



Σχολή Γεωπονικών Επιστημών - Τμήμα Γεωπονίας
Εργαστήριο Εδαφολογίας
Μάθημα: Θρέψη Φυτών – Γονιμότητα Εδαφών

Υπεύθυνος καθηγητής Τζανακάκης Βασίλειος



4^η Εργαστηριακή Άσκηση: Θρέψη Φυτών, Μάκρο- και Ιχνοστοιχεία – Τροφοπενίες & Τοξικότητες

Εισηγητής:
Δρ. Ζηδιανάκης Ιωάννης

ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ

•Τι ονομάζουμε τροφοπενία;

Κάθε **νοσηρή κατάσταση** που οφείλεται στην ανεπαρκή πρόσληψη, λόγω έλλειψης ή μη διαθεσιμότητας, των απαραίτητων ποσοτήτων κάθε ενός απαραίτητου θρεπτικού στοιχείου από τα φυτά κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου



ΑΙΤΙΑ ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΩΝ

•Που οφείλονται οι τροφοπενίες;

Στη έλλειψη στο έδαφος των απαραίτητων ποσοτήτων ενός θρεπτικού στοιχείου

Στην ακατάλληλη για τις ανάγκες του φυτού χημική μορφή ενός θρεπτικού στοιχείου

- Συχνά, παρόλο που το θρεπτικό στοιχείο βρίσκεται στο έδαφος, δεν είναι διαθέσιμο για τα φυτά λόγω ακραίων τιμών pH, έλλειψης οξυγόνου, έλλειψης νερού

Στην μη ισορροπημένη χημική σύσταση του εδάφους

- Συχνά μια τροφοπενία είναι το αποτέλεσμα τοξικότητας ενός άλλου χημικού στοιχείου
- Σημαντική επίδραση στη διαθεσιμότητα των στοιχείων παίζει η αλατότητα του εδάφους

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΩΝ

•Συμπτώματα – επιπτώσεις των τροφοπενιών:

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



ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ – ΒΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

A) Σε επίπεδο κόμης



φύλλα όμοιας ηλικίας και θέσης στην κόμη επηρεάζονται όμοια

διατροφική
καταπόνηση



τα φύλλα εμφανίζουν σποραδικά συμπτώματα ανεξαρτήτως θέσης και ηλικίας

βιοτική
καταπόνηση

B) Σε επίπεδο φυτείας



ομοιόμορφη χλώρωση



τα χλωρωτικά φυτά εμφανίζονται σε ακανόνιστες θέσεις



χλώρωση εξαρτώμενη από την τοπογραφία



χλώρωση εξαρτώμενη από την κλίση του αγρού

τα χλωρωτικά φυτά εμφανίζονται σε ακανόνιστες θέσεις

διατροφική
καταπόνηση

βιοτική
καταπόνηση



Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τα ανώτερα φυτά

Macronutrients: Used in relatively large amounts (>0.1% of dry plant tissue)		Micronutrients: Used in relatively small amounts (<0.1% of dry plant tissue)
Mostly from air and water	Mostly from soil solids	From soil solids
Carbon (CO ₂)	<i>Cations:</i> Calcium (Ca ²⁺) Magnesium (Mg ²⁺) Nitrogen (NH ₄ ⁺) Potassium (K ⁺)	<i>Cations:</i> Copper (Cu ²⁺) *Cobalt (Co ²⁺) ^b Iron (Fe ²⁺) Manganese (Mn ²⁺) Nickel (Ni ²⁺) *Sodium (Na ⁺) ^b Zinc (Zn ²⁺)
Hydrogen (H ₂ O)	<i>Anions:</i> Nitrogen (NO ₃ ⁻) Phosphorus (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻) Sulfur (SO ₄ ²⁻) *Silicon (H ₄ SiO ₄ , H ₃ SiO ₄ ⁻) ^b	<i>Anions:</i> Boron (H ₃ BO ₃ , H ₄ BO ₄ ⁻) Chlorine (Cl ⁻) Molybdenum (MoO ₄ ²⁻)
Oxygen (O ₂ , H ₂ O)		



ΕΥΚΙΝΗΤΑ ΚΑΙ ΔΥΣΚΙΝΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Ο μηχανισμός κίνησης των στοιχείων μέσω του ηθμού:

υψηλή κινητικότητα	μέτρια κινητικότητα	χαμηλή κινητικότητα
K	Fe	Ca
Mg	Zn	Mn
B	B	B
P	Cu	
S	S	
N	Mo	
Cl		



Ο ρόλος του N στη θρέψη των φυτών



Ο ρόλος του N στη θρέψη των φυτών:

Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο πολλών απαραίτητων οργανικών ουσιών των φυτών όπως των αμινοξέων, των νουκλεϊκών οξέων, της χλωροφύλλης. Επιπρόσθετα, το άζωτο είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για το μεταβολισμό των υδατανθράκων, ενώ αυξάνει τη βιομάζα και την παραγωγικότητα των φυτών.



- Συμπτώματα ανεπάρκειας N
- Προσδιορισμός του N – μέθοδος Kjeldahl
- Τελικοί Υπολογισμοί – Αποτέλεσμα





Ο ρόλος του P στη θρέψη των φυτών



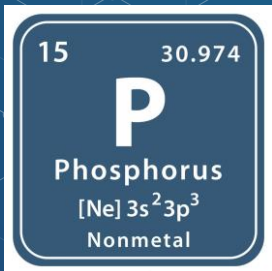
Η περιεκτικότητα του P στα φύλλα κυμαίνεται από 0,15% έως 1,0% επί της ξηράς ουσίας

Ο ρόλος του P στη θρέψη των φυτών:

- Σύνθεση φωσφορικών σακχάρων, νουκλεϊκών οξέων, νουκλεοτιδίων, συνενζύμων, φωσφολιπιδίων κ.λπ.
- Αντιδράσεις που περιλαμβάνουν ATP
- Στην αναπνοή και φωτοσύνθεση
- Ρύθμιση του pH του κυττάρου και την αύξηση της ρίζας



- Συμπτώματα ανεπάρκειας P
- Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου
- Τελικοί Υπολογισμοί – Αποτέλεσμα





Ο ρόλος του Κ στη θρέψη των φυτών



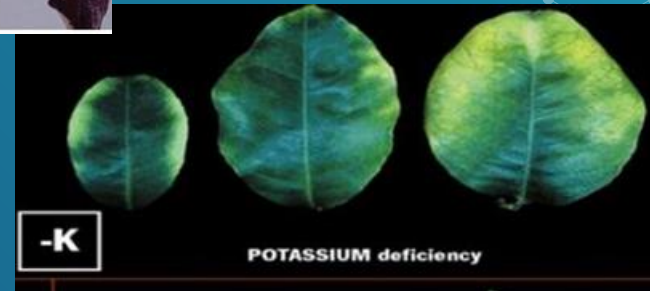
Η περιεκτικότητα του Κ στα φύλλα κυμαίνεται από 0,5% έως 5,0% επί της ξηράς ουσίας. Χαρακτηρίζεται ως ευκίνητο στοιχείο.

Ο ρόλος του Κ στη θρέψη των φυτών:

- ενεργοποίηση ενζύμων που εμπλέκονται στην αναπνοή και τη φωτοσύνθεση
- βιοσύνθεση του μορίου της ATP (ενεργειακό νόμισμα των κυττάρων)
- πρόσληψη του νερού από τα κύτταρα (ωσμωτική επίδραση)
- βελτίωση της ποιότητας και ανθεκτικότητας των καρπών.



- Συμπτώματα ανεπάρκειας Κ
- Προσδιορισμός του Κ – Χρήση φλογοφωτόμετρου
- Τελικοί Υπολογισμοί – Αποτέλεσμα



19 39.098

K

Potassium

[Ar] 4s¹

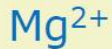
Alkali metal



Ο ρόλος του Mg στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:



Φυσιολογικοί ρόλοι:

Λειτουργικός παράγοντας διαφόρων βιοχημικών στοιχείων όπου είτε συμμετέχει απευθείας σε χημικές αντιδράσεις (όπως στη χλωροφύλλη) είτε βοηθά άμεσα στη λειτουργικότητά τους (όπως στα ριβοσώματα)

Συνενζυμικός παράγοντας ποικίλων ενζύμων

Παράγοντας διατήρησης της οσμωτικής και ιοντικής ομοιοστάσης των κυττάρων



Συμπτώματα ανεπάρκειας Mg



Συμπτώματα τροφοπενίας:

Αρχικά εμφανίζονται χλωρώσεις στα **κατώτερα φύλλα** καθώς το μαγνήσιο είναι φυσιολογικά ευκίνητο μέσα στο φυτό

Προοδευτικά η χλώρωση από την κορυφή επεκτείνεται στις μεσονεύριες περιοχές του ελάσματος

Σε προχωρημένο στάδιο εμφανίζονται ξηράνσεις με το ίδιο πρότυπο αυτού της τροφοπενίας καλίου με την οποία μπορεί να μην μπορεί να διακριθεί



Ο ρόλος του Ca στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:



Φυσιολογικοί ρόλοι:

Συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος και της μέσης πλάκας, κυρίως στους διαδεσμούς μεταξύ των ομάδων καρβοξυλίου των πηκτινικών αλυσίδων

Συστατικό της πλασματικής μεμβράνης όπου συμμετέχει στη διασύνδεση φωσφορολιπιδίων και πρωτεϊνών

Συσσωρεύεται στο χυμοτόπιο

Συμμετέχει ως δευτερεύον σηματοδοτικό μόριο σε ποικίλες κυτταρικές σηματοδοτικές ακολουθίες

20	40.078
Ca	
Calcium	



Συμπτώματα ανεπάρκειας Ca



Συμπτώματα τροφοπενίας:

Παραμορφώσεις, συχνά συνοδευόμενες από χλωρώσεις, των **ακραιών φύλλων** υπό μορφή επαρμάτων και αυλάκων

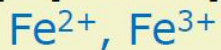
Τμήματα των παραμορφωμένων φύλλων σταδιακά εμφανίζουν ξηράνσεις



Ο ρόλος του Fe στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:



Φυσιολογικοί ρόλοι:

Συστατικό των ενζύμων που περιέχουν αίμη (κυτοχρώματα, καταλάση, υπεροξειδάσες, κ.λπ.)

Συστατικό συνενζυμικών παραγόντων που περιέχουν μονάδες Fe-S (φερρεδοξίνες, θειορεδοξίνες, κ.λπ.)



<https://oeclash.aua.gr/eclass/modules/document/file.php/EFP184/Nutrient%20Disorders.pdf>

Συμπτώματα ανεπάρκειας Fe



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



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

Συμπτώματα τροφopenίας:

Η τροφopenία σιδήρου προκύπτει κυρίως ως αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότητας ανθρακικού ασβεστίου λόγω του γεγονότος ότι σε αλκαλικές τιμές pH ο σίδηρος καθίσταται δυσδιάλυτος.

Το βασικό σύμπτωμα της τροφopenίας σιδήρου είναι η χλώρωση των **νεαρών φύλλων** (κυρίως) και δευτερευόντως των **ώριμων**. Σε σοβαρές τροφopenίες τα φύλλα εμφανίζονται σχεδόν λευκά.

Η χλώρωση εμφανίζεται κυρίως στις μεσονεύριες περιοχές.



Ο ρόλος του Mn στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:



Φυσιολογικοί ρόλοι:

Συστατικό ενζύμων (της MnSOD και της οξαλικής οξειδάσης) και συνενζυμικός παράγοντας

Συστατικό του συμπλέγματος μαγγανίου του OEC του PSII

25	54.938
Mn	
Manganese	
[Ar] 3d ⁵ 4s ²	
Transition Metals	
<small>ChemistryLearner.com</small>	

<https://oeclass.aua.gr/eclass/modules/document/file.php/EFP184/Nutrient%20Disorders.pdf>



Συμπτώματα ανεπάρκειας Mn



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



<https://cropprotectio.netwo/>

Συμπτώματα τροφopenίας:

Η τροφopenία μαγγανίου εμφανίζεται υπό μορφή διάχυτης μεσονεύριας **χλώρωσης** στα μεσαία ή κορυφαία φύλλα καθώς το μαγγάνιο είναι ιδιαίτερα δυσκίνητο στο φυτικό σώμα.

Σε αντίθεση με την τροφopenία σιδήρου, το δίκτυο των νευρώσεων δεν είναι τόσο εμφανές ενώ η **χλώρωση** δεν καλύπτει ομοιογενώς το έλασμα. Επίσης, στην τροφopenία μαγγανίου, είναι συχνότερη η εμφάνιση **νεκρωτικών κηλίδων** συγκριτικά με την τροφopenία σιδήρου.

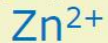
Σε αντίθεση με την τροφopenία μαγνησίου, η τροφopenία μαγγανίου εμφανίζεται στα **νεαρά** φύλλα.



Ο ρόλος του Zn στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:



Φυσιολογικοί ρόλοι:

Συστατικό πολυάριθμων ενζύμων όπως η αλκοολική αφυδρογονάση, η καρβονική ανυδράση, η άφθονη CuZnSOD, ένζυμα της αντιγραφής του DNA και της γονιδιακής έκφρασης, κ.λπ.

Είναι το μόνο μεταλλικό θρεπτικό στοιχείο που απαντάται σε ένζυμα όλων των κατηγοριών (οξειδοαναγωγάσες, υδρολάσες, μεταφοράσες, λυάσες, ισομεράσες και λιγάσες).

30	65.38
Zn	
Zinc	



Συμπτώματα ανεπάρκειας Zn



<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/2689-trofopenia-psev-dargyrou-sta-fyta>
-7-gegonota-kai-tropoi-antimetopisis

Συμπτώματα τροφοπενίας:

Σημαντική **μείωση της επιφάνειας των φύλλων** (μικροφυλλία) και των μεσογονατίων διαστημάτων.

Στα περισσότερα φυτά εμφανίζεται μεσονεύρια **χλώρωση** κατά κύριο λόγο στα **νεώτερα φύλλα** λόγω χαμηλής κινητικότητας του στοιχείου.



Ο ρόλος του Cu στη θρέψη των φυτών



Αφομοιώσιμες μορφές:

Cu^{2+}

Φυσιολογικοί ρόλοι:

Το μεγαλύτερο μέρος του χαλκού των φυτών εντοπίζεται ως μέρος συνενζυμικών παραγόντων και προσθετικών ομάδων.

Σημαντικά χαλκοένζυμα περιλαμβάνουν τελικές οξειδάσες (π.χ. την c-κυτοχρωμική οξειδάση στα μιτοχόνδρια), φαινολοξειδάσες, CuZnSOD, οξειδάσες, κ.λπ.

Μεγάλο ποσοστό του χαλκού περιέχεται στην πλαστοκυανίνη των χλωροπλαστών.

29	63.546
Cu	
Copper	

Συμπτώματα ανεπάρκειας Cu



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



Συμπτώματα τροφопενίας:

Παρατηρείται **κορυφαία** (λόγω μέτριας έως χαμηλής κινητικότητας του στοιχείου) νέκρωση των ιστών που προεκτείνεται προς τα κάτω (die back) και ανάπτυξη τύπου ροζέτας

Η χλώρωση εμφανίζεται επίσης **στην κορυφή** και συνοδεύεται συχνά από δυσμορφίες των φύλλων όπως συστροφές κ.λπ.

Συμπτώματα ανεπάρκειας Β



- Είναι η συνηθέστερη έλλειψη ιχνοστοιχείου στους ελαιώνες
- τα φύλλα κιτρινίζουν ολικά, αποκτούν ένα χαρακτηριστικό καφέ χρώμα στην κορυφή τους και τελικά πέφτουν
- Αποχρωματισμός **νεαρών** φύλλων μεταξύ των νευρώσεων που παραμένουν πράσινα
- Μικροφυλλία και παραμόρφωση.
- Μικρά μεσογονάτια διαστήματα



Τα συμπτώματα ανεπάρκειας ΒΟΡΙΟΥ στην Ελιά

- ✓ Χλώρωση των φύλλων από τις άκρες των νεαρών φύλλων προς τις άκρες τους
- ✓ Τα φύλλα στους ετήσιους βλαστούς σχηματίζουν ροζέτες (σκούπα της μάγισσας)
- ✓ Παραμόρφωση φύλλων (μικροφυλλία) των καρπών
- ✓ Φυλλόπτωση και καρπόπτωση





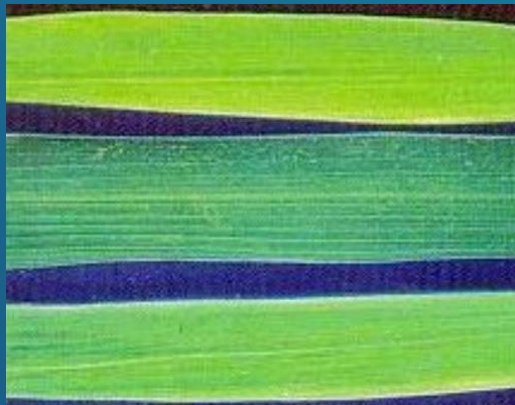
Συμπτώματα ανεπάρκειας Mo



- Μειωμένη ανάπτυξη
- Αποχρωματισμός **νεαρών** φύλλων μεταξύ των νευρώσεων
- Φυλλόπτωση
- Μπορεί να σχηματιστούν μικρές νεκρωτικές κηλίδες, ειδικά στα περιθώρια των φύλλων
- Σχηματισμός στενόμακρων των φύλλων



<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/patata/381/992/>



<https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/973/777>



<https://oeclass.aua.gr/eclass/modules/document/file.php/EFP184/Nutrient%20Disorders.pdf>



ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑΣ

	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

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ (ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑΣ-ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ)

Φυτικό μέρος	Κύριο σύμπτωμα	Καταπόνηση
Τροφοπενίες		
ώριμα φύλλα	χλώρωση	ομοιόμορφη ————— N (S)
		μεσονεύρια ή ως κηλίδες ————— Mg (Mn)
	νέκρωση	κορυφαία ή πλευρικά ————— K
		μεσονεύρια ————— Mg (Mn)
νεαρά φύλλα και κορυφαία μεριστώματα	χλώρωση	ομοιόμορφη ————— Fe (S)
		μεσονεύρια ή ως κηλίδες ————— Zn (Mn)
	νέκρωση (χλώρωση)	Ca, B, Cu
	παραμορφώσεις	Mo, Ca (Zn, B)





<https://www.youtube.com/watch?v=2IB37odExlY>

Πηγές ιχνοστοιχείων-Οργανικές μορφές

- Η οργανική ουσία είναι η δεύτερη σημαντική πηγή ορισμένων ιχνοστοιχείων.
- Αρκετά από αυτά βρίσκονται σε μορφές συμπλόκων με τα οργανικά κolloειδή (χούμος).
- Έχει βρεθεί στενή σχέση μεταξύ της οργανικής ουσίας του εδάφους και της περιεκτικότητας σε χαλκό, μολυβδαίνιο και ψευδάργυρο.
- Ελευθερώνονται μέσω της αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας
- Τα ζωικά απόβλητα (κοπριά) είναι μια καλή πηγή μικροθρεπτικών στοιχείων, με το μεγαλύτερο μέρος τους να βρίσκεται σε οργανικές μορφές.

Πηγές των ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ανόργανες μορφές

- Μητρικό υλικό, ορυκτά, προσροφημένα, και στο εδαφικό διάλυμα
- Όλα τα μικροθρεπτικά έχουν βρεθεί σε ποικίλες ποσότητες στα πυριγενή πετρώματα. Δύο από αυτά –ο σίδηρος και το μαγγάνιο- είναι σημαντικά δομικά συστατικά των πρωτογενών πυριτικών ορυκτών, όπως ο βιοτίτης και η κερστίλβη. Άλλα, όπως το κοβάλτιο και ο ψευδάργυρος, μπορεί επίσης να καταλαμβάνουν τις δομικές θέσεις, σε μικρού βαθμού αντικατάσταση των κύριων συστατικών των πυριτικών ορυκτών, συμπεριλαμβανομένου και του αργιλίου.
- Οι ανόργανες μορφές των μικροθρεπτικών μεταβάλλονται κατά την αποσάθρωση τους και κατά τον σχηματισμό του εδάφους. Συνήθως σχηματίζονται οξείδια και, σε ορισμένες περιπτώσεις, θειούχες ενώσεις των στοιχείων όπως ο σίδηρος, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος
- Δευτερογενή πυριτικά ορυκτά, όπως τα ορυκτά της αργίλου, μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες σιδήρου και μαγγανίου και μικρότερες ποσότητες ψευδαργύρου και κοβαλτίου. Τα μελανοκρατικά πετρώματα, ιδίως ο σερπεντίνης, είναι πλούσια σε νικέλιο.
- Τα κατιονικής μορφής μικροθρεπτικά, που ελευθερώνονται κατά την αποσάθρωση, προσροφώνται στα κolloειδή, ακριβώς όπως τα ιόντα ασβεστίου ή αργιλίου.
- Το χλώριο, το πιο διαλυτό στοιχείο της ομάδας των μικροθρεπτικών, προστίθεται στο έδαφος σε σημαντικές ποσότητες κάθε χρόνο μέσω της βροχής. Η συμπτωματική προσθήκη του στο έδαφος με τα λιπάσματα και με άλλους τρόπους, βοηθά στην πρόληψη της έλλειψης του χλωρίου κάτω από συνθήκες αγρού. Το χλώριο προσροφάται στα κolloειδή του εδάφους με πολύ ασθενείς δεσμούς και σε μικρές ποσότητες.



Βρείτε την τροφοπενία!

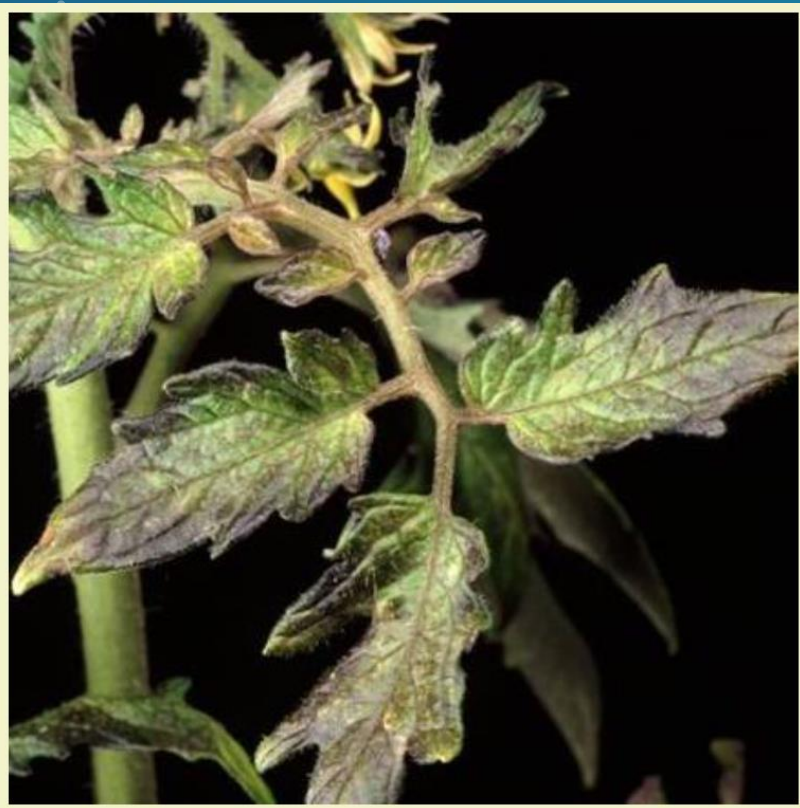


Βρείτε την τροφοπενία!





Βρείτε την τροφωπενία!





Ανακεφαλαίωση



Ο ρόλος των ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ στα φυτά

Οι λειτουργίες μερικών μικροθρεπτικών στοιχείων στα ανώτερα φυτά

Μικροθρεπτικά	Οι λειτουργίες των μικροθρεπτικών στα ανώτερα φυτά
Ψευδάργυρος	Λαμβάνει μέρος σε αρκετά ένζυμα, όπως αφυδρογονάσες, πρωτεϊνάσες και πεπτιδάσες, διεγείρει τις αυξητικές ορμόνες και το σχηματισμό αμύλου, ευνοεί την ωρίμανση των σπόρων και την αύξηση της παραγωγή.
Σίδηρος	Υπάρχει σε αρκετά ένζυμα, όπως υπεροξειδάσες, καταλάσες, και στην οξειδάση του κυτοχρώματος, βρίσκεται στην φερρεδοξίνη, που συμμετέχει στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (π.χ., στην αναγωγή των NO_3^- και SO_4^- και στην δέσμευση του N), σημαντικό ιόν στο σχηματισμό της χλωροφύλλης.
Χαλκός	Υπάρχει στη laccase και σε πολλά άλλα οξειδωτικά ένζυμα, σημαντικό ιόν στη φωτοσύνθεση, στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και των υδατανθράκων, και πιθανόν στη δέσμευση του αζώτου.
Μαγγάνιο	Ενεργοποιεί τα ένζυμα, αποκαρβοξυλάση, αφυδρογονάση, και οξειδάση. Σημαντικό ιόν στη φωτοσύνθεση, στο μεταβολισμό και στην αφομοίωση του αζώτου.
Νικέλιο	Απαραίτητο στην ουρεάση, υδρογενάση και στη μεθυλο-αναγωγή, χρειάζεται για την πλήρωση των κόκκων, την βιωσιμότητα των σπόρων, την πρόσληψη του σιδήρου και στο μεταβολισμό της ουρίας και των ουρειδικών ενώσεων (για την αποφυγή τοξικών συγκεντρώσεων αυτών προϊόντων στα ψυχανθή).
Βόριο	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα αφυδρογονασών, διευκολύνει την μεταφορά-εναπόθεση των σακχάρων και την σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων και φυτικών ορμονών, απαραίτητο για την κυτταρική διαίρεση και ανάπτυξη
Μολυβδαίνιο	Ευρίσκεται στα ένζυμα, νιτρογενάση (δέσμευση του αζώτου) και νιτρική αναγωγή, απαραίτητο για τη δέσμευση και την αφομοίωση του αζώτου.
Κοβάλτιο	Απαραίτητο για δέσμευση του αζώτου, βρίσκεται στη βιταμίνη B_{12} .
Χλώριο	Απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση και ενεργοποίηση ενζύμων. Παίζει ρόλο στη ρύθμιση της πρόσληψης νερού σε αλατούχα εδάφη.

Συμπτώματα ανεπάρκειας ιχνοστοιχείων στα φυτά

Συμπτώματα που συνδέονται με έλλειψη ή τοξικότητα μικροθρεπτικών στα φυτά

Μικρο-θρεπτικό	Συμπτώματα έλλειψης	Συμπτώματα τοξικότητας
Fe	Νεαρά φύλλα με μεσονεύρια χλώρωση, με διακριτά πράσινα νεύρα. Σε έντονη έλλειψη, ολόκληρο το φύλλο είναι άσπρο ή κίτρινο. Οι ρίζες αναπτύσσουν άφθονα ριζικά τριχίδια παίρνοντας τη μορφή βούρτσας.	Ερυθρωπός ή μαύρος χρωματισμός των άκρων των φύλλων, ρίζες μαύρες και μαλακίες. Τα συμπτώματα εμφανίζονται κυρίως σε εδάφη που νεροκρατούν.
Mn	Νεαρά φύλλα με μεσονεύρια κιτρίνισματα, με τα νεύρα και τον ιστό κοντά στα νεύρα να παραμένουν πράσινα. Νεκροί ιστοί σε μεταγενέστερα στάδια. Όχι πλευρικές ρίζες	Σκούρα πράσινα φύλλα με κόκκινες κηλίδες νωρίς, αργότερα μεσονεύριος ιστός με ερυθρωπό/ κίτρινο χρώμα. Κηλιδωτός πράσινος χρωματισμός. Μπορεί να προκληθεί έλλειψη σιδήρου
Zn	Συνήθως μεσονεύριο κιτρίνισμα των νεαρών ώριμων ή παλιών φύλλων ανάλογα με το φυτό, εμφάνιση ροζετών και μικροσκοπικά φύλλα. Εμφάνιση ευρείας άσπρης ζώνης και στις δύο πλευρές του φύλλου καλαμποκιού. Σκοτεινά, συρρικνωμένα φύλλα σε χορτοτάπητα γηπέδων.	Φύλλα ανοικτού πράσινου χρωματισμού με νεκρωτικές μεσονεύριες κηλίδες. Κάθυγρες άκρες φύλλων. Αυξημένες πλευρικές ρίζες, πυκνό ριζικό σύστημα.
Cu	Νεαρά φύλλα κίτρινα, γυρισμένες ή νεκρές άκρες φύλλων, καχεκτικά φύλλα και φυτά. Μάρανση φύλλων και φυλλόπτωση στα δένδρα.	Καχεκτικά φυτά, φύλλα ανοικτού χρώματος, μπορεί να προκληθεί έλλειψη Fe. Περιφερειακός κόκκινος χρωματισμός φύλλων. Ρίζες κοντές με εμφάνιση συρματοπλέγματος.
Ni	Χλωρωτικά νέα φύλλα, μικρά φύλλα με το σύμπτωμα "αυτί του ποντικιού" σε δένδρα με πτεροειδή φύλλα, νέκρωση των μεριστωμάτων.	Παραμορφωμένα νεαρά φύλλα, λευκή μεσονεύρια λωρίδα, σκούρα πράσινα νεύρα, ακανόνιστες πλάγιες ραβδώσεις ή λευκές λωρίδες ή καστανές κηλίδες. Καφέ, καχεκτικές ρίζες
Mo	Μοιάζει με την έλλειψη N στα ψυχανθή, με κηλιδωτό κίτρινο χρωματισμό στα νεαρά λεπτά, στενόμακρα φύλλα του γένους brassicas υπόλευκο χρώμα, νεκρωτικά άκρα φύλλων.	Περιφερειακή ερυθροί χρωματισμοί στα φύλλα, οι ρίζες κανονικές.
B	Νέκρωση ριζών και αναπτυσσομένων μερών και βλαστών. Κοκκινωπά νεαρά φύλλα. Κακοσχηματισμένοι οφθαλμοί, νέκρωση των μεσονεύριων ιστών σε σαρκώδη στελέχη, νεκρώσεις σε κονδύλους και σπόρους. Κοντό, θαμνώδες ριζικό σύστημα.	Μεσονεύρια χλώρωση, περιφερειακή νέκρωση με διακριτά όρια. Σχετικά κανονική εμφάνιση ρίζας.
Cl	Κιτρίνισμα των φύλλων και μείωση του μέγεθους τους. Αργότερα ερυθρωπός χρωματισμός και νέκρωση. Στα σιτηρά επιμήκεις νεκρωτικές κηλίδες.	Έγκαυμα (νέκρωση) της άκρης και ης περιφέρειας του φύλλου, μοιάζει με έλλειψη K και εμφανίζεται στα νεώτερα φύλλα. Νέκρωση της άκρης της ρίζας.

Deficiency Chart of Micronutrients

Boron: Discoloration of leaf buds. Breaking and dropping of buds

Sulphur: Leaves light green. Veins pale green. No spots.

Manganese: Leaves pale in color. Veins and venules dark green and reticulated

Zinc: Leaves pale, narrow and short. Veins dark green. Dark spots on leaves and edges.

Magnesium: Paleness from leaf edges. No spots. Edges have cup shaped folds. Leaves die and drop in extreme deficiency.

Phosphorus: Plant short and dark green. In extreme deficiencies turn brown or black. Bronze colour under the leaf.

Calcium: Plant dark green. Tender leaves pale. Drying starts from the tips. Eventually leaf buds die.

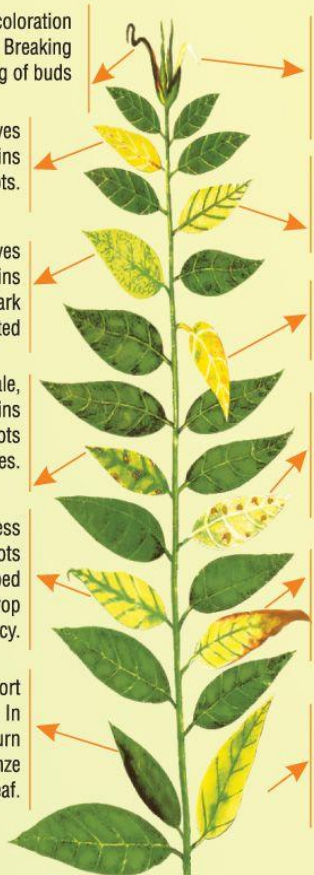
Iron: Leaves pale. No spots. Major veins green.

Copper: Pale pink between the veins. Wilt and drop.

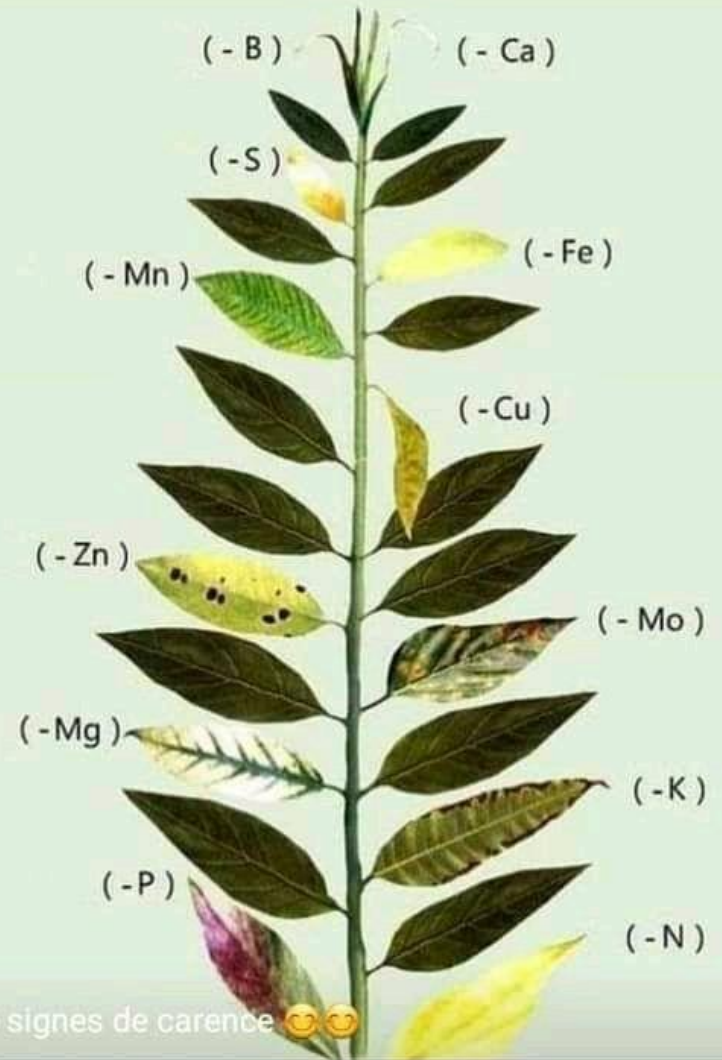
Molybdenum: Leaves light green/ lemon yellow/orange. Spots on whole leaf except veins. Sticky secretions from under the leaf.

Potassium: Small spots on the tips, edges of pale leaves. Spots turn rusty. Folds at tips.

Nitrogen: Stunted growth. Extremely pale color. Upright leaves with light green/yellowish. Appear burnt in extreme deficiency.



**THE COLOUR REPRESENTED ARE INDICATIVE.
THEY MAY VARY FROM PLANT TO PLANT**



Les signes de carence 😊😊



Ευχαριστώ για την
προσοχή σας !!!