύπεπτη και εύκολα αφομοιώσιμη ενέργεια είναι πιο σημαντική από την περιεκτικότητα σε λιπίδια στη διατροφή. Έρευνες έχουν δείξει ότι η αύξηση της ποσότητας των λιπιδίων με εμπλουτισμό της τροφής δεν εμφάνισε διαφορετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του ψαριού, αντιθέτως αύξησε το σπλαχνικό του λίπος (Takeuchi, 2015).

Έχει αποδειχθεί ότι η συμβολή των φωσφολιπιδίων (PL) είναι πολύ σημαντική καθώς φαίνεται να έχουν καθοριστικό ρόλο στη διατροφή των προνυμφών, επειδή επιδρούν στην υφή, την αντοχή στην οξειδωση και τη σταθερότητα των σωματιδίων της τροφής στο νερό. Η έλλειψη PL από την τροφή συσσωρεύει λιποκύτταρα στα ενδοκύτταρα που βρίσκονται στο πρόσθιο έντερο, μειώνει τον μέσο όγκο των ηπατοκυττάρων και αυξάνει το μήκος του βλεννογόνου επιθηλίου (Takeuchi, 2015).

Τα λιπαρά οξέα που φαίνεται να χρειάζεται οπωσδήποτε ο κυπρίνος είναι τα n-6 και τα n-3, καθώς ακόμα και η ποσότητα του ενός γραμμαρίου δείχνει να προσφέρει καλύτερη και αποτελεσματική τροφή σε νεαρά ιχθύδια. Σε περίπτωση ανεπάρκειας των λιπαρών οξέων το ψάρι οδηγείται σε αποχρωματισμό του δέρματος, υψηλή θνησιμότητα και κακή ανάπτυξη (Takeuchi, 1992).

1.2.3 Υδατάνθρακες

Ο κυπρίνος έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει με αποτελεσματικό τρόπο τους υδατάνθρακες που λαμβάνει από την τροφή του ως πηγή ενέργειας. Αν η τροφή του αποτελείται από γλυκόζη και μαλτόζη, με τροφοδότηση τέσσερις φορές την ημέρα γίνεται αύξηση του βάρους στο επιθυμητό μέγεθος. Η υπερβολική ποσότητα όμως αυτών των δυο οδηγεί στην δυσκολία της απορρόφησής τους. Το άμυλο μπορεί επίσης να αυξήσει το βάρος του κυπρίνου σημαντικά, με τροφοδότηση όμως μόνο δυο φορές την ημέρα (Murai, 1983).

1.2.4 Ενέργεια

Υπάρχει περιορισμένος αριθμός πληροφοριών σχετικά με τις ενεργειακές ανάγκες του κυπρίνου, συγκριτικά με τον μεγάλο όγκο δεδομένων που αφορούν άλλες πτυχές της διατροφής του. Έχει παρατηρηθεί και σε άλλα τελεόστεα, ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις συντήρησης και ο μεταβολικός ρυθμός κατά τη διάρκεια της νηστείας επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του νερού. Συγκεκριμένα, οι μεταβολικοί ρυθμοί ηρεμίας είναι χαμηλοί όταν η θερμοκρασία του νερού είναι κάτω από τους 17°C. Φαίνεται επίσης να υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της πρόσληψης αζώτου (N) και της αυξανόμενης θερμότητας στην τροφή, με την τιμή να φτάνει τα 40 kJ ανά γραμμάριο αζώτου (Chakraborti, 1992).

Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και λιπίδια συνδέονται άμεσα με την εύπεπτη ενέργεια. Το βέλτιστο εύρος του λόγου αφομοιώσιμης ενέργειας προς πρωτεΐνη για την επίτευξη μέγιστης ανάπτυξης κυμαίνεται από 97 έως 116, όταν υπολογίζεται με βάση την αφομοιώσιμη ενέργεια που μετράται (Takeuchi, 1979b). Η κατανομή της ακαθάριστης ενεργειακής πρόσληψης (100%) για τη μέγιστη ανάπτυξη δείχνεται να είναι: 29,9% χαμένο ως περιττωματική ενέργεια, 1,5% ως ενέργεια χωρίς περιττώματα, 31,9% ως

θερμική ενέργεια και 36,7% ως καθαρή ενέργεια στην οποία περιλαμβάνεται το 12,6% για συντήρηση και δραστηριότητα και το 24,1% για παραγωγή (Ohta, 1996).

1.2.5 Βιταμίνες και Μέταλλα

Το μέγεθος του ψαριού, η θερμοκρασία του νερού όπως και η σύνθεση της τροφής αποτελούν σημαντικούς παράγοντες σύμφωνα με τους οποίους επηρεάζονται οι ανάγκες του κυπρίνου σε βιταμίνες. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα νεαρά ιχθύδια κυπρίνου αν δεν δεχθούν τη σωστή ποσότητα βιταμίνης C θα δείξουν συμπτώματα όπως διάβρωση του ουραίου πτερυγίου και παραμορφωμένα τόξα βραγχίων. Αντιθέτως σε ενήλικα άτομα κυπρίνου τα επίπεδα της βιταμίνης C δεν χρειάζεται να είναι υψηλά καθώς μπορούν να κάνουν από μόνα τους σύνθεση κορβικού οξέος από d-γλυκόζη. Η ανάγκη και η απαίτηση για την βιταμίνη E δημιουργείται ανάλογα με το επίπεδο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στη διατροφή (Takeuchi, 2015).

Σύμφωνα με αναφορές ο κυπρίνος έχει ανάγκη από κοβάλτιο, χαλκό, σίδηρο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, φώσφορο και ψευδάργυρο. Ο κυπρίνος δεν εκκρίνει οξέα στο στομάχι του, κάτι που είναι απαραίτητο για την πέψη διαφόρων ενώσεων που περιέχουν ασβέστιο και φώσφορο. Ως αποτέλεσμα η διαθεσιμότητα του φωσφόρου εξαρτάται από τη διαλυτότητα στο νερό των αλάτων και των συστατικών τους. Ο φωσφόρος από φωσφορικό ασβέστιο ή ιχθυάλευρο (FM) είναι λιγότερο διαθέσιμος σε σχέση με τα πιο διαλυτά και όξινα φωσφορικά ασβέστια. Προσθέτοντας μονοβασικό φωσφορικό άλας σε δίαιτες που βασίζονται στο ιχθυάλευρο (FM) οδήγησε σε αύξηση της ανάπτυξης του κοινού κυπρίνου. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η εξωτερική παροχή χαλκού, μαγγανίου, μαγνησίου και ψευδαργύρου είναι απαραίτητη για τη διατροφή του κυπρίνου. Παρ' όλα αυτά, πρέπει να τονιστεί ότι η υπερβολική ποσότητα τρι-ασβεστίου και φωσφορικού αλάτος μπορεί να περιορίσει τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων (Takeuchi T., 2015).

1.3 Τροφή

Ο κυπρίνος κατατάσσεται στην κατηγορία των παμφάγων καταναλώνοντας κατά κύριο λόγο βενθικούς οργανισμούς όπως έντομα του νερού, προνύμφες εντόμων, σκουλήκια, μαλάκια, φύκια, σπόρους από φυτά, μικρά καρκινοειδή, ζωοπλαγκτόν αλλά και μικρότερα ψάρια (Svåsand 2007, Νεοφύτου 2015, Χρυσός Τύπος 1962). Για την εύρεση της τροφής του συνηθίζει να σκάβει στη λάσπη με αποτέλεσμα να ανακατεύει τα νερά και να ενοχλεί τα ψάρια της περιοχής, καταστρέφοντας μερικές φορές και τα αυγά τους (Χρυσός Τύπος, 1962). Φαίνεται πως η ποσότητα της τροφής που λαμβάνει επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, σε χαμηλές θερμοκρασίες (8°C) δεν τρέφεται πολύ, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες (20°C) παρουσιάζεται να τρέφεται με φυσιολογικές ποσότητες (Νεοφύτου, 2015). Η εκτροφή του κυπρίνου σε λιμναία συστήματα βασίζεται στη φυσική τροφή, με συμπληρωματική σίτιση δημητριακών. Η ημερήσια αύξηση του σωματικού βάρους του κυμαίνεται από 2% έως 4%. Ο κυπρίνος μπορεί να φτάσει σε σωματικό βάρος από 0,6 gr έως 1 κιλό στη διάρκεια μιας περιόδου εκτροφής σε υποτροπικές ή τροπικές πολυκαλλιέργειες. Το ψάρι μπορεί να φτάσει το 1,5 κιλό σωματικού βάρους μετά από τρεις περιόδους εκτροφής (Svåsand, 2007).

1.4 Βιότοπος

Ο κυπρίνος ζει σε απόμερα μέρη συγκριτικά με άλλα είδη, προτιμά να κατοικεί στα μεσαία και κατώτερα ρεύματα των ποταμών όπως και σε ρηχά συνορεύοντα νερά. Η καλύτερη ανάπτυξή του μπορεί να επιτευχθεί σε θερμοκρασία νερών από 23-30°C, αλλά έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να επιβιώσει σε ψυχρές χειμερινές περιόδους. Έχει ανεκτικότητα αλατότητας έως 5‰, οι βέλτιστες τιμές pH για τον κυπρίνο είναι 6,5-9,0. Δεν έχει υψηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο, καθώς μπορεί να επιβιώσει σε χαμηλές

συγκεντρώσεις οξυγόνου (0,3-0,5 mg.l⁻¹) όπως και σε υπερκορεσμό, για αυτόν ακριβώς το λόγο έχει τη δυνατότητα να ζήσει σε περιοχές με δυσμενείς συνθήκες (Svåsand, 2007). Προτιμά να ζει σε λασπώδη ενδιαιτήματα προκειμένου να κρύβεται από τους επικείμενους εχθρούς. Διεισδύοντας στη λάσπη δημιουργεί αναστάτωση και αναμόχλευση του εδάφους με αποτέλεσμα να θολώνουν τα νερά και να αποσπάται η προσοχή των θηρευτών όταν πλησιάζουν, στη συνέχεια καταφέρνει να απομακρυνθεί σε ασφαλές μέρος.

1.5 Φυσικοί εχθροί

Ο κυπρίνος, όταν φτάσει σε μεγάλο μέγεθος, δεν έχει φυσικούς εχθρούς εκτός από τα μεγαλύτερα σαρκοφάγα ψάρια, όπως το γατόψαρο αλλά και τον άνθρωπο. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του, κυρίως στις φάσεις του αυγού και της εκκόλαψης, καθώς και όταν είναι ακόμη νεαρός (προνύμφες), υπάρχουν πολλοί φυσικοί εχθροί. Ανάμεσα σε αυτούς περιλαμβάνονται μεγαλύτερα ψάρια, ακόμη και οι κυπρίνοι, διάφορα έντομα και προνύμφες άλλων ψαριών. Πτηνά και ειδικά υδρόβια, όπως χήνες ερωδιοί αλλά και πάπιες μπορούν επίσης να αποτελέσουν απειλή για τους κυπρίνους. Αυτά τα πουλιά μπορούν να καταναλώσουν μεγαλύτερα ψάρια είτε καταπίνοντάς τα είτε αρπάζοντάς τα από την επιφάνεια του νερού. Υπάρχουν επίσης αναφορές για εχθρικές συμπεριφορές από υδρόβια φίδια, τα οποία είναι ικανοί κυνηγοί, και σκοτώνουν σε καθημερινή βάση πολλά νεαρά άτομα. Επιπλέον, αναφέρονται διάφορα ζώα, όπως βάτραχοι, ποντίκια, χελώνες, ασβοί, σαύρες, αρουραίοι, αλλά και άλλα είδη τρωκτικών να επιτίθενται σε κυπρίνους (Καραμαλίκας, 2010).



Εικόνα 6: (Αριστερά) Πάπιες (Wikipedia), (Δεξιά) Ερωδιός (Μπουγιώτης-Ρασσιάς)

1.6 Ασθένειες

Ο κυπρίνος παρουσιάζει υψηλή ανθεκτικότητα στις ασθένειες κατά τη διάρκεια της ζωής του. Οι συνηθέστερες παθολογικές καταστάσεις που έχουν παρατηρηθεί περιλαμβάνουν την ασθένεια *Saprolegnia sp.* κατά την επώαση των αυγών, καθώς και παρασιτικές λοιμώξεις κατά το στάδιο του γόνου, οι οποίες οφείλονται στα είδη., *Dactylogyrus sp*, *Trichondina sp.*, *Costia sp.* Εντούτοις, πιο σπάνια καταγράφονται ασθένειες βακτηριακής ή ιογενούς αιτιολογίας, σε μέρη που έχουν υποβαθμιστεί ή σε περιοχές με περιορισμένη τροφή και χαμηλές θερμοκρασίες και οι ασθένειες εμφανίζονται συχνότερα καθώς μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα επικίνδυνες, προκαλώντας μαζικούς θανάτους. Έχουν εντοπιστεί σε αρκετές περιοχές βακτήρια από το γένος *Aeromonas sp.* και παράσιτα από το γένος *Ichthyophthirius sp.* (Ευσταθίου, 2002). Έχουν γίνει αναφορές στο FAO, ότι οι συγκεκριμένες ασθένειες και παρασιτικές λοιμώξεις οι οποίες είναι: η Σαπρολέγνια, η Δακτυλογύρωση, η Τριχοδίνωση, η Κοστίωση, έχουν αναφερθεί σε κυπρίνους σε παγκόσμιο επίπεδο (Καραμαλίγκας, 2010).



Εικόνα 7: *Cyprinus carpio* με ελκώδη μορφή αιμορραγικής σηψαιμίας που προκαλείται από *Aeromonas hydrophila*
(Morozova M. A.)

Μέρος 2^ο: Φυσική αναπαραγωγή

Όσο αφορά την αναπαραγωγή του κοινού κυπρίνου συμβαίνει κατά τους καλοκαιρινούς μήνες από Μάιο έως και τις πρώτες μέρες του Ιουλίου εφόσον οι θερμοκρασίες βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα μέχρι το πολύ 20°C. Επιτυγχάνεται η αναπαραγωγική ωρίμασή του στα αρσενικά άτομα κατά το δεύτερο και το πολύ τρίτο έτος της ηλικίας τους και στα θηλυκά άτομα κατά το τρίτο ίσως και το τέταρτο έτος (Χρυσός Τύπος, 1962). Σε περιοχές της εύκρατης ζώνης η ωοτοκία πραγματοποιείται μια φορά μέσα στον χρόνο και σε τροπικές περιοχές θα πραγματοποιηθεί πολλαπλές φορές, σε αντίθεση με περιοχές της Βόρειας Ευρώπης που η ωοτοκία του κυπρίνου είναι πιο σπάνιο φαινόμενο εξαιτίας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών (Horváth, 2015).

2.1 Διαχωρισμός φύλου

Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου τα χαρακτηριστικά των δυο φύλων αρχίζουν να διαφέρουν σημαντικά προκειμένου να προσελκύσει το ένα το άλλο. Τα θηλυκά είναι πολύ μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα αρσενικά, έχουν πιο διευρυμένη κοιλιά και πιο φαρδύ κορμό, επίσης διαθέτουν την γεννητική θηλή που αναδύεται ελαφρά, έχει το μέγεθος φουντουκιού και παρουσιάζει ένα ροδαλό ή κόκκινο χρώμα. Τα αρσενικά άτομα παρουσιάζουν φυμάτια κατά μήκος των πλευρικών πτερυγίων και της κεφαλής (Νεοφύτου, 2015). Φαίνεται ότι είναι αναπαραγωγικά έτοιμα όταν η ραχιαία επιφάνεια των θωρακικών πτερυγίων τους γίνεται πιο τραχιά, παρουσιάζεται μια κηλίδα στη βάση του πυελικού πτερυγίου και του κεφαλιού, επίσης αυτά τα αρσενικά είναι πιο δραστήρια και κινούνται περισσότερο από τα άλλα (Abdelkader, 2023).

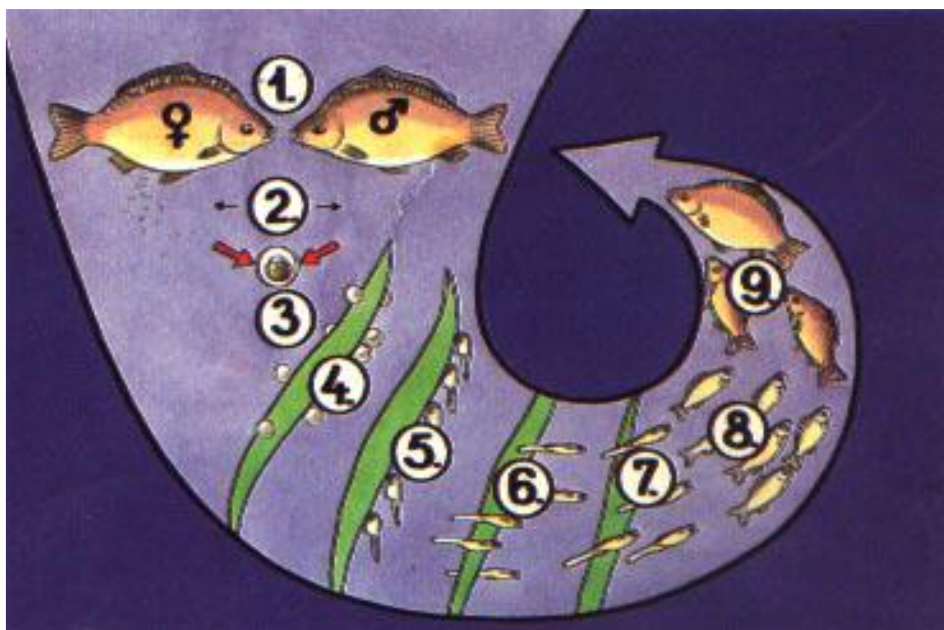


Εικόνα 8: Αρσενική γεννητική θηλή Εικόνα 9: Θηλυκή γεννητική θηλή

Πηγή: (Abdelkader R., 2023)

2.2 Ο αναπαραγωγικός κύκλος ζωής του κυπρίνου

Η παραγωγή γαμετών, δηλαδή ωαρίων και σπερματοζωαρίων χαρακτηρίζουν τον αναπαραγωγικό κύκλο που αρχίζει κατά την ενηλικίωση. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η γονιμοποίηση των ωαρίων από τα σπερματοζωάρια και έπειτα τα γονιμοποιημένα ωάρια θα προσκολληθούν στην υδρόβια βλάστηση, λόγω μιας κολλώδους ουσίας που διαθέτουν. Ακολουθεί η ανάπτυξη των γονιμοποιημένων ωαρίων και η εκκόλαψη τους ως προνύμφες (λεκιθοφόρα ιχθύδια), οι οποίες θα προσκολληθούν και αυτές στην υδρόβια βλάστηση, καθώς δεν διαθέτουν την ικανότητα να τραφούν από εξωγενείς παράγοντες. Αργότερα είναι δυνατή η εξωγενής σίτιση των προνυμφών, η οποία συμβαίνει μετά από κατάποση αέρα και οριζόντια κολυμβητική ικανότητα καθώς ακολουθεί το στάδιο ανάπτυξης του νεαρού ιχθυδίου από ατελές ιχθύδιο. Ακολουθούν τα αναπτυξιακά στάδια των νεαρών ατόμων και έπειτα η ενηλικίωση του ατόμου που σημαίνει ότι υπάρχει γεννητική ωρίμανση (Horváth, 2015).



Εικόνα 10: Αναπαραγωγικός κύκλος Κυπρίνου (Πηγή: (Horváth et al., 2015))

2.3 Αυγά

Ο κυπρίνος παράγει πολύ μεγάλες ποσότητες αυγών κατά την ωοτοκία από 1-2 εκατομμύρια (Χρυσός Τύπος, 1962), τα οποία αποτελούν περίπου το 30% του συνολικού τους βάρους κατά αυτή την περίοδο (Νεοφύτου, 2015). Για τη διαδικασία της ωοτοκίας τα θηλυκά μετακινούνται προς βαλτώδεις περιοχές και διασκορπίζουν τα αυγά σε διάφορα σημεία του βάλτου, χωρίς να δημιουργήσουν κάποιο είδος φωλιάς (Χρυσός Τύπος, 1962) και αυτά με την σειρά τους λόγω της κολλώδους ουσίας που διαθέτουν μπορούν να βρεθούν κολλημένα στα υδρόβια φυτά που υπάρχουν στην περιοχή. Συνήθως όλα αυτά συμβαίνουν κατά την διάρκεια των πρωινών ωρών της ημέρας (Νεοφύτου, 2015). Τα άγρια άτομα κυπρίνου αφήνουν τα αυγά τους σε πολλές διαφορετικές παρτίδες ανά εβδομαδιαία διαστήματα. Τα αυγά διαθέτουν διάμετρο περίπου 1 mm αλλά διογκώνονται με το νερό στα 1,6 mm και εκκολάπτονται σε 3 με 8 ημέρες όπου φθάνουν το μέγεθος των 10 mm. Διαθέτουν κρόκο και πριν επιπλεύσουν προς την επιφάνεια προκειμένου να γεμίσουν τις νηκτικές τους κύστες με αέρα,

βρίσκονται στον πυθμένα για 3 μέρες μετά την εκκόλαψη τους. Τρέφονται με καρκινοειδή και μικροσκοπικά φύκη (Muus and Dahlstrøm, 1999).

2.4 Κρόκος

Κατά τη διάρκεια της ωογένεσης, τα ωάρια συσσωρεύουν ένα μεγάλο αριθμό κόκκων κρόκου και λιπιδικών εγκλείστων που γεμίζουν ολόκληρο το κεντρικό τμήμα του ώριμου ωοκυττάρου. Τα μικρότερα κοκκία κρόκου κατανέμονται κυρίως στην περιφέρεια του ωαρίου, καθώς τα μεγαλύτερα βρίσκονται σε πιο κεντρικό σημείο. Το εύρος της διαμέτρου των κόκκων είναι περίπου 6-24 μm . Ο αριθμός και η κατανομή των λιπιδικών εγκλεισμάτων ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, με διάμετρο 1-15 μm . Τα σταγονίδια ελαίου σε αυγά χρησιμεύουν ως αποθέματα και έχουν υδροστατική λειτουργία (Linhart, 1995).

2.5 Πυρήνας

Μετά την ωοθυλακιορρηξία τα αυγά του κυπρίνου παραμένουν μπλοκαρισμένα στη μετάφαση II της μείωσης μέχρι να μπορέσουν να ενεργοποιηθούν με αραίωση σε γλυκό νερό ή σε αλατούχο διάλυμα ενεργοποίησης. Η μείωση ολοκληρώνεται με το διαχωρισμό των αδελφών χρωματοειδών κατά τη διάρκεια της ανάφασης και της τελόφασης μεταξύ του μητρικού σώματος και του πολικού σώματος (Linhart, 1995).

2.6 Μικροπύλη

Ο κυπρίνος διαθέτει μόνο μια μικροπύλη στην περιοχή του ζωικού πόλου. Η διάμετρος του μικροπυλικού καναλιού είναι αρκετά μεγάλη και στο εσωτερικό του βρίσκεται μια περιοχή για να μπορέσει να προσκολληθεί το σπέρμα στη μεμβράνη του ωαρίου. Η περιοχή αυτή ονομάζεται απαλό κυτταροπλασματικό οίδημα, το οποίο διαθέτει 19 με 27 κυτταροπλασματικές προεξοχές (Linhart, 1995).



Εικόνα 11: Θέση εισόδου σπέρματος σε ωάριο κοινού κυπρίνου κάτω από το εσωτερικό άνοιγμα της μικροπύλης, (Linhart O., 1995).

2.7 Λεκιθική μεμβράνη (VE)

Ο κυπρίνος διαθέτει λεκιθική μεμβράνη (VE) η οποία έχει μέγεθος 10,0-10,2 μm και αρκετά πολύπλοκη δομή που αποτελείται από 4 στρώματα. Το εξωτερικό στρώμα έχει πάχος 0,4 μm και αποτελείται από 2 διαφορετικά τμήματα που μπορούν να αναγνωρισθούν από τις κυτταροχημικές διαφορές τους. Τα δύο επόμενα στρώματα είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και περιέχουν δραστηριότητα όξινης φωσφατάσης και όξινους βλεννοπολυσακχαρίτες. Και το πάχος του εσωτερικού στρώματος της VE είναι περίπου 0,4 μm . Μετά την ενεργοποίηση του ωαρίου, η VE υφίσταται σημαντική μορφολογική αλλαγή και τα περιεχόμενα των φλοιωδών οργανιδίων

απελευθερώνονται στον περιλεκιθικό χώρο. Η κολλητικότητα της VE μειώνεται, ενώ ο περιλεκιθικός χώρος έχει τη δυνατότητα να αυξηθεί 5 φορές σε διάμετρο μέσα σε 10-15 λεπτά αφού εισέλθει σε νερό και εντός 25 λεπτών σε αλατούχο διάλυμα (Kudo, 1982a).

2.8 Μεμβράνης γονιμοποίησης (FE)

Η μεμβράνη γονιμοποίησης αποτελείται από 2 διαφορετικά στρώματα. Το εξωτερικό στρώμα της FE ευθύνεται για την ισχυρή κολλητικότητα των ωαρίων που εμφανίζεται όταν τα ωάρια βυθίζονται σε γλυκό νερό, αλλά όχι σε αλατούχα διαλύματα και το πάχος της είναι περίπου 4,3-4,5 pm. Μετά τη διόγκωση των αυγών στο νερό, η ακτινωτή ζώνη (zona radiata) της FE μειώνεται σε 5-6 pm. Το εξωτερικό στρώμα της FE αφού διογκωθεί με νερό εμφανίζεται ως ομοιογενές κολλώδες στρώμα (Linhart, 1995). Έρευνες έδειξαν ότι αφού η υπερδομή της εξωτερικής στιβάδας της FE διογκώνεται στο νερό για 1 ώρα, έπειτα καλύπτεται από ένα πυκνό δίκτυο νηματίων με διάμετρο 0,03-0,07 pm, τα οποία προέρχονται από αφυδατωμένους υδατάνθρακες και περιέχουν μικρά σταγονίδια. Το εξωτερικό στρώμα της FE σχηματίζεται εκ νέου κατά τη διάρκεια της φλοιώδους αντίδρασης με την πλήρωση του εξωτερικού στρώματος VE με υλικό από τις φλοιώδεις κυψελίδες που απελευθερώνεται στον περιλεκιθικό χώρο (Zotin, 1961).

2.9 Φλοιώδεις κυψελίδες

Ακριβώς κάτω από το εσωτερικό στρώμα της VE υπάρχουν και οι φλοιώδεις κυψελίδες οι οποίες έχουν διάμετρο 2-28 pm, δεν διαθέτουν καθόλου ριβοσώματα και είναι διαχωρισμένες σε ένα ή δύο στρώματα (Kudo, 1991). Τη στιγμή που συμβαίνει η γονιμοποίηση οι κυψελίδες απελευθερώνουν το περιεχόμενο που διαθέτουν στο φλοιό τους προς τον περιλεκιθικό χώρο. Τα ώριμα ωοκύτταρα διαθέτουν φλοιώδεις κυψελίδες

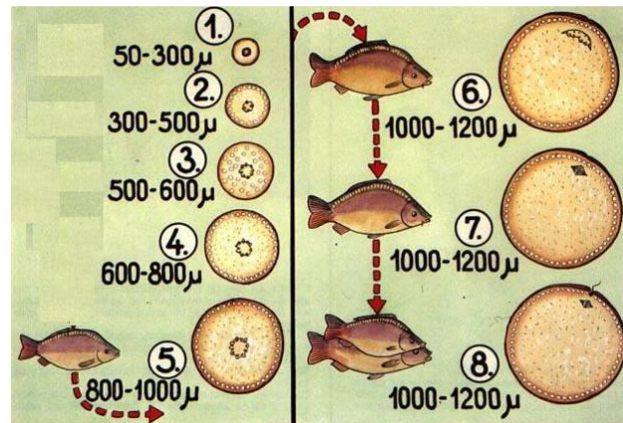
μέσα στις οποίες υπάρχουν τα Α-κοκκία, που έχουν διάμετρο 0,4-2 μm . Αυτά τα κοκκία έχουν διαφορετικές ενζυμοκυτταροχημικές ενώσεις από τις άλλες φλοιώδεις κυψελίδες, δεν διαθέτουν τη δραστηριότητα της όξινης φωσφατάσης (AcPase), γεγονός που υποδηλώνει ενζυμοκυτταροχημικές διαφορές σε συγκεκριμένα είδη. Στη συνέχεια υπάρχουν και τα Β-κοκκία, τα οποία σχηματίζονται από τη συσκευή Golgi και παρουσιάζονται έπειτα από την έναρξη της φλοιώδους αντίδρασης (Linhart, 1995).

2.10 Παραγωγή αυγών

Οι γονάδες σχηματίζονται στους πρώτους μήνες της ζωής του κυπρίνου και στα πρώτα στάδιά τους έχουν την όψη ινών. Στις ωοθήκες υπάρχουν τα αρχέγονα ωοκύτταρα σε πρώιμο στάδιο, όπου αργότερα κατά τη γεννητική ωρίμανση των θηλυκών θα αναπτυχθούν σε ωοκύτταρα. Όταν θα ολοκληρωθεί ο πρώτος κύκλος ανάπτυξης ωοκυττάρων κατάλληλων για ωορρηξία και συνεπώς για γονιμοποίηση, τότε θα έχει πραγματοποιηθεί η γεννητική ωρίμανση. Μια επιτυχημένη αναπαραγωγή βασίζεται στο να αναπτυχθεί ένας πληθυσμός ωοκυττάρων ή μια ομάδα ωοκυττάρων στις ωοθήκες πριν από κάθε ωοτοκία. Αυτό ξεκινά με τη μετατροπή μιας ομάδας αρχέγονων ωοκυττάρων στην ωοθήκη σε πρωτογενή ωοκύτταρα, γύρω από τα οποία σχηματίζονται τα ωοθυλάκια, ένα για το κάθε ωοκύτταρο (Horváth et al, 2015).

Η διαδικασία της ωογένεσης έχει ως εξής: Στα πρώτα τέσσερα στάδια τα μεμονωμένα κύτταρα θα αναπτυχθούν από 800–1000 μm και έπειτα θα συσσωρευτεί η λέκιθος στο ωοκύτταρο, μια διαδικασία η οποία καλείται βιτελλογένεση. Στο πέμπτο στάδιο τα αυγά (ωοκύτταρα) θα έχουν ολοκληρωθεί, αλλά θα παραμένουν αδρανή μέχρι να γίνουν ευνοϊκές οι συνθήκες της αναπαραγωγής. Στο έκτο στάδιο τα αυγά θα ωριμάσουν εντελώς εφόσον υπάρχουν συνθήκες ευνοϊκές για την ωοτοκία, οι οποίες είναι η κατάλληλη θερμοκρασία νερού, οι σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου

οξυγόνου στο νερό, αρκετό φως και επάρκεια σε φυσική τροφή. Στα δυο τελευταία στάδια θα λάβει χώρα η ωορρηξία και η γονιμοποίηση των ωαρίων (Horváth et al, 2015).



Εικόνα 12: Διαδικασία ωογένεσης (Horváth et al., 2015)



Εικόνα 13: Ωοθήκες κοινού κυπρίνου (Πηγή: Μακρής, 2024).

2.11 Σπέρμα

Στους κυπρίνους η παραγωγή σπέρματος είναι πολύ υψηλή, φτάνοντας έως και τα 200 δισεκατομμύρια σπερματοζωάρια ανά κιλό σωματικού βάρους, με το 95% να συλλέγεται κατά τη διάρκεια της ορμονικής διέγερσης της σπερματογένεσης, η οποία συμβαίνει τακτικά για 9 μήνες μετά την ολοκλήρωσή της τον Οκτώβριο. Η διαδικασία της σπερματογένεσης δεν διαρκεί για πολύ μεγάλο διάστημα, κατά τη διάρκειά της

όμως γίνονται περιορισμένες αλλαγές στη μορφολογία των σπερματοζωαρίων. Η κεφαλή τους διαθέτει επίμηκες σχήμα και είναι ελλειπτική, επιπλέον διαθέτει περιορισμένο βαθμό ιστονών μετασχηματισμού μεταξύ των πυρηνικών πρωτεϊνών. Στο σπέρμα του κυπρίνου έχουν βρεθεί μη ιστονικές πρωτεΐνες (Kadura et al., 1985), η χρωματίνη του έχει κοκκώδης υφή χωρίς να είναι συμπυκνωμένη (Bilk-d, 1995).

2.11.1 Δομή

Δεν διαθέτει ακρόσωμα και το μέγεθος του πυρήνα του είναι 2-2,5 X 3 pm (Billard, 1970). Κατέχει μαστίγιο με μήκος 3 pm το οποίο εξέρχεται από το πλαϊνό μέρος της κεφαλής, ενός μη τροποποιημένου ζεύγους κεντριόλιων, επίσης φαίνεται να διαθέτει αρκετά μεγάλο αριθμό κυστιδίων στο πρόσθιο τμήμα της ουράς. Το μεσαίο τμήμα έχει μικρό μέγεθος και περιβάλλει το κοντινό μέρος του μαστίγιου, το οποίο περιλαμβάνει κυτταροπλασματικά υπολείμματα και μιτοχόνδρια, περίπου 7 έως 9 (Bilk-d, 1995).

2.11.2 Αποθήκευση σπέρματος

Το σπέρμα διαθέτει τη δυνατότητα να παραμείνει, έπειτα από την ολοκλήρωση της σπερματογένεσης αποθηκευμένο στους όρχεις για κάποιο χρονικό διάστημα. Η σπερματογένεση ολοκληρώνεται κυρίως προς το τέλος του καλοκαιριού στις εύκρατες ζώνες και η αναπαραγωγή παίρνει μέρος την άνοιξη του επόμενου έτους. Επίσης τα σπερματοζωάρια δεν απελευθερώνονται πριν ξεκινήσει ένας νέος σπερματογενετικός κύκλος και έτσι σπέρματα πολλών κύκλων μπορούν να βρεθούν στους όρχεις ηλικιωμένων αρσενικών. Αυτό θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα τα σπερματοζωάρια να έχουν γεράσει, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε επιμόλυνση με ούρα.

Η επιμόλυνση με ούρα είναι αρκετά συχνό φαινόμενο έπειτα από την υποφυσιοποίηση, η οποία πραγματοποιείται εκτός της αναπαραγωγικής περιόδου και προκαλεί υπο-

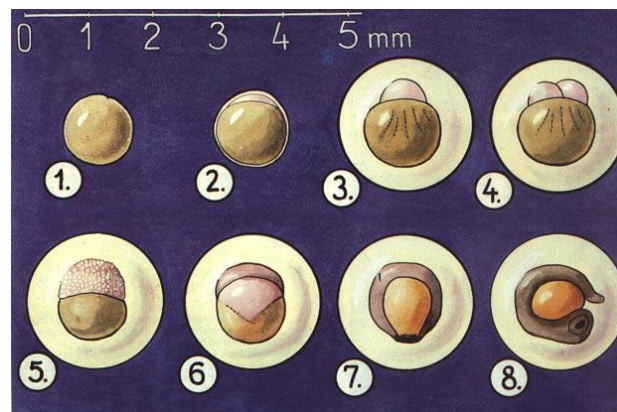
οσμωτικό σοκ, μερική ενεργοποίηση και αλλοίωση της δομής του σπέρματος (Billard, 1995).



Εικόνα 14: Όρχεις κοινού κυπρίνου (Μακρής, 2024)

2.12 Γονιμοποιημένα ωάρια

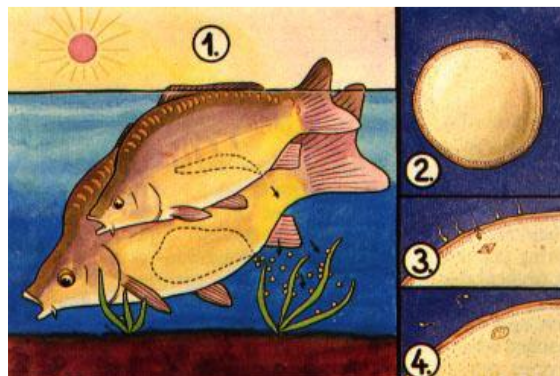
Ένα ωάριο από τη στιγμή που ολοκληρώνεται η ανάπτυξή του περνά από διάφορα στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η γονιμοποίηση, όπου το σπερματοζωάριο γονιμοποιεί το ωάριο εισέρχοντας σε αυτό. Έπειτα ακολουθεί η διόγκωση του ωαρίου, καθώς και η έναρξη των πολλαπλών κυτταρικών διαιρέσεων. Μετατρέπεται σε μορίδιο, έπειτα σε βλαστίδιο, αμέσως μετά σε γαστρίδιο και στο τέλος ολοκληρώνεται ως έμβρυο (Horváth et al, 2015).



Εικόνα 15: Στάδια γονιμοποιημένου ωαρίου (Horváth et al., 2015)

2.13 Διαδικασία γονιμοποίησης

Για τη διαδικασία της γονιμοποίησης το αρσενικό θα σταθεί κοντά στο θηλυκό, ώστε τα σπερματοζώαρια να γονιμοποιήσουν τα ωάρια που έχουν απελευθερωθεί στο νερό, κάνοντας τον χορό του ζευγαρώματος. Έπειτα ένα σύννεφο κινούμενου σπέρματος το οποίο έχει απελευθερωθεί από τα αρσενικά άτομα θα περιβάλλει τα ώριμα ωάρια. Στη συνέχεια θα εισαχθεί από τη μικροπύλη του ωαρίου το σπερματοζώαριο, η πύλη αυτή μπορεί να παραμείνει ανοικτή για ένα μικρό διάστημα για περίπου 30-60 δευτερόλεπτα από τη στιγμή που έρχεται σε επαφή με νερό. Μετά το πέρασμα αυτού του χρονικού διαστήματος η μικροπύλη θα κλείσει και θα παραμείνει κλειστή, ανεξαρτήτως από το αν κατάφερε να εισέλθει στο ωάριο το σπερματοζώαριο ή όχι (Horváth et al, 2015).



Εικόνα 16: Διαδικασία γονιμοποίησης (Horváth et al., 2015)

Μέρος 3^ο: Τεχνητή αναπαραγωγή

3.1 Αποθήκευση γαμετών

Στις ιχθυοκαλλιέργειες, για το αν θα είναι επιτυχημένη η τεχνητή αναπαραγωγή εξαρτάται από την ποιότητα των γαμετών, η οποία μπορεί να επηρεαστεί από τη βραχυπρόθεσμη αποθήκευσή τους που με τη σειρά της επηρεάζει επιγενετικά την απόδοση των απογόνων (Billard et al., 1995; Linhart et al., 1995, 2005). Αν οι γεννήτορες του κυπρίνου διατηρηθούν σε σταθερή θερμοκρασία από 20 έως 24°C, θα έχουν τη δυνατότητα να αναπαραχθούν πολλές φορές μέσα στον χρόνο (Billard, 1999). Η διατήρηση γαμετών σε υδατοκαλλιέργειες, παίζει σημαντικό ρόλο για απειλούμενα και από οικονομικής άποψης σημαντικά είδη. Η αποθήκευση ως διαδικασία διαρκεί από λίγα λεπτά έως λίγες ημέρες, αναλόγως με την οξυγόνωση, τη θερμοκρασία αποθήκευσης, την αρχική ποιότητα των γαμετών όπως και με τα χαρακτηριστικά του μέσου που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση. Έτσι υπάρχει περίπτωση να ωριμάζουν γρήγορα ή να γερνούν πιο γρήγορα σε σύγκριση με τα ψάρια ψυχρού νερού (Linhart, 2023).

3.1.1 Αποθήκευση αυγών

Για να αποθηκευτούν σωστά τα αυγά θα πρέπει να υπάρχει σταθερή θερμοκρασία, να μην ξηραίνονται και να γίνεται η αποθήκευσή τους σε μικρούς όγκους (Linhart και Billard, 1995). Στα τροπικά ψάρια όπως και στα ψάρια θερμών νερών τα αυγά ωριμάζουν γρήγορα ή γερνούν συγκριτικά με ψάρια ψυχρότερων νερών (Linhart, 2023).

3.1.2 Αποθήκευση σπέρματος

Αν το σπέρμα αποθηκευτεί στον πάγο για μικρό χρονικό διάστημα και έπειτα αυξηθεί η θερμοκρασία του, πιθανόν να αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα, περισσότερη κινητικότητα και καλύτερη ικανότητα γονιμοποίησης (Linhart, 2023).

3.2 In vitro αποθήκευση

3.2.1 Αυγά

Για την in vitro διατήρηση των αυγών, έρευνες έχουν δείξει ότι για την επιτυχή αποθήκευση, θα πρέπει να τοποθετηθούν και να φυλαχθούν σε θερμοκρασίες 15-20 βαθμών Κελσίου για περίπου 6 ώρες, όταν κατά τη διάρκεια της ωοθυλακιορρηξίας η θερμοκρασία είχε φτάσει τους 20-22°C (Kiselev, 1980).

3.2.2 Σπέρμα

Όσο αφορά την αποθήκευση του σπέρματος έρευνες έχουν δείξει ότι το μη αραιωμένο φρέσκο σπέρμα μετά την in vitro διατήρηση διαθέτει μεγάλη ταχύτητα, υψηλή κινητικότητα και καλή γονιμοποιητική ικανότητα. Έχει παρατηρηθεί όμως υψηλότερη κινητικότητα και μεγαλύτερη γονιμοποιητική ικανότητα σπερματοζωαρίων, μετά από την αποθήκευση σπέρματος σε αραιωτικά (extenders). Σε τέτοιες μεταχειρίσεις το σπέρμα έχει τη δυνατότητα να διατηρηθεί για περίπου 48 ώρες στους 2-5°C ή για 72 ώρες στους 4 °C (Linhart, 2023). Θεωρητικά υπάρχει η δυνατότητα να διατηρηθεί το σπέρμα και για 7 μέρες σε extender με πάγο (μέχρι το πολύ 2 °C) και υπό αερόβιες συνθήκες, αλλά μόνο το 10% των σπερματοζωαρίων είχαν κινητικότητα αφού ενεργοποιήθηκαν (Cheng et al., 2022b).

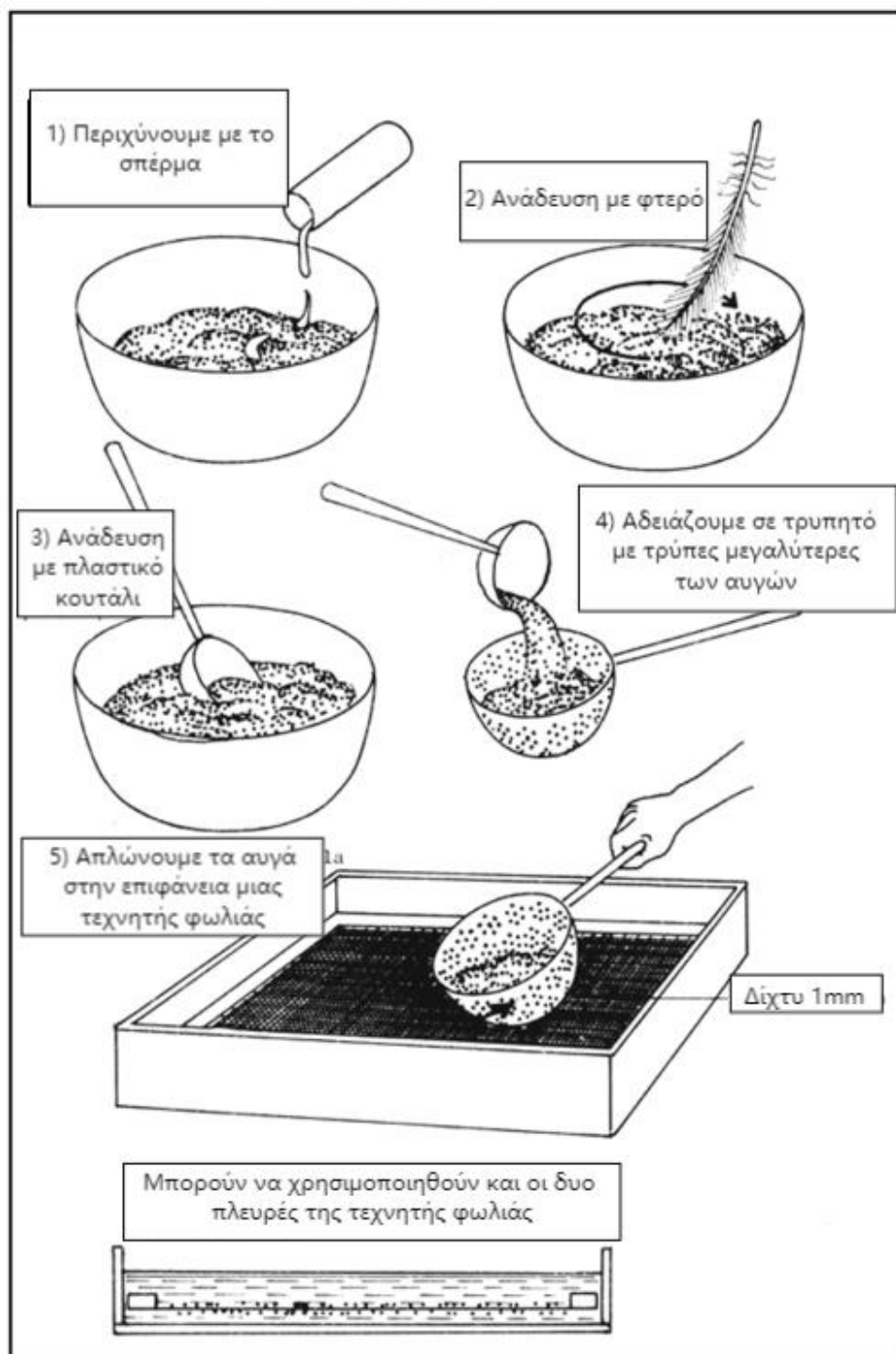
3.3 Είδη τεχνητής αναπαραγωγής

3.3.1 Τεχνητή αναπαραγωγή με διέγερση

Η τεχνητά διεγερμένη αναπαραγωγή του κυπρίνου πραγματοποιείται σε λίμνες που είναι ειδικές για αναπαραγωγή ή αλλιώς λέγονται λίμνες Dubisch. Όταν φτάσουν στην αναπαραγωγική ωριμότητα τα άτομα κυπρίνου και η θερμοκρασία βρίσκεται στα κατάλληλα επίπεδα, μπορούν να αναπαραχθούν κατά τις πρωινές ώρες την επόμενη μέρα μετά την τοποθέτησή τους στις λίμνες. Αφήνουν τα αυγά τους στην υδρόβια βλάστηση η οποία μπορεί να μετακινηθεί στις δεξαμενές εκκόλαψης και έτσι λειτουργούν ως συλλέκτες αυγών (Woynarovich and Horváth, 1981).

Όταν οι βροχοπτώσεις είναι έντονες, ο κυπρίνος αναπαράγεται συνήθως σε τεχνητές λίμνες, καθώς η στάθμη του νερού ανεβαίνει και καλύπτεται η υδρόβια βλάστηση. Η αλιεία των ψαριών γίνεται όταν βρίσκονται μαζεμένα πολλά άτομα σε ομάδες και έπειτα γίνεται συλλογή των γονάδων τους αφού πιεστεί με το χέρι η κοιλιακή τους περιοχή (Woynarovich and Horváth, 1981).

Παλιότερα πριν την εφαρμογή της διάλυσης του συγκολλητικού στρώματος της μεμβράνης του αυγού, αναμειγνύονταν με το σπέρμα, αναδεύονταν με ένα κουτάλι, έπειτα περνούσαν από ένα σουρωτήρι με ανοίγματα μεγαλύτερης διαμέτρου από τα αυγά (περίπου 2-2,5) και στη συνέχεια περνούσαν από έναν τεχνητό συλλέκτη (εικ. 17). Ακολουθούσε η επώαση των αυγών είτε σε θαλάμους ψεκασμών είτε σε καλάθια (Woynarovich and Horváth, 1981).



Εικόνα 17: Γονιμοποιημένα αυγά κυπρίνου σε τεχνητή φωλιά (Woyanovich & Horváth, 1981)

3.3.2 Τεχνητή αναπαραγωγή με ορμονική θεραπεία

Η υποφυσιοθεραπεία στην τεχνητή αναπαραγωγή έχει αρκετά μεγάλο ποσοστό επιτυχίας 60-70%, το οποίο όμως μπορεί να μειωθεί εάν ο γόνος υποσιτίζεται (Woynarovich and Horváth, 1981). Η διαδικασία έχει ως εξής: το ορμονικό διάλυμα εκγχύνεται στα άτομα κυπρίνου, στα θηλυκά η GnRH και στα αρσενικά η hCG, κοντά στην περιοχή του ραχιαίου πτερυγίου προς την κατεύθυνση του κεφαλιού. Έπειτα γίνονται μαλάξεις στην περιοχή της έγχυσης ώστε να μην επιστρέψει το ορμονικό διάλυμα. Έπειτα συρράπτεται η γεννητική θηλή του θηλυκού ατόμου, προκειμένου να μην απελευθερωθούν ανεπιθύμητα τα αυγά στο νερό (Abdelkader, 2023).



Εικόνα 18: Έγχυση ορμονών σε κυπρίνο (Abdelkader, 2023)

3.3.3 Μέθοδος Billard (1995)

Έπειτα από την ανάκτηση τους, τα αυγά αναμειγνύονται με το σπέρμα, με ένα αποστειρωμένο κουτάλι για μερικά λεπτά σε ξηρό περιβάλλον. Για να ενεργοποιηθούν οι γαμέτες μπορεί να χρησιμοποιηθεί το διάλυμα γονιμοποίησης Woynarovich, που αποτελείται από 10 λίτρα νερό (νερό λίμνης), 40 γραμμάρια αλάτι και 30 γραμμάρια ουρία. (Abdelkader, 2023).



Εικόνα 19: Ένωση σπερματοζωαρίων και ωαρίων (Abdelkader., 2023)



Εικόνα 20: Ανάμειξη γαμετών (Abdelkader., 2023)



Εικόνα 21: Ενεργοποίηση γαμετών με διάλυμα γονιμοποίησης (Abdelkader., 2023)

3.4 Η διαδικασία της τεχνητής γονιμοποίησης

Η διαδικασία ξεκινά με τη σωστή διαλογή γεννητόρων, δηλαδή ενήλικα άτομα του είδους λίγο πριν την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου ή πριν την μετακίνηση στους τόπους αναπαραγωγής τους, επειδή θα είναι αρκετά εύαλωτα και ταλαιπωρημένα για να αλιευτούν. Επίσης μεγάλο ρόλο παίζει και η αναπαραγωγική ωριμότητα των γεννητόρων, θα πρέπει τα υποψήφια άτομα να παρατηρηθούν και να ελεγχθούν ότι είναι έτοιμα πριν ξεκινήσει η διαδικασία αναπαραγωγής (Abdelkader., 2023).

Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της χορήγησης ορμονών αν είναι επιθυμητή. Και έπειτα υπάρχει μια περίοδο αναμονής 18-24 ωρών, προκειμένου να απελευθερώσουν τα θηλυκά τις φερομόνες τους και στη συνέχεια να διεγερθούν τα αρσενικά για να χορέψουν το χορό του ζευγαρώματος. Σε αυτό το σημείο τα θηλυκά θα είναι έτοιμα για γονιμοποίηση (Abdelkader, 2023).

3.4.1 Διαδικασία stripping

Stripping είναι η διαδικασία κατά την οποία γίνεται εξαγωγή των ωαρίων και των σπερματοζωαρίων. Για τα θηλυκά, αφού αποξηραθούν τα πτερύγια, η ουρά και η γεννητική θηλή, ακολουθεί η αφαίρεση του συρραπτικού από τη γεννητική θηλή. Στη συνέχεια με απαλές μαλάξεις στην κοιλιακή χώρα, γίνεται η ανάκτηση των ωαρίων (in vitro), (Abdelkader, 2023)..

Για τα αρσενικά άτομα γίνεται ξανά αποξήρανση των πτερυγίων, της ουράς και της γεννητικής θηλής, καθώς στη συνέχεια γίνεται εξαγωγή του σπέρματος με σύριγγα. Τα πρώτα ίχνη του σπέρματος έχουν πάντα ένα κοκκινωπό ή καφετί χρώμα λόγω αίματος, νερού ή και κενώσεων, μια καλή απόχρωση για το σπέρμα είναι υπόλευκο ή κάπως κιτρινωπό (Gilles et al., 2001).



Εικόνα 22: Διαδικασία stripping (Abdelkader, 2023)

3.4.2 Διαχωρισμός

Τα αυγά τοποθετούνται σε φιάλες Zug και έπειτα προστίθενται 5 γραμμάρια από ταννικό οξύ μέσα σε 10 λίτρα νερού και από αυτό το διάλυμα προστίθεται 1 λίτρο σε

10 λίτρα γονιμοποιημένων αυγών. Στη συνέχεια μετά από κάποια δευτερόλεπτα γίνεται αλλαγή στο νερό και τα αυγά μεταφέρονται στις φιάλες. Θα προστεθεί πλήρες γάλα (3,5%) για 15 λεπτά και αυτή η διαδικασία θα επαναληφθεί κάποιες φορές (3 φορές) μέχρι να επιτευχθεί ο διαχωρισμός. Έπειτα γίνεται πλύση με νερό για να απομακρυνθούν τα νεκρά κύτταρα (Abdelkader, 2023).

3.4.3 Επώαση των εμβρύων

Αφού ολοκληρωθεί η γονιμοποίηση, θα ξεκινήσει η διαίρεση κυττάρων στο ζυγωτό με συνέχιση της ανάπτυξής του έως ότου εκκολαφθεί. Η διαδικασία της επώασης μπορεί να επηρεαστεί και να ρυθμιστεί από τη συνεχή ή όχι παροχή του οξυγόνου. Χρειάζονται 3 έως 4 μέρες για την ολοκλήρωση της επώασης με εύρος της θερμοκρασίας από 20 έως 22°C (Abdelkader R., 2023). Πριν την εκκόλαψη το έμβρυο μετατρέπεται σε προνύμφη (Woynarovich, 1980).

3.4.4 Εκκόλαψη των αυγών

Οι προνύμφες θα εκκολαφθούν λόγω της δράσης του μετωπιαίου ενζύμου (frontal enzyme), και σε αυτό το σημείο δεν διαθέτουν στόμα, νηκτική κύστη ούτε έντερο, διαθέτουν όμως τον κρόκο με όλα τα απαραίτητα συστατικά που χρειάζονται. Αρχίζουν την αναζήτηση τροφής μετά από την τρίτη ημέρα της εκκόλαψης, σε θερμοκρασία σταθερή στους 22°C (Abdelkader, 2023).

3.4.5 Παραγωγή εμβρύων κυπρίνου σε ελεγχόμενες συνθήκες

περιβαλλοντικού θαλάμου

Η παραγωγή γόνου υπό ελεγχόμενες συνθήκες σε περιβαλλοντικό θάλαμο είναι μια πρακτική που χρησιμοποιείται είτε στον τομέα της ιχθυοκαλλιέργειας είτε στις

πειραματικές μελέτες για την παρακολούθηση της ανάπτυξης των ψαριών, την πειραματική εκτροφή νέων γενεών και την προστασία των ειδών.

Παράμετροι Ελέγχου σε Περιβαλλοντικό Θάλαμο

1. Θερμοκρασία Νερού: Η θερμοκρασία είναι καθοριστική για την ταχύτητα ανάπτυξης των εμβρύων. Για κάθε ψάρι, υπάρχει μια ιδανική θερμοκρασία επώασης που μεγιστοποιεί την επιβίωση και την ανάπτυξη.
2. Οξυγόνωση και Ροή Νερού: Επαρκές οξυγόνο είναι απαραίτητο για την επιβίωση των εμβρύων. Οι περισσότεροι θάλαμοι διαθέτουν συστήματα αερισμού και ανακύκλωσης για να εξασφαλίσουν την κυκλοφορία του νερού.
3. Αλατότητα: Για θαλάσσια είδη, η σωστή αλατότητα είναι απαραίτητη για την επιβίωση των εμβρύων.
4. Φωτοπερίοδος (Φως-Σκοτάδι): Για κάποια είδη, η σωστή αναλογία φωτεινών και σκοτεινών περιόδων μπορεί να είναι καθοριστική για την συγχρονισμένη εκκόλαψη.
5. Χημική Σύνθεση Νερού: Παράγοντες όπως το pH, τα επίπεδα της αμμωνίας, των νιτρικών και των νιτρωδών μπορούν να έχουν τοξικές επιπτώσεις και πρέπει να ελέγχονται.

Η εκκόλαψη των εμβρύων του κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) σε ελεγχόμενες συνθήκες περιβαλλοντικού θαλάμου είναι μια κοινή πρακτική στις ιχθυοκαλλιέργειες γλυκού νερού. Παρακάτω παρατίθενται οι βασικές συνθήκες και διαδικασίες που εφαρμόζονται για τη βέλτιστη εκκόλαψη.

Συνθήκες Εκκόλαψης Κυπρίνου

Παράμετρος	Ιδανικές Τιμές
Θερμοκρασία νερού	20-25°C
Οξυγόνο	>5 mg/L (με καλό αερισμό)
pH	6,5-8,5
Σκληρότητα νερού	100-200 mg/L CaCO ₃
Φωτοπερίοδος	12-16 ώρες φως
Αλατότητα	0‰ (γλυκό νερό)
Ροή νερού	Ήπια αλλά σταθερή ροή για αποφυγή προσκόλλησης αυγών και ανάπτυξη μυκήτων

Τα πλεονεκτήματα της ελεγχόμενης εκκόλαψης εμβρύων κυπρίνου είναι:

1. Η υψηλή επιβίωση εμβρύων & προνυμφών λόγω σταθερών συνθηκών.
2. Ο έλεγχος γενετικής ποιότητας και βελτίωση αναπαραγωγής.
3. Ο μειωμένος κίνδυνος ασθενειών με αποφυγή μόλυνσης.
4. Η αυξημένη παραγωγικότητα σε εμπορικές ιχθυοκαλλιέργειες.

Οι Ardelean et al., (2010a) μελέτησαν την ανάπτυξη των εμβρύων κυπρίνου σε νερό διαφορετικής σκληρότητας και διαπίστωσαν ότι η υψηλή σκληρότητα νερού (>15°dH) επηρεάζει αρνητικά την επιβίωση τους. Η έρευνα τους σχετικά με την επίδραση της σκληρότητας του νερού στα έμβρυα του κυπρίνου έχει καταδείξει ότι αυτό το στοιχείο μπορεί να επηρεάσει τους ρυθμούς ανάπτυξης και εξέλιξης των εμβρύων κατά την περίοδο επώασης. Το πρώτο στάδιο ανάπτυξης του εμβρύου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο

σε υψηλούς βαθμούς σκληρότητας, γεγονός που γίνεται εμφανές μέσω της στασιμότητας και, κατ' επέκταση, του θανάτου των εμβρύων.

Η ίδια ερευνητική ομάδα Ardelean et al., (2010b) μελέτησαν την επίδραση του φωτός στην ανάπτυξη των εμβρύων του κυπρίνου. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, χρησιμοποιήθηκαν 3 παραλλαγές με φυσικό φως (μεταβλητός έλεγχος), συνεχή φωτισμό και πλήρες σκοτάδι για την παρακολούθηση της ανάπτυξης των εμβρύων του κυπρίνου. Διαπίστωσαν ότι τα συνεχή φωτεινά ερεθίσματα επιταχύνουν την εκκόλαψη, ενώ το απόλυτο σκοτάδι μπορεί να καθυστερήσει ή να προκαλέσει θνησιμότητα σε κάποια έμβρυα. Στα έμβρυα του κυπρίνου, η περίοδος επώασης και στις τρεις παραλλαγές ήταν 72 ώρες για το 60-100% των εμβρύων. Ωστόσο, σε πλήρες σκοτάδι, το 10% των εμβρύων διπλασίασε την περίοδο εκκόλαψης, αλλά με θανατηφόρες συνέπειες. Σε συνεχή φωτισμό, τα έμβρυα εκκολάφθηκαν νωρίτερα σε σύγκριση με το φυσικό φως. Στο τέλος του πειράματος, στις δύο αυτές παραλλαγές, το ποσοστό εκκόλαψης ήταν 100%, ενώ στην τρίτη παραλλαγή ήταν 90%.

Συμπέρασμα

Το συμπέρασμα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι πως η τεχνητή αναπαραγωγή στον Κοινό Κυπρίνο (*Cyprinus Carpio*) είναι δυνατόν να συμβεί και οι συνθήκες του περιβαλλοντικού θαμάμου, παίζουν σημαντικό ρόλο στο ποσοστό επιτυχίας της εκκόλαψης. Χρησιμοποιείται κυρίως για την αύξηση της παραγωγής του είδους, καθώς έχει αρκετά μεγάλη ζήτηση στη παγκόσμια αγορά.

Βιβλιογραφία

- Abdelkader R., N. M. (2023). *Artificial reproduction of royal carp (Cyprinus carpio)*
- Ardelean A., Brudiu I., Rada O. A., Petcu M. A. and Cazacu M., (2010a). Study on embryo development in carp (*cyprinus carpio*) depending on water with different hardness degrees. Research Journal of Agricultural Science, 42 (2), pp. 201-204.
- Ardelean A., Brudiu I. and Rada O., (2010b). Study regarding the light influences on embryo development in carp (*cyprinus carpio*). Research Journal of Agricultural Science, 42 (2), pp. 197-200.
- Amano, M. (1968,1971). *Colourful "Live Jewels". General Survey of Fancy Carp.*
- Alavi, S.M.H., Linhart, O., Coward, K., Rodina, M., (2008). Fish spermatology: Implication for aquaculture management. In: Alavi, S.M.H., Cosson, J.J., Coward, K., Rafiee, R. (Eds.), Fish Spermatology. Alpha Science Ltd, Oxford, pp. 397–460.
- Billard, R., Cossonb, J., Perchee, G., Linhart, O., (1995). Biology of sperm and artificial reproduction in carp.
- Billard, R., 1970. Ultrastructure cornpa & de spermatozdides de quelques poissons teleosteens. Quaderno, 137: 71-79.
- Billard, R., (1999). The Carp: Biology and Culture. Springer Science & Business Media.
- Billard, R., Cosson, J., Perchee, G., Linhart, O., (1995). Biology of sperm and artificial reproduction in carp. Aquaculture 129 (1–4), 95–112.

Billard, R., (1978). Changes in structure and fertilizing ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities. *Aquaculture* 14 (3), 187–198.

Bobé, J., Labbé, C., (2010). Egg and sperm quality fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165, 535–548.

Chakraborti, S. R. (1992). *Specific dynamic action and feed metabolism in common carp, *carpio carp* L.* (Τόμ. Comparative Biochemistry and Physiology Part A).

Cejko, B.I., Horvath, A., Kollar, T., Kása, E., Lujić, J., Marinović, Z., Urbányi, B., Kowalski, R.K., (2018). Optimisation of sodium and potassium concentrations and pH in the artificial seminal plasma of common carp *Cyprinus carpio* L. *Fish. Physiol. Biochem* 44, 1435–1442.»

Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1007/s10695-018-0491-3>.

Cejko, B.I., Zarski, D., Sarosiek, B., Dryl, K., Palinska-Zarska, K., Skorupa, W., Kowalski, R.K., (2022). Application of artificial seminal plasma to short-term storage of a large volume of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm for two weeks under controlled conditions. *Aquaculture* 546, 737385.

Cheng, Y., Zhang, S., Linhartova, Z., Shazada, N.E., Linhart, O., (2022b). Practical use of extender and activation solutions for short-term storage of common carp (*Cyprinus carpio*) milt in a hatchery. *Aquac. Rep.* 24, 101160.

De Kock Servaas, Gomelsky Boris. (2015, May). Japanese Ornamental Koi Carp: Origin, Variation and Genetics.

Emeljanova, N.G. and Makeeva, A.P., 1985. Ultra structure of spermatozooids of some cyprinid fishes (Cyprinidae). *J. Ichthyol.*, 25(4): 66-75.

Gilles, S., Dugue, R., Slembrouck, J., (2001): Manuel de production d'alevins du silure africain, *heterobranchus longifilis*. ed. Maisonneuve et Larose, Paris (France), p. 128.

Gilkey, J.C., 1981. Mechanisms of fertilization in fishes. *Am. Zool.*, 21: 359-375.

Gorre D. and Dr. Chari T., J., (2023). Induced breeding of common carp (*Cyprinus carpio*) by using synthetic hormones.

J" ahnichen, H., (1978). Untersuchungen über Ver" anderungen der Qualitat " ovulierter Eier bei der künstlichen Vermehrung von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Zeitschrift für die Binnenfischerei DDR 25, 23–25 (in German).

Jauncey, K. (1982) Carp (*Cyprinus carpio* L.) nutrition - a review. In. Croom Helm, London, p. 216-263.

Kadura, S.N., Khrapunov, S.N., Chabanny, V.N. and Berdyshev, G.D., 1985. Non-histone proteins are involved in higher-order organization of grass carp sperm chromatin. *Comp. Biochem. Physiol.*, 81B: 543-546.

Kiselev, J.V., 1980. The biological background of fertilization and incubation of fish eggs. Naukova Dumka, Kiev (in Russian).

Kowalski, R.K., Cejko, B.I., (2019). Sperm quality in fish: determinants and affecting factors. *Theriogenology* 135, 94–108.

Kudo, S., 1982a. The localization of concanavalin A binding sites in the common carp egg. *Zool. Mag.*, 91: 39- 47.

Kudo, S., 1982b. Ultrastructural modifications of fertilization envelope in the carp egg. *Annot. Zool. Jpn.*, 55: 224-235.

- Kudo, S., 1982~. Ultrastructure and ultra cytochemistry of fertilization envelope formation in the carp egg. *Dev. Growth Differ.*, 24: 327-339.
- Kudo, S., 1983. Ultra cytochemical modifications of surface carbohydrates in fertilized eggs of the common carp. *Dev. Growth. Differ.*, 25: 85-97
- Kurokura, H., Hirano, R., Tomita, M., Iwahashi, M., (1984). Cryopreservation of carp sperm. *Aquaculture* 37 (3), 267–273.
- Lahnsteiner, F., Weismann, T., (1999). Changes in eggs of brown trout, rainbow trout and grayling during short-term Storage. *North Am. J. Aquacult.* 61, 213–219.
- Linhart, O., Billard, R., (1995). Survival of ovulated oocytes in the European catfish (*Silurus glanis* L.) after *in vivo* and *in vitro* storage or exposure to saline solutions and urine. *Aquat. Liv Res.* 8, 317–322.
- Linhart O., Cheng Y., Zhang S., Alavi S. M. H., Rodinova' V., Shazada N. E., Linhartova Z., (2023). Sperm and egg *in vitro* storage effects artificial fertilization and hatching in common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture Reports*, 29.
- Linhart O., Kudo S., Billard R., Slechtad V., Mikodina E. V. (1995). Morphology, composition and fertilization of carp eggs: a review.
- Lubzens, E., Young, G., Bobe, J., Cerda, J., (2010). Oogenesis in teleosts: how fish eggs are formed. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165, 367–389.
- Murai, T. A. (1983). *Effects of glucose chain length of differentcarbohydrates and feeding frequency on their utilisation by carp.*
- Muus J. B., Dahlstrøm P., (1999). *Freshwater Fish*, ISBN: 9788790787011.
- Ohta, M. W. (1996). *Dietary energy budgets in carp. Fisheries Science* 62.

- Ogino, C. (1980b) Protein requirements of carp and rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi 46, 385-388
- Ogino, C. and Chen, M.-S. (1973) Protein nutrition in fish - V. Relationship between biological value of dietary proteins and their use in carp. Nippon Suisan Gakkaishi 39, 955-959
- Okada, Y. (1960). Studies on the freshwater fishes of Japan II. Special Part. J. Faculty of Fish. Prefec. Univ. of Mie 4: 1-860.
- Okubo, E. and R. Sato. (1975). Racial study on “Asagi” carp from the Matsushiro. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. 25: 73-81 (in Japanese with English summary).
- Ozima, Y., (1943). Cytological observations on fertilization in the carp, *Cyprinus carpio* L. Jpn. J. Genet., 19: 219- 228.
- Rothbard, S., Rubinshtein, I., Gelman, E., (1996). Storage of common carp, *Cyprinus carpio* L., eggs for short durations. Aquac. Res 27, 175–181.
- Redondo-Muller, C., Cosson, M.P., Cosson, J., Billard, R., (1991). In vitro maturation of the potential for movement of carp spermatozoa. Mol. Reprod. Dev. 29, 259–270
- Saad, A., Billard, R., Theron, M.C., Hollebecq, M.G., (1988). Short-term preservation of carp (*Cyprinus carpio*) semen. Aquaculture 71 (1–2), 133–150.
- Samarin, A.M., Policar, T., Lahnsteiner, F., (2015). Fish oocyte ageing and its effect on egg quality. Rev. Fish. Sci. Aquac. 23, 302–314.
- Samarin, A.M., Blecha, M., Uzhytchak, M., Bytyutskyy, D., Zarski, D., Flajshans, M., Policar, T., (2016). Post-ovulatory and post-stripping oocyte ageing in northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), and its effect on egg viability rates and the occurrence of larval malformations and ploidy anomalies. Aquaculture 450, 431–438.

Samarin, A.M., Samarin, A.M., Ostbye, T.K.K., Ruyter, B., Samples, S., Burkina, V., Blecha, M., Policar, T., (2019). Alteration of mRNA abundance, oxidation products and antioxidant enzyme activities during oocyte ageing in common carp *Cyprinus carpio*. PLoS One 14 (2), e0212694.

Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212694>.

Secer, S., Bozkurt, Y., (2005). Effect of short-term preservation of mirror carp (*Cyprinus carpio*) semen on motility, fertilization, and hatching rates. Isr. J. Aquac. 57, 20407.

Suquet, M., Chereguini, O., Omnes, M.H., Rasines, I., Normant, Y., Souto, I.P., Quemener, L., (1999). Effect of temperature, volume of ova batches, and addition of a diluent, an antibiotic, oxygen and a protein inhibitor on short-term storage capacities of turbot, *Psetta maxima*, ova. Aquat. Living Resour. 12 (4), 239–246.

Svåsand T., C. D.-V. (2007). *Genetic impact of aquaculture activities on native populations*.

Takeuchi, T. S. (2015). *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture*.

Takeuchi, T. W. (1979b). *Optimal ratio of dietary energy to protein ratio for carp*. (Τόμ. Nippon Suisan Gakkaishi 45).

Takeuchi, T. W. (1992). *Requirement of grass carp fingerlings for tocophery*.

Takeuchi, T., Watanabe, T. and Ogino, C. (1979a) Availability of carbohydrate and lipid as διατροφικές πηγές ενέργειας για τον κυπρίνο. Nippon Suisan Gakkaishi 45, 977–982.

Yokoyama, M., Takeuchi, T., Park, G. and Nakazoe, J. (2002) Hepatic cysteinesulfinate decarboxylase activity in fish. Aquaculture Research (in press).

Watanabe, T. (1982) Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology Part A73, 3-15.

Watanabe, T. (1988) Nutrition and development. In. BSP Professional Books, London, pp. 154-197.

Woynarovich E., Horváth L., (1980). La reproduction artificielle des poissons en eau chaude: manuel de vulgarization.

Zhang, S., Cheng, Y., Alavi, S.M.H., Shazada, N.E., Linhartova, ' Z., Rodinov' a, V., Linhart, O., (2023a). Elevated temperature promotes spermatozoa motility kinetics and fertilizing ability following short-term storage: an implication for artificial reproduction of common carp *Cyprinus carpio* in a hatchery. Aquaculture, evaluation.

Zotin, A.I., (1961). There is a latve fecundity of fish and diameter of eggs. Vopr. Ikhtiol., 2(19): 307-313.

Ελληνική βιβλιογραφία

Καραμαλίσκας, Χ. Ι. (2010). *“Η επίδραση των αυξημένων διαιτητικών επιπέδων της ελαιοκράμβης στην ευζωΐα, στη ποιότητα σάρκας, στην επιβίωση και στην αύξηση του κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio* L.)”*. Καρδίτσα.

Νεοφύτου, Χ. Ν. (2015). *Βιολογία ιχθύων και θαλάσσιων θηλαστικών*. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS A.E., σσ.76-81.

Χρυσός Τύπος. (1962). *Ο κόσμος των φυτών & των ζώων* (Τόμ. 2). Νέα Υόρκη: Χρυσός τύπος, σσ. 210-214.

Abstract

Common carp (*Cyprinus carpio*) is a fish that is a particularly important part of the world's aquaculture production and is in high demand in world markets. However, its stocks tend to be insufficient and seem unable to meet supply and demand. Solutions must therefore be found to ensure that stocks are available. In this undergraduate literature thesis, the possibility of artificial breeding of common carp under specific conditions was studied. The reproduction of the species in its natural environment was also studied, as well as its mating pattern and the change in its characteristics during this period. Its nutritional needs, suitable habitats, its natural enemies as well as suitable prey were recorded. Finally, after the research artificial breeding in the Common Carp is successful and can be used to increase the stocks of the species in global aquaculture.

Keywords: Artificial reproduction, *Cyprinus carpio*, embryos, natural reproduction.