



**ΜΑΘΗΜΑ: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ (AS\_801)**



**ΒΙΔΑΛΗΣ Λ.ΚΟΣΜΑΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2024**

## Θεματική ενότητα 1. ΓΕΝΙΚΑ:

### ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

---

#### ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η σχεδίαση της λειτουργίας μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας είναι η συνολική διαδικασία κατά την οποία θα κριθούν και θα αξιολογηθούν οι παράγοντες, ενώ ταυτόχρονα θα αποφασισθούν και θα εφαρμοστούν όλες οι εργασίες που καθορίζουν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Οι παράγοντες και οι εργασίες αυτές είναι:

- α. το είδος των ψαριών που θα παραχθούν
- β. το μέγεθος της μονάδας και οι παράγοντες (βιολογικοί, οικονομικοί) που το καθορίζουν (επιδιωκόμενο ύψος παραγωγής, ρυθμός αύξησης, μορφή μονάδας, μέγεθος παραγόμενων ψαριών, συνθήκες διάθεσης προϊόντων), και
- γ. ο χειρισμός και η ετήσια λειτουργία της μονάδας.

#### Κριτήρια επιλογής του είδους, που θα καλλιεργηθεί

Είναι γεγονός ότι από τον μεγάλο αριθμό των ψαριών, λίγα είναι εκείνα που συγκεντρώνουν τις προϋποθέσεις για εκτροφή. Οι προϋποθέσεις αυτές, που ουσιαστικά αποτελούν τα κριτήρια επιλογής τους, εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- κριτήρια βιολογικά
- κριτήρια εμπορευσιμότητας
- κριτήρια οικονομικά

#### Βιολογικά κριτήρια

Τα βιολογικά κριτήρια είναι εκείνα που κυρίως θα προσδιορίσουν όχι μόνο το κόστος της παραγωγής, αλλά και πάνω στα οποία θα βασιστεί στο σύνολό της η διαδικασία της μαζικής παραγωγής. Για αυτό το λόγο, τα βιολογικά κριτήρια είναι εκείνα που πρέπει πρώτα απ' όλα να εξεταστούν. Πρώτη και βασική γνώση είναι η αυτή

της σχέσης του οργανισμού με το περιβάλλον του (συμπεριφορά, ερεθίσματα, αντιδράσεις κ.α.).

Είναι τελείως απαραίτητη η όσο το δυνατόν πληρέστερη γνώση των βασικών **διαιτητικών αναγκών του οργανισμού**, καθώς και του **συνόλου της φυσικής τροφής** του. Εξίσου σημαντική και θεμελιώδης θεωρείται και η **αναπαραγωγική διαδικασία** που χαρακτηρίζει τον οργανισμό. Η γνώση της **ενδοειδικής συμπεριφοράς** του θα ενισχύσουν το σχεδιασμό του συστήματος εκτροφής.

Στα σημαντικότερα βιολογικά κριτήρια συμπεριλαμβάνονται τα εξής:

- ρυθμός αύξησης
- συντελεστής εκμετάλλευσης τροφής
- ελεγχόμενη αναπαραγωγή-παραγωγή απογόνων
- αντοχή στις ασθένειες και σε δυσμενείς συνθήκες
- εύρος αλατότητας και θερμοκρασίας
- απαίτηση ειδικών κατασκευών εκτροφής
- αποδοχή τεχνητού σιτηρεσίου

Τα παραπάνω κριτήρια θα πρέπει να επιτρέπουν τη μεγαλύτερη δυνατή, για κάθε σύστημα εκτροφής, παραγωγή στη μονάδα όγκου του νερού εκτροφής, στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Το παραγόμενο προϊόν θα πρέπει να είναι άριστης ποιότητας και να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του κοινού για το οποίο προορίζεται.

#### Κριτήρια εμπορευσιμότητας

Η σημαντικότερη έννοια του όρου εμπορευσιμότητα αναφέρεται στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οργανισμού που προκαλούν το άμεσο ή και έμμεσο ενδιαφέρον του καταναλωτή. Τα προϊόντα των μαζικών εκτροφών συγκρίνονται, σχεδόν διαρκώς, από το καταναλωτικό κοινό, με εκείνα των φυσικών αποθεμάτων. Έτσι, η **εξωτερική μορφολογία** του οργανισμού, η **υφή της σάρκας** του, το **χρώμα**, η **γεύση** και η **οσμή** του, καθώς και η συμπεριφορά του οργανισμού στη συντήρηση και

μεταποίηση του τελικού προϊόντος του, αποτελούν βασικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Επίσης, ως εμπορευσιμότητα αναφέρονται και τα κριτήρια που αφορούν στη δομή και το μέγεθος της αγοράς που θα δεχθεί το προϊόν της ελεγχόμενης εκτροφής. Η τελική απόφαση για την εκτροφή ενός είδους ψαριού και τη μαζική παραγωγή του, θα πρέπει να προεξοφλεί όσο είναι δυνατό ασφαλέστερα τη σωστή διάθεσή του.

### Κριτήρια οικονομικά

Είναι τα κριτήρια που συνδυάζουν τα βιολογικά με τα κριτήρια εμπορευσιμότητας. Ουσιαστικά εκφράζουν τη δυνατότητα οικονομικής βιωσιμότητας της μονάδας, σύμφωνα με τις γενικές αρχές της οικονομίας. Αφορούν κυρίως στο βαθμό αξιοποίησης ή την απόδοση του κεφαλαίου που διατίθεται προκειμένου να πραγματοποιηθεί η παραγωγή του συγκεκριμένου είδους. Η κατηγορία επομένως των κριτηρίων αυτών περιλαμβάνει τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την απόσβεση των κεφαλαίων ή γενικότερα των επενδύσεων της μονάδας.

Έτσι, από την άποψη των κριτηρίων αυτών, θα πρέπει να προτιμώνται οι οργανισμοί με τους οποίους επιτυγχάνονται υψηλά ποσά ακαθάριστων εσόδων. Προτιμώνται δηλαδή τα είδη που χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές πωλήσεων και χαμηλά ποσά δαπανών παραγωγής τους.

### **Το μέγεθος της μονάδας (βιολογικοί και οικονομικοί παράγοντες)**

Το μέγεθος μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας – εφόσον έχουν εξασφαλιστεί οι κατάλληλες συνθήκες του νερού (κυρίως ποσότητα και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά), το κατάλληλο προσωπικό που θα εργαστεί και εφόσον δεν υπάρχει θεωρητικά περιορισμός στα κεφάλαια που θα επενδυθούν και στην έκταση του οικοπέδου που θα χρησιμοποιηθεί – καθορίζεται από το ύψος της παραγωγής που επιθυμείται να επιτευχθεί. Όταν όμως υπάρχει μεμονωμένος ή συνδυασμός περιορισμού κεφαλαίων, προσωπικού, νερού και εκτάσεων, τότε το μέγεθος καθορίζεται από τις συνθήκες που επικρατούν.

Κατά τον καθορισμό του μεγέθους της μονάδας, οι βιολογικοί και οικονομικοί παράγοντες που επιβάλλεται να ληφθούν υπόψη αφορούν ουσιαστικά:

- στον καθορισμό του **ύψους της παραγωγής** που θα επιδιωχθεί
- στο **είδος των προϊόντων** που θα παραχθούν
- στις **συνθήκες εκτροφής** που επικρατούν

#### Παράγοντες που επηρεάζουν το ύψος της παραγωγής σε εντατικά συστήματα

Κύριος στόχος ενός εντατικού συστήματος εκτροφής ψαριών είναι η μεγαλύτερη παραγωγή στο μικρότερο χρονικό διάστημα και στο μικρότερο δυνατό όγκο νερού. Είναι επομένως φυσικό οι παράγοντες των συστημάτων αυτών να καλύπτουν όλες τις συνθήκες που αφορούν στην άριστη διαβίωση των ψαριών. Τέτοιοι παράγοντες είναι εκείνοι που σχετίζονται με την τροφή, το νερό, τις ασθένειες και τον αριθμό των οργανισμών που θα εκτραφούν στη μονάδα όγκου του νερού.

Για την **τροφή**, επιβάλλεται η ακριβής γνώση των διαιτητικών απαιτήσεων ανά είδος ψαριού. Έτσι, κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός των **ποιοτικών** (χημική σύσταση) και **ποσοτικών** (ποσότητα, συχνότητα και τρόπος χορήγησης) **αναγκών**, καθώς και το μέγεθος και η υφή της τροφής, για κάθε αναπτυξιακό στάδιο.

Τα **χημικά** (αλατότητα, οξύγνο, pH, ρύπανση, κ.α.) και **φυσικά** (θερμοκρασία, θολότητα, χρώμα κ.α.) **χαρακτηριστικά** καθορίζουν την καταλληλότητα του νερού. Η καταλληλότητα ενισχύεται με τον υψηλό **ρυθμό ανανέωσης** του. Η πρόληψη ασθενειών είναι συνισταμένη των ενεργειών εκείνων που αφορούν στη σωστή διατροφή, το κατάλληλο περιβάλλον διαβίωσης, αλλά και της εφαρμογής προληπτικής πολιτικής και χρήσης κατάλληλων φαρμάκων.

Ο καθορισμός του βέλτιστου αριθμού ατόμων ανά όγκο νερού στη δεξαμενή εκτροφής (Ιχθυοφόρτιση) εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- είδος ψαριού
- ηλικία και μέγεθος
- επιδιωκόμενο τελικό μέγεθος προϊόντος
- μέγεθος και σχήμα δεξαμενής
- χειρισμός νερού
- χειρισμός εκτροφής
- απώλειες (θνησιμότητα, διαφυγή)

Για τον υπολογισμό του αριθμού των ατόμων που θα παραχθούν στη μονάδα όγκου του νερού εκτροφής και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και χειρισμούς, θα πρέπει να είναι γνωστά τα στοιχεία εκτροφής του συγκεκριμένου είδους ψαριού, και κυρίως να είναι γνωστός ο ρυθμός αύξησης του.

### **Χειρισμός και ετήσια λειτουργία της μονάδας**

Μετά από την επιλογή του είδους των ψαριών που θα παραχθούν και τον καθορισμό του μεγέθους της μονάδας, για να είναι δυνατή η σχεδίαση της λειτουργίας της θα πρέπει να προκαθοριστεί ο χειρισμός ή διαχείριση και ο τρόπος με τον οποίο θα λειτουργήσει η μονάδα. Εξαιτίας των διαφορετικών ειδών ψαριών που μπορεί να παραχθούν στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς, είναι ευνόητο ότι θα υπάρχουν κάποιες διαφορές στη διαχείριση και τη λειτουργία τους. Σε κάθε περίπτωση όμως απαιτείται η παρουσία του κατάλληλα για κάθε περίπτωση εκπαιδευμένου όλων των βαθμίδων προσωπικού. Γενικά, γνωρίζοντας την πυκνότητα εκτροφής και το ρυθμό αύξησης, σε συνδυασμό με το σύστημα παραγωγής που θα εφαρμοστεί, ο χειρισμός της μονάδας πρέπει να περιλαμβάνει:

#### Τα διαστήματα πωλήσεων των προϊόντων σε ετήσια βάση

Ο καθορισμός των χρονικών περιόδων διάθεσης των προϊόντων οφείλει να ρυθμίζεται πάντοτε με γνώμονα την επίτευξη της υψηλότερης δυνατής τιμής, σε συνδυασμό με την καλύτερη ποιότητα και το βέλτιστο εμπορεύσιμο μέγεθος.

#### Τον εφοδιασμό της μονάδας με νεότερους πληθυσμούς

Ο αριθμός αλλά και τα χρονικά διαστήματα που θα πρέπει να εφοδιάζεται η μονάδα με νεότερους πληθυσμούς καθορίζεται κυρίως από το σύστημα διάθεσης των τελικών προϊόντων. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται και στον εμπλουτισμό των γεννητόρων με νεότερα άτομα σε χρονικές στιγμές που το είδος θα καθορίσει.

### Τον εφοδιασμό της μονάδας με τα απαιτούμενα υλικά, αναλώσιμα και μη

Το είδος των υλικών που απαιτούνται κατά τη διαδικασία της παραγωγής ποικίλλει, ανάλογα με το είδος του ψαριού που εκτρέφεται, καθώς και με την κατεύθυνση παραγωγής της μονάδας. Ωστόσο, σε όλες τις περιπτώσεις είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία η έγκαιρη πρόβλεψη των αναγκών της μονάδας σε όλα τα απαιτούμενα υλικά.

Η λειτουργία ενός ιχθυογεννητικού σταθμού συνίσταται από όλες εκείνες τις επιμέρους εργασίες που αφορούν στην επίτευξη των όσο το δυνατό καλύτερων συνθηκών παραγωγής. Θεωρείται απαραίτητο, για τη σωστή λειτουργία του σταθμού, οι εργασίες αυτές να έχουν προκαθοριστεί, ανάλογα με το εκτρεφόμενο είδος, την κατεύθυνση του σταθμού και το σύστημα παραγωγής. Ο προσδιορισμός θα πρέπει να αφορά και το είδος των εργασιών και στα χρονικά διαστήματα της πραγματοποιήσεώς τους.

Οι πιο σημαντικές αλλά και πιο κοινές από τις εργασίες αυτές είναι οι εξής:

- χορήγηση τροφής
- έλεγχος της ανάπτυξης και αύξησης των παραγόμενων ειδών
- ποιοτικός έλεγχος των ψαριών
- έλεγχος/διαχείριση της υγιεινής κατάστασης των παραγόμενων ειδών
- καταμέτρηση των παραγόμενων ατόμων
- διαλογές των ψαριών (βάσει μεγέθους, προέλευσης κ.α.)
- μετρήσεις ποιοτικές και ποσοτικές ζωντανής τροφής/γεννητόρων/αυγών
- έλεγχος της ποιότητας του νερού (χημικοί και φυσικοί παράμετροι)
- καθαρισμός των δεξαμενών εκτροφής.
- απολύμανση των δεξαμενών, υλικών και δικτύων
- έλεγχος της λειτουργίας/συντήρηση των κατασκευών της μονάδας
- έλεγχος της λειτουργίας/συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού

Οι παραπάνω εργασίες μπορούν να καλύψουν τις λειτουργικές ανάγκες μιας συνεχούς κυκλικής εντατικής παραγωγής ψαριών. Συνήθως η παραγωγή διακόπτεται για ένα μικρό χρονικό διάστημα στο οποίο εφαρμόζεται πρόγραμμα γενικής απολύμανσης του σταθμού.

## Θεματική ενότητα 2. ΓΕΝΝΗΤΟΡΕΣ

---

### ΓΕΝΝΗΤΟΡΕΣ

Το τμήμα των γεννητόρων αποτελεί τον σημαντικότερο τομέα ενός ιχθυογεννητικού σταθμού. Από εδώ λαμβάνονται τα γεννητικά προϊόντα που είναι η "πρώτη παραγωγική ύλη" του σταθμού. Η ομαλή και ορθή λειτουργία του τμήματος των γεννητόρων είναι επιτακτική για τον εφοδιασμό των ιχθυογεννητικών σταθμών με καλής ποιότητας αυγά.

### Προέλευση γεννητόρων

Οι γεννήτορες είτε **αλιεύονται από τη θάλασσα** (άγριοι γεννήτορες) ή προέρχονται **από παραγωγικές διαδικασίες** (εκτρεφόμενοι γεννήτορες).

Η χρησιμοποίηση άγριων γεννητόρων απαιτεί προσοχή στον εγκλιματισμό τους στις συνθήκες αιχμαλωσίας με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας κατάστασης stress (το stress παρεμποδίζει την σεξουαλική ωρίμανση για ορισμένο χρονικό διάστημα). Από την άλλη, οι εκτρεφόμενοι γεννήτορες ναι μεν παρουσιάζουν εκφυλιστικές γενετικές τάσεις, μπορούν όμως να επιλεγούν βάσει επιθυμητών χαρακτηριστικών τους.

Τα σημαντικότερα κριτήρια επιλογής γεννητόρων για μαζική παραγωγή ιχθυδίων είναι:

- κανονικό σχήμα και χρώμα
- απουσία σκελετικών παραμορφώσεων
- υγιή εμφάνιση
- ομαλή συμπεριφορά
- μέγεθος το μεγαλύτερο της ηλικιακής τους ομάδας
- μεγάλο ρυθμό αύξησης σε συνδυασμό με ικανοποιητική μετατρεψιμότητα τροφής
- αντοχή στις ασθένειες



## Περιβάλλον αποθεματοποίησης γεννητόρων

Η επιλογή του τύπου δεξαμενών εκμετάλλευσης γεννητόρων βασίζεται κυρίως στην ηθολογία (κινητική δραστηριότητα, κοινωνική συμπεριφορά κ.α.) και το μέγεθος του εκτρεφόμενου είδους. Η συνήθης χωρητικότητα είναι μεταξύ 5-25 m<sup>2</sup>. Το σχήματος ποικίλει, ενώ το υλικό κατασκευής τους μπορεί να είναι σκυρόδεμα, πολυεστέρας ή PVC. Οι γεννήτορες τοποθετούνται σε αυτές τις δεξαμενές με πυκνότητα 2-5 Kg/m<sup>3</sup>.

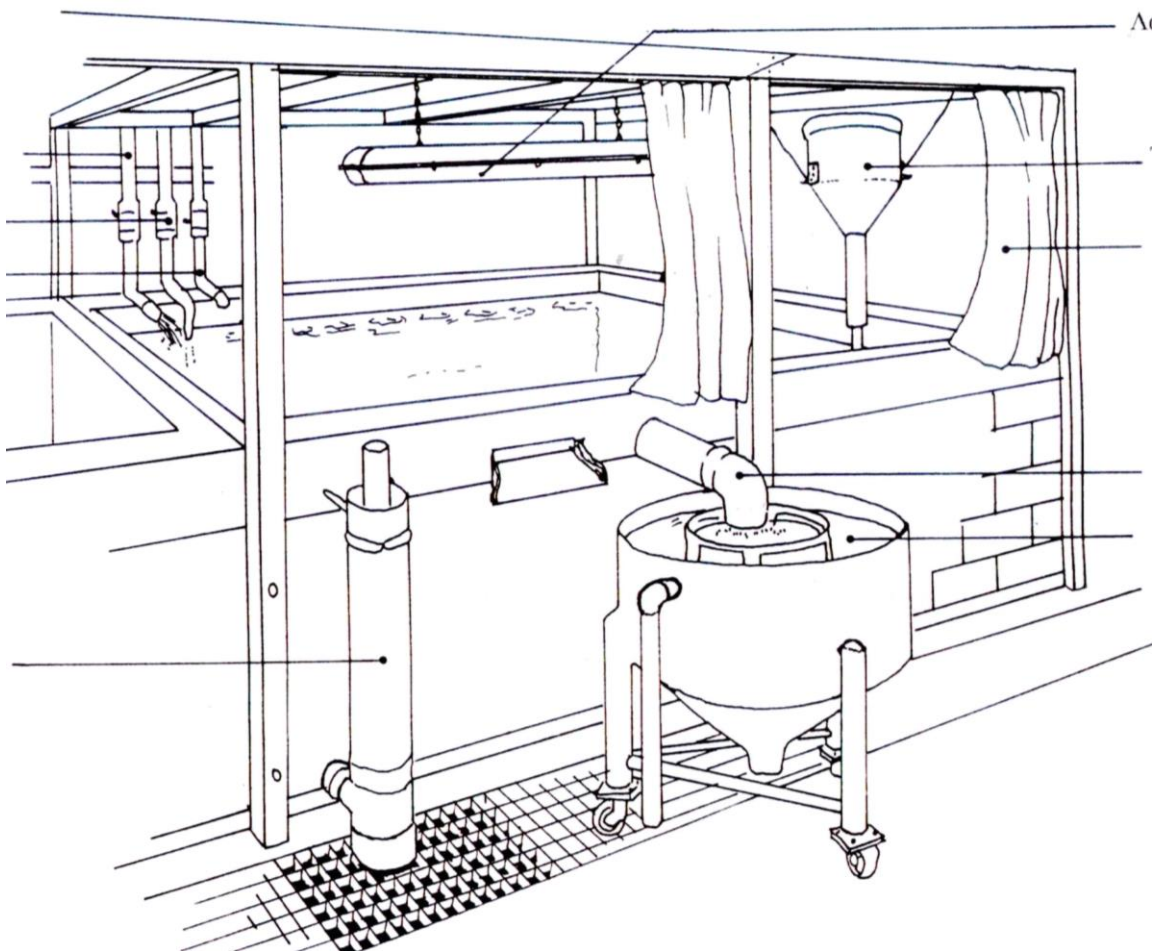
Συνεχόμενοι έλεγχοι τόσο για την ποιότητα του νερού και του συστήματος εκτροφής όσο και για τα ψάρια οφείλονται να πραγματοποιούνται. Η θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο και η αλατότητα είναι οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράμετροι οι οποίοι και ελέγχονται συνεχώς. Τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό πρέπει να βρίσκονται στο σημείο κορεσμού του και αυτό κατά ένα μεγάλο ποσοστό εξασφαλίζεται με την κατάλληλη ανανέωση του νερού και του αέρα στη δεξαμενή. Σε καθημερινή βάση συλλέγονται τα αυγά ενώ ελέγχεται συστηματικά η διατροφή, η θνησιμότητα, ο κανιβαλισμός και η συμπεριφορά των γεννητόρων.

## Ωτοκία

Η απελευθέρωση των αυγών μπορεί να γίνει είτε με φυσική ωτοκία είτε με ορμονική πρόκληση. Παρά το γεγονός ότι η φυσική ωτοκία έχει ευρεία εφαρμογή στους περισσότερους ιχθυογεννητικούς σταθμούς, η πρόκληση ωτοκίας με τη χορήγηση γοναδοτροπικών ορμονών βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε είδη ψαριών τα οποία απαιτούν ιδιαίτερα περιβάλλοντα. Η ανθρώπινη γοναδοτροπίνη χορίου είναι η κύρια ορμόνη που χρησιμοποιείται για αυτό το σκοπό και είναι ευρέως διαθέσιμη στο εμπόριο. Παρ' όλα αυτά η παραπάνω ορμόνη παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα όπως, δεν ανταποκρίνεται σε όλα τα είδη, η ποιότητα των παραγόμενων αυγών μπορεί να είναι χαμηλή, μπορεί να προκαλέσει αντίδραση ανοσοποίησης με αποτέλεσμα να μην ανταποκρίνονται τα ψάρια στην επόμενη αναπαραγωγική περίοδο. Μια δεύτερη ορμόνη που χρησιμοποιείται για την πρόκληση ωτοκίας στα ψάρια είναι η LH-Rha (luteinizing). Το μικρό μόριο της ορμόνης αυτής (10πεπτίδιο), ενεργεί στο γεννητικό αδένια προκαλώντας την απελευθέρωση των γοναδοτροπινών.

Η παραγωγή αυγών σε έναν ιχθυογεννητικό σταθμό πρέπει να είναι συνεχής. Για τη διασφάλιση της διαθεσιμότητάς τους και εκτός φυσικής ωτοκίας προκαλείται μια **περιβαλλοντική μετατόπιση της αναπαραγωγικής τους περιόδου** μέσω της **φωτοπεριόδου και θερμοπεριόδου**.

Οι γεννήτορες εδώ συνεχίζουν να διαβιούν σε περιβάλλον του φυσικού κύκλου των δώδεκα μηνών, αλλά μετατοπισμένο κατά τρεις ή τέσσερις μήνες. Έτσι, το αρχικό απόθεμα των γεννητόρων ομαδοποιείται και η κάθε ομάδα διατηρείται **σε χωριστό χώρο με την υποστήριξη τεχνητού φωτός** στις διάφορες κλίμακες φωτισμού της ημέρας. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται στα ψάρια η **εντύπωση** πως βρίσκονται σε εποχή του έτους διαφορετική από την πραγματική. Παράλληλα, με τη ρύθμιση του φωτισμού, προσαρμόζεται κατάλληλα και η θερμοκρασία.



Εικ. 1. Δεξαμενή μετατοπισμένης ωτοκίας

## Προγραμματισμός αποθεμάτων των γεννητόρων

Για τον καθορισμό του μεγέθους και της δομής του τμήματος των γεννητόρων πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα σύνολο διαφορετικών αλλά και αλληλοεξαρτώμενων παραμέτρων. Αρχικά, τίθεται ο επιθυμητός στόχος της παραγωγής του ιχθυογεννητικού σταθμού. Συγκεκριμένα, προγραμματίζεται ο αριθμός γόνου, το μέγεθός του, το είδος του και ο συγχρονισμός παράδοσής του. Ο προγραμματισμός της παραγωγής του αριθμού γόνου επιτυγχάνεται γνωρίζοντας το μέσο ποσοστό επιβίωσης ανά οντογενετικό στάδιο.

Τα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά των ειδών, όπως το μοντέλο του σεξουαλικού κύκλου, η παραγωγικότητα σε αυγά πρέπει επίσης να είναι γνωστά. Για να αντιμετωπισθεί οποιαδήποτε πιθανή έλλειψη αυγών κατά τη διάρκεια του ετήσιου παραγωγικού κύκλου ενός ιχθυογεννητικού σταθμού, προτείνεται ένα περιθώριο ασφάλειας στην επιλογή του μεγέθους αποθεμάτων των γεννητόρων.

Ο υπολογισμός της μέσης θηλυκής γονιμότητας αποτελεί έναν πρακτικό και αξιόπιστο δείκτη της παραγωγικότητας των γεννητόρων. Η βέλτιστη φυλετική και ηλικιακή δομή του τμήματος των γεννητόρων ποικίλει από είδος σε είδος. Άριστοι γεννήτορες για το λαβράκι (γονοχωριστικό είδος) θεωρούνται θηλυκά 5-8 ετών και αρσενικά 2-4 ετών. Για τη τσιπούρα (ερμαφρόδιτο είδος) η ηλικία διαφοροποιείται στα 2-5 έτη.

## Γονιμότητα

Ως γονιμότητα αναφέρεται ο αριθμός των γεννητικών προϊόντων (αυγά) ανά θηλυκό άτομο ή ανά κιλό θηλυκού ατόμου. Η εκτίμησή της μπορεί να γίνει είτε άμεσα με μέτρηση των παραγόμενων γεννητικών προϊόντων είτε έμμεσα με τον υπολογισμό του **γοναδοσωματικού δείκτη (GSI)**

$$\text{GSI} = (\text{Βάρος γονάδων} / \text{Καθαρό Βάρος σώματος}) * 100$$

ο οποίος δίνει και εικόνα της προόδου της γεννητικής ωρίμανσης των γονάδων.

Η καταμέτρηση των γεννητικών προϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί με την απομόνωση ενός αρσενικού και ενός θηλυκού ατόμου σε μια δεξαμενή και κατόπιν τη συλλογή όλων των παραγόμενων αυγών ή μετά τη θανάτωση του θηλυκού ατόμου λίγο πριν την περίοδο ωοτοκίας, με την εξέταση των γονάδων. Ο δεύτερος τρόπος εφαρμόζεται στις μελέτες αλιείας και όχι στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς λόγω της θανάτωσης των γεννητόρων. Γενικά, η γονιμότητα συσχετίζεται με το σωματικό μήκος και βάρος καθώς και με την ηλικία.

### **Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αυγών**

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των γεννητικών προϊόντων έχει καθιερωθεί να χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Η πρώτη σχετίζεται με διατροφικούς παράγοντες και κυρίως αναφέρεται στην **ποιότητα της χορηγούμενης τροφής** στους γεννήτορες.

Η δεύτερη κατηγορία σχετίζεται με τους μη διατροφικούς παράγοντες, εκ των οποίων οι σημαντικότεροι είναι:

- φωτοπερίοδος
- θερμοπερίοδος
- χειρισμοί των γεννητόρων
- όγκος δεξαμενών αποθεματοποίησης γεννητόρων
- χρόνος αιχμαλωσίας γεννητόρων
- ωοτοκία με ορμονική παρέμβαση
- ηλικία γεννητόρων
- γενεαλογική σχέση γεννητόρων
- γενετικοί παράμετροι

Η παρατήρηση και ανάλυση της ηθολογικής συμπεριφοράς των ειδών στο φυσικό τους περιβάλλον μπορεί να προσφέρει τη γνώση των απαιτήσεων του τμήματος γεννητόρων του εκάστοτε είδους.

## Θεματική ενότητα 3. ΕΜΒΡΥΑΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

### ΕΜΒΡΥΑΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

#### Μορφολογία αυγών ιχθύων

Σε αλατότητα 38-40‰, όπου συνήθως αναπτύσσεται σε παραγωγικές συνθήκες το εμβρυακό στάδιο των ποιο κοινών ως προς την εγχώρια ιχθυοκαλλιέργεια θαλάσσιων ειδών (τσιπούρα, λαβράκι, λιθρίνι, συναγρίδα, φαγκρί, μυτάκι, σαργός, μουρμούρι), τα αυγά τους **επιπλέουν (πελαγικά)** ή αλλιώς αναφέρουμε ότι εμφανίζουν επιφανειακή κατανομή (υπονευστονικά).

Αυτά έχουν σφαιρικό σχήμα, είναι διαφανή με ομογενή και άχρωμη λέκιθο, ενώ χαρακτηρίζονται και ως τελολεκιθικά (το έμβρυο αναπτύσσεται στην κορυφή, ζωικός πόλος, της λεκίθου). Διαθέτουν μια **άχρωμη σταγόνα λιπιδίων**, η οποία βρίσκεται στην περιφέρεια του αυγού.

Εξωτερικά το αυγό περιβάλλεται από μια **διπλή μεμβράνη (χορίο)**, της οποίας η συνοχή διακόπτεται από λεπτούς πόρους. Ένας από αυτούς, η μικροπύλη, θα επιτρέψει την είσοδο ενός σπερματοζωαρίου για τη γονιμοποίηση. Εσωτερικά του χορίου εντοπίζεται μια δεύτερη μεμβράνη, η **λεκιθική μεμβράνη**. Η διάμετρος των αυγών ειδών της οικογένειας Sparidae κυμαίνεται από 0.70 έως 1.16 mm, ενώ η διάμετρος της σταγόνας λιπιδίων κυμαίνεται από 0.16 έως 0.26 mm (*Πίνακας 1*). Έχει παρατηρηθεί ότι, το αυγό οποιουδήποτε είδους τείνει να μικραίνει όσο η διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας αυξάνεται.

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικές διαστάσεις των αυγών ειδών της οικ. Sparidae

ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΥΓΟΥ (mm)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΛΙΠΙΔΙΩΝ (mm)
<i>Sparus aurata</i> (Τσιπούρα)	0.92-1.04	0.18-0.26
<i>Pagellus erythrinus</i> (Λιθρίνι)	0.74-0.80	0.18-0.19
<i>Dentex dentex</i> (Συναγρίδα)	0.99-1.07	0.18-0.24
<i>Puntazzo puntazzo</i> (Μυτάκι)	0.72-0.97	0.18-0.20
<i>Lith. mormyrus</i> (Μουρμούρι)	0.70-0.82	0.16-0.22
<i>Diplodus sargus</i> (Σαργός)	0.90-1.16	0.18-0.26

Η εξέλιξη της εμβρυακής ανάπτυξης των πιο μελετημένων ειδών, κοινών ως προς την εγχώρια θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια (τσιπούρα, λαβράκι, λιθρίνι, συναγρίδα), ακολουθεί σε γενικές γραμμές σταθερό μοντέλο ως προς τη σειρά εκδήλωσης των διαφόρων αναπτυξιακών γεγονότων (Παράρτημα Α).

## **Οντογένεση εμβρύου ιχθύων**

### Γονιμοποίηση

Η πιο σημαντική ίσως διαδικασία κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής είναι η γονιμοποίηση. Γονιμοποίηση ονομάζουμε τη **συνένωση του ωαρίου με το σπερματοζωάριο, τη σύντηξη των προ-πυρήνων τους, συνδυασμός των χρωμοσωμάτων τους, και το σχηματισμό του ζυγωτού.**

Το ωάριο φαίνεται να ελκύει το σπερματοζωάριο μέσω μορίων τα οποία συντίθεται και εκχέονται από το ίδιο το ωάριο, τόσο προσανατολίζοντας όσο και ενεργοποιώντας το σπερματοζωάριο.

Κατά τη διάρκεια της γονιμοποίησης τρία κύρια γεγονότα επιτελούνται και με την εξής σειρά:

- ενεργοποίηση του σπερματοζωαρίου
- αντίδραση του φλοιού του ωαρίου
- σύντηξη του αρσενικού και θηλυκού προ-πυρήνα

Η είσοδος του σπερματοζωαρίου στο ωάριο προκαλεί οσμωτική κλίση και ποσότητα νερού αφήνεται να εισχωρήσει στον περιλεκιθικό χώρο. Ως περιλεκιθικός χώρος αναφέρεται η περιοχή μεταξύ του χορίου και της λεκιθικής μεμβράνης, στον οποίο θα λάβει χώρα η σύντηξη του αρσενικού και θηλυκού προ-πυρήνα. Οι πόροι του χορίου πλέον έχουν κλείσει, αποκλείοντας την είσοδο άλλων σπερματοζωαρίων.

### Αυλακώσεις - Μορίδιο - Βλαστίδιο

Μετά τη γονιμοποίηση ακολουθεί το στάδιο της αυλάκωσης όπου, μια αλληλουχία από κυτταρικές διαιρέσεις (αυλακώσεις ή κατατμήσεις) του ζυγωτού έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό του πρώιμου εμβρύου. Οι κυτταρικές διαιρέσεις πραγματοποιούνται σε διαφοροποιημένη περιοχή κυτοπλάσματος πάνω από τη λέκιθο και έτσι χαρακτηρίζονται ως μεροβλαστικές. Τα πρώτα κύτταρα που προκύπτουν από τις

πρώτες διαιρέσεις του ζυγωτού ονομάζονται βλαστομερίδια. Με την πρόοδο των διαιρέσεων, τα κύτταρα συνεχώς θα πολλαπλασιάζονται και θα γίνονται όλο και μικρότερα, ενώ το μέγεθος και το γενικότερο σχήμα του εμβρύου θα παραμένει το ίδιο. Ο ρυθμός των αυλακώσεων είναι τόσο ταχύς στο πρώιμο έμβρυο έτσι ώστε να γίνεται σύγκριση συχνά με το ρυθμό διαίρεσης των καρκινικών κυττάρων.

Πριν ολοκληρωθεί η πρώτη αυλάκωση ξεκινάει και η δεύτερη αυλάκωση παράλληλη στην πρώτη, με αποτέλεσμα την συνεχόμενη κατάτμηση του ζυγωτού όπου το μεταμορφώνει σε μια συμπαγή μάζα κυττάρων που μοιάζει με μούρο και ονομάζεται μορίδιο (στάδιο μοριδίου). Ενώ οι κυτταρικές αυλακώσεις συνεχίζονται και το έμβρυο είναι στο στάδιο του μοριδίου αρχίζουν κυτταρικές ανακατατάξεις. Στο ζωικό πόλο οι αλληπάλληλες αυλακώσεις σχηματίζουν μια κοιλότητα, το βλαστόκοιλο και ένα δίσκο, τον βλαστόδισκο. Εδώ το πρώιμο έμβρυο απαρτίζεται από κάποιες δεκάδες χιλιάδες κύτταρα και ονομάζεται βλαστόδερμα (στάδιο βλαστιδίου).

#### Γαστρίδιο-Νευρίδιο

Η γαστριδίωση χαρακτηρίζεται από εκτεταμένες και κατευθυνόμενες μετακινήσεις κυττάρων. Τα κύτταρα του βλαστοδέρματος κινούνται και εξαπλώνονται πάνω από τη λέκίθο προς το φυτικό πόλο (επιβολή). Εκεί με την πλήρη κάλυψη της λέκίθου θα δημιουργηθεί ένας μικρός πόρος, ο βλαστοπόρος. Στη συνέχεια, επιφανειακά κύτταρα περιελίσσονται, παρεμβάλλονται και εγκολπώνονται μέσα στα χείλη του βλαστοπόρου. Αποτέλεσμα αυτών των μετακινήσεων είναι η αναδιοργάνωση του εμβρύου και ο σχηματισμός των τριών βλαστικών στοιβάδων (εξώδερμα – μεσόδερμα – ενδόδερμα), των πρωτογενών ιστών του εμβρύου. Αυτές οι κυτταρικές ανακατατάξεις αποτελούν ένα πολύ κρίσιμο σημείο στην ανάπτυξη του εμβρύου μιας και η μετέπειτα μορφογένεση του οργανισμού εξαρτάτε από τον επιτυχή σχηματισμό των βλαστικών αυτών στοιβάδων. Εσωτερικότερα κύτταρα ακριβώς κάτω από τα επιφανειακά του βλαστοπόρου μεταναστεύουν προς το ζωικό πόλο κατά μήκος της εσωτερικής επιφάνειας του βλαστόκοιλου, δομώντας μια κοιλότητα. Η κοιλότητα αυτή ονομάζεται αρχέντερο (πρωτογενές έντερο). Σταδιακά, το αρχέντερο βαθαίνει και διαφοροποιείται (σχηματίζεται η νωτοχορδή, σωματικές κοιλότητες, σωμίτες, κ.α.), ενώ ο βλαστοπόρος μειώνεται σταθερά σε μέγεθος. Στο τέλος μια μικρή κάθετη σχισμή μαρτυρά το βλαστοπόρο και σηματοδοτεί τη λήξη της γαστριδίωσης.

Η νωτοχορδή επάγει το υπερκείμενο εξώδερμα στο σχηματισμό μιας επίπεδης πλάκας, της νευρικής πλάκας που από αυτή προέρχεται το νευρικό σύστημα (στάδιο νευριδίου). Η νευρική πλάκα έχει σχήμα αχλαδιού, είναι πεπλατυσμένη εμπρόσθια όπου θα σχηματίσει τον εγκέφαλο και στενότερη οπίσθια όπου θα σχηματίσει το νωτιαίο μυελό. Τα άκρα της νευρικής πλάκας ανασηκώνονται και σχηματίζουν πτυχές, τις νευρικές πτυχές. Καθώς το έμβρυο επιμηκύνεται, στο πλάι και κατά μήκος της σύμφυσης των νευρικών πτυχών, ένας κυτταρικός πληθυσμός που μοιάζει με τσαμπιά σταφύλια, οι νευρικές κρηπίδες, αρχίζει να μεταναστεύει σε διάφορα σημεία του εμβρύου για να διαμορφωθεί σε χρωματοφόρα, τρίχες, νύχια, μεσένχυμα, συνδετικός ιστός, χονδρίτης ιστός, μέρη του κρανίου, γάγγλια, κύτταρα Schwann των νευρώνων.

### Οργανογένεση Εμβρύου

Από την έναρξη της οργανογένεσης έως και την εκκόλαψη λαμβάνουν χώρα σχηματισμοί δομών και οργάνων (οργανογένεση) που θα οδηγήσουν στην τελική μορφοποίηση του εμβρύου. Το έμβρυο σταδιακά καλύπτει την περιφέρεια του αυγού. Τα πρώτα χρωμοκύτταρα κάνουν την εμφάνισή τους. Ο αριθμός των σωματιών αυξάνεται. Σε αυτό το στάδιο και στο πρόσθιο μισό του κορμού του εμβρύου αρχίζει να διακρίνεται ο σχηματισμός προπλασμάτων των οργάνων. Πριν το έμβρυο καλύψει τα 2/3 της περιφέρειας του αυγού κάνουν την εμφάνισή τους οι φακοί κρυσταλλίνης των ματιών, τα ακουστικά κυστίδια με τους ωτόλιθους, η στοματική κοιλότητα και οι οσφρητικοί λοβοί, στην περιοχή του ρύγχους, η καρδιά χωρίς όμως ακόμη να είναι λειτουργική και η πρωτογενής περιφερειακή πτερυγιοπτυχή, η οποία περιβάλλει τον κορμό του σώματος. Ο όγκος της λεκίθου μειώνεται καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες του εμβρύου (η λέκιθος αποτελεί τα πρώτα ενεργειακά αποθέματα του εμβρύου). Στο τέλος του σταδίου το έμβρυο καλύπτει πλέον ολόκληρη την περιφέρεια του αυγού, ενώ εμφανίζει έντονη κινητική δραστηριότητα. Ο όγκος της λεκίθου έχει μικρύνει αισθητά με το ουραίο τμήμα του σώματος να είναι αποκολλημένο. Στο σημείο αυτό η οργανογένεση έχει ολοκληρωθεί.



## Εκκόλαψη

Το έμβρυο εξέρχεται του αυγού με τη δράση ειδικών αδενικών κυττάρων, τα οποία βρίσκονται στην κεφαλή του και εκκρίνουν πρωτεολυτικά ένζυμα. Η παραπάνω έκκριση συντελεί στην τοπική διάλυση του χορίου, όπου στη συνέχεια με παλλόμενες κινήσεις της κεφαλής ανοίγει η έξοδος από την οποία θα ελευθερωθεί η λεκιθοφόρα νύμφη. Η διάρκεια της περιόδου επώασης, ο χρόνος δηλαδή που απαιτείται για την οντογένεση του αυγού από την γονιμοποίηση μέχρι την εκκόλαψη της λεκιθοφόρας νύμφης, διαφοροποιείται με τη θερμοκρασία, το μέγεθος του αυγού και το ποσοστό της περιεχόμενης λεκίθου.

Από όλα τα στάδια πιο είναι σημαντικότερο;

Η ιστορία της Ιχθυολογίας έχει ήδη καταγράψει την απάντηση στην έκφραση του Lewis Wolpert (1986), ενός από τους σημαντικότερους μελετητές των μορφογενετικών πεδίων:

*όχι η γέννηση, ο γάμος (αναπαραγωγή) ή ο θάνατος αλλά  
η γαστριδίωση είναι η πιο σημαντική στιγμή στη ζωή.*

### **Κριτήρια ποιότητας αυγών και παράγοντες που την επηρεάζουν**

Η ποιότητα των αυγών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους περιοριστικούς παράγοντες για την επιτυχή μαζική παραγωγή ιχθυδίων. Παρόλα αυτά, τα προβλήματα της ποιότητας των αυγών ελάχιστα έχουν μελετηθεί. Στις περισσότερες επιστημονικές έρευνες ως κυριότερα κριτήρια ποιότητας των αυγών έχουν θεωρηθεί τα εξής:

- ποσοστό γονιμοποίησης
- ποσοστό εκκόλαψης
- ποσοστό υπερώριμων αυγών
- επιβίωση στα μετέπειτα αναπτυξιακά στάδια
- μορφολογία αυγών (αυλακώσεις, περιλεκιθικός χώρος, σταγόνες λιπιδίων, διαφάνεια)
- μορφολογία νυμφών
- μέγεθος αυγών
- χημική σύσταση (χρωματισμός, βιταμίνη C, ανόργανα και οργανικά συστατικά)
- χρωμοσωμικές ανωμαλίες

Ως σημαντικότεροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των αυγών κατά τη μαζική παραγωγή τους έχουν καταγραφεί οι:

- διαχείριση γεννητόρων (διατροφικοί και μη διατροφικοί παράμετροι)
- περιβαλλοντικοί παράγοντες (φυσικοχημική σύσταση νερού, ρύπανση)
- συγκέντρωση αυγών κατά την επώαση

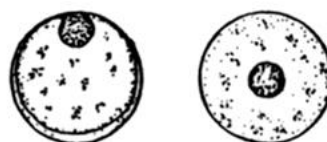
### **Καλλιεργητικοί χειρισμοί**

Το εμβρυακό στάδιο διαρκεί περίπου δύο ημέρες για τη τσιπούρα στους 21-22°C και τρεις ημέρες για το λαβράκι στους 18-19°C. Για την επώαση των αυγών χρησιμοποιούνται κυλινδροκωνικές δεξαμενές, συνήθως πολυεστερικές. Οι κυριότερες συνθήκες επώασης χαρακτηρίζονται από τα εξής στοιχεία:

- αερισμός έντονος
- φωτισμός χαμηλός
- καθαρισμός σχολαστικός
- ρυθμός ανανέωσης νερού 100% ανά ώρα



Γονιμοποίηση



Πρώτη αυλάκωση



Δεύτερη αυλάκωση



Αυλάκωση παραλ. στη δεύτερη



Αυλάκωση παραλ. στη πρώτη

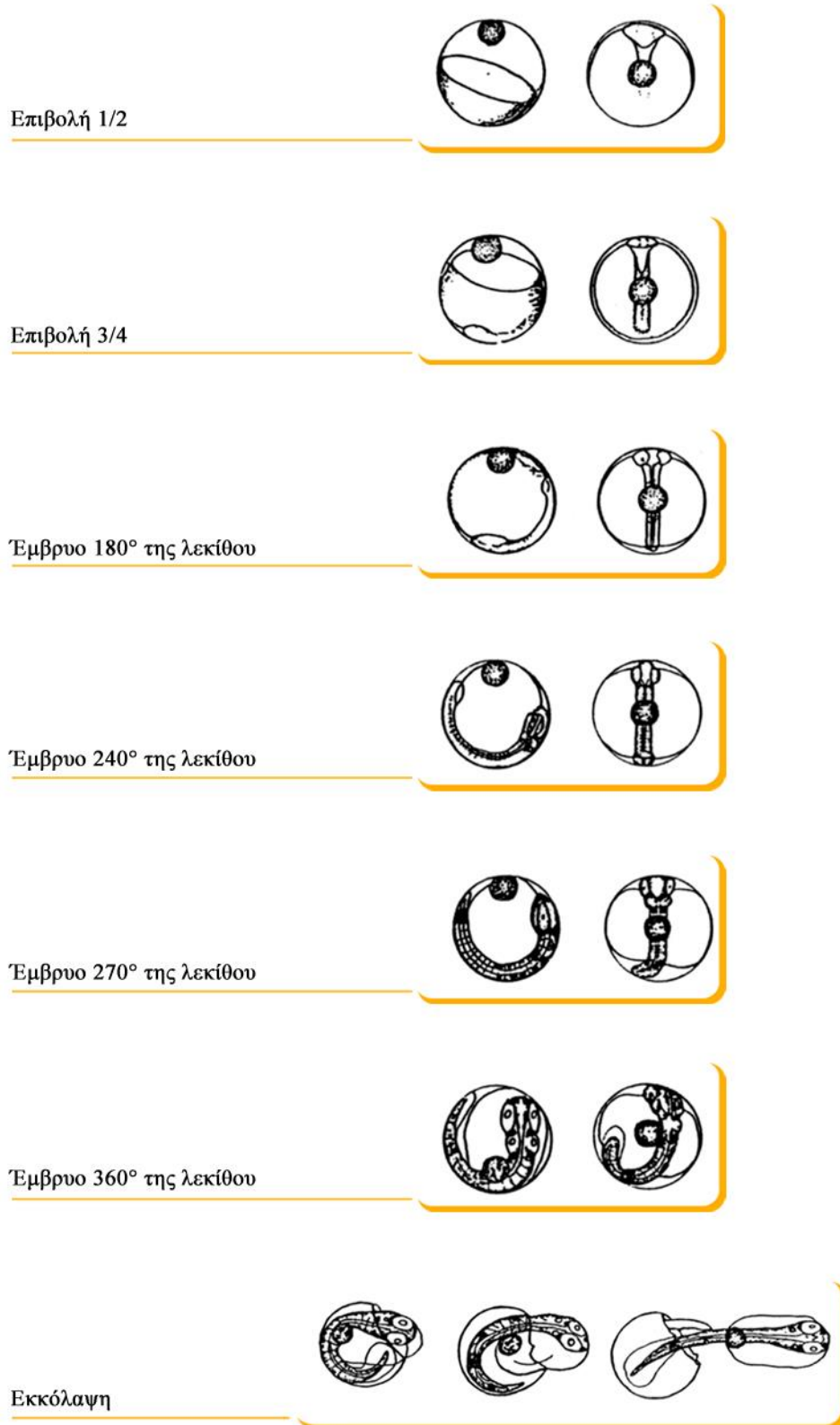


Μορίδιο



Σχηματισμός βλαστόδισκου





**Εικόνα 1.** Σχηματική απεικόνιση των αναπτυξιακών σταδίων κατά την εμβρυογένεση των ιχθύων.

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΡΟΦΗΣ:

**FC** or **FCR**, feed conversion, συντελεστής εκμετάλλευσης ή μετατρεψιμότητας τροφής:

πόση τροφή δώσαμε στο ψάρι ανά μονάδα τελικής αύξησης βάρους,  
=κατανάλωση τροφής/αύξηση βάρους.

**FE%**, feed efficiency %, αξιοποίηση της τροφής %:

είναι αντίστροφο του FCR,  
=(αύξηση βάρους/κατανάλωση τροφής)×100.

**SGR**, specific growth rate, ειδικός ρυθμός αύξησης:

Διαφορά τελικού με αρχικό βάρος (ln) σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (ημέρες),

$$=((\ln(W_{\text{final}})-\ln(W_{\text{initial}}))/t)\times 100$$

**PPV%** protein productive value, % αξιοποίηση της πρωτεΐνης:

$$=((\text{τελική πρωτεΐνη}-\text{αρχική πρωτεΐνη})/\text{κατανάλωση πρωτεΐνης})\times 100$$

**PER**, protein efficiency ratio, λόγος αξιοποίησης της πρωτεΐνης:

ανά μονάδα κατανάλωσης πρωτεΐνης πόση αύξηση βάρους έχουμε,  
=αύξηση βάρους/ κατανάλωση πρωτεΐνης.