



# Θρέψη Φυτών

## Ενότητα 14<sup>η</sup>

### Τοξικά μέταλλα

Όνομα καθηγητή: **Δ. Μπουράνης**

Όνομα καθηγητή: **Σ. Χωριανοπούλου**

Τμήμα: **Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής**





# Στόχοι ενότητας

1. Ποια είναι τα τοξικά μέταλλα και ποιοι οι προστατευτικοί μηχανισμοί.
2. Βιοσύνθεση και δράση μεταλλοπεπτιδίων.



# Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Τοξικά μέταλλα, Μεταλλοπεππίδια.
- Key words: Toxic metals, Phytochelatins.



# Τοξικό μέταλλο

## Τοξικό μέταλλο:

- στοιχείο που βρίσκεται στο περιβάλλον.
- ενώνεται ισχυρά με βιολογικά χρήσιμα μόρια και προκαλεί αναστολή της λειτουργίας τους.

αρσενικό As  
κάδμιο Cd  
υδράργυρος Hg  
μόλυβδος Pb

- είναι μαλακά οξέα.
- ενώνονται με θειούχους συναρμοστές.



# Εμφάνιση τοξικότητας (α)

Ένα τοξικό μέταλλο μπορεί να:

- αντικαθιστά το μεταλλικό ιόν ορισμένου ενζύμου, οπότε αναστέλλει τη δράση του.
- ενώνεται με πουρίνη ή πυριμιδίνη ή φωσφορικές ομάδες νουκλεοξέων, οπότε επηρεάζει τη δομή και τη βιολογική δράση τους.
- διαταράσσει την ισορροπία ηλεκτρολυτών, οπότε μεταβάλλει την ωσμωτική κατάσταση.

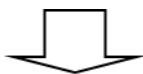


# Εμφάνιση τοξικότητας (β)

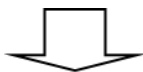
Ιόν βαρέος μετάλλου στη ριζόσφαιρα.



προσλαμβάνεται από το φυτό.



εκδιώκει το φυσιολογικά απαιτούμενο μέταλλο.



εντάσσεται στον φυσιολογικό μηχανισμό.



παρεμποδίζεται η εξέλιξη της φυσιολογικής διεργασίας.



παθολογική κατάσταση του ιστού.



κατάρρευση του ιστού.



# Προστατευτικοί μηχανισμοί

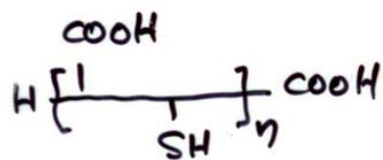
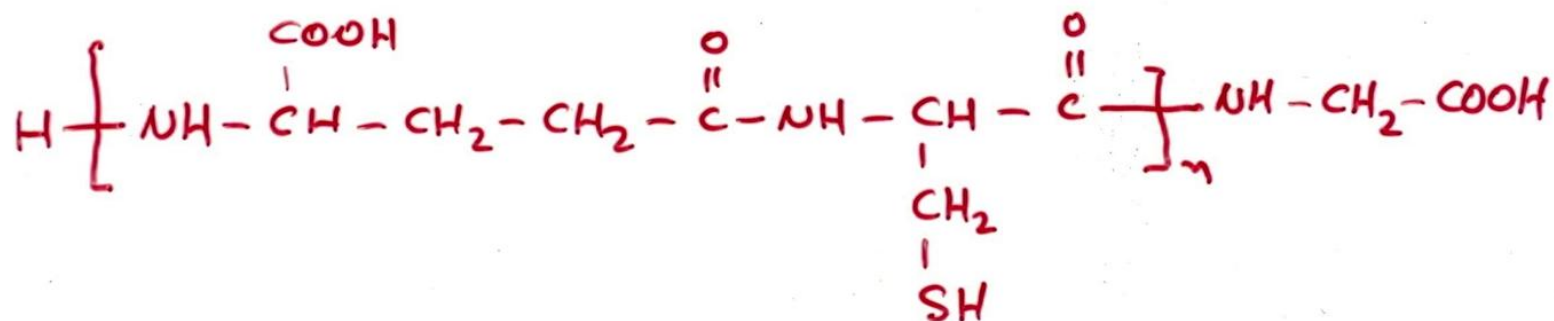
Ανάγκη ύπαρξης & ενεργοποίησης προστατευτικού μηχανισμού ή προστατευτικών μηχανισμών από την τοξική δράση του βαρέος μετάλλου:

- μεταλλοδεσμευτικά πεπτίδια (heavy metal binding peptides)
- λέγονται και «φυτοχελατίνες» (phytochelatins).

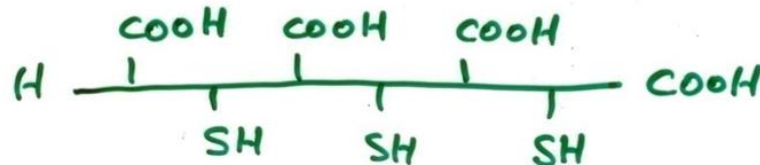


# Μεταλλοπεπτίδια (α)

Η δομή των μεταλλοπεπτιδίων.



για  $n=3 \Rightarrow$

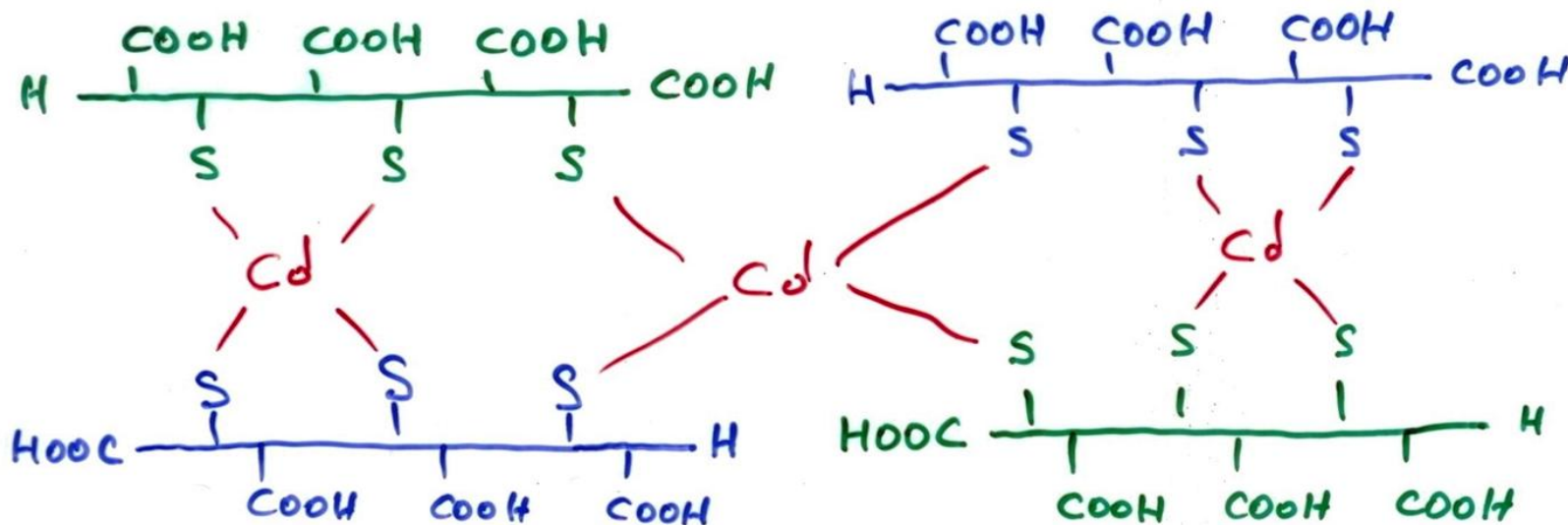






# Μεταλλοπεπτίδια (β)

Δέσμευση βαρέος μετάλλου από το μεταλλοπεπτίδιο.





# Μεταλλοπεπτίδια (γ)

H-[γλουταμινικό-κυστεΐνη]n-γλυκίνη.

**Εναλλακτικά** μεταλλοπεπτίδια:

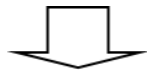
- H-[γλουταμινικό-κυστεΐνη]n-β-αλανίνη.
- H-[γλουταμινικό-κυστεΐνη]n-σερίνη.
- H-[γλουταμινικό-κυστεΐνη]n-γλουταμινικό.
- H-[γλουταμινικό-κυστεΐνη]n-υδροξύλιο.



# Μηχανισμός προστασίας (α)

Ο προστατευτικός μηχανισμός:

το φυτό παράγει μεταλλοπεπτίδια ειδικής μορφής.



αυτά τα πεπτίδια φέρουν θειολικές ομάδες.



οι θειόλες συμπλοκοποιούν το βαρύ μέταλλο.



το σύμπλεγμα μεταφέρεται και αποθηκεύεται σε κατάλληλη περιοχή του κυττάρου.



# Μηχανισμός προστασίας (β)

**Μέταλλα** στα οποία ανταποκρίνεται ο μηχανισμός:

- Cd, Ni, W, Pb, Hg, Zn, Cu, Sn, Bi, Ag, Te.

Υπάρχουν & **αμέταλλα** ή **μεταλλοειδή** στα οποία ανταποκρίνεται ο μηχανισμός:

- $\text{SeO}_4^{2-}$ .
- $\text{AsO}_4^{2-}$ .



# Μηχανισμός προστασίας ( $\gamma$ )

Μέταλλα στα οποία **ΔΕΝ** ανταποκρίνεται ο μηχανισμός:

- Na, Cr, V, Mg, Mn, Cs, Al, Fe,  $\text{MoO}_4^{2-}$ , Ca, Co.



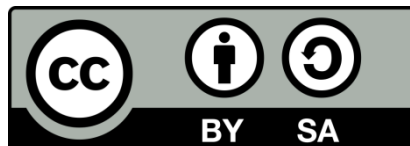
# Βιβλιογραφία

- Yadav S. K. (2010). Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. South African Journal of Botany 76, 167 – 179.



# 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:

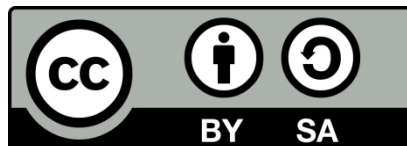
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS102/>





# 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.