



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ιχθυολογία

Ενότητα 2^η. Αναπαραγωγή (Διάλεξη 1^η)

Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Αναπλ. Καθηγήτρια
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

Τύποι αναπαραγωγής ιχθύων 1/3

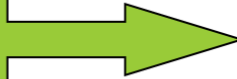
Εγγενής

- Αμφιγονική
- Ερμαφροδιτική
- Παρθενογενετική



Τύποι αναπαραγωγής ιχθύων 2/3

**Αμφιγονική
αναπαραγωγή**



τα δύο φύλα
και οι γαμέτες
είναι διαχωρισμένα
Γονοχωριστικά είδη

**Ισορροπημένος
Ερμαφροδιτισμός**



ταυτόχρονη παρουσία,
στο ίδιο άτομο,
αρσενικών και θηλυκών
γεννητικών οργάνων

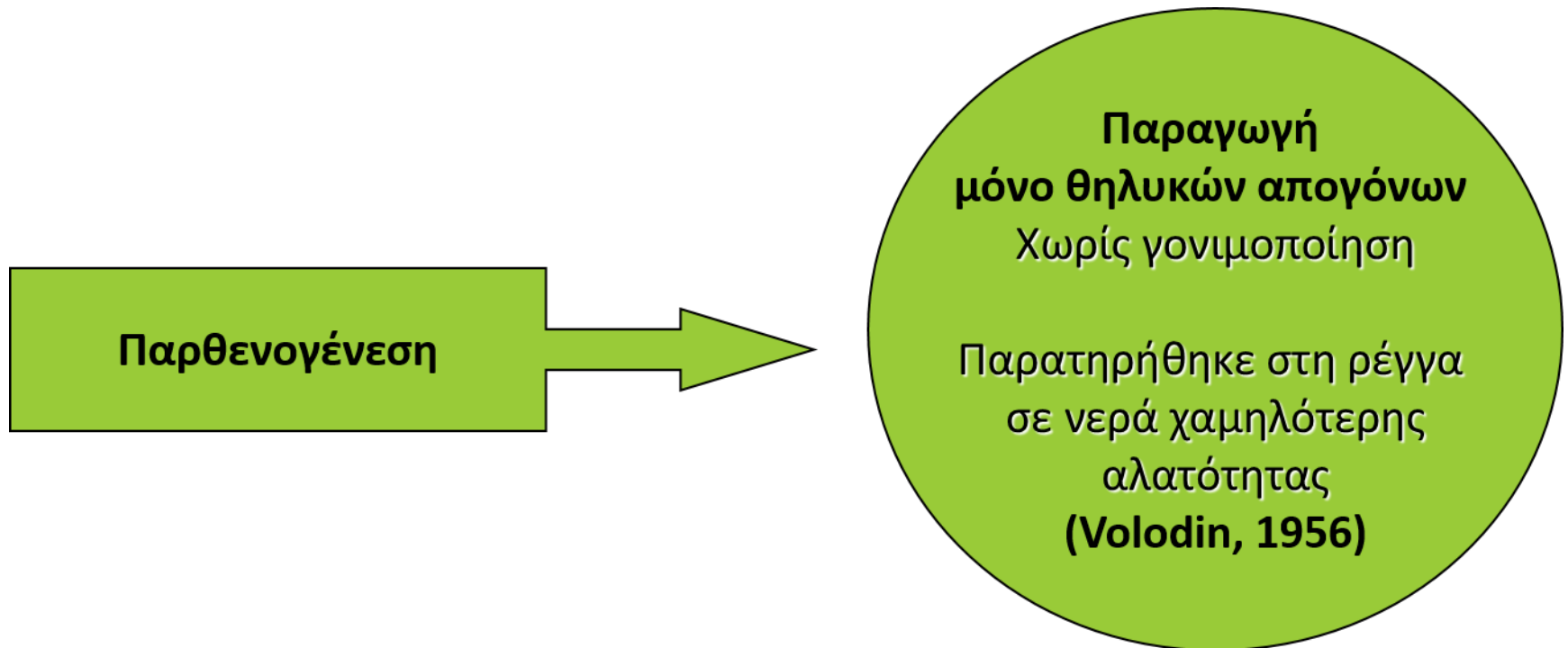
**Ασύγχρονος
Ερμαφροδιτισμός**



τα άτομα ξεκινούν
τη ζωή τους ως αρσενικά
και μετατρέπονται σε θηλυκά
ή το αντίστροφο
Αναστροφή φύλου



Τύποι αναπαραγωγής ιχθύων 3/3



Αναπαραγωγικό σύστημα

Αποτελείται :

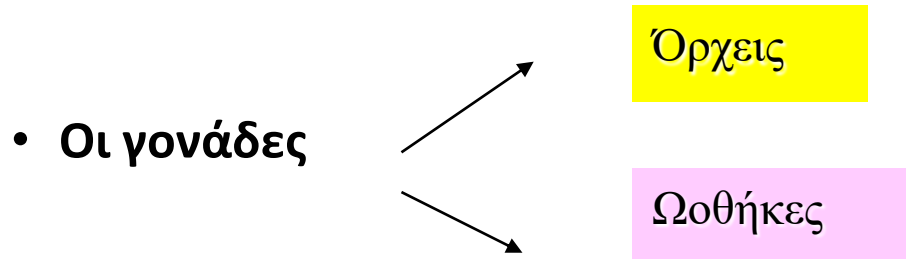
από όργανα μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η αναπαραγωγή

Περιλαμβάνει :

- τις γονάδες,
- τους γεννητικούς αγωγούς
- τους αδένες.



Αναπαραγωγικά Όργανα Τελεόστων Ιχθύων 1/2

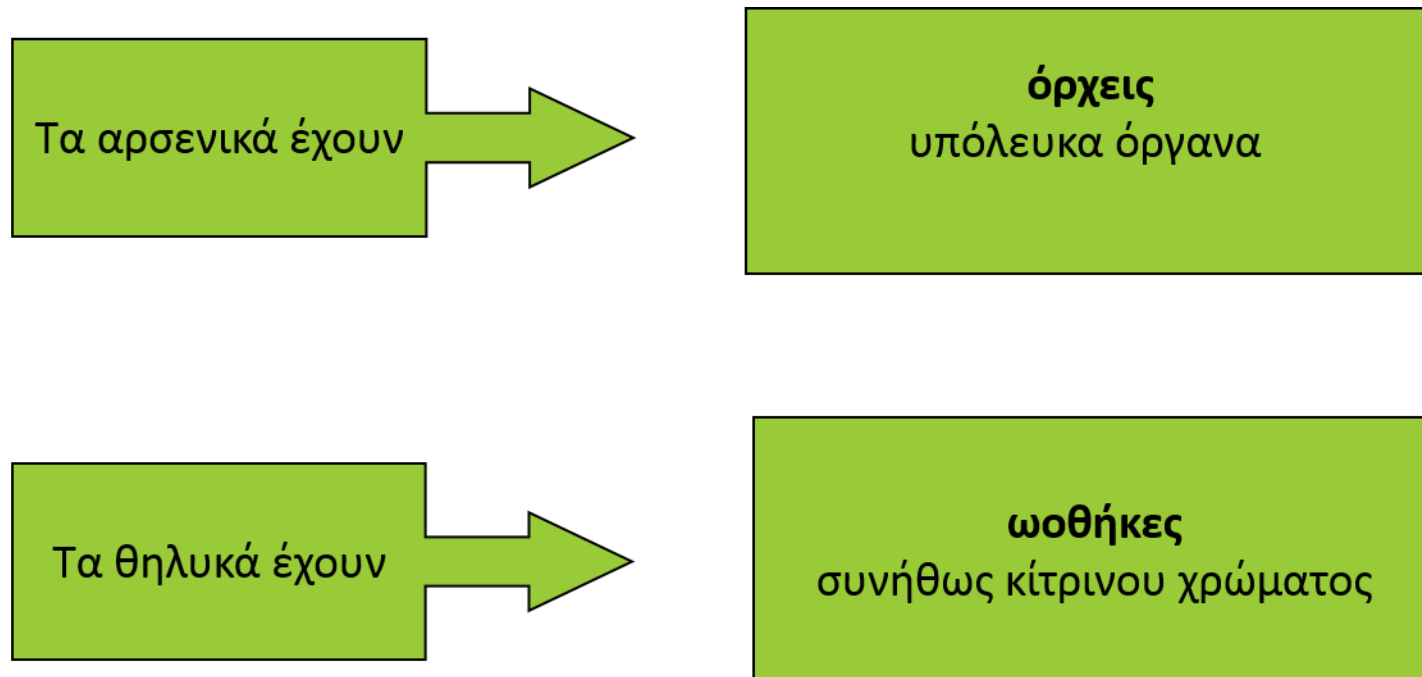


έχουν διπλό ρόλο:

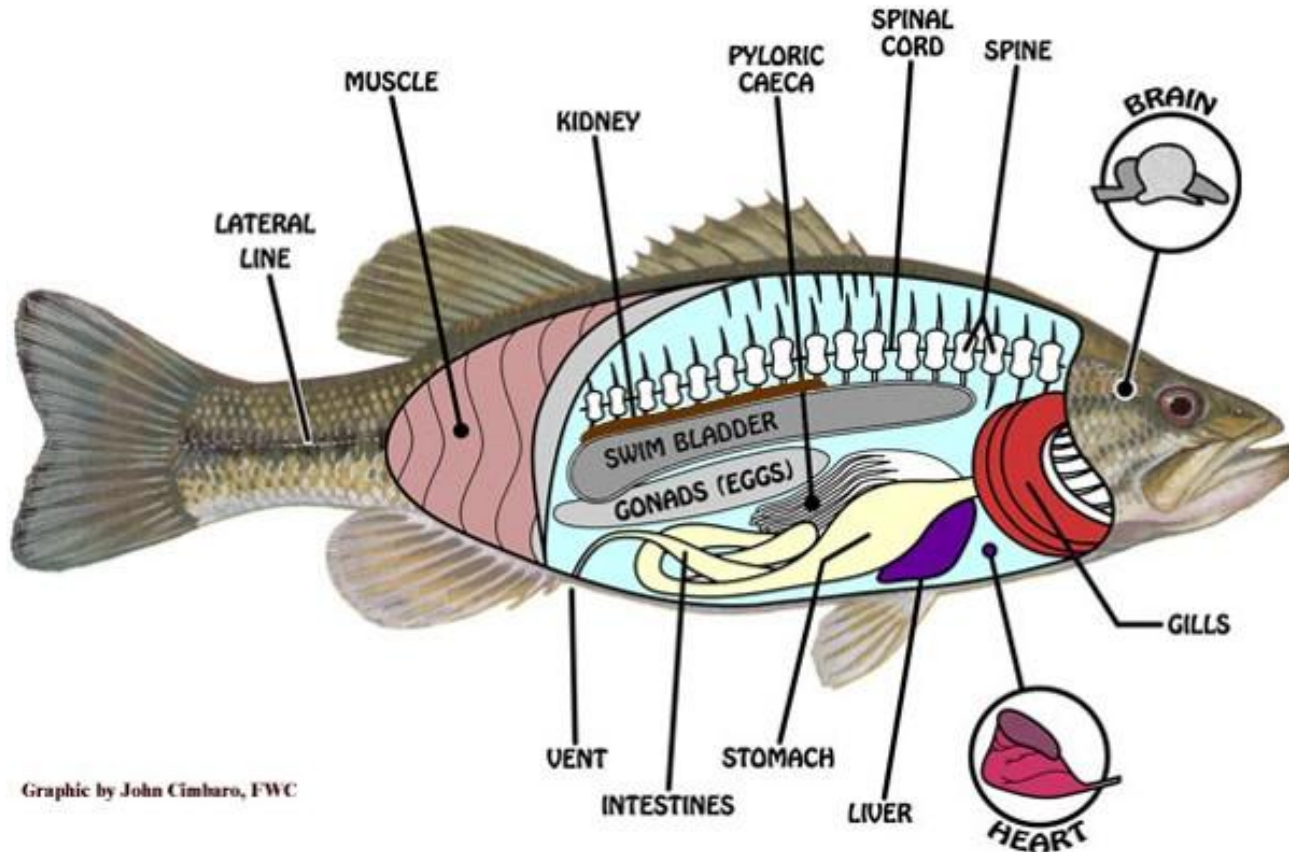
- την παραγωγή των **γεννητικών προϊόντων** (σπέρμα, ωοκύτταρα)
- τη σύνθεση και έκκριση των **στεροειδών ορμονών** που επηρεάζουν
 - τη γοναδική ανάπτυξη,
 - τα δευτερογενή χαρακτηριστικά του φύλου και
 - τη σεξουαλική συμπεριφορά.



Αναπαραγωγικά Όργανα Τελεόστων Ιχθύων 2/2



Εσωτερική μορφολογία



Graphic by John Cimbaro, FWC

3



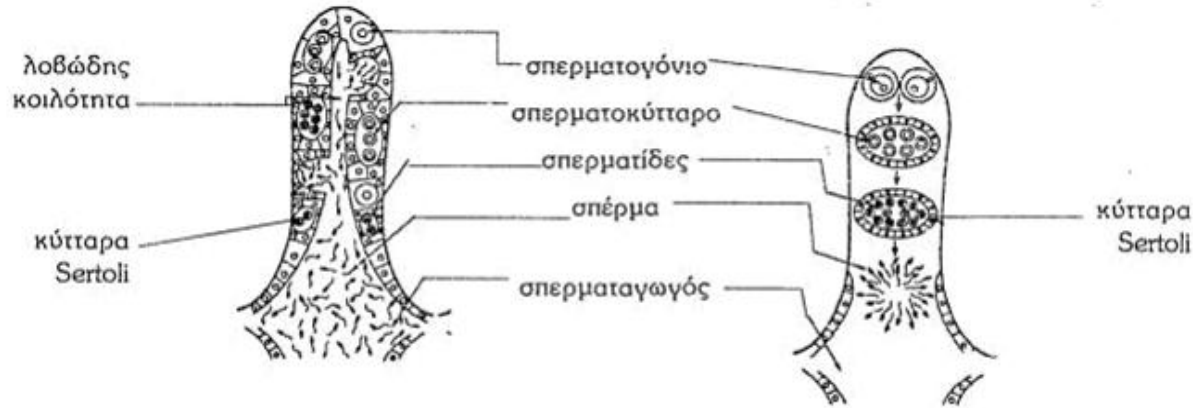
Σπερματογένεση

Τα στάδια της σπερματογένεσης είναι κοινά σε όλα τα σπονδυλόζωα και περιλαμβάνει:

1. τον μιτωτικό πολλαπλασιασμό των **σπερματογονίων**,
2. για το σχηματισμό των **πρωτογενών σπερματοκυττάρων**
3. την πρώτη μειωτική διαίρεση που δίνει τα **δευτερογενή σπερματοκύτταρα**.
4. τη δεύτερη μειωτική διαίρεση, που δημιουργεί τις **σπερματίδες**,
5. οι οποίες στη συνέχεια διαφοροποιούνται στα **σπερματοζωάρια**.

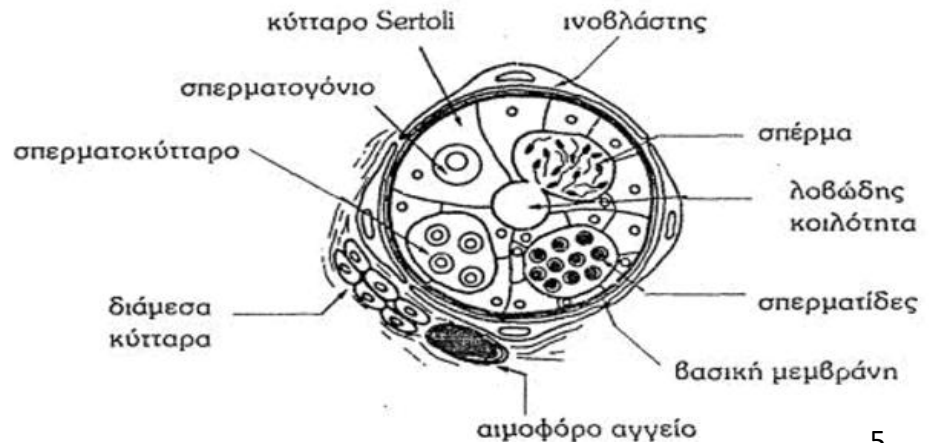


Δομή όρχεων Τελεόστεων



4

Τομή σπερματικού σωληνάριου
 - Ορχικά κυστίδια
 σε διάφορα στάδια ωρίμανσης



5

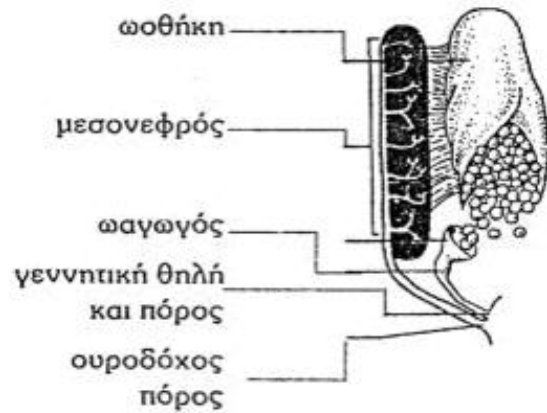


Ωογένεση

- **Πρωτογενής αύξηση των ωοκυττάρων**
(ωογόνια - πρωτογενή ωοκύτταρα)
- **Δευτερογενής αύξηση των ωοκυττάρων**
(εμφάνιση και αύξηση λεκιθικών κυστιδίων δηλ. λεκιθογένεση)
- **Ωρίμανση των ωοκυττάρων**
(μέγιστο μέγεθος, ενυδάτωση)
- **Ωορρηξία**
(ελευθέρωση στη λοβώδη κοιλότητα και κατόπιν στο περιβάλλον)
- **Ωοθυλακική ατρησία**
(απορρόφηση-καταστροφή του απομένοντος ωοθυλακίου)

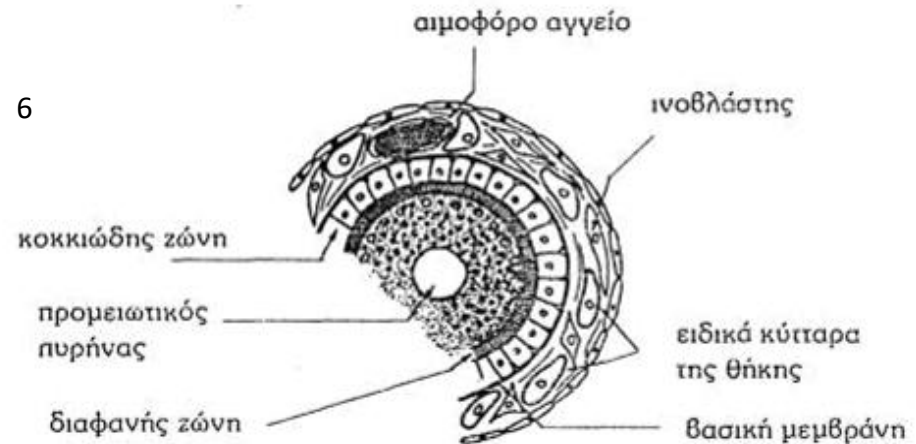


Δομή ωοθηκών Τελεόστεων



Τομή ωοκυττάρου

- Μέσα στην ωοθήκη πολυεδρικά

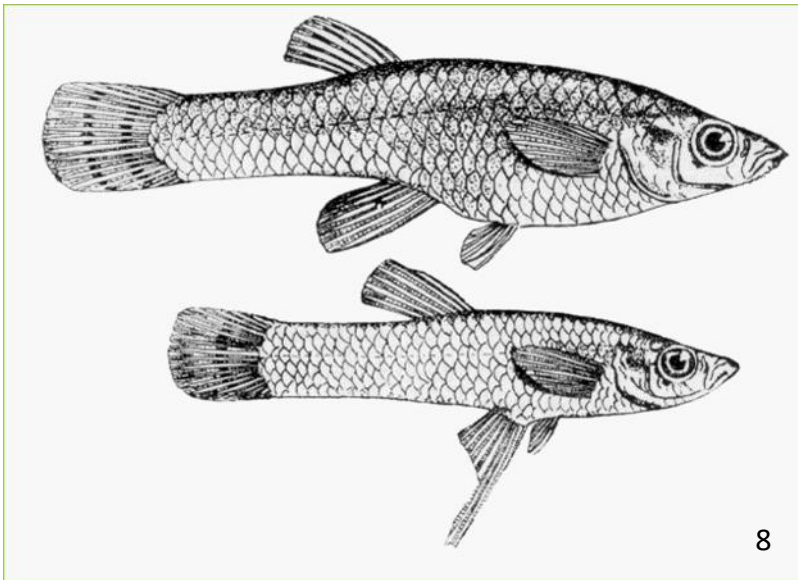


7



Μορφολογικές αλλαγές κατά την εσωτερική γονιμοποίηση

Gambusia affinis



ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

- ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ
 - ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ
- Το αρσενικό είναι εφοδιασμένο με γονοπόδιο που χρησιμοποιείται σαν όργανο εισαγωγής του σπέρματος στο σώμα του θηλυκού.
 - Το εδρικό πτερύγιο επιμηκύνεται σε ένα όργανο σύζευξης (γονοπόδιο).



Αυγά ψαριών 1/3

- **Μέγεθος**

(0.6-5.5 cm) εξαρτάται

από τη διατροφή, το μέγεθος, την ηλικία του ψαριού, τη διάρκεια της αναπαραγωγής.

- **Σχήμα**

(σφαιρικό, σπάνια ελλειπτικό, κυλινδρικό, ραβδόμορφα).



Αυγά ψαριών 2/3

- **Περιβάλλον**

πελαγικά: μικρά, ελαφριά, διαφανή, ελεύθερα ή συγκολλημένα (πλαγκτό)

βενθικά: ελεύθερα ή συγκολλημένα ή προσκολλημένα (στο βυθό κοντά στις ακτές)

βαθυπελαγικά: μεγάλη πυκνότητα (ηπειρωτική κρηπίδα)



Αυγά ψαριών 3/3

- **Συστηματικοί χαρακτήρες των αυγών**

σχήμα και μέγεθος

διάμετρος

εξωτερική υφή κάψας

σταγόνα ελαίου, περιλεκιθικός χώρος

λέκιθος και έμβρυο

χρωστικές και χρωματοφόρα κύτταρα



Γονιμότητα και Αναπαραγωγική ικανότητα 1/2

- **Γονιμότητα**

Είναι το μέτρο της πιθανότητας για επιτυχή διασταύρωση μεταξύ των δύο φύλων, η οποία θα δώσει βιώσιμους απογόνους.

Γονιμότητα ενός ατόμου: είναι ο αριθμός των αυγών που γεννιούνται από αυτό στη μονάδα του χρόνου (ανά έτος)

Γονιμότητα ενός είδους: ορίζεται ως η μέση τιμή της γονιμότητας των επί μέρους ατόμων (στατιστικό δείγμα)

Scomber scombrus 40×10^4

Solea solea 15×10^4

Η γονιμότητα και το μέγεθος των αυγών συνδέονται αντίστροφα



Γονιμότητα και Αναπαραγωγική ικανότητα 2/2

- **Αναπαραγωγική ικανότητα ή παραγωγικότητα**
είναι η δυνατότητα ενός ατόμου να παράγει λειτουργικά γεννητικά κύτταρα.



Ερμαφροδιτισμός

- σύγχρονη ωρίμανση γαμετών (ορχεωθήκη)
- ικανά να αυτογονιμοποιούνται,
- παρόλα αυτά ζευγαρώνουν με ένα ή περισσότερα άλλα άτομα,
- εξασφαλίζοντας έτσι τη γονιμοποίηση από διαφορετικά άτομα
- εμφανίζεται και σε είδη της βαθύαλης ζώνης, ως προσαρμογή στο σκοτάδι
- (δύσκολη την συνάντηση των δύο φύλων)



Serranus scriba



Serranus subligarius



Αναστροφή φύλου

- Συμβαίνει σε αρκετές ομάδες θαλάσσιων ψαριών, είναι πιο διαδομένη ανάμεσα στους χάνους, ροφούς, παπαγαλόψαρα και χειλούδες.
- **Πρωτερανδρικά (π.χ. τσιπούρα)**
- **Πρωτόγυνα (π.χ. λιθρίνι)**
- Τα ψάρια αυτά έχουν αναπτύξει πολύπλοκες αναπαραγωγικές στρατηγικές, πχ. Ανεμονόψαρα.



Ερμαφροδιτισμός και αλλαγή φύλου 1/4

- Οι παπαγάλοι της θάλασσας και οι λάβροι έχουν **τρία φύλα** !
 - θηλυκά,
 - αρσενικά και
 - αρσενικά που ήταν κάποτε θηλυκά και άλλαξαν φύλο.
- Όταν ο αρσενικός αποσπαθεί, τότε το ισχυρότερο θηλυκό της ομάδας αλλάζει φύλο.



- Οι **επινέφελοι** αρχίζουν τη ζωή τους σαν θηλυκά και μετά γίνονται αρσενικά.

Πρωτόγυνα



Ερμαφροδιτισμός και αλλαγή φύλου 2/4

- **Στον προβατοκέφαλο** τα μικρά αρσενικά έχουν το ίδιο χρώμα με τα θηλυκά και κανονικούς όρχεις.
- Τα μεγάλα αρσενικά έχουν ζωηρότερο χρώμα (ήταν θηλυκά που άλλαξαν φύλο).
 - Σε πολλά είδη πέρκας τα άτομα διαθέτουν και αρσενικές και θηλυκές γονάδες **ορχεωθήκη**, και μπορούν να αυτογονιμοποιούνται.



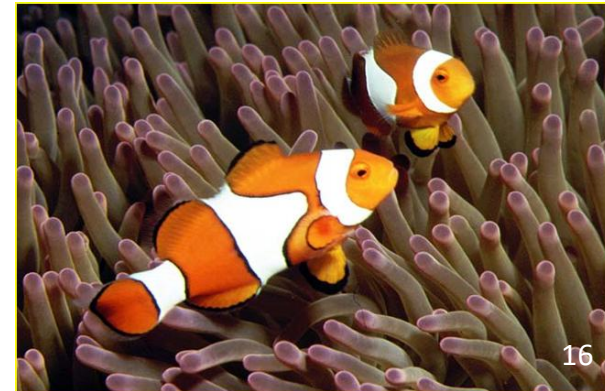
Ερμαφροδιτισμός και αλλαγή φύλου 3/4

- όλα τα άτομα ξεκινούν ως αρσενικά
- Κάθε θαλάσσια ανεμώνη κατοικείται από ένα μόνο μεγάλο θηλυκό που ζευγαρώνει μόνο με ένα μεγάλο κυρίαρχο αρσενικό
- Όλα τα άλλα ψάρια που ζουν στην ανεμώνη είναι μικρά μη αναπαραγόμενα αρσενικά
- Αν το θηλυκό εξαφανιστεί ή απομακρυνθεί πειραματικά, τη θέση της παίρνει ο σύντροφος της, ο οποίος γίνεται θηλυκό άτομο
- Το μεγαλύτερο από τα μικρά μη αναπαραγόμενα αρσενικά γίνεται το καινούριο κυρίαρχο αρσενικό
- Το νέο θηλυκό μπορεί να αρχίσει να γεννάει 26 μέρες μετά την αλλαγή του φύλου του

- Σε μερικά είδη **ανεμονόψαρων**



Amphiprion sebae



Amphiprion percula



Ερμαφροδιτισμός και αλλαγή φύλου 4/4

- Ένα αρσενικό με πολλά θηλυκά
- Αν το αρσενικό εξαφανιστεί, το μεγαλύτερο κυρίαρχο θηλυκό αμέσως συμπεριφέρεται ως αρσενικό και σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα αλλάζει χρώμα και μετατρέπεται σε αρσενικό.

- Σημαντική οικονομία πόρων,

λιγότερα αρσενικά για την αναπαραγωγή → αφού ένα αρσενικό μπορεί να γονιμοποιήσει πολλά θηλυκά.

Τα βοηθητικά αρσενικά δε θα είχαν πρόσβαση στα θηλυκά και έτσι γίνονται θηλυκά και παράγουν ωάρια.

Τα αρσενικά μερικών *Labridae* δημιουργούν "χαρέμια" θηλυκών



Y. Sakai, M. Kohda, T. Kuwamura, 2001



Παρθενογένεση

- Στην *Poecilia mexicana* υπάρχουν 2 είδη θηλυκών,
 - αυτά που γενούν απογόνους και των 2 φύλων και
 - αυτά που γεννούν μόνο θηλυκά.



- Το *Amazon mollienesia*, περιλαμβάνει μόνο θηλυκά άτομα.

Δεν χρειάζονται γονιμοποίηση από το αρσενικό.

Η διέγερση των αυγών γίνεται με σπέρμα άλλου είδους (γυνογένεση).



Αναπαραγωγικά πρότυπα

- **Ωοτοκία**
(γονιμοποίηση εσωτερική, εξωτερική)
- **Ωοζωοτοκία**
(γονιμοποίηση εσωτερική)
- **Ζωοτοκία**
(γονιμοποίηση εσωτερική)



Στρατηγικές αναπαραγωγής

- **ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ R:**

γέννηση τεράστιου αριθμού απογόνων.

- το σκουμπρί γεννά 100.000 αυγά την φορά.
- Ο μπακαλιάρος 1.000.000, ενώ
- το φεγγαρόψαρο 28.000.000 !

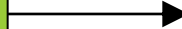
- **ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ K:**

- εσωτερική γονιμοποίηση
- λίγοι απόγονοι, μεγάλη φροντίδα.
- Διάφορα είδη πέρκας
- οι ζωοτόκοι καρχαρίες



Περίοδος Ωοτοκίας

Παραγωγή γαμετών



Σε ετήσια βάση
Συγκεκριμένη χρονική περίοδος
Διαφορετική για κάθε είδος

- Και τα δύο φύλα πρέπει να απελευθερώσουν τους γαμέτες τους την ίδια στιγμή.
- **Απελευθέρωση γαμετών** και **προνυμφική ανάπτυξη** συμβαίνει τη χρονική περίοδο με τις πιο ευνοϊκές συνθήκες.

*σημαντικοί παράγοντες για ψάρια που πραγματοποιούν μακρινές μεταναστεύσεις.



Αναπαραγωγή: μια σύνθετη διαδικασία

Περιλαμβάνει τις διαδικασίες:

- **Ενδογενών μηχανισμών**
κύρια ενδοκρινολογικών και γενετικών.
- **Εξωτερικών παραγόντων**
κλιματολογικών, μετεωρολογικών, υδρογραφικών,
ανθρωπογενών.
- **Εξωτερικών παραγόντων (φερορμόνες)**
με προέλευση εν μέρει ενδοκρινή .



Τέλος Παρουσίασης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών,
Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Επίκουρη Καθηγήτρια. «Ιχθυολογία. Ενότητα
2. Αναπαραγωγή Ιχθύων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL101/>.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 1/3

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1.** Σύνδεσμος:<http://www.aquazone.gr/forums/topic/80403-%CE%B6%CF%89%CE%BF%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%B1-%CF%88%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%B1/>. Πηγή: <http://www.aquazone.gr>.
- **Εικόνα 2.** LEUK SENEGAL | Plus d'actualité. Σύνδεσμος:<http://www.leuksenegal.com/blog/images-et-faits-bizarres.com/index.php/archives/item/25750-le-molly-taupe-un-poisson-qui-deviendrait-homosexuel-pour-s%C3%A9duire-les-femelles>. Πηγή: <http://www.francetvinfo.fr/>.
- **Εικόνα 3.** Graphic by John Cimbaro, FWC. © 1996-2015 Lake Productions, LLC. All Rights Reserved. Σύνδεσμος: <http://www.kentuckylake.com/fishing/anatomy.shtml#.Vb3IYsCqqko>. Πηγή: <http://www.kentuckylake.com/>.
- **Εικόνα 4, 5, 6, 7.** Copyrighted.
- **Εικόνα 8.** © De Girolamo 2015. Σύνδεσμος: <http://www.degirolamo.it/en/acquariofilia/acquariofilia-schede/pesci-acqua-dolce/240-gambusia-affinis.html>. Πηγή: <http://www.degirolamo.it/>.
- **Εικόνα 9.** © copyright 2015 FishFinder.gr All Rights Reserved. © Dengine v3. Σύνδεσμος:<http://www.fishfinder.gr/Articles.asp?p=4&c=48-170-Null&l=> Πηγή: <http://www.fishfinder.gr/>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/3

- **Εικόνα 10.** Aquaflux Aquarismo e Aquaraisagismo © 2008 / 2015. Σύνδεσμος: http://www.aquaflux.com.br/peixes_marinhos.php?pageNum_peixe_marinho=25. Πηγή: <http://www.aquaflux.com.br/>.
- **Εικόνα 11** . Ψάρια Ελλάδα Αυτή η σελίδα προστατεύεται από το νόμο περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Σύνδεσμος:<http://www.explorecrete.com/greek/fish-1gr.html>. Πηγή: <http://www.explorecrete.com/>.
- **Εικόνα 12** . © 2013 Gencer Ozdemir. Σύνδεσμος:http://s148.photobucket.com/user/underworld2007/media/Orfoz-Epinephelus-guaza_zpsr3op0ue2.jpg.html. Πηγή: <http://s148.photobucket.com/>.
- **Εικόνα 13.** Copyrighted.
- **Εικόνα 14.** Πέρκα Serranus scriba. © 2015 NaturaGraeca.com All Rights Reserved. Σύνδεσμος:<http://www.naturagraeca.com/ws/197,259,1,%CE%A8%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%B1&page=2>. Πηγή: <http://www.naturagraeca.com/>.
- **Εικόνα 15.** Amphiprion sebae. Picture by Field, R. Σύνδεσμος: <http://fishbase.org/summary/Amphiprion-sebae.html>. Πηγή: <http://fishbase.org>.
- **Εικόνα 16.** Amphiprion percula. © 2008 Zivazeme.cz. Σύνδεσμος: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/klaun-zdobeny>. Πηγή: <http://zivazeme.cz/>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/3

- **Εικόνα 17.** Labroides dimidiatus. Photo by Field R. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License. Σύνδεσμος: <http://www.fishbase.org/photos/PicturesSummary.php?StartRow=0&ID=5459&what=species&TotRec=16>. Πηγή: <http://www.fishbase.org>.
- **Εικόνα 18.** Cleaner Common Wrasse (Labroides dimidiatus). © JJPhoto.dk. Σύνδεσμος: <https://reefapp.net/en/lex/details/labroides-dimidiatus>. Πηγή: <https://reefapp.net>.
- **Εικόνα 19.** Web&Design © 2004 Roman Slaboch. Σύνδεσμος: <http://www.akvarium.cz/1899/pages/text/recent/slaboch/ometepe/ometepe.htm>. Πηγή: <http://www.akvarium.cz>.
- **Εικόνα 20.** Poecilia Formosa. Chad Thomas ©. Σύνδεσμος: <http://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=856>. Πηγή: <http://nas.er.usgs.gov>.
- **Εικόνα 21.** ID 37267002 © Tracey King | Dreamstime.com. Σύνδεσμος: <http://gr.dreamstime.com/%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BA-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1-%CF%88%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CF%89%CE%BF%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CE%B5%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CF%8E%CE%BD-%CE%BC%CE%B1%CF%87%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%BF%CE%B2%CE%B3%CE%B1-%CF%84%CF%8E%CE%BD-image37267002>. Πηγή: <http://gr.dreamstime.com>

