



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ιχθυολογία

Ενότητα 5^η. Χαρακτηριστικά Πληθυσμών

Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Αναπλ. Καθηγήτρια
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

ΗΛΙΚΙΑ & ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ
ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ
ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ
ΣΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ

ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ
ΚΑΜΠΥΛΗ VON BERTALANFFY
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ

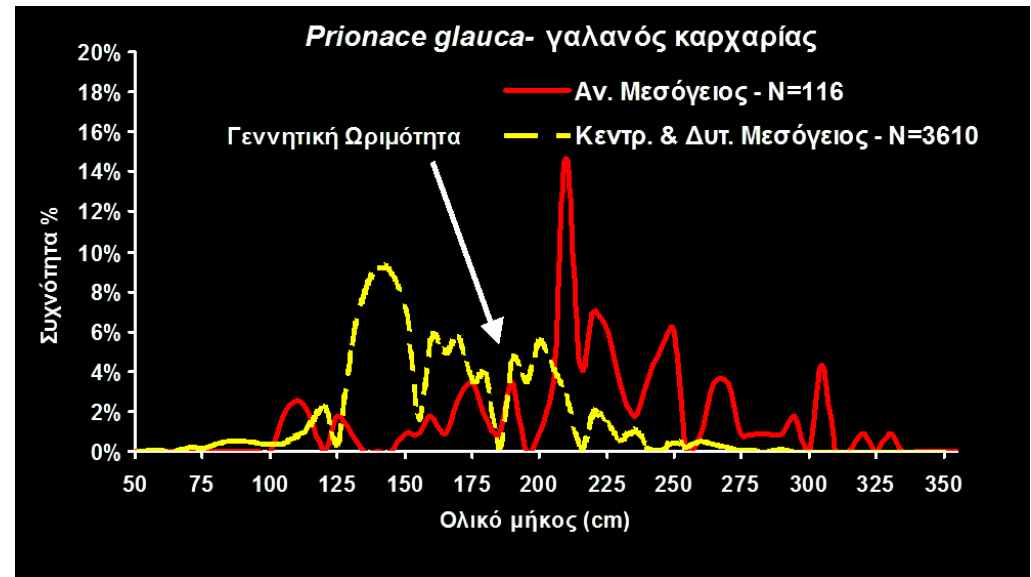


Ποιά είναι η σημασία του προσδιορισμού της ηλικίας και της αύξησης των ψαριών;



Η σημασία της ηλικίας 1/2

- Βασικός παράγοντας στη μελέτη και επίλυση προβλημάτων που χαρακτηρίζουν τον **κύκλο ζωής** των ψαριών όπως:
 - η διάρκεια ζωής τους,
 - η ηλικία της πρώτης αναπαραγωγής,
 - ο χρόνος εισόδου τους στην αλιευτική φάση

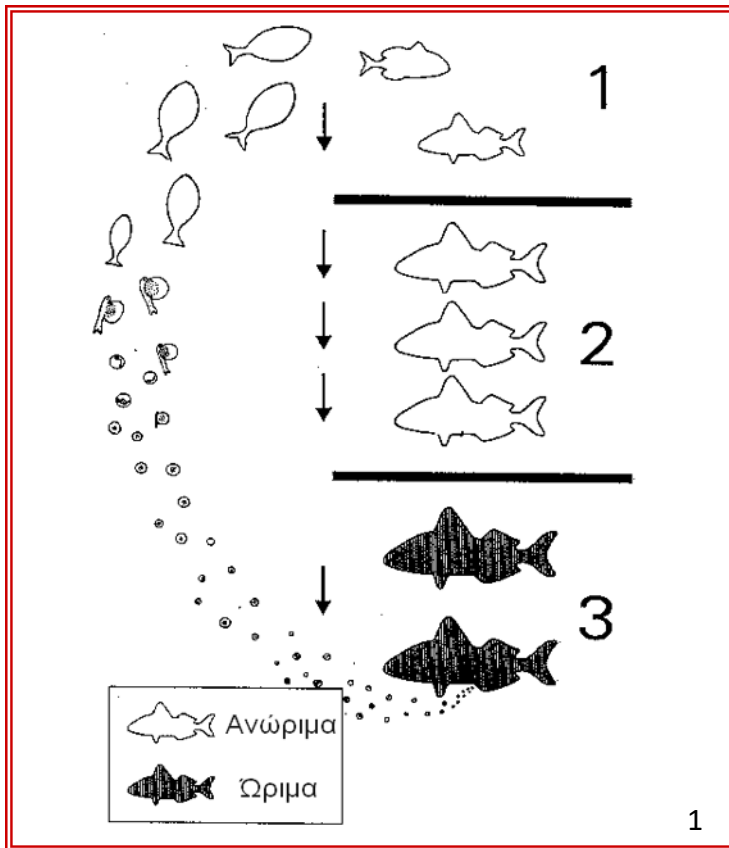


Η σημασία της ηλικίας 2/2

- Η κατανομή των ατόμων σε ηλικιακές κλάσεις είναι βασική προϋπόθεση για τη μελέτη σημαντικών **χαρακτηριστικών των πληθυσμών** όπως:
 - οι ρυθμοί γεννήσεων,
 - οι ρυθμοί θανάτων,
 - ο ρυθμός αύξησης.
- Σημαντική συνιστώσα για την κατανόηση της **δυναμικής των πληθυσμών** και την ανάπτυξη των μοντέλων εκτίμησης των ιχθυαποθεμάτων.
 - Η ανάλυση της ηλικιακής δομής αποκαλύπτει, αν ο πληθυσμός αυξάνει, είναι σταθερός ή φθίνει.



Διάρκεια και κύκλος ζωής 1/2



Η διάρκεια ζωής ποικίλει πολύ:

- Λιγότερο από ένα χρόνο, Είδη Gobiidae, Scorpelidae
- Περισσότερο από 100 χρόνια, *Huso huso*

Πολλά ψάρια επιβιώνουν για να αναπαραχθούν μια φορά πριν πεθάνουν, π.χ. Σολομός.

Άλλα ψάρια επιβιώνουν για αρκετό χρόνο, ώστε να παράγουν περισσότερες από μια κοόρτες (ηλικιακές ομάδες) απογόνων που ωριμάζουν και αναπαράγονται, ενώ οι γονείς τους είναι ακόμα ζωντανοί και αναπαραγωγικά ενεργοί,

π.χ. Μπακαλιάρος.



Διάρκεια και κύκλος ζωής 2/2

Στάδια ανάπτυξης των ψαριών

- Έμβρυα (πριν την εκκόλαψη)
 - Προνύμφες ή λεκιθοφόρα ιχθύδια
 - Ατελή ιχθύδια
-
1. Νεαρά άτομα ή τέλεια ιχθύδια
 2. Ανώριμα
 3. Όριμα



Κατανομές μεγεθών



Κατανομή ηλικιών

Σε ένα πληθυσμό διακρίνουμε άτομα:

- νεαρής ηλικίας
- μεγάλης ηλικίας
- ενδιάμεσων ηλικιών

Τα άτομα των πληθυσμών μπορούν να ταξινομηθούν σε **ομάδες ή τάξεις ηλικίας**.

Ο αριθμός ατόμων ή τα ποσοστά ατόμων ενός πληθυσμού που ανήκουν στις διαφορετικές κατηγορίες ηλικίας αποτελούν την **ηλικιακή κατανομή** ή ηλικιακή δομή του πληθυσμού.

Η κλίμακα του χρόνου που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό κλασμάτων ηλικίας δεν είναι η ίδια για όλους τους πληθυσμούς (κριτήριο είναι η διάρκεια ζωής).



Ηλικιακή δομή

- Οι πληθυσμοί των ψαριών που περιλαμβάνουν πολλαπλές κοόρτες.
- Παρουσιάζουν ηλικιακή δομή.

π.χ. ξιφίας

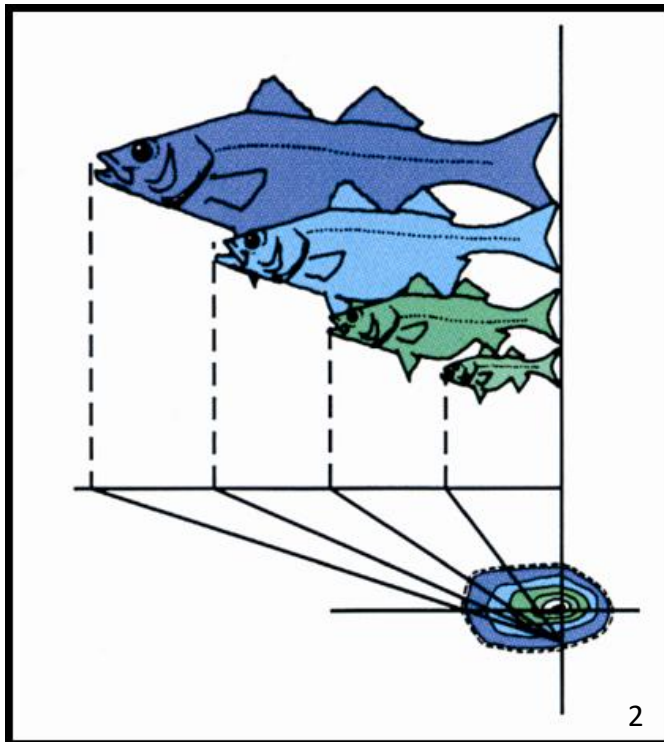
π.χ. γαλανός καρχαρίας



Εκατοστιαία συχνότητα σε κάθε ηλικιακή τάξη του πληθυσμού του γαλανού καρχαρία στη Μεσόγειο.



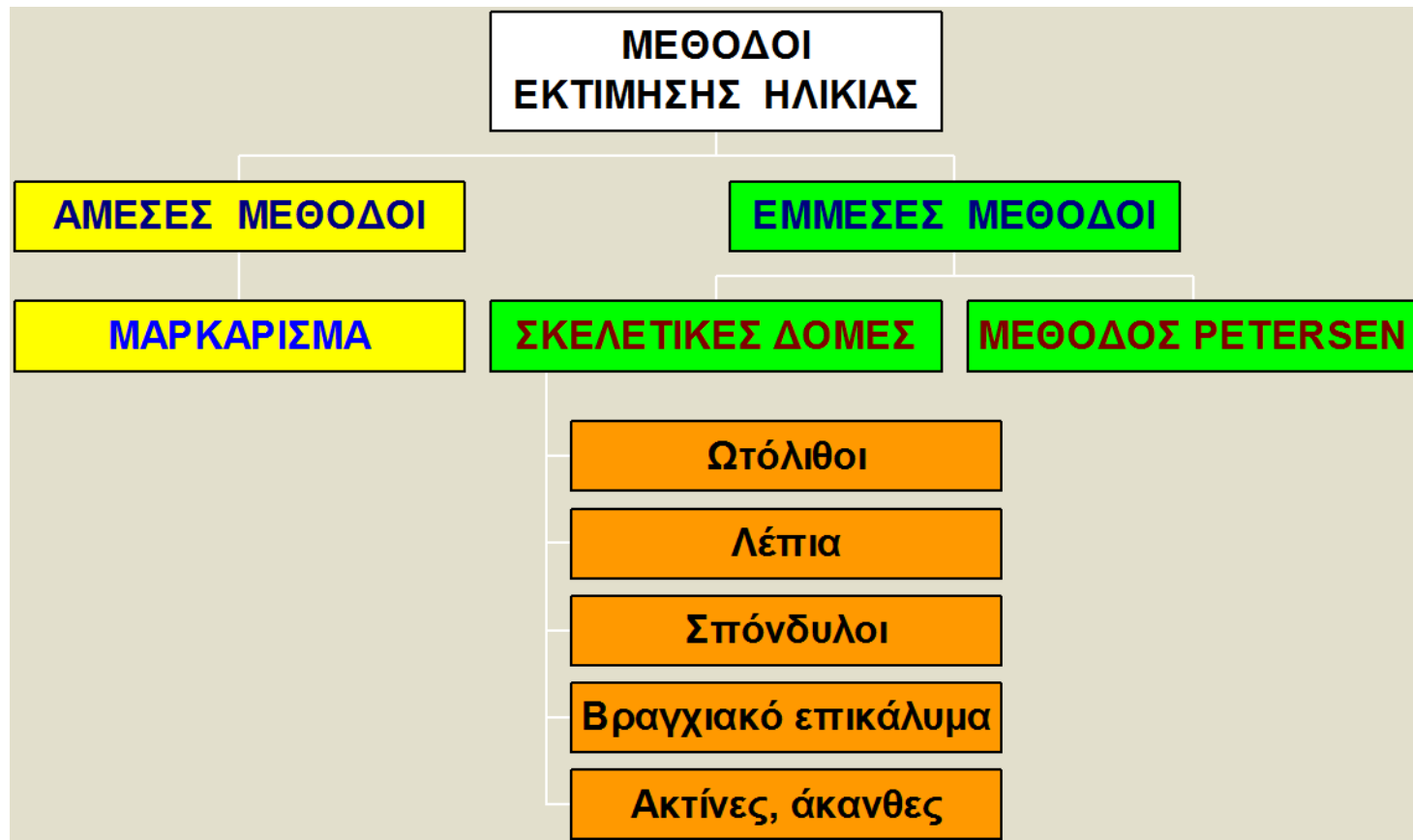
Μελέτη ηλικίας



- Ανάλογα με το είδος του πληθυσμού που μελετάμε χρησιμοποιούμε διαφορετικές μεθόδους εκτίμησης ηλικίας.
 - Λέπια
 - Ωτόλιθοι
 - Άκανθες πτερυγίων
 - Σπόνδυλοι κλπ
- Την ηλικία συχνά τη συσχετίζουμε με το μέγεθος των οργανισμών, το μήκος ή το βάρος τους, για να εκτιμήσουμε την αύξησή τους.
- Η ηλικία και η αύξηση μπορεί να διαφέρει μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους αλλά και μεταξύ των δύο φύλων.



Μέθοδοι εκτίμησης ηλικίας



Μέθοδος Ιχνηθέτησης - Μαρκάρισμα

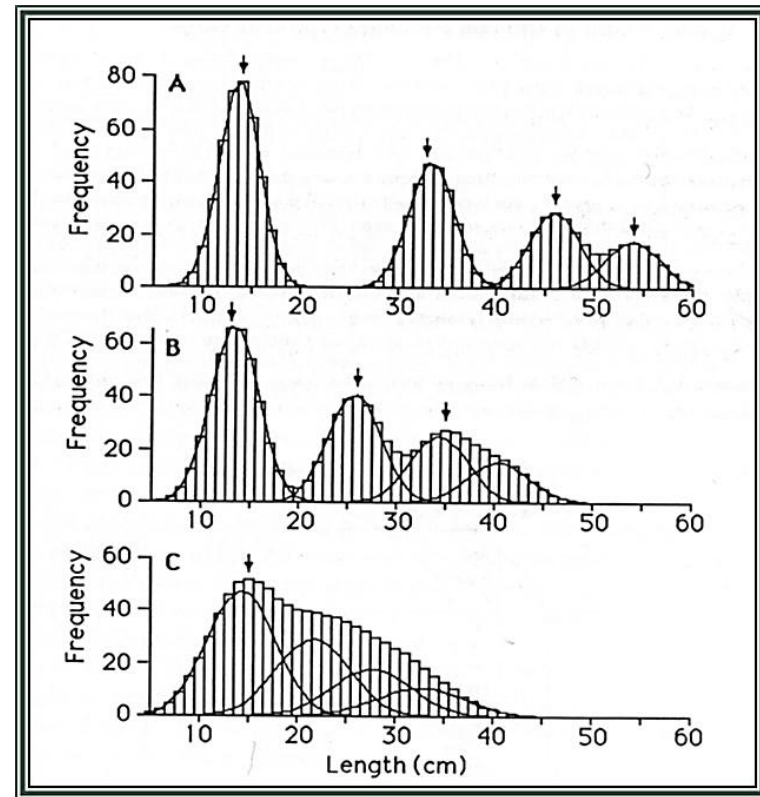
- Υπολογισμός της αύξησης κατά το διάστημα ελευθερίας.
- Επικύρωση των έμμεσων μεθόδων εκτίμησης της ηλικίας.



Μέθοδος Petersen

Ιστογράμματα συχνότητας μηκών

- Είδος με βραχεία αναπαραγωγική περίοδο και υψηλό τάχος αύξησης.
- Είδος με μεγάλη αναπαραγωγική περίοδο και χαμηλότερο τάχος αύξησης.
- Είδος με μεγάλη αναπαραγωγική περίοδο και χαμηλό τάχος αύξησης.



4

Τα βέλη δεικνύουν τις κορυφές των κανονικών κατανομών που αντιστοιχούν σε κλάσεις ηλικίας



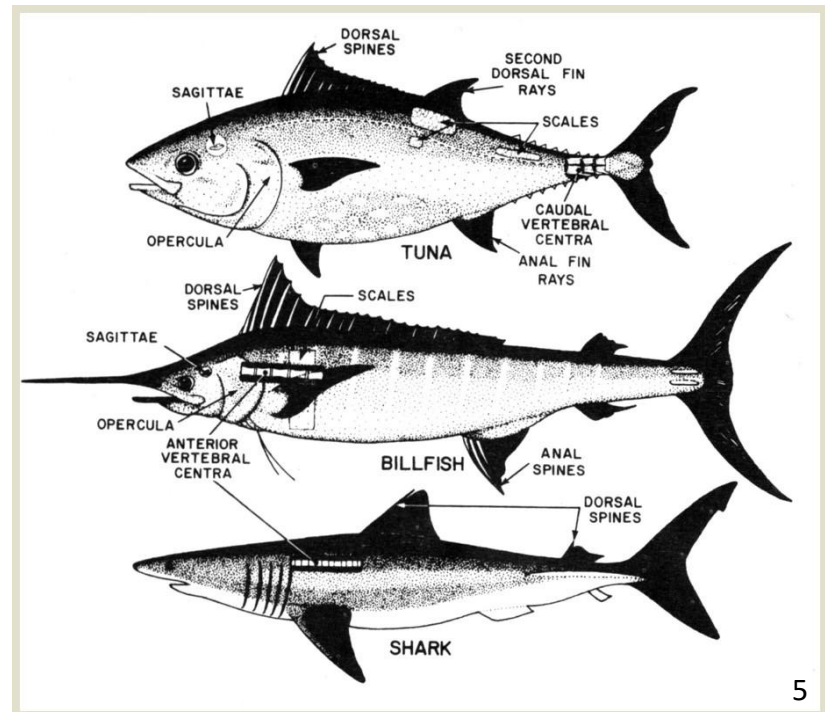
Μέθοδος Σκελετικών δομών των ψαριών

Οστειθύες

- Λέπια
- Ωτόλιθοι
- Άκανθες
- Σπόνδυλοι
- Βραγχιακά επικαλύμματα

Χονδριχθύες

- Σπόνδυλοι
- Άκανθες



Ετήσιοι δακτύλιοι

- Η βάση για τη χρησιμοποίηση των σκελετικών δομών στην εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών είναι η **αρίθμηση** των ανακοπών (δακτυλίων) που παρατηρούνται.
- Οι δακτύλιοι σχηματίζονται κατά τη διάρκεια διαδοχικών περιόδων ταχείας και βραδείας αύξησης και συμπίπτουν με την **περίοδο βραδείας αύξησης** των ψαριών.
- 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.

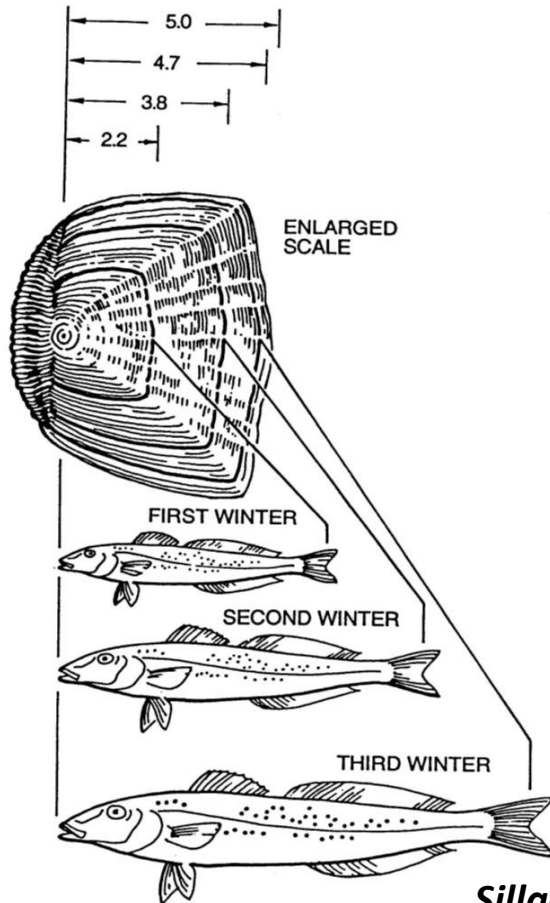


Αύξηση των λεπιών

- Τα λέπια των ψαριών εμφανίζουν εποχικές αλλαγές στο ρυθμό αύξησης.
- Η αύξηση διακόπτεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, προκαλώντας ετήσια σημάδια, ασυνέχειες (ετήσιοι δακτύλιοι).
- Κάθε ετήσια αύξηση στην αύξηση των λεπιών αναλογεί στην ετήσια αύξηση του μήκους του σώματος.



Σχέσεις μήκους λεπιών και μήκους ψαριών



$$L_x = L_p (S_x/S_p) \text{ Lea's 1910}$$

	Scale length (S_x)	Back-calculated fish length (L_x)
1 st winter	2.2	16.7
2 nd winter	3.8	28.9
3 rd winter	4.7	35.7

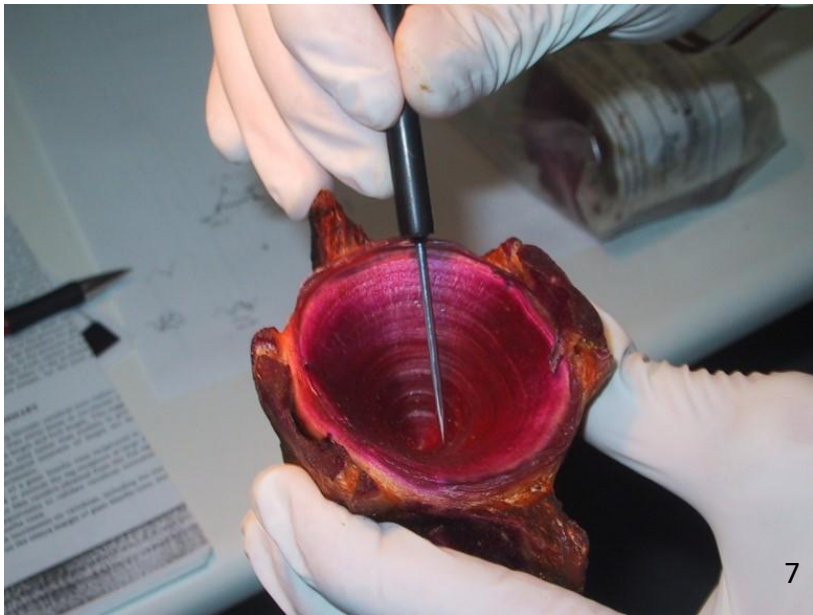
$L_p = 38 \text{ cm}$

6

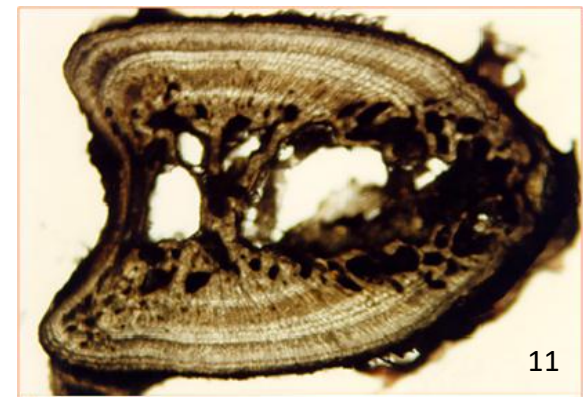
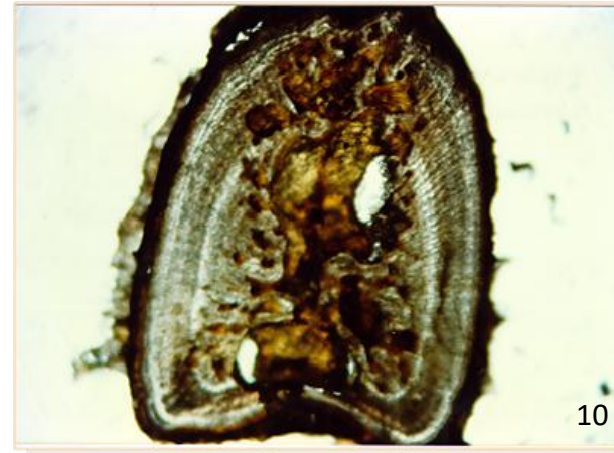
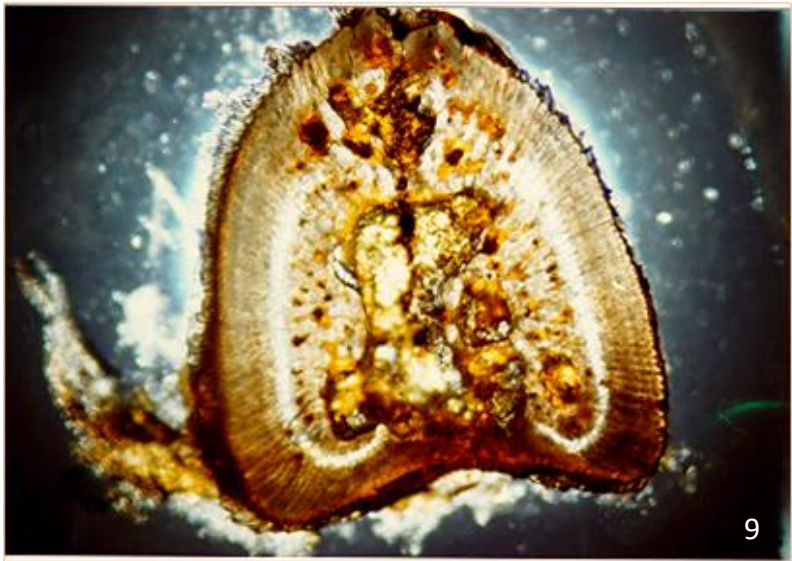
Sillaginoides punctatus



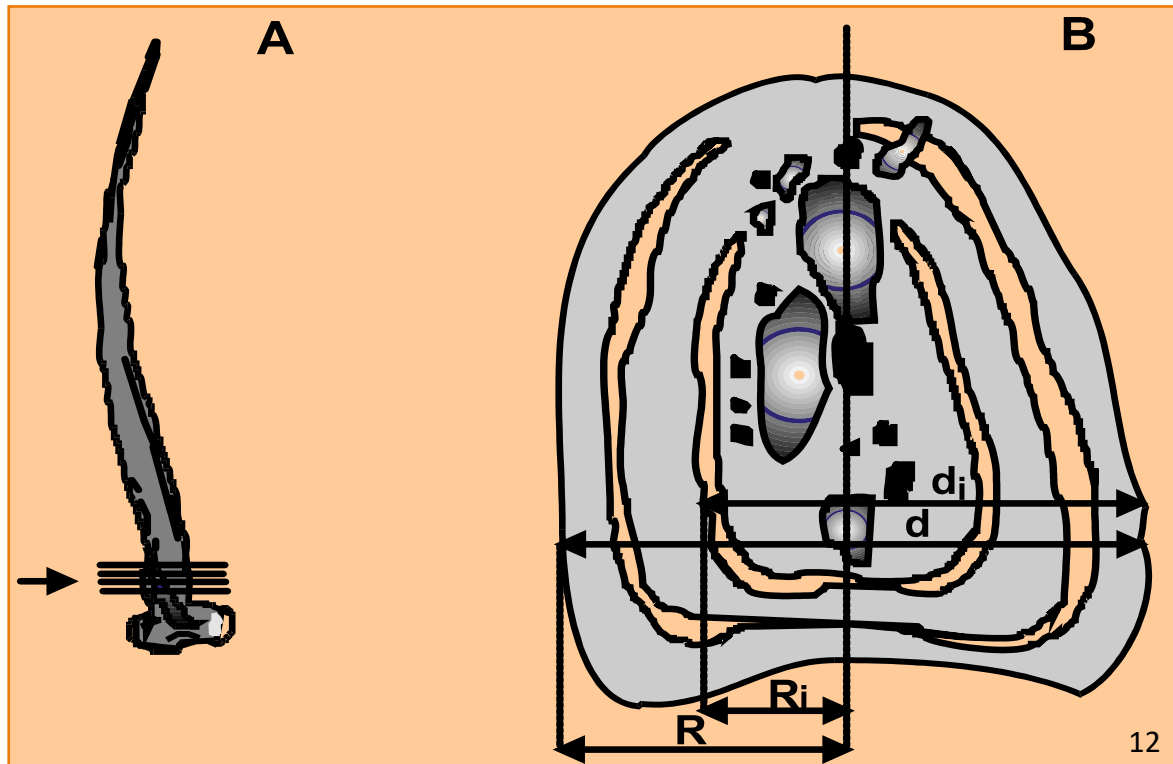
Σπόνδυλοι τόνου



Τομές ακανθών



Τομές ακανθών



R_i = ακτίνα του i δακτυλίου, R = ακτίνα τομής, D = διάμετρος τομής



Αναδρομικός υπολογισμός του μήκους

$$FL_i = a + (FL - a) R_i / R \quad (\text{Lee, 1920})$$

FL_i = μήκος ψαριού στο χρόνο i .

FL = παρατηρούμενο μήκος ψαριού.

R_i = ακτίνα του i δακτυλίου.

R = ακτίνα τομής άκανθας .

a = διορθωτική παράμετρος (εξίσωση μήκους ψαριού-ακτίνας τομής άκανθας).

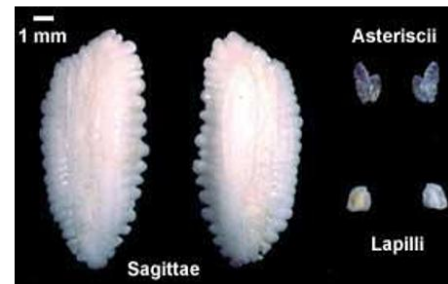
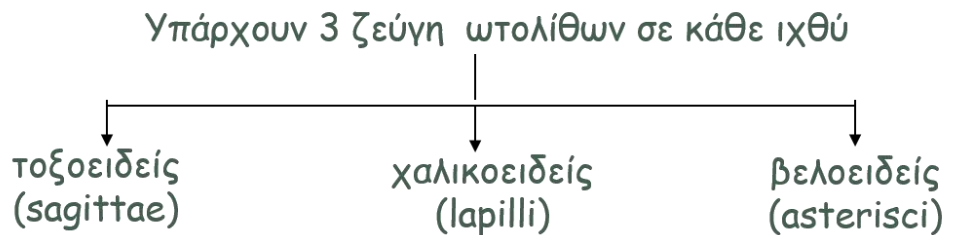


Ωτόλιθοι 1/2



Ωτόλιθοι 2/2

- Οι ωτόλιθοι είναι συμπαγείς ασβεστολιθικές δομές που βρίσκονται σε ζεύγη στο εσωτερικό αυτί σε όλους τους Τελεόστεους.
- Δημιουργούνται με την εναπόθεση/σύμπληξη ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) και πρωτεΐνης (οτολίνης).

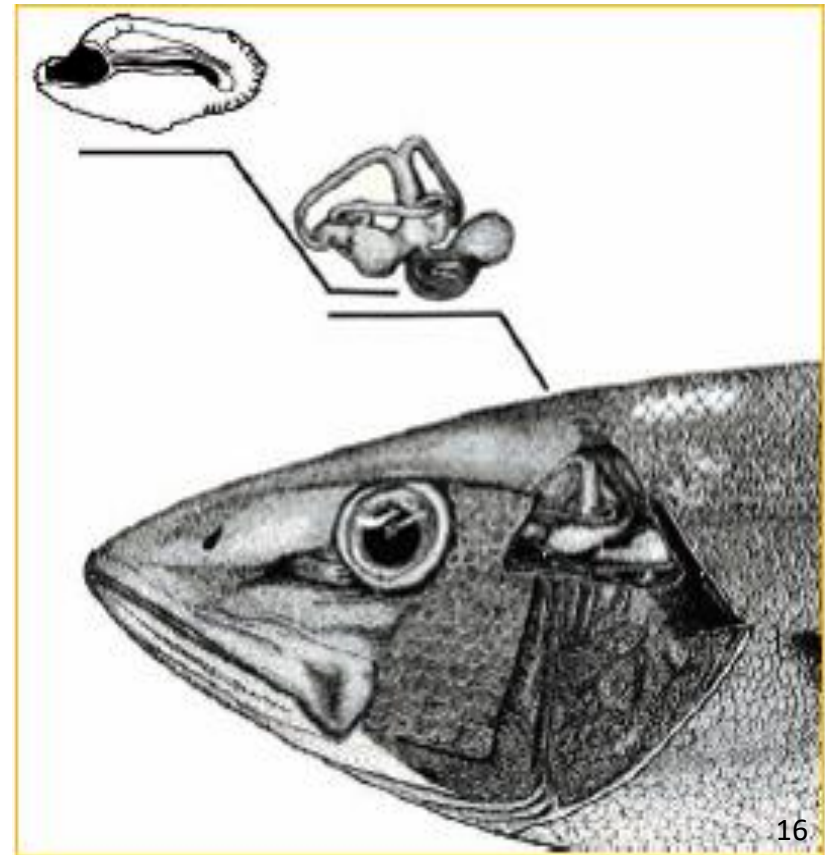


15



Το ακουστικό σύστημα των ψαριών

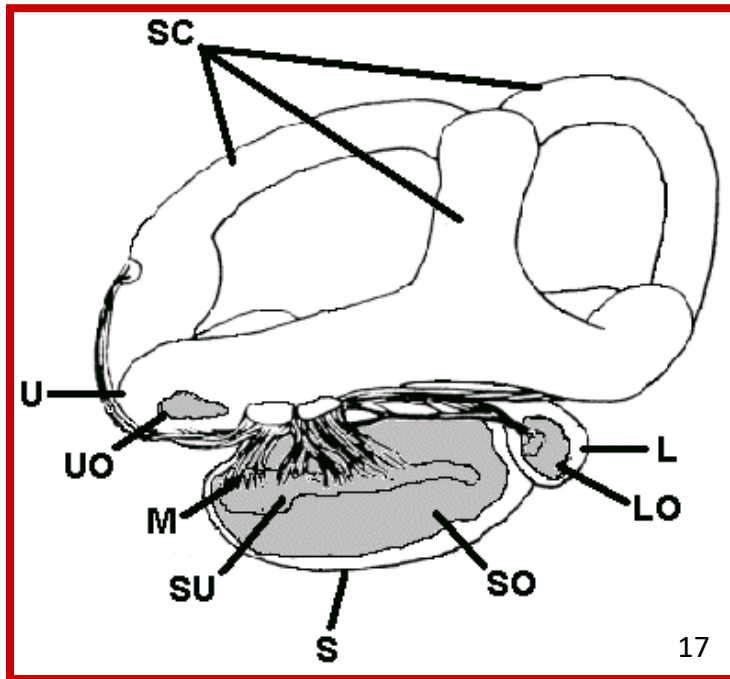
- Αποτελείται από το εσωτερικό αυτί και την πλευρική γραμμή.
- Κάτω από τους τρεις ημικυκλικούς αγωγούς του υμενώδους λαβύρινθου υπάρχουν τρεις διογκώσεις, τα ακουστικά κυστίδια.
- Κάθε κυστίδιο αποτελείται από κύτταρα που φέρουν **τριχίδια**, πάνω στα οποία ακουμπούν τρεις μικροί κρύσταλλοι οι οποίοι καλούνται ωτόλιθοι.
- Οι **ωτόλιθοι** είναι συμπαγείς, ακυτταρικές δομές που αποτελούνται από πρωτεΐνη και άλατα ανθρακικού ασβεστίου.



16



Εσωτερικό αυτί των ψαριών



(Popper and Coombs, 1982)

SC = Ημικυκλικοί σωλήνες,

U = Ελλειπτικό κυστίδιο ,
UO = Ωτόλιθος του ελλειπτικού κυστιδίου
Lapillus,

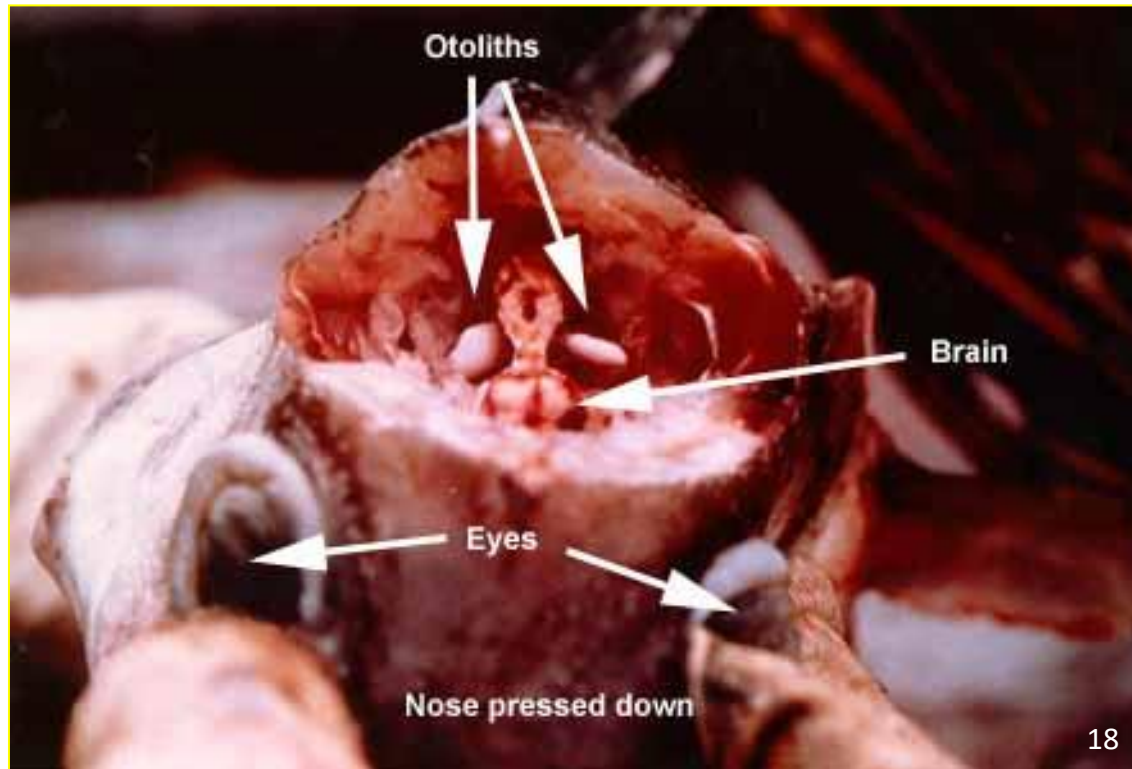
L = Λάγηνος
LO = Ωτόλιθος της λαγήνου ή Asteriscus.

S = Σφαιρικό κυστίδιο ,
SO = Ωτόλιθος του σφαιρικού κυστιδίου ή
Sagitta,

M = Macula (επιθήλιο),
SU = Sulcus,



Τοπογραφική σχέση των ωτολίθων με τους οφθαλμούς και τον εγκέφαλο των ψαριών



Προετοιμασία των ωτολίθων για παρατήρηση

A. Ολόκληροι

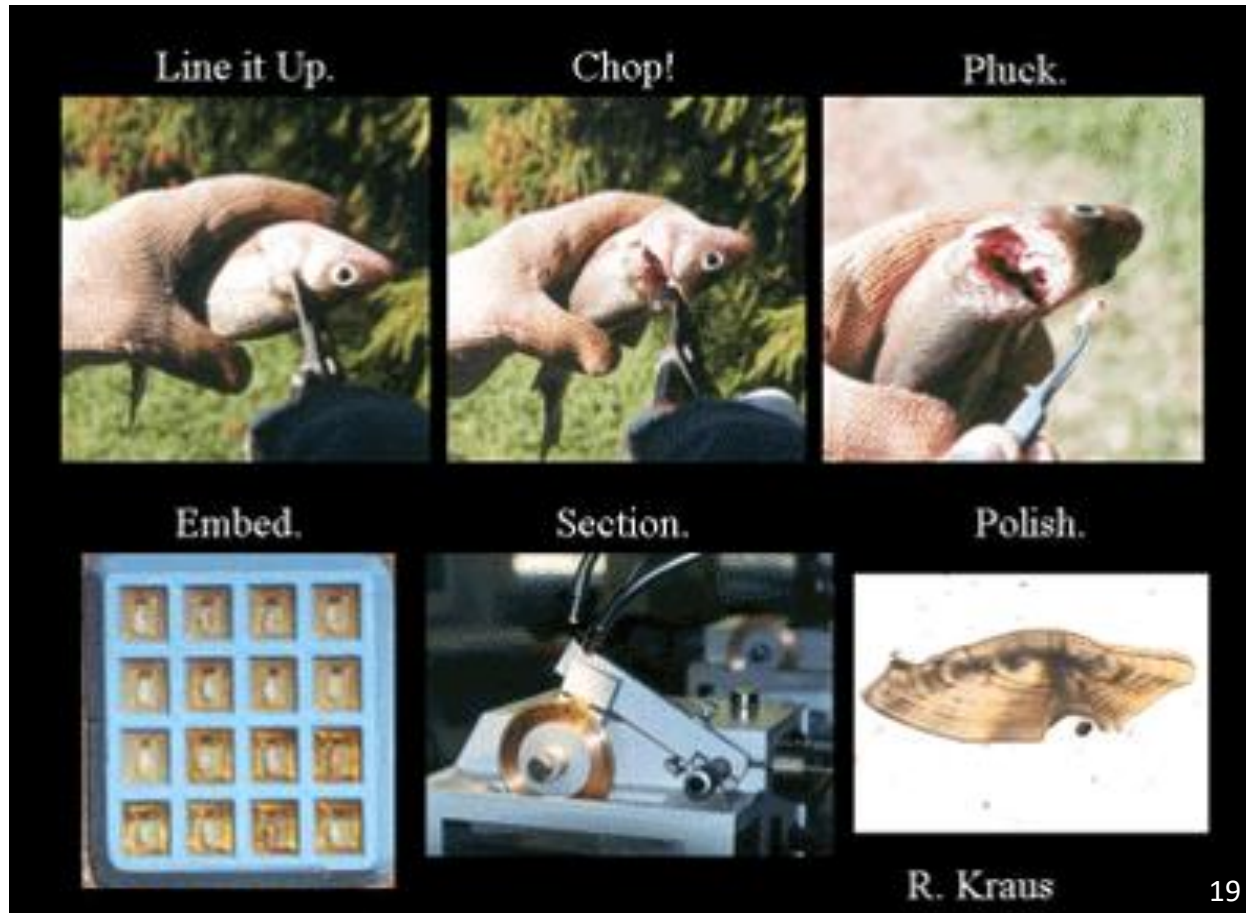
- Διατήρηση : ξηροί ή σε διάλυμα αλκοόλης γλυκερίνης.
- Κάψιμο.
- Παρατήρηση σε μαύρο υπόβαθρο και προσπίπτοντα φωτισμό.
- Αδιαφανής ζώνη (άσπρος δακτύλιος).
- Διαφανής ζώνη (μαύρος δακτύλιος) άνοιξη-καλοκαίρι.

B. Τομές

- Έγκλιση η σκηνωση.
- Δημιουργία τομών και λείανση τους (ISOMET, METASERV).
- Φύλαξη των τομών των ωτολίθων.



Αφαίρεση ωτολίθων



19



Επίπεδα τομής ωτόλιθου

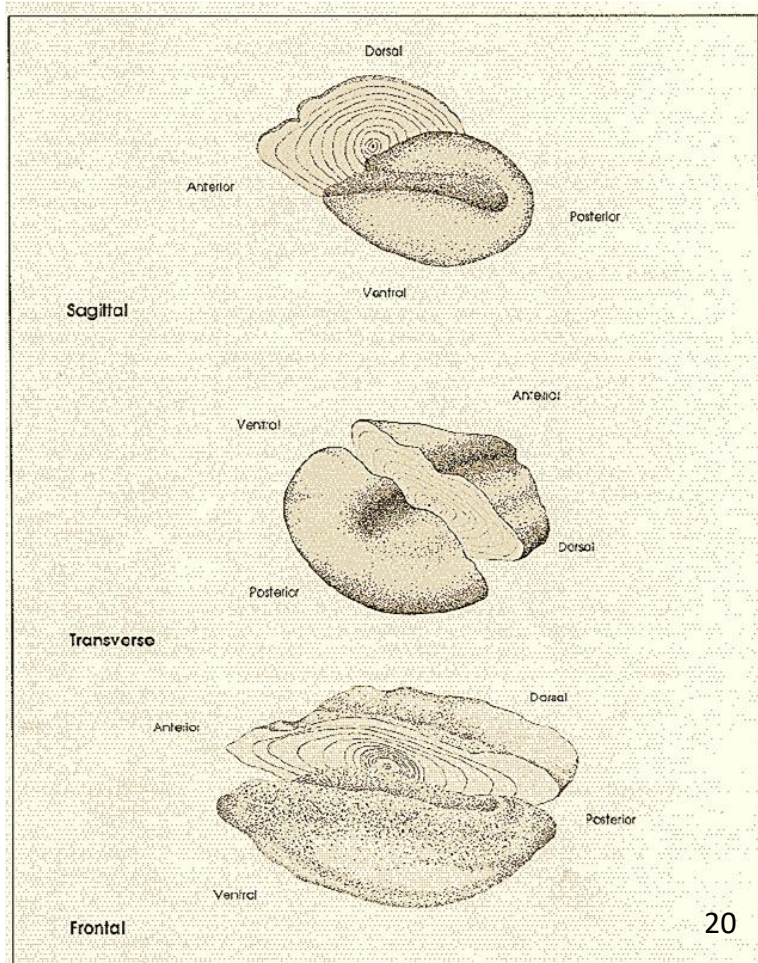


Fig. 4. Typical sagitta showing sectioning planes.

- Τυπικός ωτόλιθος και τα διάφορα επίπεδα τομής του:

ΟΒΕΛΙΑΙΟ

(δεξί + αριστερό ήμισυ)

ΕΓΚΑΡΣΙΟ

(πρόσθιο + οπίσθιο ήμισυ)

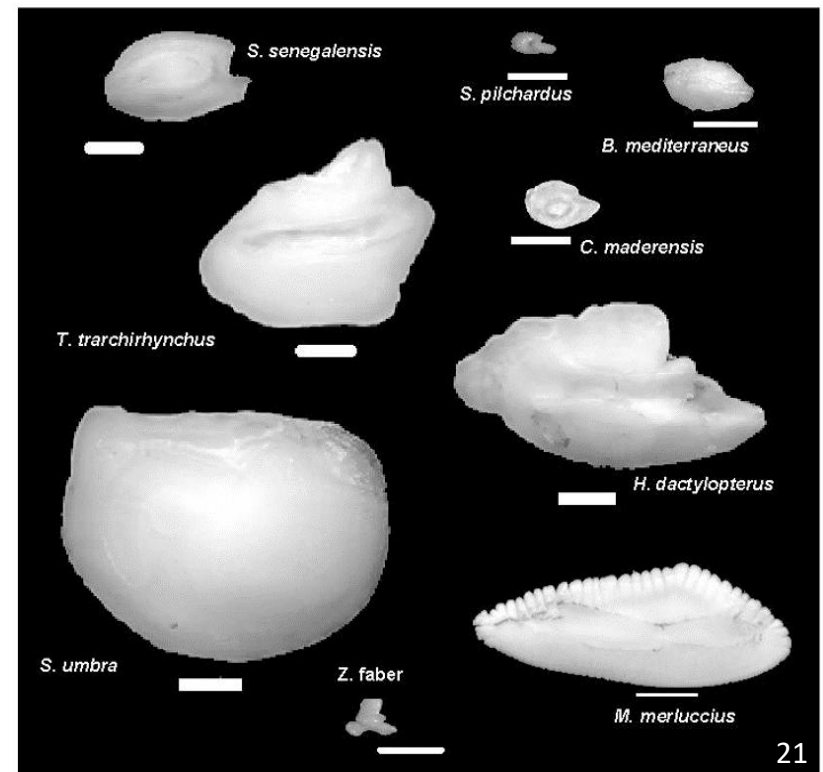
ΜΕΤΩΠΙΑΙΟ

(ραχιαίο + κοιλιακό ήμισυ)



Ωτόλιθοι Τελεόστεων

- **E. Koken (1884)**
- Παρατήρησε ότι κάθε είδος Τελεόστεου χαρακτηρίζεται από ωτολίθους με ιδιαίτερο μέγεθος και μορφολογία.



Χρησιμότητα 1/2

- Από τότε η **μορφολογία** των ωτολίθων μελετάται για να προσδιορισθούν
 - είδη σε απολιθώματα,
 - η διατροφή ιχθυοφάγων ειδών από το στομαχικό τους περιεχόμενο
 - χρησιμοποιείται σε αρχαιολογικές μελέτες
 - χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστούν ενδοειδικές διαφορές (πληθυσμιακές) και διαειδικές διαφορές και σχέσεις.



Χρησιμότητα 2/2

- Η αύξηση των ωτολίθων σχετίζεται στενά με την αύξηση των ψαριών και τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Η διακύμανση στην αναλογία των συστατικών από τα οποία αποτελούνται οι ωτόλιθοι προκαλούν τους αυξητικούς δακτυλίους οι οποίοι ακολουθούν ημερήσια και εποχική περιοδικότητα. Αυτοί χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ηλικίας και της αύξησης.
- Άλλες μελέτες επικεντρώνουν στη χημική σύσταση και τη μικροδομή των ωτολίθων και στη σχέση τους με το περιβάλλον.



Κλασικές περιγραφές της μορφολογίας των ωτολίθων

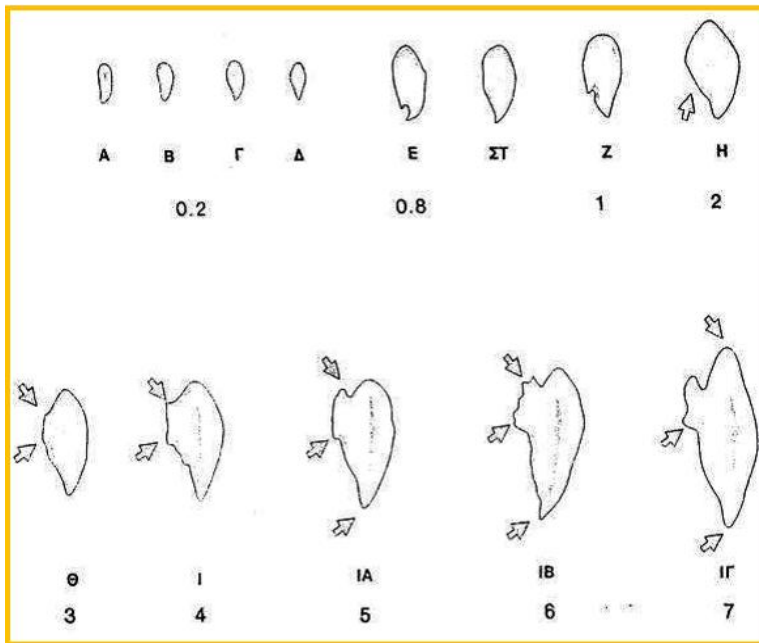
- Οι πρώτες μελέτες της μορφολογίας των ωτολίθων επικέντρωναν σε ανατομικές περιγραφές, χρησιμοποιώντας **σχήματα**.
- Κατά τη δεκαετία των '80 αναπτύχθηκε μια **κοινή ορολογία** για τα διάφορα μέρη του ωτολίθου και τους ανατομικούς τύπους.
- Τελευταία οι ωτόλιθοι περιγράφονται και αναπαράγονται το ίδιο όπως παλαιότερα με μαυρόασπρα σχήματα, αλλά και με **ηλεκτρονικές φωτογραφίες** από οπτικό ή ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.



Κλασικές περιγραφές της μορφολογίας των ωτολίθων



Διαφοροποίηση σχήματος και μεγέθους με την ηλικία



23



24

- Μορφή ωτολίθων και ζώνες εναπόθεσης υλικού
- στο είδος *Boops boops*
- Με αριθμούς σημειώνονται οι ηλικίες



Βάσεις Δεδομένων Ωτολίθων


Shape Analysis of Fish Otoliths - AFORO (ICM-CMIMA-CSIC) - Windows Internet Explorer

http://www.cmima.csic.es/aforo/index.jsp

Anàlisi de FORMes d'Otòlits (Shape Analysis of Fish Otoliths)

AFORO website offers an open online catalogue of otolith images and its associated shape analysis through pattern recognition techniques applying Fourier transform (FT), curvature space scale (CSS) and wavelet analysis (WT). This site also allows to [search and identify](#) directly using query images of otoliths.

Lombarte, A., Ò. Chic, V. Parisi-Baradad, R. Olivella, J. Piera & E. Garcia-Ladona. 2006. A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina* 70: 147-152.



Psetta maxima

AFORO LATEST NEWS

[03/14/2011] more than 200 families!
[11/11/2010] New images from the Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean
[11/04/2010] new families added in AFORO database
>> All news

25

http://www.cmima.csic.es/aforo/upload_img_en.jsp

Internet | Προστατευμένη κατάσταση λειτουργίας; Ενεργή

100%

STATISTIKA DI... ΗΛΙΚΙΑ ΑΥΞΗ... BFT Αστακός... Diplomatiki er... Microsoft Exc... Τελική πτυχια... Shape Analysi... EN < 8:29 μμ



The AFORO Collection

- AFORO website offers an open **online catalogue of otolith images** and its associated shape analysis through pattern recognition techniques applying
 - Fourier transform (FT),
 - curvature space scale (CSS) and
 - wavelet analysis (WT).

This site also allows to **search and identify** directly using query images of otholits.

Lombarte, A., Ò. Chic, V. Parisi-Baradad, R. Olivella, J. Piera & E. García-Ladona. 2006. A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina* 70: 147-152.



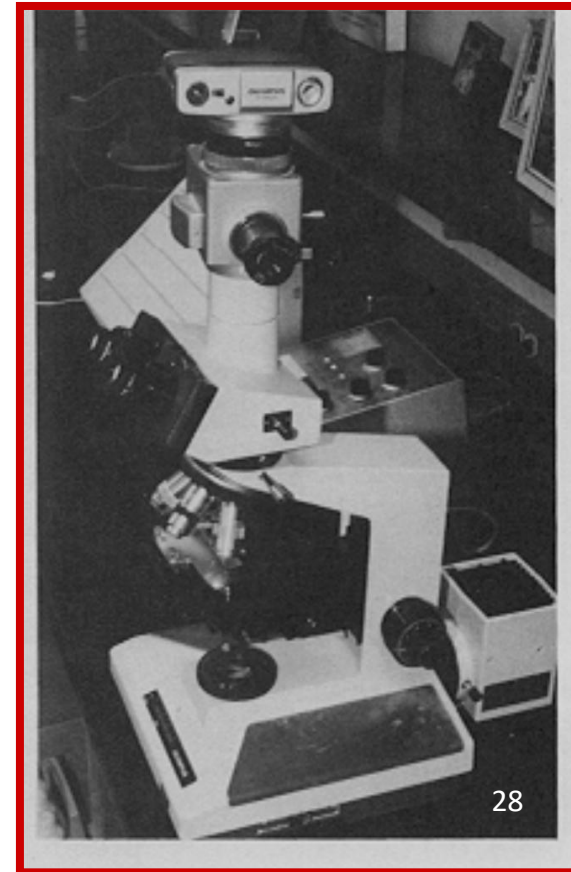
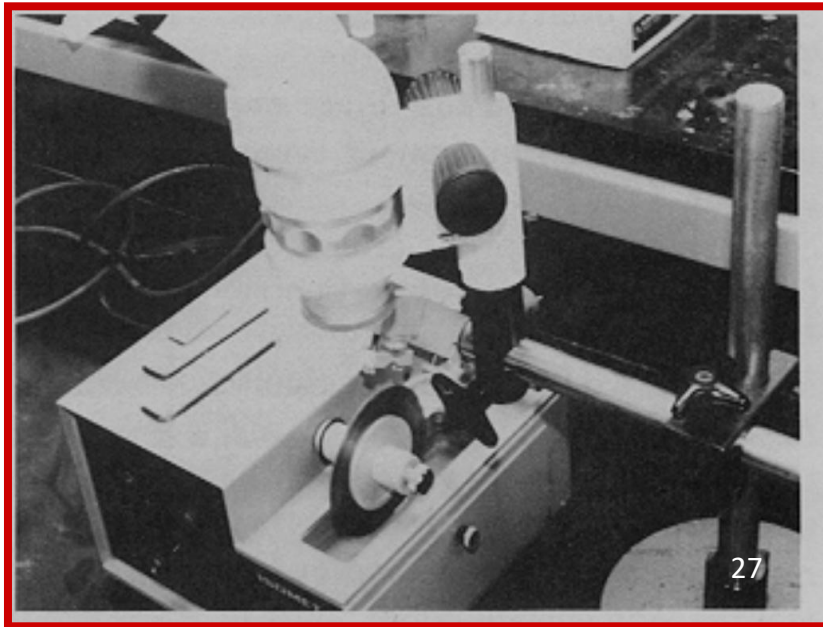
26



Σύγχρονες τάσεις στην εκτίμηση ηλικίας των ψαριών



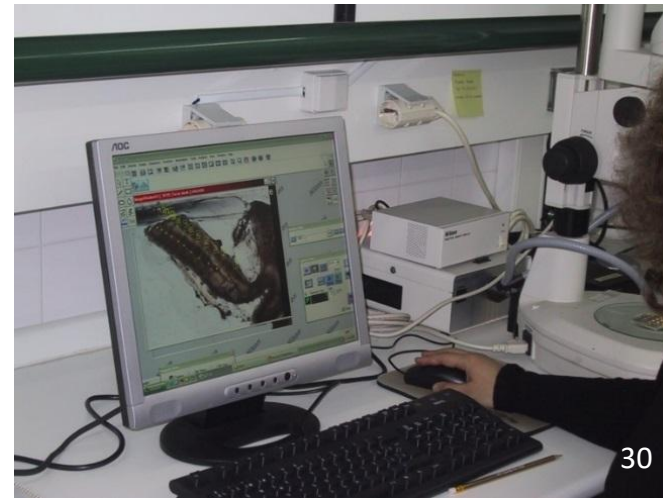
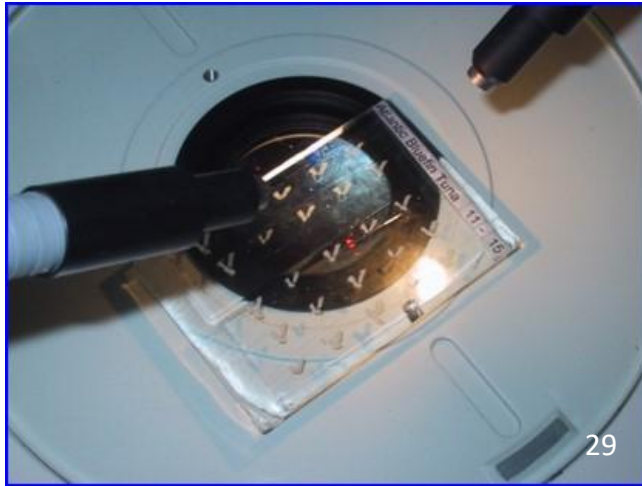
Μικροτόμωση ωτολίθων



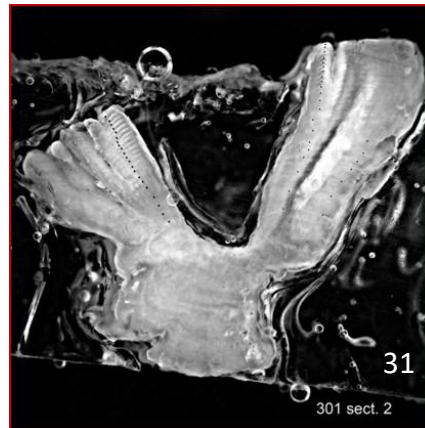
Η εξέλιξη και τα αποτελέσματα της διαδικασίας παρακολουθούνται στο μικροσκόπιο



Μελέτη τομών ωτολίθων σε σύστημα ανάλυσης εικόνας

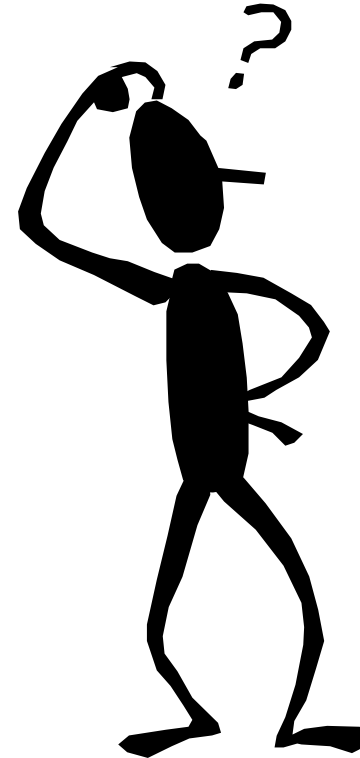


Workshop Santander
Ισπανία
2006



Ημερήσιοι δακτύλιοι αύξησης

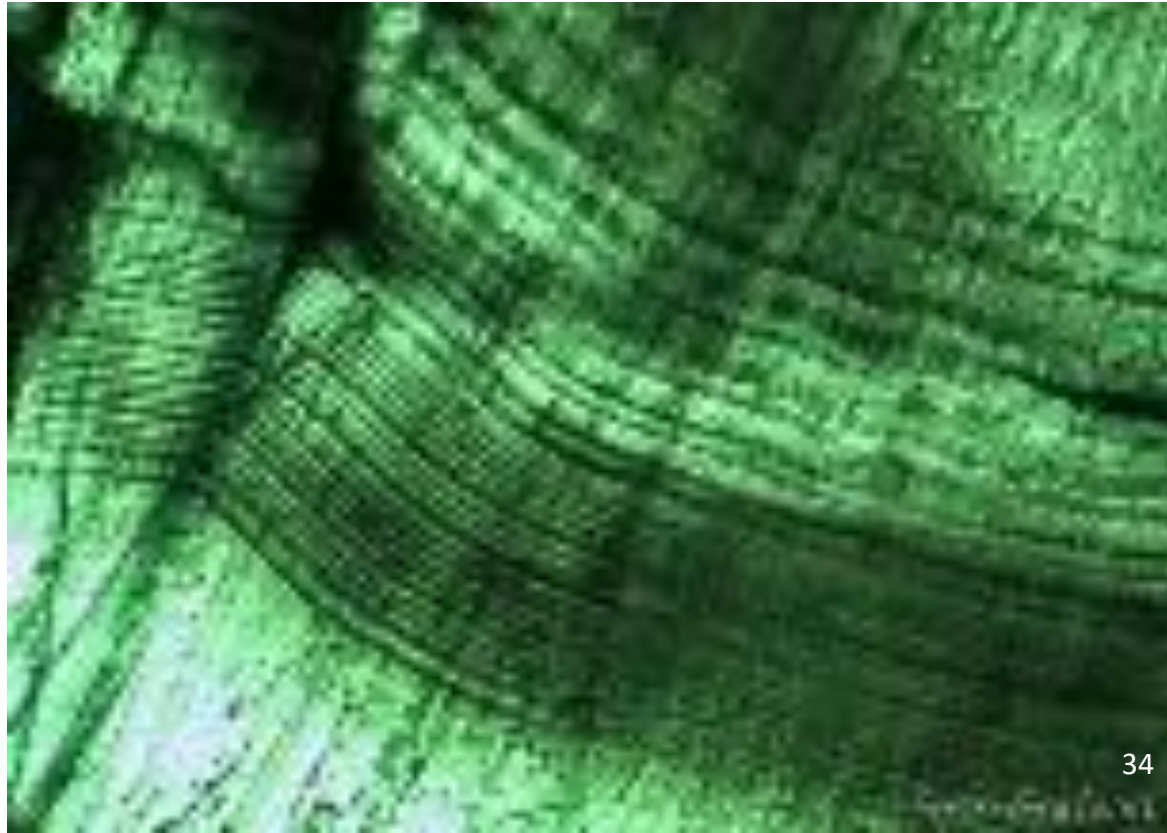
- Τι είναι ;
- Πως σχηματίζονται ;
- Ποιοι παράγοντες τους επηρεάζουν ;
- Που χρησιμοποιούνται ;



33



Ημερήσιοι δακτύλιοι



Τι είναι ;

- Δακτύλιοι στη μικροδομή των ωτολίθων .
- ΗΔΑ = Αυξητική ζώνη

+

Ασυνεχής ζώνη.

Κρύσταλοι
 CaCO_3

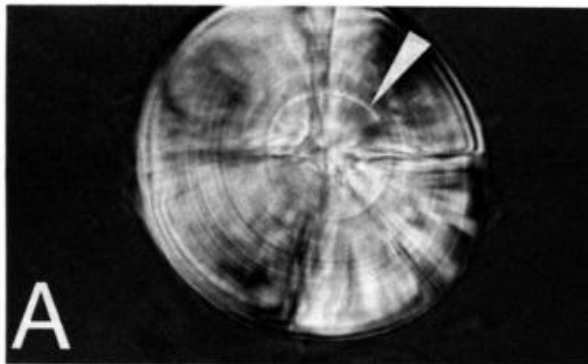
Οργανική ύλη
Πρωτεΐνη



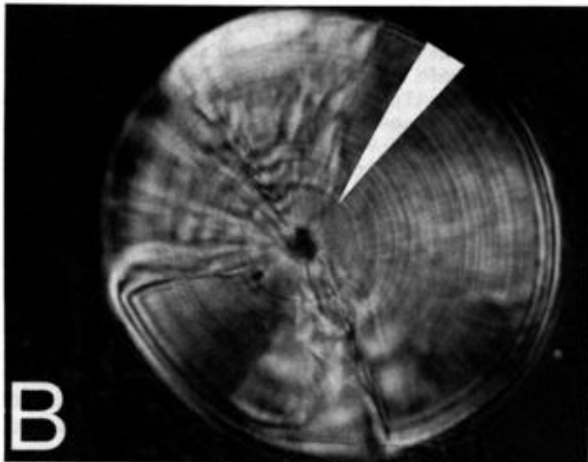
35



Πως σχηματίζονται ;



36



37

- Σε ημερήσια βάση
 - Πειράματα με προνύμφες σκομβροειδών
 - (*Scomber japonicus*).

- Συσχετίζονται με τον κύκλο του ασβεστίου στα ψάρια.

Κρύσταλοι
CaCO₃
ΗΜΕΡΑ

Οργανική ύλη
Πρωτεΐνη
ΝΥΧΤΑ



Ποιοί παράγοντες τους επηρεάζουν;

- Ενδογενής ρυθμός του ψαριού.
- Εξωτερικοί παράγοντες του περιβάλλοντος.
 - φωτοπερίοδος,
 - θερμοκρασία,
 - ρυθμός διατροφής



Που χρησιμοποιούνται ;

- **Εκτίμηση ηλικίας**
 - προνυμφών,
 - νεαρών ατόμων,
 - τροπικών ειδών.
- **Χρόνος αλλαγής συμπεριφοράς νεαρών ατόμων.**
 - Πέρασμα από πελαγικό σε βενθικό περιβάλλον.
- **Θέση πρώτου ετήσιου δακτυλίου.**
- **Επικύρωση ηλικιών στα νεαρότερα άτομα.**



Φθίνουσα εμπιστοσύνη στα λέπια

- **Μελέτες δεικνύουν ότι τα λέπια των μεγαλύτερων σε ηλικία ψαριών υποεκτιμούν την ηλικία τους.**
 - Η αύξηση των λεπιών αντανακλά το πρότυπο αύξησης των ψαριών.
 - Μειωμένη ή μηδενική αύξηση του ψαριού συνεπάγεται ελάχιστη ή μηδενική αύξηση των λεπιών
 - Συνεπώς, η μέθοδος γίνεται ανακριβής από το σημείο που η αύξηση του ψαριού γίνεται ασυμπτωτική.



Τι δείχνει η εκτίμηση ηλικίας από ωτόλιθους

- Οι ωτόλιθοι σε αντίθεση με τα λέπια ,αυξάνονται σε όλη τη διάρκεια ζωής των ψαριών.
- Η αύξησή τους είναι αλλομετρική, διότι η απόθεση του νέου υλικού στα μεγαλύτερα ψάρια γίνεται στην εσωτερική επιφάνεια.
- Συνεπώς, οι ωτόλιθοι μεγαλύτερων ψαριών είναι παχύτεροι από ότι νεαρότερων.

Κάποια είδη είναι μακροβιέστερα από ότι θεωρείτο προηγουμένως.



Μορφομετρία ωτολίθων 1/2

- Οι **πίνακες μήκους - ηλικίας** στηρίζονται στη σχέση μεταξύ της ηλικίας και του μήκους των ψαριών,
- Μια **εναλλακτική προσέγγιση** είναι να αξιοποιήσουμε την καλά τεκμηριωμένη αναλογικότητα μεταξύ του μεγέθους του ωτολίθου και του μεγέθους και της ηλικίας των ψαριών.
- Το 1985, ο **Boehlert (Fish. Bull. 83: 103–117)** πρότεινε ότι η ηλικία των ψαριών θα μπορούσε να υπολογιστεί από τις μετρήσεις των ωτολίθων.



Μορφομετρία ωτολίθων 2/2



- L_o : Μήκος
- W_o : Πλάτος
- A_o : Επιφάνεια
- P_o : Περίμετρος
- M_o : Βάρος
- Κυκλικότητα:
- Ορθογωνικότητα:
- Τιμή E:)



Σύγκριση μεθόδων

Είναι η μέθοδος μέτρησης των ωτολίθων συγκρίσιμη ή καλύτερη από τη μέθοδο αρίθμησης δακτυλίων ;

Τότε είναι προτιμητέα, επειδή είναι φτηνότερη!

Στην αναζήτηση μιας απλούστερης μεθόδου από εκείνη της καταμέτρησης των αυξητικών δακτυλίων σε τομές ωτολίθων, δίνει εν μέρει λύση η χρήση της τεχνολογίας ανάλυσης εικόνας.

Έχει ήδη αποδειχθεί για διάφορα είδη ιχθύων η σχέση μεταξύ:

- 1. των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ωτολίθων – ηλικίας**
- 2. της μάζας του ωτολίθου -ηλικίας (Μεγαλοφώνου, 2006).**



Δείκτης ορθογωνικότητας

- Ο δείκτης ορθογωνικότητας (rectangularity)

δίνεται από τον τύπο

$$R_o = A_o (L_o W_o)^{-1}$$

όπου A_o εμβαδόν, L_o μήκος, W_o πλάτος .

- Είναι ένα κλάσμα μεταξύ του εμβαδού του ωτολίθου A_o και του εμβαδού ενός ορθογώνιου παραλληλογράμμου με μήκος L_o και πλάτος W_o .
- Δείχνει το βαθμό ταύτισης του εμβαδού του ωτολίθου με το εμβαδό ενός ορθογώνιου παραλληλογράμμου

Τιμές < 1



Δείκτης κυκλικότητας

- Ο δείκτης κυκλικότητας (circularity)

δίνεται από τον τύπο

$$C_o = P_o^2 A_o^{-1}$$

όπου A_o εμβαδόν, P_o περίμετρος.

- Είναι ένα κλάσμα μεταξύ της περιμέτρου P_o και του εμβαδού A_o του ωτολίθου.
- Δείχνει τον βαθμό ομοιότητας του σχήματος του ωτολίθου με έναν κύκλο.



Δείκτης αναλογίας

- Ο δείκτης αναλογίας E (E ratio)

δίνεται από τον τύπο

$$E_o = W_o L_o^{-1}$$

όπου L_o μήκος, W_o πλάτος

- Είναι ένα κλάσμα μεταξύ του μήκους L_o και του πλάτους W_o του ωτολίθου και εκφράζει την τάση του ωτολίθου να έχει σχήμα περισσότερο ή λιγότερο επίμηκες.

Τιμές < 1



Στατιστική επεξεργασία

- **Σύγκριση δεδομένων ζεύγους ωτολίθων.**
 - Student test (t-test).
- **Στατιστική επεξεργασία δεδομένων μορφομετρίας ωτολίθων, εύρεση συσχετίσεων.**
 - Με γραμμικές εξισώσεις παλινδρόμησης ($y = a + bx$).
 - Με εκθετικές εξισώσεις παλινδρόμησης ($y = ax^b$).
- **Συσχέτιση μορφομετρίας ωτολίθων με μήκος ψαριού.**
 - Με γραμμικές εξισώσεις παλινδρόμησης.
- **Συσχέτιση μορφομετρίας ωτολίθων με ηλικία.**
 - Με γραμμικές εξισώσεις παλινδρόμησης.

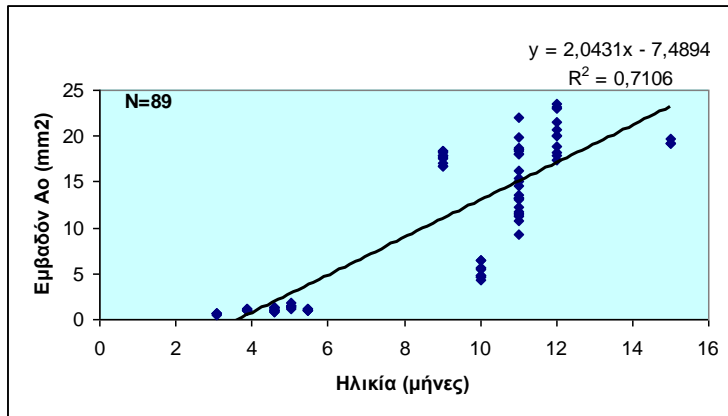


Μορφομετρία ωτολίθων τσιπούρας

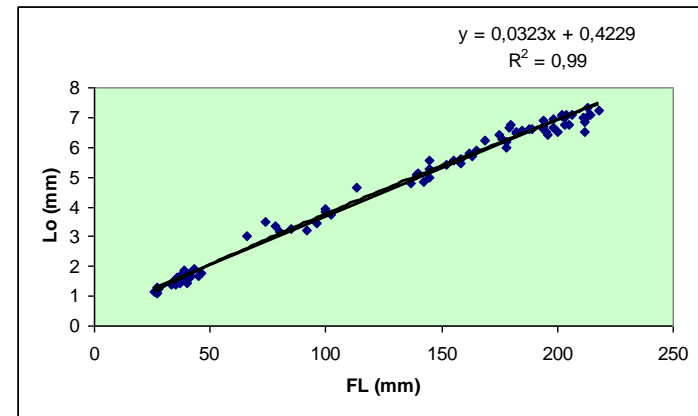
- **L_o: 1.09 - 9.15 mm**
 - **W_o: 0.75 - 5.29 mm**
 - **A_o: 0.575 - 31.58 mm²**
 - **P_o: 3.0 - 25.76 mm**
 - **M_o: 0.276 - 55.9 mg**
-
- **Κυκλικότητα: 19,26 (μ.ο)**
 - **Ορθογωνικότητα: 0,69 (μ.ο)**
 - **Τιμή E: 0,63 (μ.ο)**



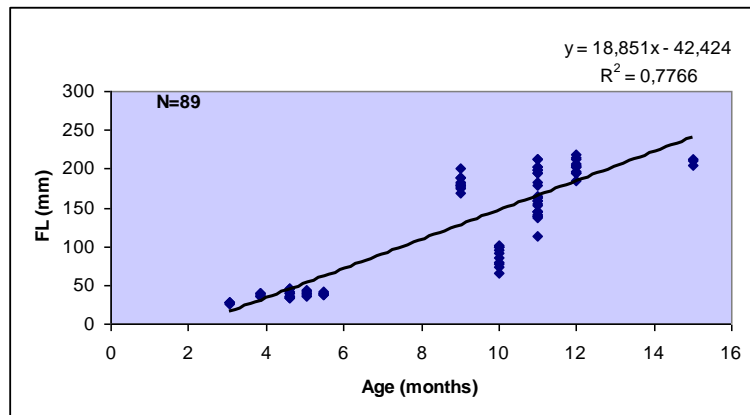
Συσχέτιση μορφομετρικών ωτολίθου με την ηλικία με τη βοήθεια γραμμικών καμπυλών ($y=a+\beta x$)



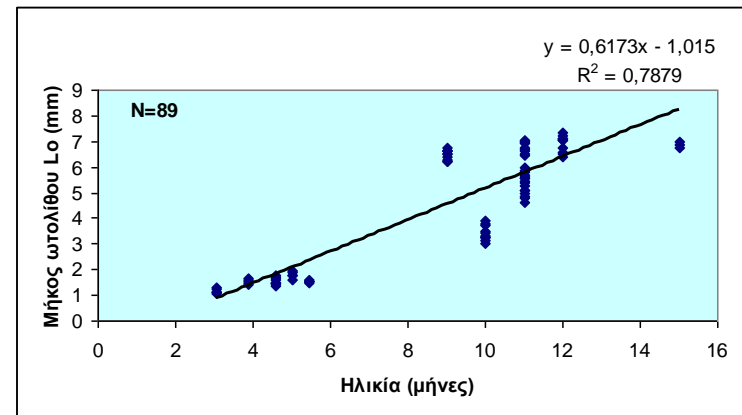
$y=18.851x - 42.424, r^2=0.78$



$y=0.617x - 1.015, r^2=0.79$



$y=2.043x - 7.489, r^2=0.71$



$y=0.032x + 0.423, r^2=0.99$



Επικύρωση των μεθόδων

Επικύρωση ή εγκυρότητα μιας μεθόδου σημαίνει να αποδειχθεί ότι αυτή είναι ακριβής.

ΠΩΣ ;

- Με έλεγχο της συχνότητας κατανομής των μηκών ως προς τη συμφωνία τους με τις κλάσεις ηλικίας.
- Με εξέταση των σκελετικών δομών .
 - σε ψάρια γνωστής ηλικίας, ψάρια που μεγαλώνουν ελεγχόμενα σε φυσικές ή σχεδόν φυσικές συνθήκες.
 - σε ψάρια που ένα τμήμα της ζωής τους είναι γνωστό, πχ. ψάρια που μαρκάρονται.

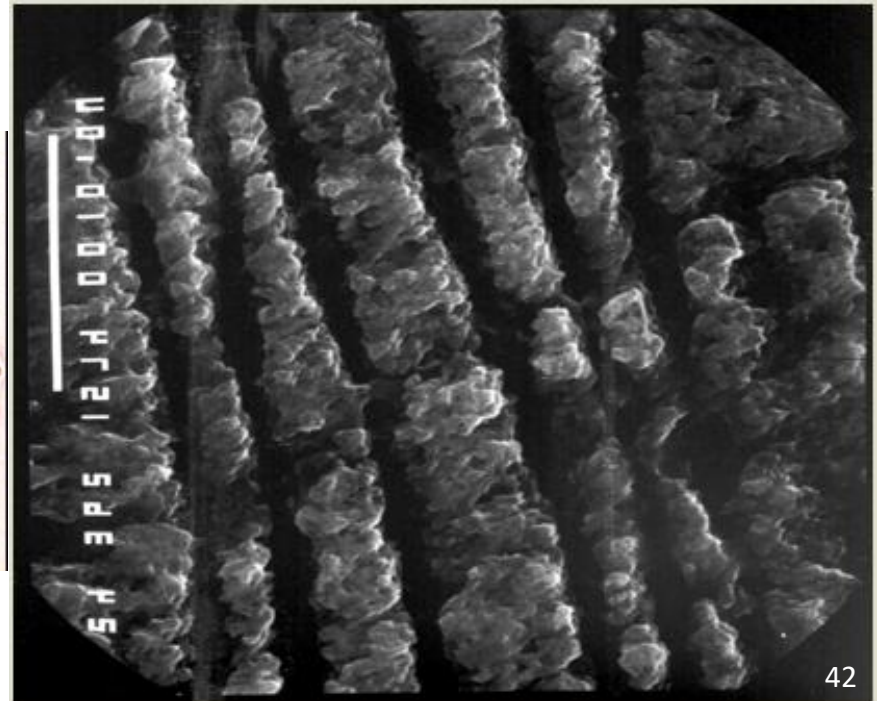
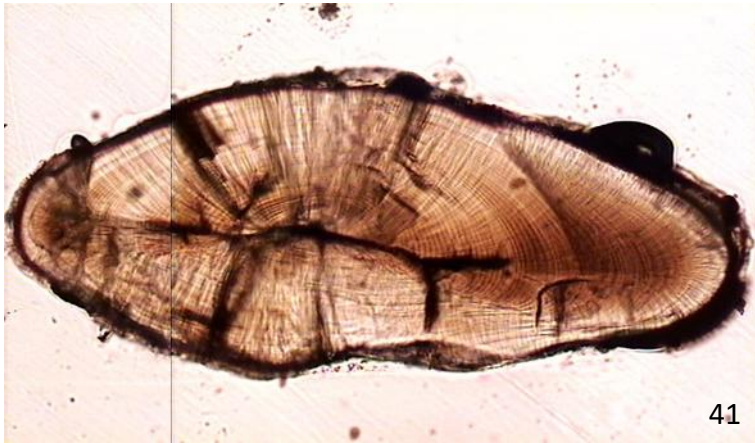


Αριθμός ημερήσιων δακτυλίων σε τομές ωτολίθων σε ανώριμα άτομα τσιπούρας

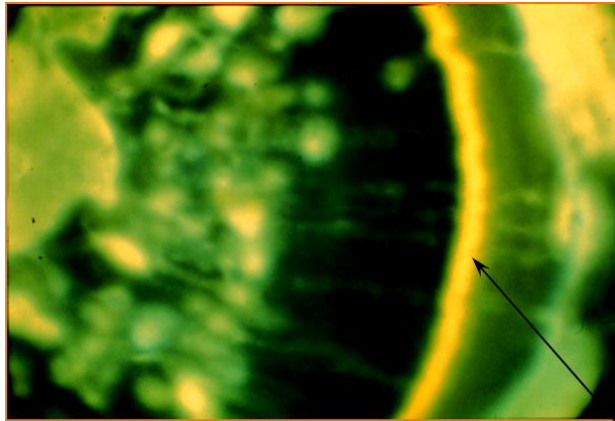
Κωδικός	Μονάδα	FL (mm)	Ηλικία	Αριθμός δακτυλίων
103 (L)	Ιχθ.σταθμός	27	92 ημ.	119
99 (L)	Ιχθ.σταθμός	39	116 ημ.	122
84 (L)	Ιχθ.σταθμός	40	164 ημ.	184
115 (L)	Εντατική	80	300 ημ.	265
28 (L)	Εκτατική	179	270 ημ.	247
64 (L)	Εκτατική	212	330 ημ.	279
55 (L)	Εντατική	145	330 ημ.	290
58 (L)	Εντατική	113	330 ημ.	293
20 (L)	Εντατική	202	360 ημ.	315



Ωτόλιθοι



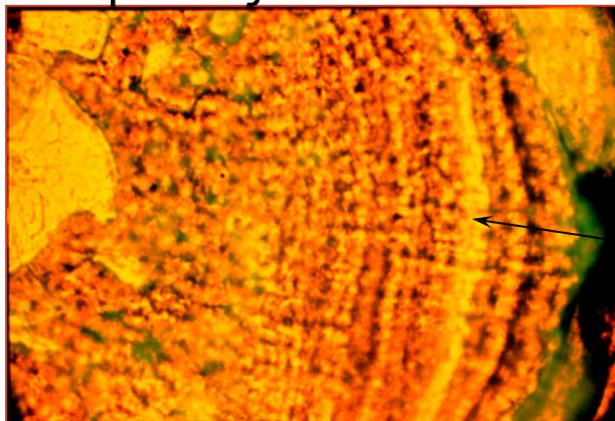
Τομές άκανθας ατόμου ιχνηθετημένου με οξυτετρακυκλίνη



Υπεριώδες

43

Υπεριώδες + Λευκό



Ίχνος οξυτετρακυκλίνης

44



Σύνοψη των κυριότερων σύγχρονων τάσεων

1. **Αναγνώριση των ημερήσιων δακτυλίων αύξησης.**
2. Μείωση της εμπιστοσύνης στην μέθοδο των λεπιών.
3. **Αναγνώριση ότι ορισμένα είδη ψαριών διαβιούν περισσότερα χρόνια.**
4. Αναγνώριση της σημασίας της εκτίμησης του σφάλματος στον προσδιορισμό της ηλικίας.
5. **Αύξηση του ενδιαφέροντος για την επικύρωση των μεθόδων.**
6. Αύξηση του ενδιαφέροντος στη χρήση δομών που δεν χρησιμοποιούνταν συχνά στο παρελθόν.
7. **Αύξηση του ενδιαφέροντος για αυτοματοποίηση.**



Διαδικασία εκτίμησης ηλικιακών κατανομών 1/2

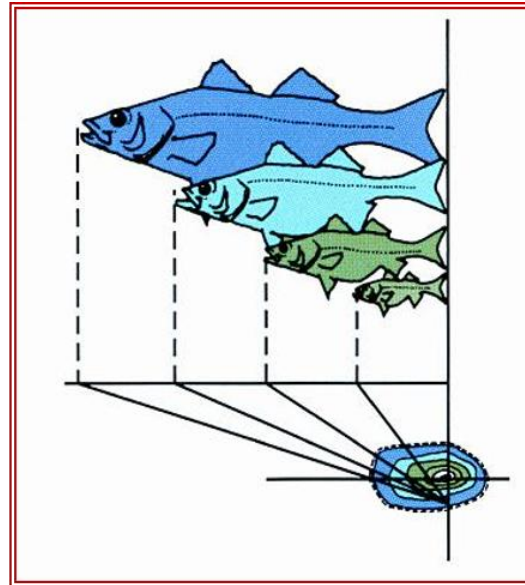
1. Συλλογή δειγμάτων.
2. Επεξεργασία σκληρών δομών.
3. Προσδιορισμός περιοδικότητας σχηματισμού δακτυλίων.
4. Προσδιορισμός πρώτου ετήσιου δακτυλίου.
5. Καταμέτρηση δακτυλίων και εκτίμηση ηλικίας ατόμων.

Προβλήματα

1. Χάσιμο πρώτου δακτυλίου.
2. Συσσώρευση δακτυλίων με το πέρας της ηλικίας.
3. Ύπαρξη ψευδοδακτυλίων.
4. Χάσιμο δακτυλίων στο κέντρο ή περιφερειακά.



Διαδικασία εκτίμησης ηλικιακών κατανομών 2/2



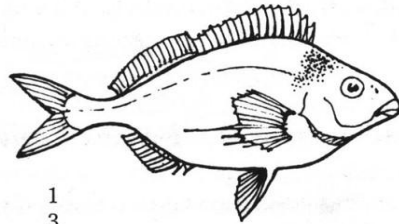
Από την μελέτη των ηλικιών
σχηματίζουμε
τις κλείδες ηλικίας
Σε κάθε κλάση μήκους
ΤΙ ποσοστά ηλικιών αντιστοιχούν

Επειδή υπάρχει αντιστοιχία
μήκους - ηλικίας
από τις κατανομές των μηκών
Σχηματίζουμε τις κατανομές
των ηλικιών



Πίνακες συχνότητας ατόμων ανά κλάση ηλικίας και μήκους

Length (cm)	Numbers of fish in age groups									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
23.5	5									
24.5	6									
25.5	15	1								
26.5	27	3								
27.5	21	6								
28.5	14	17								
29.5	12	31	5							
30.5	6	31	14	1						
31.5	2	29	22	3						
32.5		7	26	5	2					
33.5		6	24	12	6					
34.5		3	11	20	6	3	2			
35.5			6	17	7	2				
36.5			1	10	15	8				
37.5			1	1	11	8	4			
38.5					2	5	6	1		
39.5						2	4	1	1	
40.5							2	3		
41.5							2		1	
42.5						1		2		
43.5									1	
44.5										1
45.5										1
N	108	134	110	69	49	29	20	7	4	
Mean	27.2	30.3	32.6	34.6	35.9	37.3	38.6	40.6	42.5	
Sdev	1.8	1.7	1.6	1.4	1.6	1.7	1.9	1.5	2.6	



Τι γίνεται στην περίπτωση που τα δείγματα δεν περιέχουν άτομα από τις πρώτες ηλικιακές κλάσεις ;

Ανάδρομος υπολογισμός.

46



Κατανομή μηκών και ηλικιακή σύνθεση τόννου μακρόπτερου στο Αιγαίο πέλαγος 1/2



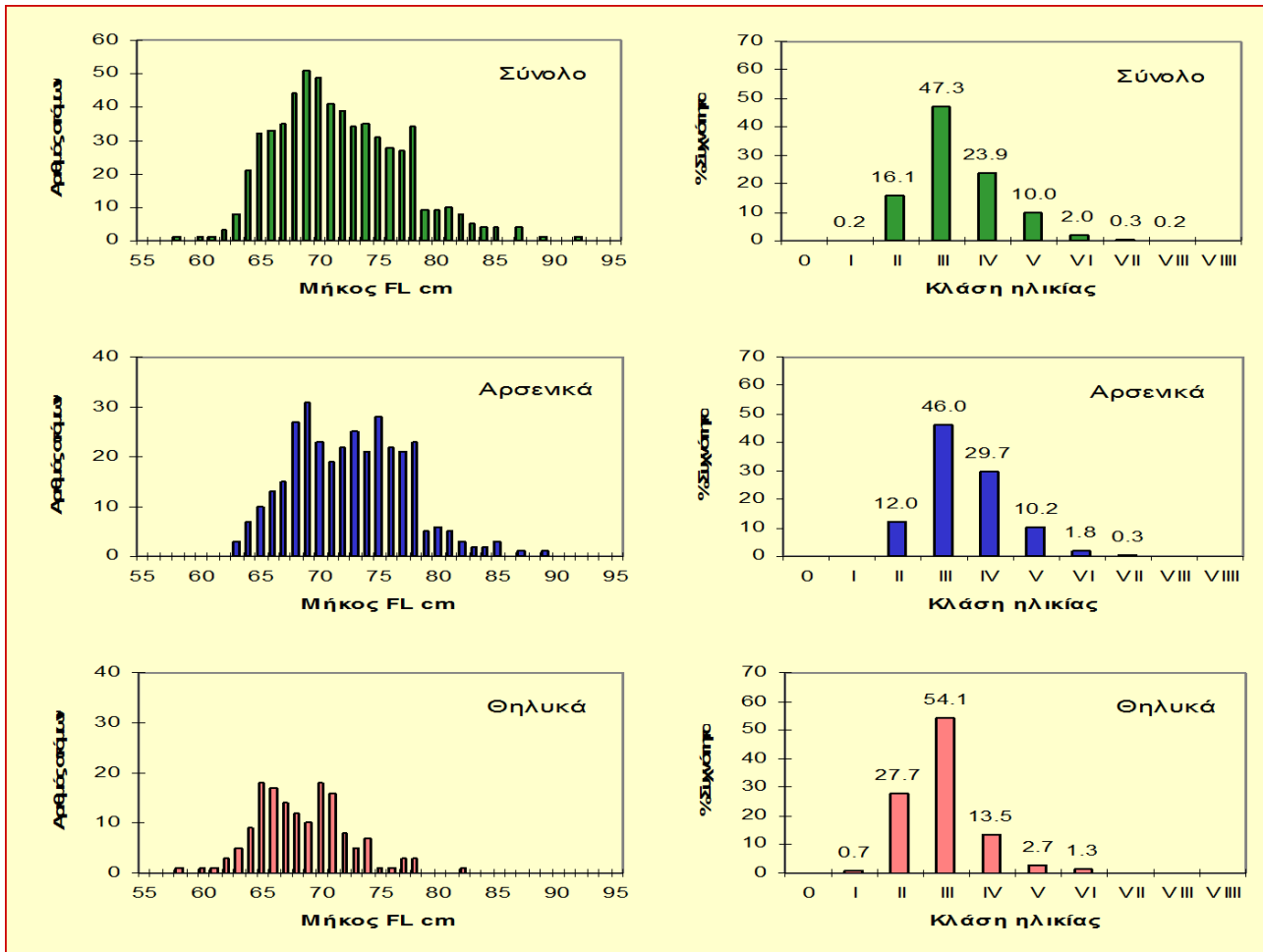
47



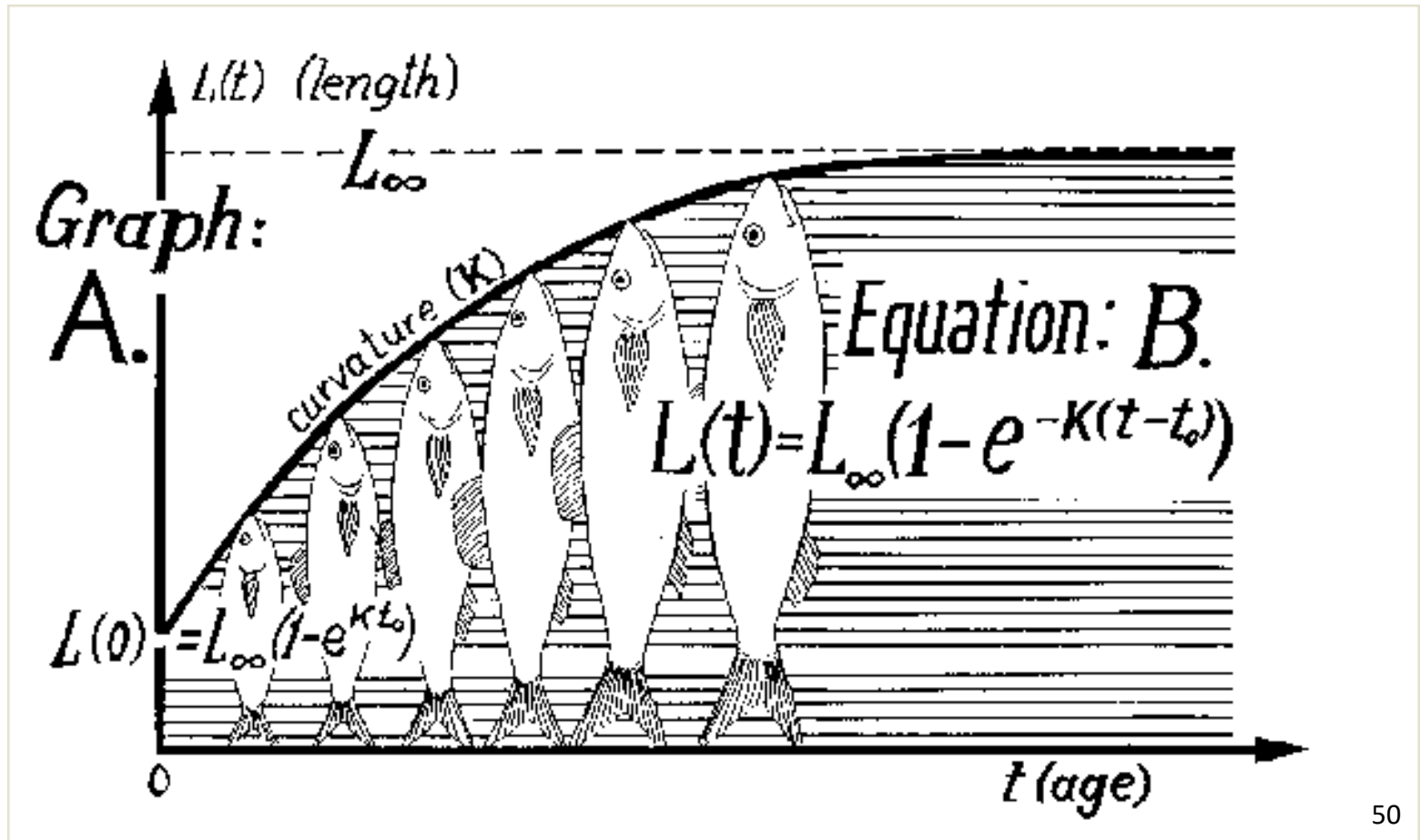
48



Κατανομή μηκών και ηλικιακή σύνθεση τόννου μακρόπτερου στο Αιγαίο πέλαγος 2/2



Αύξηση



Μελέτη ρυθμού αύξησης ιχθύων 1/2

- Η μελέτη του ρυθμού αύξησης των ψαριών έγκειται στο να προσδιοριστεί το **μέγεθος** του ζώου ως **συνάρτηση της ηλικίας** του.
- Μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους εκτίμησης του ρυθμού αύξησης ζωντανών οργανισμών αποτελεί η αυξητική **εξίσωση του von Bertalanffy** (1934).
- Αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο στην δυναμική των ιχθυοπληθυσμών για πολλά έτη και ακόμα και σήμερα αποτελεί στοιχειώδες κομμάτι πιο πολύπλοκων και εξελιγμένων μοντέλων.



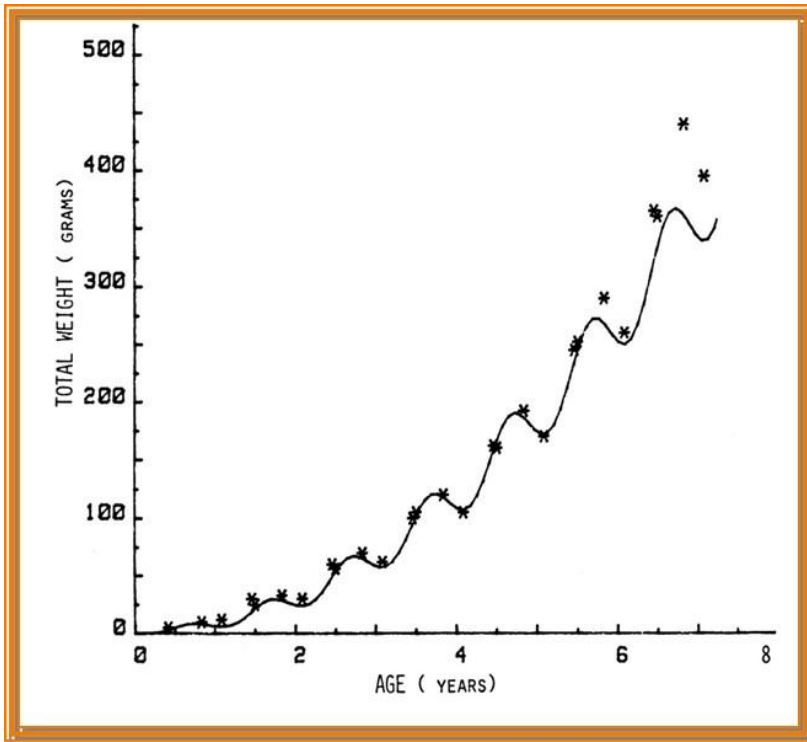
Μελέτη ρυθμού αύξησης ιχθύων 2/2

- **ΑΠΟΛΥΤΗ ΑΥΞΗΣΗ.** Είναι η μέση αύξηση του ψαριού σε κάθε ηλικία. Δίδεται από την καμπύλη αύξησης.
- **ΕΤΗΣΙΑ ή ΕΠΟΧΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ.** Είναι η αύξηση που επιτυγχάνει το ψάρι μεταξύ δύο διαδοχικών περιόδων.
 - Δίδεται από τον τύπο $G_a = (L_2 - L_1)$.
 - L_1 το μήκος στην αρχή της περιόδου.
 - L_2 το μήκος στην αρχή της περιόδου.
- **ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ.** Είναι η αύξηση που επιτυγχάνει το ψάρι μεταξύ δύο διαδοχικών περιόδων, διαιρεμένη με το μέγεθος που είχε στην αρχή της περιόδου.
 - Δίδεται από τον τύπο $G_r = (L_2 - L_1) / L_1$.

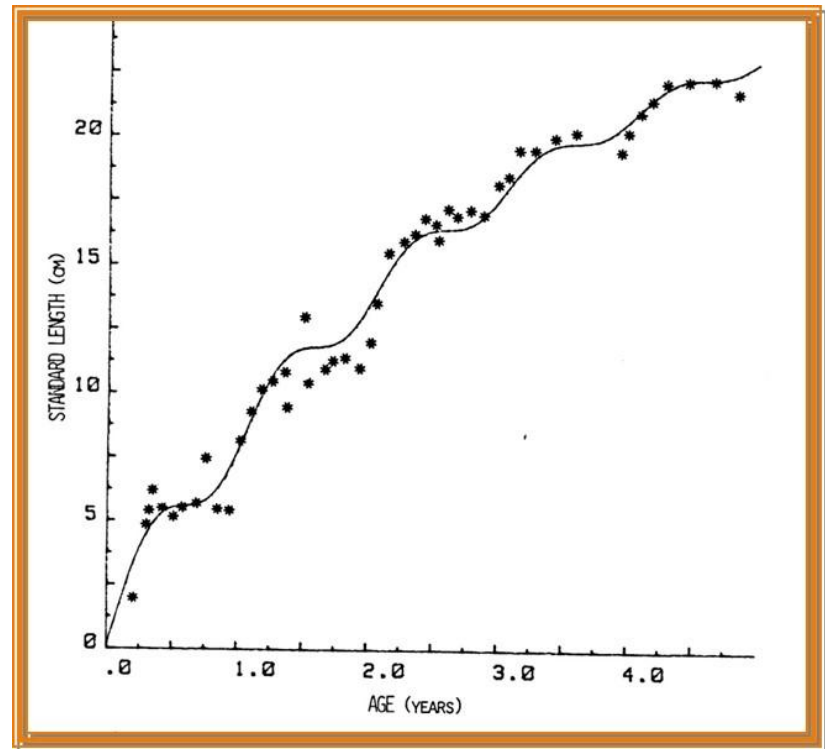


Καμπύλες αύξησης

Χαράχθηκαν με βάση τις εποχιακές διακυμάνσεις



51



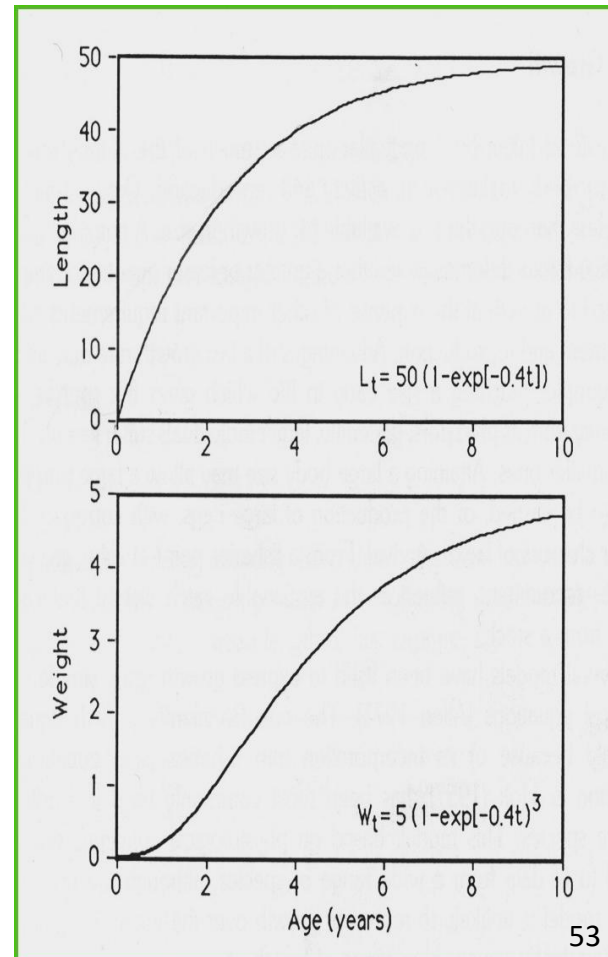
52



Καμπύλη αύξησης Von Bertalanffy

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^3$$



Εξίσωση Von Bertalanffy 1/4

Η παρακάτω μαθηματική παράσταση, εκφράζει το μήκος (L) συναρτήσει της ηλικίας του ψαριού (t), όπου:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L_t : Το μήκος του ψαριού στην ηλικία t .

L_∞ : το μέσο μήκος που θα προσέγγιζαν τα άτομα άπειρης ηλικίας, αν συνέχιζαν να μεγαλώνουν επ' άοριστο.

k : ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι προσεγγίζει το L_∞ .

t_0 : η στιγμή στον χρόνο (η ηλικία) όπου το ψάρι θα έχει μηδενικό μήκος .

e : ο αριθμός Euler (2,71828...).



Εξίσωση Von Bertalanffy 2/4

Η παρακάτω μαθηματική παράσταση, εκφράζει το **βάρος (W)** συναρτήσει της ηλικίας του ψαριού (t), όπου:

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})^3$$

W_t : Το βάρος του ψαριού στην ηλικία t.

W_∞ : το μέσο βάρος που θα προσέγγιζαν τα άτομα άπειρης ηλικίας, αν συνέχιζαν να μεγαλώνουν επ' άοριστο.

k : ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι προσεγγίζει το W_∞ .

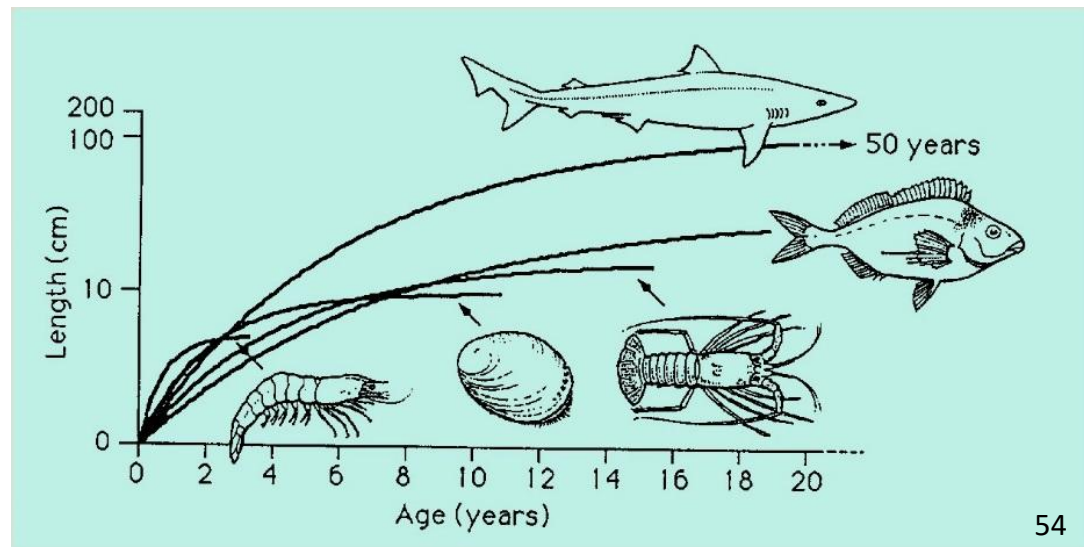
t_0 : η στιγμή στον χρόνο (η ηλικία) όπου το ψάρι θα έχει μηδενικό μήκος.

e : ο αριθμός Euler (2,71828...).



Εξίσωση Von Bertalanffy 3/4

- *Penaeus latisulcatus* ($K=1.04\text{yr}^{-1}$)
- *Haliotis laevigata* ($K=0.48\text{ yr}^{-1}$)
- *Jasus edwardsii* ($K=0.22\text{ yr}^{-1}$)
- *Nemadactylus macropterus* ($K=0.13\text{ yr}^{-1}$)
- *Galeorhinus australis* ($K=0.16\text{ yr}^{-1}$)



54



Εξίσωση Von Bertalanffy 4/4

- Π.χ. έστω ότι με έχουν εκτιμηθεί οι τρεις άγνωστες παράμετροι της εξίσωσης σε ένα είδος και έλαβαν τιμές:
 $L_{\infty}=35$ cm, $k = 0.3$ ανά έτος, $t_0 = -0.2$ έτη
- Αντικαθιστώντας στην εξίσωση,
το μέσο μήκος ενός ψαριού ηλικίας 2 ετών θα είναι:

$$L_2 = 35(1 - e^{-0.3(2 - (-0.2))}) = 16.9\text{cm}$$



Υπολογισμός των παραμέτρων

- **Με γραμμικές μεθόδους (Ford-Walford plot)** στις οποίες, αφού μετατραπεί η εξίσωση αύξησης σε γραμμική μορφή, χρησιμοποιείται ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης.
- **Με μη γραμμικές μεθόδους (HY)**, οι οποίες βασίζονται σε μία άμεση αναζήτηση των παραμέτρων αύξησης που αποδίδουν καλύτερα τα δεδομένα μήκους-ηλικίας στην καμπύλη αύξησης του von Bertalanffy.



Ford-Walford plot

Το διάγραμμα βασίζεται στην εξίσωση αύξησης von Bertalanffy με t_0 ίσον με 0:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-Kt}) \quad (4)$$

$$L_t = L_\infty - L_\infty e^{-Kt}$$

$$L_\infty - L_t = L_\infty e^{-Kt} \quad (5)$$

Αν στην εξίσωση (4) αντικαταστήσουμε το L_t με L_{t+1} η διαφορά μεταξύ της νέας εξίσωσης και της (4) γίνεται:

$$L_{t+1} - L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t+1)}) - L_\infty (1 - e^{-Kt})$$

$$L_{t+1} - L_t = L_\infty e^{-K(t+1)} + L_\infty e^{-Kt}$$

$$L_{t+1} - L_t = L_\infty e^{-Kt} (1 - e^{-K}) \quad (6)$$

Αν στην εξίσωση (6) αντικαταστήσουμε την (5) τότε:

$$L_{t+1} - L_t = (L_\infty - L_t)(1 - e^{-K})$$

$$L_{t+1} - L_t = L_\infty (1 - e^{-K}) - L_t + L_t e^{-K}$$

$$L_{t+1} = L_\infty (1 - e^{-K}) + L_t e^{-K} \quad (7)$$



$$L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-K}) + L_t e^{-K}$$

Η ευθεία γραμμή παλινδρόμησης θα έχει

μια κλίση $b = e^{-K}$

$$a = L_{\infty}(1 - e^{-K})$$

Από τα a και b μπορούν να υπολογισθούν οι παράμετροι αύξησης ως ακολούθως:

$$K = -\ln[b]$$

$$L_{\infty} = a/(1-b)$$

Όταν είναι γνωστές οι παράμετροι αύξησης K και L_{∞} τότε είναι δυνατόν να υπολογισθεί και το t_0 λύνοντας την εξίσωση von Bertalanffy ως προς t_0 . Ήτοι:

$$t_0 = t + (1/K)(\ln[(L_{\infty} - L_t)/L_{\infty}])$$



Στοιχεία συχνοτήτων μηκών

- Στοιχεία συχνοτήτων μηκών
τιμές κορυφών 18, 24, 29, 32, 35
cm

- Ford-Walford plot

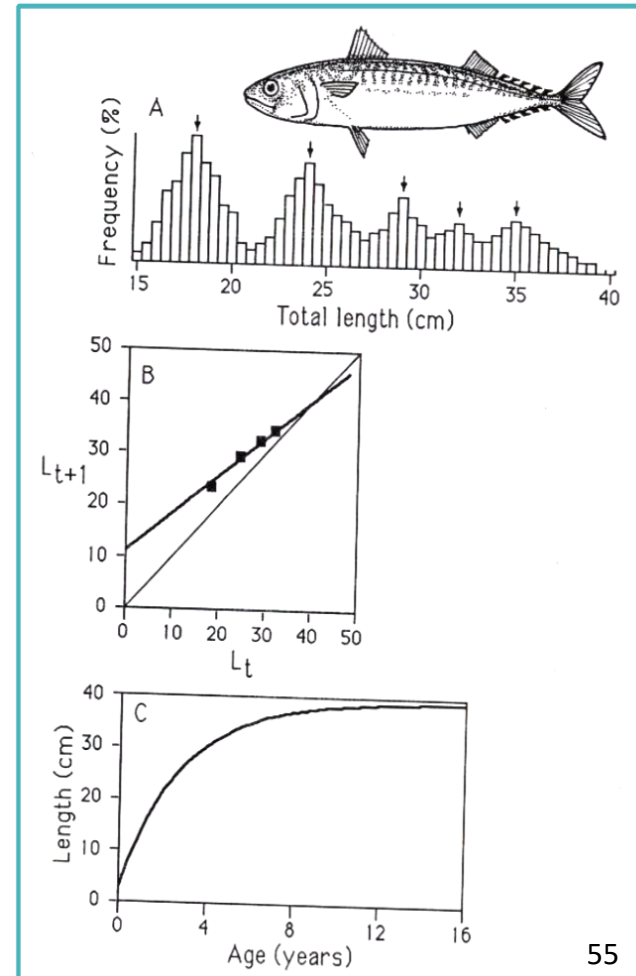
$$b = 0.763$$

$$\alpha = 10.359$$

- Καμπύλη αύξησης

$$K = -\ln(b) = 0.27 \text{ yr}^{-1}$$

$$L_{\infty} = a/(1-b) = 43.7 \text{ cm}$$



55



Πρόγραμμα VONBER του πακέτου LFSA

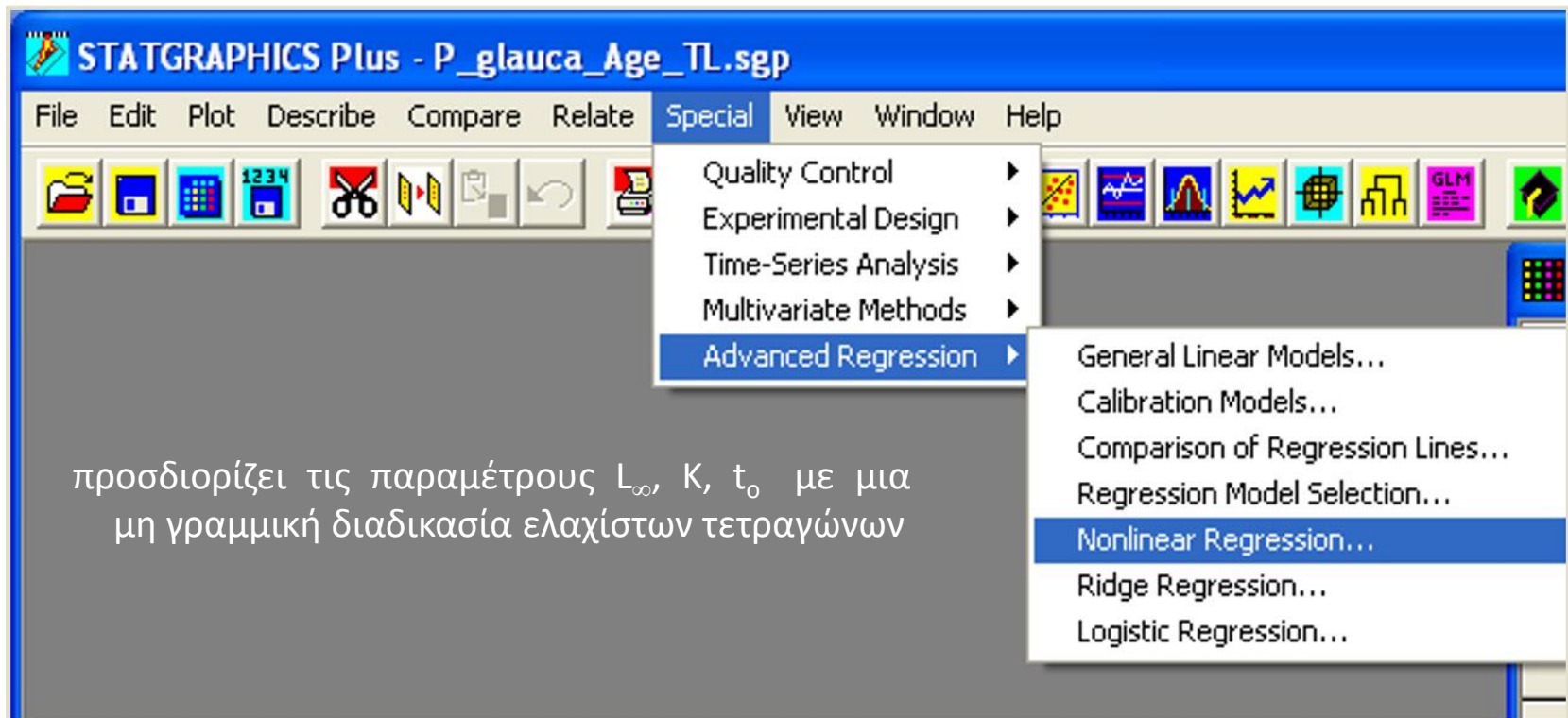
Μη γραμμική διαδικασία ελαχίστων τετραγώνων κατά την οποία αναζητείται εκείνος ο συνδυασμός των παραμέτρων αύξησης που ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών μεταξύ των στοιχείων μήκους-ηλικίας και της δεδομένης καμπύλης αύξησης.

$$SSD = \sum_{i=1}^n (L_i - L_{\infty} * (1 - \exp[-K * (t_i - t_0)]))^2$$

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να ψάξει έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών συνδυασμών τιμών των παραμέτρων αφού του δοθεί μια **αρχική πρόβλεψη για το L_{∞} χρησιμοποιώντας την επαναληπτική μέθοδο του Newton.**



Μη γραμμική ανάλυση του πακέτου STATGRAPHICS 1/2

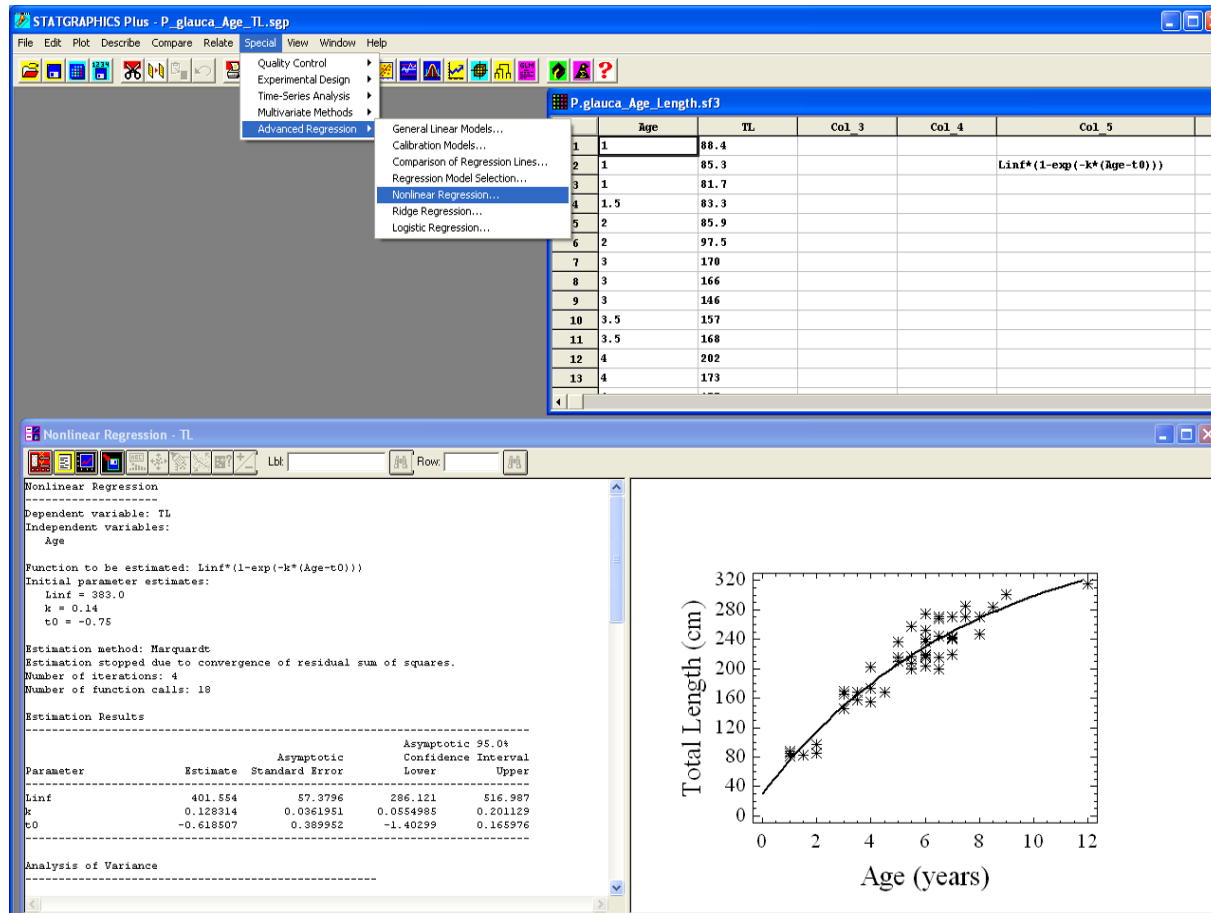


προσδιορίζει τις παραμέτρους L_{∞} , K , t_0 με μια μη γραμμική διαδικασία ελαχίστων τετραγώνων

56



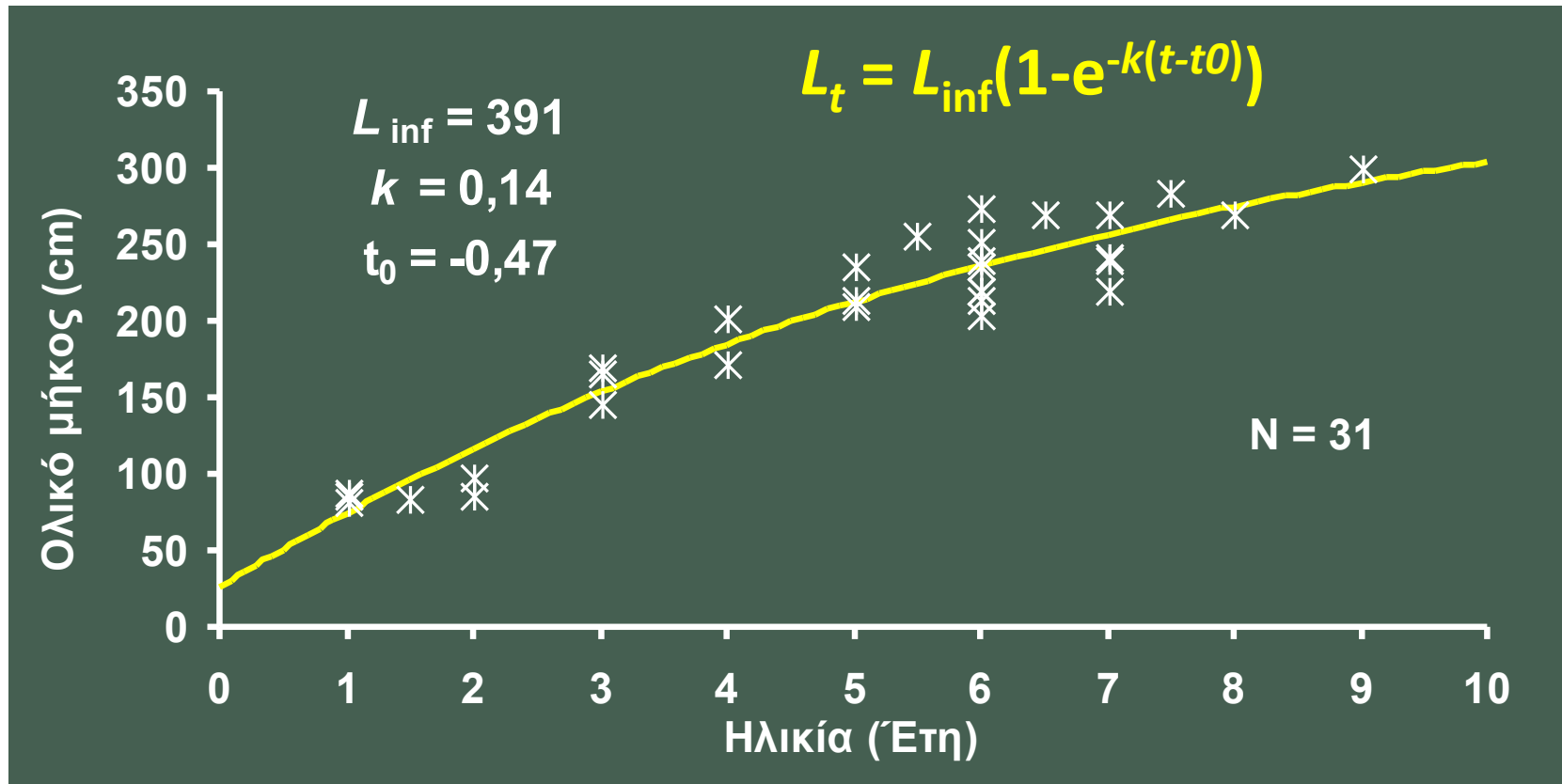
Μη γραμμική ανάλυση του πακέτου STATGRAPHICS 2/2



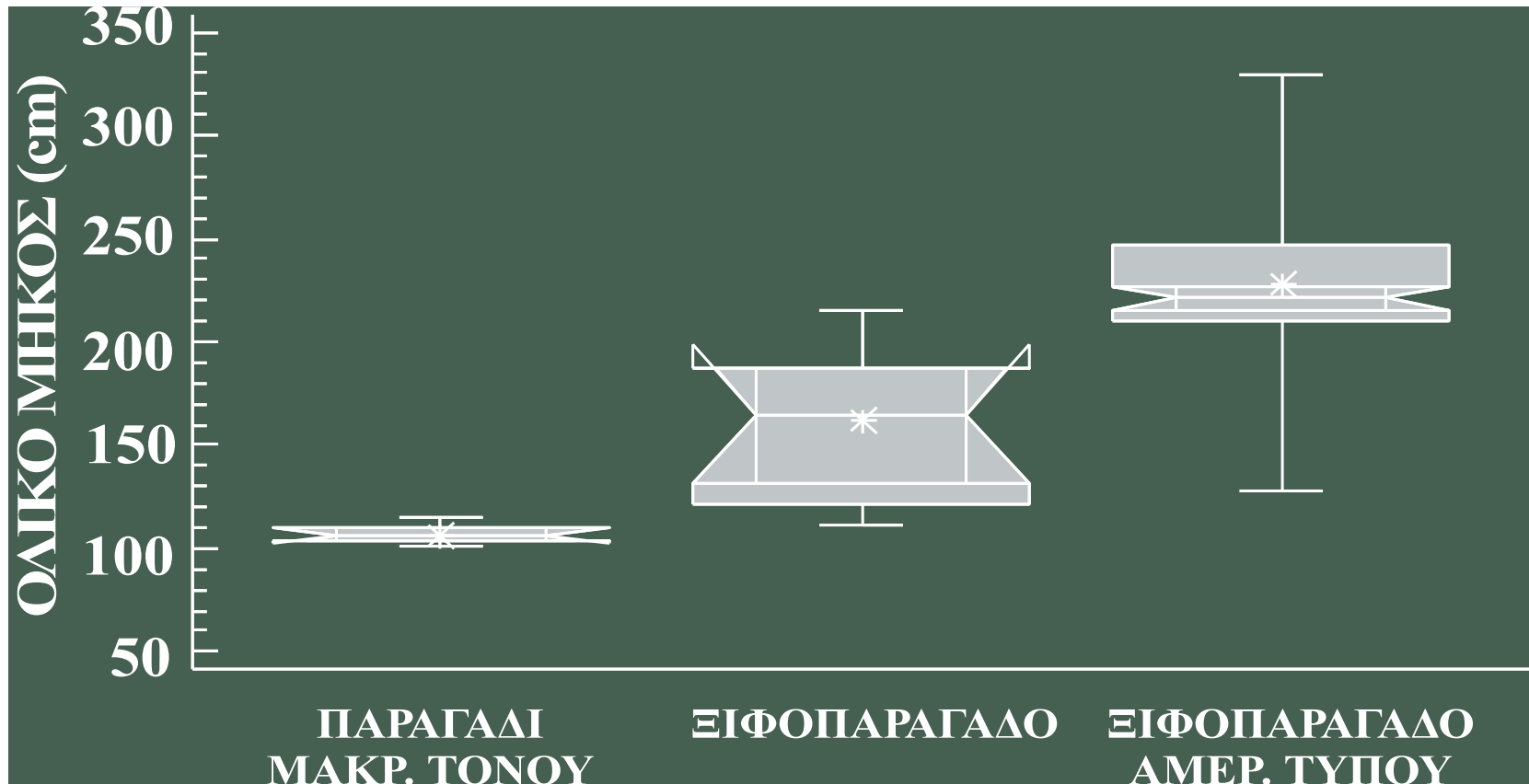
57



Ηλικία και αύξηση



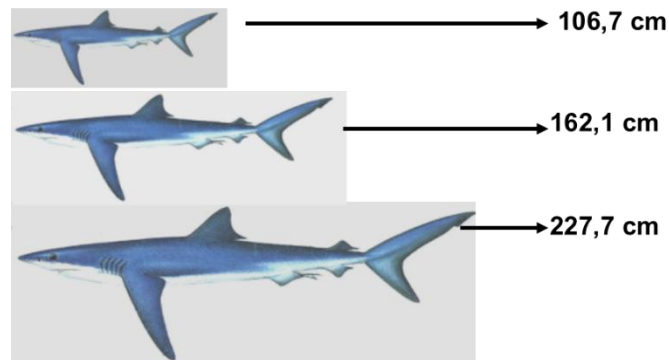
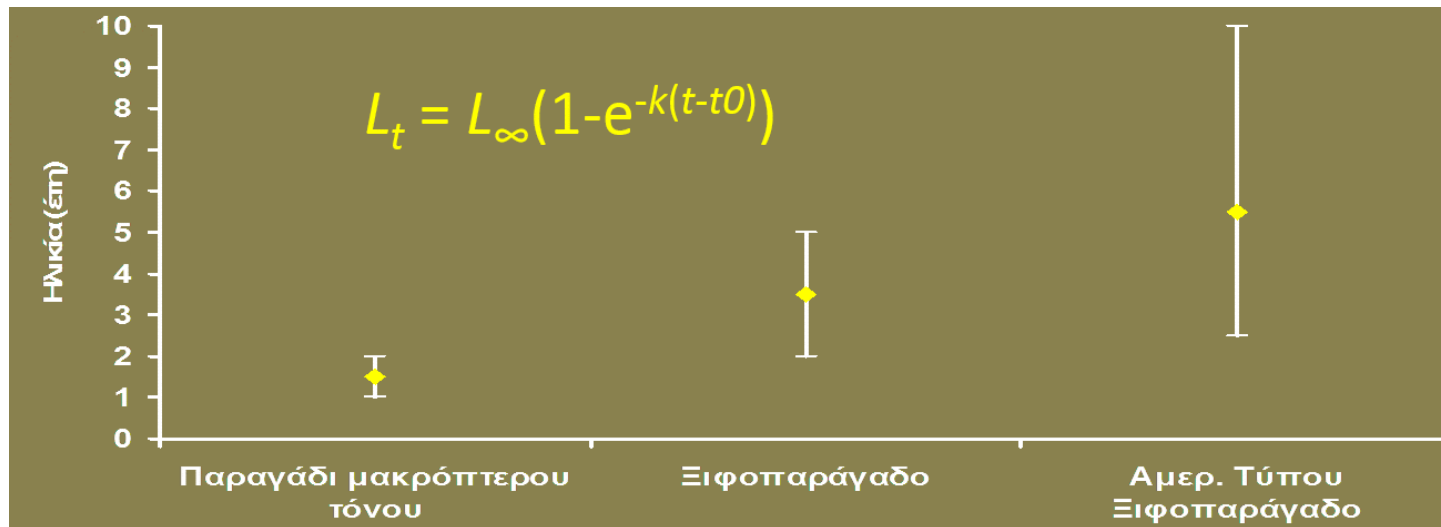
Θηκόγραμμα ολικού μήκους για τα 3 αλιευτικά εργαλεία



PRIONACE GLAUCA N=116



Θηκόγραμμα ηλικίας για τα τρία αλιευτικά εργαλεία



58

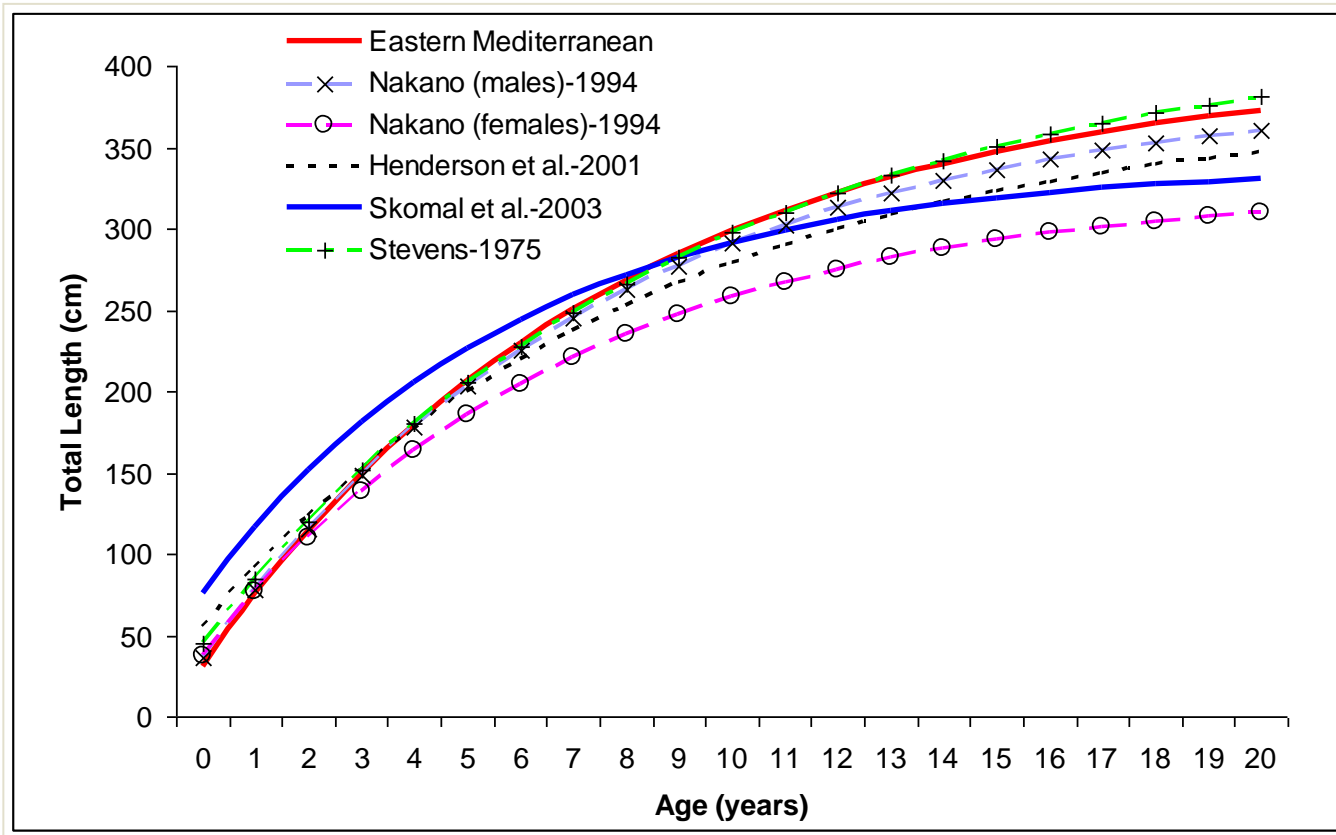


Σύγκριση παραμέτρων αύξησης Εξίσωση Von Bertalanfy 1/2

AREA	East Med.	Pacific	Pacific	Atlantic	Atlantic	Atlantic
AUTHOR	Megalofonou et al., 2008	*Nakano, 1994	*Nakano, 1994	Henderson et al., 2001	**Skomal et al., 2003	Stevens, 1975
SEX	combined	males	females	combined	combined	combined
Sample size	54	319		159	411	82
Size range	82-315	28-262		64-228	58-375	42-272
Age range	0-12	0-10+		0+-6	0-16	0-7
Linf	401.5	386	325	377	342	423
k	0.13	0.129	0.144	0.12	0.17	0.11
t0	-0.62	-0.76	-0.85	-1.33	-1.71	-1.035



Σύγκριση παραμέτρων αύξησης Εξίσωση Von Bertalanfy 2/2



59



60

Prionace glauca



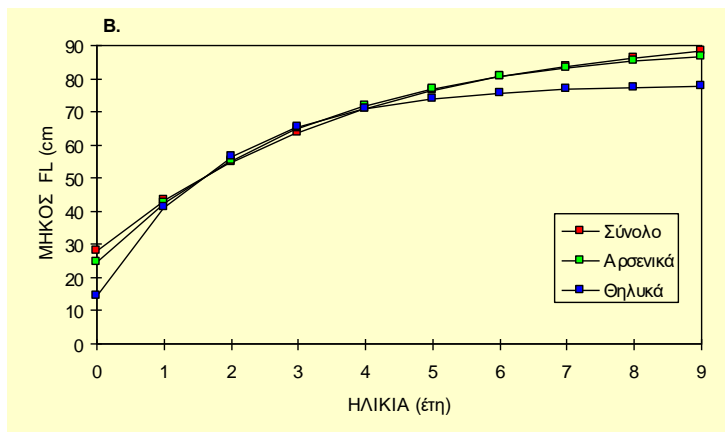
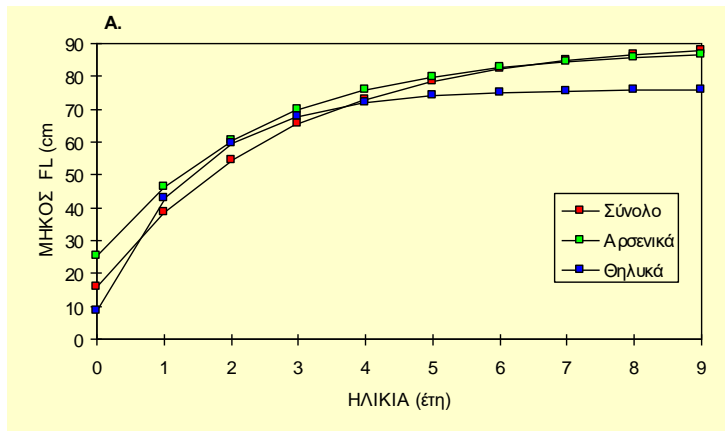
Σύγκριση μέσου μήκους ανά ηλικία

Εκτιμώμενο μήκος von Bertalanffy

Ηλικία	Μέσο παρατηρούμενο μήκος			Μέθοδος Walford			Μέθοδος Sparre		
	Αρσενικά	Θηλυκά	Σύνολο	Αρσενικά	Θηλυκά	Σύνολο	Αρσενικά	Θηλυκά	Σύνολο
1	40.0	40.0	40.0	46.4	42.7	38.4	42.3	41.0	43.1
2	59.5	59.5	59.5	60.4	59.5	54.3	55.3	56.5	54.8
3	65.9	65.1	65.8	69.7	67.8	65.4	64.8	65.6	63.9
4	70.0	68.1	69.8	75.8	72.0	73.1	71.7	70.9	70.9
5	74.9	72.1	74.4	79.9	74.0	78.4	76.7	73.9	76.3
6	79.1	79.4	79.3	82.6	75.0	82.2	80.4	75.7	80.5
7	81.1	76.3	81.2	84.4	75.5	84.8	83.1	76.8	83.7
8	89.0	-	85.5	85.6	75.8	86.6	85.1	77.4	86.2
9	-	-	92.0	86.4	75.9	87.9	86.6	77.7	88.1



Καμπύλες von Bertalanffy



• A. Μέθοδος Ford-Walford.

- $L=90.8$, $K=0.361$, $t_0=-0.524$ Σύνολο
- $L=87.9$, $K=0.412$, $t_0=-0.822$ Αρσενικά
- $L=76.0$, $K=0.704$, $t_0=-0.171$ Θηλυκά

• B. Μέθοδος Sparre.

- $L=94.67$, $K=0.258$, $t_0=-1.354$ Σύνολο
- $L=90.46$, $K=0.314$, $t_0=-1.012$ Αρσενικά
- $L=78.23$, $K=0.540$, $t_0=-0.375$ Θηλυκά



Σύγκριση εκτιμήσεων ηλικίας με άκανθες και λέπια

- Σε **192** άτομα έγινε παράλληλη εκτίμηση της ηλικίας. Το ποσοστό συμφωνίας ήταν **58%**.
- Δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές κατά τη σύγκριση των μέσων μηκών ανά ηλικία που εκτιμήθηκαν με τις δύο μεθόδους (εκτός κλάσης ηλικίας II).

κλάση ηλικίας II: $t = -2.19, P < 0.05,$

T- test

κλάση ηλικίας III: $t = -1.07,$

κλάση ηλικίας IV: $t = -1.43,$

κλάση ηλικίας V: $t = 0.34,$

κλάση ηλικίας VI: $t = 0.27.$

Σύγκριση των αποτελεσμάτων ανάγνωσης της ηλικίας.
ΔΕΔ=Διαφορά αριθμού ετήσιων δακτυλίων λεπιών από άκανθών.

ΔΕΔ	Συχνότητα	% Συχνότητα
-2	2	1.04
-1	23	11.98
0	111	57.81
1	52	27.08
2	3	1.56
3	1	0.52



Σύγκριση παραμέτρων αύξησης - Δείκτης $\Phi = \ln K + 2 \ln L_{\infty}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.33. Παράμετροι αύξησης του μακρόπτερου τόνου, *Thunnus alalunga*, από τη βιβλιογραφία και υπολογισμός του μεγέθους Φ' ($\Phi' = \ln k + 2 * \ln L_{\infty}$).

Συγγραφέας	Παράμετροι αύξησης			Μέθοδος	Περιοχή	Φ'
	L_{∞}	K	t_0			
Yang, 1970	135.0	0.190		Λέπια	Ατλαντικός	8.150
Beardsley, 1971	140.0	0.141	-1.63	Συχν.μηκών	Ατλαντικός	7.924
Bard, 1974	134.4	0.183	-0.35	Συχν.μηκών-Λέπια	Ατλαντικός	8.094
Compean-Jimenez & Bard 1983	124.7	0.228	-0.98	Άκανθες	Ατλαντικός	8.173
Gonzales-Garcis & Fatipa-Perez 1983	140.1	0.129	-1.57	Άκανθες	Ατλαντικός	7.835
Fernandez, 1992	125.0	0.17	-1.12	Άκανθες	Ατλαντικός	7.885
Fernandez, 1992	128.5	0.17	-1.21	Σπονδυλοι	Ατλαντικός	7.940
Arena et al., 1980	98.55	0.406	-0.626	Λέπια	Μεσόγειος	8.280
Παρούσα διατριβή	94.67	0.258	-1.354	Άκανθες	Μεσόγειος	7.746
Παρούσα διατριβή	85.95	0.368	-0.757	Λέπια	Μεσόγειος	7.908



Συσχέτιση μήκους – βάρους 1/2

Για διαχειριστικούς σκοπούς οι βιολόγοι συχνά ερευνούν την σχέση μήκους-βάρους

- **ανά έτος**
- **ανά εποχή**
- **και ανά φύλο**

με βάση την εξίσωση: $W = a \cdot L^b$

Όπου:

W = ολικό βάρος (kg)

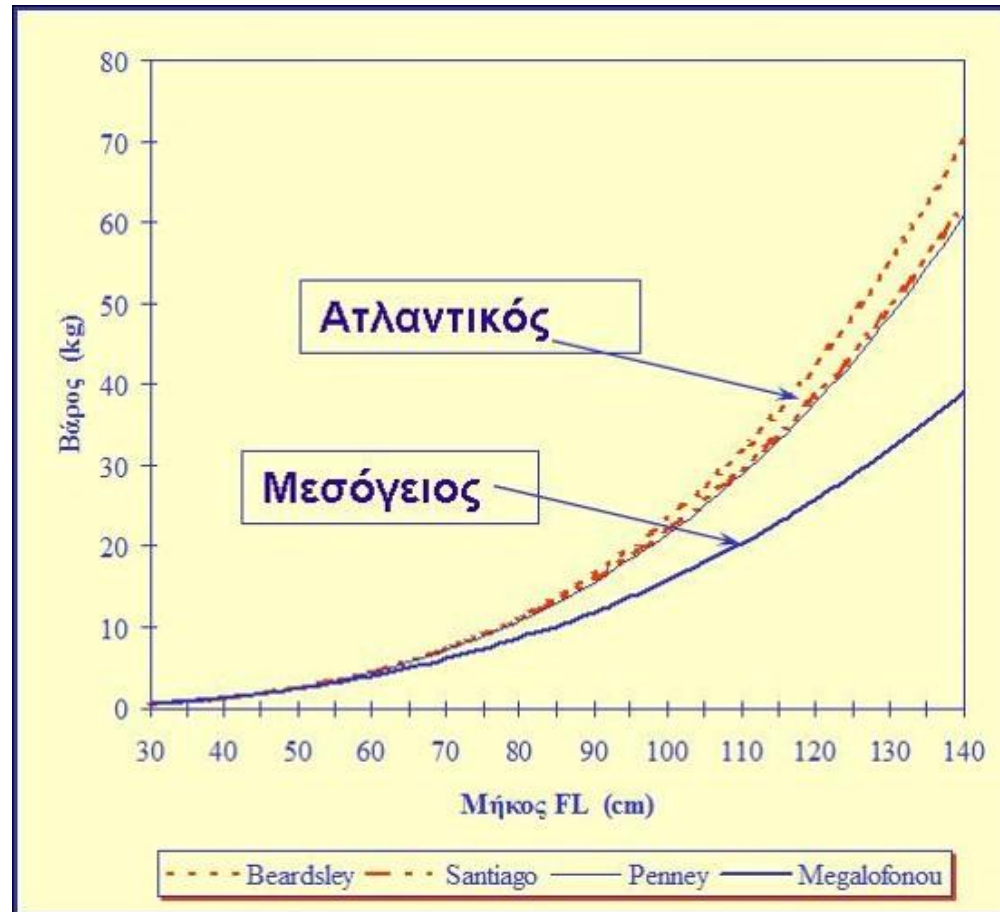
L = μεσουραίο μήκος (cm)

α και β = σταθερές

Ο συντελεστής **β** λαμβάνει τιμές συνήθως από 2-4, όταν $\beta=3$ ισομετρική αύξηση, όταν $\beta \neq 3$ αλλομετρική αύξηση.



Συσχέτιση μήκους – βάρους 2/2



Δείκτης Ευρωστίας

- Ο δείκτης αυτός στηρίζεται στην υπόθεση ότι τα ψάρια που έχουν μεγαλύτερο βάρος σε ένα δεδομένο μήκος βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση.

$$K = 100 W/L^b$$

- **W** = το βάρος του ψαριού
 - **L** = το μήκος του ψαριού σε cm
 - **b** = ο συντελεστής από τη σχέση μήκους –βάρους
- Επηρεάζεται από τις γονάδες και το στομαχικό περιεχόμενο των ψαριών.
 - Εξηγεί πολλά βιολογικά χαρακτηριστικά
 - πχ. αν είναι χαμηλός σημαίνει ότι
 - το μήκος αυξάνεται ταχύτερα του βάρους, ή ότι δεν υπάρχει αφθονία της τροφής



Σχετικός Δείκτης Ευρωστίας

- Ο δείκτης αυτός δείχνει την κατάσταση ομάδας ψαριών σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

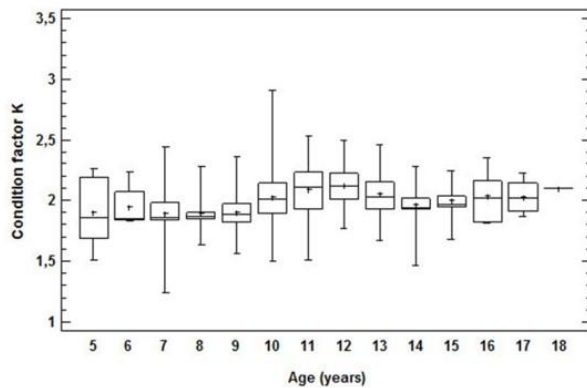
$$K = 100 W_m/W_o$$

- **W_m** = το μέσο βάρος των ψαριών που συλλέχθηκαν κατά το διάστημα πχ. ενός μήνα.
- **W_o** = το υπολογιζόμενο βάρος ψαριού, μήκους ίσου με το μέσο μήκος της εξεταζόμενης ομάδας, από την εξίσωση μήκους βάρους ενός έτους.

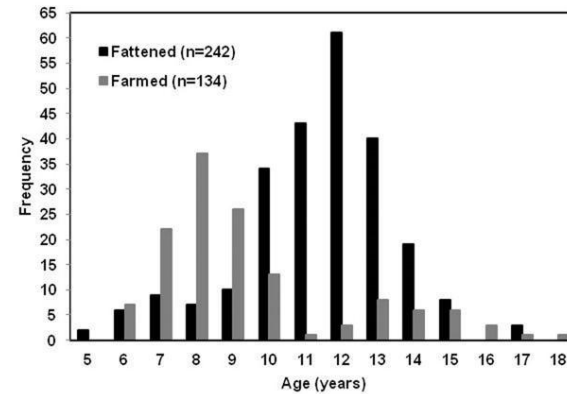


Age structure and growth of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.) in the capture-based aquaculture in the Mediterranean Sea Aquaculture, 2014

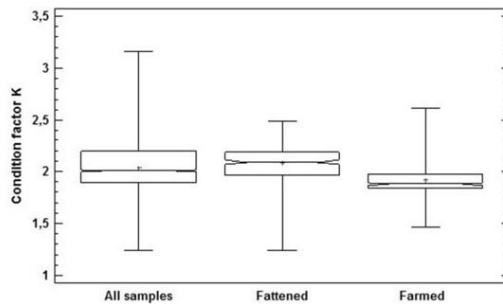
$K=105 \times W/FL^3$ (Froese, 2006), where W is the weight in kg and FL the length in cm.



61



62



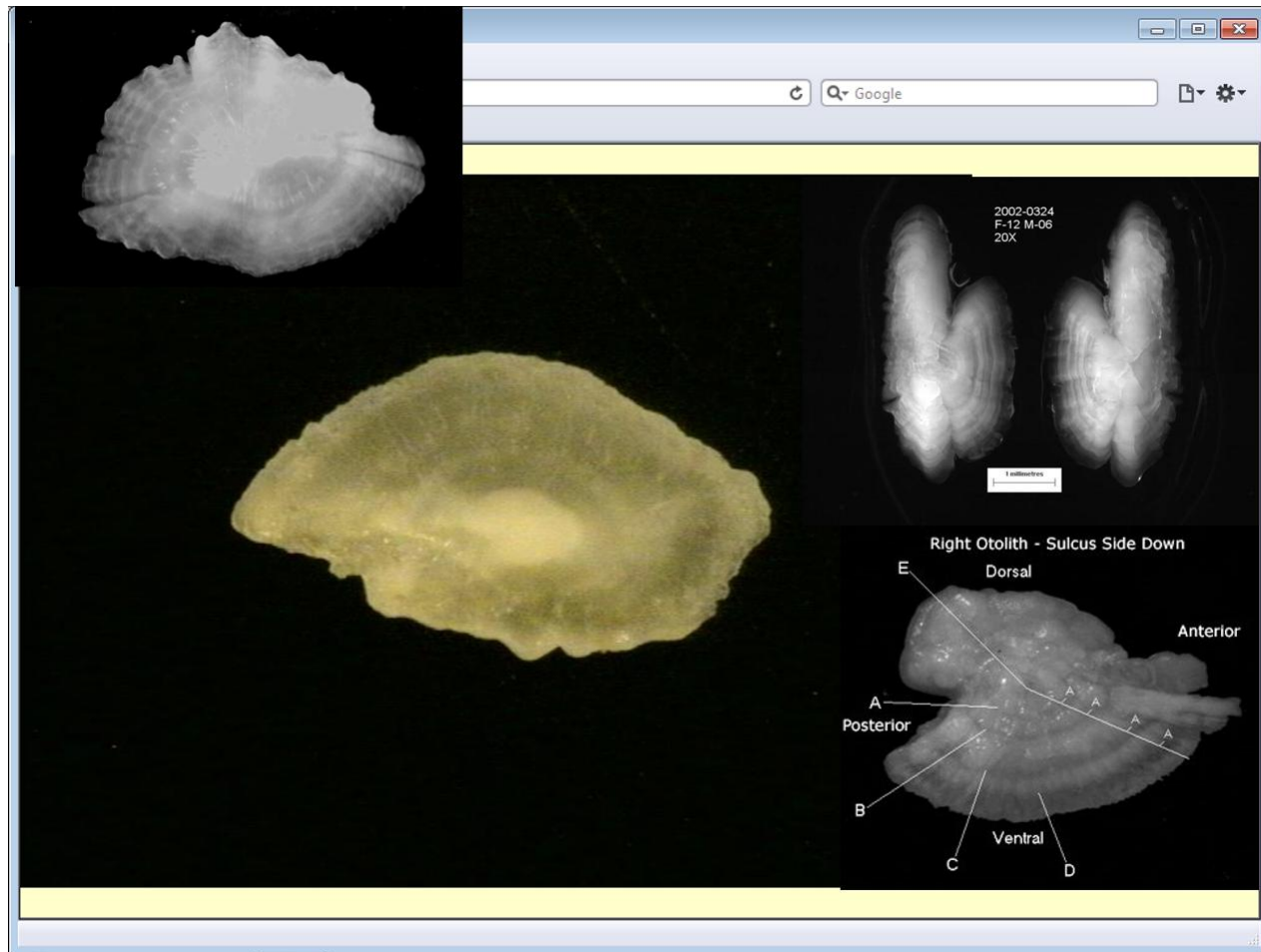
63



64



Απεικόνιση ωτολίθων στο Image Analysis



65



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. «Ιχθυολογία. Ενότητα
5η. Χαρακτηριστικά Πληθυσμών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο
από τη δικτυακή διεύθυνση:<http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL101/>



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 (1/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1.** Deposito de documentos de la FAO. Título: Puntos de referencia para la ordenación pesquera. Producido por: Departamento de Pesca. Σύνδεσμος: <http://www.fao.org/docrep/v8400s/v8400s04.htm>. Πηγή: <http://www.fao.org>.
- **Εικόνα 2.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, l'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 3.** Copyright (C) 2003 K-ENGINEERING CO.,LTD. All Rights Reserved. Σύνδεσμος: <http://www.k-engineering.co.jp/ETC/FLOY.htm>. Πηγή: <http://www.k-engineering.co.jp/>.
- **Εικόνες 4- 8.** Copyrighted.
- **Εικόνα 9.** Σύνδεσμος: <http://www.photolib.noaa.gov/brs/fsind59.htm> Πηγή: Publication of the U.S. Department of Commerce, National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), NOAA Central Library. <http://www.photolib.noaa.gov/index.html>.
- **Εικόνες 10 - 14.** Copyrighted.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων (2/5)

- **Εικόνα 15.** One of three pairs of fish otoliths. From: http://perso.club-internet.fr/jflhomme/otolithes/desc_otolithe.html. Σύνδεσμος: http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/classes/SMS_491_2003/Week_10.htm. Πηγή: <http://misclab.umeoce.maine.edu/>.
- **Εικόνα 16.** Fig 1. Fish otoliths. By Alice Evans. Σύνδεσμος: <http://workjournal.archipelago.gr/tag/archipelagos/>. Πηγή: <http://workjournal.archipelago.gr/>.
- **Εικόνα 17.** © 2005-2012 Esox 2000 Pike Angling and Conservation. Σύνδεσμος: <http://esox2000.blogspot.gr/2008/07/i-sensi-del-luccio.html>. Πηγή: Popper and Coombs, 1982).
- **Εικόνα 18.** Σύνδεσμος: <http://www.bio-iob.gc.ca/otoliths/students-etudiants/remove-supprimer-en.php>. Πηγή: Bedford Institute of Oceanography , Canada. <http://www.bio-iob.gc.ca>.
- **Εικόνα 19.** Σύνδεσμος: <http://www.cbl.umces.edu/~secor/otolith-manual.html>. Πηγή: Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination: A Users Manual (1991) by D.H. Secor, J.M. Dean, and E.H. Laban. Bedford Institute of Oceanography , Canada. <http://www.bio-iob.gc.ca>.
- **Εικόνα 20.** Copyrighted.
- **Εικόνα 21.** Morphological diversity (size and shape) of otolith sagittae. © 2013-2015 CMIMA. Σύνδεσμος: <http://www.cmima.csic.es/aforo/oto-why.jsp> Πηγή: MEDITERRANEAN CENTER FOR MARINE AND ENVIRONMENTAL RESEARCH (CMIMA). <http://www.cmima.csic.es/>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων (3/5)

- **Εικόνα 22.** © 2013-2015 CMIMA. Σύνδεσμος: <http://www.cmima.csic.es/aforo/oto-how.jsp>. Πηγή: MEDITERRANEAN CENTER FOR MARINE AND ENVIRONMENTAL RESEARCH (CMIMA). <http://www.cmima.csic.es/>.
- **Εικόνες 23, 24.** Copyrighted.
- **Εικόνα 25.** © 2013-2015 CMIMA. Σύνδεσμος: http://www.cmima.csic.es/aforo/startDB_en.jsp Πηγή: MEDITERRANEAN CENTER FOR MARINE AND ENVIRONMENTAL RESEARCH (CMIMA). <http://www.cmima.csic.es/>.
- **Εικόνα 26.** © 2013-2015 CMIMA. Σύνδεσμος: <http://www.cmima.csic.es/aforo/oto-how.jsp>. Πηγή: MEDITERRANEAN CENTER FOR MARINE AND ENVIRONMENTAL RESEARCH (CMIMA). <http://www.cmima.csic.es/>.
- **Εικόνες 27, 28.** Copyrighted.
- **Εικόνες 29 - 32.** Εργαστήριο Ιχθυολογίας. Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών.
- **Εικόνα 33.** © 2015 The best online collection of FREE to use clipart. Σύνδεσμος: <http://www.cliparthut.com/screen-beans-clip-art-clipart-zVIHar.html>. Πηγή: <http://www.cliparthut.com>.
- **Εικόνα 34.** Daily growth rings of a juvenile Fraser River sockeye otolith (400X magnification). Sean Godwin. Σύνδεσμος: <http://www.seangodwin.org/research.html>. Πηγή: <http://www.seangodwin.org/>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/5)

- **Εικόνα 35 - 44.** Copyrighted.
- **Εικόνα 45.** Ίδια εικόνα με εικόνα 2.
- **Εικόνα 46.** Copyrighted.
- **Εικόνα 47.** Copyright© 2010 Randy's Fishing Trips, Inc Σύνδεσμος:
<http://www.randysfishingtrips.com/albacore.html>. Πηγή:<http://www.randysfishingtrips.com/>.
- **Εικόνα 48.** © Tiscali Italia S.p.A. 2015 P.IVA 02508100928 Σύνδεσμος:
http://web.tiscali.it/suchislife3/galleria_fotografica.html. Πηγή:<http://web.tiscali.it/>.
- **Εικόνα 49.** Copyrighted.
- **Εικόνα 50.** Fig 3. Age/size relationship equation. By Alice Evans. Σύνδεσμος:
<http://workjournal.archipelago.gr/tag/archipelagos/>. Πηγή: <http://workjournal.archipelago.gr/>.
- **Εικόνες 51 – 55.** Copyrighted.
- **Εικόνες 56, 57.** Screenshots από το πρόγραμμα Statgraphics.
- **Εικόνα 58, 59.** Copyrighted.
- **Εικόνα 60.** COPYRIGHT 2015 - AMSICORA.NET - P.IVA 01159890951 - MEDITERRANEWS NETWORK.
Σύνδεσμος: <http://www.amsicora.net/tag/ricercatore/>. Πηγή: <http://www.amsicora.net>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων (5/5)

- **Εικόνες 61 - 63.** Age structure and growth of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.) in the capture-based aquaculture in the Mediterranean Sea. ARTICLE in AQUACULTURE(424–425):35–44 · MARCH 2014. Faculty of Biology, Department of Zoology-Marine Biology, University of Athens. Authors: Niki Milatou and Persefoni Megalofonou, National and Kapodistrian University of Athens.
- **Εικόνα 64.** Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) feeding in the Mediterranean Sea. Σύνδεσμος: <https://www.worldwildlife.org/photos/atlantic-bluefin-tuna--5>. Πηγή: <https://www.worldwildlife.org>.
- **Εικόνα 65.** Screenshot από μέτρηση ωτολίθων με το πρόγραμμα Image Analysis.

