



# Λιμνοποτάμιο Περιβάλλον και Οργανισμοί

Ενότητα 14: Επίδραση ρύπανσης στα ψάρια

Επικ. Καθηγήτρια Δήμητρα Μπόμπορη  
Τμήμα Βιολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# 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 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Επίδραση ρύπανσης στα ψάρια

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Ορισμοί
2. Προέλευση βαρέων μετάλλων
3. Είσοδος βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα
3. Πρόσληψη
4. Μεταφορά
5. Τοξικότητα
6. Μηχανισμοί άμυνας
7. Hg στα ψάρια



# Σκοποί ενότητας

- Η εκπαίδευση των φοιτητών στη φύση, την προέλευση και την είσοδο των βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα, στον τρόπο πρόσληψής τους από τους υδρόβιους οργανισμούς και μεταφοράς τους μέσω της τροφικής αλυσίδας, και στους μηχανισμούς άμυνας που έχουν αναπτύξει τα ψάρια για την προστασία τους. Τέλος γίνεται λόγος σε ειδική περίπτωση ρύπανσης από υδράργυρο.



# Ορισμοί

- **ΡΥΠΑΝΣΗ** των νερών: Κάθε άμεση ή έμμεση, ανθρωπογενούς προέλευσης, εισαγωγή ουσιών ή ενέργειας στο υδάτινο περιβάλλον, η οποία έχει μια βλαβερή επίδραση στους ζωντανούς οργανισμούς ή είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία, ή παρεμποδίζει την χρησιμοποίηση των νερών (συμπεριλαμβανομένης και της αλιείας) ή αλλοιώνει την ποιότητα του νερού ή υποβιβάζει τις δυνατότητες χρησιμοποίησής του για ψυχαγωγικούς σκοπούς
- **ΜΟΛΥΝΣΗ** των νερών: Χαρακτηρίζεται η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών με άμεση σχέση και απειλή της υγείας του ανθρώπου



# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

heavy metals, toxic metals, trace metals, trace elements, trace constituents

- Μεταλλικά στοιχεία με ατομικό αριθμό 21-84 περιλαμβανομένου του Al και των μεταλλοειδών όπως As και Se
- Τα στοιχεία που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο του σιδήρου (Fe)
- Τα μεταλλικά χημικά στοιχεία που έχουν σχετικά υψηλή πυκνότητα και είναι τοξικά, πολύ τοξικά ή δηλητηριώδη σε χαμηλές συγκεντρώσεις.
- Τα μέταλλα που ανήκουν στις ομάδες 3-16 του περιοδικού πίνακα, σε περιόδους 4 ή μεγαλύτερες

Periodic table with elements colored according to the half-life of their most stable isotope (radioactivity). Source: [http://en.wikipedia.org/wiki/Transuranium\\_element#mediaviewer/File:Periodic\\_Table\\_Radioactivity.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Transuranium_element#mediaviewer/File:Periodic_Table_Radioactivity.svg) Lambian 2008 CC BY SA

Period	I	II	Group										III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 H																2 He	
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuq	117 Uus	118 Uuo

\* Lanthanides: 57 La, 58 Ce, 59 Pr, 60 Nd, 61 Pm, 62 Sm, 63 Eu, 64 Gd, 65 Tb, 66 Dy, 67 Ho, 68 Er, 69 Tm, 70 Yb, 71 Lu  
\*\* Actinides: 89 Ac, 90 Th, 91 Pa, 92 U, 93 Np, 94 Pu, 95 Am, 96 Cm, 97 Bk, 98 Cf, 99 Es, 100 Fm, 101 Md, 102 No, 103 Lr

Periodic table with elements colored according to the half-life of their most stable isotope (radioactivity). Source: [http://en.wikipedia.org/wiki/Transuranium\\_element#mediaviewer/File:Periodic\\_Table\\_Radioactivity.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Transuranium_element#mediaviewer/File:Periodic_Table_Radioactivity.svg) Lambian 2008 CC BY SA





# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

Pb, Hg, Cd, As, Fe, Cu, Mn, Ni, Ag

- Φυσική παρουσία στο περιβάλλον – πρόσθετη απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες αλλά και φυσικά φαινόμενα (π.χ. εκρήξεις ηφαιστείων)
- Δεν αποβάλλονται με φυσικές διαδικασίες
- Η χημική τους μορφή σημαντική στην έκφραση τοξικότητας



# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

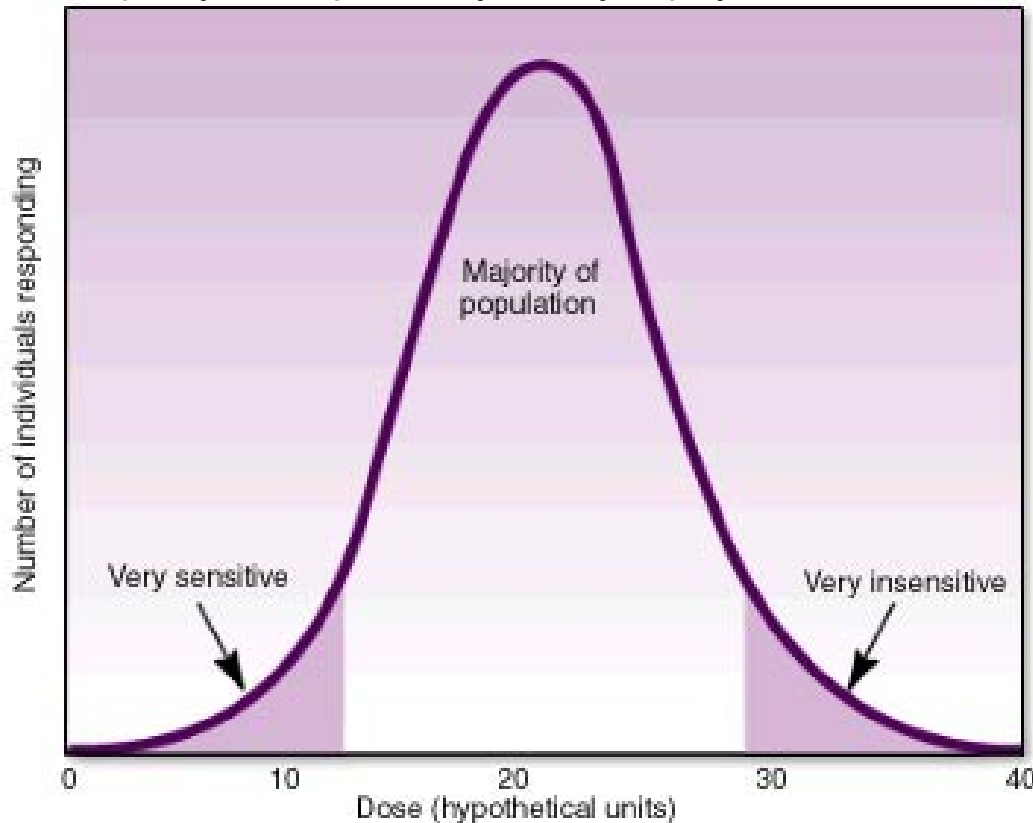
- Σε μικρές ποσότητες ορισμένα είναι **απαραίτητα** (π.χ. Cu, Se, Zn) (ιχνοστοιχεία). Τοξικά σε υψηλές συγκεντρώσεις
- **Μη** απαραίτητα (π.χ. Pb, Cd, Hg, Ag)
- Pb, Hg, Cd : τα πιο ενδιαφέροντα από τοξικολογική άποψη, μη απαραίτητα (δεν συμμετέχουν σε μεταβολικές διαδικασίες), η παρουσία τους στους οργανισμούς αποτελεί ένδειξη επιβάρυνσης



# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

- Η τοξική τους επίδραση εξαρτάται από τη συγκέντρωσή τους



How harmful a particular toxin is to a person depends on the dose received and the recipient's sensitivity to the toxin. These two factors can be combined in a dose/response curve that examines the response of a population to different levels of a toxin. Even at low toxin levels, very sensitive individuals will be affected. When toxin levels are very high, there may still be some people who remain unaffected because they are insensitive to the toxin. Source:

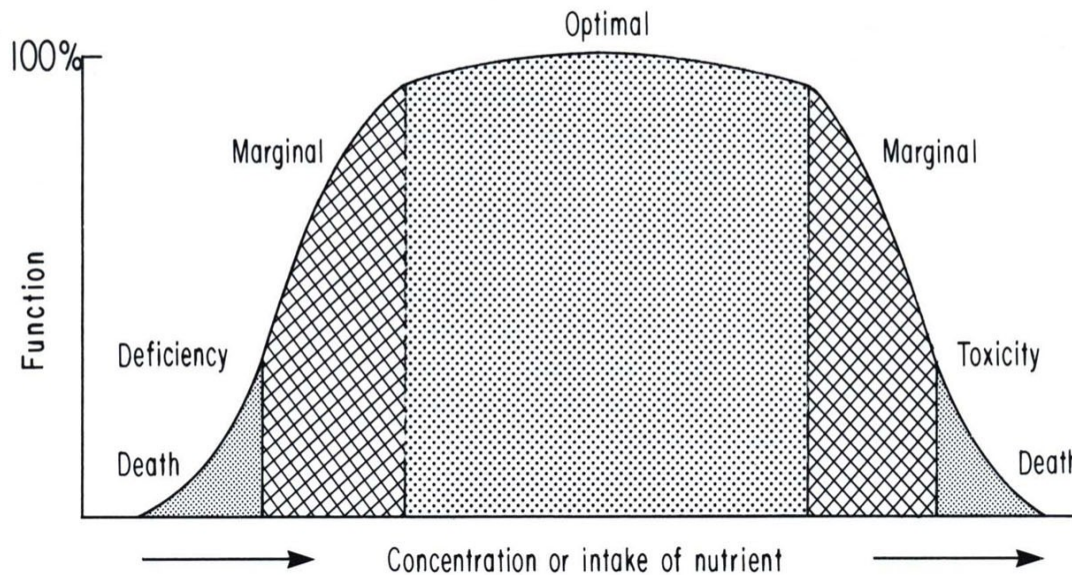
<http://www.auth.mhhe.com/biosci/pae/environmentalscience/olk> © The McGraw-Hill Companies, inc.



# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

Τρόπος συγκέντρωσης στους ιστούς και έκφρασης τοξικότητας **απαραίτητων** μετάλλων που προσλαμβάνονται με την τροφή

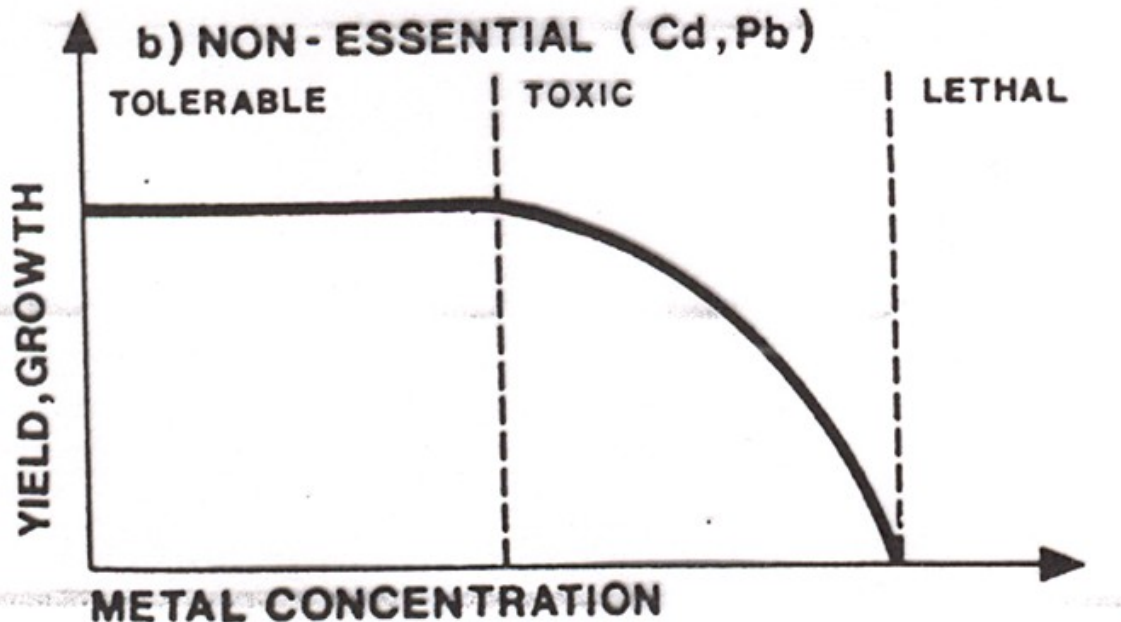


Σχέση συγκέντρωσης μετάλλων και επίδρασης (Meretz 1981)

# Ορισμοί

## Βαρέα Μέταλλα

Τρόπος έκφρασης τοξικότητας **μη απαραίτητων** μετάλλων



Forstner & Wittmann, 1983



# Προέλευση βαρέων μετάλλων

- **Φυσικές πηγές:**
  - ✓ Φυσικό περιβάλλον (Al, Fe)
  - ✓ Ατμοσφαιρική κατακρήμνιση
  - ✓ Διάβρωση ακτών
  - ✓ Απελευθέρωση από ιζήματα
- **Τεχνητές πηγές (ανθρωπογενείς δραστηριότητες):**
  - ✓ εξόρυξη ορυκτών
  - ✓ βιομηχανία (διυλιστήρια πετρελαίου, χαλυβουργεία, πετροχημικά εργοστάσια, παραγωγή λιπασμάτων)
  - ✓ αστικά λύματα (απορρυπαντικά)
  - ✓ δίκτυα υδροδότησης
  - ✓ γεωργία (λιπάσματα, φυτοφάρμακα)
  - ✓ ναυπηγεία



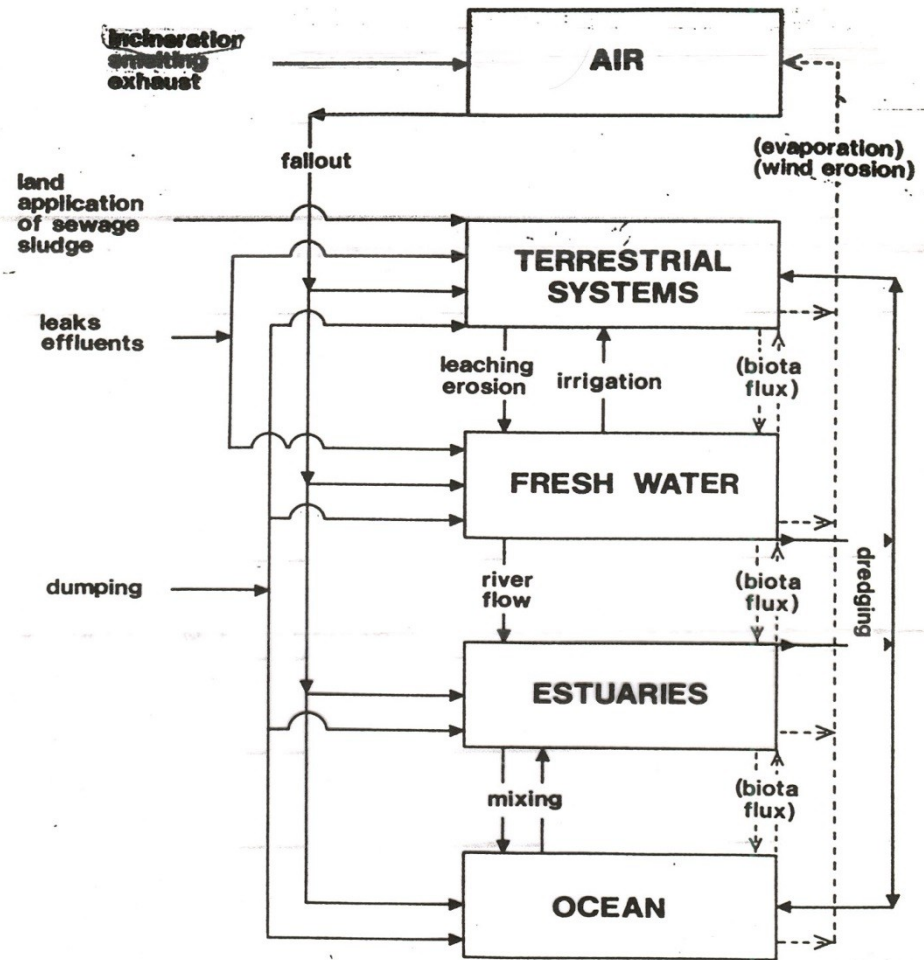
# Προέλευση βαρέων μετάλλων

## Κύριες εφαρμογές ορισμένων βαρέων μετάλλων

- **Cd:** επιμεταλώσεις, σταθεροποιητές θερμοπλαστικών, χρώματα, μπαταρίες, κράματα χαμηλού σημείου τήξης
- **Cr:** μεταλλουργεία, κράματα, επιμεταλώσεις, συντηρητικά ξυλείας, μη θερμαγωγά τούβλα, βυρσοδεψεία, κλωστοϋφαντουργεία
- **Cu:** ηλεκτροβιομηχανία, αλγοκτόνα, κράματα, καταλύτες, αντισηπτικά χρώματα, συντηρητικά ξυλείας
- **Pb:** συσσωρευτές μπαταριών, βενζίνη, χρώματα, συγκολλήσεις, πυρομαχικά, επικαλωδιώσεις, αντισηπτικά χρώματα
- **Zn:** κράματα Zn, ορύχαλκος, γαλβανώσεις, χρώματα, μπαταρίες, ελαστικά



# Είσοδος βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα



Πιθανές εισοδοι βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα. (Förstner & Wittmann 1983)





# Είσοδος βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα

## Μετά την είσοδο των βαρέων μετάλλων

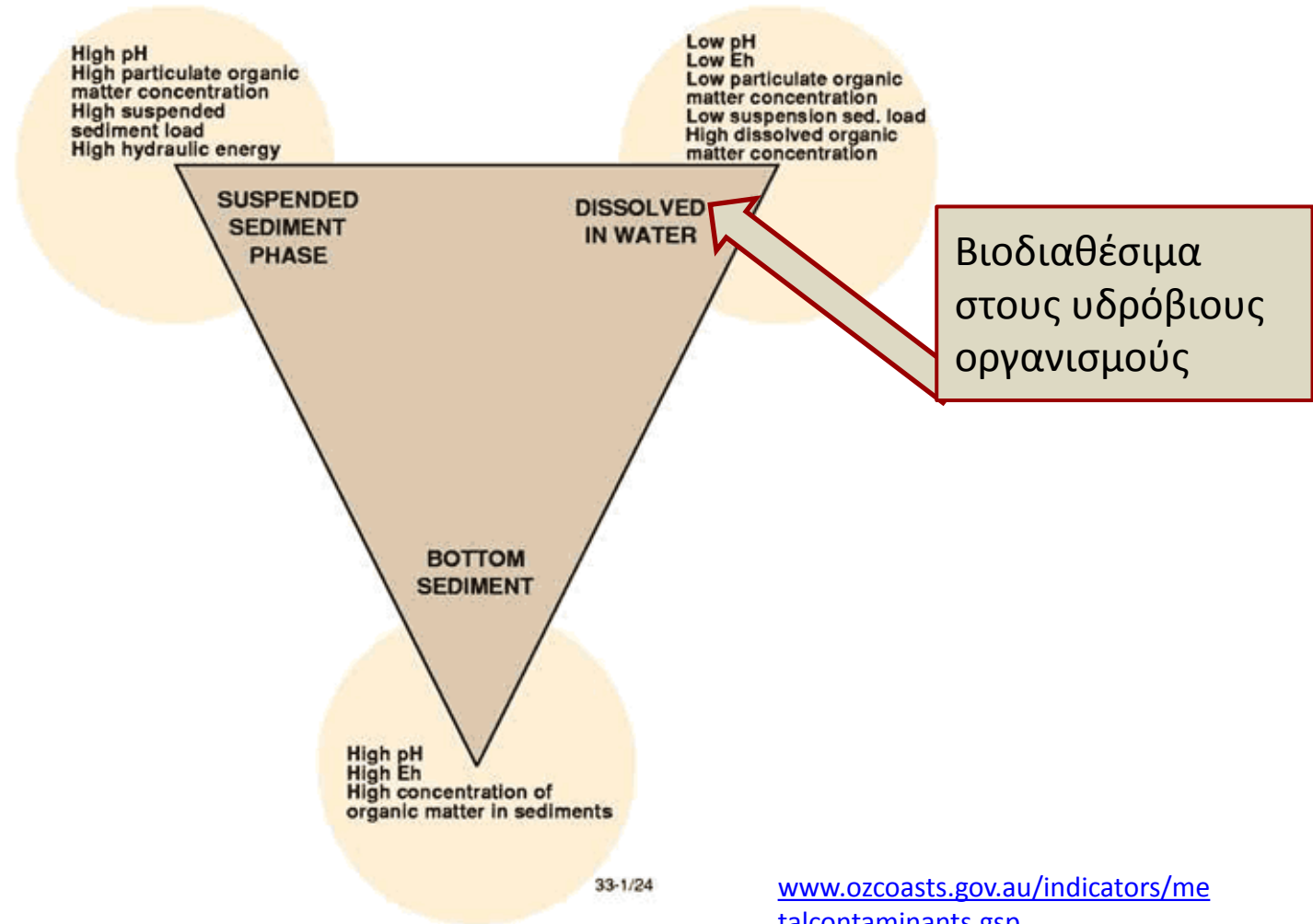
- **Διάλυση**
  - **Διασπορά**
- } Φυσικές διεργασίες (μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή εισόδου εξαιτίας ρευμάτων & διάχυσης)
- **Καταβύθιση (καθίζηση)** όταν η συγκέντρωση ενός στοιχείου είναι υψηλότερη από τη διαλυτότητα της λιγότερο διαλυτής ένωσης που μπορεί να σχηματίσει το στοιχείο αυτό με τα άλλα ιόντα που βρίσκονται στο νερό
  - **Προσρόφηση** στην επιφάνεια φυτοπλαγκτικών οργανισμών και ενώσεων σε σωματιδιακή μορφή (ένυδρο οξείδιο Fe κα.)
  - **Απορρόφηση**



**συσσώρευση στα ιζήματα  
(τελικός αποδέκτης)**



# Είσοδος βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα



# Πρόσληψη

**α) απευθείας πρόσληψη** των ελεύθερων ιόντων και των απλών ενώσεων που βρίσκονται διαλυμένες στο νερό, διαμέσου του επιθηλίου του δέρματος, των βραγχίων και του πεπτικού σωλήνα και

**β) πρόσληψη διαμέσου της τροφής** εκείνων των μετάλλων που έχουν συσσωρευθεί στους οργανισμούς που αποτελούν τροφή για άλλους



# Πρόσληψη

- Απευθείας πρόσληψη

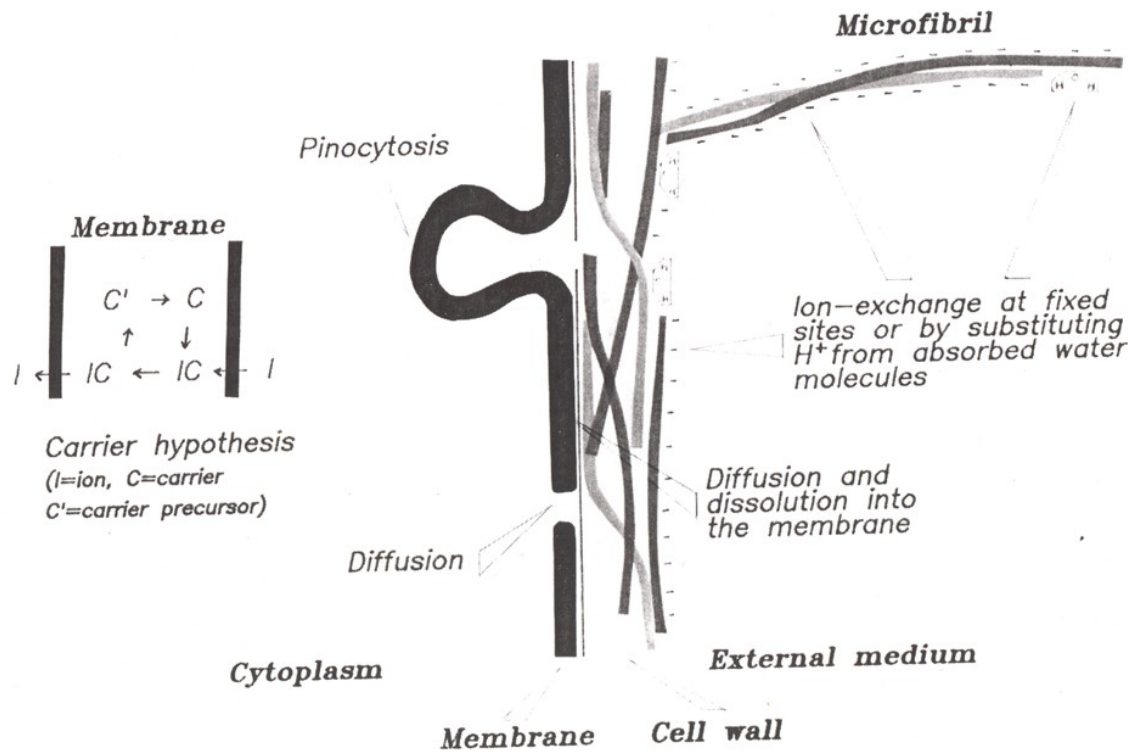


Fig. 6 - Possible mechanisms for metal uptake from water.

Μηχανισμοί πρόσληψης μετάλλων από το νερό (Baudo, 1981)



# Πρόσληψη

- **Διαμέσου της τροφής**

**απορρόφηση** από τον γαστρεντερικό σωλήνα

**αποθήκευση** σε διάφορους ιστούς

Hg, Cd → συσσωρεύονται εύκολα στον ιστό

Cd → νεφρά, ήπαρ, βράγχια, εξωσκελετό

Zn, Cu → δεν συσσωρεύονται αμέσως

Pb → εγκέφαλος, ήπαρ, νεφρά



αύξηση των συγκεντρώσεων ύστερα από μακροχρόνια έκθεση



## **βιοσυσσώρευση**

(ρυθμό πρόσληψης, μηχανισμούς αποθήκευσης,

ρυθμό μεταβολισμού & αποβολής)



# Πρόσληψη

- **Παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη στα ψάρια**
  - ✓ συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον (νερό, ίζημα)
  - ✓ φυσικοχημικές παράμετροι του νερού (θερμοκρασία, διαλυτό οξυγόνο, pH, σκληρότητα, αλκαλικότητα κ.ά.)
  - ✓ οργανικό φορτίο
  - ✓ βιολογικές παράμετροι (μήκος, βάρος, ηλικία, φύλο)
  - ✓ η θέση που κατέχουν στην τροφική αλυσίδα
  - ✓ τροφικές συνήθειες
  - ✓ μεταβολική δραστηριότητα κ.ά.



# Πρόσληψη

- Επίδραση φυσικοχημικών παραγόντων

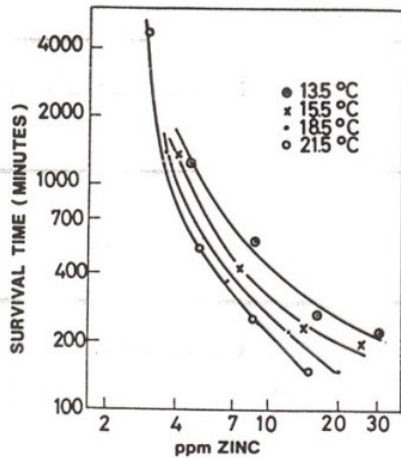


Fig. 72. Influence of the water temperature on the toxicity of zinc to rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) (Lloyd, 1965)

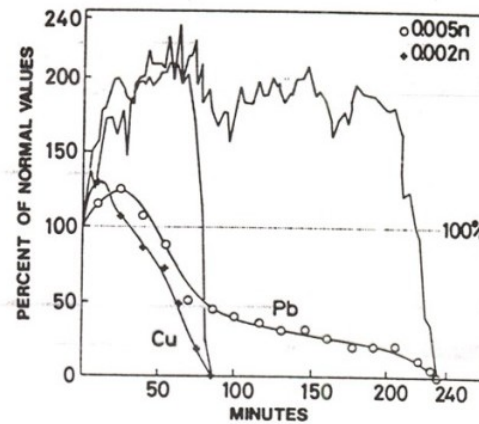


Fig. 73. Respiratory frequency (*upper curves*) and oxygen uptake (*lower curves*) of sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) as a function of toxicity and time in 0.002 N  $\text{CuSO}_4$  and 0.005 N  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  solutions (Jones, 1946)

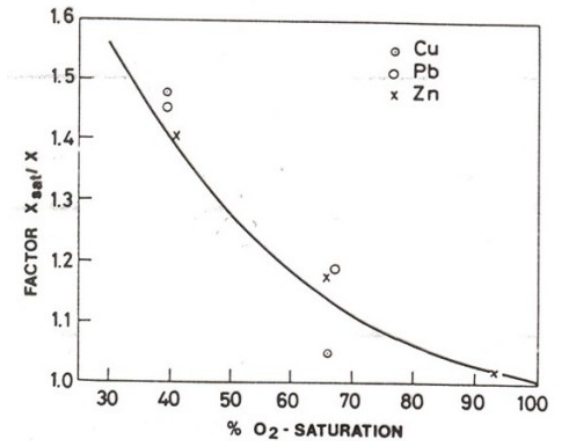


Fig. 74. Influence of oxygen saturation on the toxicity of copper, lead, and zinc to rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). Factor  $x_{\text{sat}}/x$ :  $x_{\text{sat}}$  = lethal toxicity limit of the metal concentration when water is saturated in oxygen;  $x$  = lower oxygen contents in the water (Lloyd, 1965)

Förstner & Wittmann 1983

# Πρόσληψη

- Επίδραση φυσικοχημικών παραγόντων

## 1.4 pH Values

pH values play an important role in the interactions between heavy metals and parameters such as carbonate hardness and organic compounds. In experiments by Shaw

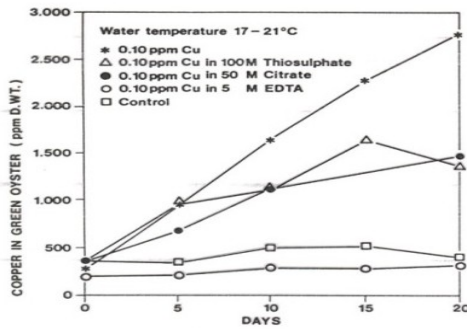


Fig. 79. Different suppression of copper uptake in green oyster caused by various compounds (Tabata, 1969)

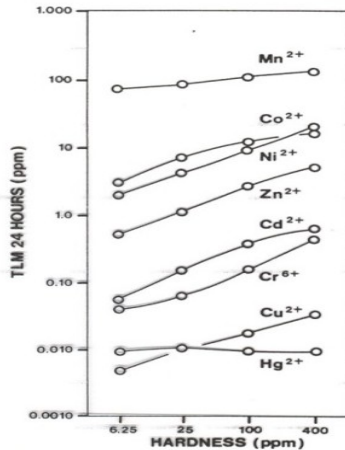


Fig. 75. Effect of hardness (ppm CaCO<sub>3</sub>) on the amount of metals needed to affect TLM 24 h on *Daphnia* sp. (TLM 24 h, median toxicity limit at which 50% of organisms are dead within 24 hours; Tabata, 1969)

Förstner & Wittmann 1983

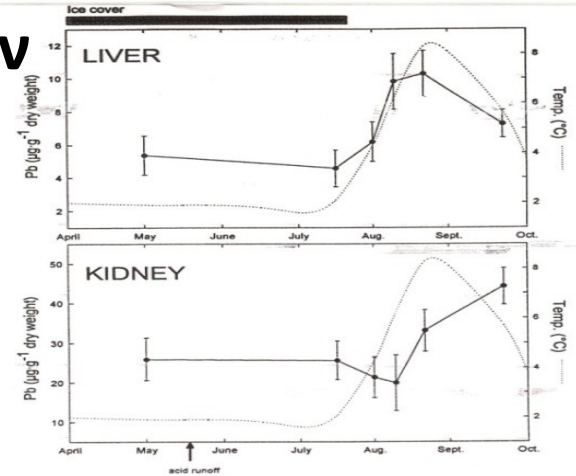


Figure 5. Seasonal variation of Pb concentrations in liver and kidney of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from an acidic oligotrophic alpine lake. Means  $\pm$  SE are given. Dotted line: seasonal variation of water temperature (modified from Köck et al., 1996a).

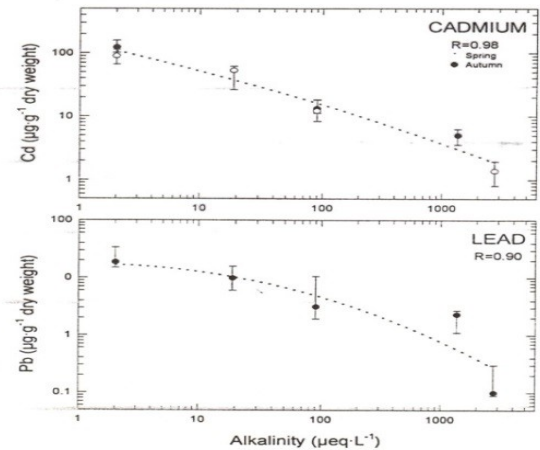


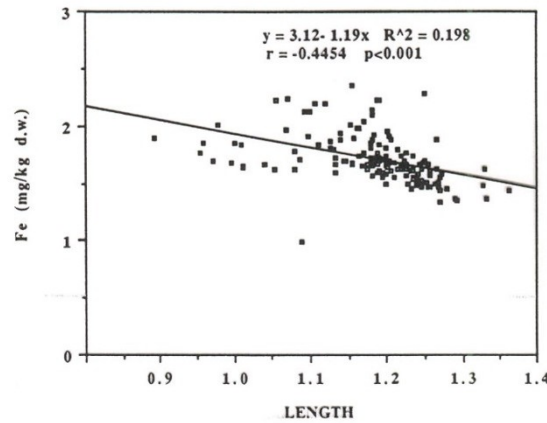
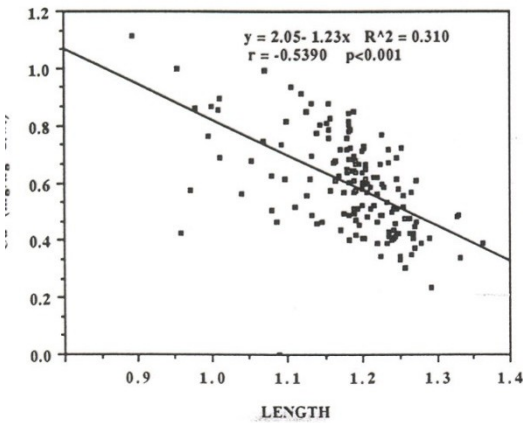
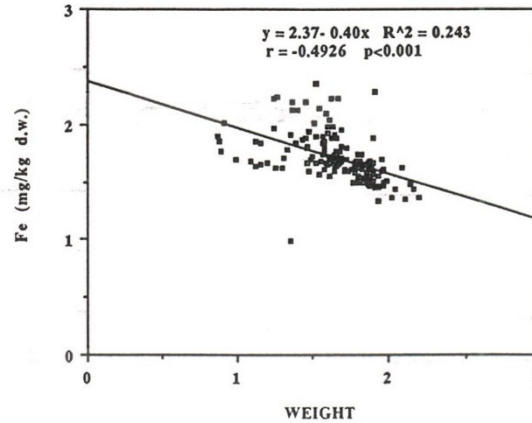
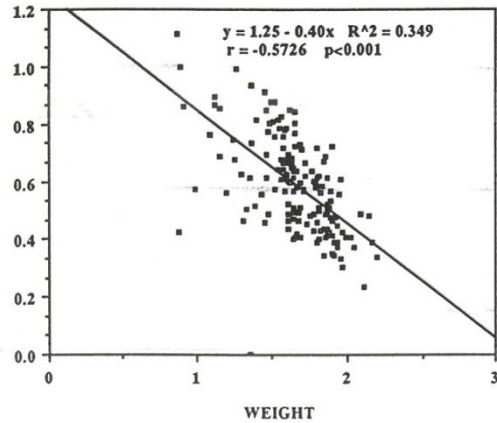
Figure 4. Accumulation of Cd and Pb in the kidney of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from 5 oligotrophic alpine lakes in relation to lake alkalinity. Median and percentiles (25 and 75%) are given (modified from Köck et al., 1995).





# Πρόσληψη

- Επίδραση βιολογικών παραγόντων

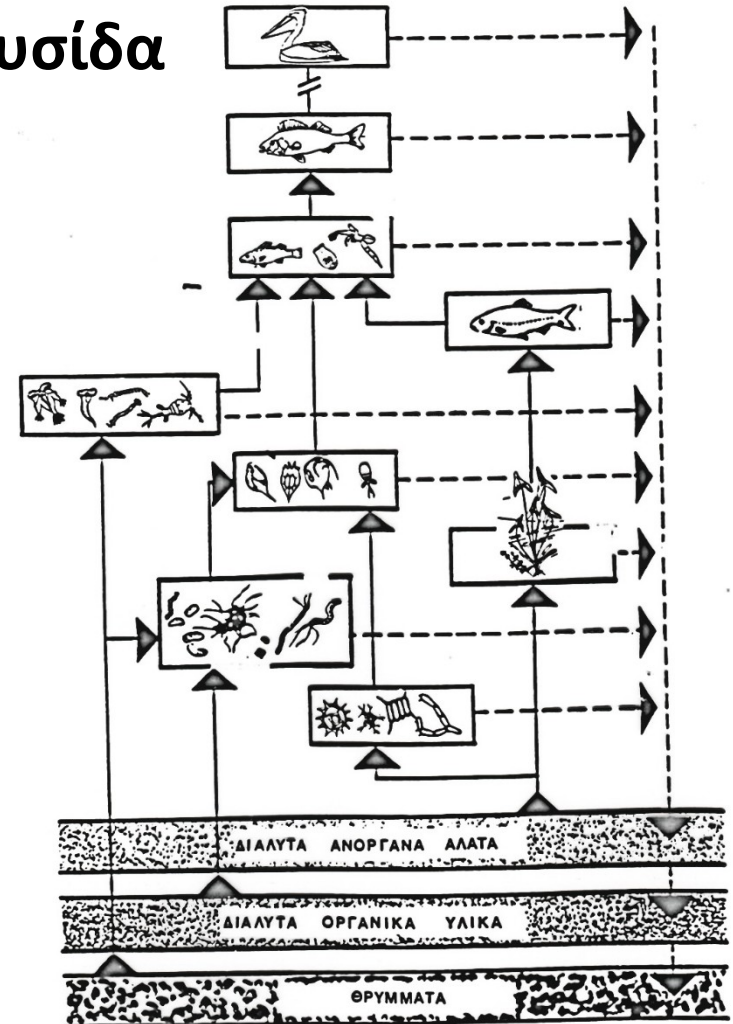


*Perca fluviatilis* (περκί,  
Λίμνη Κορώνεια,  
Μπόμπορη, 1996)



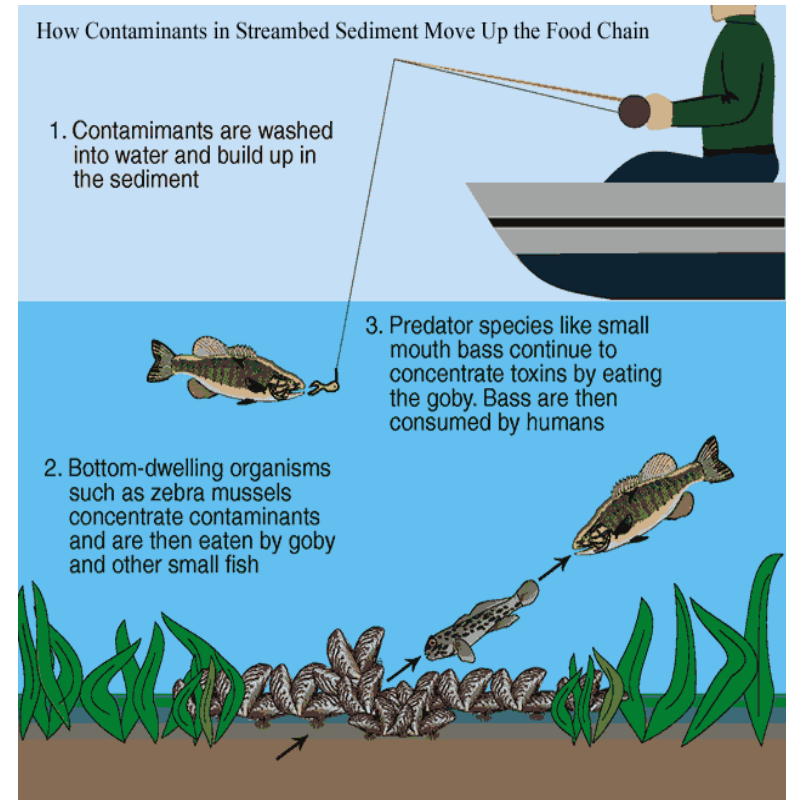
# Πρόσληψη

- Ροή ρύπων σε υδάτινη τροφική αλυσίδα



# Μεταφορά

- **βιοσυσσώρευση ή συσσώρευση (*bioaccumulation or accumulation*):** αναφέρεται στην ικανότητα των υδρόβιων οργανισμών να συσσωρεύουν τα βαρέα μέταλλα από το περιβάλλον με οποιονδήποτε τρόπο, και μπορεί να διακριθεί σε "άμεση βιοσυσσώρευση" (*direct bioaccumulation*) από το νερό και το ίζημα και σε "έμμεση βιοσυσσώρευση" (*indirect bioaccumulation*) διαμέσου της τροφής
- **βιοσυγκέντρωση ή συγκέντρωση (*bioconcentration or concentration*):** η συσσώρευση των μετάλλων στους οργανισμούς μόνο από το νερό. Ο όρος αποκλείει τη συσσώρευση διαμέσου της τροφής



Source USGS:

<http://www.water.usgs.gov/nawaqa/informing/fish.html>



# Μεταφορά

- **Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης ή συντελεστής συγκέντρωσης** (*bioconcentration factor, or concentration factor, CF*): είναι μία σταθερά αναλογίας ανάμεσα στη συγκέντρωση ενός μετάλλου σε έναν οργανισμό και στη συγκέντρωση του μετάλλου στο αβιοτικό περιβάλλον

$$CF = \frac{\text{συγκέντρωση ενός μετάλλου σε έναν οργανισμό}}{\text{συγκέντρωση του μετάλλου στο νερό}}$$



# Μεταφορά

- **Βιομεγέθυνση ή μεγέθυνση** (*biomagnification or magnification*): οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων αυξάνουν από τα κατώτερα προς τα ανώτερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας
- **βιομεταφορά** (*biotransference*): η μεταφορά των βαρέων μετάλλων ανάμεσα σε διαδοχικούς κρίκους της τροφικής αλυσίδας
- **συντελεστής βιομεταφοράς ή συντελεστής μεταφοράς** (*biotransference factor or transference factor, TF*): εκφράζει τη συγκέντρωση ενός μετάλλου σε έναν οργανισμό σε σχέση με τη συγκέντρωση του μετάλλου στο αμέσως κατώτερο τροφικό επίπεδο

συγκέντρωση ενός μετάλλου σε έναν οργανισμό

TF =

\_\_\_\_\_

συγκέντρωση του μετάλλου στο αμέσως  
κατώτερο τροφικό επίπεδο



# Τοξικότητα

## Παράγοντες που την επηρεάζουν:

- η τοξικότητα του ίδιου του μετάλλου, που σχετίζεται με την ηλεκτραρνητικότητά του,
- η επίδραση των φυσικοχημικών παραμέτρων που καθορίζουν τη διαθεσιμότητα των μετάλλων
- η συνεργιστική ή ανταγωνιστική παρουσία άλλων μετάλλων
- η φυσιολογική κατάσταση ενός οργανισμού
- το στάδιο ανάπτυξης
- βιολογικές παράμετροι (η ηλικία, το μήκος, το βάρος)



# Τοξικότητα

Τοξική δράση μιγμάτων:

- Αθροιστική :
  - $2+2 = 4$
- Μικρότερη από την αθροιστική (ανταγωνιστική):
  - $2+2 = 3$
- Υψηλότερη από την αθροιστική (συνεργιστική):
  - $2+2 = 6$

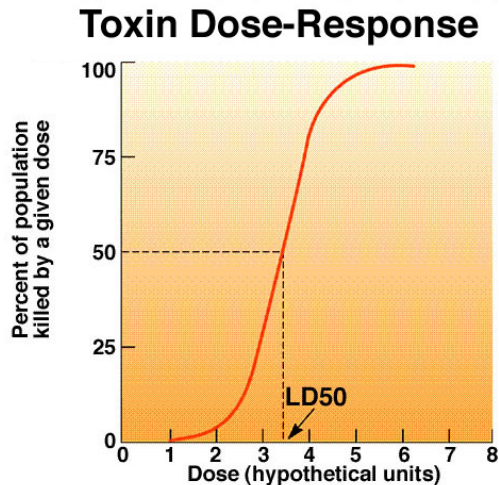


# Τοξικότητα

Λαμβάνονται επίσης υπ' όψιν:

- τα θανατηφόρα αποτελέσματα ( $LC_{50}$ ,  $LD_{50}$ )
- η βιοσυσσώρευση των μετάλλων
- η επικινδυνότητα για τον άνθρωπο από την κατανάλωση τροφής

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Toxin Dose Response Source:

[www.auth.mhhe.com](http://www.auth.mhhe.com)

σειρά τοξικότητας για διάφορα μέταλλα  
 $Hg > Cu > Zn > Ni > Pb > Cd > As > Cr > Sn > Fe > Mn$





# Τοξικότητα

## Αποτελέσματα τοξικότητας

- **Νευροφυσιολογικές διαταραχές**
- **Αλλοιώσεις κυττάρων που μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις :**  
τερατογένεση (σκελετικές ανωμαλίες, κυκλωπισμός)  
καρκινογένεση
- **Επιδράσεις:**  
στην ορμονική & ενζυμική δραστηριότητα  
σε αιματολογικές παραμέτρους  
στην ενεργητικότητα του οργανισμού (κινητικότητα, συμπεριφορά θρέψης, μετανάστευση)  
σε βασικές λειτουργίες του οργανισμού  
στην αύξηση & ανάπτυξη  
στην αναπαραγωγή (μείωση της ανάπτυξης των αβγών & της ικανότητας εκκόλαψης των προνυμφών)



# Μηχανισμοί Άμυνας

- **Αποβολή** με την ουρία, ή μέσα στον πεπτικό σωλήνα (ή στα υγρά του απευθυσμένου)
- **Απώλεια** κατά μήκος της επιφάνειας του σώματος & των βραγχίων
- **Μετατροπή (transformation)** σε όλους τους ιστούς (κυρίως στο ήπαρ) με ένζυμα  
οξείδωση, αναγωγή, υδρόλυση → υδατοδιαλυτοί μεταβολίτες → αποβολή
- **Μεταλλοθειονίνες** (συνθέτονται στο ήπαρ, νεφρά, βράγχια)  
δέσμευση ελεύθερων μεταλλικών ιόντων (μη διαθέσιμα σε άλλα ένζυμα)  
αποθήκευση σε συγκεκριμένους ιστούς & → όργανα (ήπαρ, νεφρά)  
βαθμιαία απομάκρυνση με ουρία ή από επιφάνεια σώματος



# Hg στα ψάρια

## Προέλευση:

- βιομηχανία (κάθοδος για την ηλεκτρόλυση του NaCl)
- μπαταρίες, θερμομέτρα,
- Εξόρυξη Ag και Au
- Οδοντοτεχνία

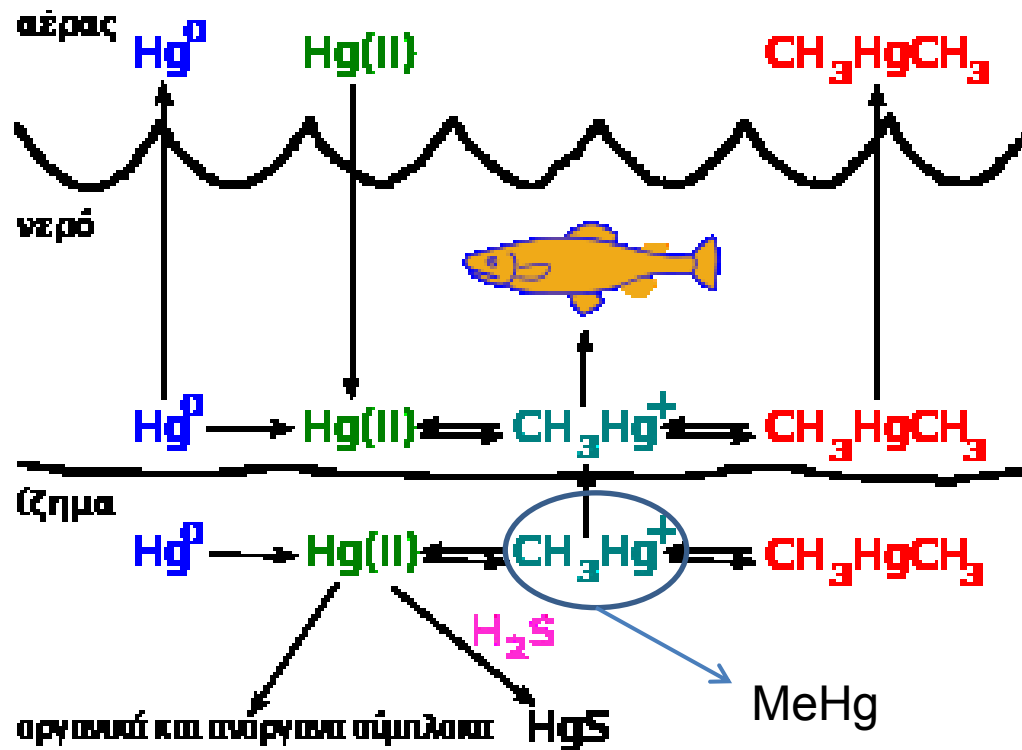
## Μορφές:

- $\text{Hg}^0$  επικίνδυνο αέριο
- $\text{Hg}^{2+}$  μη τοξική, μη προσλήψιμη από τον άνθρωπο
- Methyl-Hg: πολύ τοξική



# Hg στα ψάρια

## Hg (Mercury) - Cycle



Κύκλος του υδραργύρου σε  
υδάτινο περιβάλλον  
Mercury Cycle. Source:  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:  
:MercuryCycle.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MercuryCycle.svg) Xhmikos 2010 CC BY  
SA



# Hg στα ψάρια

- Methyl-Hg διαλυτός στους ιστούς, μπορεί να περάσει την κυτταρική μεμβράνη
- Μεγάλη έκθεση προκαλεί βλάβες στον εγκέφαλο, στο κεντρικό νευρικό σύστημα και στα νεφρά

## Η συγκέντρωσή του στα ψάρια εξαρτάται:

- από τις συγκεντρώσεις του μετάλλου στο υδάτινο περιβάλλον
- από τη θέση τους στην τροφική αλυσίδα



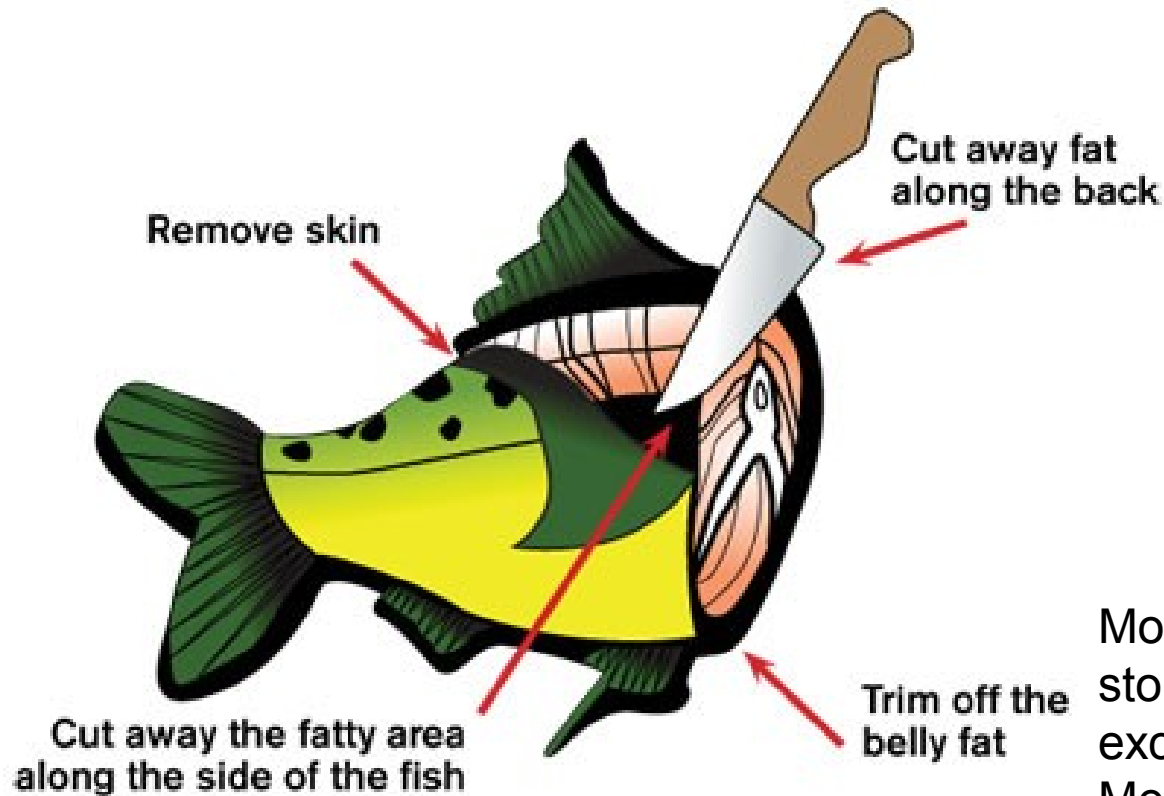
# Hg στα ψάρια

Η ασθένεια του κόλπου της Minamata

- Από το 1932, απόβλητα υψηλής περιεκτικότητας σε υδράργυρο απελευθερώνονταν από εταιρία χημικών στον κόλπο Minamata στην Ιαπωνία. Ο υδράργυρος συσσωρεύτηκε (βιοσυσσώρευση) στους θαλάσσιους οργανισμούς
- Τα πρώτα περιστατικά δηλητηρίασης από υδράργυρο παρουσιάστηκαν το 1952 στον πληθυσμό του κόλπου της Minamata, που προκλήθηκαν από την κατανάλωση ψαριών ρυπασμένων από τον υδράργυρο προκαλώντας 798 θανάτους. Από τότε η Ιαπωνία έχει από τις πιο αυστηρές περιβαλλοντικές νομοθεσίες στον βιομηχανικό κόσμο
  - ✓ Συγκεντρώσεις στα ψάρια ως  $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ Hg}$



# Hg στα ψάρια



Most chemicals are stored in the fat except for Mercury. Mercury cannot be removed from fish

Επεξεργασία ψαριού πριν την κατανάλωση.

Eating Fish from the Great Lakes. Hooking and Cooking

Source: <http://www.miseagrant.umich.edu/explore/fisheries/hooking-and-cooking-eating-fish-from-around-the-great-lakes/> SeaGrant Michigan



# Βιβλιογραφία

Meretz, W. 1981: The essential trace elements. *Science* **213**:1332.

Forstner U, Wittmann GTW 1983: Metal Pollution in Aquatic Environment. New York: Springer-Verlag.

Baudo, R. 1981: Is analytically-defined chemical speciation the answer we need to understand trace element transfer along a trophic chain? In Trace Element Speciation in Surface Waters and its Ecological Implications, Proceedings of the NATO-AIOL Workshop, Genova-Nervi, Plenum Publishing Corporation, New York. pp. 275-290

Μπόμπορη, Δ.Χ. 1996. Βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων στο οικοσύστημα της λίμνης Κορώνειας. *Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ. Επιστημονική Επετηρίδα Βιολογικού Τμήματος Σχολής Θετικών Επιστημών, Παράρτ. Αριθ. 57 – ISSN 1105 – 5049, 306 σελ.*







# Τέλος Ενότητας 14

Επεξεργασία: Λατινόπουλος Διονύσης  
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

