

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



Η *Pycnantha acuminata*, ένα φυτό της Νέας Καληδονίας, έχει τόση μεγάλη περιεκτικότητα Ni στον χυμό της ώστε χρωματίζεται γαλαζοπράσινος. Υπολογίζεται ότι το 25% του ξηρού σπού αποτελείται από Ni.

**Θεοφάνης Κωνσταντινίδης**  
Αναπληρωτής Καθηγητής

# Σε ποιες βιοτεχνολογικές εφαρμογές για το περιβάλλον είναι χρήσιμα τα φυτά;

1. Εδαφική φυτο-εξυγείανση (χρήση της ικανότητας των φυτών να βιο-συσσωρεύουν)
2. Βελτίωση της ποιότητας των υδάτων και αντιμετώπιση της ρύπανσης (ριζοδιήθηση)
3. Βελτίωση της ποιότητας του αέρα
4. Αλληλοπάθεια και αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης βλάστησης
5. Βιο-εντομοκτόνα
6. Βιοκαύσιμα
7. Μείωση ξеноβιοτικών ενώσεων στο περιβάλλον και τους οργανισμούς



# Εδαφική φυτο-εξυγείανση

**Τι είναι;**

Η καλλιέργεια και χρήση ζωντανών φυτών και των οργανισμών που συμβιώνουν με αυτά (βακτήρια, μύκητες) για την απομάκρυνση, την εξουδετέρωση ή την βιο-μετατροπή τοξικών και ανεπιθύμητων προϊόντων στο έδαφος ή για τη μείωση της συγκέντρωσής τους.

Χρήση της φυσικής ικανότητας κάποιων φυτών να βιοσυσσωρεύουν (π.χ. βαρέα μέταλλα).

Χρήση της ικανότητας των φυτών να απορροφούν και να μεταβολίζουν ανεπιθύμητα προϊόντα στο έδαφος.

Χρήση της ικανότητας ορισμένων φυτών να αναπτύσσονται σε μολυσμένα / ρυπασμένα εδάφη.

Χρήση φυτικών οργανισμών στην βιο-εξόρυξη.

Η αντιμετώπιση της ρύπανσης μέσω της χρήσης συγκεκριμένων φυτών είναι μία ήπια διαδικασία που έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ωστόσο, είναι συχνά φιλική στο περιβάλλον, λιγότερο καταστροφική και λιγότερο κοστοβόρα συγκριτικά με άλλες μεθόδους.





# Πηγές ρύπανσης του εδάφους

**Βιομηχανίες**  
πλαστικών, ξύλου,  
κλωστοϋφαντουργίες,  
διυλιστήρια,  
ηλεκτρονικών προϊόντων  
κλπ



**Αγροχημικά**  
υπερβολική χρήση  
λιπασμάτων, βιοκτόνα,  
απολυμαντικά εδάφους  
κλπ



**Συνήθεις πηγές  
ρύπανσης του  
εδάφους**



**Εξορυκτικές  
δραστηριότητες**  
εργοστάσια, χώροι  
απόθεσης μεταλλεύματος,  
μεταλλευτικές ρυπάνσεις  
κάθε είδους κλπ

**Απόθεση  
απορριμμάτων**  
χωματερές, προϊόντα  
ελαιουργείων, μεταφορά  
ρύπων μέσω υδάτων  
κλπ

# Πως πραγματοποιείται η απομάκρυνση των τοξικών / ανεπιθύμητων προϊόντων; - Φυτοεκχύλιση

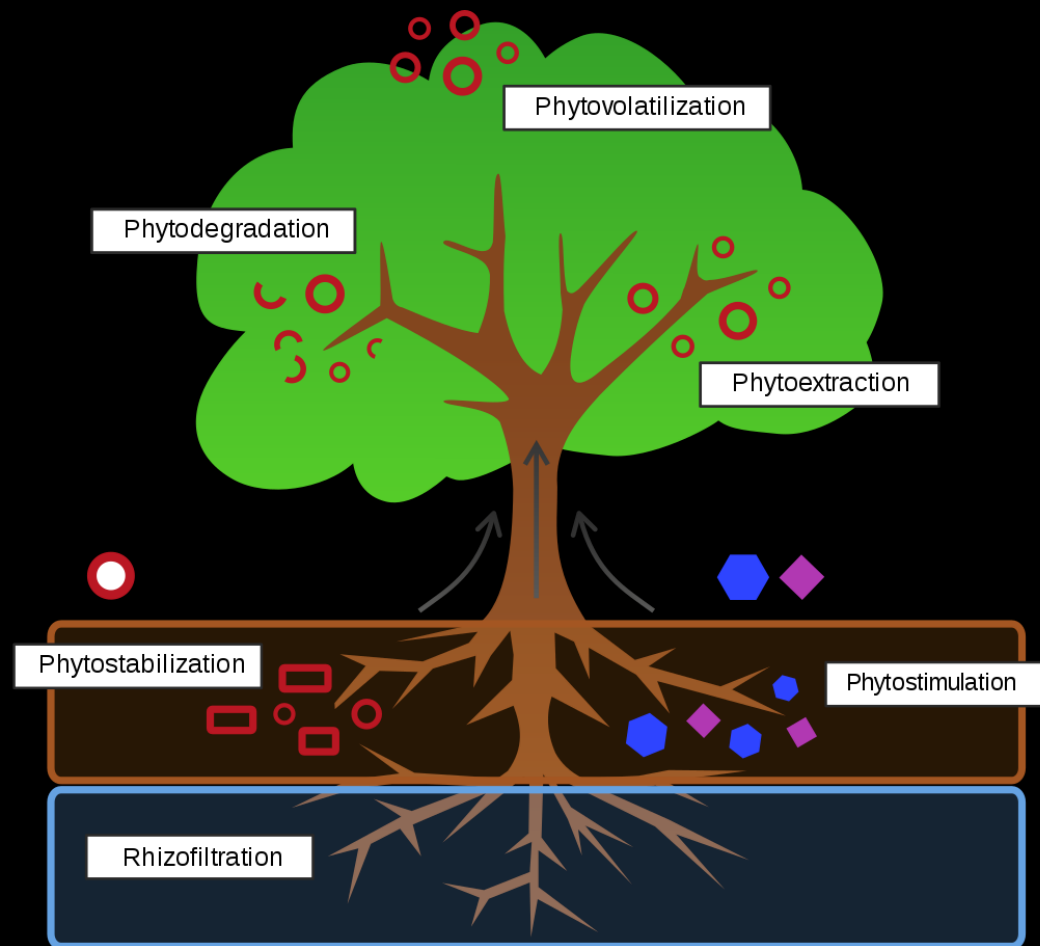
**Φυτοεκχύλιση (phytoextraction):** τα φυτά αφαιρούν συστατικά από το έδαφος και τα συσσωρεύουν στους ιστούς τους.

Έχει εφαρμογή σε πολλά βαρέα μέταλλα και ανόργανα συστατικά.

Εκμεταλλεύεται τα φυτά που έχουν ιδιότητες βιοσυσσωρευτικές.

Η υπερσυσώρευση βαρέων μετάλλων (Ni, Zn, Pb, Cd) πραγματοποιείται από φυτά που φύονται σε εξειδικευμένα περιβάλλοντα και διαθέτουν την ιδιότητα του υπερσυσσωρευτή.

Η **φυτοεξόρυξη (phytomining)** στηρίζεται στις ίδιες φυτικές ιδιότητες.





## Παραδείγματα φυτών που βιοσυσσωρεύουν (και φυτο-εκχυλίζουν)

**As (αρσενικό):** *Pteris vittata* (έως 27.000 mg As / kg) και *Helianthus annuus*.

**Ni (νικέλιο):** Είδη της οικογένειας Brassicaceae (π.χ. *Alyssum*, *Leptoplax*).  
Κατώφλι: >1000 mg /kg ξηρού βάρους, έως 34.000 mg /kg στην *Leptoplax*.

**Mn (μαγγάνιο):** *Chengioranax sciadophylloides* από την Ιαπωνία (έως 23.000 mg / kg ξηρού βάρους).

**Zn (ψευδάργυρος):** *Thlaspi coerulescens* (έως 10.000 mg / kg ξηρού βάρους).

**Cd (κάδμιο):** είδη του γένους *Salix*.

**Pd (μόλυβδος):** είδη των γενών *Brassica*, *Ambrosia* και *Populus*.

**NaCl (αλάτι):** είδη των γενών *Hordeum* και *Beta*.



*Pteris vittata*



*Leptoplax emarginata*

# Φυτοσταθεροποίηση

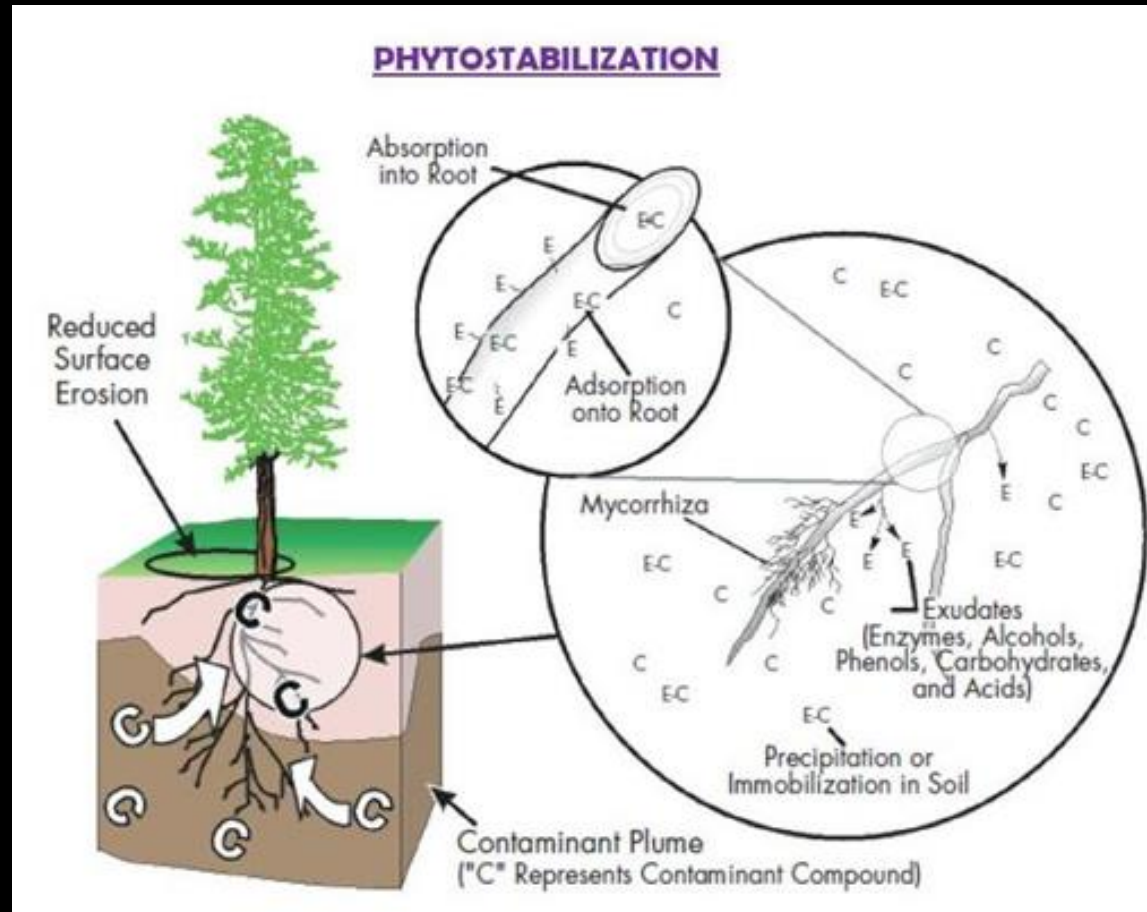
## Η φυτοσταθεροποίηση

(phytostabilization)

περιλαμβάνει την αδρανοποίηση κάποιων τοξικών ενώσεων μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών. Μπορεί να μειώνει την βιοδιαθεσιμότητα της ένωσης, π.χ. συνδέοντάς την με ενώσεις του εδάφους, ή να αλλάζει την χημική δομή της ένωσης, καθιστώντας την λιγότερο τοξική.

Επηρεάζεται από το pH του εδάφους και από χημικές ενώσεις που εκλύονται από τις ρίζες (και τις μυκόρριζες) των φυτών.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, π.χ. σε περιπτώσεις ορυχείων, ώστε να μειωθεί η ποσότητα τοξικών ενώσεων που μεταφέρονται μέσω της βροχής σε γειτονικές περιοχές.





# Φυτοαποικοδόμηση (ή φυτομετατροπή)

Με την φυτοαποικοδόμηση (phytodegradation) τα φυτά αποικοδομούν ξενοβιοτικές, οργανικές κυρίως ενώσεις (ζιζανιοκτόνα, έλαια, διαλύτες και παράγωγά τους, χρωστικές, εκρηκτικά) τις οποίες στη συνέχεια μπορεί να απορροφούν.

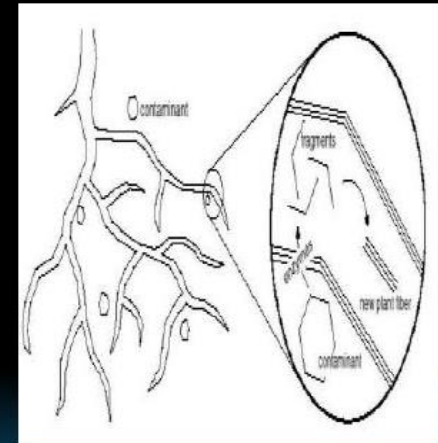
Η φυτοαποικοδόμηση πραγματοποιείται μέσω ενζύμων που εκλύονται από το ριζικό σύστημα των φυτών ή από τους μικρο-οργανισμούς που συμβιών στην ριζόσφαιρα.

Ο όρος “πράσινο ήπαρ” έχει χρησιμοποιηθεί για την διεργασία αυτή.

Οι ξενοβιοτικές ενώσεις σπανίως αποικοδομούνται πλήρως σε  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ . Συνήθως γίνονται περισσότερο πολικές με την προσθήκη  $-\text{OH}$ .

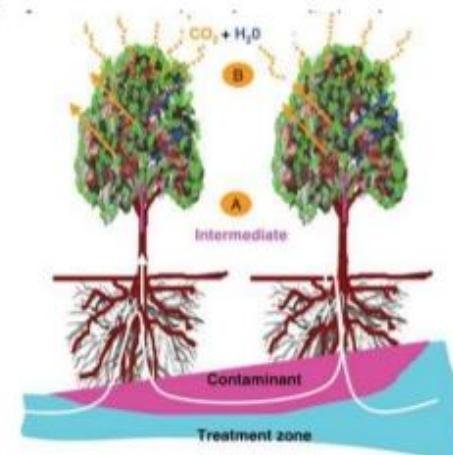
## Phytodegradation

- Phytodegradation is the uptake and degradation of the organic compounds by the plants
- Plants contain :
  - Nitroreductases
  - Dehalogenases
  - Laccases



- Plants containing dehalogenases - trichloroethylene
- Plants containing peroxidases are capable of degrading xenobiotics

Contaminants are taken up into the plant tissues where they are metabolized, or biotransformed. Where the transformation takes place depends on the type of plant, and can occur in roots, stem or leaves.



Phytodegradation mechanisms  
A: plant enzymatic activity  
B: photosynthetic oxidation



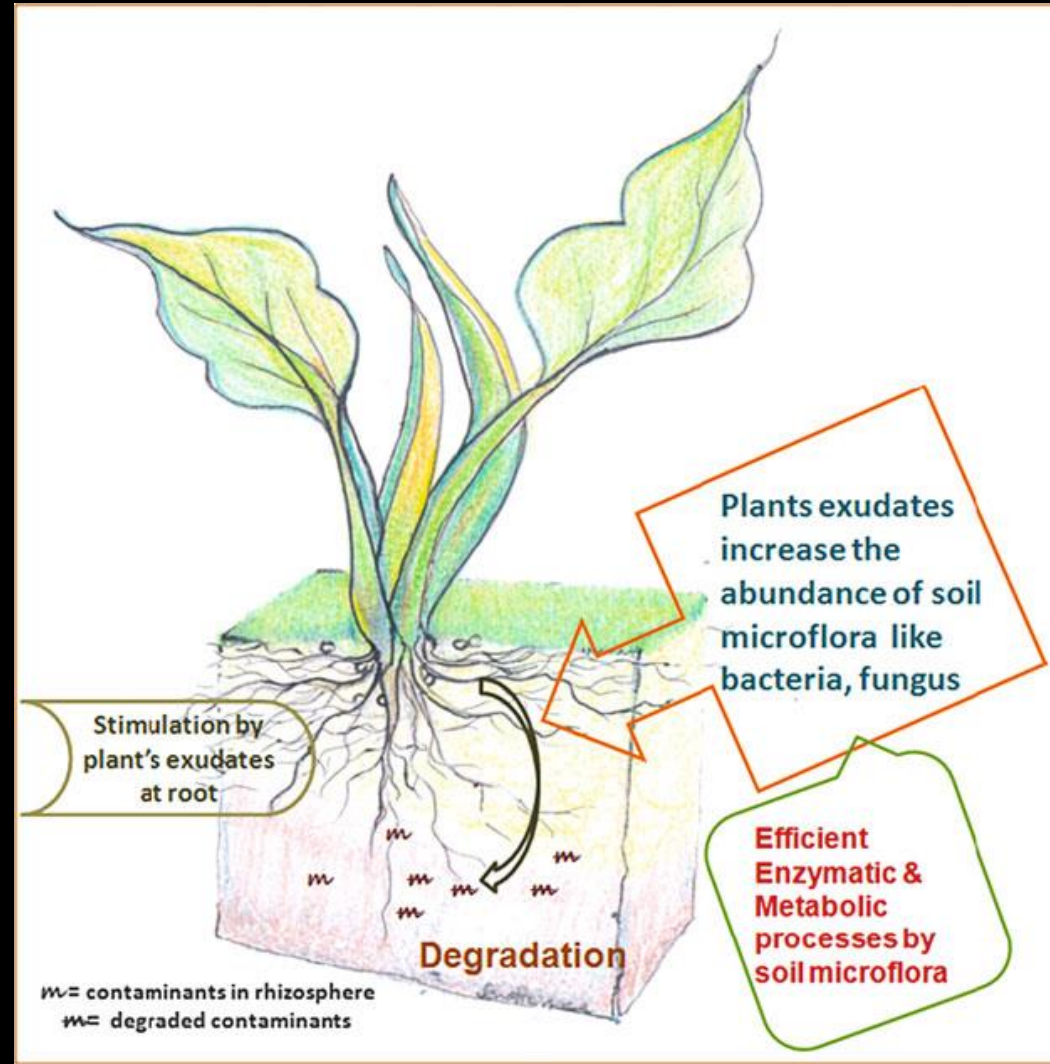
# Φυτοενεργοποίηση

Με τον όρο φυτοενεργοποίηση (rhytostimulation) εννοούμε την ενεργοποίηση των μικρο-οργανισμών της ριζόσφαιρας ώστε να γίνουν ικανά να αποικοδομήσουν κυρίως οργανικές ενώσεις.

Η ενεργοποίηση πραγματοποιείται μέσω την έκλυσης ενώσεων από το ριζικό σύστημα (όπως υδατάνθρακες και οργανικά οξέα).

Η φυτοενεργοποίηση μπορεί να είναι αποτελεσματική στην αποικοδόμηση ενώσεων του πετρελαίου, πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs), πολυκυκλικών, αρωματικών υδρογονανθράκων (PAHs) και ζιζανιοκτόνων.

Τα φυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη συγκεκριμένη μέθοδο περιλαμβάνουν δένδρα όπως οι λεύκες, είδη του γένους *Medicago* αλλά και υδρόβια φυτά.



# Φυτοεξαέρωση

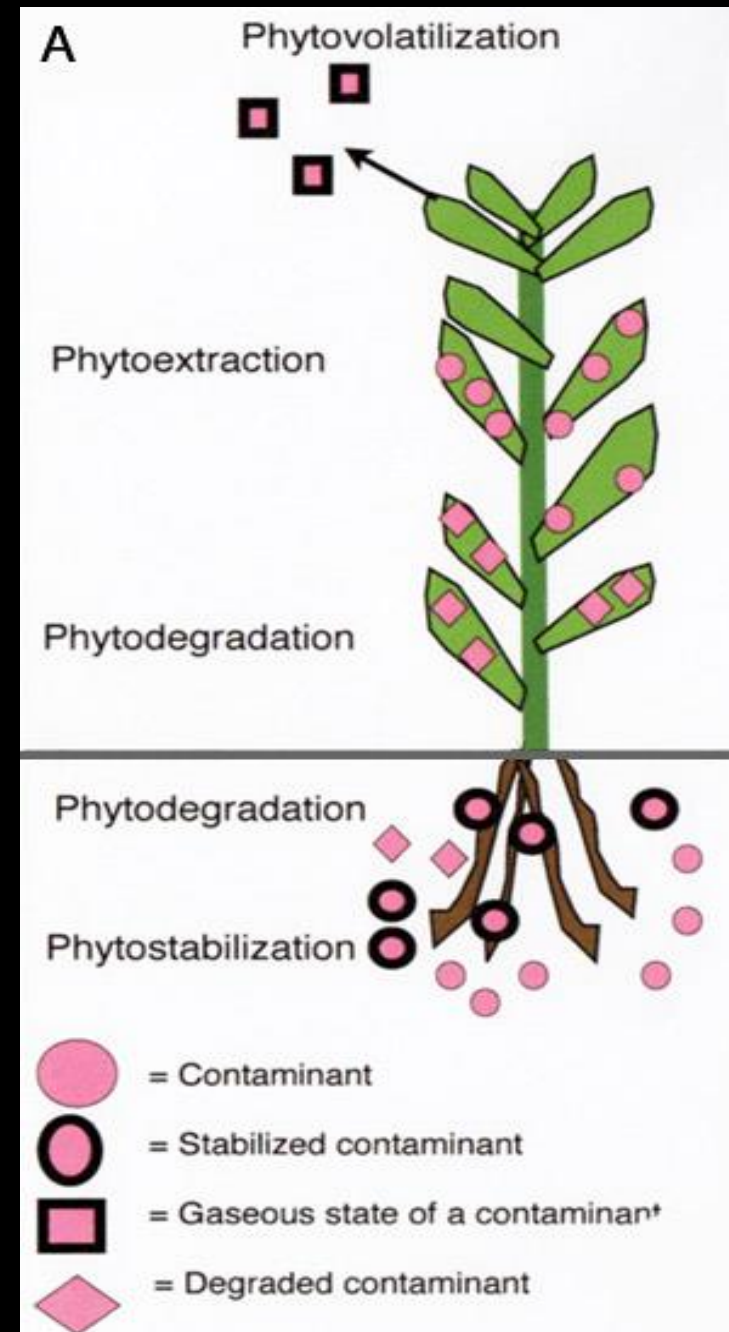
Η φυτοεξαέρωση (phytonovolatilization) πραγματοποιείται μέσω της απορρόφησης ενώσεων από το έδαφος, μετακίνησής τους διαμέσω των φυτικών ιστών και απελευθέρωσής τους στον αέρα, συνήθως με τη βοήθεια της διαπνοής. Οι ενώσεις μπορεί να έχουν μεταβολιστεί σε απλούστερα προϊόντα που είναι περισσότερο πτητικά.

Το σελήνιο (Se) και ο υδράργυρος (Hg) συχνά απομακρύνονται από το έδαφος με αυτόν τον τρόπο.

Η φυτοεξαέρωση πραγματοποιείται συνήθως στον βλαστό ή τα φύλλα αλλά το φαινόμενο μπορεί να παρατηρηθεί και στο χώμα τριγύρω από τις ρίζες, ακριβώς εξαιτίας της δράσης των ριζών.

Οργανικές ενώσεις-ρυπαντές (π.χ. τρι- και τετρα-χλωροαιθυλένιο) επίσης ανταποκρίνονται στην φυτοεξαέρωση.

Μεγάλα δένδρα (*Populus, Salix, Eucalyptus, Pinus*) αλλά και πόες (*Medicago*) έχουν μελετηθεί κάτω από πειραματικές συνθήκες, για την ικανότητά τους να φυτοεξαερώνουν.



# Φυτο-εξυγείανση: υπέρ και κατά

## ΥΠΕΡ:

1. Μικρό κόστος, χαμηλότερο από άλλες φυσικοχημικές διεργασίες.
2. Τα φυτά είναι εύκολα στον χειρισμό και την αξιολόγηση.
3. Πιθανότητα αξιοποίησης του φυτικού υλικού από τις βιομηχανίες (π.χ. ανάκτηση μετάλλων).
4. “Πράσινη” μέθοδος, φιλική προς το περιβάλλον.
5. Διατηρεί την γονιμότητα , την υφή και τις κοινότητες του εδάφους.
6. Μειώνει ή αναστέλλει την δράση της διάβρωσης και της απώλειας γόνιμου εδάφους.
7. Αποτρέπει, προληπτικά, την μεταφορά της ρύπανσης σε ευρύτερες περιοχές.

## ΚΑΤΑ:

1. Η φυτοεξυγείανση περιορίζεται στο ανώτερο στρώμα του εδάφους και μέχρι το βάθος που φθάνει το ριζικό σύστημα.
2. Η διαδικασία είναι αργή, ιδιαίτερα αν περιλαμβάνει δενδρώδη είδη με αργή ανάπτυξη βιομάζας.
3. Η πρόληψη της μεταφοράς τοξικού υλικού στον υδροφόρο ορίζοντα ή σε υδάτινους όγκους δεν είναι πλήρης.
4. Η καλλιέργεια και η επιβίωση των φυτών εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και από την ένταση της ρύπανσης του εδάφους.
5. Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην περάσει το επιμολυσμένο φυτικό υλικό στην τροφική αλυσίδα.
6. Ορισμένες ενώσεις / μέταλλα / ρυπαντές συνδέονται με τις οργανικές ενώσεις του εδάφους (π.χ. χούμο) και δεν είναι εύκολο να παραληφθούν από τα φυτά.
7. Προσεκτική επιλογή των ειδών (κίνδυνος εισαγωγής ξενικών, επιθετικών εισβολέων).



# Ανάλυση ορισμένων περιπτώσεων (case studies) φυτο-εξυγείανσης

**A.** Πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Αίγυπτο, σε εδάφη ρυπασμένα με Co και Cr έδειξαν ότι ο *Helianthus annuus* είναι αποτελεσματικός στην απομάκρυνση του Co σε ποσοστό 13,8 – 43,7% και στην απομάκρυνση του Cr σε ποσοστό 17 – 41,6 %. Τα μέταλλα απορροφήθηκαν από όλο το φυτό με μεγαλύτερα ποσοστά στο ριζικό σύστημα.



**B.** Εδάφη ρυπασμένα με U (ουράνιο) από το Οχάιο (USA) χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια *Brassica juncea* και *B. chinensis*. Η προσθήκη οργανικών οξέων στο υπόστρωμα (βέλτιστο το κιτρικό) αύξησε την συγκέντρωση στους ιστούς του φυτού, ιδιαίτερα στις ρίζες, από 5 mg kg<sup>-1</sup> σε περισσότερο από 5000 mg kg<sup>-1</sup>

**Γ.** Η χρήση πολυετών αγρωστωδών/ *Carex* σε ρυπασμένα με πετρέλαιο εδάφη του λιμανιού της Indiana (USA) έδειξε ότι μπορούν να απομακρύνουν έως και το 70% των ρύπων σε πειράματα θερμοκηπίου, συγκριτικά με είδη ιτιάς και λεύκας. Το ποσοστό απομάκρυνσης σε κάθε κατηγορία ρύπου διέφερε. Ωστόσο, σε πειράματα στο πεδίο βρέθηκε ότι η συγκέντρωση των ρύπων πετρελαίου παρέμεινε σχεδόν η ίδια στα εδάφη που είχαν φυτευτεί και σε ακαλλιέργητα εδάφη. Υποστηρίζεται ότι η ρύπανση των εδαφών ήταν συνεχής, μέσω καναλιών μεταφοράς ρυπασμένου νερού, γεγονός που οδήγησε σε αποτυχία της δράσης.

- S.M.Lotfy & A.Z.Mostafa 2014: Phytoremediation of contaminated soil with cobalt and chromium. – G. Geoch. Expl. 144 (B): 367-373.  
Jianwei W. Huang et al. 1998: Phytoremediation of Uranium-contaminated soils: role of organic acids in triggering Uranium hyperaccumulation in plants. - Environ. Sci. Technol. 32(13): 2004-2008.  
Katy Euliss et al. 2008: Greenhouse and field assessment of phytoremediation for petroleum contaminants in a riparian zone. Biores. Techn. 99(6): 1961-1971.

# Βιο-εξυγείανση ρυπασμένων υδάτων: ριζοδιήθηση

Η ριζοδιήθηση είναι η διαδικασία, με βάση την οποία νερό ρυπασμένο με τοξικά ή ανεπιθύμητα συστατικά ή με περίσσεια θρεπτικών περνά μέσα από το ριζικό σύστημα φυτών για να εξυγιασθεί.

Η διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με φυτά σε υδροπονική καλλιέργεια, τα οποία δέχονται το ρυπασμένο νερό είτε με φυτά που φυτεύονται επιτόπου.

Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να απομακρυνθούν από το νερό βαρέα μέταλλα όπως  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , ραδιονουκλεοτίδια, περίσσεια θρεπτικών κλπ. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε λύματα πόλεων, αραιωμένα ύδατα ορυχείων, αγροτικά κανάλια, νερά βιομηχανιών κλπ.

Δένδρα που αγαπούν το νερό όπως οι *Salix* και *Populus* (ιτιές και λεύκες) μπορούν να επεξεργάζονται έως και 100 lt νερό την ημέρα, ανά δένδρο, απορροφώντας ανεπιθύμητα συστατικά .

Η ριζοδιήθηση είναι αποτελεσματική σε νερό που εμφανίζεται σε σημαντικές ποσότητες και διαθέτει σχετικά χαμηλά ποσοστά ρύπων. Έχει μικρό κόστος και μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ποικιλίας ειδών όπως ο ηλιάνθος, το ρύζι, η νικοτιάνα, το σπανάκι, το καλαμπόκι, ή τύφα, τα καλάμια κ.ά. Ωστόσο, δεν είναι εξίσου αποτελεσματική με όλους τους ρύπους. Επειδή τα φυτά που συλλέγουν ρύπους δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στη διατροφή, είναι καλύτερο η ριζοδιήθηση να πραγματοποιείται μέσω μη εδώδιμων ειδών.



Η φύτευση κλαίουσων ιτιών στις άκρες ρυακιών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του ρυπασμένου φορτίου των υδάτων





**Νησίδες ριζοδιήθησης σε νερό που ρέει αργά: η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε φυσικά ύδατα όσο και σε τεχνητές δεξαμενές από όπου περνά το ρυπασμένο νερό.**





Η υδροπονική καλλιέργεια ηλίανθου μπορεί να κατακρατήσει έως και το 95% του ουράνιου σε ρυπασμένο νερό, εντός 24 ωρών. Πειράματα στο Τσέρνομπιλ έδειξαν ότι μία ποσότητα ξηρής μάζα 55 kg ηλίανθων μπορεί να κατακρατήσει πρακτικά όλο το ραδιενεργό κάισιο και στρόντιο μίας ρυπασμένης περιοχής έκτασης 75 m<sup>2</sup> (και κατόπιν η βιομάζα να μεταφερθεί σε θέση αποκομιδής κατάλληλη για διαχείριση ραδιενεργού υλικού).

**Dushenkov SI. 2003: Trends in phytoremediation of radionuclides. - Plant & Soil 249 (1): 167-175.**



# Η χρήση φυτών για την βελτίωση της ποιότητας του αέρα

**A.** Η χρήση φυτοφραγμάτων σε πολυσύχναστες οδούς μεγάλων πόλεων περιορίζει το ποσό των αιωρούμενων μικροσωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η σωστή φύτευση, το μέγεθος των φυτών και η φορά της κίνησης έχουν μεγάλη σημασία για την ανάσχεση της ρύπανσης.

**B.** Βιοφίλτρα που αποτελούνται από στρώσεις φυτών και κατάλληλο υπόστρωμα ανάπτυξης σε υδροπονική καλλιέργεια έχουν την ικανότητα να συγκρατούν και/ή να διασπών αέριους ρύπους εσωτερικών χώρων. Ένα απλό πέρασμα του αέρα από ένα τέτοιο φίλτρο απομάκρυνε το 10% του τριχλωροεθυλενίου και το 50% του τολουενίου, ενώ μείωσε σημαντικά το ποσό της φορμαλδεΐδης.

Η χρήση φυτών σε αστικά κέντρα έχει συνδεθεί με μείωση της θερμοκρασίας, μείωση της ηχορύπανσης και βελτίωση του τρόπου ζωής, ωστόσο δεν συνδέεται αναγκαστικά με μείωση της θνησιμότητας από διάφορες ασθένειες.



- Janhäll S. 2015: Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. – *Atmosph. Environ.* 105: 130-137.
- Darlington A. et al. 1998: The use of biofilters to improve indoor air quality: the removal of toluene, TCE, and formaldehyde. - *Life Supp. Biosph. Sci.* 5(1): 63-69.
- Armijos-Moya T. et al. 2019: A review of green systems within the indoor environment. - *Indoor Built Environ.* 28(3): 298-309.
- Richardson E.A. et al. 2012: Green cities and health: a question of scale? - *J. Epidem. Commun. Health* 66(2): 160-165.

# Αλληλοπάθεια

Η αλληλοπάθεια είναι ένα βιολογικό φαινόμενο, με βάση το οποίο ένας οργανισμός (φυτό, μύκητας, βακτήριο, φύκος κ.ά.) παράγει χημικές ενώσεις που επηρεάζουν τη ζωή (φύτρωση, ανάπτυξη, αναπαραγωγή, επιβίωση) ενός άλλου οργανισμού.

Η αλληλοπάθεια μπορεί να είναι θετική (διευκόλυνση των δεδομένων ζωής) ή αρνητική (παρεμπόδιση) της λειτουργίας ενός οργανισμού.

Η αλληλοπάθεια μπορεί να επηρεάζει τους οργανισμούς στη ριζόσφαιρα ενός φυτού.

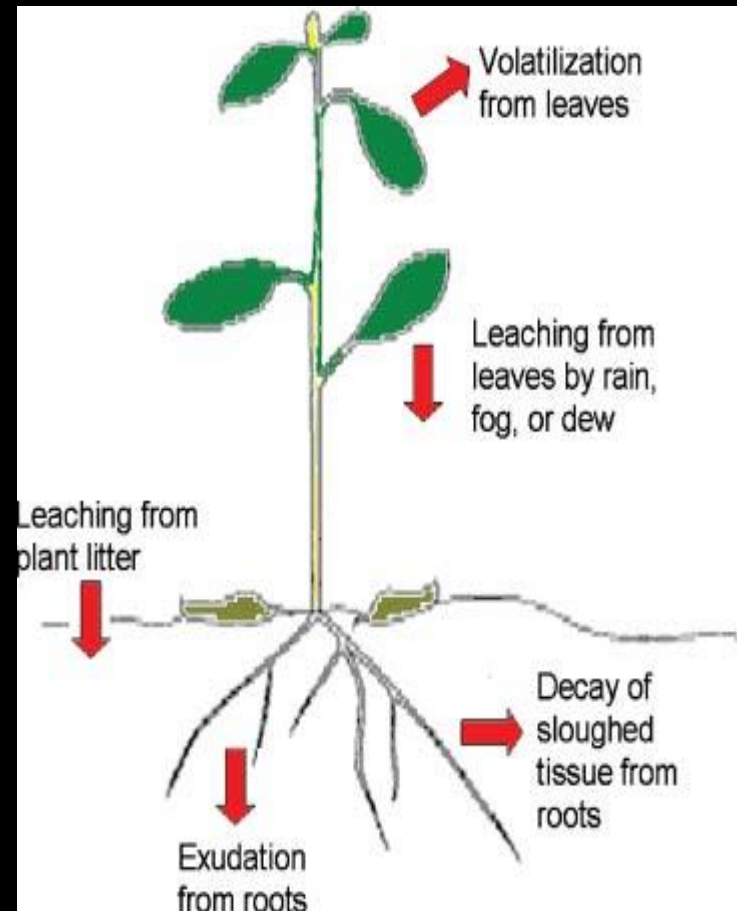
Η αλληλοπάθεια έχει εφαρμοστεί:

**A.** Στην αναζήτηση ουσιών που δρουν ως φυσικά ζιζανιοκτόνα, παρεμποδίζοντας τη φύτρωση και την ανάπτυξη ανεπιθύμητων φυτών σε καλλιέργειες ή συμβάλλοντας στον περιορισμό της χρήσης των χημικών ζιζανιοκτόνων.

**B.** Στον περιορισμό της εξάπλωσης ξενικών ή εισβολικών φυτών σε περιοχές με φυσική βλάστηση.

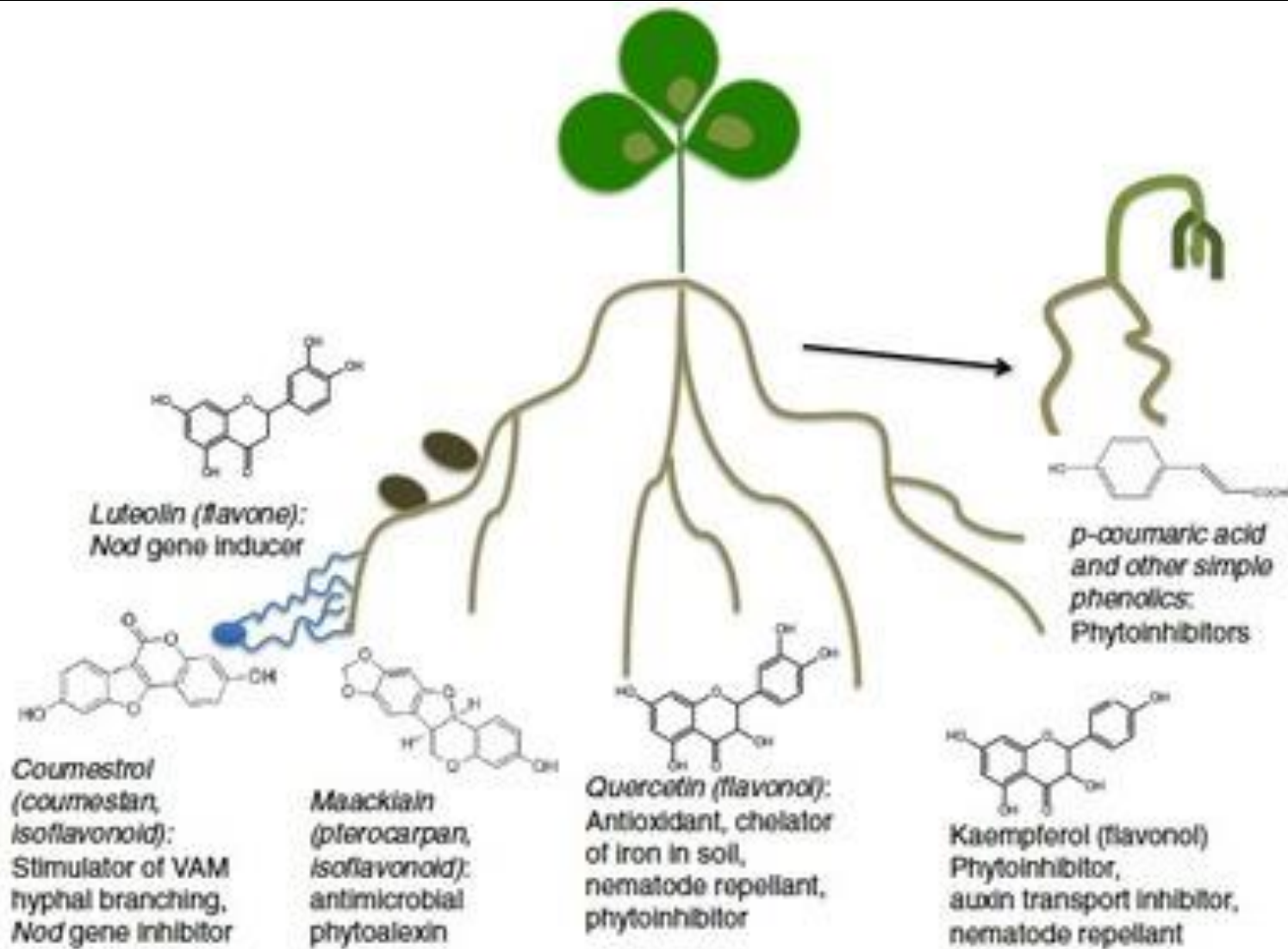
**Γ.** Στην επιτυχία των φυτεύσεων, εγκατάστασης νέων φυτών (π.χ. αναδασώσεις) ή απόδοσης της αγροτικής παραγωγής μέσω θετικής αλληλοπάθειας.

**Δ.** Στην αναστολή ή περιορισμό της υπερβολικής ανάπτυξης φυκών (bloating) σε περιορισμένους όγκους νερού (λίμνες, δεξαμενές, ταμιευτήρες).





# Αλληλοπάθεια



Ο ρόλος των φυσικών φλαβονοειδών στις αλληλοπαθητικές σχέσεις ειδών του γένους *Medicago*.

## Αλληλοχημικά από φυτά ως ζιζανιοκτόνα

Υποσχόμενα ως πηγές μη ξενοβιοτικών, φυσικών ζιζανιοκτόνων είναι οι ακόλουθες :

### A. Αλκαλοειδή

Η υοσκυαμίνη από την *Datura stramonium* έχει αλληλοπαθητικές ιδιότητες. Το ίδιο και τα αλκαλοειδή της πουρίνης από τον καφέ και το τσάι.

### B. Βενζοξαζιόνες

Τα υπολείμματα από την καλλιέργεια της σίκαλης παρεμποδίζουν την φύτευση πολλών ζιζανίων. Ανάλογα προϊόντα υπάρχουν στον *Acanthus mollis*.

### Γ. Παράγωγα του κινναμικού οξέος

Τέτοια προϊόντα βρίσκονται στα υπολείμματα των αγρωστωδών, ακόμη και αυτών μεγάλης καλλιέργειας (π.χ. *Triticum*, *Sorghum*).

### Δ. Κουμαρίνες

Το ψωραλένιο από τα σπέρματα του γένους *Psoralea* και άλλων χεδρωπών αναστέλλει τη φύτευση σπερμάτων.

### Ε. Άλλα παράγωγα

Ενώσεις που φέρουν –CN, παράγωγα του αιθυλενίου, διάφορα τερπένια (π.χ. παρθενίνη), η γιουγκλόνη από την καρυδιά , ενώσεις της βρωμοκαρυδιάς (*Ailanthus altissima*) και η λεπτοσπερμόνη από είδη *Callistemon* έχουν ζιζανιοκτόνες ιδιότητες.

GROUP 27 HERBICIDE PULL HERE TO OPEN ▶

**Callisto**<sup>®</sup>  
Herbicide

syngenta.


For Control of Annual Broadleaf Weeds in Field Corn, Seed Corn, Yellow Popcorn, Sweet Corn, and Other Listed Crops

Active Ingredient:	
Mesotrione: (CAS No. 104206-82-8) .....	40.0%
Other Ingredients:	60.0%
Total:	100.0%

Contains 4 lb of active ingredient mesotrione per gallon.

**KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN.**  
**CAUTION**

See additional precautionary statements and directions for use inside booklet.

 **Callisto Plant Technology**<sup>®</sup>

EPA Reg. No. 100-1131 EPA Est. 100-NE-001  
Product of Switzerland  
Formulated in the USA  
SCP 1131A-L1P 0515  
4054864

**1 gallon**  
Net Contents

Το ζιζανιοκτόνο Callisto έχει προκύψει από έρευνες πάνω στην λεπτοσπερμόνη, από τις ρίζες ειδών *Callistemon*. Ενδείκνυται για την καταπολέμηση ζιζανίων σε φυτείες καλαμποκιού.

Putnam, A. R. (1988). Allelochemicals from plants as herbicides. *Weed Technology*, 2(04), 510–518.

Dayan, F. E., & Duke, S. O. (2014). Natural Compounds as Next-Generation Herbicides. *Plant Physiology* 166(3), 1090–1105.

Cornes, D.: Callisto: a very successful maize herbicide inspired by allelochemistry. -

[http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2636\\_cornesd.htm](http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2636_cornesd.htm)



## Βιο-εντομοκτόνα

Πολλές φυσικές ενώσεις από φυτικούς οργανισμούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναντίον των εντόμων (βιοκτόνα), τόσο σε καλλιέργειες όσο και σε οικιακό περιβάλλον.

Η χρήση τους έχει έμμεσα πλεονεκτήματα για το περιβάλλον:

1. Φυσικές ουσίες που υπόκεινται σε αποσύνθεση (συνά γρήγορη) με μικρή υπολειμματικότητα.
2. Μικρότερη τοξικότητα από ανάλογες συνθετικές (ξενοβιοτικές) ενώσεις.
3. Πολλά σκευάσματα συμβατά με βιολογικές καλλιέργειες.
4. Δυνατή η μεταξύ τους εναλλαγή.

Συστατικά αιθέριων ελαίων (δ-λιμονένιο, λιναλοόλη) έχουν χρησιμοποιηθεί ως αποτρεπτικά εντόμων (π.χ. κουνουπιών, ψύλλων και τσιμπουριών) σε ανθρώπους και ζώα.

Η ένωση *p*-menthane-3,8-diol (π-μενθανο-3,8-διόλη ή PMD) προέρχεται από τα φύλλα του φυτού *Corymbia (Eucalyptus) citriodora* και είναι πολύ αποτελεσματικό αποτρεπτικό των κουνουπιών, εφάμιλλο με το DEET.

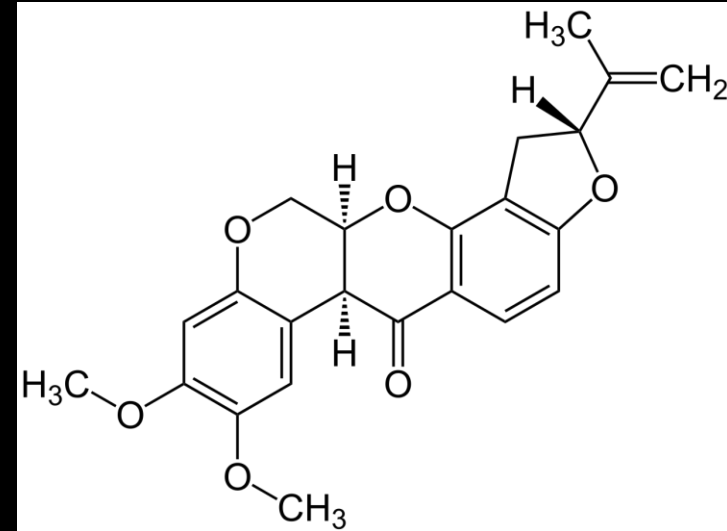


*Corymbia (Eucalyptus) citriodora*

## Ροτενόνη

Φυσικό φλαβονοειδές που υπάρχει σε πολλά είδη της οικογένειας Leguminosae από την Αμερική και Ασία (ιδιαίτερα τα γένη *Lonchocarpus* και *Derris*).

- Επιδρά στη μεταφορά ενέργειας εντός των μιτοχονδρίων των εντόμων
- Ισχυρό ιχθυοκτόνο (καταπολέμηση ξενικών ειδών)
- Πιθανή η επίδραση στο ΚΝΣ των ανθρώπων/ζώων (με παρκινσονικά φαινόμενα)
- Μπορεί να συνδυαστεί με άλλα βιοκτόνα
- Υπόκειται σε φυσική αποσύνθεση, γρηγορότερη παρουσία φωτός και υψηλών θερμοκρασιών
- Περισσότερο τοξικό στα έντομα από αρκετά συνθετικά προϊόντα





## Αλκαλοειδή της *Ryania* και του *Schoenocaulon*

Φυσικές ενώσεις με διαφορετική δομή, μικρής τοξικότητας στα θηλαστικά. Αποτελεσματικά βιοκτόνα σε πολλά έντομα καλλιεργειών.

- Δρουν στο ΚΝΣ των εντόμων, επηρεάζοντας τα κανάλια του  $Ca^{++}$  (ryanodine) ή του  $Na^{+}$  (veratridine).

-Σχετικά μικρής τοξικότητας για τον άνθρωπο

- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλα βιοκτόνα

- Η *Ryania* έχει βραδεία αποσύνθεση αλλά δεν επηρεάζει πολλά ωφέλιμα έντομα

-Η σκόνη των σπερμάτων του *Schoenocaulon* μπορεί να ερεθίσει τις αναπνευστικές οδούς, αν εισπνευστεί.



*Ryania speciosa*



*Schoenocaulon officinale*

## Neem – *Azadirachta indica*

Η *Azadirachta indica* (Meliaceae) είναι δένδρο της Ασίας, με εξάπλωση την Ινδία και γειτονικές περιοχές.

Το έλαιο των καρπών και των σπερμάτων του (neem oil) περιέχει αζαντιραχτίνη και συγγενικές ενώσεις (τριτερπένια) με εντομοκτόνο δράση και αποτρεπτική της βρώσης των φυτών από έντομα.

-- Παραδοσιακή χρήση στην Ινδία

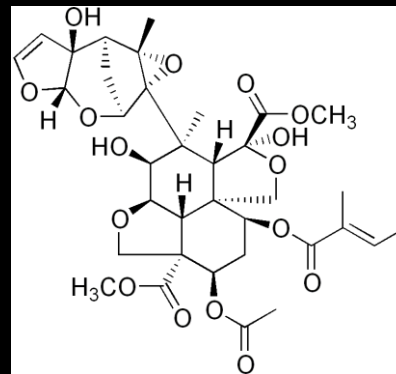
- Δρουν στην ορμόνη εκδυσόνη πολλών εντόμων αποτρέποντας την έκδυση των προνυμφών καθώς και τη μεταμόρφωσή τους σε τέλειο έντομο.

- Εμποδίζουν την λήψη τροφής από τα έντομα

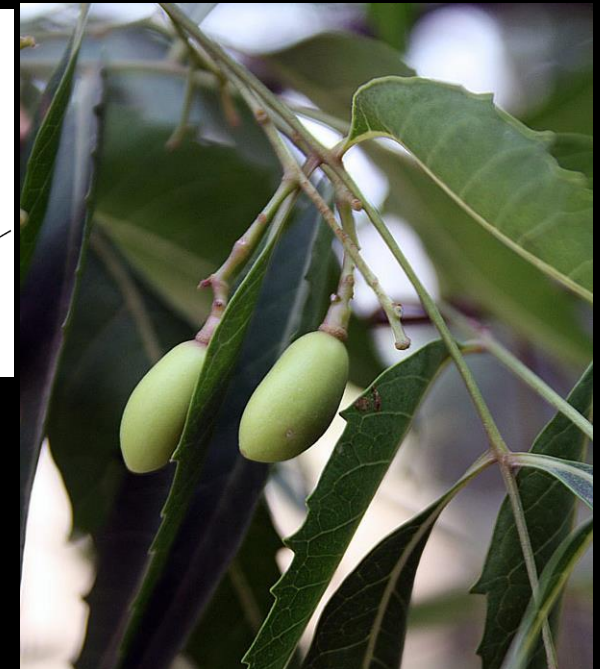
- Πολύ μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά

- Πλήρως βιο-αποικοδομήσιμες ενώσεις (σε περίπου 100 ώρες)

- Η χρήση τους χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις



**Azadirachtin**



***Azadirachta indica***



# Πυρεθρίνες

Οι πυρεθρίνες είναι φυσικοί εστέρες που εμφανίζονται στα φυτά *Tanacetum cinerariifolium* (= *Chrysanthemum cinerariifolium*) και *T. coccineum*. Διαθέτουν σημαντική εντομοκτόνο δράση. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα πυρεθρινών υπάρχει στους καρπούς του φυτού.

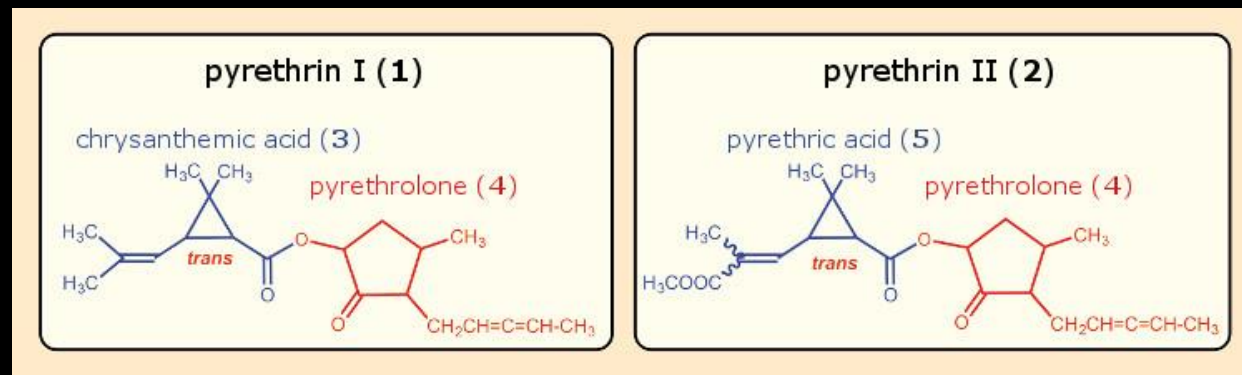
- Δρουν στο νευρικό σύστημα των εντόμων (κανάλια Na<sup>+</sup>) συχνά προκαλώντας ένα knock-down φαινόμενο (αποπροσανατολισμός και παράλυση).

- Οι φυσικές πυρεθρίνες βιοδιασπόμενες και με μικρό χρόνο ημιζωής. Οι ημισυνθετικές πιθανώς συσσωρευόμενες στο περιβάλλον

- Μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά (τοξικές σε υδάτινα οικοσυστήματα και τις μέλισσες)

- Δεν βιο-συσσωρεύονται στους ιστούς των θερμόαιμων ζώων

- Η χρήση τους σαφώς ασφαλέστερη από άλλα συνθετικά εντομοκτόνα





# Βιοκαύσιμα

Η παραγωγή και χρήση καυσίμων που παράγονται μέσω σύγχρονων βιολογικών διεργασιών αντί της χρήσης ορυκτών οργανικών προϊόντων (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο) οδηγεί στην ενότητα των βιοκαυσίμων

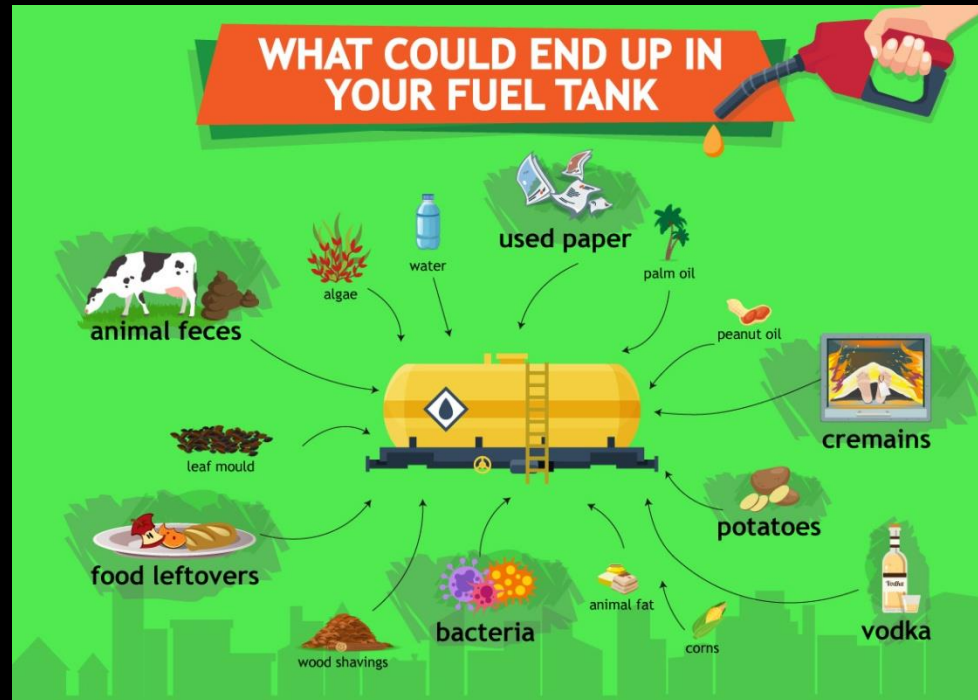
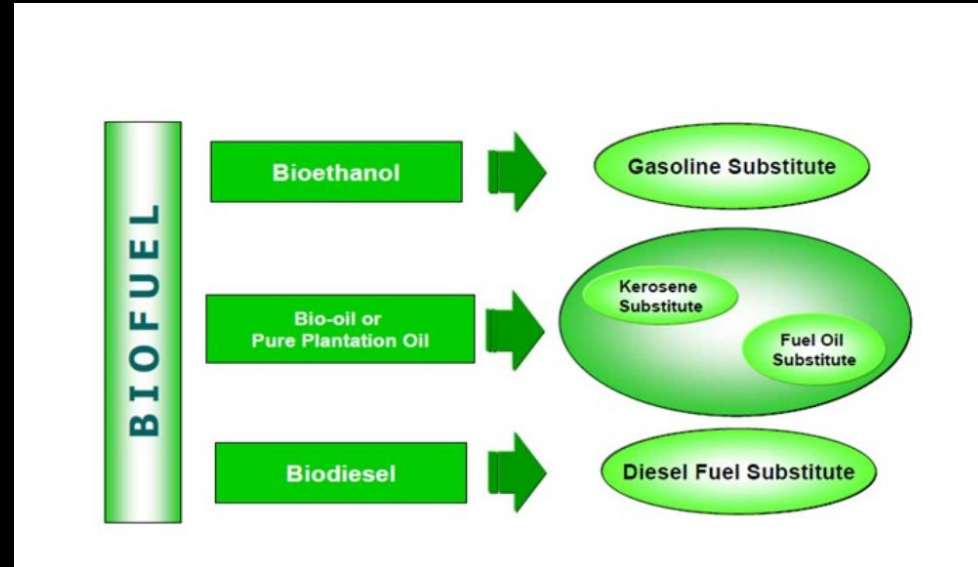
-- Πολλά βιοκαύσιμα παράγονται από φυτικές πηγές μέσω ζυμώσεων και επεξεργασιών όπου χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί

- Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται ουδέτερες ενεργειακές πηγές (θεωρητικά, όσο CO<sub>2</sub> απορροφάται από τα φυτά αποδίδεται με την καύση τους)

- Τα σημαντικότερα παραγόμενα βιοκαύσιμα είναι το βιοαέριο, η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ

- Φυσικά λιπαρά συστατικά (έλαια, εστέρες, λίπη) μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμα χωρίς ή με προκατεργασία

- Η χρήση βιοκαυσίμων βαίνει αυξανόμενη εξαιτίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση ορυκτών καυσίμων



## Ενεργειακά φυτά

Το βιοντίζελ μπορεί να παραχθεί από φυτικά έλαια και αποτελείται από εστέρες μακριάς αλυσίδας (οργανικά λιπαρά οξέα εστεροποιημένα με αλκοόλη). Μπορεί να αποτελέσει απευθείας καύσιμο μηχανών ή να αναμιχθεί σε διάφορες αναλογίες με συμβατικό ντίζελ

-- Τα έλαια για την παραγωγή βιοντίζελ προέρχονται από φοινικέλαιο, σογιέλαιο και έλαιο ελαιοκράμβης. Άλλα φυτά (αλλά και λίπη ζώων ή έλαια που απορρίπτονται) μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν.

- Η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*) έχει καλή απόδοση σε έλαιο και αποτελεί το κύριο ενεργειακό φυτό στην Ευρώπη.

- Η Ινδονησία είναι κύρια χώρα προέλευσης του φοινικέλαιου (*Elaeis guineensis*) όμως η καλλιέργειά του συνδέεται με πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα (αποψίλωση τροπικών δασών). Η ίδια χώρα αναμένεται να διπλασιάσει την παραγωγή φοινικέλαιου μέχρι το 2030.



Καλλιέργεια ελαιοκράμβης για παραγωγή κραμβέλαιου που θα μετατραπεί σε βιοκαύσιμο



Αποψίλωση τροπικού δάσους για καλλιέργεια ελαιοφοίνικα στο Βόρνεο



## Ενεργειακά φυτά

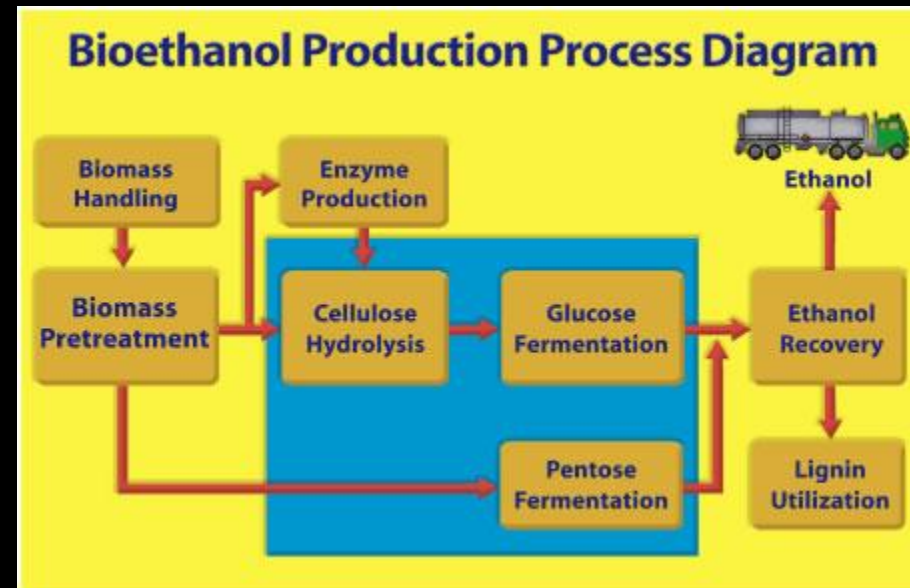
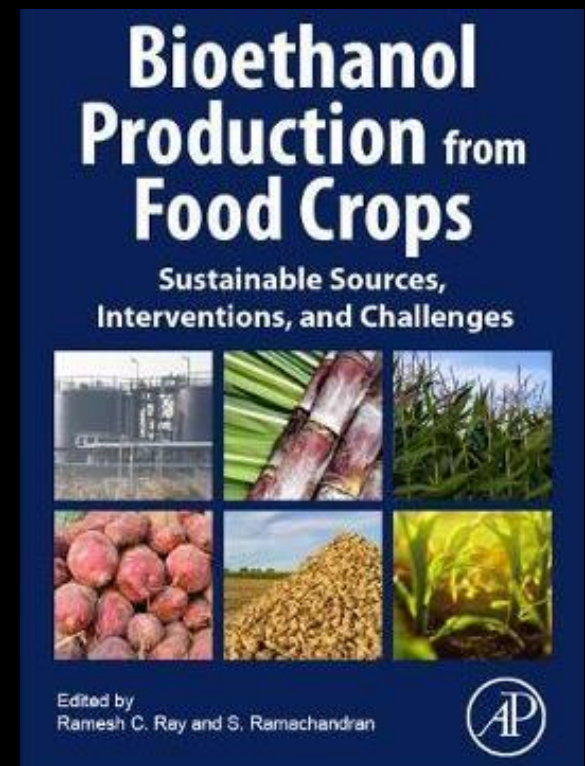
Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από διάφορα αγρωστώδη φυτά (είδη *Panicum* και *Miscanthus*) αλλά μπορεί να έχει διαφορετική προέλευση (π.χ. από καλαμπόκι). Εκτός από βιοαιθανόλη παράγεται επίσης βιοβουτανόλη.

-- Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει για καύση, συχνότερα όμως προστίθεται σε ορυκτά καύσιμα για να βελτιώσει ανεπιθύμητα αέρια καύσης.

- Η βιοαιθανόλη παράγεται με αρχικό υπόστρωμα άμυλο, σάκχαρα και κυτταρίνη. Παρεμφερής διαδικασία ακολουθείται για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών! Η ζύμωση ακολουθείται από απόσταξη και αν χρειάζεται περαιτέρω απομάκρυνση του νερού.

- Φυτά όπως σακχαροκάλαμο, πατάτες, κάνναβη κ.ά. μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν.

- Κύριες χώρες παραγωγής βιοαιθανόλης είναι οι ΗΠΑ και η Βραζιλία.



Στάδια στην παραγωγή βιοαιθανόλης