

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ-ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΦΥΤΑ – ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ



Εισηγητές: Βασίλειος Τζανακάκης & Φοιτητές ΕΛΜΕΠΑ





Ι. ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Απαραίτητα Θρεπτικά στοιχεία

- Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία κατηγοριοποιούνται σε μακρο-θρεπτικά και μικρο-θρεπτικά ανάλογα με την συγκέντρωσή τους στους φυτικούς ιστούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Στοιχεία που είναι Απαραίτητα για την Ανάπτυξη των Φυτών και οι Πηγές τους^α

Οι χημικές μορφές που συνήθως προσλαμβάνονται από τα φυτά δείχνονται σε παρένθεση, με το χημικό σύμβολο του στοιχείου να αναγράφεται με έντονη γραφή.

Μακροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μεγάλα ποσά (> 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)		Μικροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μικρά ποσά (< 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)
Κυρίως από τον αέρα και το νερό	Κυρίως από τα στερεά του εδάφους	Από τα στερεά του εδάφους
Άνθρακας (CO ₂)	Κατιόντα:	Κατιόντα:
Υδρογόνο (H ₂ O)	Ασβέστιο (Ca ²⁺)	Χαλκός (Cu ²⁺)
Οξυγόνο (O ₂ , H ₂ O)	Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	*Κοβάλτιο (Co ²⁺) ^β
	Άζωτο (NH ₄ ⁺)	Σίδηρος (Fe ²⁺)
	Κάλιο (K ⁺)	Μαγγάνιο (Mn ²⁺)
	Ανιόντα:	Νικέλιο (Ni ²⁺)
	Άζωτο (NO ₃ ⁻)	*Νάτριο (Na ⁺) ^β
	Φώσφορος (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻²)	Ψευδάργυρος (Zn ²⁺)
	Θείο (SO ₄ ⁻²)	Ανιόντα:
	*Πυρίτιο (H ₄ SiO ₄ , H ₃ SiO ₄ ⁻) ^β	Βόριο (H ₃ BO ₃ , H ₄ BO ₄ ⁻)
		Χλώριο (Cl ⁻)
		Μολυβδαίνιο (MoO ₄ ²⁻)

Θρεπτικά στοιχεία - Ορισμός

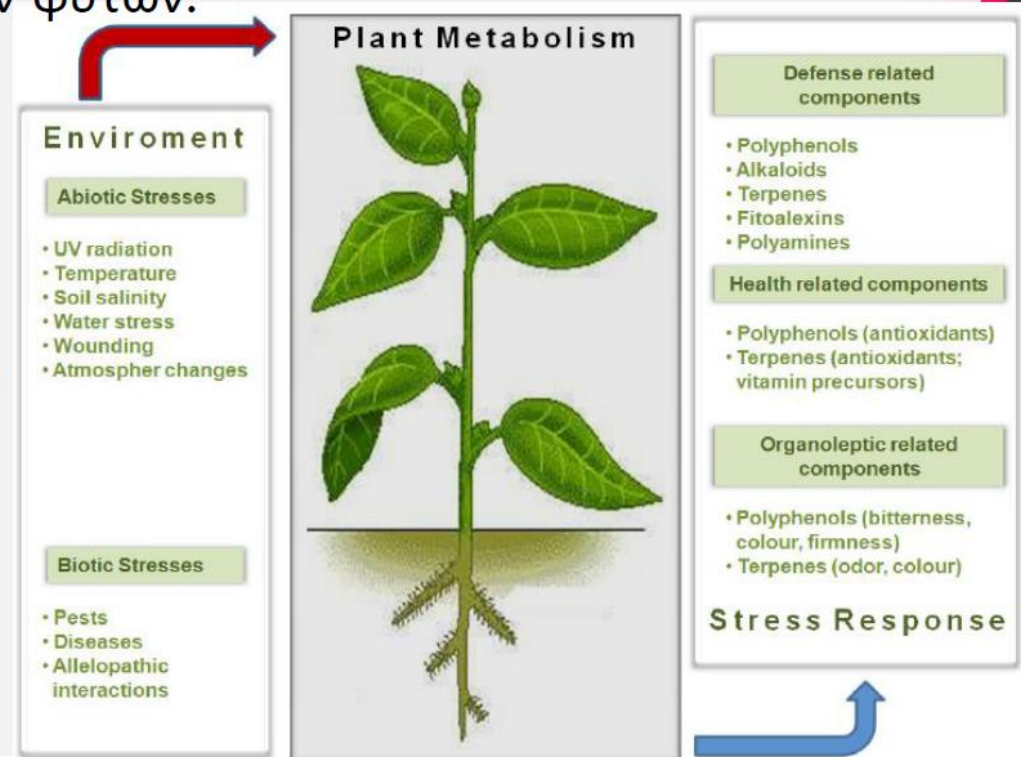


ΠΡΟΣΛΗΨΗ C, H, O

• **Θρεπτικά στοιχεία:** είναι τα ανόργανα στοιχεία που είναι απαραίτητες στο μεταβολισμό των φυτών.

• **Μεταβολισμός:** Ο μηχανισμός με τον οποίο τα θρεπτικά στοιχεία μετατρέπονται σε κυτταρικά συστατικά ή χρησιμοποιούνται για ενεργειακούς σκοπούς.

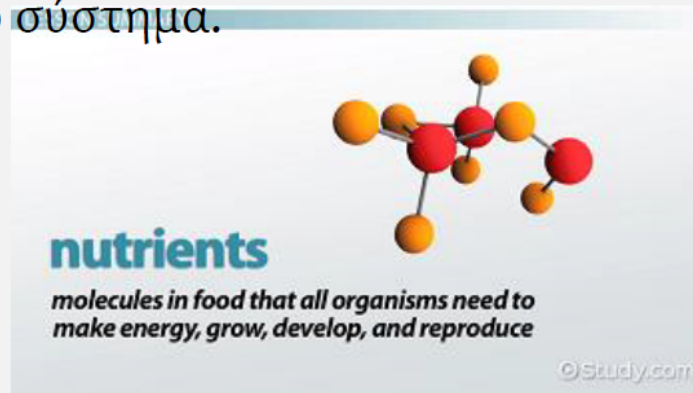
Dr. Μπιμπή Ανδρονίκη
Γεωπόνος -Φυσιολόγος



ΒΑΣΙΚΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

πρέπει να συνυπάρχουν τα παρακάτω κριτήρια:

1. Η τροφοπενία (έλλειψη) του στοιχείου να κάνει αδύνατη τη συνέχιση του βιολογικού κύκλου.
2. Η τροφοπενία του στοιχείου είναι χαρακτηριστική για κάθε στοιχείο.
3. Το θρεπτικό στοιχείο συνδέεται άμεσα με τη διατροφή του φυτού και να λαμβάνει μέρος ως συστατικό στον μεταβολισμό ή να απαιτείται για δράση στο ενζυμικό σύστημα.



Dr. Μπιμπή Ανδρονίκη
Γεωπόνος -Φυσιολόγος



Παράγοντες που επηρεάζουν τη θρέψη των φυτών I

Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών - ΘΡΕΨΗ;

Η ανάπτυξη και αύξηση του φυτού είναι συνάρτηση ενδογενών και εξωγενών

ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ:

1. **Γενετικές καταβολές του φυτού:** Ο γενετικός παράγοντας είναι καθορισμένος για ένα φυτό και καθορίζει τη δυναμικότητα του φυτού για το μέγιστο της απόδοσης σε ευνοϊκές συνθήκες του περιβάλλοντός του.

2. **Χημικοί παράγοντες,** που ελέγχουν την ανάπτυξη των φυτών. Οργανικές ουσίες (ενδογενείς ή εξωγενείς) οι οποίες δρουν σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και διεγείρουν, τροποποιούν ή παρεμποδίζουν μια βιοχημική ή φυσιολογική διεργασία του φυτού χωρίς να έχουν ενεργειακό, δομικό ή καταλυτικό ρόλο.

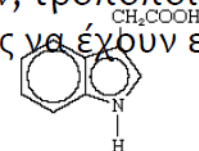
Αυξίνες (auxins),

Γιββερελλίνες (gibberellins),

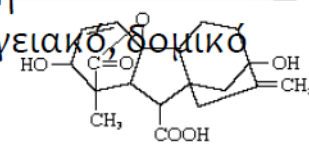
Κυτοκινίνες (cytokinines),

Αιθυλένιο (ethylene),

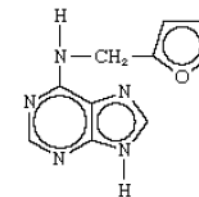
Αψισικό οξύ (abscisic acid)



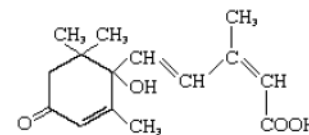
β -indolylacetic acid



gibberellic acid



kinetin (6-furfurylamino-purine)



abscisic acid

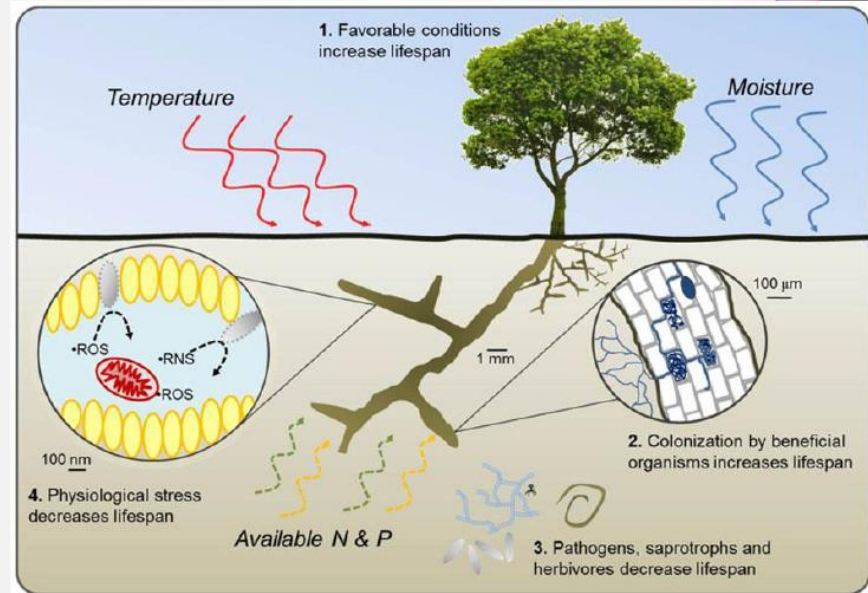
Dr. Μπιμπή Ανδρονίκη
Γεωπόνος -Φυσιολόγος



Εξωγενείς ή οικολογικοί παράγοντες

Οι οικολογικοί παράγοντες διαχωρίζονται σε :

- 1. Κλιματικοί παράγοντες**, όπως είναι το φως, η θερμοκρασία, η υγρασία της ατμόσφαιρας, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνια), Τα φυτά παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στην επίδραση της θερμοκρασίας. Για όλους τους οργανισμούς το νερό είναι απαραίτητο συστατικό της ζωής
- 2. Βιολογικοί παράγοντες**, όπως είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών, τα φυτικά και ζωικά παράσιτα, τα επιβλαβή έντομα, οι παθογόνοι για τα φυτά μύκητες και τα βακτήρια
- 3. Εδαφικοί παράγοντες:** Όπως είναι οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους , η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία



Dr. Μπιμπί Ανδρονίκη
Γεωπόνος -Φυσιολόγος



Παράγοντες που επηρεάζουν τη θρέψη των φυτών I



Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής-Κρίσιμη Συγκέντρωση-Ζώνες επάρκειας/αναπάρκειας/τοξικότητας

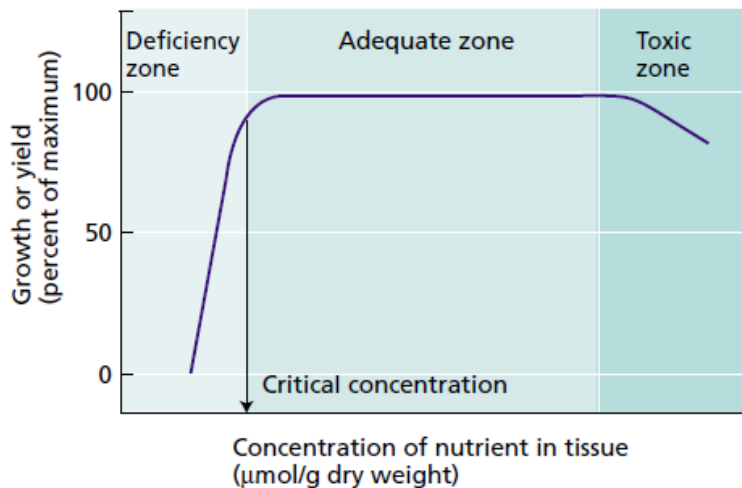


FIGURE 5.3 Relationship between yield (or growth) and the nutrient content of the plant tissue. The yield parameter may be expressed in terms of shoot dry weight or height. Three zones—deficiency, adequate, and toxic—are indicated on the graph. To yield data of this type, plants are grown under conditions in which the concentration of one essential nutrient is varied while all others are in adequate supply. The effect of varying the concentration of this nutrient during plant growth is reflected in the growth or yield. The critical concentration for that nutrient is the concentration below which yield or growth is reduced.

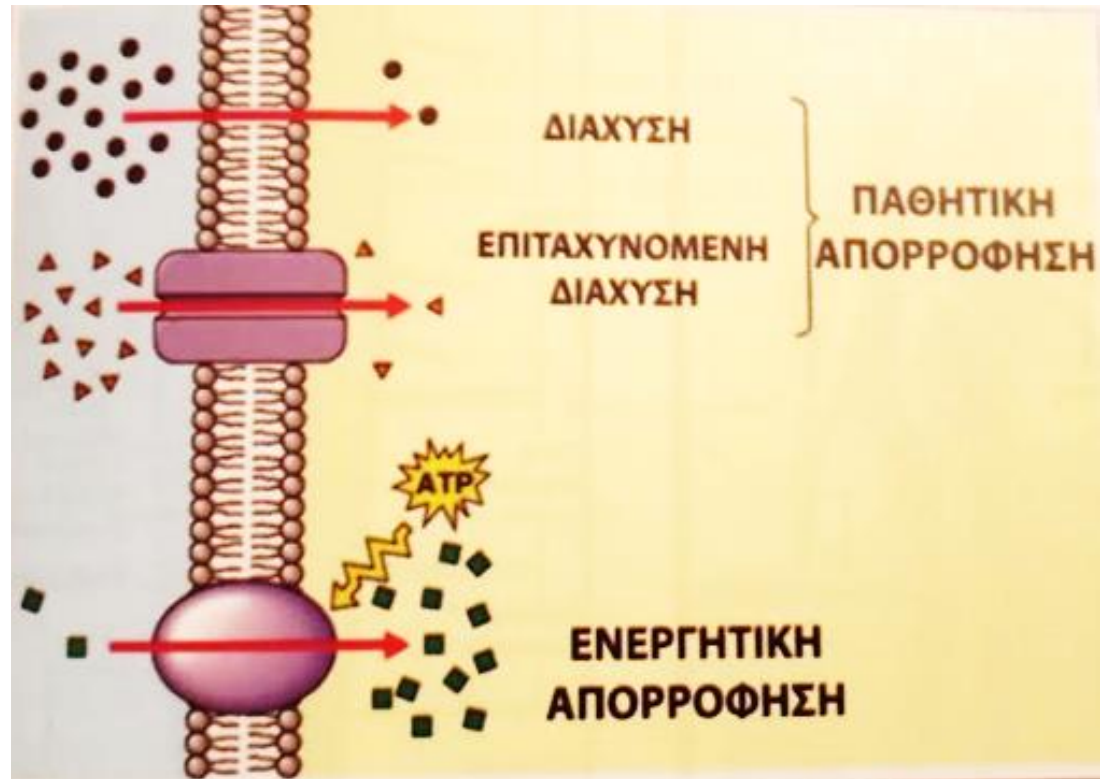
- «**Κρίσιμη συγκέντρωση**» στον φυτικό ιστό είναι εκείνη η συγκέντρωση κατά από την οποία η ανάπτυξη του φυτού-απόδοση περιορίζεται σημαντική.
- «**Άριστη συγκέντρωση**» είναι εκείνη η συγκέντρωση κατά από την οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση.
- Κάτω από την κρίσιμη συγκέντρωση δημιουργείται μία **ζώνη ανεπάρκειας** στην οποία η απόδοση μειώνεται σημαντικά
- Η **ζώνη επάρκειας** έπεται της κρίσιμης συγκέντρωσης και στην οποία η αύξηση της συγκέντρωσης ενός στοιχείου σχετίζεται με την μέγιστη απόδοση.
- Περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης του θρεπτικού στοιχείου στους φυτικούς ιστούς προκαλεί ελάττωση της απόδοσης πιθανότατα λόγω τοξικότητας από το θρεπτικό στοιχείο γιαυτό και ονομάζεται **ζώνη τοξικότητας**.



II. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ



-
- Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τις ρίζες



- Αποπλάστης (παθητική)
- Συμπλάστης (Ενεργητική)
- Casparian strip (Ενεργητική)

Radial εναπόθεσης
suberins

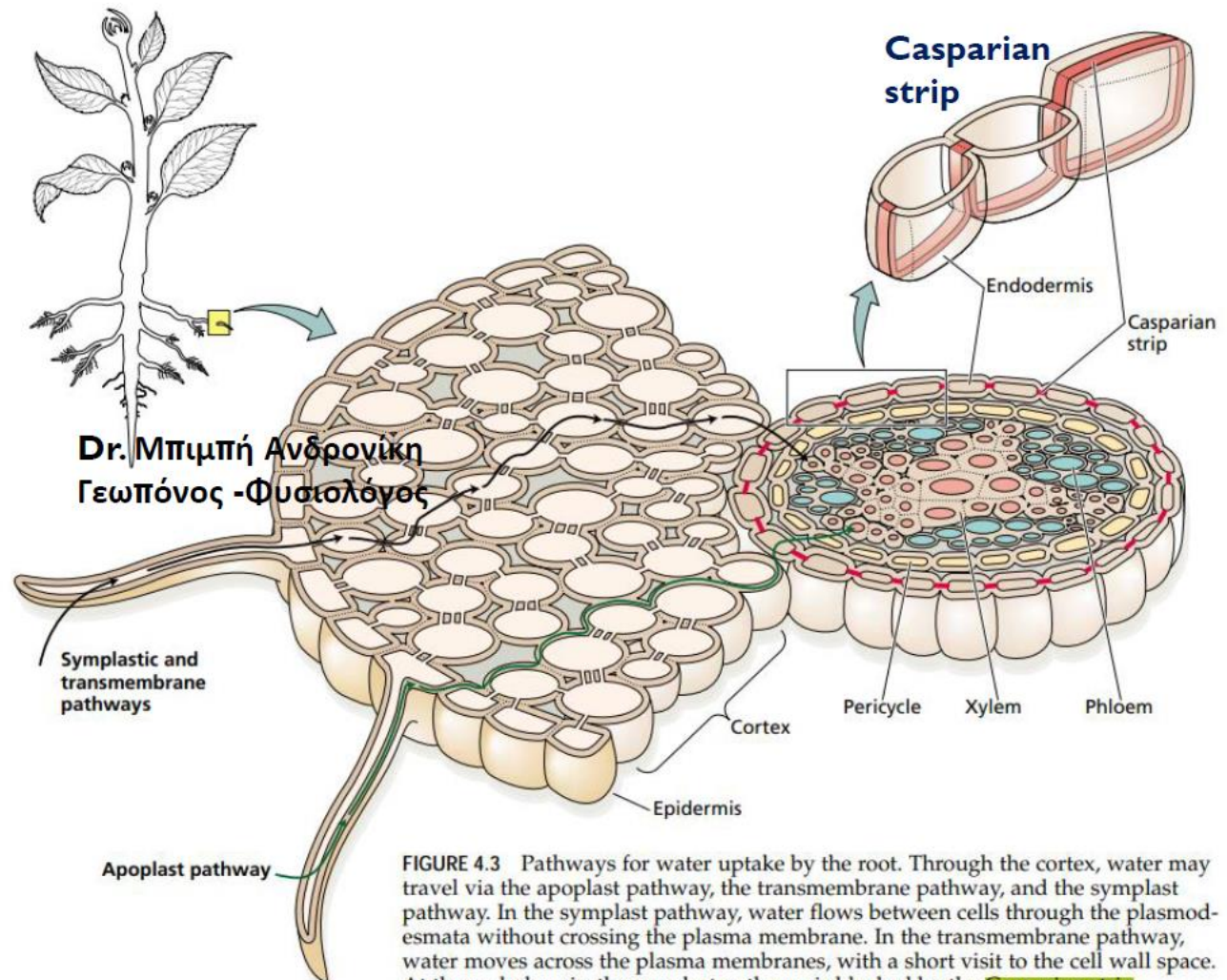


FIGURE 4.3 Pathways for water uptake by the root. Through the cortex, water may travel via the apoplast pathway, the transmembrane pathway, and the symplast pathway. In the symplast pathway, water flows between cells through the plasmodesmata without crossing the plasma membrane. In the transmembrane pathway, water moves across the plasma membranes, with a short visit to the cell wall space.

Η μετακίνηση του νερού (και θρεπτικών) από τη ρίζα στο υπέργειο μέρος του φυτού



Μετακίνηση νερού και θρεπτικών στοιχείων μεσα στο φυτό

Η πρόσληψη από τη ρίζα

- **Αποπλάστης** (κυτταρικό τοίχωμα) μέχρι τις λωρίδες Casparian strips.
- **Συμπλάστης** (κυτταρόπλασμα και πλασμοδέσματα)

Δρ. Μπριμπίη Ανδρονίκη
Γεωπόνος - Φυσιολόγος

α τριχίδια

Αποπλάστης

Ενδοδερμίδα

Ξύλωμα

Φλοιός

Ταινία Caspary

Περικύκλιο

Φλοιός

97 Βασικοί δρόμοι για τη μεταφορά του νερού (α) και των ανοργάνων ιόντων (β) από το έδαφος μέσω επιδερμίδας, φλοιού και τραχειωδών κυττάρων.

Plasmodesma

Cell wall

Cytoplasm

Vacuole

— Apoplastic pathway (through cell wall)

— Symplastic pathway (through cytoplasm)

Η μετακίνηση του νερού (και θρεπτικών) από τη ρίζα στο υπέργειο μέρος του φυτού



Διαπνοή και μεταφορά απαραίτητων ανόργανων

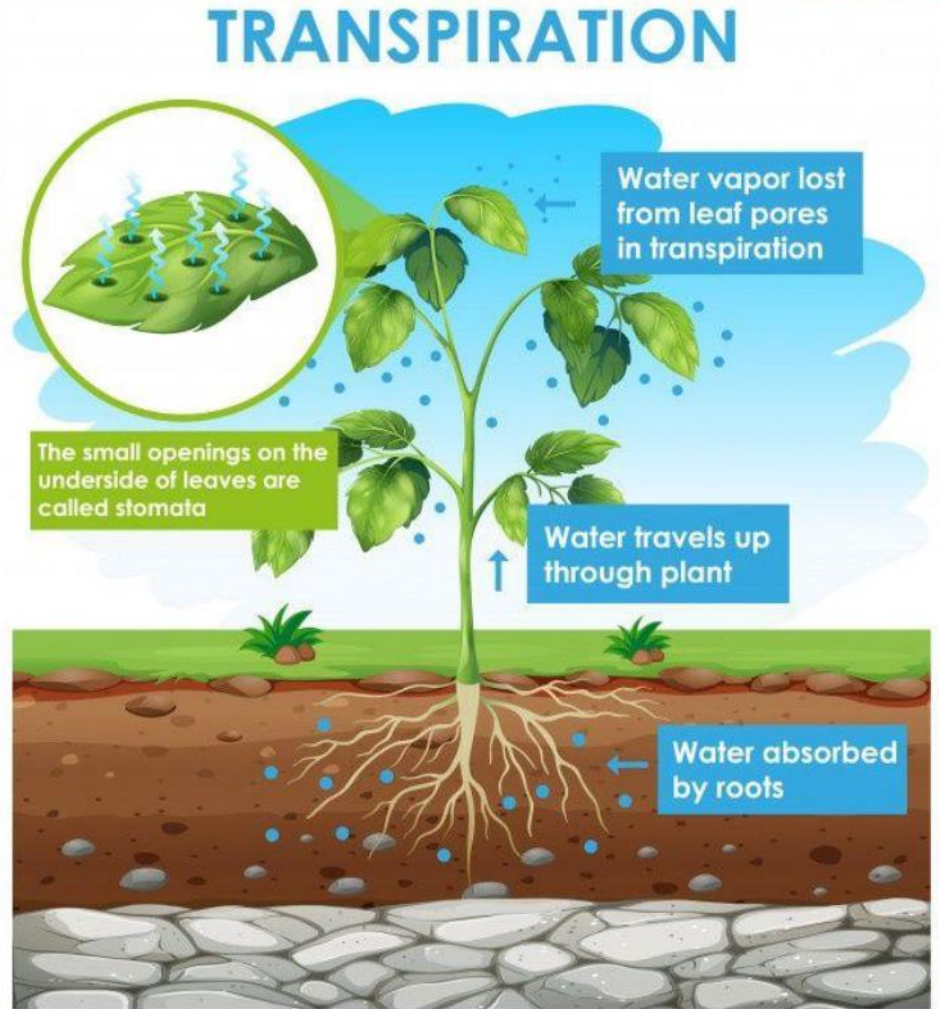
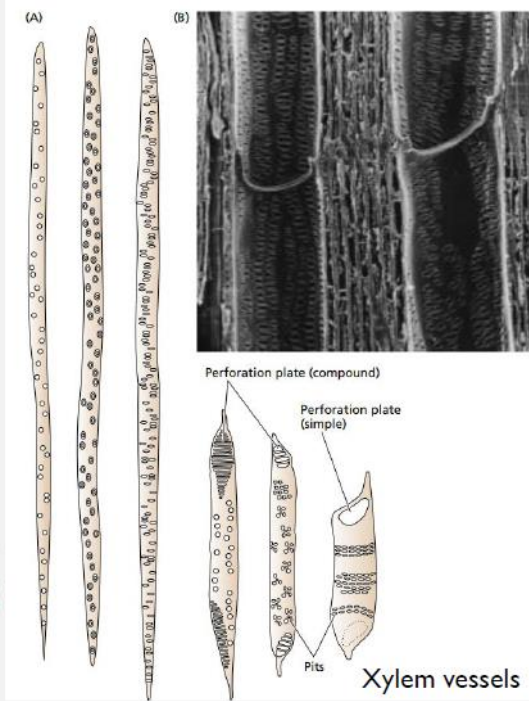
ΔΙΑΠΝΟΗ

Dr. Μπιμπή Ανδρονίκη
Γεωπόνος -Φυσιολόγος

Το 97-99% του νερού χάνεται από διαπνοή

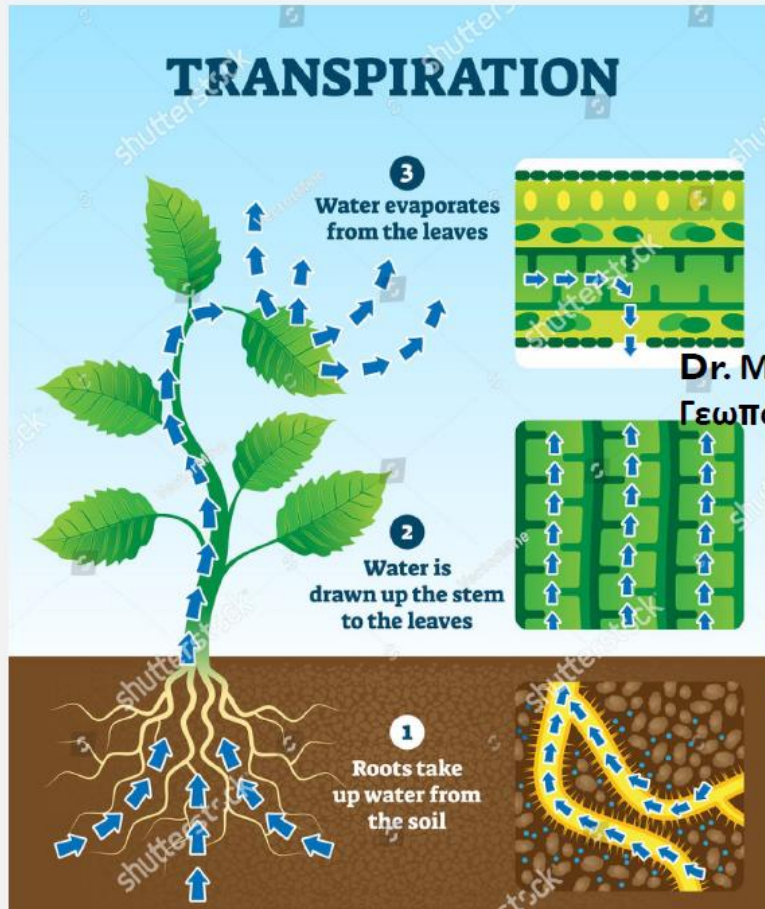
Όμως είναι απαραίτητο για το μεταβολισμό των φυτών

Η διαπνοή είναι ο κύριος τρόπος δροσισμού των φυτών

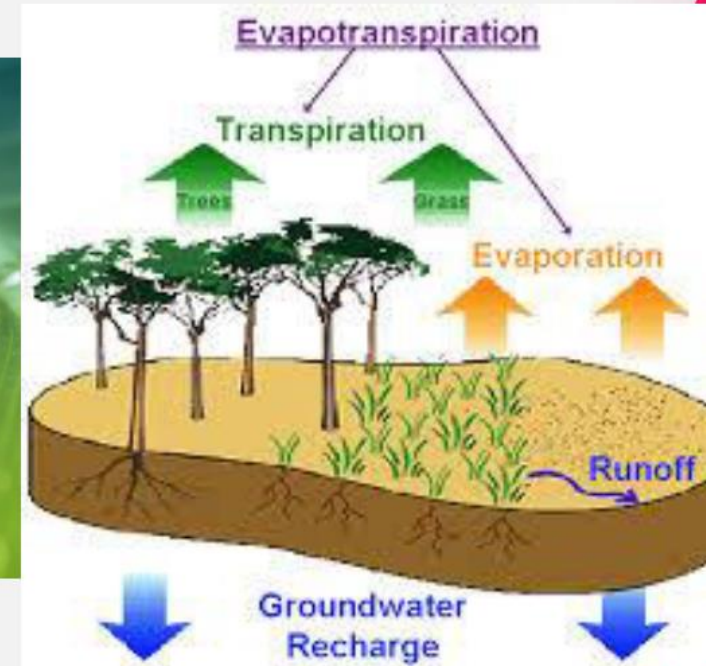


subsoil limited
The scaling from the soil environment to transporter-level c

ΔΙΑΠΝΟΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΗ (ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ)



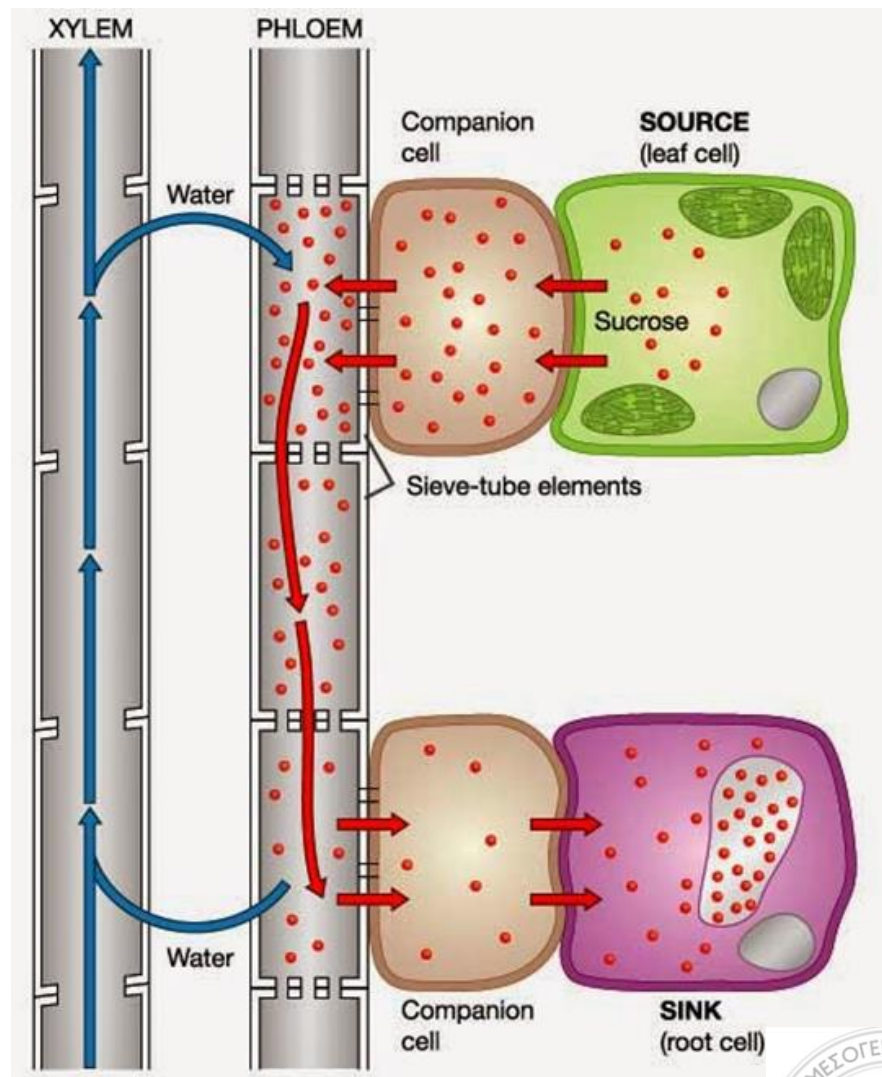
Dr. Μπιμπί Ανδρονίκη
Γεωπόνος - Φυσιολόγος



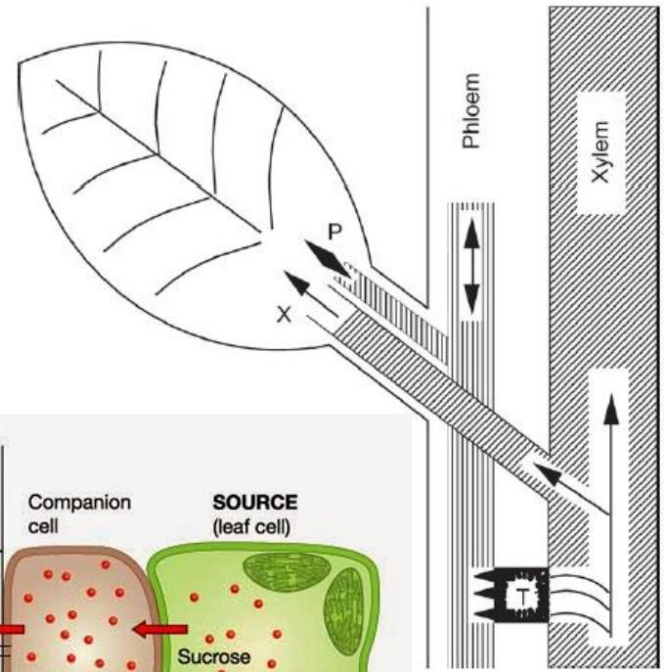
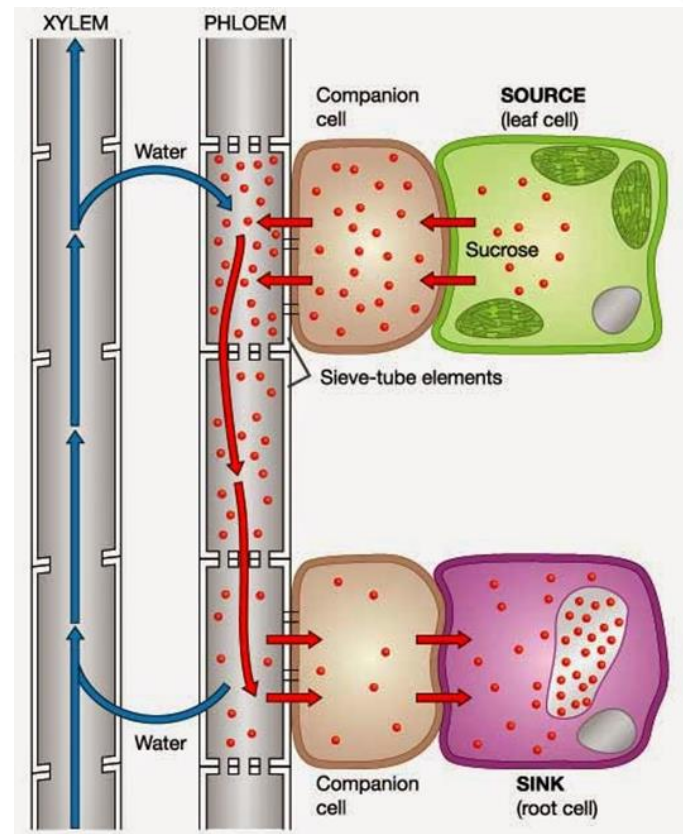
Διαπνοή και μεταφορά απαραίτητων ανόργανων
στοιχείων - Εξατμισοδιαπνοή

Μετακίνηση ιόντων μεταξύ ξύλου, ηθμού και κυττάρων των φύλλων

- Μεταφορά θρεπτικών στοιχείων (κ.α. όπως ορμονών οργανικού αζώτου, ζάχαρα) με το νερό στον ξυλώδη (νεκρά κύτταρα) ιστό
- Η μεταφορά στον ηθμό λαμβάνει χώρα σε ζωντανά κύτταρα.
- Διαμέσου του ηθμού μεταφέρονται οργανικές ενώσεις (π.χ. ζακχαρώση, αμινοξέα, οργανικά οξέα, RNA κ.α.) και οι κύριοι διαλύτες στο χυμό του φλοιώματος προς τα υπόλοιπα μέρη του φυτού και τη ρίζα.
- Μεταφέρονται και ανακυκλοφορούνται θρεπτικά στοιχεία.

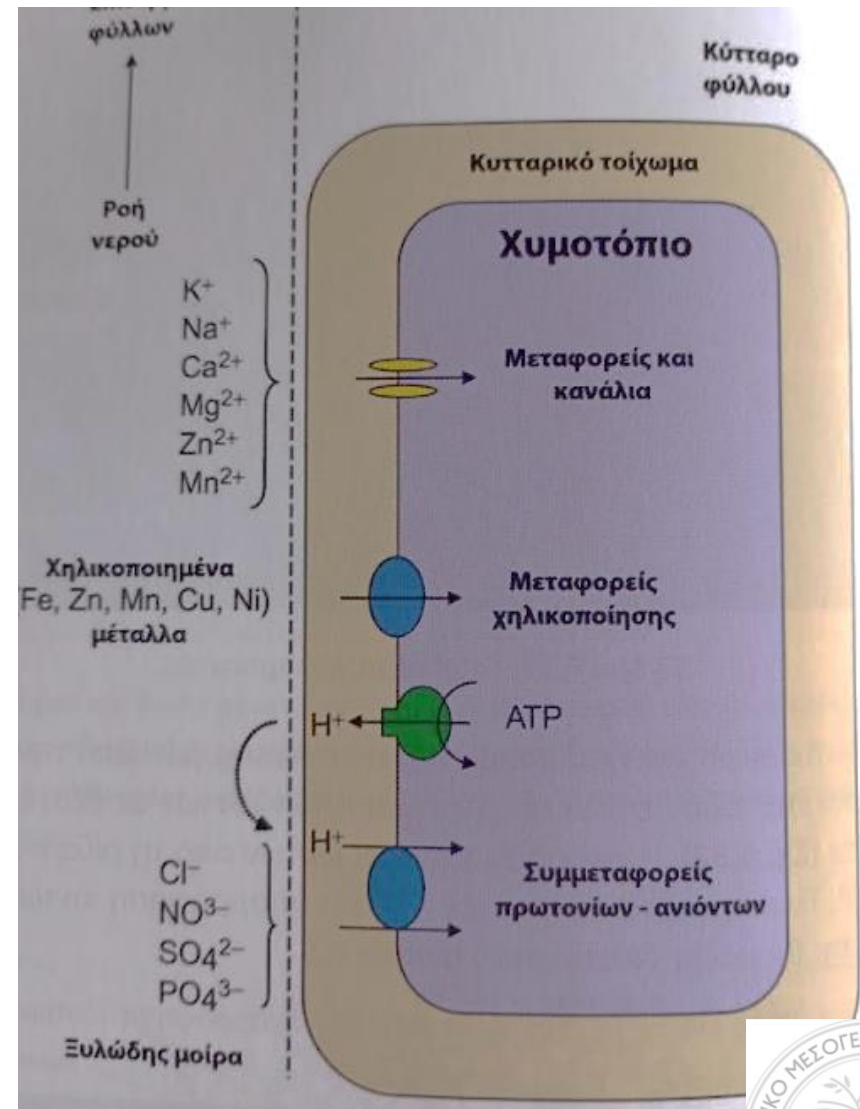


- Ο ηθμός (φλοιός) και το ξύλο δεν είναι δύο απομονωμένοι σωλήνες, αλλά λειτουργούν ως ένα ενιαίο κυκλοφορικό σύστημα.
- Η επικοινωνία τους είναι συνεχής
- Μεταφέρεται νερό λόγω ώσμωσης
- Μεταφέρονται θρεπτικά στοιχεία, ορμόνες, αμινοξέα κ.α.
- Στα περισσότερα φυτά, ανάμεσα στο ξύλο και τον ηθμό υπάρχει μια λεπτή στρώση κυττάρων που ονομάζεται κάμβιο.
- Επιτρέπει τη διάχυση ουσιών μεταξύ των δύο ιστών και λειτουργεί ως φίλτρο και ρυθμιστής για το ποια στοιχεία θα περάσουν από το ένα σύστημα στο άλλο.



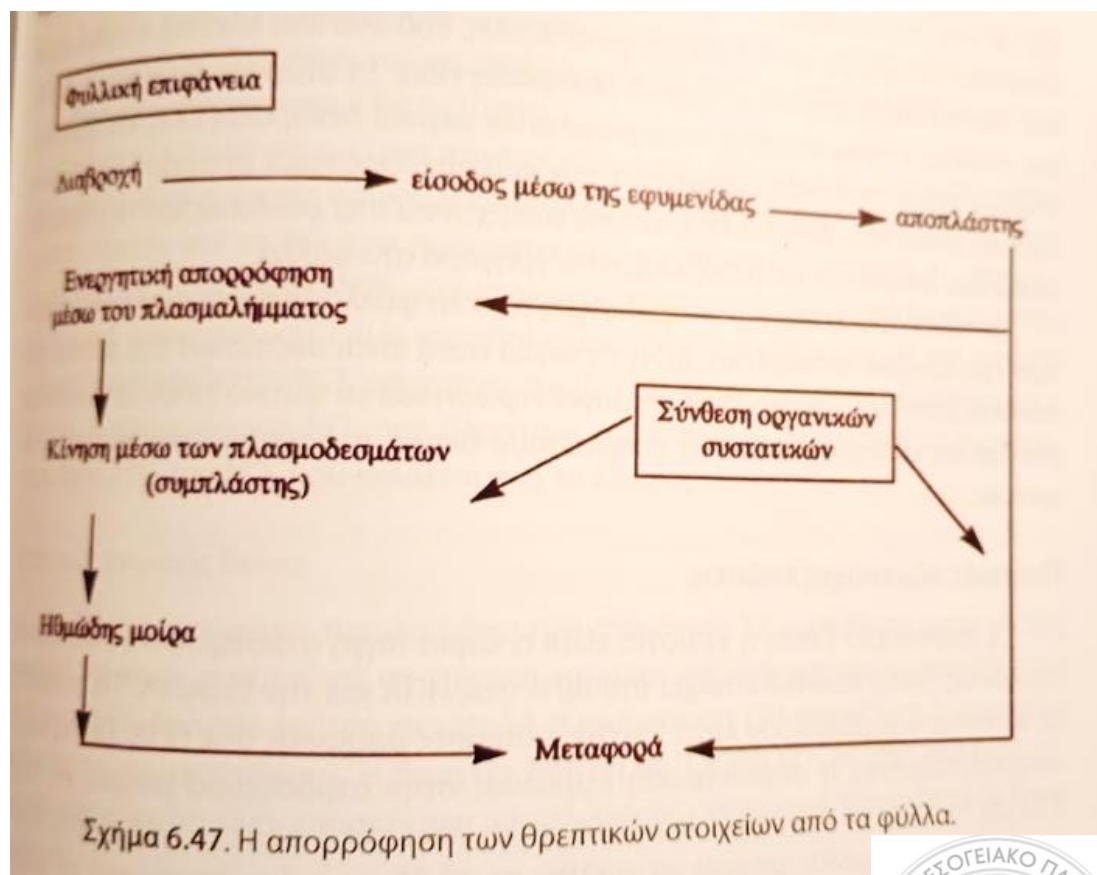
Μετακίνηση ιόντων από τα αγγεία στα κύτταρα των φύλλων

- Το νερό μεταφέρεται στις κεντρικές νευρώσεις, προς τα σημεία ταχείας εξάτμισης (περιθώριο ή συμπλαστικά στα στόματα)
- Η απομάκρυνση του νερού στο περιθώριο μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις διαλυτών και νεκρώσεις.
- Τα θειικά, φωσφορικά, αμμωνιακά και νιτρικά ιόντα αφαιρούνται από συγκεκριμένους μεταφορείς (transporters)



Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τα φύλλα

1. Αρχικά συμβαίνει παθητική πρόσληψη μέσω στοματίων, τριχιδίων και εφυμενίδας.
2. Στη συνέχεια μεταφέρονται μέσω του αποπλάστη.
3. Πρόσληψη ενεργητικά μέσω του πλασμαλήματος με σύστημα φορέων (carriers)
4. Ακολουθεί κίνηση στο συμπλάστη (πλασμοδέματα) και είσοδο
5. Στην ηθμόδη μοίρα.



Κινητικότητα Θρεπτικών στοιχείων

Σύμβολο	Ανόργανο στοιχείο	Μορφή απορρόφησης	Κινητικότητα
N	Άζωτο (Nitrogen)	NO_3^- , NH_4^+	Πολύ ευκίνητο
P	Φώσφορος (Phosphorous)	$\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$, HPO_4^{2-}	Ευκίνητο
K	Κάλιο (Potassium)	K^{+2}	Ευκίνητο
Mg	Μαγνήσιο (Magnesium)	Mg^{+2}	Ευκίνητο
S	Θείο (Sulfur) Dr. Μπιμπή Ανδρονίκη	SO_4^{-2}	Ευκίνητο
Mo	Μολυβδαίνιο (Molybdenum) Γεωπόνος - Φυσιολόγος	MoO_4^{-2}	Ευκίνητο
Cu	Χαλκός (Copper)	Cu^{+2}	Δυσκίνητο (λίγο)
Zn	Ψευδάργυρος (Zink)	Zn^{+2}	Δυσκίνητο
B	Βόριο (Boron)	H_3BO_3	Δυσκίνητο
Ca	Ασβέστιο (Calcium)	Ca^{+2}	Δυσκίνητο
Fe	Σιδηρος (Iron)	Fe^{+2} , Fe^{+3}	Δυσκίνητο
Mn	Μαγνήσιο (Manganese)	Mn^{+2}	Δυσκίνητο
Cl	Χλώριο (Chlorine)	Cl^{-1}	Δυσκίνητο



Κινητικότητα θρεπτικών στοιχείων



ΥΨΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΧΑΜΗΛΗ
N	Fe	Ca
P	Zn	Mn
K	Cu	
Mg	Mo	
S	S	
B	B	B
Cl		



III. ΦΥΛΛΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ (ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ & ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΕΣ)



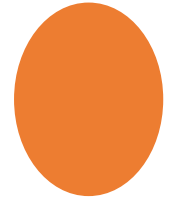
Τροφοπενία & τοξικότητα!!

- Η τροφοπενία αφορά στην **έλλειψη ενός ή περισσότερων θρεπτικών στοιχείων** στους φυτικούς ιστούς
- Οφείλεται κυρίως στην **ανεπαρκή τροφοδοσία** των φυτικών ιστών λόγω ενδογενών (γενετικοί παράγοντες-ασθένειες) ή εξωγενών παραγόντων (διαθεσιμότητα στοιχείου στο έδαφος, περιβαλλοντικές συνθήκες κ.α.) παρουσία εχθρών
- Η τροφοπενία μπορεί να οδηγήσει σε συγκεκριμένα **συμπτώματα** στους φυτικούς ιστούς.
- Η τοξικότητα αφορά στην συσσώρευση στοιχείων στους φυτικούς ιστούς πέραν του ανεκτού ορίου



Κατηγορίες συμπτωμάτων

- **1)Χλώρωση φύλλων**
 - καθολική
 - μεσονεύρια
- **2)Νέκρωση φύλλων ή τμημάτων του ελάσματος**
 - κορυφαία ή πλευρική νέκρωση
 - μεσονεύρια
- **3)Ανωμαλίες στην ανάπτυξη**
 - επιβράδυνση ή παύση ανάπτυξης
 - ακανόνιστη ή ιδιαίτερη ανάπτυξη φύλλων ή βλαστών
 - νέκρωση ακραίου ή/και πλάγιων οφθαλμών
 - όψη ροζέτας
 - νανισμός, μικροφυλλία, μικροκαρπία
 - φυλλόπτωση
- **4)Μεταχρωματισμοί**
 - συσώρευση ανθοκυανινών
 - συσώρευση άλλων χρωστικών (μπρούτζινης ή μελανής απόχρωσης)





Ο κίτρινος ιστός σημαίνει έλλειψη χλωροφύλλης, της ουσίας που δίνει το πράσινο χρώμα και είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση. Περιορισμός ή διακοπή της φωτοσύνθεσης

Χλώρωση φύλλων

- Καθολική ή
- Μεσονεύρια



Νέκρωση φύλλων ή τμημάτων του ελάσματος

- Κορυφαία ή πλευρική νέκρωση
- Μεσονεύρια ή κηλίδες

Οι νεκρώσεις μπορεί να προκαλούνται διαδοχικά από αυξημένο οξειδωτικό στρες και παραγωγή ROS, απώλεια της ακεραιότητας της μεμβράνης, κυτταρική λύση και αυτοπεψία και φωτοοξείδωση.





Ανωμαλίες στην ανάπτυξη

- Επιβράδυνση ή παύση ανάπτυξης
- Ακανόνιστη ή ιδιαίτερη ανάπτυξη φύλλων ή βλαστών
- Νέκρωση ακραίου ή/και πλάγιων οφθαλμών
- Όψη ροζέτας (δυσμορφία όπου τα φύλλα αναπτύσσονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο)
- Νανισμός, μικροφυλλία, μικροκαρπία
- Φυλλόπτωσηση



Βασίζεται κυρίως στη διακοπή της κυτταρικής διαίρεσης και του ορμονικού ελέγχου



Μεταχρωματισμοί

- Συσσώρευση ανθοκυανινών ως αντίδραση σε διάφορα στρες
- Συσσώρευση άλλων χρωστικών (μπρούτζινης ή μελανής απόχρωσης) λόγω συσσώρευσης τοξικών ουσιών, την οξείδωση των ιστών, η παρουσία εχθρών
- Έντονο πράσινο χρώμα

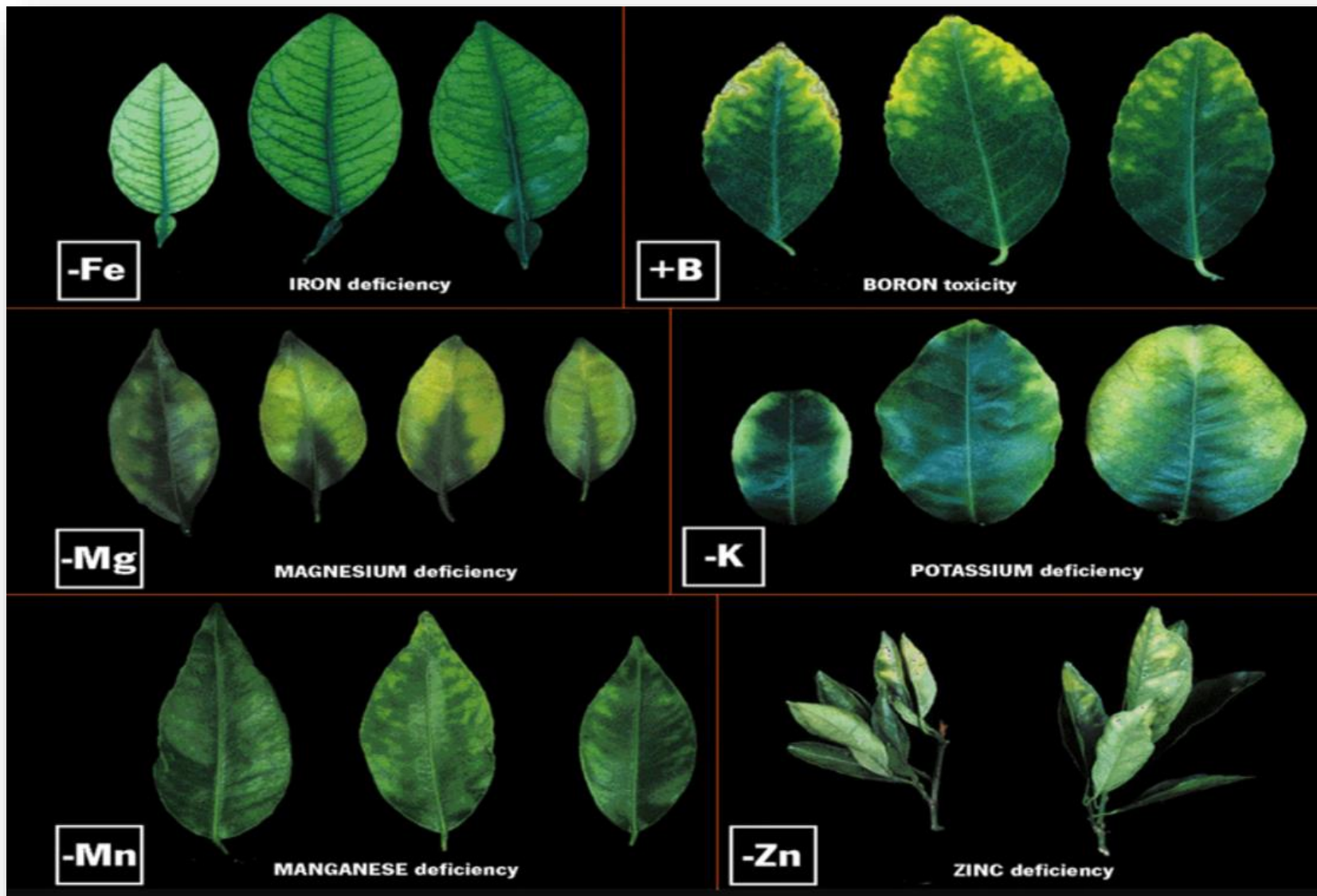


Αναγνώριση τροφοπενίας

	ώριμα	νεαρά φύλλα
ομοιόμορφη χλώρωση	N	Fe, S*, Cu*, ***
μεσονεύρια χλώρωση	Mg	Zn, Mn**, Fe**, Cu***
κορυφαίες ή περιφερειακές ξηράνσεις	K	Ca, Cu***, B
μεσονεύριες ξηράνσεις	Mg	Mn
παραμορφώσεις	-	Mo, Ca, B
ερυθροί μεταχρωματισμοί	P	-
μικροφυλλία και φυλλόπτωση	-	Zn

- *: αν τα συμπτώματα εντοπίζονται αυστηρά στα νεαρά φύλλα: Cu / αν είναι διάχυτα: S
 **: αν το δίκτυο των νευρώσεων είναι ιδιαίτερα εμφανές: Fe / αν δεν είναι ιδιαίτερα: Mn
 ***: αν υπάρχουν ξηράνσεις και παραμορφώσεις (π.χ. συστροφές): Cu

Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής- Κρίσιμη Συγκέντρωση-Ζώνες επάρκειας/αναπάρκειας/τοξικότητας





Η διατροφική και η βιοτική καταπόνηση

- Η **διατροφική καταπόνηση** αφορά σε τροφοπενίες/τοξικότητες
- Η **βιοτική καταπόνηση** αφορά σε προσβολές από μύκητες, βακτήρια, ιούς ή έντομα)
- Απαιτείται η **σωστή διάγνωση** στο χωράφι ή τον κήπο.

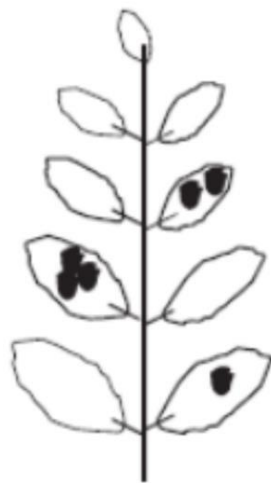
Συγκριτικός Πίνακας Διάκρισης

Χαρακτηριστικό	Διατροφική Καταπόνηση (Τροφοπενία)	Βιοτική Καταπόνηση (Παθογόνα/ Έντομα)
Συμμετρία	Τα συμπτώματα είναι συνήθως συμμετρικά (ίδια και στις δύο πλευρές του κεντρικού νεύρου).	Τα συμπτώματα είναι ασύμμετρα και τυχαία κατανεμημένα στο έλασμα.
Εξάπλωση	Εμφανίζεται ταυτόχρονα σε πολλά φυτά της ίδιας καλλιέργειας.	Ξεκινά από μεμονωμένες εστίες (κηλίδες) και εξαπλώνεται σταδιακά στα γύρω φυτά.
Ηλικία Φύλλων	Εστιάζει σε συγκεκριμένη ηλικία (π.χ. μόνο στα παλιά ή μόνο στα νέα φύλλα).	Μπορεί να προσβάλει οποιοδήποτε φύλλο , ανεξάρτητα από την ηλικία του.
Οριοθέτηση	Συχνά ακολουθεί τα νεύρα (μεσονεύρια χλώρωση) με καθαρά όρια .	Συχνά εμφανίζει κίτρινο δακτύλιο (άλω) γύρω από νεκρωτικές κηλίδες ή "υδατώδη" εμφάνιση.
Εμφανή Σημάδια	Δεν υπάρχουν εξωτερικά στοιχεία (μόνο αλλαγή χρώματος/ σχήματος).	Ύπαρξη ιστών, σπορίων (μούχλας), κολλώδους ουσίας ή τρυπών από δαγκώματα.

Η διατροφική και η βιοτική καταπόνηση

- Η **διατροφική καταπόνηση** αφορά σε τροφοπενίες/τοξικότητες
- Η **βιοτική καταπόνηση** αφορά σε προσβολές από μύκητες, βακτήρια, ιούς ή έντομα)
- Απαιτείται η **σωστή διάγνωση** στο χωράφι ή τον κήπο.

A) Σε επίπεδο κόμης



φύλλα όμοιας ηλικίας και θέσης στην κόμη επηρεάζονται όμοια

τα φύλλα εμφανίζουν σποραδικά συμπτώματα ανεξαρτήτως θέσης και ηλικίας

διατροφική καταπόνηση

βιοτική καταπόνηση

B) Σε επίπεδο φυτείας



ομοιόμορφη χλώρωση



τα χλωρωτικά φυτά εμφανίζονται σε ακανόνιστες θέσεις



χλώρωση εξαρτώμενη από την τοπογραφία



τα χλωρωτικά φυτά εμφανίζονται σε ακανόνιστες θέσεις

χλώρωση εξαρτώμενη από την κλίση του αγρού

διατροφική καταπόνηση

βιοτική καταπόνηση

TABLE 11.5 Nutrient concentrations in the adequate range of some annual and perennial species

	Concentrations									
	(g kg ⁻¹ dw)					(mg kg ⁻¹ dw)				
	N	P	K	Ca	Mg	B	Mo	Mn	Zn	Cu
Spring wheat (whole shoot, booting stage)	30-45	3.0-5	29-38	4-10	1.5-3	5-10	0.1-0.3	30-100	20-70	5-10
Ryegrass (whole shoot)	30-42	3.5-5	25-35	6-12	2-5	6-12	0.15-0.5	40-100	20-50	6-12
Sugar beet (mature leaf)	40-60	3.5-6	35-60	7-20	3-7	40-100	0.25-1.0	35-100	20-80	7-15
Cotton (mature leaf)	36-47	3-5	17-35	6-15	3.5-8	20-80	0.6-2.0	35-100	25-80	8-20
Tomato (mature leaf)	40-55	4-6.5	30-60	3-4	3.5-8	40-80	0.3-1.0	40-100	30-80	6-12
Alfalfa (upper shoot)	35-50	3-6	25-38	1-2.5	3-8	35-80	0.5-2.0	30-100	25-70	6-15
Apple (mature leaf)	22-28	1.8-3	11-15	13-22	2-3.5	30-50	0.1-0.3	35-100	20-50	5-12
Orange (<i>Citrus</i> spp.) (mature leaf)	24-35	1.5-3	12-20	30-70	2.5-7	30-70	0.2-0.5	25-125	25-60	6-15
Norway spruce (1-2-year-old needles)	14-17	1.3-2.5	5-12	3.5-8	1-2.5	15-50	0.04-0.2	50-500	15-60	4-10
Oak, Beech (mature leaves)	19-30	1.5-3	10-15	3-5	1.5-3	15-40	0.05-0.2	35-100	15-50	6-12

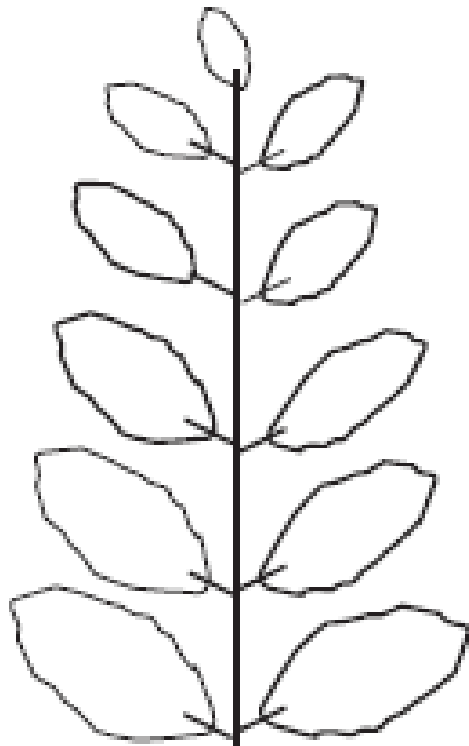
Based on Bergmann (1992).

Όρια επάρκειας των θρεπτικών στοιχείων ανά καλλιέργεια

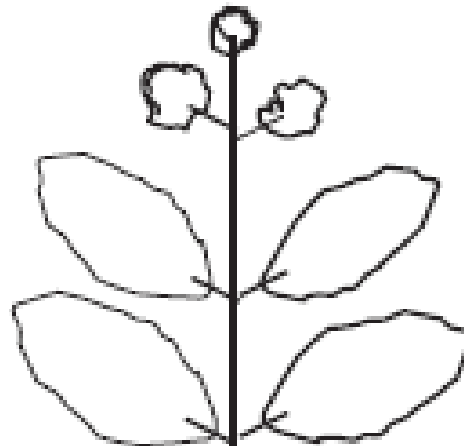


Η συνεχής ή διακοπτόμενη διατροφική καταπόνηση

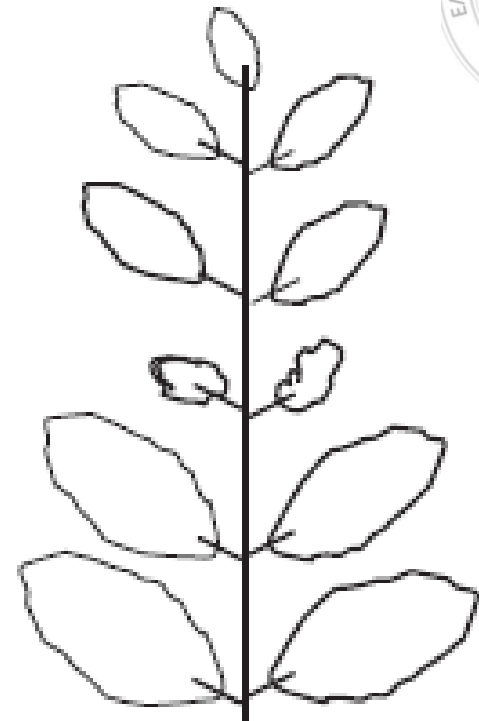
Η εναλλαγή μεταξύ υγιών και μη φύλλων στη χρονική διαδοχή της έκπτυξής τους σχετίζεται με συνεχείς ή διακοπτόμενες τροφοπενίες



(A) Control



(B) Continuous deficiency



(C) Transient deficiency with following regrowth



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1140300/24>



<https://blog.bluelab.com/how-to-identify-and-treat-nitrogen-deficiency-in-plants>



https://agriculturistmua.com/function-and-deficiency-symptoms-of-nitrogen/?utm_content=cmp-true



Η τροφοπενία αζώτου



<https://www.novagreen.gr/oi-kyriotes-trofopenies-esperidoeidon-agravia-2/>

<https://www.afentoulis-geo.gr/page/6/13/%CE%A3%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%AD%CF%82-%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%AF%CE%B5%CF%82>

Η τροφοπενία φωσφόρου στα κηπευτικά



Ανεπάρκεια φωσφόρου σε πιπεριά, <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/sweet-pepper/nutrient-deficiencies-pepper/phosphorus-deficiency-pepper/>



Ανεπάρκεια φωσφόρου σε φύλλα φυτού πατάτας, <https://>



Ανεπάρκεια φωσφόρου σε ντομάτα (Erstein and Bloom 2004)



Τα συμπτώματα ανεπάρκειας ΚΑΛΙΟΥ



Ντομάτα



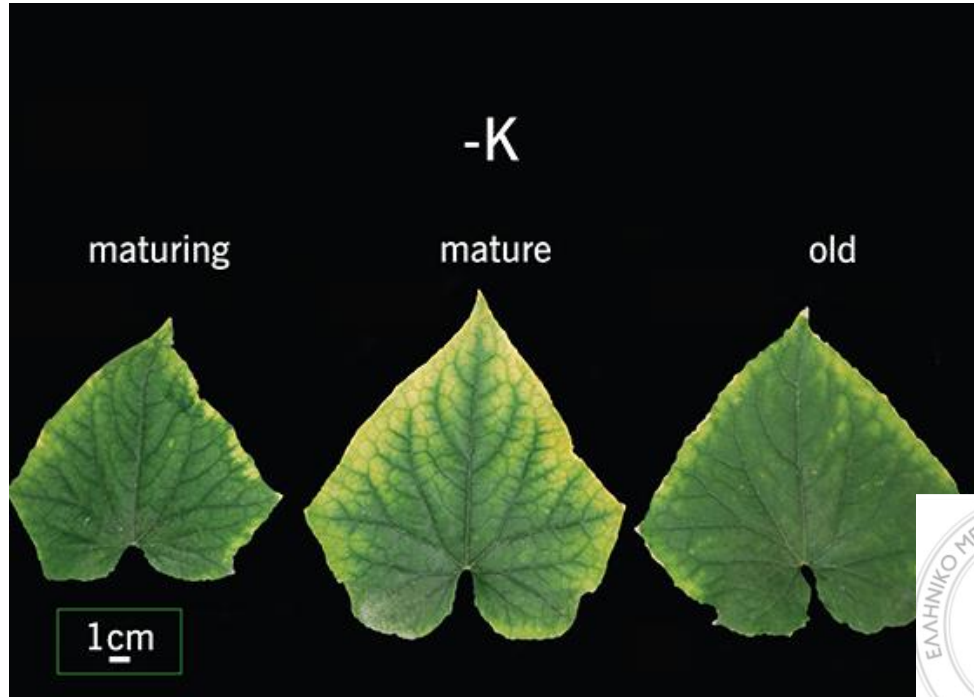
Φασόλι



Αμπέλι



Καλαμπόκι



Αγγούρι

https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_deficiency_%28plants%29

<https://www.powerag.com/wp-content/uploads/2018/09/cucurbits-def-potassium.png>



Η τροφοπενία σιδήρου



https://www.trifectanatural.com/wp-content/uploads/2020/11/iron_deficiency_tomatoes.jpg



<https://iclgrowingsolutions.com/agriculture/categories/iron-deficiency-in-crops/>



<http://www.grassmarket.gr/%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%81%CE%BF%CF%85-%CE%AD%CE%BB%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%88%CE%B7-%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%AD%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BB%CE%B9%CF%80%CE%AC%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B9-%CE%B5%CF%83%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%BD%CE%B4%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE-%CE%B3%CE%B1%CF%81%CE%B4%CE%AD%CE%BD%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82>



<https://iclgrowingsolutions.com/agriculture/categories/iron-deficiency-in-crops/>

Η τροφοπενία Μαγγανίου



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1140501/38>



<https://cropprotectionnetwork.org/encyclopedia/manganese-mn-deficiency-of-soybean>



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1120400/394>



<https://www.haifa-group.com/el/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-%CE%B8%CF%81%CE%AD%CF%88%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%8E%CE%BD>

Η τροφοπενία Βορίου



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1051902/211>



<https://www.haifa-group.com/el/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-%CE%B8%CF%81%CE%AD%CF%88%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%8E%CE%BD>



<https://www.pomology.gr/2020/08/Trofopenia-elleipsi-kai-toxikotita-yperparakeia-perisseia-boroy-B-sta-fyta-Anorgani-threpsi-kai-lipansi-karpoforon-dentron-Dendrokomia.html>



<https://giorgoskatsadonis.blogspot.com/2018/05/t.html>

Τα συμπτώματα ανεπάρκειας ΒΟΡΙΟΥ στην Ελιά



<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansh-elias/336/154/>
<https://www.ypaithros.gr/othologiki-lipansi-kalliergeia-elias/>
<https://plantpro.gr/post/626>

Η τροφοπενία Χαλκού



<https://blog.farmacon.gr/katigories/tekniki-arthrografia/fytoprostasia/item/1877-giati-einai-aparaititos-o-xalkos-stis-kalliergeies-mas>

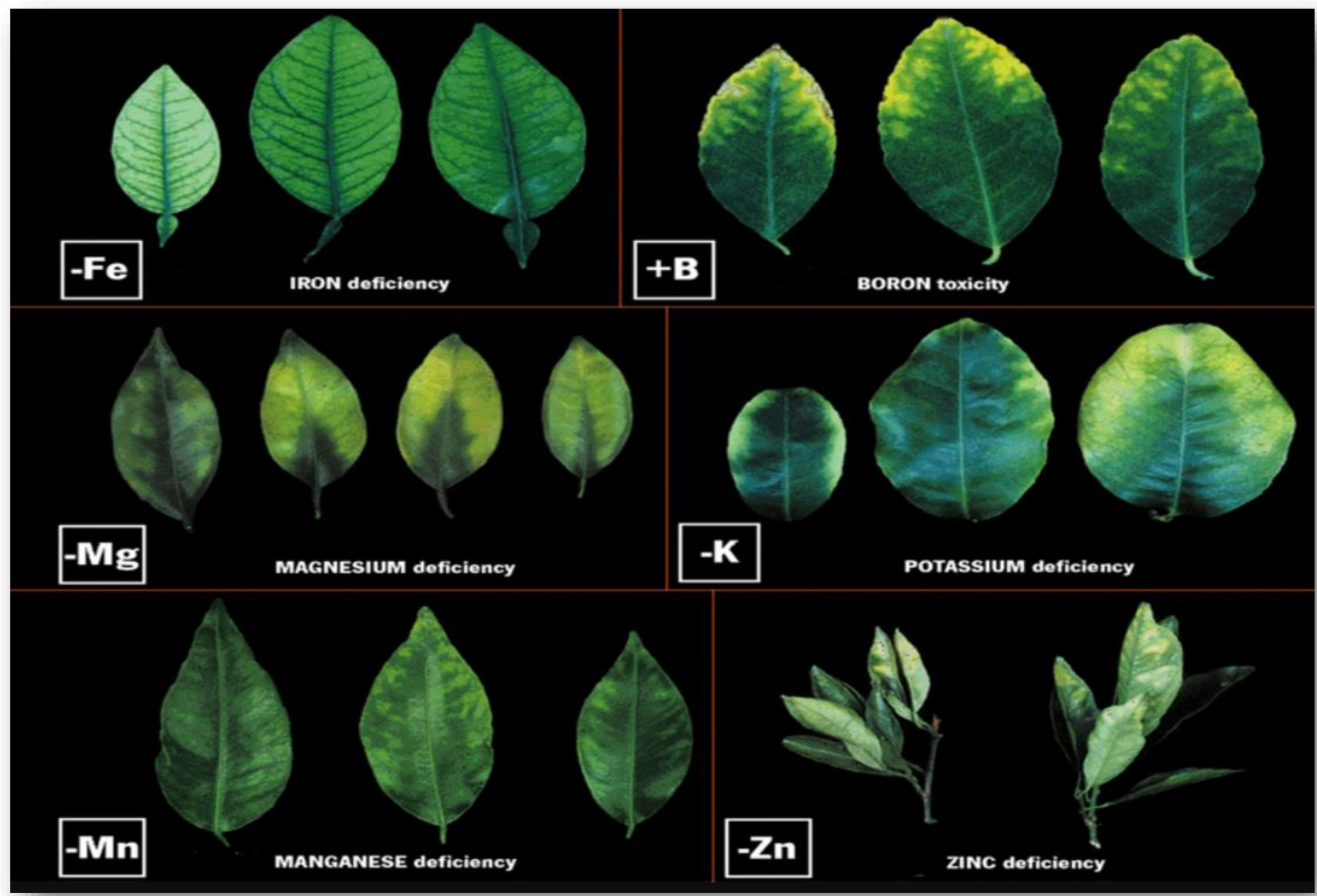


<https://plantpro.gr/kaliergies/f1130800/515>



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1053600/304>

Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής- Κρίσιμη Συγκέντρωση-Ζώνες επάρκειας/αναπάρκειας/τοξικότητας





Βιβλιογραφία

Η φύση και οι ιδιότητες του εδάφους. Brady, C.N. and Weil, R.R. 2016. The nature and properties of soils. 14th ed. Mc Millan, N.Y., USA.

Κωνσταντίνος Σινάνης.2003. Εδαφολογία. ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Γεωπονίας Γ.Π.Α. Παρουσίαση: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΩΝ

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ (Διατροφικοί Παράγοντες - Οι διαταραχές που προκύπτουν από την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων)