



# Θρέψη Φυτών

## Ενότητα 13<sup>η</sup> Φυτοδιαχείριση (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: **Δ. Μπουράνης**

Όνομα καθηγητή: **Σ. Χωριανοπούλου**

Τμήμα: **Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Στόχοι ενότητας

1. Ποιοι είναι οι ρυπαντές.
2. Περιγραφή της βιοδιαθεσιμότητας και της υπερσυσσώρευσης.
3. Η μοριακή βάση της φυτοδιαχείρισης.



# Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Ρυπαντές, Βιοδιαθεσιμότητα, Υπερσυσσώρευση.
- Key words: Pollutants, Bioavailability, Hyperaccumulation.



# ΡΥΠΑΝΤΕΣ

Μεταλλικοί ρυπαντές: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn

Διαβάθμιση τοξικότητας:

$Pb \approx Hg > Cu > Cd \approx As > Co \approx Ni \approx Zn > Mn$

περισσότερο τοξικά  $\longrightarrow$  λιγότερο τοξικά



# Μέταλλα στο έδαφος

Μέταλλα στο έδαφος:

- [1] στο εδαφικό διάλυμα ως ελεύθερα μεταλλικά ιόντα και διαλυτά σύμπλοκα μετάλλων.
- [2] προσροφημένα στα ανόργανα σωματίδια στα σημεία ανταλλαγής.
- [3] προσαρτημένα στην εδαφική οργανική ύλη.
- [4] καταβυθισμένα ως ιζήματα οξειδίων, υδροξειδίων, ανθρακικών κ.ά.
- [5] ενσωματωμένα μέσα στις δομές των πυριτικών.



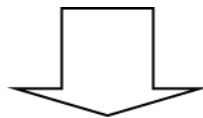
# Βιοδιαθεσιμότητα (α)

Βιοδιαθέσιμα:

- έτοιμα να προσληφθούν από τη ρίζα.
- μόνο οι περιπτώσεις [1] και [2] παρέχουν βιοδιαθέσιμα μεταλλικά ιόντα.

Τεχνολογικά κομβικό ερώτημα

αύξηση ή μείωση της βιοδιαθεσιμότητας;



Τεχνικές τροποποίησης της βιοδιαθεσιμότητας



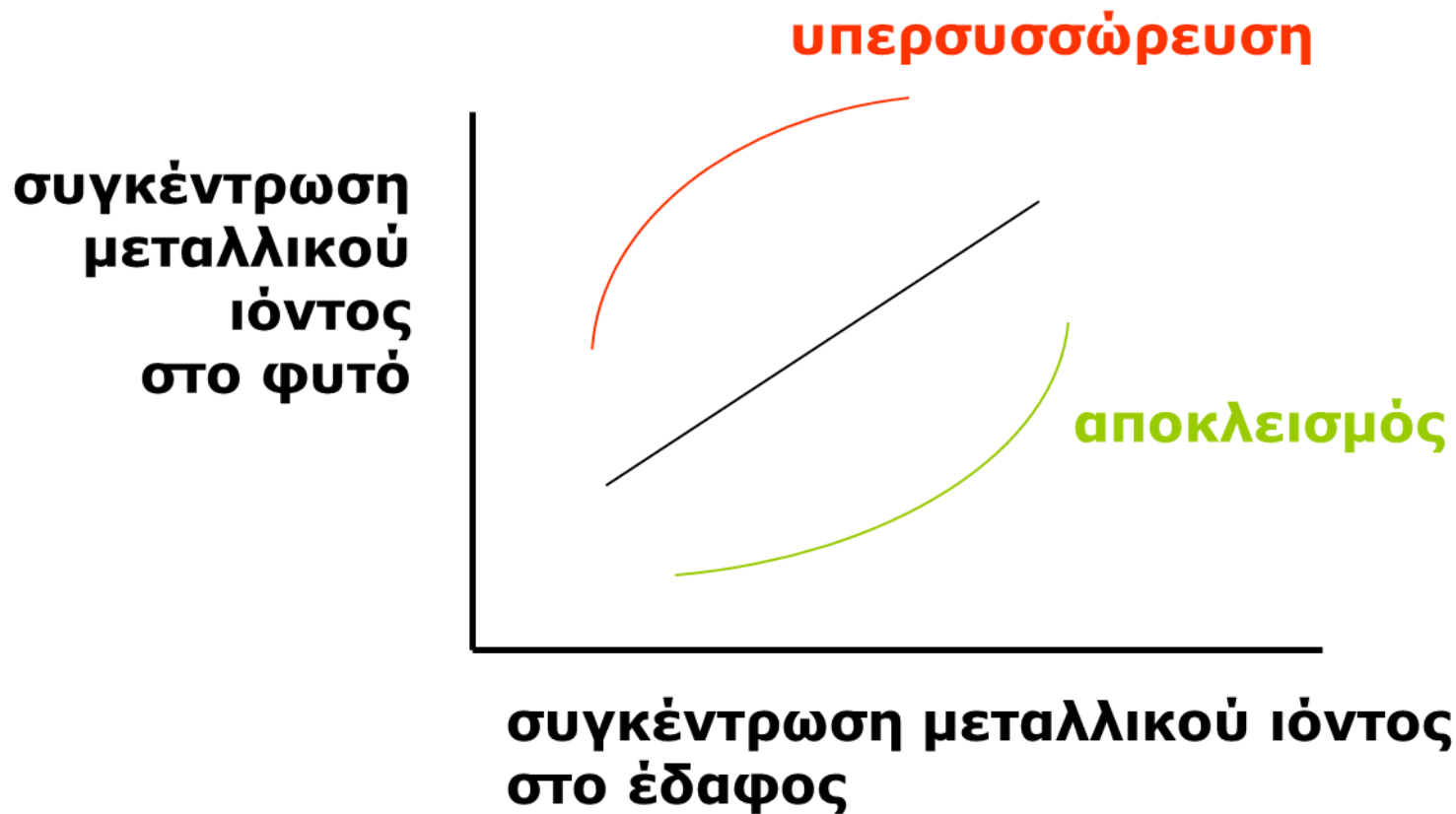
# Βιοδιαθεσιμότητα (β)

Αύξηση της βιοδιαθεσιμότητας με συνθετικούς συμπλοκοποιητές.

- EDTA: αιθυλένο-διάμινο-τετραοξικό οξύ.
  - 10 mmol / kg εδάφους.
- HEDTA: υδροξυαιθυλο-αιθυλενο-διαμινο-τριοξικό οξύ.
  - 2 g / kg εδάφους.
- DTPA: διαιθυλενο-τριαμινο-πενταοξικό οξύ.
- Zn-DTPA: τόσο ισχυρό, ώστε ο Zn δεν είναι διαθέσιμος μέσα στο φυτό  $\Rightarrow$  επαγωγή τροφοπενίας Zn.



# Βιοδιαθεσιμότητα ( $\gamma$ )







# Υπερσυσσώρευση (α)

Φυτά μη-συσσωρευτές:

- μεταβολικές ανάγκες σε μικροθρεπτικά < 10 ppm.

Φυτά συσσωρευτές:

- συσσωρεύουν μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες ppm.
- η συσσώρευση απαιτεί κατανάλωση ενέργειας.

Ποιό είναι το εξελικτικό πλεονέκτημα της υπερσυσσώρευσης;

→ προστασία από εισβολείς



# Υπερσυσσώρευση (β)

φυτό υπερσυσσωρευτής:

- 10 ppm Hg.
- 100 ppm Cd.
- 1000 ppm Co, Cr, Cu, Pb.
- 10000 ppm Ni, Zn.

400 φυτικά είδη - 45 οικογένειες φυτών:

- διαθέτουν μηχανισμούς ανοχής των υψηλών συγκεντρώσεων μετάλλων του εδάφους.



# Α/κινητοποίηση στοιχείων

## Α/κινητοποίηση

τα φυτά κινητοποιούν μερικά στοιχεία, ενώ ακινητοποιούν άλλα.

- η έκταση της α/κινητοποίησης εξαρτάται από:
  - το φυτικό είδος.
  - την εφαρμογή λίπανσης.
- τα πιά κινητικά στοιχεία επηρεάζονται πιά πολύ από το φυτό και από τη λίπανση σε σχέση με τα λιγότερο κινητικά στοιχεία.



# ΦΥΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Ανάγκη εκπόνησης φυτοτεχνικής μελέτης.  
Τεχνικές παράμετροι:

- επιλογή φυτικού είδους ή ειδών που θα συνυπάρξουν.
- πυκνότητα φύτευσης (φυτά/m<sup>2</sup>).
- απόδοση/φυτό, απόδοση/στρέμμα.
- ανάλυση κόστους/οφέλους.



# Μοριακή βάση φυτοδιαχείρισης

Ομοιοστατικά συστήματα διαχείρισης μετάλλων του φυτού.

- ακινητοποίηση στη ριζόσφαιρα: εξωτερική σύμπλεξη με οργανικές ενώσεις που αποδεσμεύονται από τη ρίζα.
- ακινητοποίηση στη ρίζα:
  - φυτοχελατίνες.
  - μεταλλοθειονίνες.
  - κυτταρικό τοίχωμα.
  - χυμοτοπιακή αποθήκευση.



# Ομοιοστατικά συστήματα (α)

Ομοιοστατικά συστήματα:

1. μεταφορά διαμέσου μεμβρανών με τη σύμπραξη ειδικών πρωτεϊνών – μεταφορέων.
2. σύμπλεξη με κατάλληλα συμπλεκτικά μόρια.
3. ελεγχόμενη προσάρτηση σε εξειδικευμένες πρωτεΐνες.
4. ελεγχόμενη διακίνηση.



# Ομοιοστατικά συστήματα (β)

Οικογένειες πρωτεϊνικών εξαρτημάτων ομοιοστατικών συστημάτων:

- zinc-regulated transporters.
- iron-regulated transporters (ZIP family).
- cation diffusion facilitators (CDF family).
- P-type ATPases.
- Natural resistance associated macrophage proteins (NRAMP family).
- Yellow-stripe-1-like subfamily (YSL).



# Ομοιοστατικά συστήματα (γ)

Οικογένειες πρωτεϊνικών εξαρτημάτων ομοιοστατικών συστημάτων: (συνέχεια)

- Oligopeptide transporter superfamily (OPT).
- Copper transporter family (COPT).
- calcium-sensitive cross complementer 1 family (CCC1).
- iron-regulated protein family (IREG).
- cation exchanger family (CAX).
- ATP-binding cassette transporters (ABC).

κ.ά





# Εξειδικευμένα κύτταρα (α)

Εξειδικευμένα κύτταρα ή ομάδες κυττάρων  $\Rightarrow$  Συσσώρευση μετάλλου σε αυτά. Παραδείγματα τέτοιων ιστών/κυττάρων:

- τρίχες φύλλων  $\Rightarrow$  ακινητοποίηση στο υπέργειο.

Λόγοι:

1. υψηλή πυκνότητα στην επιφάνεια του φύλλου.
2. έχουν διαμορφωθεί για αποθήκευση.

[1] & [2]  $\Rightarrow$  σημαντικός όγκος αποθήκευσης.



# Εξειδικευμένα κύτταρα (β)

Λόγοι: (συνέχεια)

3. εντοπισμός εκτός του φύλλου  $\Rightarrow$  μειώνεται η πιθανότητα τοξικότητας σε περίπτωση «αποδιαμερισματοποίησης».

Άλλα εξειδικευμένα κύτταρα/ιστοί:

- επιδερμικά κύτταρα.
- μεσόφυλλο.



# Παράμετροι υπερσυσσώρευσης

## Παράμετροι υπερσυσσώρευσης:

- ποσότητα που συσσωρεύεται.
- τοπολογία συσσώρευσης (ιστός, υποκυτταρικό διαμέρισμα).
- μορφή συσσώρευσης (speciation).
- συναρμοστές που χρησιμοποιούνται.



# Νικοτιαναμίνη

Νικοτιαναμίνη: ένας δυναμικός παίκτης στη σύμπλεξη μετάλλων.

- NA-Fe, NA-Cu, NA-Zn: σταθερά συμπλέγματα σε μεγάλο εύρος τιμών pH.
- δραστικός περιορισμός της ενεργότητας του μετάλλου για παραγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου.



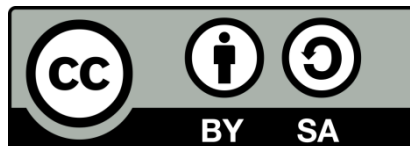
# Βιβλιογραφία

- Robinson B. H., Banuelos G., Conesa H. M., Evangelou M. W. H., Schulin R. (2009). The phytomanagement of trace elements in soil. *Critical Reviews in Plant Science* 28, 240-266.
- Kraemer U., Talke I. N., Hanikenne M. (2007). Transition metal transport. *FEBS Letters* 581, 2263 – 2272.



# Άδειες Χρήσης

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





# Σημείωμα Αναφοράς

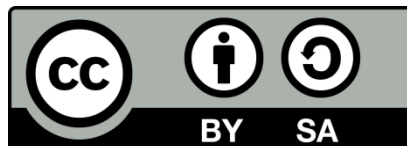
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Μπουράνης Δημήτριος, Χωριανοπούλου Στυλιανή, «Θρέψη Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS102/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, 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».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>





# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# 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.