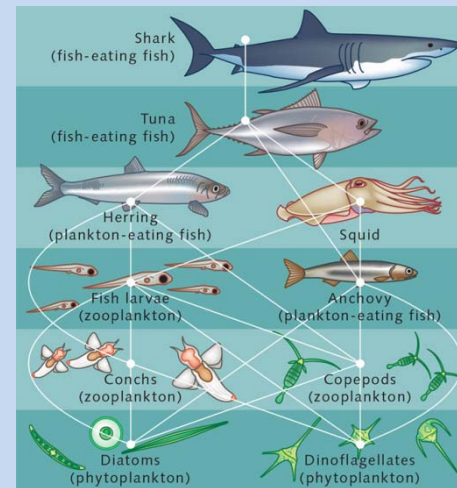


ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΨΑΡΙΩΝ ΑΓΡΙΩΝ

ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΘΕΩΡΙΑ



Γιατί είναι σημαντική η μελέτη της διατροφής;

Τροφή: βασικός ενεργειακός σύνδεσμος κάθε ζωντανού οργανισμού με το περιβάλλον του

2 βασικές λειτουργίες:

Επιβίωση-Ανάπτυξη: διατήρηση - αύξηση του μεγέθους του οργανισμού

Αναπαραγωγή: διαιώνιση του οργανισμού

- Βοηθά στην κατανόηση των διατροφικών συνηθειών τους και των τροφικών αλληλεπιδράσεων που συνδέουν το θηρευτή με τη λεία του.
- Δίνει πληροφορίες για τη δυναμική των τροφικών πόρων και την τύχη τους μέσα στο οικοσύστημα.
- Εκτίμηση του τροφικού επιπέδου των ψαριών

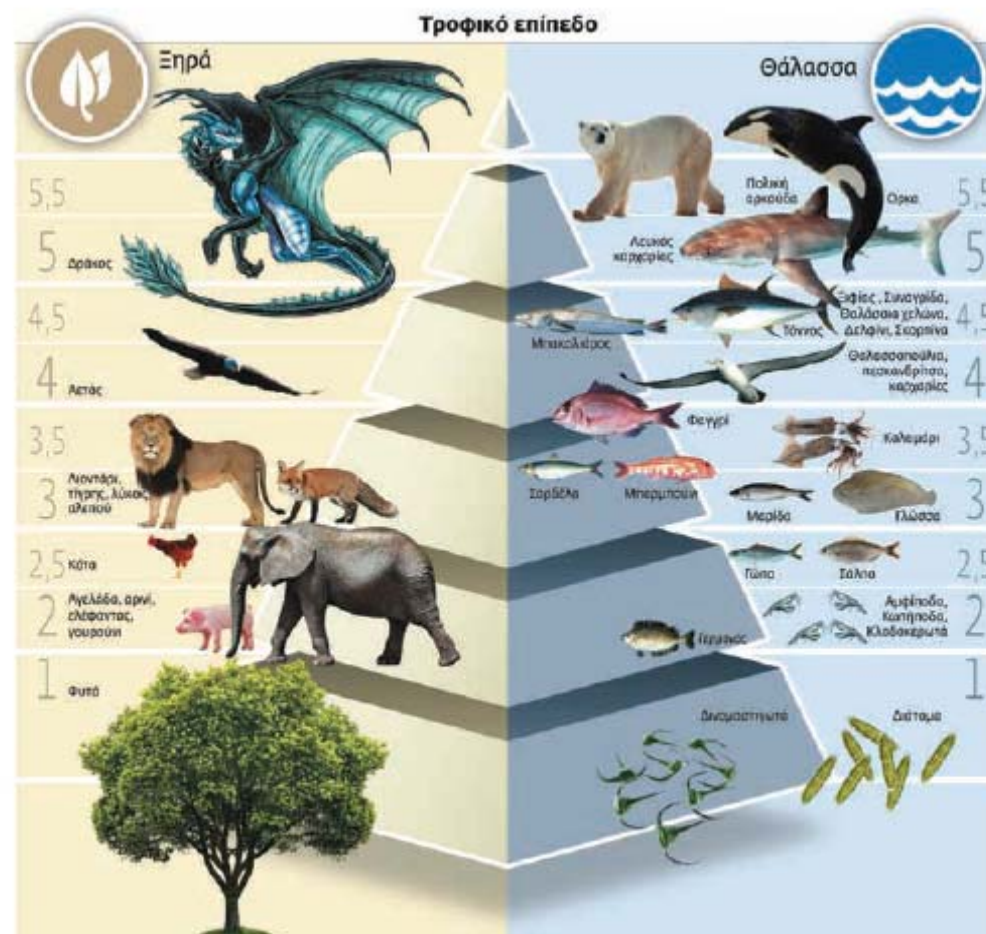
Θέση στην τροφική πυραμίδα

καταναλωτές α' τάξης (φυτοφάγα)

καταναλωτές β' τάξης (σαρκοφάγα, που τρέφονται με φυτοφάγα)

καταναλωτές γ' τάξης (σαρκοφάγα, που τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα) και

ανώτεροι θηρευτές.



Εικόνα 10.11. Σύγκριση τροφικών επιπέδων στα χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα (τροποποιημένη από ΒΗΜΑ SCIENCE, με βάση την ιδέα του Κ.Ι. Στεργίου).

Τροφική αλυσίδα

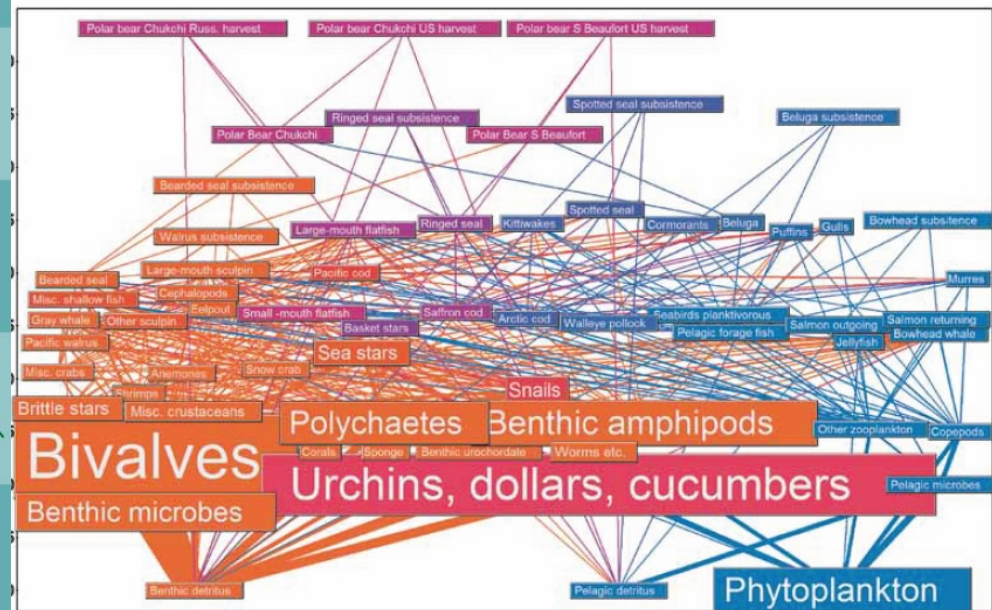
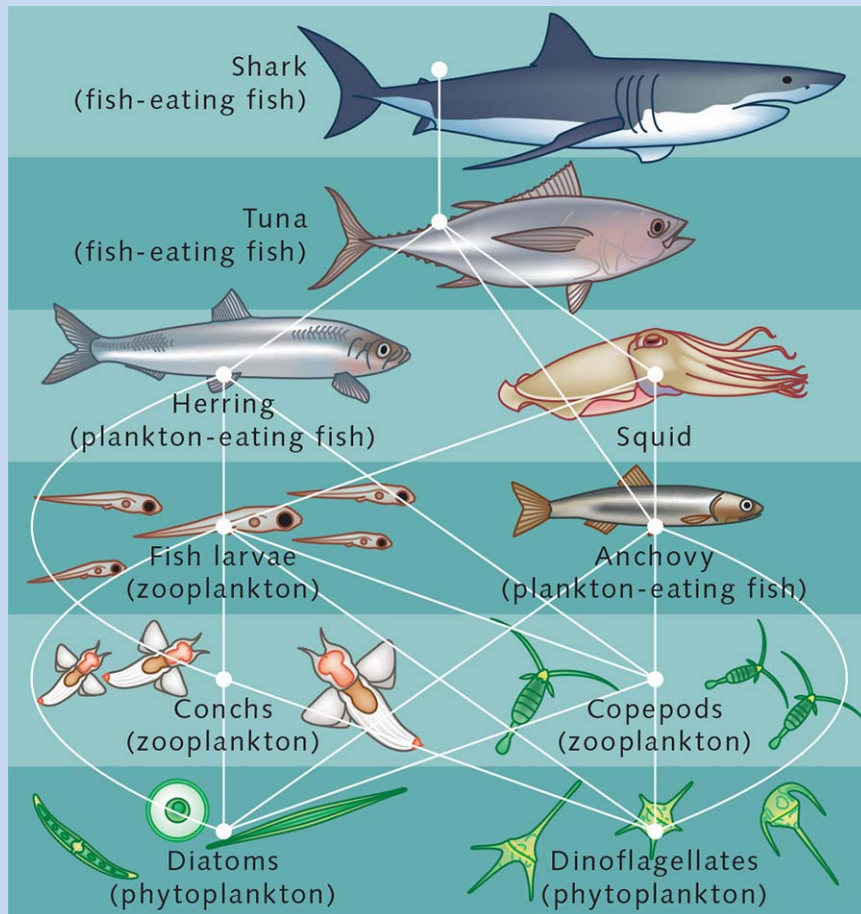


Figure 2. Visualization of the eastern Chukchi Sea food web. Each box represents a functional group, and the boxes are arranged vertically by their approximate trophic level. The size of the box is roughly proportional to the biomass of the group, and the width of the lines represents the magnitude of flows between the groups. Groups highlighted in blue have a pelagic orientation, while groups highlighted in red have a benthic orientation, with varying shades in between.

στάδια τροφοληψίας και επεξεργασίας τροφής

- Αναζήτηση
- Καταδίωξη
- Σύλληψη
- Καταβρόχθιση

περιβάλλον

- Επεξεργασία τροφής
(πέψη, πρόσληψη
θρεπτικών, αποβολή
περιττωμάτων)

Πεπτική συσκευή

Τύποι αναζήτησης και λήψης τροφής

Κυνηγοί(hunters)



καθιστικοί θηρευτές (luckers, sit and wait pursuits)



Βοσκητές (grazers)



Διηθητές (filter feeders)



Μυζητικός τύπος



www.alamystockphoto.com - 01700000000

παρασιτικός τύπος



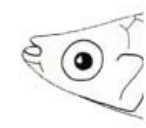
Συμβιωτικός τύπος



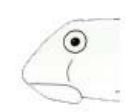
Στόμα



Terminal

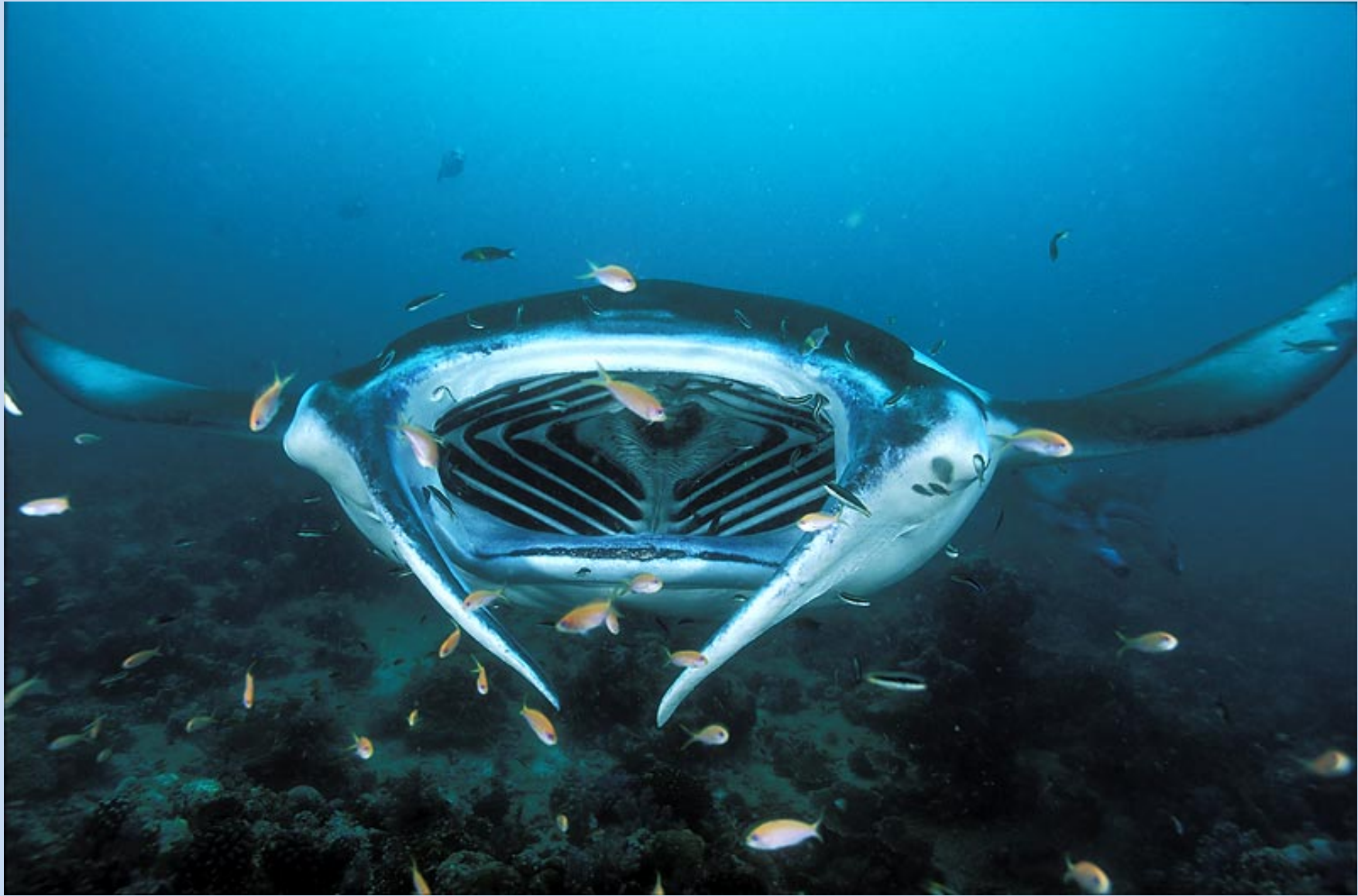


Superior



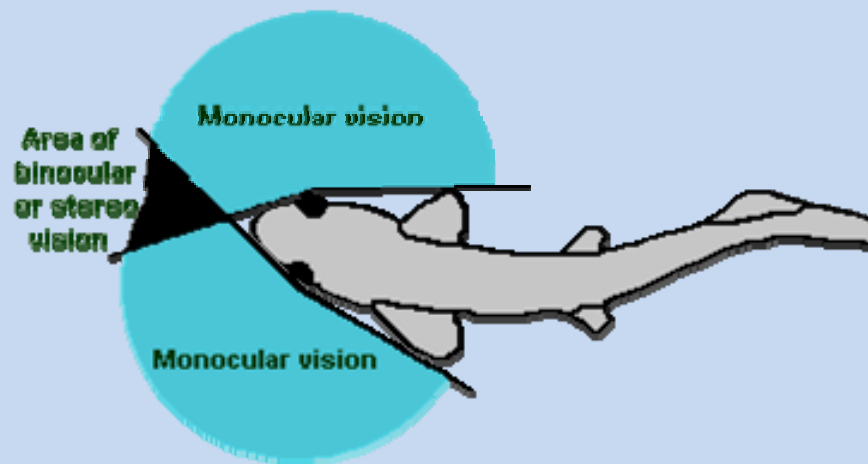
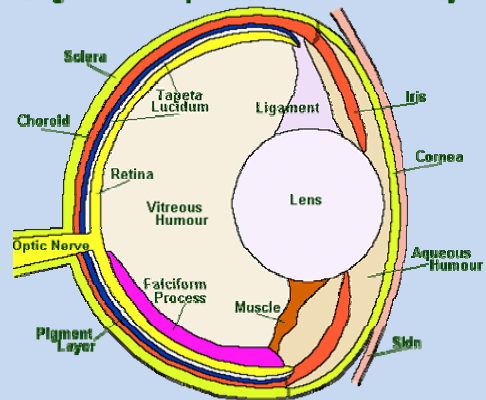
Inferior
Sub-Terminal



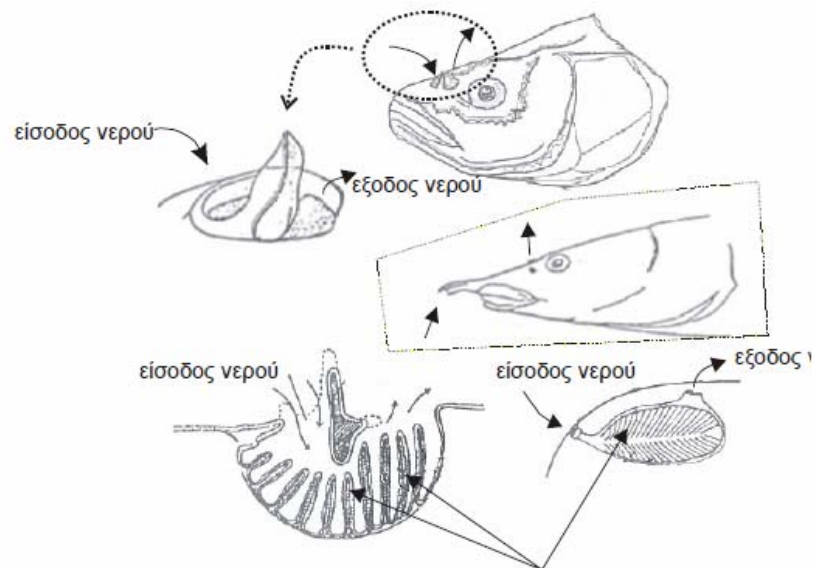


Όραση (Vision)

A Diagrammatic Representation of a Teleost Eye



όσφρηση



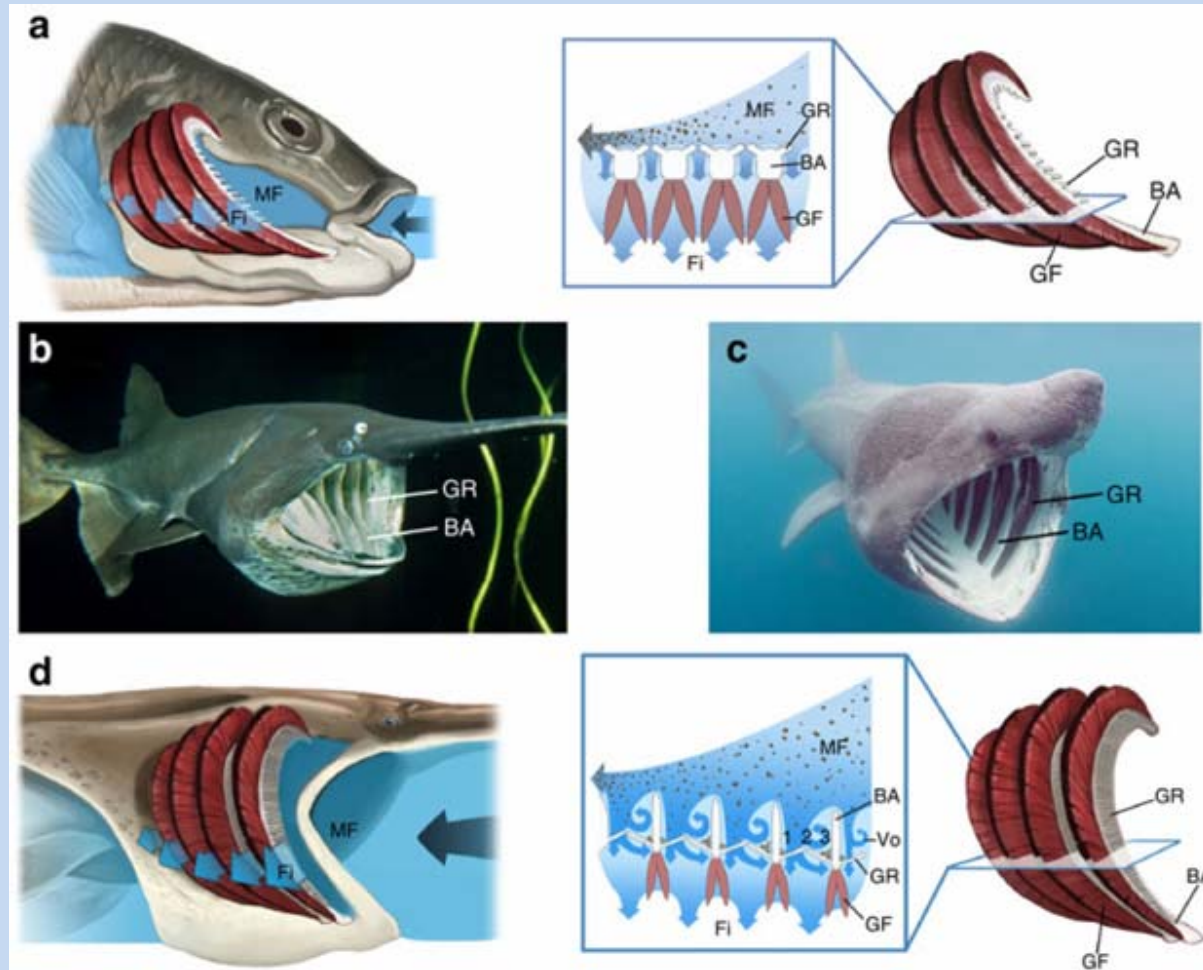
Σχήμ



Άλλα όργανα



Βραγχιακές προσαρμογές (filter feeders)



Τύποι τροφοληπτών

Φυτοφάγα, που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν, διάτομα, νηματώδη φύκη, μακρόφυτα

Θρυμματοφάγα, που τρέφονται με βιογενή θρύμματα του βένθους ή της στήλης του νερού.

Σαρκοφάγα, που τρέφονται με ζωοπλαγκτον (κωπήποδα, αυγά ψαριών κ.ά.), βενθικά ασπόνδυλα, άλλα ψάρια ή ακόμη έντομα ή και ζώα της ξηράς (πιράνχας)

Παμφάγα, που δεν τρέφονται αποκλειστικά με μία συγκεκριμένη κατηγορία τροφής

Διαχωρισμός ιχθύων σύμφωνα με το τροφικό τους φάσμα

ειδικά ή μονοφάγα:

- πολύ περιορισμένο ή μοναδικό φάσμα λείας
- ανάπτυξη ειδικών τρόπων σύλληψης
- λήψη ενός είδους τροφής (πχ διάτομα)

η επιβίωσή του εξαρτάται από την αφθονία αυτής μόνο της λείας

γενικά ή ευρυφάγα:

- δίαιτα μεγάλου φάσματος τύπων τροφής
- δυνατότητα αξιοποίησης ενός μεγάλου εύρους τροφικού φάσματος

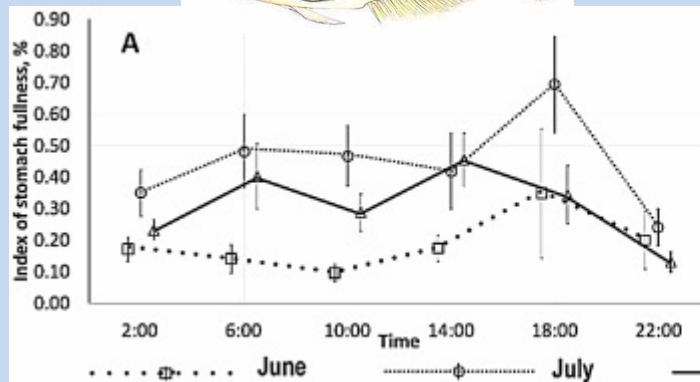
μεγάλη κατανάλωση απαιτούμενης ενέργειας για αναζήτηση και λήψη της τροφής

Ημερήσιος και ετησιος κύκλος

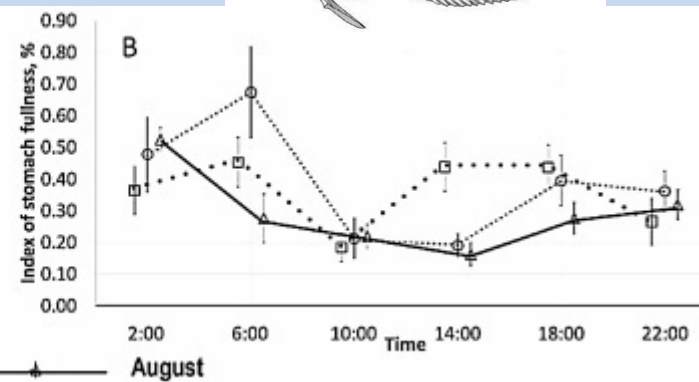
Παρατηρημένες ημερήσιες και ετησιες μεταβολές:

Έντονη διατροφική δραστηριότητα σε επιλεγμένα διαστήματα της ημέρας

Neogobius fluviatilis



Babka gymnotrachelus

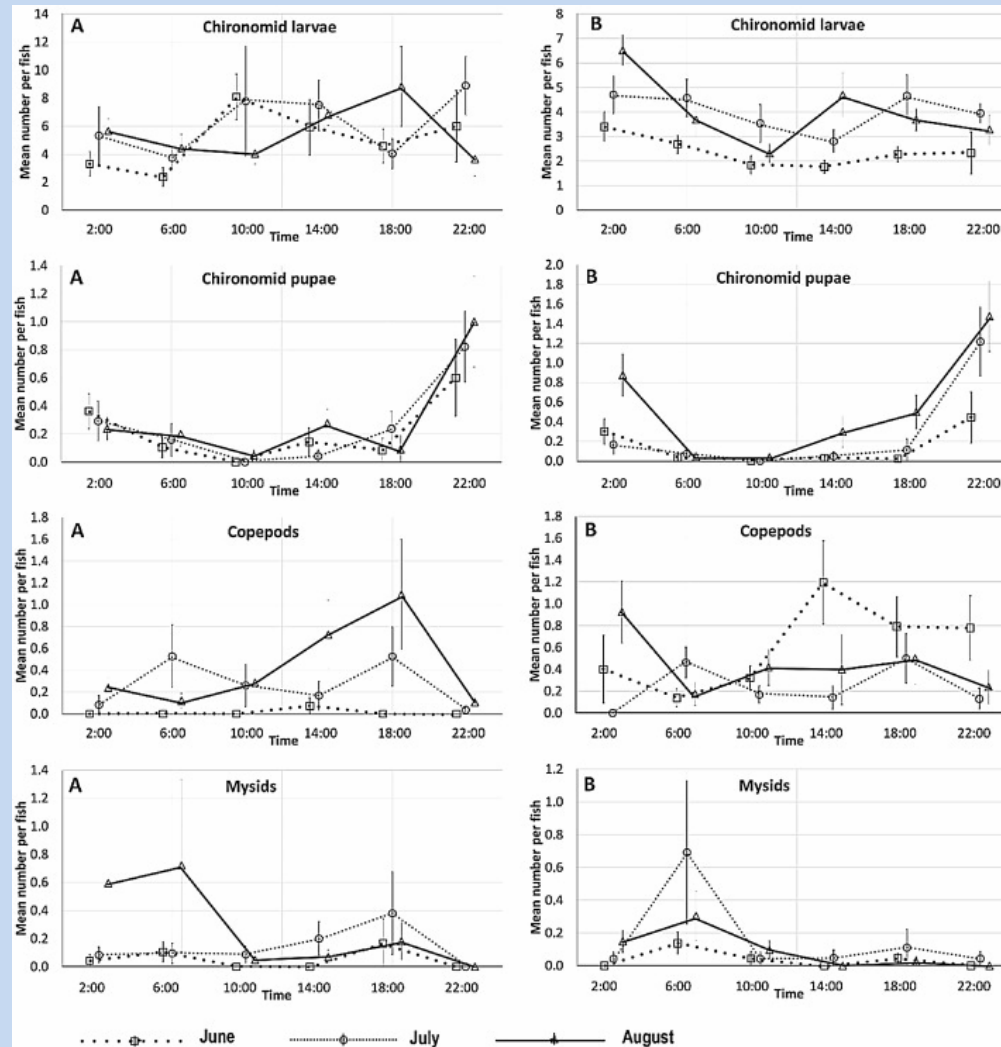
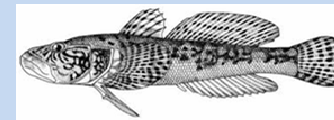


Τα ψάρια τρέφονται με διαφορετικά είδη λείας στις διάφορες περιόδους του 24ωρου και εποχές.

Neogobius fluviatilis

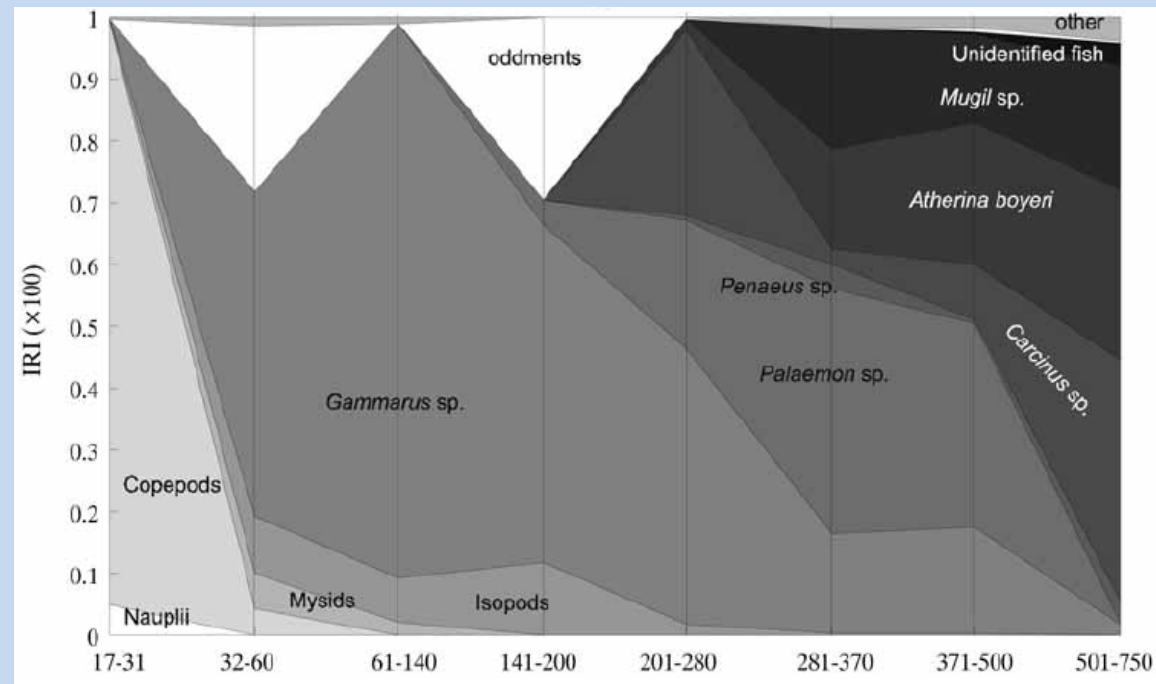


Babka gymnotrachelus



μέγεθος

- Η διαίτα μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος των ιχθύων και σε μερικά με το φύλο (πχ σε ορισμένα είδη, ενήλικα αρσενικά παρουσιάζουν διαφορετική διαίτα από ενήλικα θηλυκά λόγω γονικής φροντίδας).



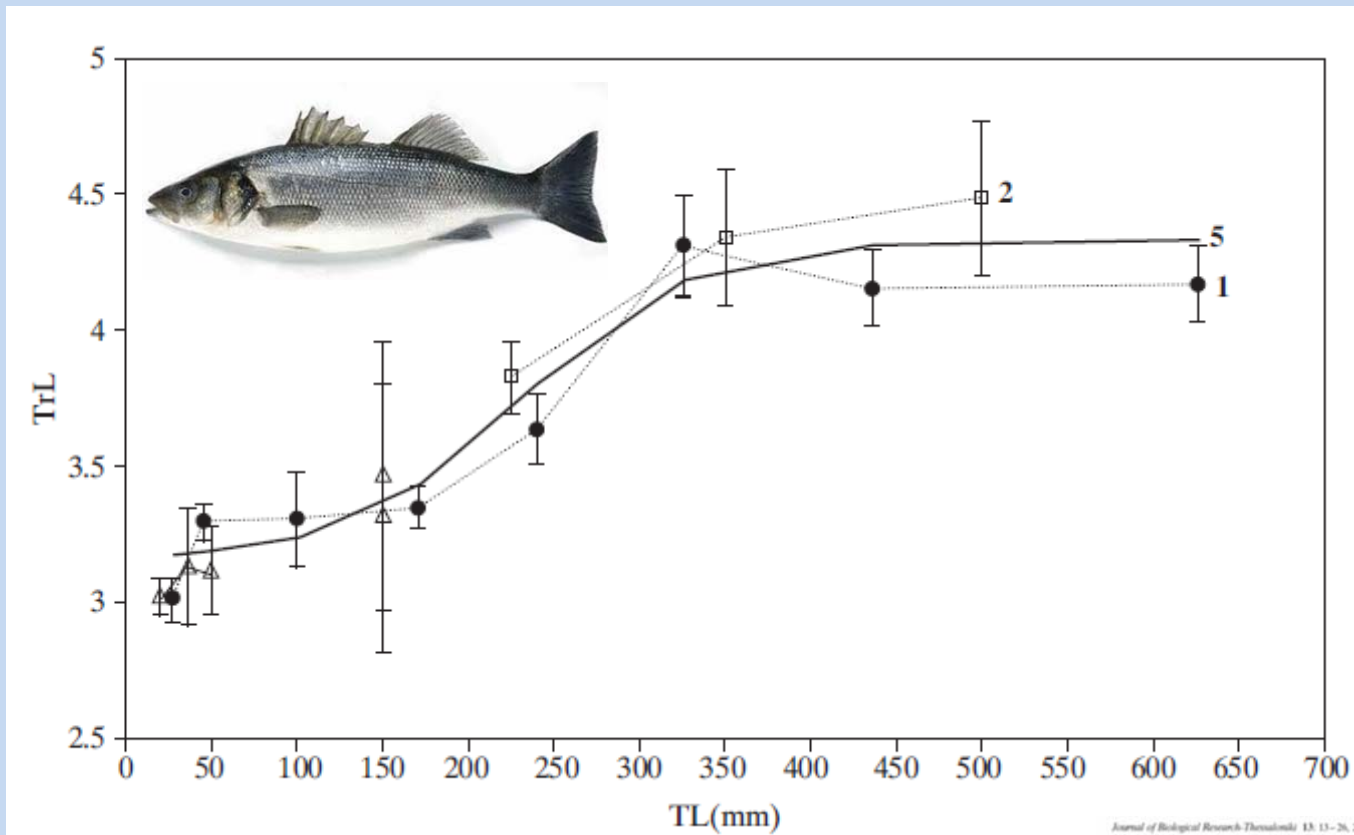
Journal of Biological Research-Thessaloniki 13: 13–26, 2010
J. Biol. Res. Thessalon. is available online at <http://www.jbr.gr>
Indexed in: WoS (Web of Science, ISI Thomson), SCOPUS, CAS (Chemical Abstracts Service) and DOAJ (Directory of Open Access Journals)

Feeding habits and trophic level of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the Messolonghi-Etoliko lagoons complex (Western Greece)

Yiannis ROGDAKIS¹, Alexis RAMFOS¹, Katerina KOUKOU¹,
Evangelos DIMITRIOU² and George KATSELIS^{1*}

Τροφικό επίπεδο

Αλλάζει με το μέγεθος



Journal of Biological Research-Thessaloniki 13: 11–26, 2010
J. Biol. Res.-Thessalon. is available online at <http://www.jbr.gr>
Indexed in: Web (Web of Science, ISI Thomson), SCOPUS, CAS (Chemical Abstracts Service) and DOAJ (Directory of Open Access Journals)

**Feeding habits and trophic level of sea bass
(*Dicentrarchus labrax*) in the Messolonghi-Etoliko
lagoons complex (Western Greece)**

Yiannis ROGDAKIS¹, Alexis RAMFOS¹, Katerina KOUKOU¹,
Evangelos DIMITRIOU² and George KATSELIS³

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Εργαστήριο

Βασικό εργαλείο: περιεχόμενο πεπτικής συσκευής

Απαιτούμενες δεξιότητες:

ικανότητα αναγνώρισης οργανισμών (κυρίως μικρόσωμα) και τμήματα αυτών

ΣΥΛΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ : ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΙΧΘΥΩΝ

α) τεχνικές σύλληψης που προκαλούν στους ιχθύες εμετό ή αναμάσημα της τροφής:

- χρήση ροτενόνης (δηλητήριο)
- ηλεκτραλιεία
- σύρση διχτυών στο βυθό, τράτα



β) ήπιες τεχνικές για την αποφυγή απώλειας
διατροφικών πληροφοριών:

- απόχη



- γρύπτος



Μειονεκτήματα

- Απώλεια χρήσιμων διατροφικών πληροφοριών λόγω της πέψης μετά τη σύλληψη (post-capture).
- Προχωρημένη πέψη του στομαχικού τους περιεχομένου και η αναγνώριση των ατόμων της λείας δύσκολη αν όχι αδύνατη.
- Ετεροφαγία δηλαδή ιχθείς μη ιχθυοφάγοι επιδίδονται στην κατανάλωση άλλων μικρότερων που παγιδεύτηκαν μαζί τον ίδιο χρόνο.
- Κάποιες κατηγορίες λείας όπως οι Σκώληκες, Πρωτόζωα κλπ αφομοιώνονται γρήγορα στον πεπτικό σωλήνα χωρίς να αφήνουν αναγνωρίσιμα ίχνη
→ υποτιμάται ή παραβλέπεται εντελώς η σημασία αυτών των λειών.
- Κάποιες κατηγορίες λείας που πέπτονται αργά, σε σύγκριση με άλλες που πέπτονται ταχύτερα, συσσωρεύονται στον πεπτικό σωλήνα
→ υπερεκτιμώνται στη δίαιτα.

Τεχνικές συλλογής και συντήρησης του στομαχικού περιεχομένου

Απομάκρυνση στομαχικού περιεχομένου:

α) Έκπλυση του στομάχου με καθετήρα

+ ταχεία μέθοδος, δεν απαιτείται θανάτωση των ιχθύων

- δεν εξέρχεται όλο το περιεχόμενο από το πεπτικό σωλήνα



β) Ανατομία

+ παρατήρηση της πληρότητας του στομάχου, του φύλου και του σταδίου ωρίμανσης

- προϋποθέτει τη θανάτωση των ιχθύων



Συντήρηση

- Προσθήκη διαλύματος φορμόλης (10%), επιτυγχάνοντας τη σκλήρυνση των ιστών
την ευκολότερη αναγνώριση των ειδών της λείας

- Έκπλυση των δειγμάτων με νερό για απομάκρυνση της φορμόλης

- Αντικατάσταση με 45-70% αλκοόλη

- Στο πεδίο

συντήρηση ολόκληρων των ψαριών σε θρυμματισμένο πάγο ή σε διάλυμα φορμόλης

έγχυση διαλύματος φορμόλης μέσα στην κοιλιά για την διακοπή της πέψης του περιεχόμενου



Προσδιορισμός της δίαιτας

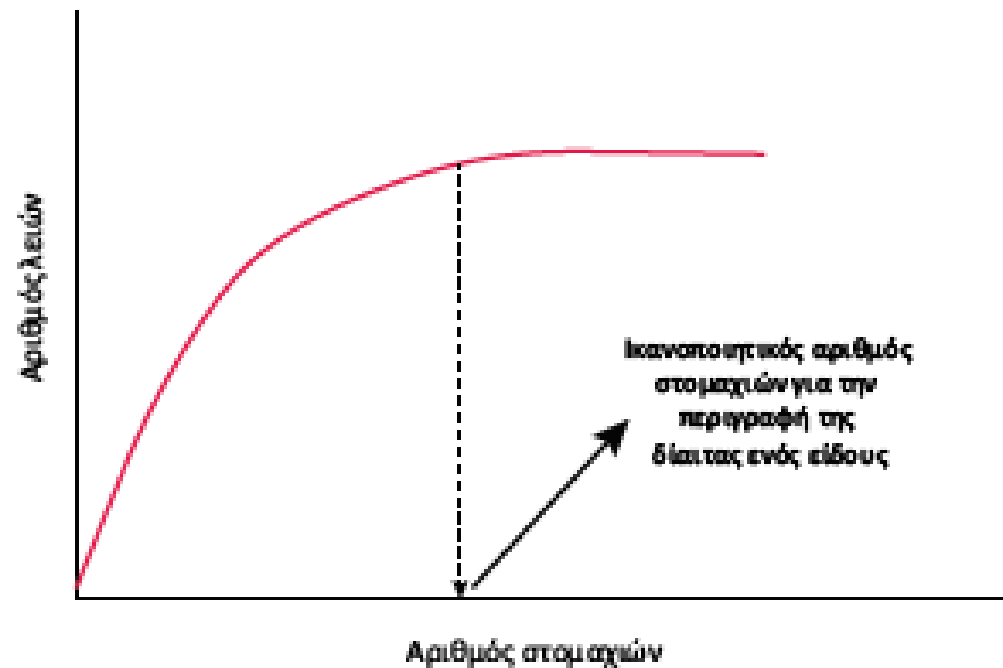
- Δύσκολος μετά την πέψη
- Αναγνώριση λείας από ανθεκτικά μέρη
 - Ασπονδύλα (εξωσκελετός)
 - Ιχθύες (Ωτόλιθοι, φαρυγγικά δόντια)
 - Φύκη παραμένουν άθικτα
 - Μακρόφυτα (σχήμα της περιφέρειας των φύλλων τους)



Επιλογή του επιπέδου προσδιορισμού: Αναγνώριση λειών στο κατώτερο δυνατό ταξινομικό επίπεδο (π.χ. τάξη ή οικογένεια)

γιατί τα ψάρια δεν ανταγωνίζονται μεταξύ τους σε επίπεδο είδους ως προς την πηγή εύρεσης της τροφής.

Ικανοποιητικός αριθμός στομαχιών

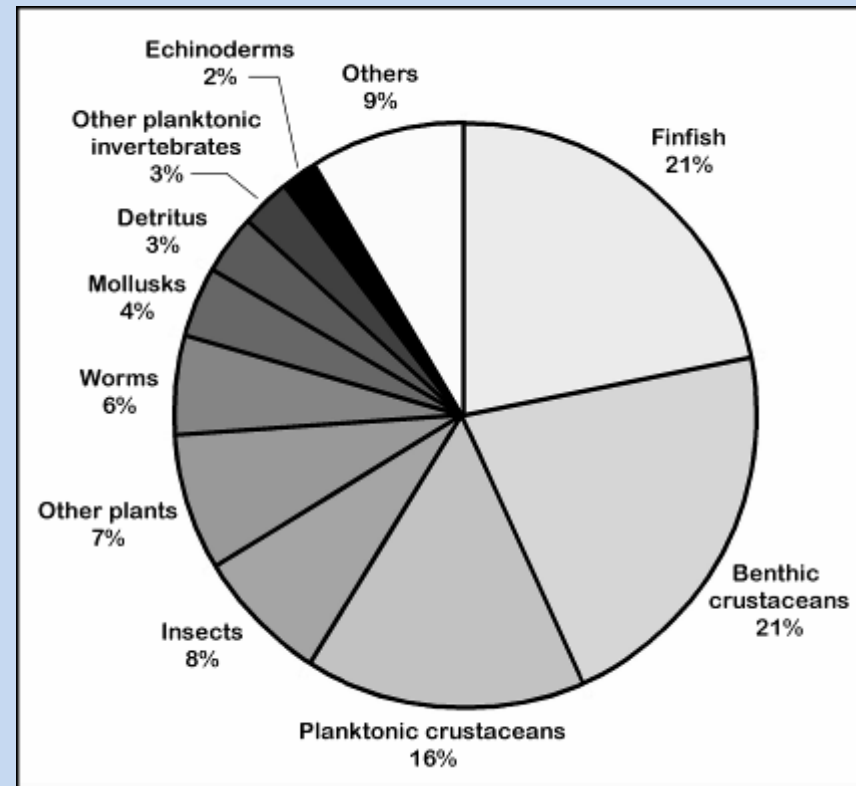


Ποσοτική περιγραφή της δίαιτας

• Υπολογισμός του στομαχικού περιεχομένου με τις μεθόδους:

- α) Μέθοδος εμφάνισης συχνότητας (% F.O.)
- β) Αριθμητική μέθοδος (% N)
- γ) Ογκομετρική μέθοδος (% V)
- δ) Βαρομετρική μέθοδος (% G)

• Όλες οι μέθοδοι δίνουν έμφαση σε διαφορετικά σημεία της διατροφής



1. Μέθοδος εμφάνισης συχνότητας (% F.O.)

- Το ποσοστό που εκφράζει τη συχνότερα απαντώμενη λεία στο σύνολο των εξεταζόμενων ψαριών

Π.χ. αν 18 από τα 22 ψάρια του δείγματος περιέχουν κωπήποδα (ανεξάρτητα αν απαντώνται περισσότερα του ενός άτομα αυτού του τύπου), τότε η συχνότητα εμφάνισης των κωπηπόδων είναι $18/22 = 82\%$.

- + γρήγορη μέθοδος με πολύ μικρή απαίτηση εργαστηριακού εξοπλισμού, δείχνει το βαθμό ομοιομορφίας των ως προς την επιλογή της λείας
- καμία ένδειξη σχετικά με τη **σημαντικότητα των λειών** στο διατροφικό φάσμα

Π.χ. Όταν ένα είδος τρέφεται με ζωοβένθος αναπόφευκτα θα καταπιεί και μικρή ποσότητα βενθικών φυκών. Επειδή τα φύκη είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στο βυθό, η συχνότητα εμφάνισης για τα φύκη μπορεί να είναι 100% και για το ζωοβένθος 75% αλλά αυτό δε σημαίνει ότι τα φύκη είναι ο πιο σημαντικός τύπος της τροφής τους

2. Αριθμητική μέθοδος (% N) Ποσοτική περιγραφή της διαίτας

- Ποσοστό του ολικού αριθμού των καταμετρηθέντων ατόμων (εκατοστιαία αριθμητική σύσταση ανά κατηγορία λείας).

Η μέση εκατοστιαία αριθμητική σύσταση **κάθε τύπου τροφής** προκύπτει από την άθροιση όλων των τιμών κάθε άτομου και διαίρεση αυτών με τον αριθμό των δειγμάτων.

Π.χ. Κλαδόκερα:

ΛΕΙΑ/ΑΤΟΜΑ	ΚΛΑΔΟΚΕΡΑ	ΠΟΛΥΧΑΙΤΟΙ	ΕΝΤΟΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Άτομο 1	2	80	18	100
Άτομο 2	8	320	72	400
	10	400	90	500

- (10/500)

- Ποσοστό που εκφράζει μεμονωμένα την κάθε λεία στο σύνολο των τροφικών κατηγοριών
- + γρήγορη και εύκολη στη χρήση
- υπερεκτίμηση των μικρών λειών και ιδιαίτερα των διαμελισμένων
 - Περιγράφει την κατ' άτομο σύνθεση της τροφής και συχνά συνδυάζεται με την εκατοστιαία βαρομετρική, ογκομετρική μέθοδο

3. Ογκομετρική μέθοδος (% V)

- Ο όγκος μετριέται με τη μέθοδο της εκτόπισης ή της καθίζησης με τη βοήθεια δοκιμαστικών σωλήνων.
- Εκφράζει τον κάθε τύπο λείας στο σύνολο του όγκου του στομαχικού περιεχομένου
- Προκύπτει από την άθροιση όλων των τιμών από κάθε ψάρι και στη συνέχεια διαίρεση αυτών με τον αριθμό του δείγματος των ψαριών.

Π.χ. Κλαδόκερα (13/228)

ΛΕΙΑ(ml)/ΑΤΟΜΑ	ΚΛΑΔΟΚΕΡΑ	ΠΟΛΥΧΑΙΤΟΙ	ΕΝΤΟΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Άτομο 1	5	25	70	100
Άτομο 2	8	40	80	128
Συνολο	13	65	150	228

4. Βαρομετρική μέθοδος (% G)

Το βάρος μπορεί να μετρηθεί είτε ως υγρό αφαιρώντας την υγρασία από την επιφάνεια της λείας με απορροφητικό χαρτί, είτε ως ξηρό μετά από ξήρανό της σε φούρνο 60° ή 105°C. Το ξηρό βάρος είναι πιο ακριβής μέτρηση από το υγρό βάρος.

- + Παρουσιάζει αντιπροσωπευτικότερη εικόνα της σύνθεσης της δίαιτας
- υπερεκτιμά τη σημαντικότητα μεγάλου μεγέθους λείας

Το βάρος των καρκινοειδών και του φυτοπλαγκτού είναι αδύνατο να καταγραφεί μακροσκοπικά. Με τη βοήθεια κατάλληλου διαβαθμισμένου μικροσκοπίου λαμβάνονται οι διαστάσεις του μήκους πλάτους και βάθους αυτών. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο όγκος ο οποίος μετατρέπεται σε ξηρό βάρος από τη σχέση $1\text{mm}^3 = 0.27\text{ mg}$ (Dumont et al. 1975; Lindegaard, 1992).

Η μέτρηση ταυτόχρονα του βάρους και του όγκου της λείας δεν εξυπηρετεί κανένα σκοπό γιατί και οι δύο αυτές παράμετροι παρέχουν το ίδιο αποτέλεσμα.

Η ποσοστιαία σύσταση κατά βάρος είναι πιο ταχεία και πιο διαδεδομένη μέθοδος γιατί η αξία της τροφής είναι περίπου αναλογική του βάρους.

Ανάλυση & ερμηνεία της διατροφής

- Δείκτης σημαντικότητας ή κύριας σπουδαιότητας (I.R.I. %)

$$\text{I.R.I.} = (\%N + \%V) * \%F$$

Χρησιμοποιεί όλες τις μεθόδους:

% N

% F.O.

% V

% G

Καμία βιολογική σημασία!

Δείκτης Τροφικής Επικάλυψης (Schoener's Index C)

$$C_{xy} = 1 - 0.5(\sum |p_{xi} - p_{yi}|)$$

όπου:

p_{xi} = το ποσοστό της τροφής i (αριθμό ατόμων θηράματος i) που χρησιμοποιείται από το είδος x

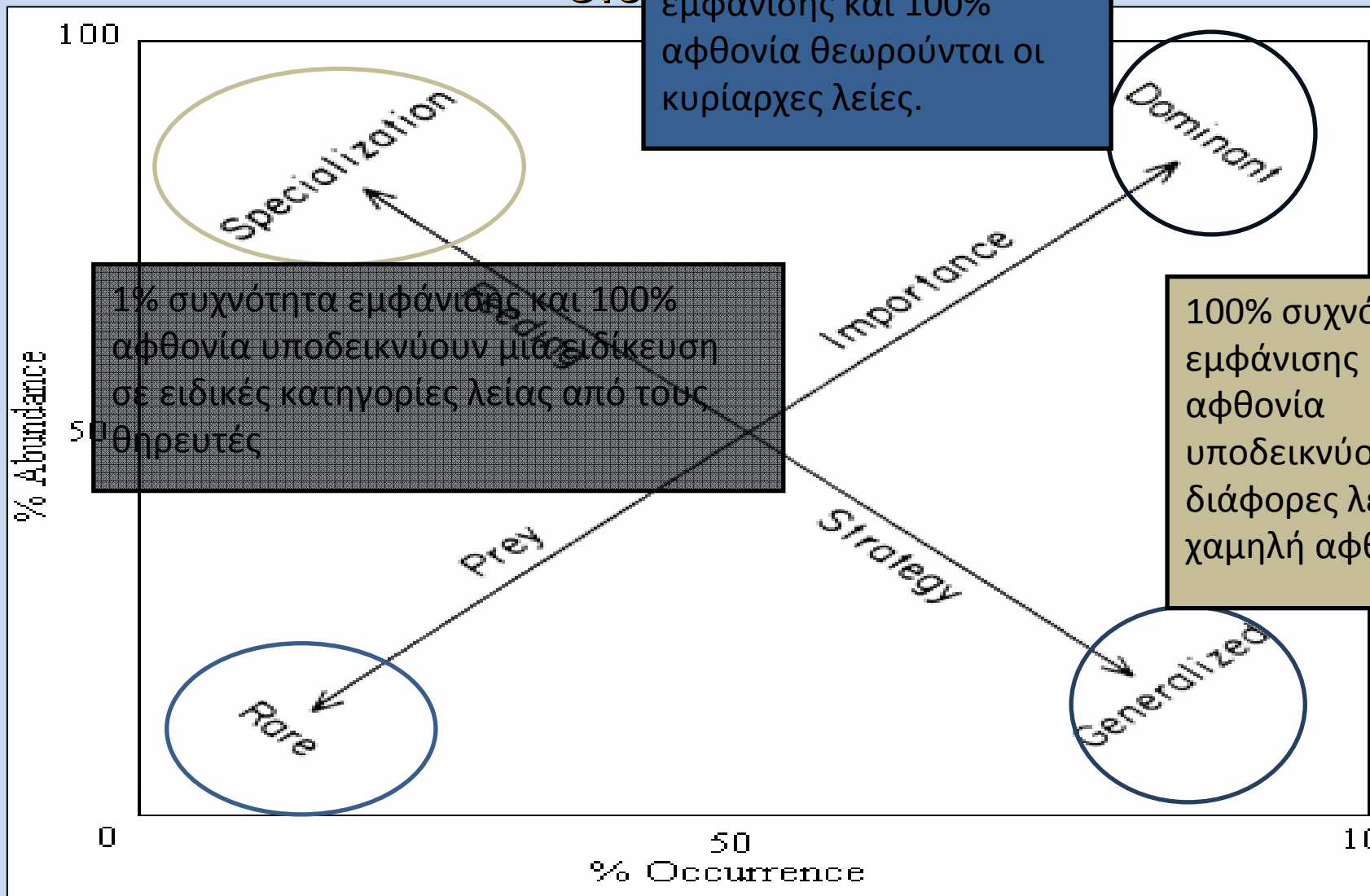
p_{yi} = το ποσοστό της τροφής i (αριθμό ατόμων θηράματος i) που χρησιμοποιείται από το είδος y

Ο δείκτης της τροφικής επικάλυψης κυμαίνεται από 0 έως 1.

- Επιτρέπει τη σύγκριση διατροφικών συνηθειών μεταξύ των ειδών (διαειδικός ανταγωνισμός) και μεταξύ κλάσεων, φύλου κτλ. (ενδοειδικός ανταγωνισμός)
- Συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ ειδών που χρησιμοποιούν τις ίδιες διατροφικές πηγές
- $>0,6$ θεωρείται σημαντική επικάλυψη

Μέθοδος Costello- άμεση πειροσική της

διο



Απεικονίζει τη σχετική σημασία της λείας (κυρίαρχη ή σπάνια) και το βαθμό ομοιογένειας που δείχνουν οι θηρευτές στην επιλογή της λείας.

Άσκηση (1hour +1 homework)

		Αριθμός ατόμων (στομαχιών)	αριθμός ατόμων θηραματων	βαρος ατόμων θηραματων	αριθμός στομαχων με θηραμα ι			
ειδος 1	n	PREYS	N prey	Wprey	nspi	%FO	%N	%IRI
	30	Πολύχαιτοι	13	0,039	4			
		Γαστερόποδα	0	0	0			
		Δίθυρα μαλάκια	0	0	0			
		Ναύπλιοι καρκινοειδών	28	0,084	5			
		Προνύμφες δεκαπόδων	44	0,132	14			
		Κωπήποδα	512	1,536	28			
ειδος 2	n	Πολύχαιτοι	11	0,033	3			
	26	Γαστερόποδα	2	0,63	1			
		Δίθυρα μαλάκια	9	40,5	6			
		Ναύπλιοι καρκινοειδών	92	0,276	16			
		Προνύμφες δεκαπόδων	27	0,081	11			
		Κωπήποδα	265	0,795	19			

$$C_{xy} = 1 - 0.5(\sum |p_{xi} - p_{yi}|)$$

Index C =

Costello-Graph