



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία II

Ενότητα 3η: Δομικές και Λειτουργικές
Προσαρμογές Ιχθύων

Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Επίκουρη Καθηγήτρια
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

Τι είναι οι προσαρμογές;

- Είναι οι **αλλαγές** που οδηγούν ένα πληθυσμό ψαριών να ανταποκρίνεται καλύτερα στις συνθήκες του περιβάλλοντος που ζει.
 - Π.χ. ο τρόπος που τα ψάρια κολυμπάνε,
 - αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους,
 - συλλαμβάνουν την τροφή τους,
 - προσελκύουν τους συντρόφους τους κ.λ.π.
- Αποτελούν το αναμενόμενο αποτέλεσμα μιας διαδικασίας, η οποία συσσωρεύει τα πιο ευνοϊκά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στον πληθυσμό, κατά τη διάρκεια μεγάλων περιόδων του εξελικτικού χρόνου.



Θα συζητηθούν οι προσαρμογές των ψαριών

- Μετακίνηση στο νερό
- Ουδέτερη πλευστότητα
- Ακοή
- Αναπνοή
- Ωσμωτική ρύθμιση
- Διατροφική συμπεριφορά
- Μετανάστευση
- Αναπαραγωγή και αύξηση



Μετακίνηση στο νερό



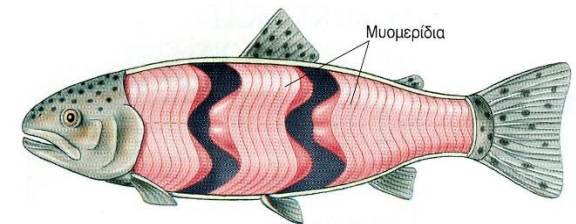
Πόσο γρήγορα κολυμπούν τα ψάρια; 1/2

- Το νερό είναι ένα μέσο το οποίο, εξαιτίας της υψηλής του αντίστασης στην κίνηση, δε διευκολύνει την μετακίνηση.
- Μερικά ψάρια κολυμπούν με απίστευτα μεγάλες ταχύτητες.
- Τα περισσότερα ψάρια, μπορούν να κολυμπήσουν έως 10 φορές περίπου το μήκος του σώματός τους ανά δευτερόλεπτο.
- Μια πέστροφα μήκους 30 cm, μπορεί να κολυμπήσει γύρω στα 10,4 km/ώρα.
- Ένας τόννος 66 km/ώρα, ένας ξιφίας 110 km/ώρα.
- Γενικός κανόνας: **όσο μεγαλύτερο είναι το ψάρι, τόσο γρηγορότερα κολυμπά.**



Πόσο γρήγορα κολυμπούν τα ψάρια; 2/2

- Ο προωθητικός μηχανισμός ενός ψαριού είναι οι μύες του κορμού και της ουράς του.
- Σχηματίζουν τεθλασμένες ταινίες που λέγονται **μυομερίδια**.
- Έχουν σχήμα W.
- Με εναλλασσόμενη συστολή των μυομεριδίων σε κάθε πλευρά, το σώμα κάμπτεται .
- Το πρόσθιο μέρος κάμπτεται λιγότερο από το οπίσθιο.
- Στο σώμα δημιουργείται κυματισμός (οφιοειδής κίνηση), που κινείται προς τα πίσω και ωθεί το νερό πλευρικά.



1

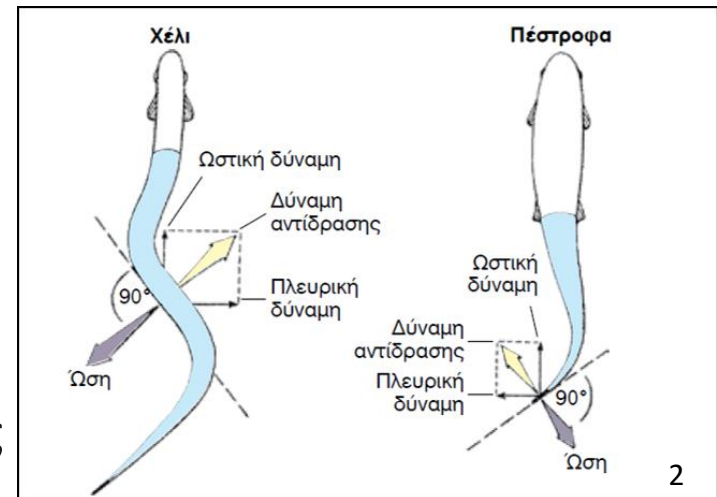


Ποιές δυνάμεις αναπτύσσονται στο σώμα ενός χελιού και μιας πέστροφας;

Η κάμψη του σώματος ωθεί το νερό πλευρικά (**ώση**), προκαλώντας μια **δύναμη αντίδρασης** που κατευθύνεται προς τα μπροστά, αλλά υπό γωνία.

Η δύναμη αντίδρασης αναλύεται σε 2 συνιστώσες:

- 1. Ωστική δύναμη:** χρησιμεύει για να προωθή το ψάρι προς τα εμπρός,
- 2. Πλευρική δύναμη:** τείνει να κάνει το κεφάλι του ψαριού να εκτρέπεται ασταθώς προς την ίδια κατεύθυνση με την ουρά.

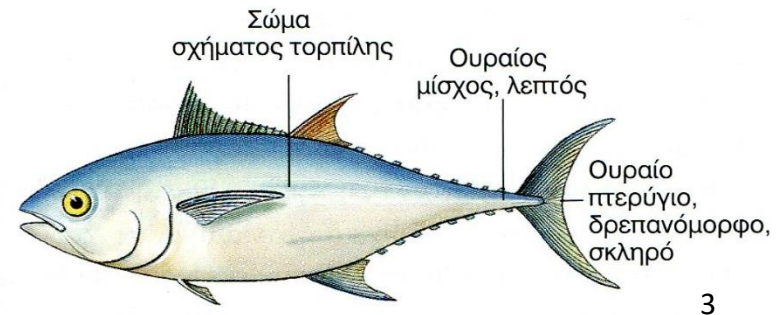


Κολύμβηση 1/2

Ψάρια που κολυμπούν γρήγορα είναι λιγότερο εύκαμπτα και οι κυματοειδείς κινήσεις του σώματος περιορίζονται στην περιοχή της ουράς.

1. Οι δυνατοί μύες του κορμού προσφύονται στη βάση της λεπτής ουράς.
2. Το σώμα δε λυγίζει.
3. Όλη η ώθηση προέρχεται από τα χτυπήματα της σκληρής ουράς.

Η **τριβή** εμποδίζει τη γρήγορη κολύμβηση.



Τόννος, στον οποίο φαίνονται οι προσαρμογές για γρήγορη κολύμβηση.



Κολύμβηση 2/2

Η κολύμβηση είναι η πιο οικονομική μορφή μετακίνησης των ζώων, επειδή τα ψάρια υποστηρίζονται άψογα από το περιβάλλον τους και απαιτείται ελάχιστη ενέργεια για να υπερνικήσουν τη δύναμη της βαρύτητας.

Εάν συγκρίνουμε το κόστος της ενέργειας ανά κιλό σωματικού βάρους, κατά τη διάρκεια μιας πορείας 1 Km με διαφορετικές μορφές κίνησης, διαπιστώνουμε ότι

- το περπάτημα απαιτεί 5,43 kcal (σκιούρος)
- το πέταγμα απαιτεί 1,45 kcal (γλάρος)
- η κολύμβηση κοστίζει μόνο 0,39 kcal (σολομός)



Ουδέτερη πλευστότητα Νηκτική κύστη

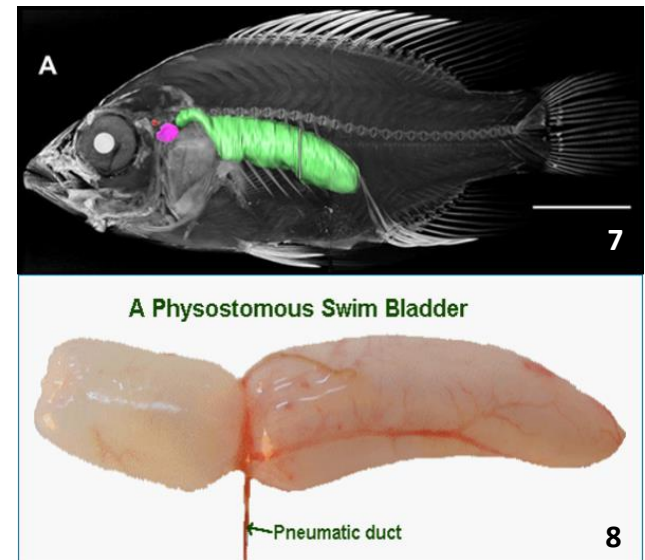


Οστειχθύες

- **Νηκτική κύστη** : Ο πιο αποτελεσματικός μηχανισμός επίπλευσης.
- Χωρίς νηκτική κύστη οι οστειχθύες βυθίζονται, διότι οι ιστοί τους είναι πυκνότεροι από το νερό.
- Απουσιάζει από τους τόννους, τα περισσότερα ψάρια της αβύσσου και από τα βενθικά.
- Προέκυψε από το ζεύγος των πνευμόνων των πρωτόγονων οστειχθύων του Δεβονίου.

Φυσόστομοι υπάρχει επικοινωνία με οισοφάγο, πνευματικός αγωγός.

Φυσόκλειστοι δεν υπάρχει επικοινωνία με οισοφάγο.



Νηκτική κύστη

- **Ρυθμίζοντας τον όγκο του αερίου στη νηκτική κύστη, ένα ψάρι μπορεί να πετύχει ουδέτερη πλευστότητα** και να παραμένει αιωρούμενο σε οποιοδήποτε βάθος, χωρίς την παραμικρή μυϊκή προσπάθεια.
- Ωστόσο, υπάρχουν και σοβαρά προβλήματα:
 - Όταν το ψάρι κατέλθει σε μεγαλύτερο βάθος, **το αέριο της νηκτικής κύστης συμπιέζεται** τόσο, που το ψάρι γίνεται πιο βαρύ και αρχίζει να βυθίζεται. Τότε πρέπει να προστεθεί αέριο στη νηκτική κύστη, για να δημιουργηθεί μια νέα ισορροπημένη πλευστότητα.
 - Όταν το ψάρι κολυμπά προς τα πάνω, **το αέριο της νηκτικής κύστης διαστέλλεται**, κάνοντας το ψάρι ελαφρύτερο. Αν δεν αφαιρεθεί αέρας, τότε το ψάρι θα συνεχίσει να ανεβαίνει με διαρκώς αυξανόμενη ταχύτητα, ενώ η νηκτική κύστη θα συνεχίσει να διαστέλλεται.



Φυσόκλειστοι 1/2

Για να εξέλθει αέριο από τη νηκτική κύστη:

- ανοίγει μια **μυϊκή βαλβίδα**, επιτρέποντας στο αέριο να εισέλθει στο **ωοειδές σωμάτιο**, από το ωοειδές σωμάτιο το αέριο αφαιρείται μέσω της κυκλοφορίας.

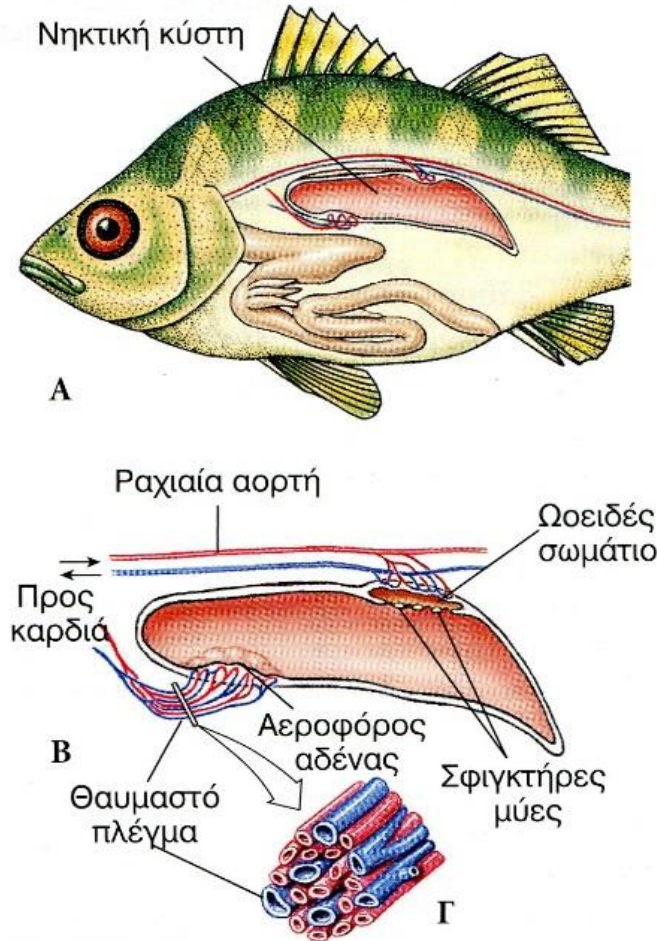
Για να εισέλθει αέριο :

Το αέριο εισέρχεται μέσα στη νηκτική κύστη από έναν **αεροφόρο αδέννα**.

- Ο αεροφόρος αδέννας εκκρίνει γαλακτικό οξύ το οποίο εισάγεται στο αίμα, προκαλώντας τοπικά υψηλή οξύτητα στο “θαυμαστό πλέγμα”.
- Η αιμοσφαιρίνη αναγκάζεται να απελευθερώσει το φορτίο του οξυγόνου που διαθέτει.
- Το οξυγόνο φτάνει τελικά σε τόσο υψηλή πίεση, ώστε να διαχέεται μέσα στη νηκτική κύστη.



Φυσόκλειστοι 2/2

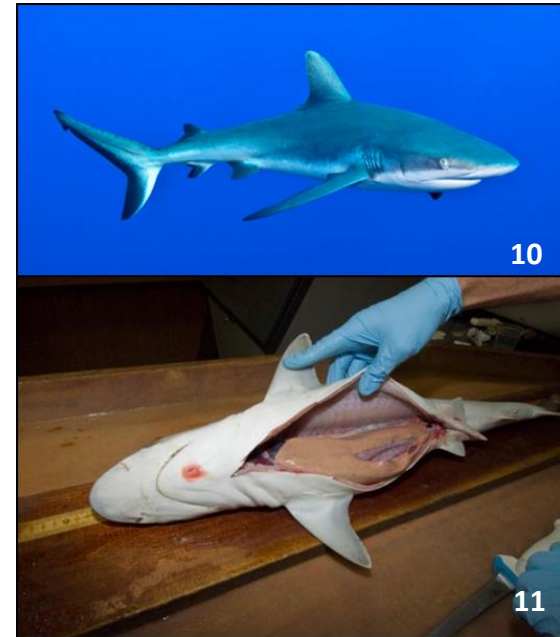


9



Καρχαρίες

- Για να αποφύγουν τη βύθιση, οι καρχαρίες πρέπει συνεχώς να κινούνται προς τα εμπρός στο νερό.
- Η ασύμμετρη, **ετερόκερκη ουρά** παρέχει την απαραίτητη ανύψωση του σώματος, καθώς αυτή ταλαντεύεται μέσα στο νερό,
- Το φαρδύ **κεφάλι** και τα επίπεδα **θωρακικά πτερύγια** δρουν σαν κεκλιμένα επίπεδα που υποβοηθούν την ανύψωση της κεφαλής.
- Μεγάλο **συκώτι** που περιέχει ένα ειδικό λιπαρό υδατάνθρακα που λέγεται **σκουαλένιο**, με πυκνότητα μόνο 0.86.



Ακοή και οστάρια του Weber 1/3

- Τα ψάρια, όπως και άλλα Σπονδυλόζωα, αντιλαμβάνονται τους ήχους ως δονήσεις στο εσωτερικό αυτί τους.
- Η αντίληψη των δονήσεων είναι δύσκολη για τα υδρόβια Σπονδυλόζωα, διότι το σώμα τους έχει περίπου την ίδια πυκνότητα με το νερό που τα περιβάλλει.
- Έτσι, τα ηχητικά κύματα περνούν δια μέσου του σώματος των ψαριών, χωρίς να γίνουν αντιληπτά.



Ακοή και οστάρια του Weber 2/3

- Μια ιδιαίτερα κομψή λύση σε αυτό το πρόβλημα απαντάται στα **οσταριοφυσάκια** (φοξίνους, γατόψαρα, κ.α ψάρια του γλυκού νερού).
- Η υποδοχή των ήχων ξεκινά στη νηκτική κύστη, η οποία έχει την ικανότητα να πάλλεται εύκολα, επειδή είναι γεμάτη με αέρα.
- Οι ηχητικές δονήσεις μεταδίδονται από τη νηκτική κύστη στο εσωτερικό αυτί με τα **οστάρια του Weber** .
- Αυτό το σύστημα έχει κάποιες ομοιότητες με το τύμπανο και τα οστάρια του μέσου αυτιού των Θηλαστικών , όμως εξελίχθηκε ανεξάρτητα.



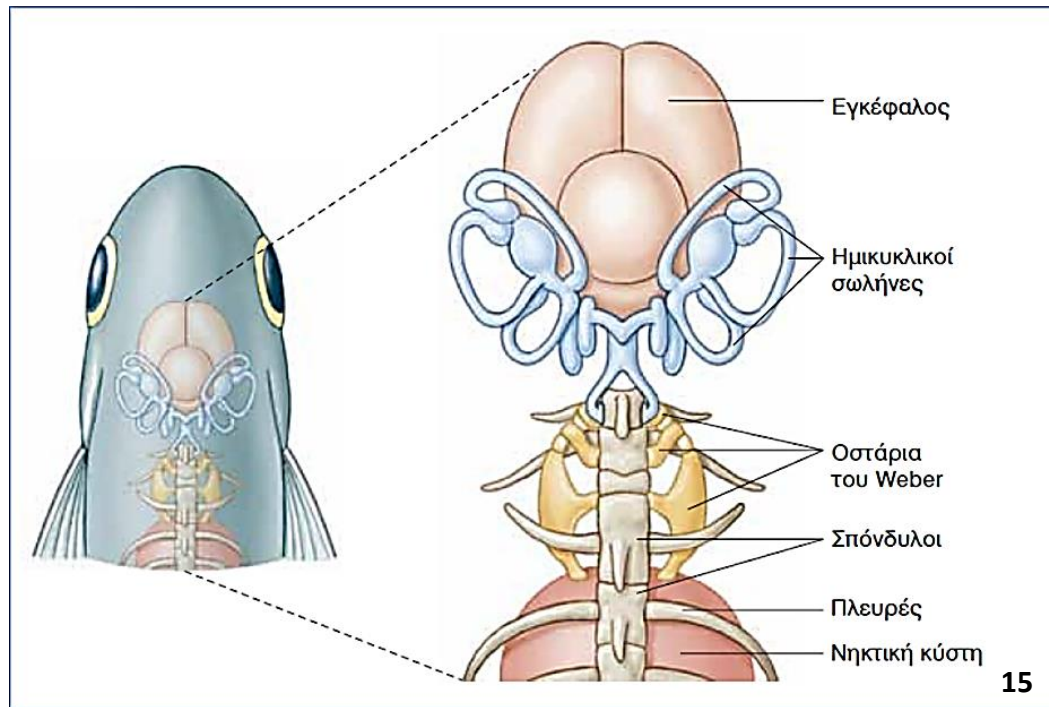
Ernst Weber

was one of the early pioneers in fish hearing.

In 1820 he published a monumental book entitled :
De Aure Animalium Aquatilium



Ακοή και οστάρια του Weber 3/3

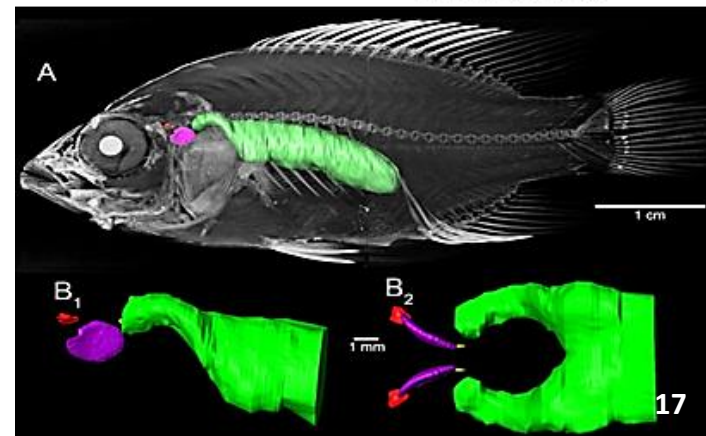
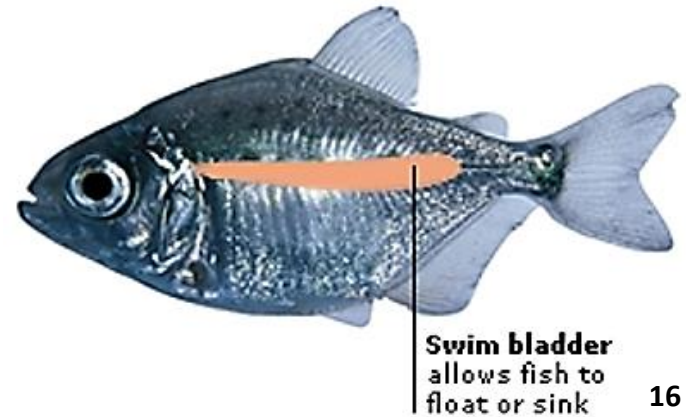


- Τα οστάρια του Weber είναι μικρά οστά που μεταδίδουν ηχητικές δονήσεις από τη νηκτική κύστη στο εσωτερικό αυτί.
- Οι Τελεόστεοι που διαθέτουν αυτή τη συσκευή μπορούν να αντιλαμβάνονται αμυδρούς ήχους ενός μεγαλύτερου εύρους συχνοτήτων απ' ότι άλλα ψάρια.



Άλλες εναλλακτικές λύσεις;

- Οι προσαρμογές για τη βελτίωση της ακοής δεν περιορίζονται στα οσταριοφυσά ψάρια.
- Για παράδειγμα, οι **ρέγγες** και οι **γαύροι**:
 - έχουν μια επέκταση της νηκτικής τους κύστης στο πρόσθιο τμήμα της, που έρχεται σε άμεση επαφή με την κρανιακή κάψα.
 - Η σημασία της νηκτικής κύστης σε αυτά τα ψάρια έχει αποδειχτεί με πειράματα στα οποία, όταν η νηκτική κύστη ξεφουσκώνεται με τεχνητό τρόπο, μειώνεται η ευαισθησία τους στους ήχους.



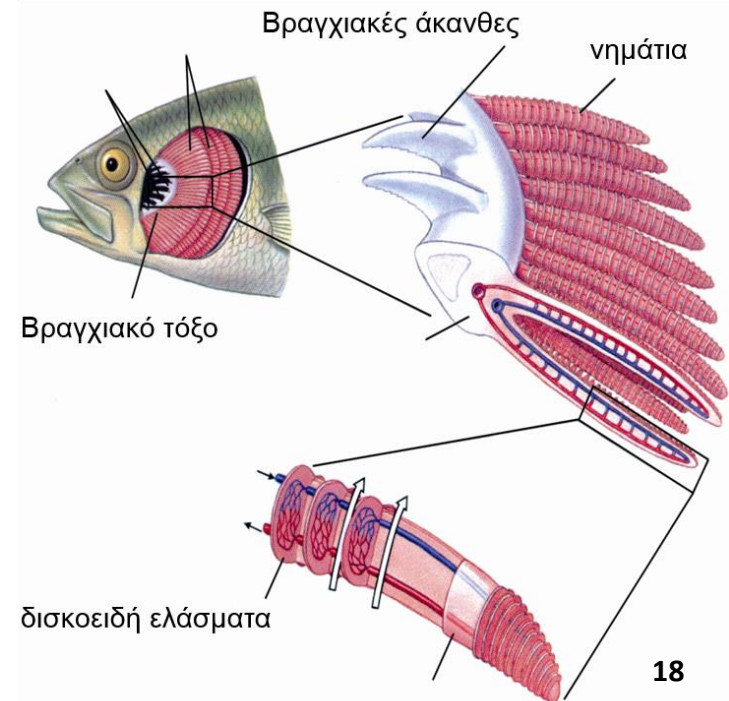
Αναπνοή

- **Βραγχιακός θάλαμος** που περιέχει τα βράγχια. Υπάρχουν 4 βραγχιακά τόξα σε κάθε πλευρά. Καθένα φέρει πολυάριθμα νημάτια.
- **Βραγχιακές άκανθες** που προβάλλουν εμπρός, για να συγκρατήσουν την τροφή και τα θρύμματα, και τα **βραγχιακά νημάτια με τα δισκοειδή ελάσματα** που προβάλλουν προς τα πίσω.

Ανατομή σε ένα βραγχιακό νημάτιο για να φανούν τα αιμοφόρα τριχοειδή αγγεία μέσα στο δισκοειδές έλασμα.

Η κατεύθυνση της ροής του νερού (μεγάλα βέλη) είναι αντίθετη στην κατεύθυνση της ροής του αίματος.

Βράγχια ψαριού



Εμβολισμένος αερισμός

Ψάρια πολύ δραστήρια, όπως η **ρέγκα** και το **σκουμπρί**, μπορούν να αποκτήσουν επαρκείς ποσότητες νερού, για να καλύψουν τις υψηλές απαιτήσεις τους σε οξυγόνο, απλώς κολυμπώντας συνεχώς προς τα μπροστά, ώστε να ωθούν το νερό μέσα στο ανοικτό στόμα και στα βράγχια.



Εναλλακτικός τρόπος αναπνοής

- Δίπνοι και Πολύπτεροι - **πνεύμονες**
- Τα χέλια - την **επιδερμίδα** τους ως αναπνευστική επιφάνεια.
- Οι τοξοπτερύγιοι, Amia - **νηκτική κύστη** που μοιάζει με πνεύμονα.
- Το ηλεκτροφόρο χέλι - τριχοειδή αγγεία της **στοματικής κοιλότητας**.
- Η ινδική πέρκα, Anabas - ειδικούς **αεροθαλάμους** που βρίσκονται πάνω από τα ιδιαίτερα υποπλασμένα βράγχια.



Ωσμωτική ρύθμιση



Ψάρια του γλυκού νερού 1/3

- Το γλυκό νερό είναι ένα πολύ αραιό διάλυμα (συγκέντρωση αλάτων 0,001 - 0,005 M).
- Το αίμα των ψαριών του γλυκού νερού έχει υψηλότερη συγκέντρωση (0,2 έως 0,3 M).

ΥΠΕΡΩΣΜΩΤΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ

- Διατηρούν τη συγκέντρωση των αλάτων στα σωματικά υγρά.
 - Υψηλότερα από αυτή του περιβάλλοντος.



Ψάρια του γλυκού νερού 2/3

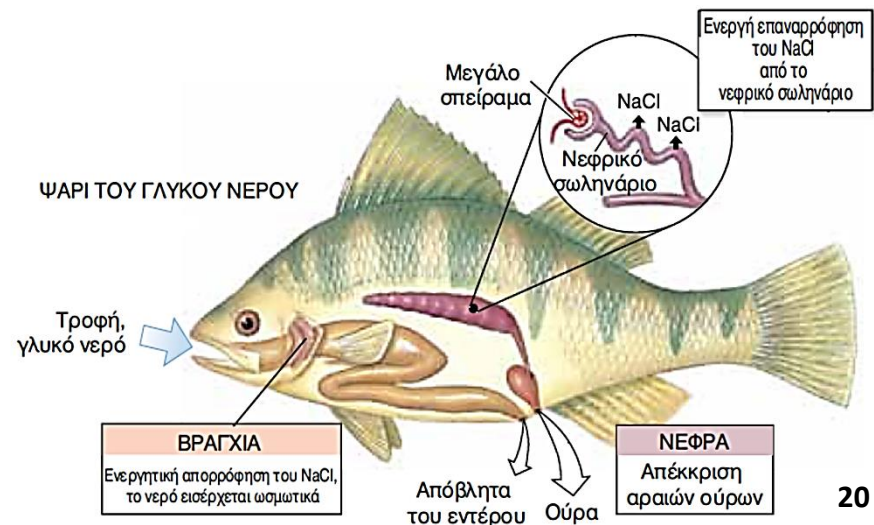
- Το νερό τείνει να εισέλθει στο σώμα τους μέσω της ώσμωσης ενώ τα άλατα απομακρύνονται μέσω της διάχυσης προς το εξωτερικό περιβάλλον.
 - Η πρόσληψη του νερού και η απώλεια των αλάτων πραγματοποιείται μέσω των λεπτών μεμβρανών των βραγχίων.
- * [M] γραμμομόρια / λίτρο.



Ψάρια του γλυκού νερού 3/3

Ένα ψάρι του γλυκού νερού διατηρεί ωσμωτική και ιοντική ισορροπία:

1. απορροφώντας ενεργά χλωριούχο νάτριο διαμέσου των βραγχίων,
2. προσλαμβάνοντας κάποια ποσότητα αλάτων με την τροφή,
3. παράγοντας πολύ αραιά ούρα με την επαναπορρόφηση χλωριούχου νατρίου.



20



Πως επιλύουν τα προβλήματα οι υπερωσμωτικοί ρυθμιστές;

- **Είσοδος νερού στο σώμα από τις διαπερατές μεμβράνες των βραγχίων**

επίλυση: αποβολή περίσσειας νερού.

οπισθόνεφροι - αραιά ούρα.

- **Απώλεια αλάτων α) με διάχυση μέσω των βραγχίων, β) με τα ούρα**

επίλυση: πρόσληψη αλάτων.

ειδικά κύτταρα στα βράγχια που απορροφούν άλατα
διαδικασία ενεργούς μεταφοράς αλάτων από το νερό στο αίμα.



Θαλάσσιοι οστεϊχθύες

- Στο θαλάσσιο περιβάλλον η συγκέντρωση αλάτων είναι περίπου 1 Μ.
- Στο αίμα τους η συγκέντρωση αλάτων είναι 0,3 - 0,4 Μ.

ΥΠΟΩΣΜΩΤΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ

- Διατηρούν την συγκέντρωση των αλάτων στα σωματικά υγρά χαμηλότερα από αυτή του περιβάλλοντος.
 - Τείνουν να χάνουν νερό και να προσλαμβάνουν άλατα.



Πως επιλύουν τα προβλήματα οι υποωσμωτικοί ρυθμιστές;

1. Χάνουν νερό του από τις διαπερατές μεμβράνες των βραγχίων

επίλυση: πίνουν θαλασσινό νερό

2. Προσλαμβάνουν άλατα με το θαλασσινό νερό που πίνουν

επίλυση: αποβολή αλάτων

α) από ειδικά κύτταρα που εκκρίνουν άλατα, στα βράγχια

β) από τα νεφρά και

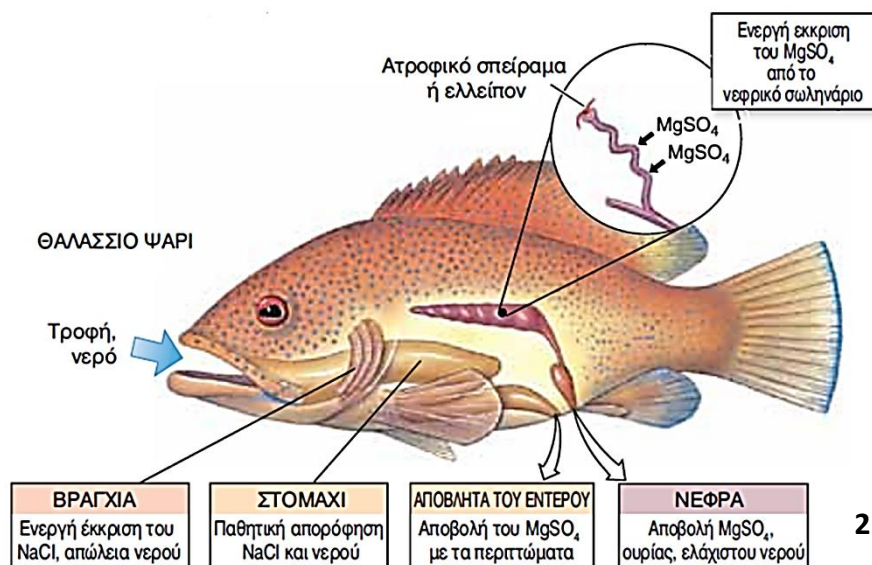
γ) με τα περιττώματα



Ψάρια της θάλασσας

Ένα ψάρι της θάλασσας διατηρεί ωσμωτική και ιοντική ισορροπία:

1. πίνοντας θαλασσινό νερό και απορροφώντας το NaCl και το νερό στο στομάχι.
2. μεταφέροντας ενεργητικά προς τα έξω, μέσω βραγχίων την περίσσεια το NaCl .
3. αποβάλλοντας τα δυσθενή άλατα (θειούχο μαγνήσιο) με τα περιττώματα και τα ούρα.



21



Θαλάσσιοι χονδριχθύες

ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

- Διατηρούν τη συγκέντρωση των αλάτων στα σωματικά υγρά ίση ή ελαφρώς υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος.

Η σύνθεση αλάτων στο αίμα σαν αυτή των Οστεϊχθύων:

Άλατα + ουρία + τριμεθυλαμινικό οξύ



Διατροφική συμπεριφορά



Σαρκοφάγα 1/2

- Τρέφονται με αναρίθμητα είδη ζωικών τροφών (ζωοπλαγκτόν - μεγάλα θηλαστικά).
- Τα βαθύβια ψάρια μπορούν να τρέφονται με λείες που έχουν σχεδόν διπλάσιο μέγεθος - μια προσαρμογή σ' έναν κόσμο στον οποίο τα γεύματα είναι σπάνια.
- Οι πιο εξελιγμένοι Ακτινοπτερύγιοι δεν μπορούν να μασήσουν την τροφή τους, επειδή θα σταματούσαν την κυκλοφορία του νερού διαμέσου των βραγχίων.



Σαρκοφάγα 2/2

- Μερικά ψάρια διαθέτουν δόντια σαν τραπεζίτες για τη σύνθλιψη της λείας, η οποία πιθανώς να περιλαμβάνει Καρκινοειδή με πολύ σκληρό σώμα.
- Κάποια άλλα ψάρια που αλέθουν την τροφή τους χρησιμοποιούν τα πολύ ισχυρά φαρυγγικά δόντια.
- Τα περισσότερα σαρκοφάγα ψάρια, κατά κανόνα, καταβροχθίζουν τη λεία τους ολόκληρη, χρησιμοποιώντας τα αιχμηρά δόντια που φέρουν στις γνάθους και στην οροφή του στόματος για να αρπάξουν τη λεία τους.



Φυτοφάγα

- Τρέφονται με φυτά και φύκια.
- Είναι σχετικά λίγα σε αριθμό.
- Αποτελούν σημαντικούς ενδιάμεσους κρίκους στην τροφική αλυσίδα.
- Είναι αφθονότερα στους κοραλλιογενείς υφάλους και σε γλυκά νερά στις τροπικές περιοχές.



Αιωρηματοφάγα 1/2

- Τρέφονται με τους άφθονους μικροοργανισμούς της θάλασσας.
- Η ομάδα περιλαμβάνει από προνύμφες ψαριών, έως καρχαρίες προσκυνητές.
- Η πιο χαρακτηριστική ομάδα πλαγκτονοφάγων είναι τα **ρεγγόμορφα ψάρια** (κέπα, ρέγγα, γαύρος, καπελίνος, σαρδέλα και άλλα), κυρίως πελαγικά ψάρια που ταξιδεύουν σε μεγάλα σμήνη.



Αιωρηματοφάγα 2/2

- Τόσο το φυτοπλαγκτόν, όσο και το μικρότερο ζωοπλαγκτόν διηθείται από το νερό με τις βραγχιακές άκανθες των ψαριών που λειτουργούν ως κόσκινο.
- Επειδή τα πλαγκτονοφάγα είναι τα πολυπληθέστερα θαλάσσια ψάρια, αποτελούν σημαντική τροφή για πάρα πολλά μεγαλύτερα, αλλά λιγότερο άφθονα σαρκοφάγα.
- Πολλά **ψάρια του γλυκού νερού** εξαρτώνται, επίσης, από το πλαγκτόν για να τραφούν.



Πτωματοφάγα – Θρυμματοφάγα - παρασιτικά

- **Πτωματοφάγα**, τρέφονται με νεκρά ή ετοιμοθάνατα ζώα (μυξινόψαρα).
- **Θρυμματοφάγα**, καταναλώνουν λεπτή, θρυμματισμένη οργανική ύλη (μερικοί χάνοι και μικρόψαρα).
- **Παρασιτικά**, καταναλώνουν τμήματα του σώματος άλλων ζωντανών ψαριών (λάμπραινες).

Αν και τα περισσότερα ψάρια έχουν εξειδικευθεί για μια μικρού εύρους ποικιλίας δίαιτα, μπορούν να χρησιμοποιούν και άλλα είδη τροφής όταν είναι διαθέσιμα.



Μετανάστευση



Χέλι

- Για αιώνες οι φυσιογνώστες προβληματίζονταν όσον αφορά στην ιστορία της ζωής του χελιού *Anguilla*, ένα κοινό και σημαντικό εμπορικό είδος των παρακτίων ρευμάτων του Β. Ατλαντικού.
- Τα χέλια είναι **κατάδρομα**, που σημαίνει ότι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους στα γλυκά νερά, αλλά μεταναστεύουν στη θάλασσα, για να ωοτοκήσουν.

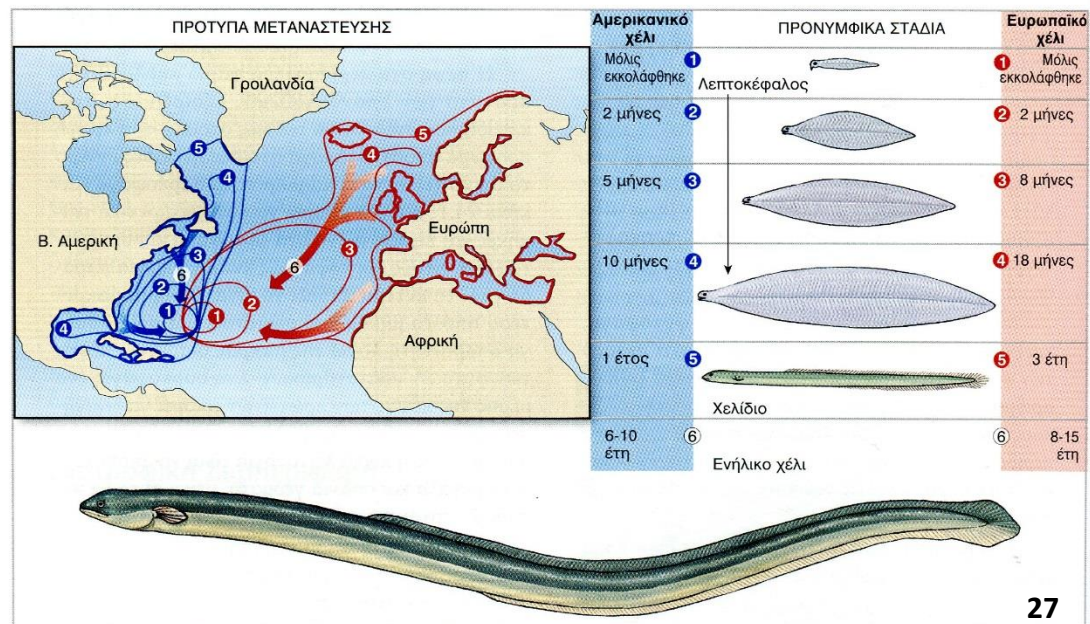


26



Λεπτοκέφαλος

- Η ιστορία της ζωής του ευρωπαϊκού χελιού, *Anguilla anguilla*, και του αμερικάνικου χελιού, *Anguilla rostrata*.
- Το αμερικανικό χέλι ολοκληρώνει τη μεταμόρφωση της προνύμφης και το θαλάσσιο ταξίδι μέσα σε ένα χρόνο.
- Στο ευρωπαϊκό χέλι απαιτούνται σχεδόν τρία χρόνια, για να ολοκληρωθεί το μακρύτερο ταξίδι του.



Σολομός

- Ο κύκλος της ζωής του σολομού είναι σχεδόν τόσο σημαντικός όσο αυτός του χελιού και έχει οπωσδήποτε κεντρίσει πολύ περισσότερο το ενδιαφέρον μας.
- Οι σολομοί είναι **ανάδρομοι** (ελλην. Ανάδρομος = αυτός που πηγαίνει προς τα πάνω). Αυτό σημαίνει ότι περνούν την ενήλικη φάση της ζωής τους στη θάλασσα, αλλά επιστρέφουν στα γλυκά νερά, προκειμένου να γεννήσουν τα αυγά τους.



28



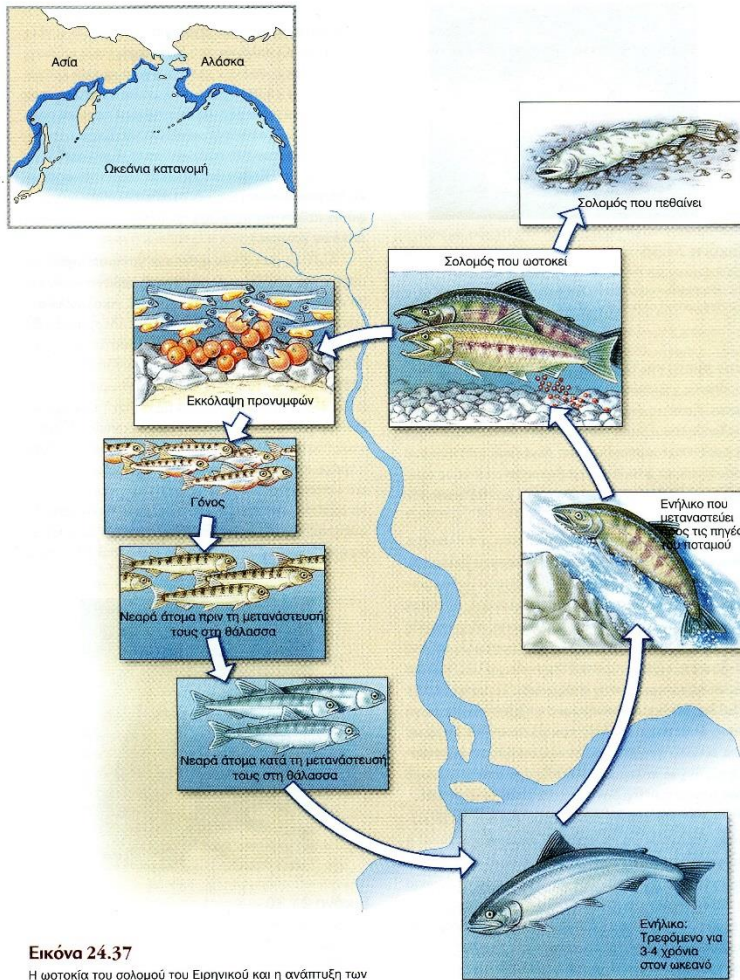
Ο σολομός του Ειρηνικού 1/2



Μεταναστεύων σολομός του Ειρηνικού (*Oncorhynchus nerka*)



Ο σολομός του Ειρηνικού 2/2



Εικόνα 24.37

Η ωσοκία του σολομού του Ειρηνικού και η ανάπτυξη των αυγών και των νεαρών ατόμων.

30

- Τελετουργικός «χορός» ζευγαρώματος.
- Μετά το θηλυκό στρέφεται στο πλάι και σκάβει μια φωλιά με την ουρά του.
- Καθώς αποθέτει τα αυγά, το αρσενικό τα γονιμοποιεί.
- Αφού το θηλυκό καλύψει τα αυγά με χαλίκι, εξουθενωμένο πεθαίνει και παρασύρεται από το ρεύμα.

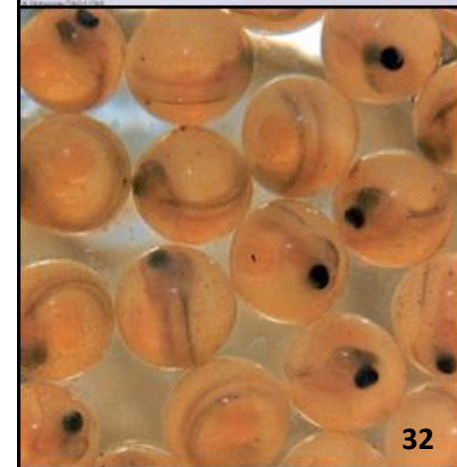
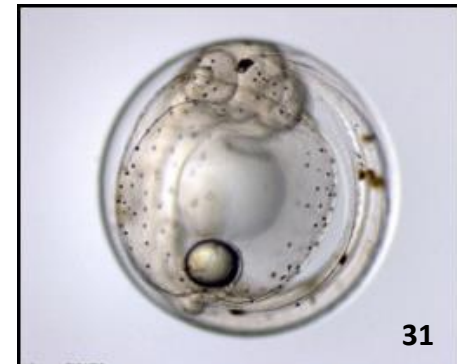


Αναπαραγωγή και αύξηση



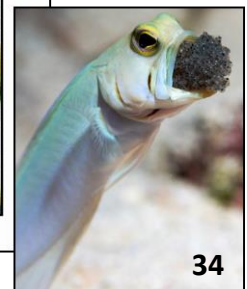
Ωοτοκία

- Ασυνήθιστες παραλλαγές πάνω στο βασικό θέμα της **αμφιγονικής αναπαραγωγής**.
- Τα περισσότερα ψάρια είναι **δίοικα**,
 - **εξωτερική γονιμοποίηση**,
 - **εξωτερική ανάπτυξη των αυγών και των εμβρύων (ωοτοκία)**,
- Αριθμός αυγών.
- Μέγεθος αυγών.
- Πελαγικά – βενθικά.
- Ιδιαίτερη αναπαραγωγική συμπεριφορά.



Γονική προστασία

- Τα αρσενικά γναθόψαρα, ***Opistognathus macrognathus***, επωάζουν τα αυγά στο στόμα τους.
- Τα αρσενικά αναλαμβάνουν τα προϊόντα της ωοτοκίας των θηλυκών και επωάζουν τα αυγά, μέχρι να εκκολαφθούν.
- Για σύντομα χρονικά διαστήματα, όταν το ψάρι τρέφεται, τα αυγά αφήνονται σε υπόγειες κοιλότητες.



Ζωοτοκία

- Τα **ωοζωοτόκα** *Poecilia sphenops* και *Poecilia reticulata* των οικιακών ενυδρείων γεννούν τα μικρά τους ζωντανά μετά από ανάπτυξη στην κοιλότητα της ωοθήκης της μητέρας.
- Ορισμένοι **ζωοτόκοι καρχαρίες** αναπτύσσουν ένα είδος πλακούντα, μέσα από τον οποίο τα νεαρά άτομα τρέφονται κατά την κυοφορία.

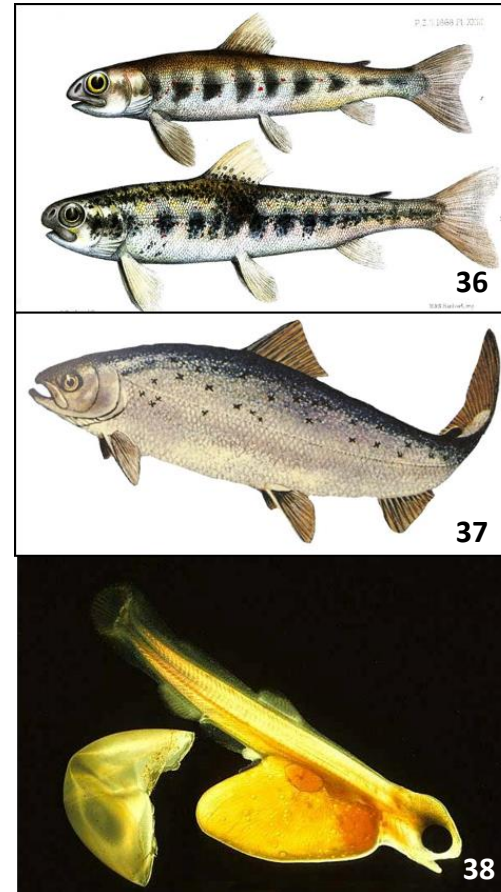


Ιριδίζουσα πέρκα, *Hypsurus caryi*, που γεννά.
Όλα τα είδη της οικογένειας Embiotocidae είναι **ωοζωοτόκα**.



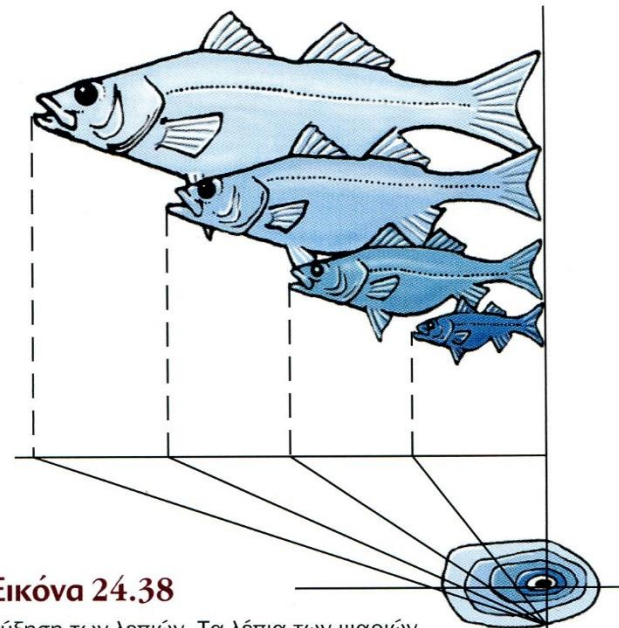
Αύξηση

- Προνυμφικό στάδιο.
- Λεκιθικός σάκος.
- Νεαρό άτομο με το οριστικό σχήμα σώματος του είδους του.
- Η αύξηση εξαρτάται από τη θερμοκρασία.
- Τα ψάρια που ζουν σε εύκρατα μέρη μεγαλώνουν γρήγορα το καλοκαίρι, όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές και η τροφή είναι άφθονη, αλλά σχεδόν σταματούν να αναπτύσσονται το χειμώνα.



Αύξηση των λεπιών

- Τα λέπια των ψαριών αποκαλύπτουν εποχικές αλλαγές στο ρυθμό αύξησης.
- Η αύξηση διακόπτεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, προκαλώντας ετήσια σημάδια (**δακτύλιοι**).
- Κάθε ετήσια αύξηση στην αύξηση των λεπιών αναλογεί στην ετήσια αύξηση του μήκους του σώματος.
- Οι **ωτόλιθοι** και κάποια οστά μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν σε κάποια είδη, προκειμένου να προσδιοριστεί η ηλικία και ο ρυθμός αύξησης.



Εικόνα 24.38

Αύξηση των λεπιών. Τα λέπια των ψαριών αποκαλύπτουν εποχικές αλλαγές στο ρυθμό αύξησης. Η αύξηση διακόπτεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, προκαλώντας ετήσια σημάδια (ετήσιοι δακτύλιοι). Κάθε ετήσια αύξηση στην αύξηση των λεπιών αναλογεί στην ετήσια αύξηση του μήκους του σώματος. Σε κάποια είδη, οι ωτόλιθοι (πέτρες των αυτιών) και κάποια οστά μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να προσδιοριστεί η ηλικία και ο ρυθμός αύξησης.

39



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 Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών,
Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Επίκουρη Καθηγήτρια. «Ζωολογία II. Ενότητα
3. Δομικές και Λειτουργικές Προσαρμογές Ιχθύων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα
2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL1/>.



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.



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 1/6

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1.** Εικόνα 1. Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 2.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 3.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 4.** Σύνδεσμος: <http://www.radiokalloni.gr/archives/223490>. Πηγή : <http://www.radiokalloni.gr>.
- **Εικόνα 5.** Σύνδεσμος: http://www.digital-camera.gr/index.php?option=photos&action=view&photo_id=7348. Πηγή: <http://www.digital-camera.gr>.
- **Εικόνα 6.** Atlantic Salmon. Picture: Wikipedia. Σύνδεσμος: <http://cwf-fcf.org/en/discover-wildlife/resources/newsletters/wildlife-update/2014/wildlife-update-mar-2014.html?referrer=https://www.google.gr/>. Πηγή: <http://cwf-fcf.org>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/6

- **Εικόνα 7.** Σύνδεσμος: <http://topnauka.ru/mnogie-videli-puzyirek-vnutri-ryiby/>. Πηγή: <http://topnauka.ru>.
- **Εικόνα 8.** Copyright: All materials contained on this site are protected by United States copyright law and may not be reproduced, distributed, transmitted, displayed, published or broadcast without the prior written permission of Earthlife.net or in the case of third party materials, the owner of that content. You may not alter or remove any trademark, copyright or other notice from copies of the content. Σύνδεσμος: <http://www.earthlife.net/fish/bladder.html> . Πηγή: <http://www.earthlife.net>.
- **Εικόνα 9.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 10.** Grey Reef Shark. Copyright Andy Sallmon. Σύνδεσμος: <http://imgarcade.com/1/shark-images/>. Πηγή: <http://imgarcade.com>.
- **Εικόνα 11.** Atlantic Sharpnose shark dissection images from the Gulf Coast Research Laboratory, Ocean Springs, MS. THE ELASMODIVER SHARK AND RAY FIELD GUIDE. Σύνδεσμος: <http://www.elasmodiver.com/AtlanticSharpnoseSharkPictures.htm>. Πηγή: <http://www.elasmodiver.com>.
- **Εικόνα 12.** All Rights Reserved © 2011. Website Design, E-Commerce and Online Store development by Monetise. Σύνδεσμος: <http://www.therealthingonline.co.za/all-products/immune-boosters/shark-liver-oil-60-capsules.html>. Πηγή: <http://www.therealthingonline.co.za>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/6

- **Εικόνα 13.** Copyright © 1995-2015 FineFishing.com All rights reserved. Σύνδεσμος: <http://www.finefishing.com/equipment/strikeindicators.htm>. Πηγή: <http://www.finefishing.com>.
- **Εικόνα 14.** Webpage design copyright of Information Systems Solutions. Laboratory logo and all content on webpage copyright of Dr. Arthur N. Popper, affiliated laboratory personnel, and/or the University of Maryland at College Park. Last updated July 22, 2003. Σύνδεσμος: <http://www.popperlab.umd.edu/background/index.htm>. Πηγή: <http://www.popperlab.umd.edu>.
- **Εικόνα 15.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 16.** Copyright © 2007 Dorling Kindersley. Σύνδεσμος: <http://www.infoplease.com/dk/science/encyclopedia/floating.html>. Πηγή: <http://www.infoplease.com>.
- **Εικόνα 17.** © 1995-2015 Informationsdienst Wissenschaft e. V. Σύνδεσμος: <https://idw-online.de/de/news491175>. Πηγή: <https://idw-online.de>.
- **Εικόνα 18.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 19.** Photographs by T.G. Mc. Innes (Aberdeen) British Marine Life Study Society Home Page. Σύνδεσμος: <http://www.glaucus.org.uk/mackerel.htm>. Πηγή: <http://www.glaucus.org.uk>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 4/6

- **Εικόνα 20.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 21.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 22.** Female blacktip reef shark with mating scars. Copyright Valerie Taylor. (www.ardea.com). Σύνδεσμος: <http://www.arkive.org/blacktip-reef-shark/carcharhinus-melanopterus/image-G26141.html>. Πηγή: <http://www.arkive.org>.
- **Εικόνα 23.** Σύνδεσμος: <http://imgur.com/user/mscierramist>. Πηγή: <http://imgur.com>.
- **Εικόνα 24.** Σύνδεσμος: https://it.wikipedia.org/wiki/Oreochromis_mossambicus. Πηγή: <https://it.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 25.** Σύνδεσμος: <http://pinxpets.com/italian-fish/>. Πηγή: <http://pinxpets.com>.
- **Εικόνα 26.** Σύνδεσμος: <http://animalesraros.org/anguila>. Πηγή: <http://animalesraros.org>.
- **Εικόνα 27.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 28.** Young Atlantic salmon (*Salmo salar*) eating, illustration. All contents © copyright 1999-2015 Getty Images. All rights reserved. Σύνδεσμος: <http://www.gettyimages.com/creative/salmon-stock-illustrations>. Πηγή: <http://www.gettyimages.com>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 5/6

- **Εικόνα 29.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 30.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 31.** An example of zooplankton. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fish>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 32.** Salmon eggs. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: https://en.wikipedia.org/wiki/Juvenile_fish. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 33.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 34.** Σύνδεσμος: <https://www.flickr.com/photos/rud-gr/4223207200>. Πηγή: <https://www.flickr.com>.
- **Εικόνα 35.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.
- **Εικόνα 36.** Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/?title=Salmon>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 6/6

- **Εικόνα 37.** Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/Salmon>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 38.** Photo (c) Uwe Kils. Σύνδεσμος: http://www.podcastjournal.net/L-IMAGE-DU-JOUR-Alevin-de-saumon_a5926.html. Πηγή: <http://www.podcastjournal.net>.
- **Εικόνα 39.** Copyright 2011, Εκδόσεις Utopia. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, I'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη. 2η Ελληνική Έκδοση.

