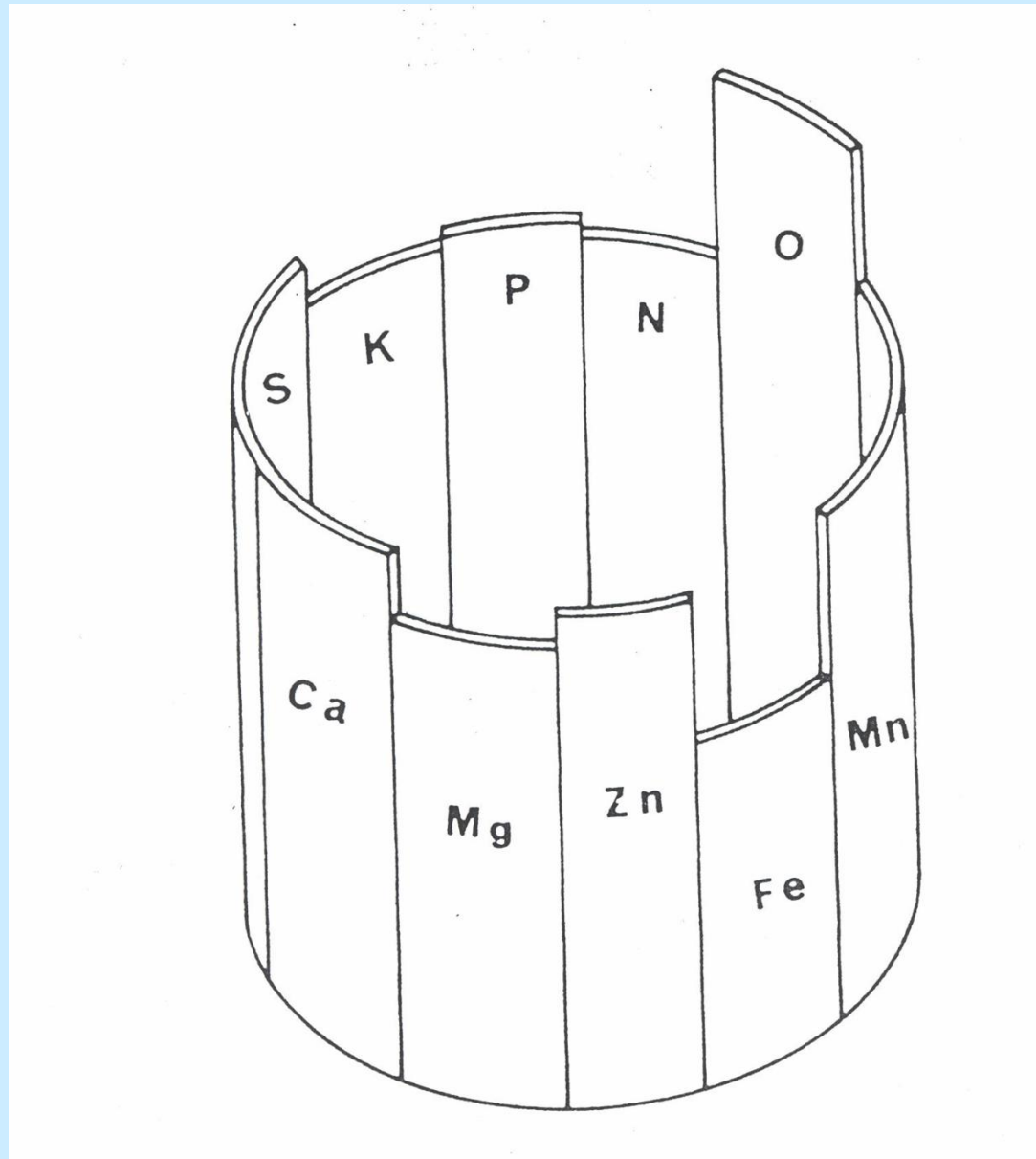


**Φυσιολογικές διαταραχές  
κηπτευτικών θερμοκηπίου  
που σχετίζονται με την  
θρέψη και το περιβάλλον του  
θερμοκηπίου**

# Νόμος του ελαχίστου



# Ερμηνεία ανάλυσης εδάφους - Όρια επάρκειας μακροστοιχείων

Θρεπτικό στοιχείο	N	P	K	Mg	Ca
Συγκέντρωση (ppm)		20-80	0,4-3	0,6-6	5-35

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις αναφέρονται σε:

- α) Για K, Ca, Mg: περιεκτικότητα σε ανταλλάξιμα (εκχύλιση με οξικό αμμώνιο),
- β) Για P: ανάλυση εδάφους με την μέθοδο Olsen,
- γ) για N: περιεκτικότητα εδάφους σε  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

# Ερμηνεία ανάλυσης εδάφους - Όρια επάρκειας ιχνοστοιχείων

Θρεπτικό στοιχείο	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Συγκέντρωση (ppm)		4-100	6-300	0,5-50	0,4-25

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις αναφέρονται σε:

- α) Για Fe, Mn, Zn, Cu: περιεκτικότητα σε ανταλλάξιμα (εκχύλιση με DTPA),
- β) Για B: ανάλυση εδάφους με την μέθοδο της αζομεθίνης.

# ΦΥΛΛΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ

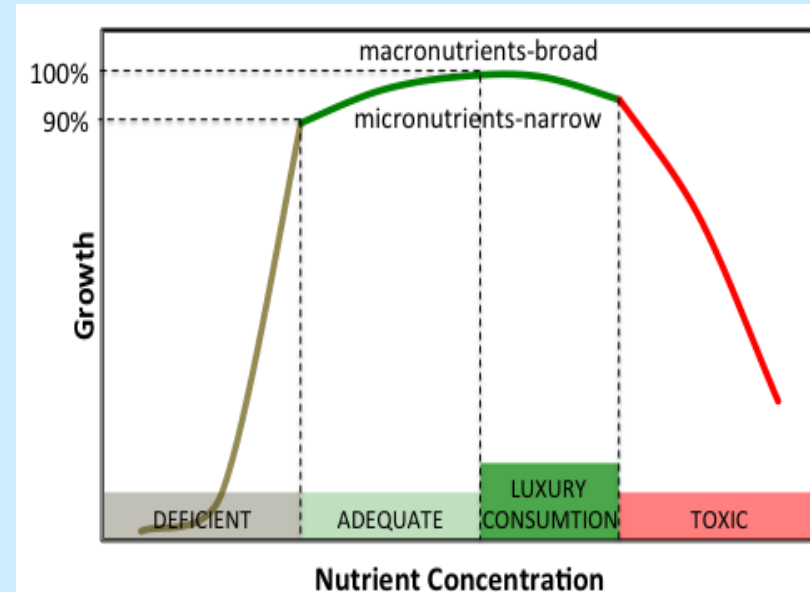
Η διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών μέσω χημικών αναλύσεων των φυτικών ιστών βασίζεται στην σύγκριση των αποτελεσμάτων με συγκεκριμένα όρια τιμών που δίνονται στην βιβλιογραφία και είναι γνωστά ως «κρίσιμες τιμές».

# Παραγωγή φυτικής μάζας σε εξάρτηση από την περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε θρεπτικά στοιχεία

CROP NUTRIENT AVAILABILITY MAY VARY AS A CONSEQUENCE TO

- ENVIRONMENTAL CONDITIONS (Light, Temperature, Humidity);
- PHENOLOGICAL STAGE

SEASONAL CHANGES IN CROP REQUIREMENTS



*Impaired flowering and fruiting, increased pest susceptibility, nitrate accumulation*

# Ερμηνεία χημικής ανάλυσης φύλλων - Τυπικό εύρος επάρκειας μακροστοιχείων

Θρεπτικό στοιχείο	N	P	K	Ca	Mg
Συγκέντρωση (% στην ξηρή ουσία)	3-5	0,4-0,6	3-5	1-2	0,3-0,6

# Ερμηνεία χημικής ανάλυσης φύλλων - Τυπικό εύρος επάρκειας ιχνοστοιχείων

Θρεπτικό στοιχείο	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Συγκέντρωση (ppm στην ξηρή ουσία)	50-200	50-250	30-100	6-15	20-50



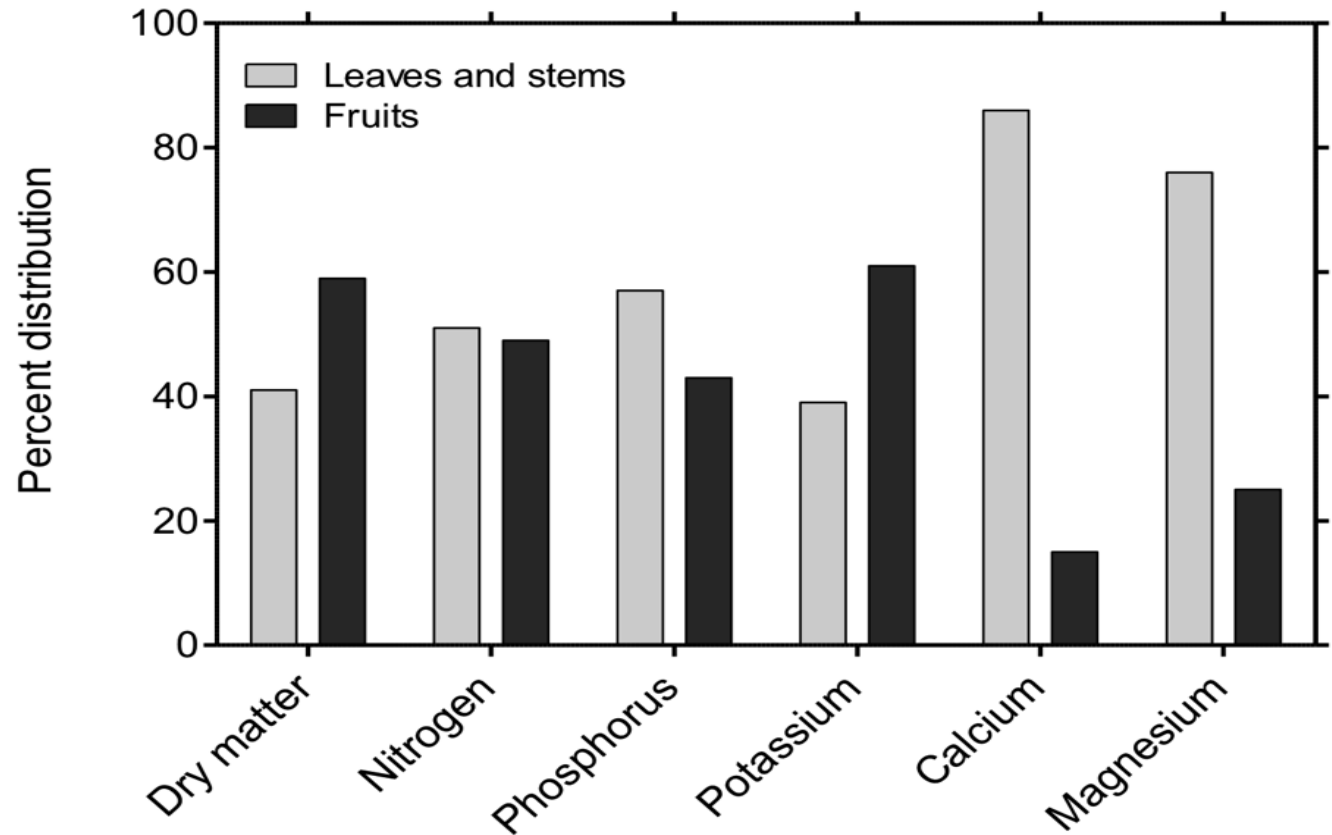
# SEASONAL CHANGES IN CROP NUTRIENT REQUIREMENTS

## PHENOLOGICAL STAGE

### VEGETATIVE



### REPRODUCTIVE



(Source: A. Pardossi and D. Massa, unpublished).

# Επιπτώσεις υπερβολικής λίπανσης N στην ποιότητα των λαχανικών

- Υδαρείς φυτικοί ιστοί
- Πιο μαλακοί καρποί
- Ζημιές από παθογόνα στο προϊόν λόγω μεγαλύτερης ευπάθειας σε ασθένειες

# Quality of fruit vegetables grown in greenhouses: Impact of K

# K

- **Adequate potassium supply**
  - enhances the titratable acidity of vegetable fruits
  - improves fruit colour and restricts the incidence of fruit colour disorders (e.g. yellow shoulder in tomato)
- **Low K levels are associated with ripening disorders**



# Tomato Yellow Shoulder

# K



Enhanced though not excessive fertilization with K improves fruit color in tomato, while at the same time reducing the incidence of yellow shoulder and other fruit color disorders.

# ΑΣΒΕΣΤΙΟ

## Μορφές ασβεστίου στο έδαφος:

1. Ασβεστίτης (  $\text{CaCO}_3$  )
2. Δολομίτης:  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
3. Φωσφορικό διασβέστιο ( $\text{CaHPO}_4$ )
4. Φωσφορικό οκτασβέστιο ( $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )
5. Υδροξυαπατίτης ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ )
6. Φθοριοαπατίτης ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ )
7. Λοιποί απατίτες

# Διαδικασία διαλυτοποίησης ασβεστίου στο έδαφος:



Θερμό και υγρό κλίμα:

- Αυξημένη μικροβιακή δραστηριότητα



Αυξημένη παραγωγή  $\text{CO}_2$

- Πλούσιες βροχοπτώσεις



Εκτεταμένη έκπλυση Ca

Θερμό & ξηρό κλίμα:

Η εξάτμιση στα ανώτερα στρώματα του εδάφους υπερτερεί της έκπλυσης



Συσσώρευση Ca

# Απορρόφηση Ασβεστίου

- Κίνηση προς την ρίζα: Μαζική ροή.
- Δέσμευση Ca στα κολλοειδή: 70-85% συνόλου προσροφημένων κατιόντων → υψηλή ρυθμιστική ικανότητα.
- Συγκέντρωση Ca σε εδαφικό νερό: 20-1500 mg/L (συνήθως 130-600).
- Πρόσληψη Ca από ρίζες: Παθητική απορρόφηση από κορυφές ριζικών τριχιδίων.
- Περατότητα Ca μέσω κυτταρικών μεμβρανών: μικρή.
- Κίνηση Ca προς κεντρικό κύλινδρο: αποπλασμική.



# ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ Ca ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΦΥΤΟ

- Μεταφορά μέσα στο φυτό: μόνο μέσω ξύλου (η κινητικότητα μέσω του ηθμού είναι μηδαμινή).
- Συνέπειες μη διακίνησης Ca μέσω φλοιού:
  - Σε περίπτωση έλλειψης Ca στο περιβάλλον των ριζών, δεν κινητοποιούνται αποθέματα Ca από παλιά φύλλα. Επομένως, τα συμπτώματα τροφопενίας Ca εμφανίζονται στις κορυφές αύξησης και τα νεαρά φύλλα.
  - Χαμηλές συγκεντρώσεις Ca στα όργανα αποθήκευσης (καρποί, ρίζες).

Αυξημένη διαπνοή: Έλλειψη Ca στους καρπούς.

Μειωμένη διαπνοή: Έλλειψη Ca στα νεαρά φύλλα.



# Φυσιολογικές λειτουργίες Ca:

## 1. Σταθεροποίηση κυτταρικών τοιχωμάτων

- Τα κυτταρικά τοιχώματα περιέχουν διάφορες πηκτίνες.
- Σημαντικότερες είναι τα πολυγαλακτουρονικά οξέα (ΠΓΟ).
- Οι καρβοξυλικές ομάδες των ΠΓΟ προσροφούν κατιόντα όπως τα οργανικά κολλοειδή του εδάφους.
- Σχηματίζονται πηκτινικά άλατα του Ca.
- Το προσροφημένο Ca βρίσκεται σε ισορροπία (κατά Donnan) με το ελεύθερο εξωκυττάριο Ca.
- Το ελεύθερο Ca που περιβάλλει τα κύτταρα συμβάλλει καθοριστικά στην σταθεροποίηση των κυτταρικών τοιχωμάτων παρεμποδίζοντας την δράση της πολυγαλακτουρονάσης (ΠΓάση).
- Η ΠΓάση καταλύει την υδρολυτική αποδόμηση των ΠΓΟ.

# Φυσιολογικές λειτουργίες Ca:

## 2. Σταθεροποίηση κυτταρικών μεμβρανών

- Το Ca λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ φωσφορικών και καρβοξυλικών ομάδων στα φωσφορολιπίδια και τις πρωτεΐνες που απαρτίζουν τις μεμβράνες.
- Αυτές οι γέφυρες οδηγούν σε αλλαγές του μεγέθους των μικροπόρων των μεμβρανών.
- Αυτό έχει σαν συνέπεια την σταθεροποίησή τους και την αύξηση της εκλεκτικής περατότητας.
- Εκλεκτική περατότητα σημαίνει μικρότερη περατότητα για ανεπιθύμητες ουσίες και ταχύτεροι ρυθμοί απορρόφησης μέσω μηχανισμών ενεργού μεταφοράς.

# Φυσιολογικές λειτουργίες Ca:

## 3. Ενεργοποίηση ενζύμων (1)

- Το Ca στο κυτόπλασμα ενεργοποιεί ένζυμα που περιέχουν καλμοδουλίνη.
- Η δράση της καλμοδουλίνης ως προσθετικής ομάδας ενζύμων απαιτεί παρουσία Ca σε χαμηλή συγκέντρωση.
- Αντίθετα, στα μιτοχόνδρια και το χυμοτόπιο η συγκέντρωση  $Ca^{2+}$  είναι σχετικά υψηλή, πιθανόν για να ενεργοποιεί κάποια ένζυμα όπως η α-αμυλάση.
- Φαίνεται ότι τα ένζυμα που εδράζονται στα μιτοχόνδρια δεν παρεμποδίζονται από το Ca.

# Φυσιολογικές λειτουργίες Ca:

## 3. Ενεργοποίηση ενζύμων (2)

- Μέσα στο κυτόπλασμα και τους χλωροπλάστες η συγκέντρωση  $\text{Ca}^{2+}$  είναι πολύ χαμηλή (0,01-1,0  $\mu\text{M}$ ).
- Αυτό γίνεται για να μην παρεμποδίζεται η δράση κάποιων ενζύμων που αδρανοποιούνται από σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις Ca.
- Τέτοια ένζυμα είναι η εξοζοδιφωσφατάση και η καρβοξυλάση του φωσφοενολοπυροσταφυλικού οξέως.

# Φυσιολογικές λειτουργίες Ca:

## 4. Ορμονικό ισοζύγιο

- Το IAA συμβάλλει στην μεταφορά του Ca προς τα χυμοτόπια με στόχο την διατήρηση σχετικά χαμηλών συγκεντρώσεων Ca στην περιοχή των κυτταρικών τοιχωμάτων.
- Έτσι, αυτά, λόγω της πολυγαλακτουρονάσης (ΠΓάση) είναι σχετικά χαλαρά, επιτρέποντας μεγέθυνση των κυττάρων και την ωρίμανση.
- Αν όμως το Ca είναι αυξημένο, η αυξίνη δεν μπορεί να το μεταφέρει στα χυμοτόπια, οπότε παρεμποδίζεται η ΠΓάση και έτσι οι φυτικοί ιστοί παραμένουν σκληροί (ανώριμοι).
- Πιστεύεται ότι η έκλυση αιθυλενίου δίνει το έναυσμα της απομάκρυνσης του Ca από τα κυτταρικά τοιχώματα με την βοήθεια της αυξίνης, οπότε ενεργοποιείται η ωρίμανση.



## 5. Λοιπές φυσιολογικές λειτουργίες του Ca

- Το Ca είναι απαραίτητο στη βλάστηση των γυρεοκόκκων.
- Το Ca συμβάλλει επίσης και στην συμβιωτική δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου στις ρίζες των ψυχανθών από τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*.
- Η συμβολή του Ca στην συμβιωτική δέσμευση του N<sub>2</sub> σχετίζεται με την αρχική είσοδο των βακτηρίων στους φυτικούς ιστούς και τον σχηματισμό φυματίων στις ρίζες.

# Quality of fruit vegetables grown in greenhouses: Impact of Ca

# Ca

- Ca is related to the occurrence of **blossom end rot (BER)** and **internal fruit rot (IFR)** in Solanaceae fruit.
- Many other factors related to **greenhouse environment**, (relative humidity, mean temperature, solar radiation intensity and total salt concentration in the root zone) may **interact** with the **availability of Ca** in the root zone.
- Under **Mediterranean climatic conditions**, the occurrence of **BER** is much stronger during the **hot weather season** (May – September) than during the colder months of the year.

Tomato fruit:  
Blossom-end rot

Ca





# Pepper fruit: Blossom-end rot

# Ca



# How to reduce Blossom-End Rot (BER)

- Use non-susceptible cultivars to BER
- Maintain RH above 60%
- Avoid too high air temperatures
- Avoid excessive K or Mg
- Supply N mainly as  $\text{N-NO}_3^-$
- Avoid salinity
- Ensure that Ca level is adequate
- Spray the fruit with a 0.5% solution of  $\text{CaCl}_2$
- Remove leaves below the clusters to be harvested.

# Eggplant fruit: Internal fruit rot

# Ca

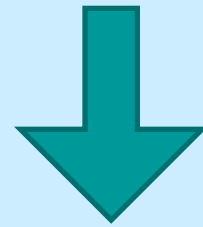


**Internal fruit rot is a calcium-related physiological disorder, caused by similar factors with those imposing BER in tomato and pepper**

# Tomato: Radial fruit cracking



Occurs when **internal fruit expansion** is **greater** than that of the epidermis

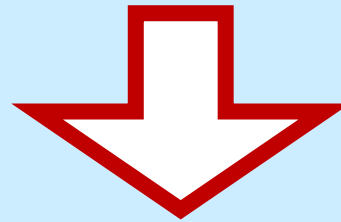


Resistance of the **cell walls** affected by **Ca availability**



# NUTRIENTS AND PLANT HEALTH

**Nutrient deficiencies** are more frequent than toxicities in commercial greenhouse crops.



A too **high supply** of a **nutrient** may impose **deficiency** of **another nutrient**

*Symptoms of Fe deficiency in tomato leaves, which were brought about by an excessive supply of Mn in the root zone.*



# ORGAN AGE AND NUTRIENT DEFICIENCIES

WHERE DOES THE SYMPTOM APPEAR FIRST?

Highly mobile nutrients



Retranslocation and first symptoms in older leaves.

Not mobile nutrients



Deficiency in the new vegetation at the upper plant parts.

*Physiological age of leaves in which early deficiency symptoms appear, based on the mobility of plant nutrients through the phloem*

Old leaves

N, P, K, Mg

Intermediate to young leaves

Mn, Mo

Young leaves

Ca, S, Fe, Zn, Cu,

Shoot apices

B