



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

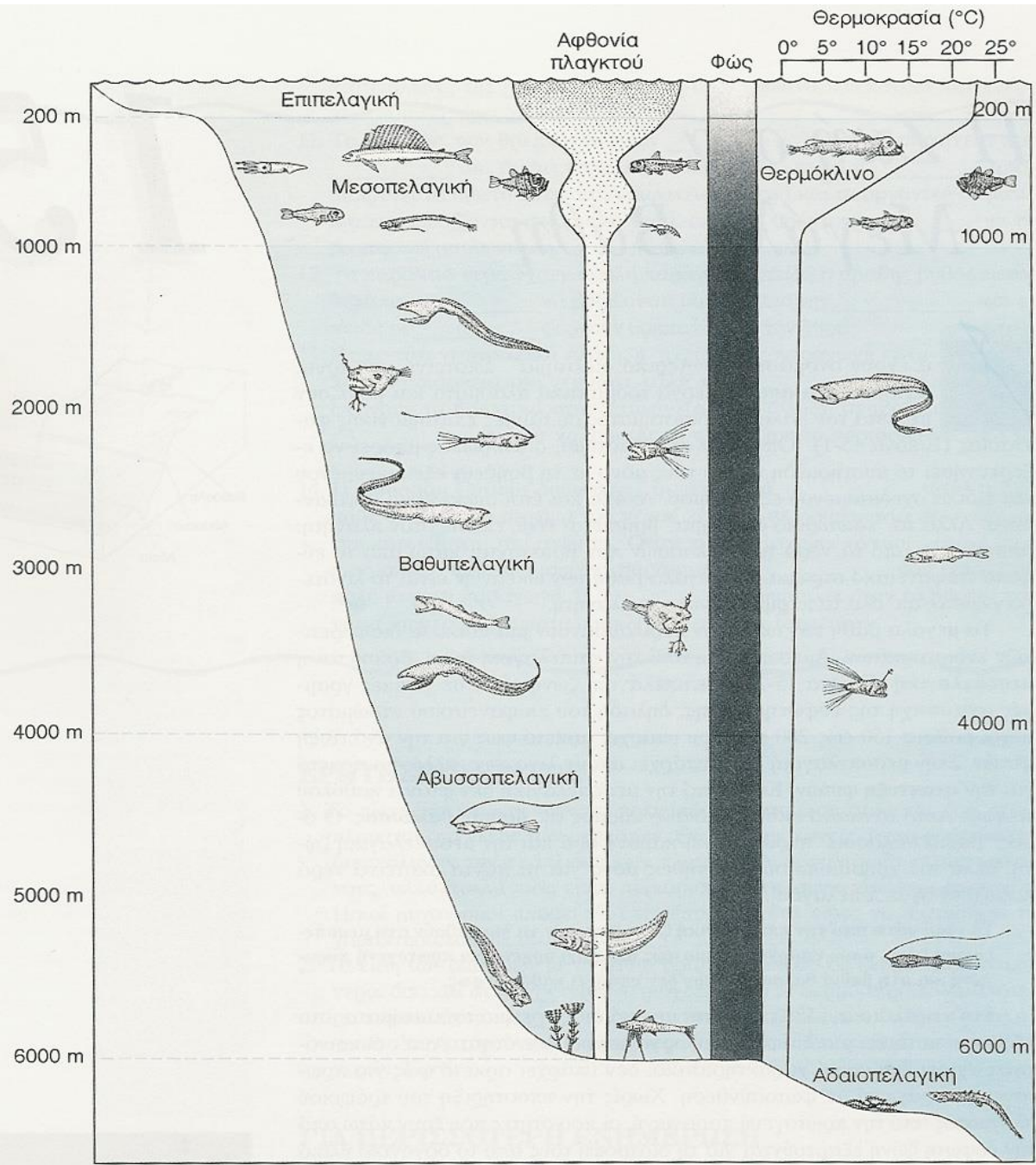
ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

□ 'ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ'

- Πολύ λίγο γνωστά οικοσυστήματα
- Εξειδικευμένος & ειδικά σχεδιασμένος εξοπλισμός μελέτης

□ ΚΟΙΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Έλλειψη Φωτός – Περιοριστικός παράγοντας για πρωτογενή παραγωγή ⇒ έλλειμμα τροφής
- Διατροφή οργανισμών ⇒ καταβυθιζόμενο οργανικό υλικό που παράγεται στα επιφανειακά στρώματα
- Βιοποικιλότητα & Αφθονία ζωής = 5-10 φορές μικρότερη στα 500m από ότι στην επιφάνεια/ 20 φορές μικρότερη στα 4000m από ότι στην επιφάνεια



Εικόνα 15-2 Η ζωή στη μεσοπελαγική ζώνη και τη βαθιά θάλασσα, συνδέεται στενά με την αφθονία του πλαγκτού και την ένταση του φωτός στη στήλη του νερού.

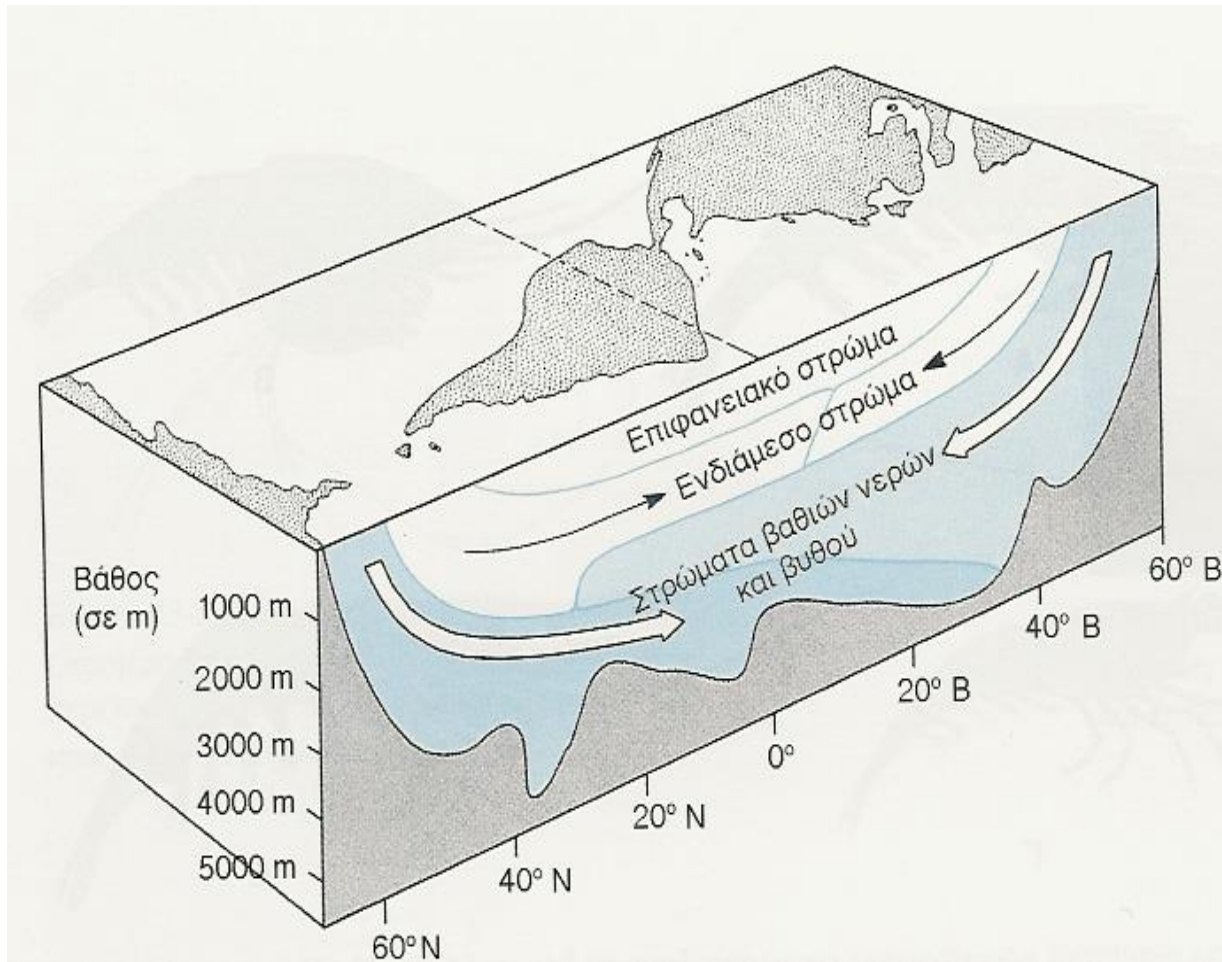
ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

□ ΚΟΙΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- **Έλλειψη Οξυγόνου** ΥΚΣ – απουσία φωτοσύνθεσης
- **Υπαρξη Οξυγόνου** \Leftrightarrow **επιφανειακή ανατροπή**: βύθιση επιφανειακού νερού που προκαλείται από μια αύξηση της πυκνότητας που προέρχεται από μια μείωση της θερμοκρασίας, μια αύξηση της αλατότητας ή συνδυασμό και των δύο

ΒΑΘΥΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- **Κύριες θέσεις** όπου η επιφανειακή ανατροπή προσεγγίζει τον βυθό βρίσκονται στον **Ατλαντικό** (νότια της Γροιλανδίας και βόρεια της Ανταρκτικής)



Εικόνα 15-3 Οι μάζες των βαθιών νερών στους ωκεανούς, προέρχονται από τα επιφανειακά στρώματα νερού του βόρειου και νότιου Ατλαντικού, που βυθίζονται και απλώνονται στο βυθό. Νερό που προέρχεται από τον Ατλαντικό διασπείρεται επίσης και στις άλλες ωκεάνιες λεκάνες.

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΤΥΠΟΙ ΒΑΘΥΑΛΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

A. Πελαγική Ενότητα

- Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)
- Βαθυπελαγική
- Αβυσσοπελαγική
- Αδαιοπελαγική

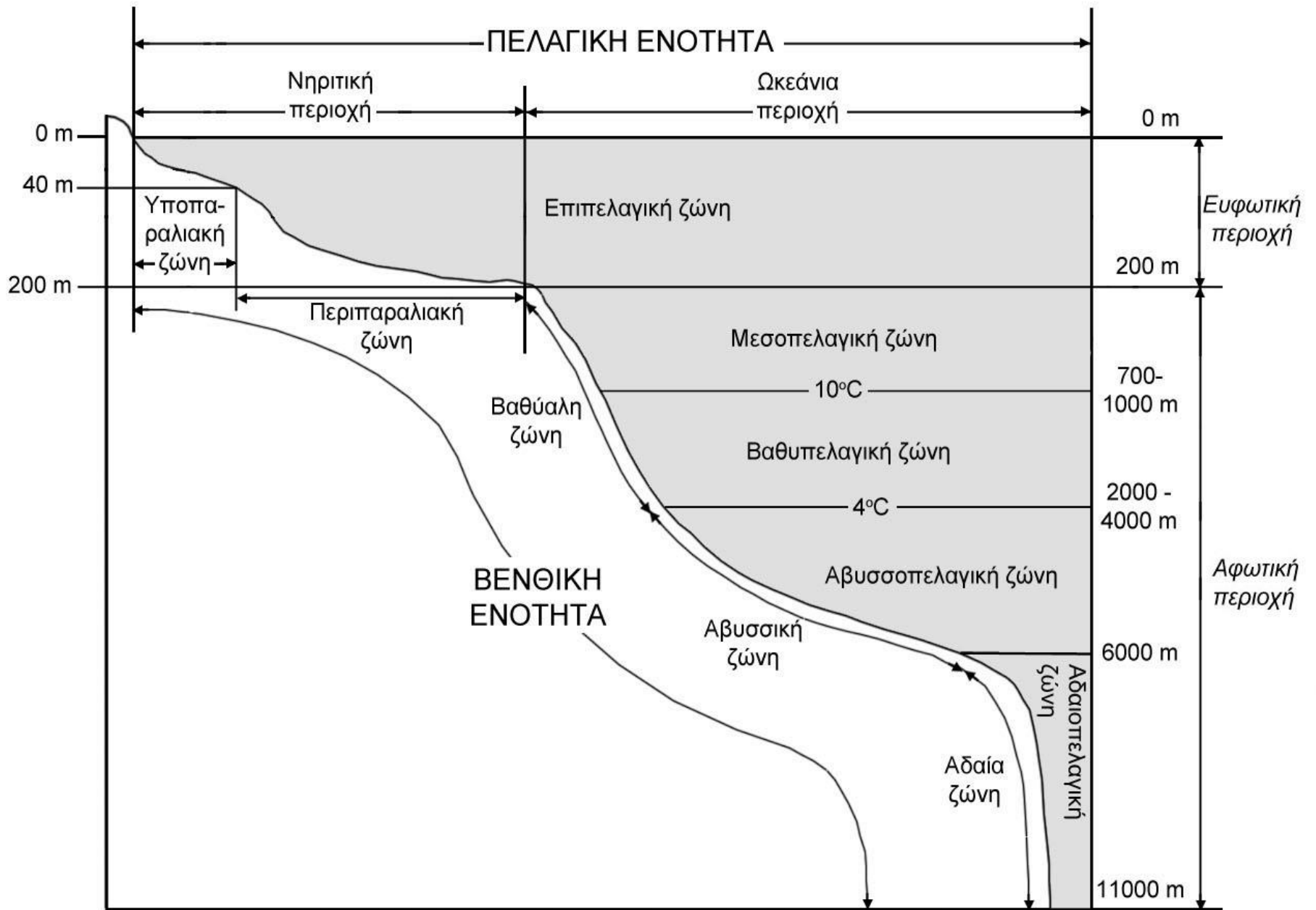
B. Βενθική Ενότητα

- Βαθύαλη Ζώνη
- Αβυσσική
- Αδαία

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

- Ζώνη της πελαγικής ενότητας σε **βάθος 200-1000m**
- **Φως αρκετό ίσως για όραση, όχι και για φωτοσύνθεση**
- Ζώνη εμφάνισης του **κύριου θερμόκλινου**



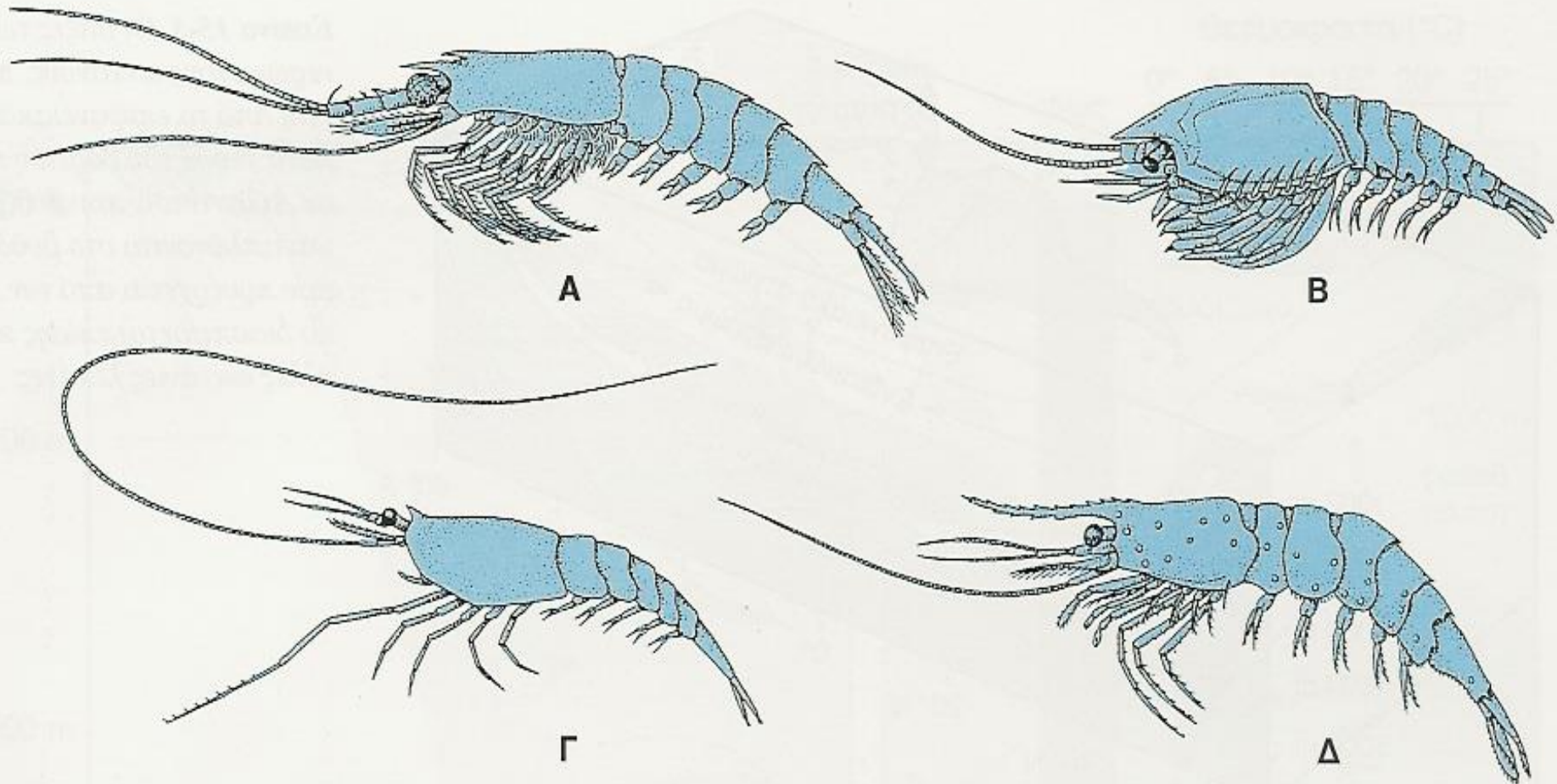
ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ
ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Ζωοπλαγκτόν

- **Κρίλλ** (*Thysanopoda* sp., *Meganocytiphanes* sp.)
- **Κωπήποδα** (*Gaussia* sp., *Metridia* sp.)
- **Μικροσκοπικές γαρίδες και Μυσιδώδη**
(*Sergestes* sp., *Gnatophausia* sp.)
- **Οστρακώδη:** Καρκινοειδή με χαρακτηριστικό όστρακο – μορφή διθύρων με εξαρτήματα
(*Gigantocypris* sp.)

ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



Εικόνα 15-4 Μερικά αντιπροσωπευτικά κρουστοφόρα της μεσοπελαγικής ζώνης: (Α) κριλλ (*Thysanopoda tricuspidata*); (Β) μυσιδώδη (*Gnathophausia ingens*) και γαρίδες (Γ) *Sergestes similis* και (Δ) *Systellaspis debilis*.

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Ζωοπλαγκτόν

- **Χαιτόγναθα** (*Sagitta* sp., *Eukronia* sp.)
- **Μέδουσες** (*Atolla* sp., *Solmissus* sp.)
- **Σιφωνοφόρα** (*Lensia* sp., *Dimorphyes* sp.)
- **Κτενοφόρα** (*Aulacoctena* sp.)
- **Μορμοειδή** (*Bathychordaeus* sp.)
- **Πτερόποδα Μαλάκια**

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Ζωοπλαγκτόν

*‘Οι περισσότερες ομάδες ζωοπλαγκτονικών οργανισμών της Επιπελαγικής ζώνης εμφανίζονται και στη Μεσοπελαγική ζώνη **ΌΜΩΣ!!!!!!** αντιπροσωπεύονται από διαφορετικά είδη’*

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Νηκτόν

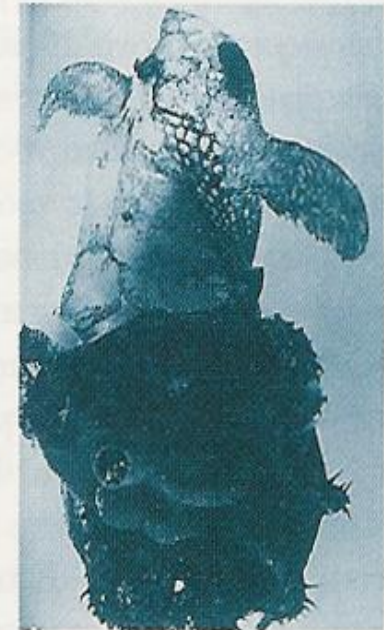
- **Μαλάκια**
 - **Καλαμάρια** (*Abraliopsis* sp., *Histioteuthis* sp.)
 - **Χταπόδια** (*Vitreledonella* sp., *Japattella* sp.)
 - **‘Καλαμάρι-Βρικόλακας’** (*Vampyroteuthis* sp.)

***Histioteuthis bonellii* (ΚΕΦΑΛΟΠΟΔΟ ΜΑΛΑΚΙΟ –
ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ)**



Vampyroteuthis infernalis (ΚΕΦΑΛΟΠΟΔΟ ΜΑΛΑΚΙΟ – ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ)

Εικόνα 15-8 Το καλαμάρι βρικόλακας, *Vampyroteuthis infernalis*, στην πραγματικότητα δεν είναι καλαμάρι. Έχει δέκα πλοκάμια όπως τα άλλα καλαμάρια, αλλά τα δύο είναι τροποποιημένα σε μακρούς συσταλτούς “αισθητήρες”, αντί να χρησιμοποιούνται για τη σύλληψη της τροφής. Το καλαμάρι βρικόλακας φτάνει σε μήκος τα 20 cm.



ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Νηκτόν

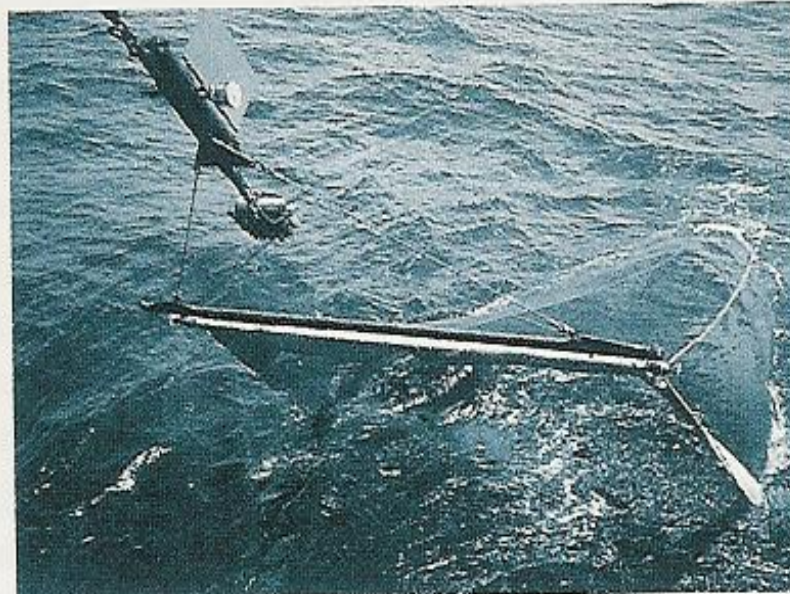
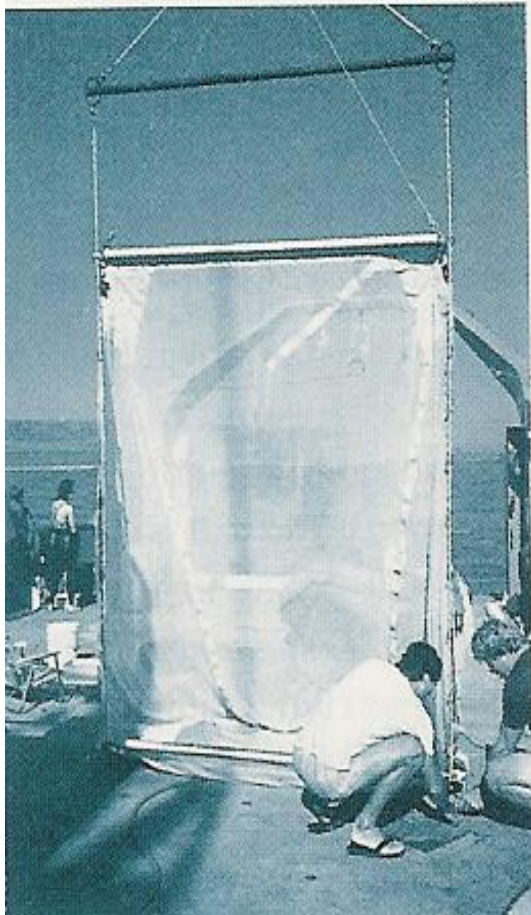
ΨΑΡΙΑ

- ❑ **Πριονόστομα** (*Cyclothone* sp., *Gonostoma* sp.): Ψάρια με πολύ κοφτερά δόντια; Από τα πλέον άφθονα μεσοπελαγικά ψάρια – αλιεία με μεσοπελαγικές τράτες; *Cyclothone signata* – το πλέον άφθονο ψάρι των ωκεανών)
- ❑ **Φαναρόψαρα** (*Myctophum* sp., *Diaphus* sp.): Ψάρια με φωτοφόρα, μεγάλο στόμα – παμφάγα; Μεγάλα μάτια – όραση στο λιγοστό φως; Από τα πλέον άφθονα μεσοπελαγικά ψάρια – αλιεία με μεσοπελαγικές τράτες)

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Νηκτόν

ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΕΣ ΤΡΑΤΕΣ – ΑΛΙΕΙΑ Φανερόψαρων & Πριονόψαρων



Εικόνα 15-9 Δίχτυα όπως αυτά, που ονομάζονται τράτες των μεσόνηρων, χρησιμοποιούνται συνήθως για τη συλλογή μεσοπελαγικών οργανισμών. Το δίχτυ μπορεί να ανοίξει με τηλεχειρισμό, όταν φτάσει στο επιθυμητό βάθος. Αυτό εμποδίζει τη σύλληψη επιφανειακών οργανισμών καθώς το δίχτυ κατεβαίνει ή ανασύρεται. Στις φωτογραφίες αυτές το δίχτυ φαίνεται ανοιχτό.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

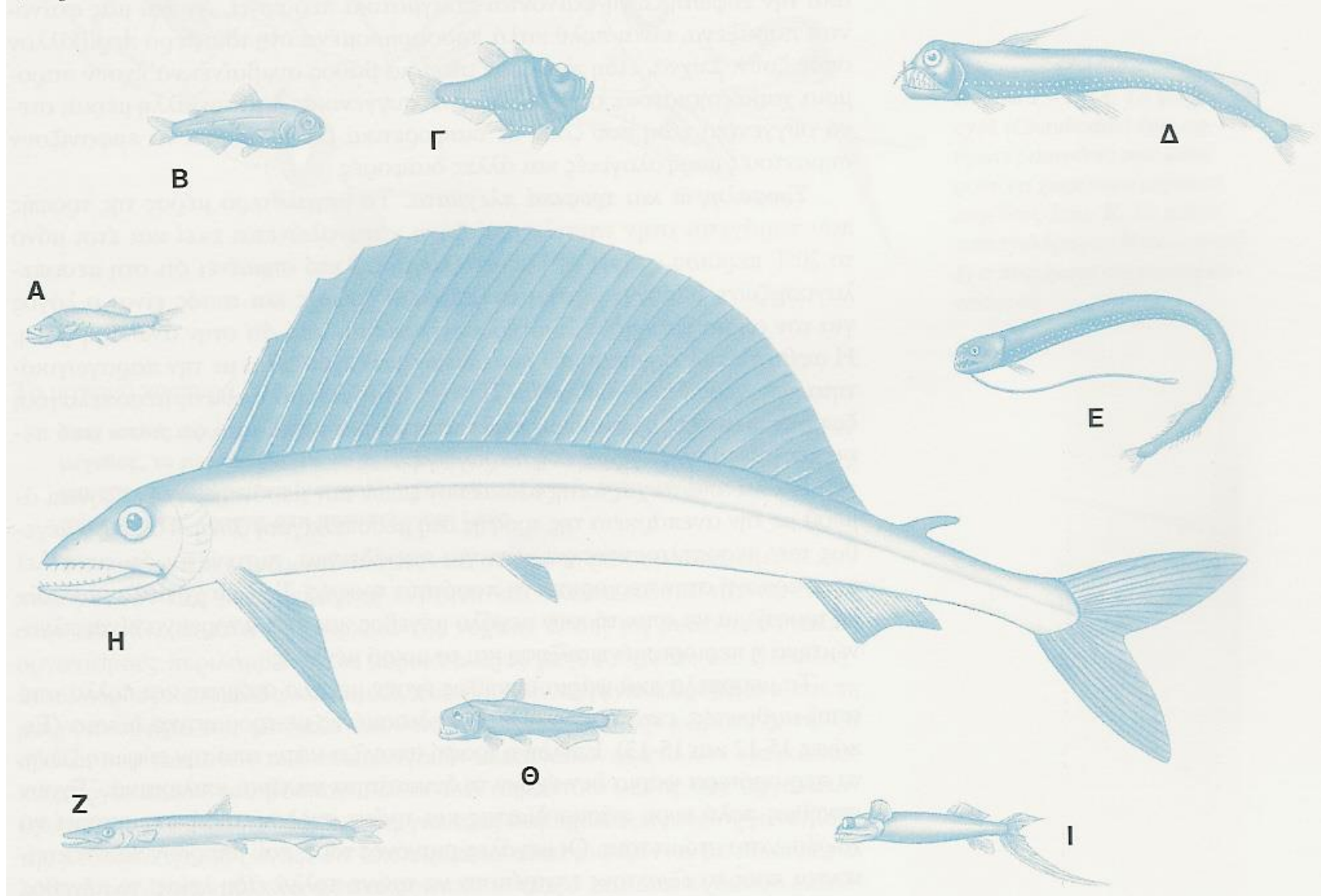
ΖΩΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Νηκτόν

ΨΑΡΙΑ

- **Ψάρια παρόμοια με αυτά των ενυδρείων** αλλά με μεγάλα μάτια, στόμα και κοιλιακά φωτεινά όργανα (*Argyropelecus* sp., *Sternoptyx* sp.)
- **Ψάρια παρόμοια με χέλια** με μεγάλα μάτια, στόμα και κοιλιακά φωτεινά όργανα (*Cauliodus* sp., *Stomias* sp., *Idiakanthus* sp., *Paralepis* sp., *Evermanella* sp., *Coccorella* sp., *Alepisaurus* sp., *Gempylus* sp., *Aphanopus* sp. – αλιεία από ψαράδες στη Μαδέρα)

ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Εικόνα 15-10 Μερικά τυπικά μεσοπελαγικά ψάρια: Α, *Cyclothone braueri*· Β, *Myctophum affine*· Γ, *Polyipnus laternatus*· Δ, *Chauliodus macouni*· Ε, *Leptostomias gladiator*· Ζ, *Lestidium atlanticum*· Η, *Alepisaurus ferox*· Θ, *Coccorella atrata*· και Ι, *Gigantura vorax*.



ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

- **Τροφοληψία και Τροφικά Πλέγματα**

20% τροφής που παράγεται στην Επιπελαγική ζώνη φτάνει στη Μεσοπελαγική \Rightarrow μόνιμη ανεπάρκεια τροφής \Rightarrow λιγότεροι οργανισμοί

(αφθονία των οργανισμών της ζώνης σχετίζεται με την παραγωγικότητα της Επιπελαγικής: μεγάλη παραγωγικότητα \Rightarrow μεγαλύτερη αφθονία; μικρή παραγωγικότητα \Rightarrow μικρότερη αφθονία)

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

- **Τροφοληψία και Τροφικά Πλέγματα**
 - **Μικρό μέγεθος ψαριών** ⇒ περιορισμένη ποσότητα τροφής
 - **Μεγάλα στόματα, αρθρωτές & εκτατές σιαγόνες, εφοδιασμένες με τρομακτικά δόντια, μη εξειδικευμένη διαίτα** ⇒ περιορισμένη ποσότητα τροφής

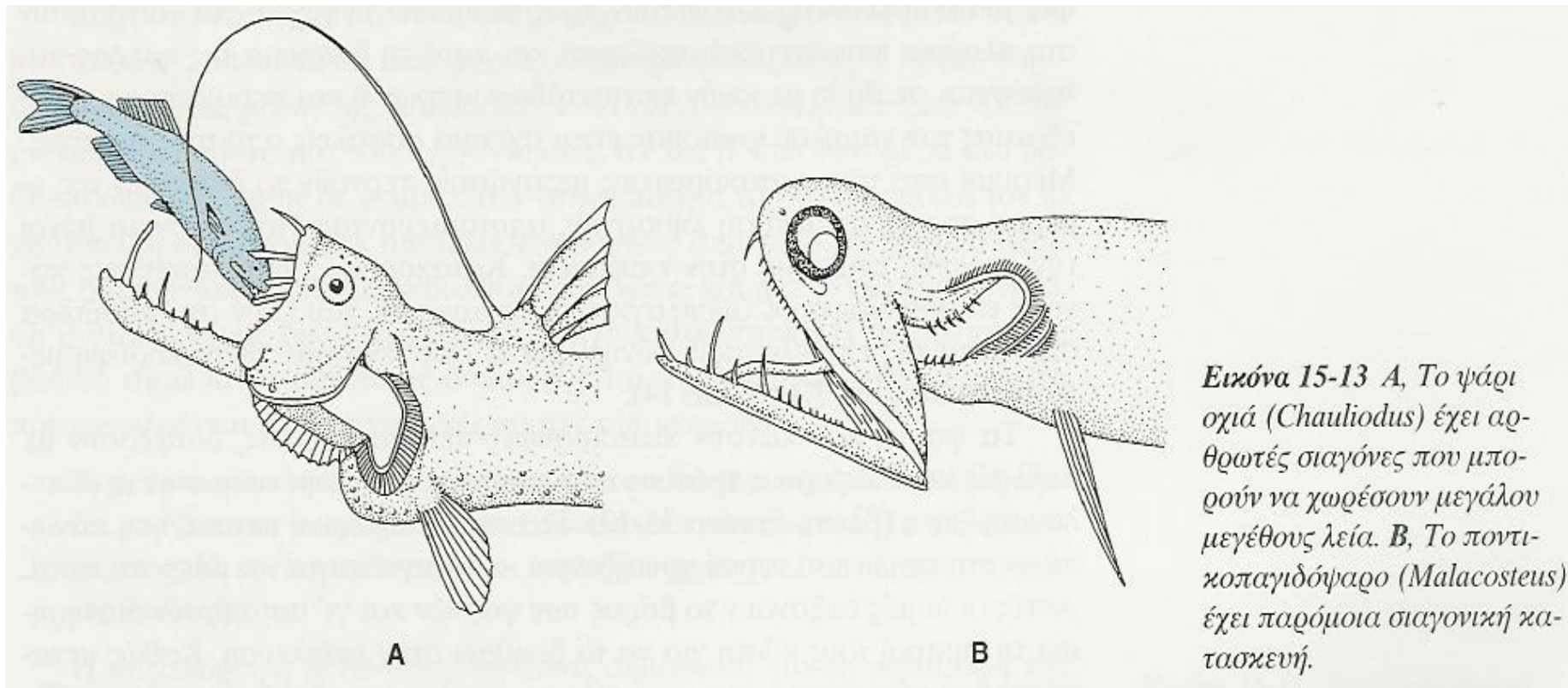
ΒΑΘΥΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Προσαρμογές Σύλληψης Λείας



ΒΑΘΥΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

- Μη Μεταναστευτικά ζώα \Rightarrow συνεχής παραμονή στη Μεσοπελαγική ζώνη:

Ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί (κωπήποδα, κριλλ) – διατροφή (διήθηση) οργανικών θρυμμάτων (σβώλοι περιττωμάτων οργανισμών Επιπελαγικής) & καταβυθιζόμενο φυτοπλαγκτόν /ζωοπλαγκτόν Επιπελαγικής ζώνης

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

- Μη Μεταναστευτικά ζώα ⇒ συνεχής παραμονή στη Μεσοπελαγική ζώνη:

Νηκτονικοί οργανισμοί (γαρίδες, καλαμάρια, ψάρια)
– διατροφή (άρπαγες) οποιασδήποτε λείας εμφανίζεται στη ζώνη; ειδικές προσαρμογές για μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων (πλαδαρή & υδατώδης σάρκα, απώλεια νηκτικής κύστης, ουδέτερη πλευστότητα-μαλακά & αδύνατα οστά, απώλεια αμυντικών δομών-αγκάθια, λέπια, απώλεια υδροδυναμικού σχήματος)

ΒΑΘΥΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

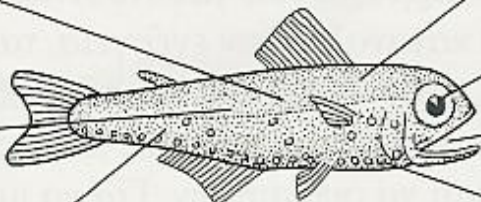
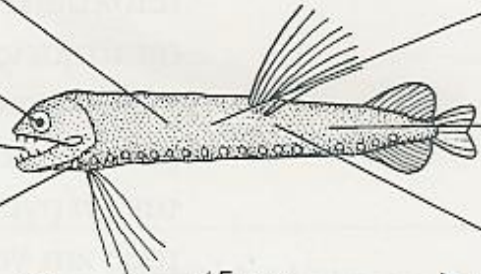
A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΑ – ΜΗ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΑ ΕΙΔΗ

Διαφορές	Ψάρια που κάνουν κατακόρυφες μεταναστεύσεις	Κοινά χαρακτηριστικά	Ψάρια που δεν κάνουν κατακόρυφες μεταναστεύσεις	Διαφορές
<p>Νηκτική κύστη</p> <p>Καλά αναπτυγμένα οστά</p> <p>Ισχυροί μύες</p>	 <p>10 cm</p>	<p>Μαύρο ή αργυρόμαυρο χρώμα</p> <p>Μεγάλα μάτια</p> <p>Μεγάλο στόμα</p> <p>Φωτοφόρα</p> <p>Μικρό μέγεθος σώματος</p>	 <p>15 cm</p>	<p>Χωρίς νηκτική κύστη</p> <p>Ασθενή οστά</p> <p>Πλαδαροί μύες</p>

Εικόνα 15-12 Μερικές προσαρμογές των τυπικών μεσοπελαγικών ψαριών, μαζί με μερικές διαφορές ανάμεσα στα ψάρια που κάνουν κατακόρυφες μετακινήσεις (αριστερά) και εκείνα που δεν κάνουν (δεξιά). Συγκρίνετέ τις με τις προσαρμογές των επιπελαγικών και βαθυπελαγικών ψαριών που δίνονται στις Εικόνες 14-22 και 15-25.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Μετανάστευση & Βαθύ στρώμα σκέδασης

- ❑ **Μεταναστευτικά ζώα** \Rightarrow κατακόρυφες μεταναστεύσεις από τη Μεσοπελαγική στη Επιπελαγική ζώνη: άνοδος την νύκτα / κάθοδος την ημέρα
- ❑ **ειδικές προσαρμογές για κατακόρυφες μετακινήσεις** (παρουσία νηκτικής κύστης, καλά αναπτυγμένα οστά & μύες, μεγάλο εύρος ανοχής στις μεταβολές της θερμοκρασίας)

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Μετανάστευση & Βαθύ στρώμα σκέδασης

κατακόρυφες μεταναστεύσεις από τη Μεσοπελαγική στην Επιπελαγική ζώνη:

παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο-χρήση ηχοβολιστικών

⇒ καταγραφή διάχυτων σθησμένων ανακλάσεων από:

βαθύ στρώμα σκέδασης

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

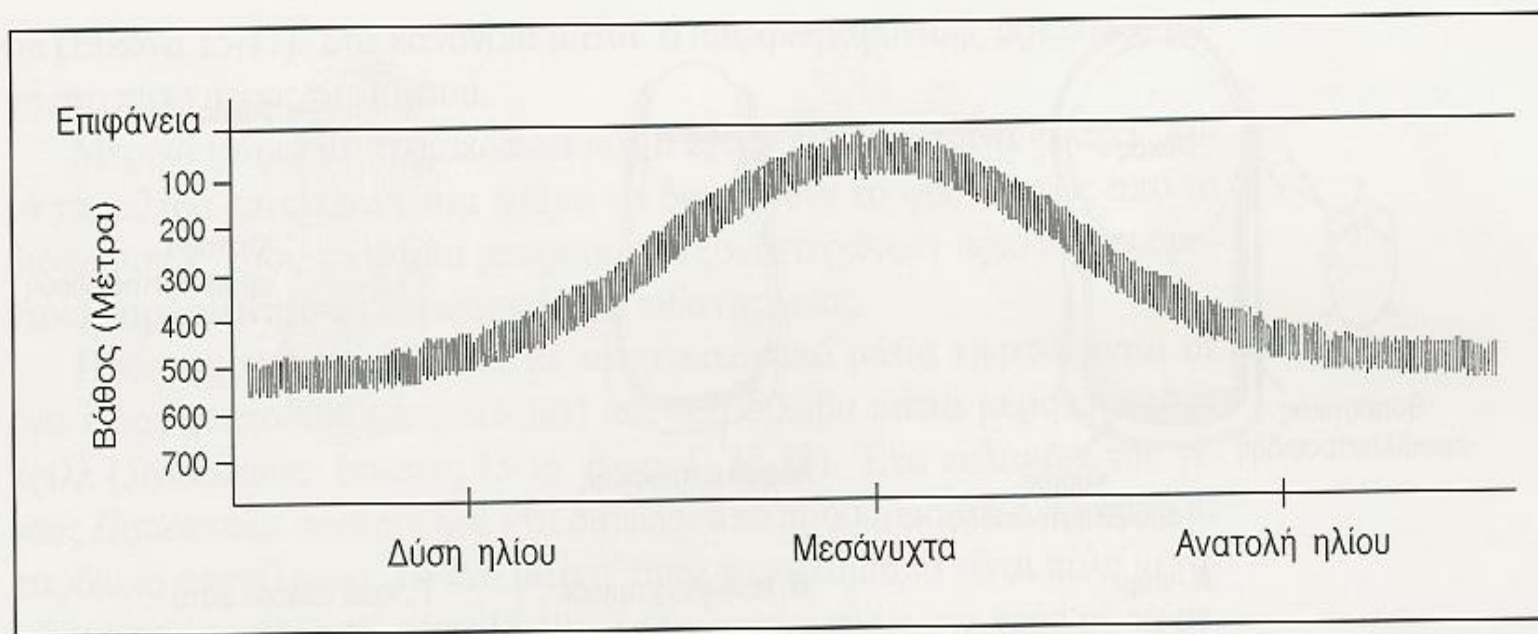
Μετανάστευση & Βαθύ στρώμα σκέδασης

- ❑ **βαθύ στρώμα σκέδασης:** ηχοανακλαστικό στρώμα που απαρτίζεται από ζώα των μεσόνηδρων που μεταναστεύουν κατακόρυφα (**Κυρίαρχοι οργανισμοί** - φαναρόψαρα, κριλλ και γαρίδες)
- ❑ Βάθος εμφάνισης του στρώματος **ποικίλλει ανάλογα με την ένταση του φωτός** (π.χ. πανσέληνος - βαθύτερο σημείο εμφάνισης)

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ - Μετανάστευση & Βαθύ στρώμα σκέδασης

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ – ΕΠΙΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ



Εικόνα 15-14 Σχηματική παράσταση του βαθιού στρώματος σκέδασης.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Αισθητήρια Όργανα

- Μεγάλα χαρακτηριστικά μάτια και ασυνήθιστα ευαίσθητα (ψάρια, καλαμάρια, γαρίδες, κλπ.)**
- Περισκοπικά μάτια – επέκταση αμφιβληστροειδούς προς το άνω τμήμα του ματιού (δυνατότητα όρασης πλάγια)**

Ψάρια με περισκοπικά μάτια & ειδικά φίλτρα (δυνατότητα διάκρισης φυσικού φωτός από βιοφωτισμό)

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

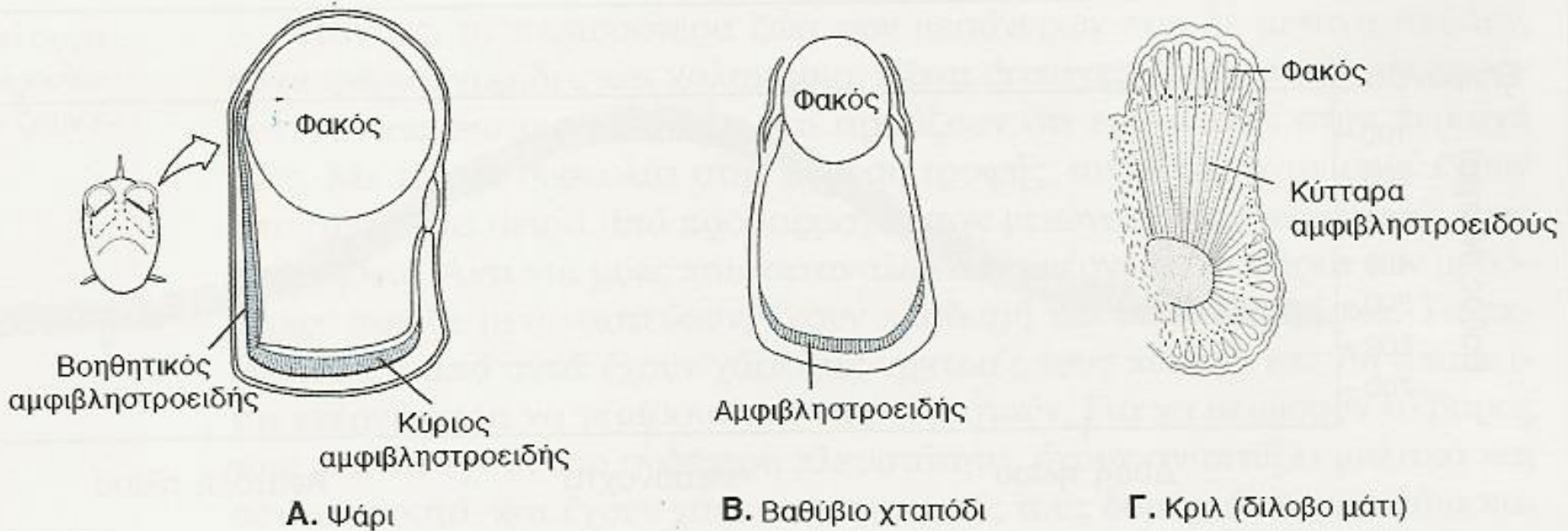
Αισθητήρια Όργανα

- Περισκοπικά μάτια-χταπόδια (*Amphitretus* sp.)
- Δίλοβα μάτια (κριλλ)
- Μέγεθος ενός ματιού πολύ μεγαλύτερο από το άλλο (*Histioteuthis* sp.)
- Πολύ καλά αναπτυγμένη πλευρική γραμμή

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



Εικόνα 15-16 (A) Το μάτι ενός μεσοπελαγικού ψαριού (Scopelarchus). Το μπλέ στρώμα είναι ο αμφιβληστροειδής, δηλαδή το φωτοευαίσθητο τμήμα του ματιού. Η περιοχή του αμφιβληστροειδούς που είναι εγκάρσια σκιασμένη στο βυθό του ματιού δίνει καλή προς τα πάνω όραση. Το τμήμα που εκτείνεται προς τα επάνω, στην πλευρά του ματιού, δίνει πλευρική όραση (βλέπε Εικόνα 15-17) η οποία είναι λιγότερο οξεία. Μάτια με παρόμοια κατασκευή έχουν εξελιχθεί (B) στα χταπόδια (Amphitretus pelagicus) και (Γ) στο κριλλ (Stylocheiron suhmii).

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

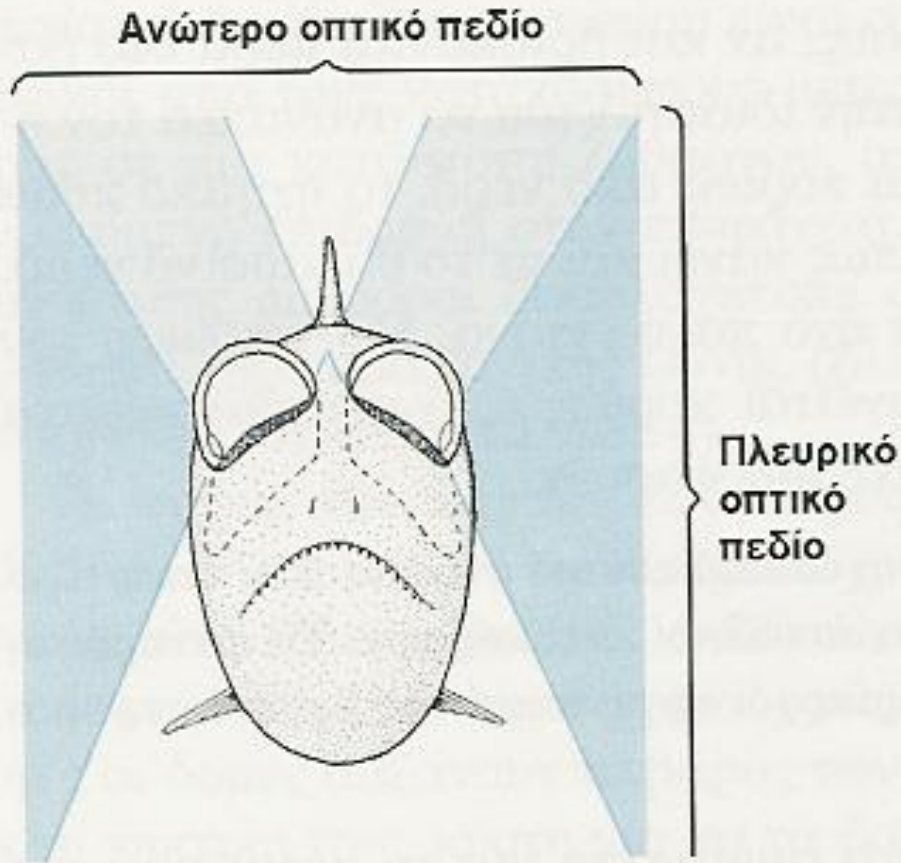
ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



Α1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



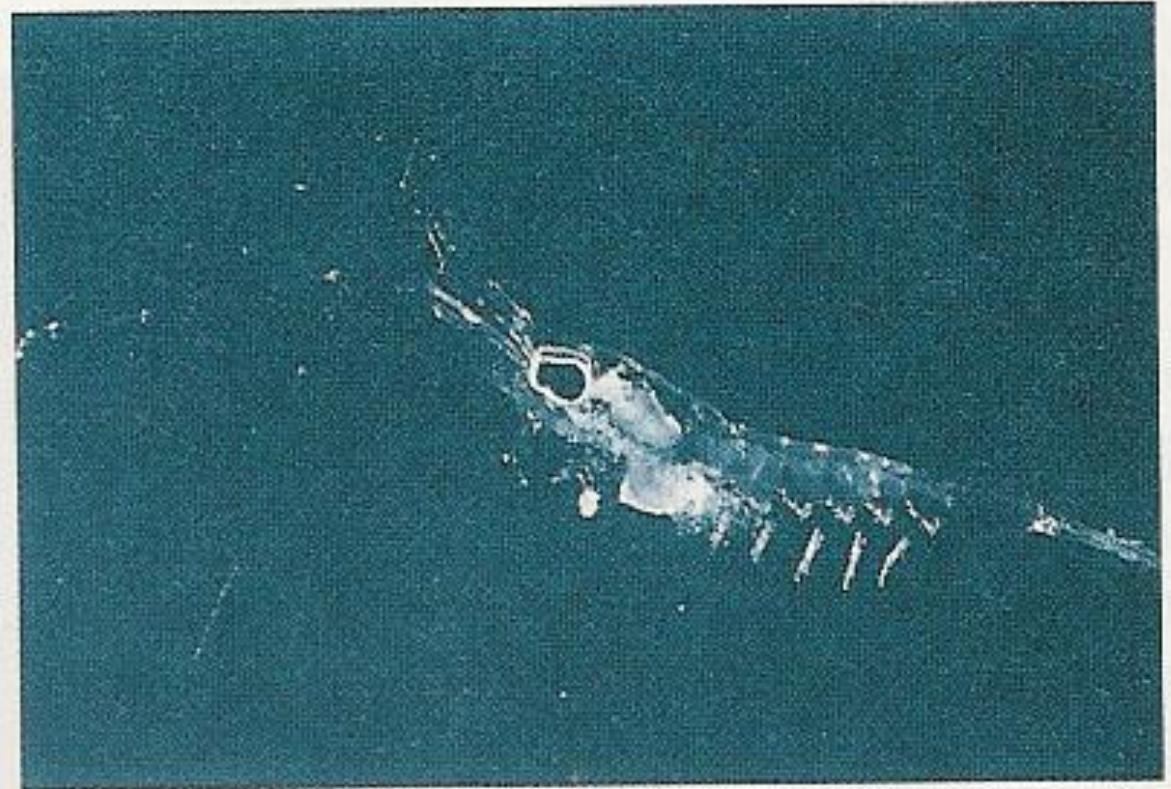
Εικόνα 15-17 Τα οπτικά πεδία του μεσοπελαγικού ψαριού Scopelarchus. Το ψάρι έχει δύο κύρια οπτικά πεδία, που αντιστοιχούν στα δύο μέρη του αμφιβληστροειδούς που δείχνονται στην Εικόνα 15-16, Α.

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

*Εικόνα 15-15 Το στοιχειόψαρο
Dolichopteryx longipes, ένα μεσο-
πελαγικό ψάρι με μεγάλα περι-
σκοπικά μάτια.*

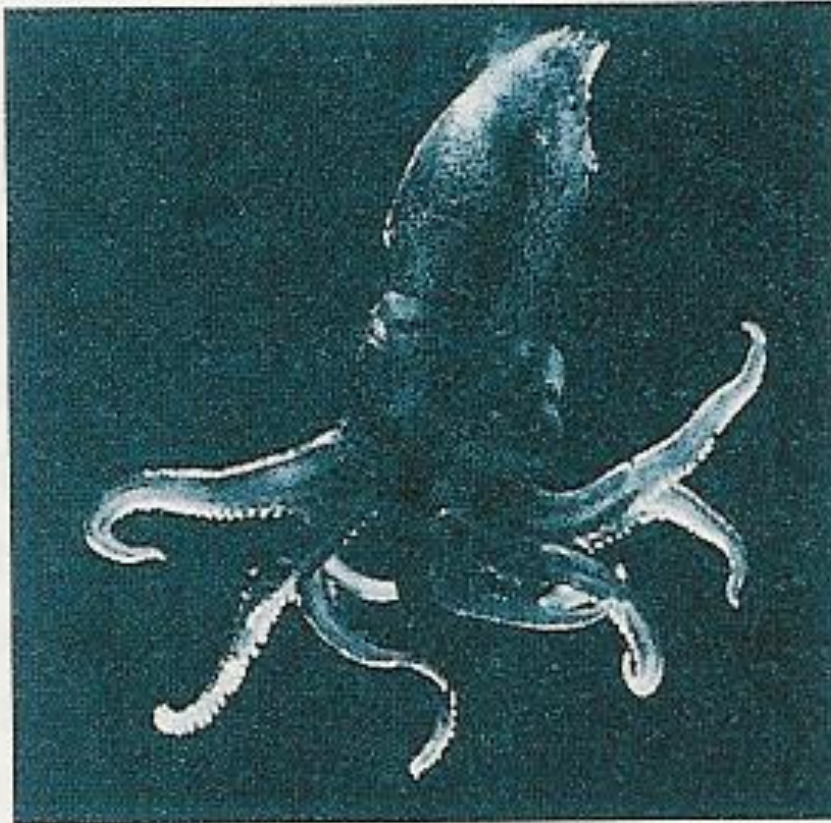


*Εικόνα 15-18 Ένα μεσοπελαγικό είδος κριλλ
που έχει δίλοβα μάτια. Βλέπε επίσης στην Ει-
κόνα 15-4, Α.*

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ ΖΩΩΝ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



Εικόνα 15-19 Αυτό το καλαμάρι (Histio-teuthis) έχει μάτια διαφορετικού μεγέθους, που εδώ φαίνονται στις αντιδιαμετρικές πλευρές του κεφαλιού.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Χρωματισμός & Σχήμα σώματος

- Αντισκίαση** (σκουρόχρωμη ράχη-ανοικτόχρωμη κοιλιά)
- Διαφάνεια σώματος** (κωπήποδα, μέδουσες, γαρίδες, πριονόστομα ψάρια, κ.λ.π.) - πιο αβαθή και περισσότερο φωτισμένα τμήματα της ζώνης
- Πλευρικά συμπιεσμένα σώματα** - μείωση περιγράμματος του ζώου

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Βιοφωτισμός: Βιολογική παραγωγή φωτός

Ο βιοφωτισμός παράγεται από:

- Εξειδικευμένα κύτταρα: **Φωτοφόρα**
- Εξειδικευμένους **ιστούς** του ζώου
- Συμβιωτικά βακτήρια** που ζουν μέσα στο ζώο
- Φωτεινά υγρά**: παραγωγή από εξειδικευμένους αδένες (κωπήποδα, οστρακώδη, γαρίδες)
- Βιοφωτεινή μελάνη** (καλαμάρια, χταπόδια)

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Βιοφωτισμός: Βιολογική παραγωγή φωτός

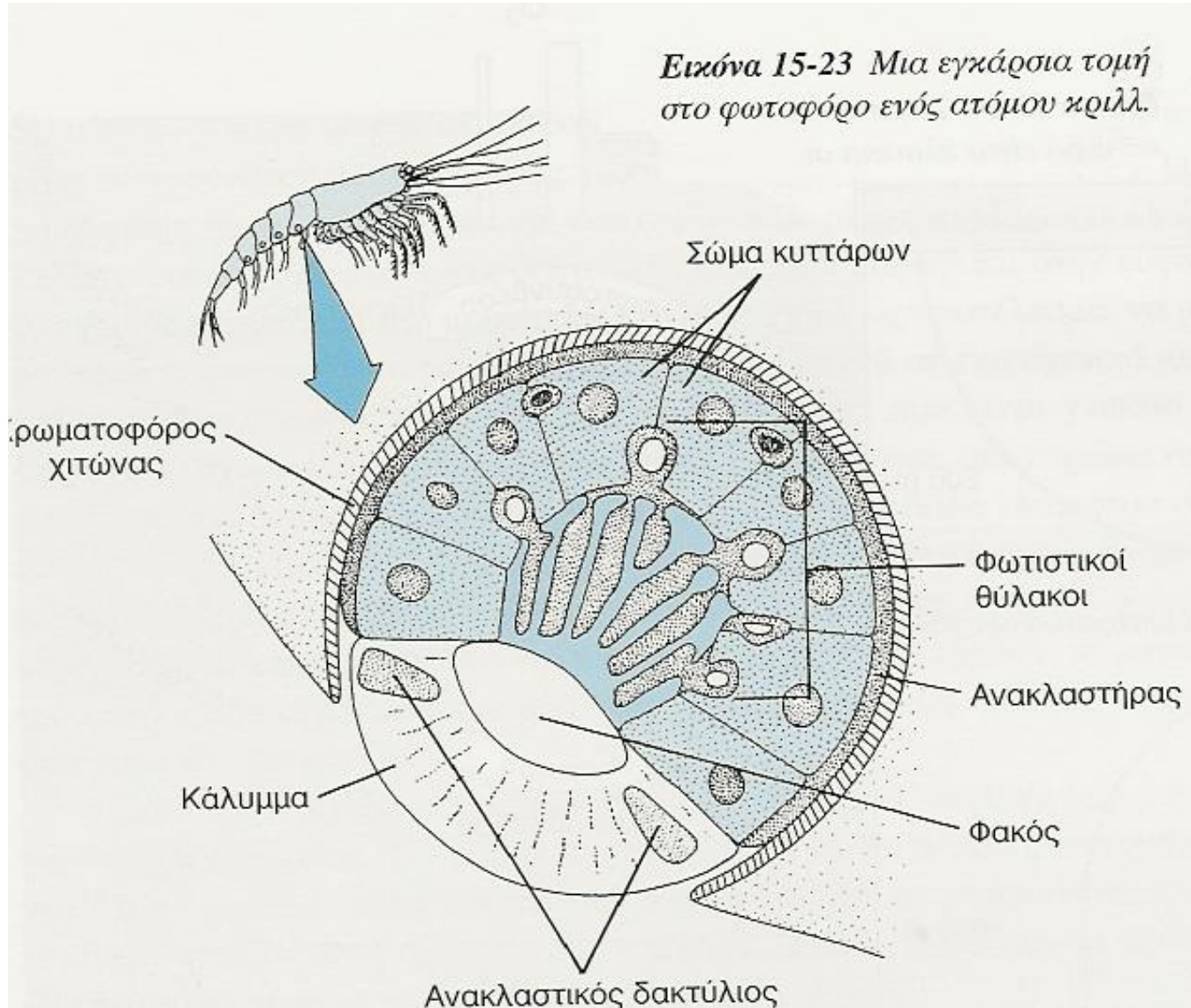
- Φως που παράγεται με τον βιοφωτισμό: **όμοιο με το φως του φόντου (μπλε-πράσινο)**
- Η **ένταση** της φωτεινότητας του παραγόμενου φωτός: **ελεγχόμενη** από το ζώο (έντονο φως \Rightarrow έντονος βιοφωτισμός; Απουσία φωτός \Rightarrow όχι βιοφωτισμός)
- Ένταση βιοφωτισμού \Leftrightarrow **αντιφωτισμός**

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΒΙΟΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΦΩΤΟΦΟΡΑ

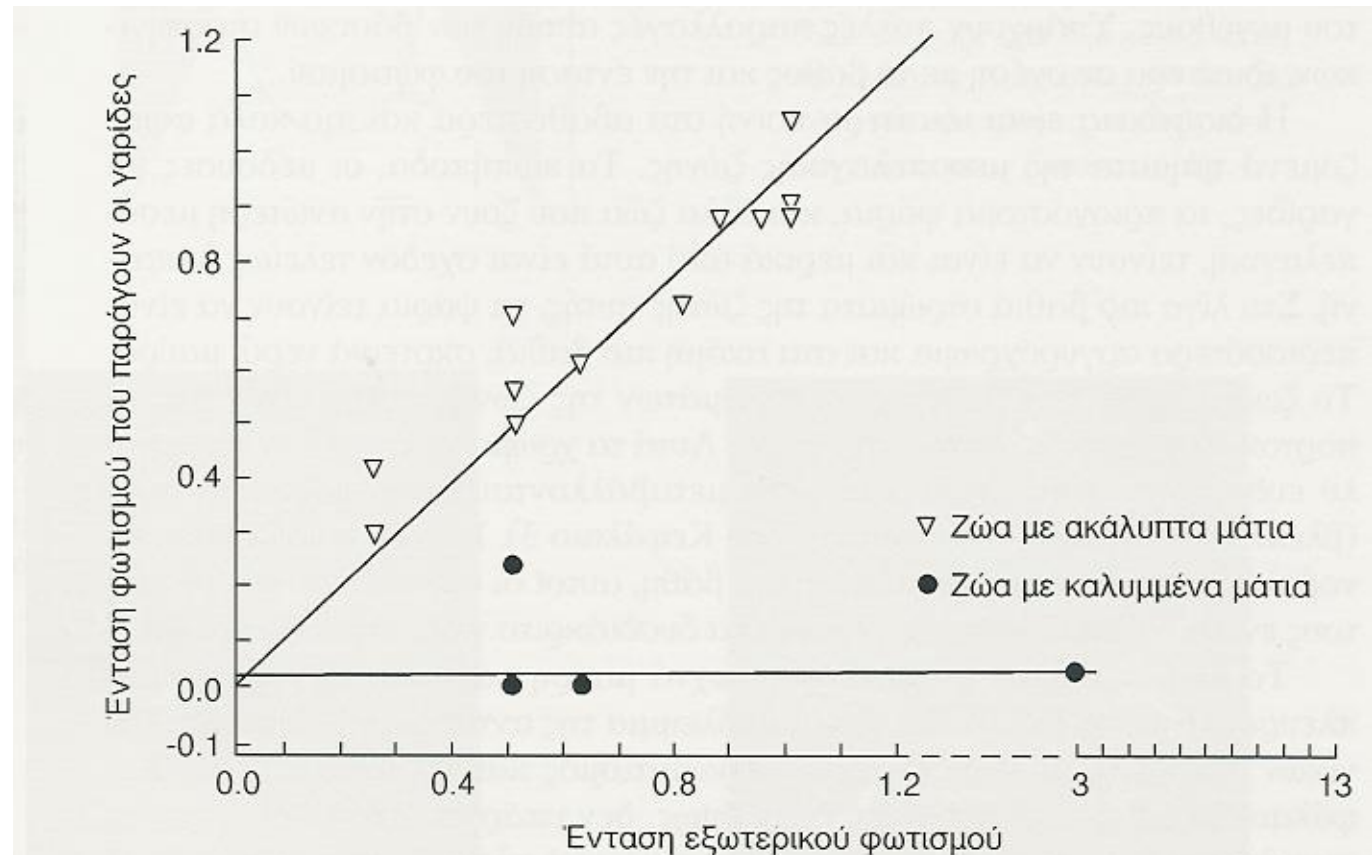
ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ



A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΒΙΟΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ



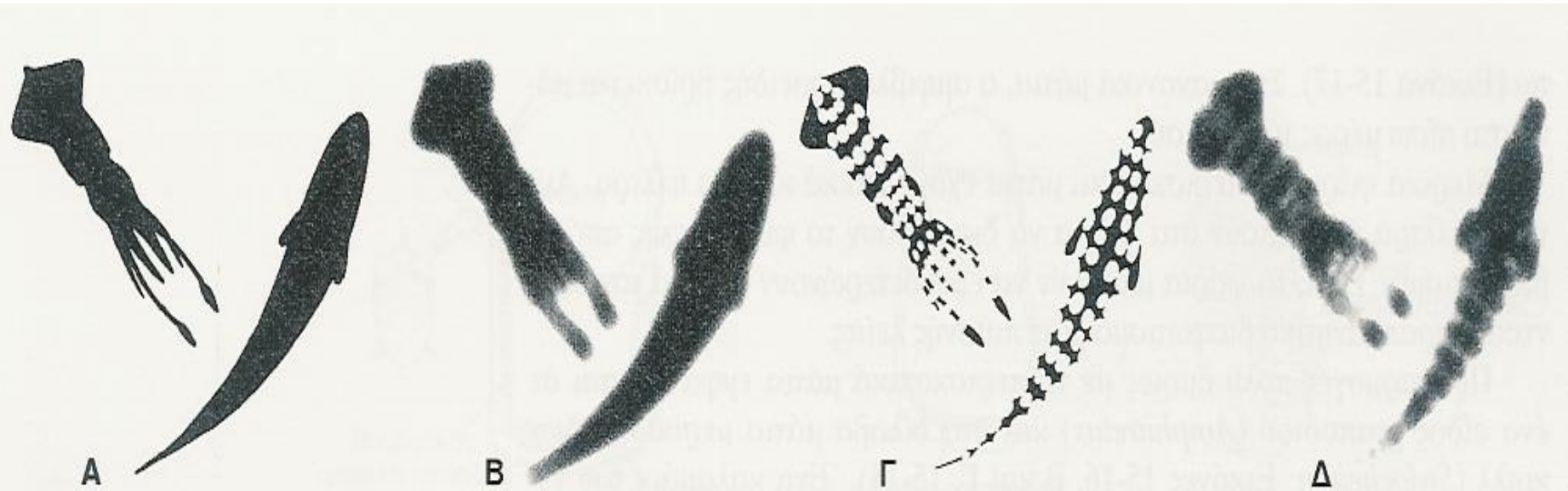
Εικόνα 15-22 Το πείραμα αυτό έδειξε ότι μια μεσοπελαγική γαρίδα (*Sergestes similis*: βλέπε Εικόνα 15-4, Γ) παράγει βιοφωτισμό έτσι που να ταιριάζει με την ένταση του φωτισμού του φόντου. Γαρίδες που είχαν και τα δύο τους μάτια καλυμμένα (κάτω γραμμή) δεν παρήγαγαν καθόλου φως, άσχετα με το φως του περιβάλλοντος. Αυτές που είχαν τα μάτια ακάλυπτα (πάνω γραμμή), παρήγαγαν όλο και περισσότερο φως καθώς η ένταση του εξωτερικού φωτισμού αυξανόταν.

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ & ΖΩΑ

Βιοφωτισμός \Leftrightarrow Αντιφωτισμός



Εικόνα 15-21 Η αξία της παρουσίας των φωτοφόρων στην κοιλιακή επιφάνεια των μεσοπελαγικών ζώων φαίνεται σ' αυτήν την απλή απεικόνιση. Τα **A** και **B** είναι τα περιγράμματα δύο μεσοπελαγικών οργανισμών, όπως θα φαίνονταν χωρίς φωτοφόρα. Τα **Γ** και **Δ** είναι τα ίδια ζώα, με τα φωτοφόρα σε λευκό χρώμα για να ταιριάζουν με το φόντο. Τα φωτοφόρα διακόπτουν τη συνέχεια του περιγράμματος, με αποτέλεσμα το ζώο να είναι πολύ λιγότερο ορατό. Η προσαρμογή αυτή είναι πιο αποτελεσματική όταν η εικόνα του ζώου δεν είναι τόσο καθαρή (**B** και **Δ**), όπως συμβαίνει όταν τα κοιτάζουν οι θηρευτές μέσα στο νερό.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ
ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Βιοφωτισμός

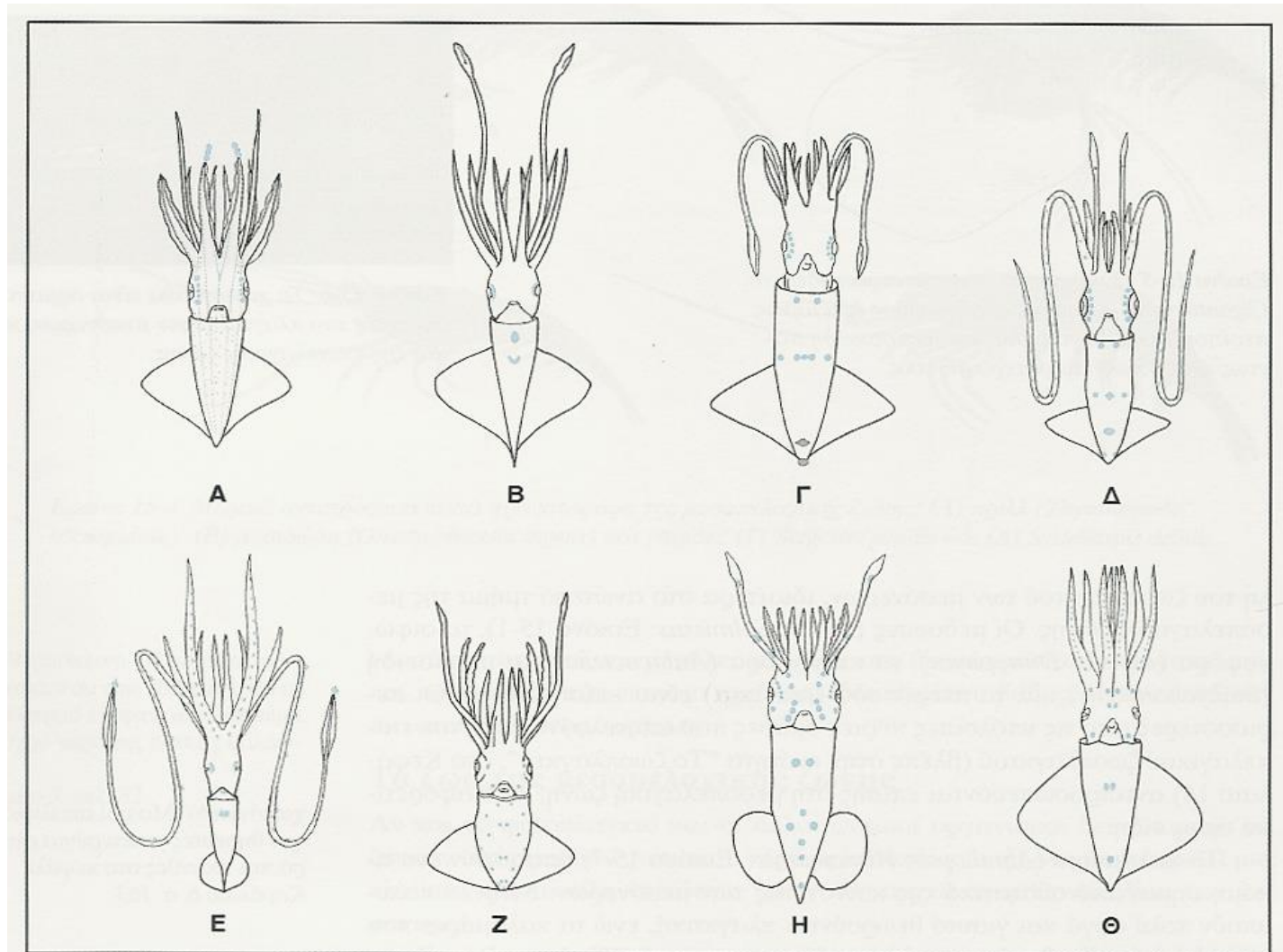
Ο βιοφωτισμός χρησιμοποιείται ως:

- Αντιφωτισμός** για παραλλαγή περιγράμματος/αποφυγή θηρευτών
- Προσέλκυση λείας**
- Επικοινωνία και προσέλκυση συντρόφου**
- Αμυντικός μηχανισμός (βιοφωτεινές μελάνες)**
- Ενισχυτικά της όρασης**

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ & ΖΩΑ - Βιοφωτισμός



Εικόνα 15-7 Το κάθε είδος καλαμαριού έχει μια διαφορετική διάταξη των φωτοφόρων οργάνων. Τα φωτοφόρα είναι σχεδιασμένα με χρώμα. A, *Abraliopsis*; B, *Cycloteuthis*; Γ, *Selenoteuthis*; Δ, *Nematolampa*; E, *Chiroteuthis*; Z, *Thelidioteuthis*; H, *Pterygioteuthis*; Θ, *Octopoteuthis*.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΒΑΘΥΑΛΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος) ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στιβάδα Ελάχιστου Οξυγόνου

- Μεσοπελαγική Ζώνη: **όχι συνεισφορά οξυγόνου** από ατμόσφαιρα ή διαδικασία φωτοσύνθεσης & **εκτεταμένη βακτηριακή αποσύνθεση** καταβυθιζόμενου οργανικού υλικού από επιπελαγική ζώνη ⇒ **Μικρή ποσότητα οξυγόνου** σε ορισμένο **βάθος** (500m)
- Ελάχιστα Ζώα εμφανίζονται (ψάρια, κρίλλ, γαρίδες) ⇒ **Καλά αναπτυγμένα βράγχια & μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων** τους

A1. Μεσοπελαγική Ζώνη (Ζώνη του Λυκόφωτος)

ΣΤΟΙΒΑΔΑ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΜΕΣΟΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ

Εικόνα 15-24 Τα επιφανειακά νερά είναι πλούσια σε οξυγόνο, επειδή το οξυγόνο εισέρχεται από την ατμόσφαιρα και ελευθερώνεται κατά τη φωτοσύνθεση. Στη μεσοπελαγική ζώνη, ούτε η ατμόσφαιρα, ούτε η φωτοσύνθεση μπορούν να συνεισφέρουν οξυγόνο στο νερό και μάλιστα εδώ γίνεται εκτεταμένη βακτηριακή αποικοδόμηση της οργανικής ύλης που βυθίζεται από τα ανώτερα στρώματα. Αυτό απαιτεί οξυγόνο και έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας στιβάδας ελάχιστου οξυγόνου. Κάτω από τη στιβάδα ελάχιστου οξυγόνου, το μεγαλύτερο μέρος της οργανικής ύλης έχει ήδη αποικοδομηθεί καθώς βυθίζεται και έτσι διατηρείται οξυγόνο διαλυμένο στο νερό.

