



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

# ΓΕΝΙΚΗ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ

## Ενότητα 10<sup>η</sup>:

## Λίπανση Λαχανικών

Τμήμα: **ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Διδάσκοντες: **Δ. ΣΑΒΒΑΣ, Χ. ΠΑΣΣΑΜ**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Γονιμότητα εδάφους

Ένα γόνιμο έδαφος χαρακτηρίζεται από:

- Υψηλή διαθεσιμότητα νερού
- Ικανοποιητική αεροπερατότητα
- Υψηλή ανταλλακτική ικανότητα
- Κατάλληλο pH
- Υψηλή βιολογική δραστηριότητα (μικροοργανισμοί)
- Απαλλαγμένο από παθογόνα

Η θρεπτική κατάσταση ενός εδάφους σε μία δεδομένη χρονική στιγμή είναι συνάρτηση της περιεκτικότητάς του σε άμεσα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία και σε χαλαρά δεσμευμένα θρεπτικά στοιχεία.



# Διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων

- Διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία είναι αυτά που μπορούν να φθάσουν στις επιφάνειες των ενεργών ριζών και των ριζικών τριχιδίων (διαλυτά θρεπτικά στοιχεία)
- Η μετακίνηση των διαλυτών θρεπτικών στοιχείων προς την ρίζα μπορεί να γίνει:
  - α) μέσω μαζικής ροής του νερού και
  - β) μέσω διάχυσης



# Μαζική ροή

- 1 mg/L P:
- 2 L/φυτό και ημέρα:
- Συνεισφορά μαζικής ροής:
  - $1 \times 2 = 2$  mg/φυτό
- Ημερήσια ανάγκη:
  - 20 mg/φυτό

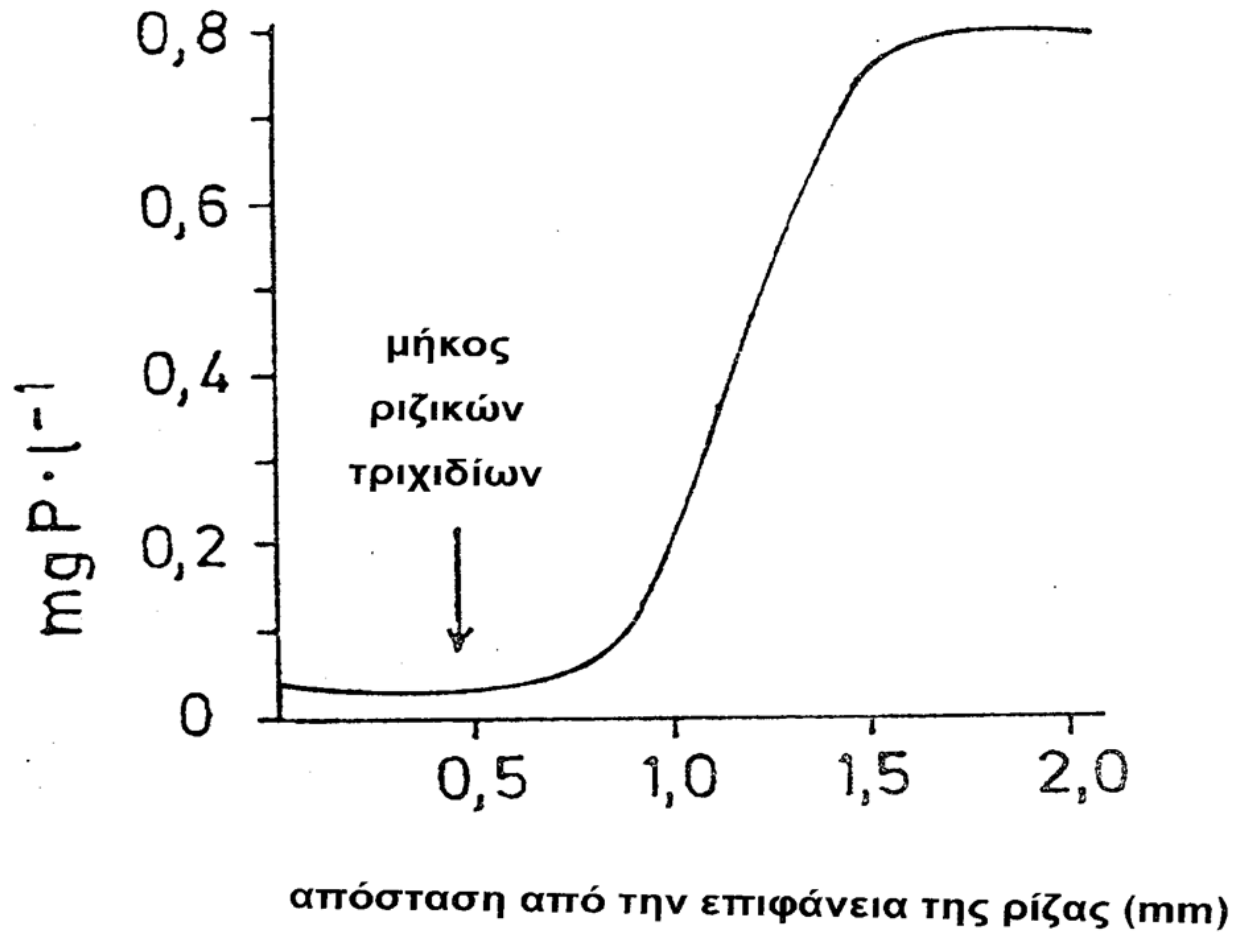
**Συγκέντρωση απορρόφησης P: 10 mg/L**

- 80 mg/L Ca
- 2 L/φυτό και ημέρα:
- Συνεισφορά μαζικής ροής:
  - $80 \times 2 = 160$  mg/φυτό
- Ημερήσια ανάγκη:
  - 140 mg/φυτό

**Συγκέντρωση απορρόφησης Ca: 70 mg/L**



# Διάχυση





# Συμπέρασμα

Η μαζική ροή συνεισφέρει στην μεταφορά θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα των φυτών μόνο όταν αυτά βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο εδαφικό νερό από την συγκέντρωση απορρόφησης

Τέτοια θρεπτικά στοιχεία συνήθως είναι :

- Τα μακροστοιχεία Ca, Mg, SO<sub>4</sub>
- Τα ιχνοστοιχεία Zn, Cu

Η διάχυση συνεισφέρει στην μεταφορά θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα των φυτών μόνο όταν αυτά βρίσκονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις στο εδαφικό νερό από την συγκέντρωση απορρόφησης

Τέτοια θρεπτικά στοιχεία συνήθως είναι:

Τα μακροστοιχεία K, P, NO<sub>3</sub>

Τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn



# Υπολογισμός αναγκών λαχανικών σε θρεπτικά στοιχεία

- 1) Μέσω πειραμάτων λίπανσης
  - 2) Μέσω υπολογιστικών μοντέλων
  - 3) Μέσω εδαφικών αναλύσεων
  - 4) Μέσω αναλύσεων φυλλοδιαγνωστικής
- Συνήθως τα (1), (2) και (3) συνδυάζονται, ενώ το (4) χρησιμοποιείται κυρίως για διαγνωστικούς σκοπούς
  - Ανάλυση εδάφους: χρήση και για διαγνωστικούς σκοπούς



# Διάγνωση διαταραχών θρέψης μέσω φυλλοδιαγνωστικής



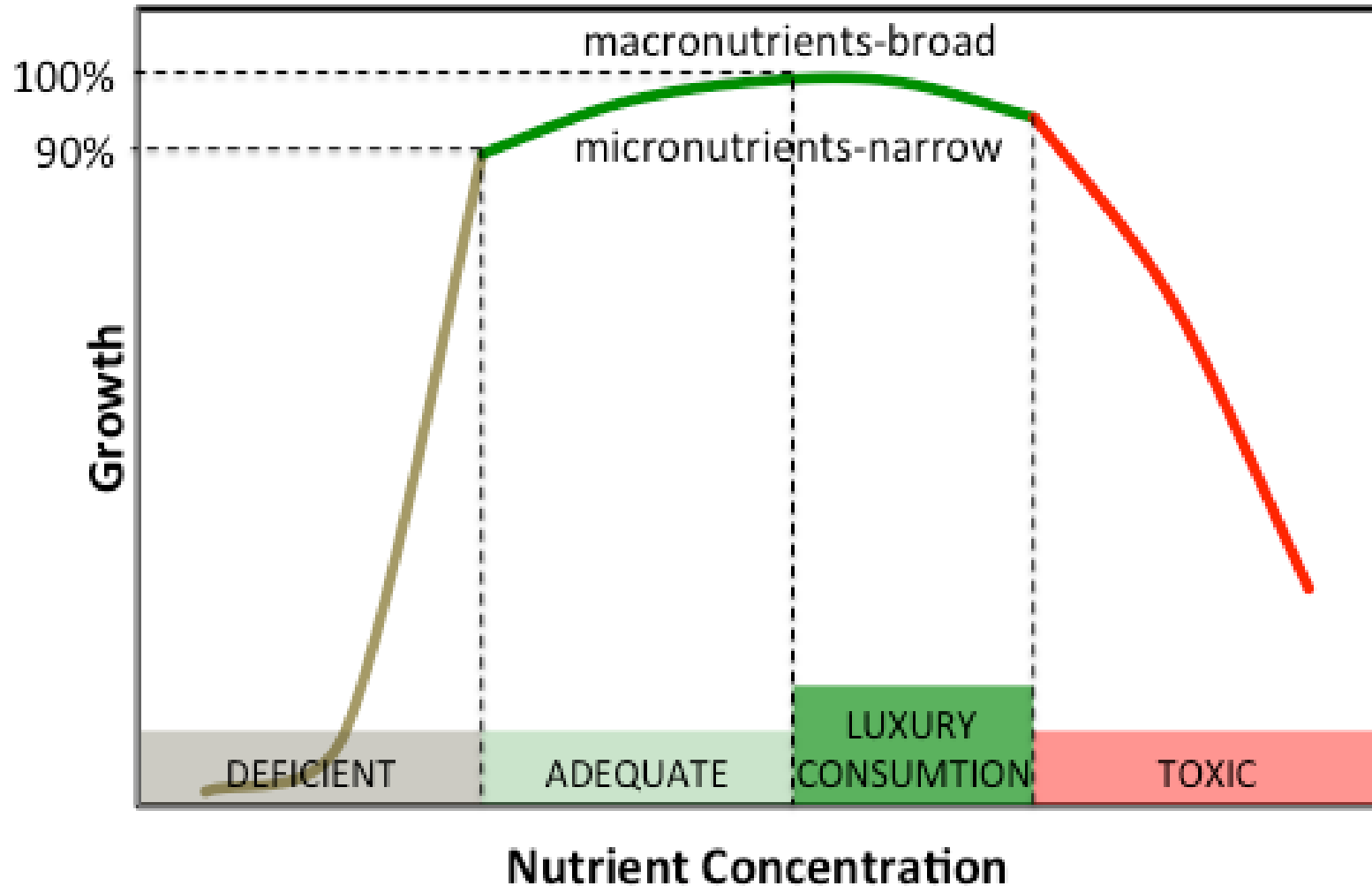


# Φυλλοδιαγνωστική

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 ως συνάρτηση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε θρεπτικά στοιχεία





# 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 (mg/kg (ppm) στην ξηρή ουσία)	50-200	40-250	30- 100	6-15	20-50



# Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ποιότητα των λαχανικών και οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον



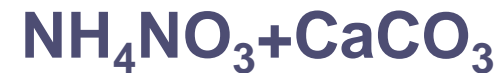
# Σημαντικότερα αζωτούχα λιπάσματα

## Ζωικά περιττώματα

Ουρία:



Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία:



Νιτρική αμμωνία:



Θειικό αμμώνιο:



Νιτρικό κάλιο:



Νιτρικό μαγνήσιο:



Νιτρικό νάτριο:





# Επίδραση μικροβιακής δραστηριότητας

Ανοργανοποίηση  
οργανικής ουσίας



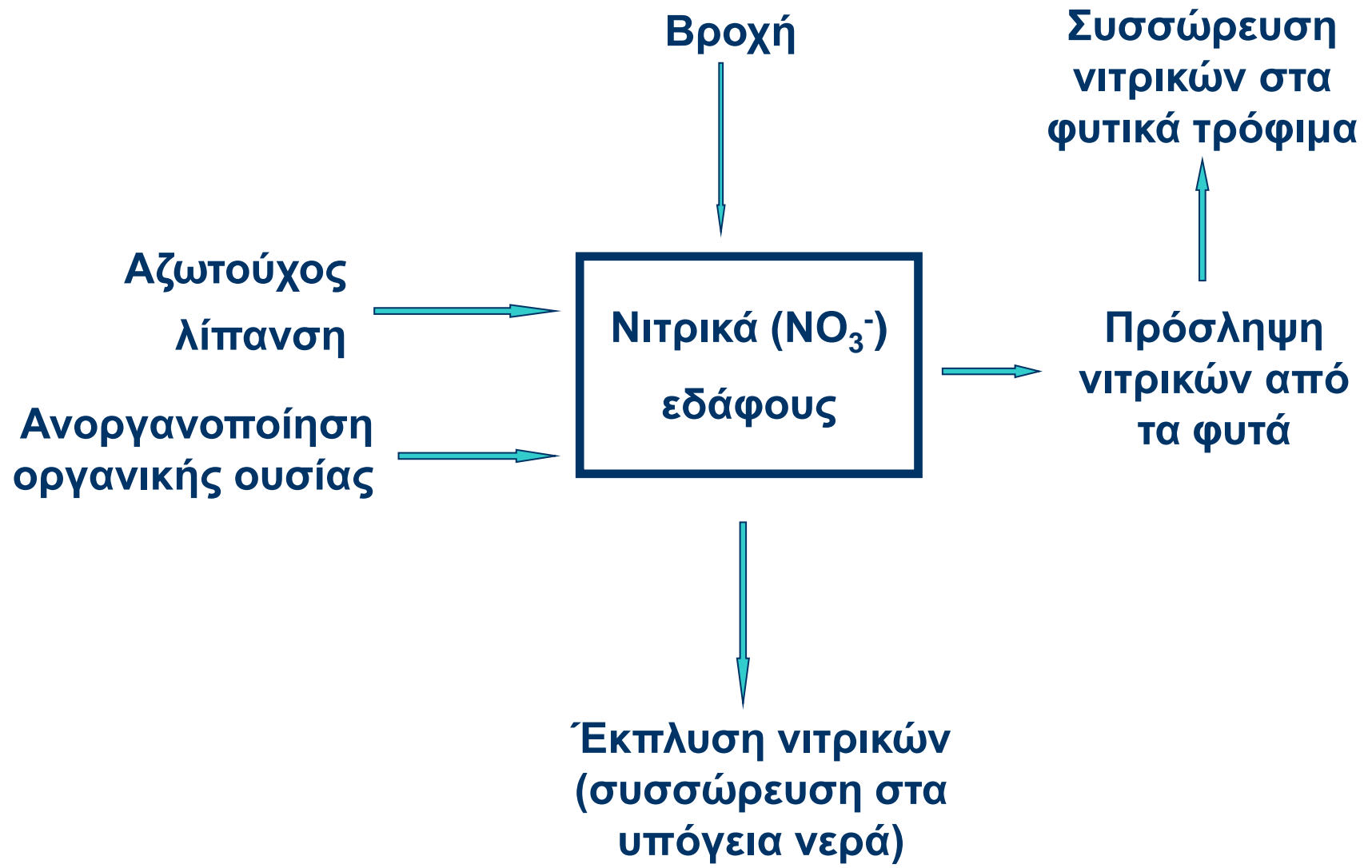
## Νιτροποίηση αμμωνίας

*Nitrosomonas* sp.:



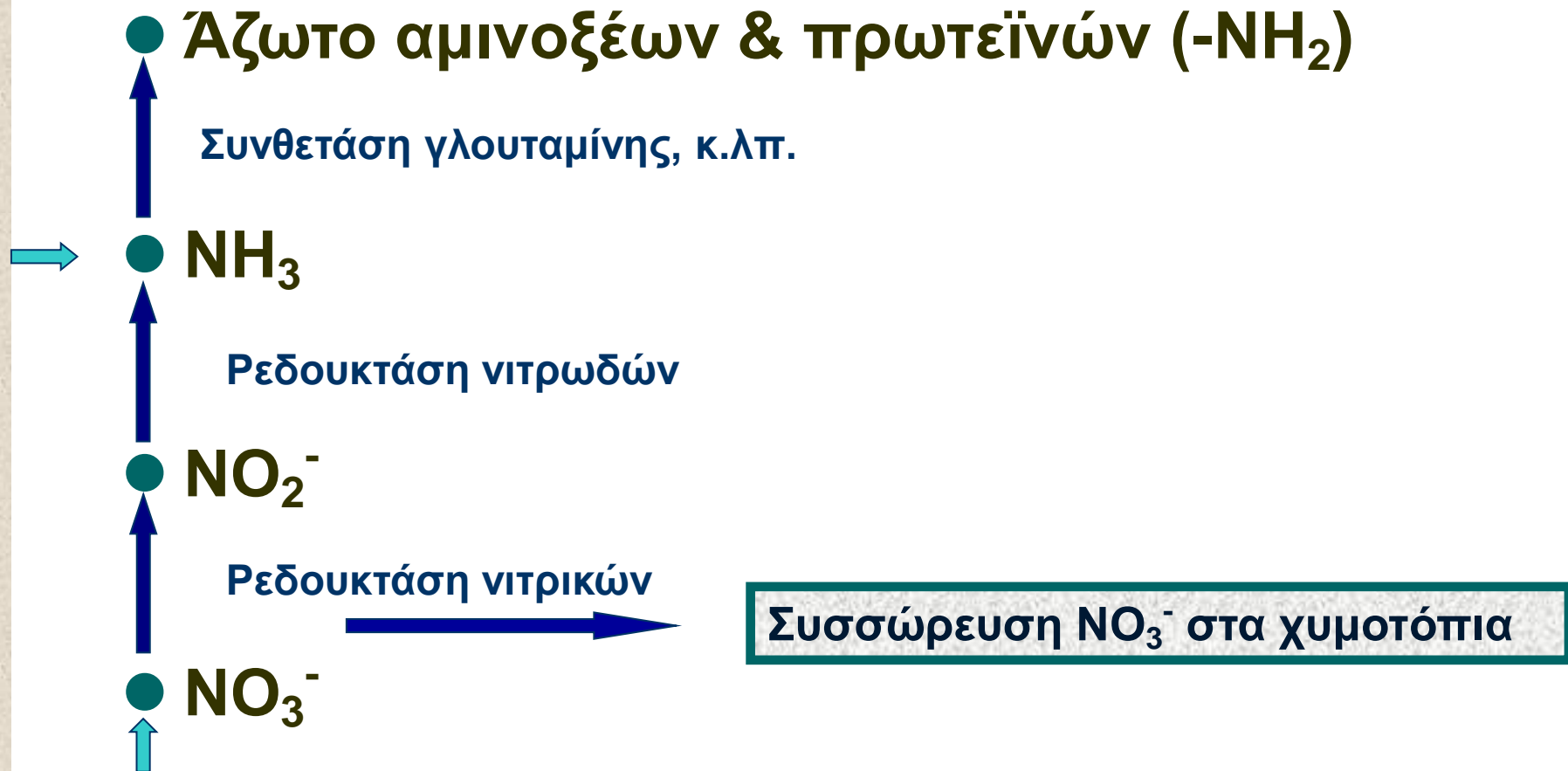
*Nitrobacter* sp.:





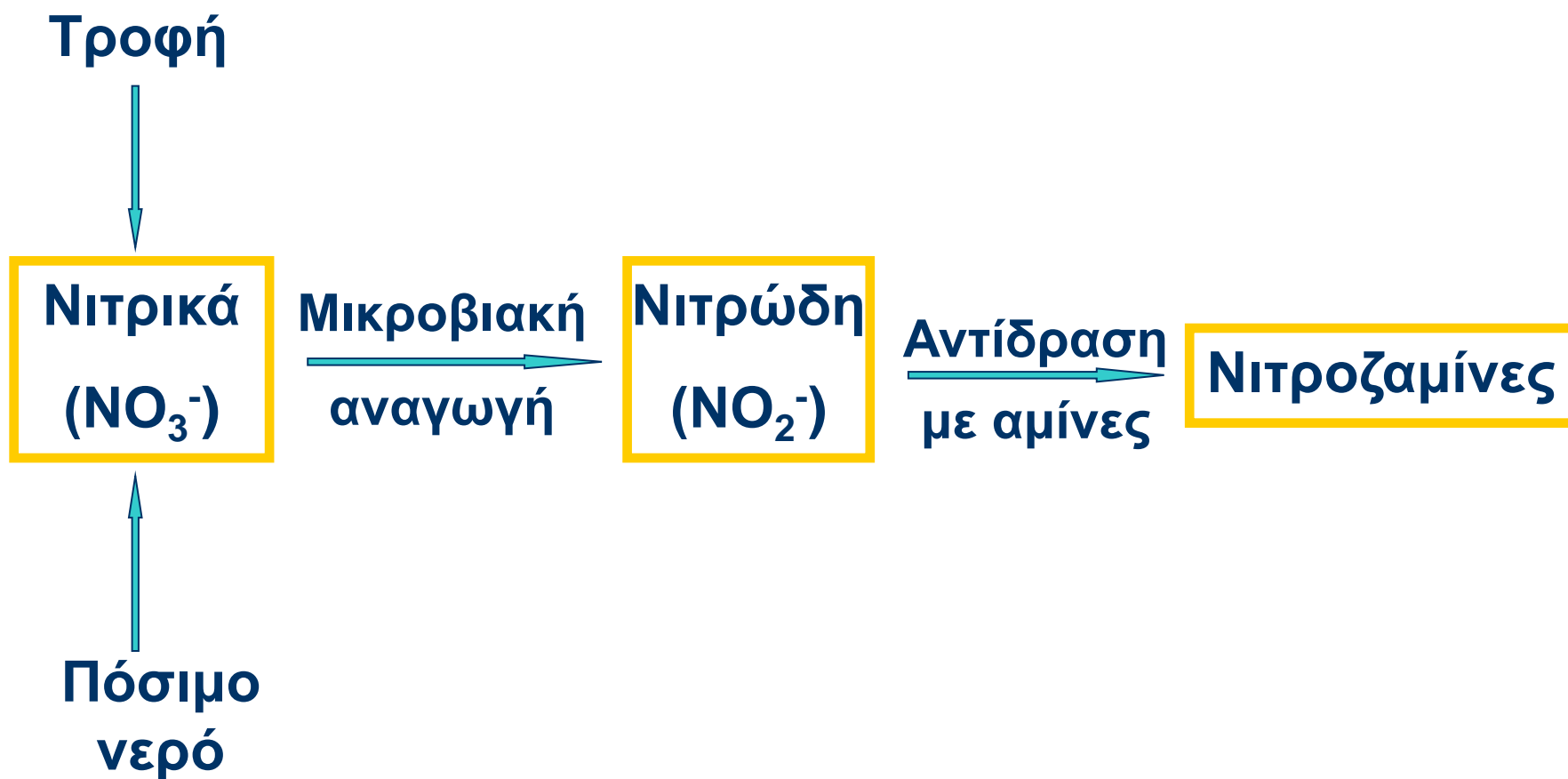


# Μεταβολισμός αζώτου στους φυτικούς ιστούς





# Επίδραση νιτρικών στην ανθρώπινη υγεία





# Ανώτατο όριο πρόσληψης νιτρικών ανά ημέρα σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας

**220 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Η ποσότητα νιτρικών που προσλαμβάνει ο άνθρωπος προέρχεται:

- από λαχανικά: 70%
- από το πόσιμο νερό: 15%
- από τα υπόλοιπα τρόφιμα: 15%



# Σημασία συγκέντρωσης $\text{NO}_3^-$ στο πόσιμο νερό

## Παράδειγμα

- Κατανάλωση νερού ανά ημέρα: 1,2 λίτρα
- με  $10 \text{ mg NO}_3^-$  ανά λίτρο νερού:  
Ημερήσια πρόσληψη  $12 \text{ mg NO}_3^-$
- με  $50 \text{ mg NO}_3^-$  ανά λίτρο νερού:  
Ημερήσια πρόσληψη  $60 \text{ mg NO}_3^-$



# Σημασία συγκέντρωσης $\text{NO}_3^-$ στα λαχανικά

## Παράδειγμα

- Κατανάλωση μαρουλιού ανά ημέρα: 100 g
- με 500 mg  $\text{NO}_3^-$  ανά kg μαρουλιού:  
Ημερήσια πρόσληψη 50 mg  $\text{NO}_3^-$
- με 3.000 mg  $\text{NO}_3^-$  ανά kg μαρουλιού:  
Ημερήσια πρόσληψη 300 mg  $\text{NO}_3^-$



# Η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε νιτρικά εξαρτάται

- Από το είδος του φυτικού οργάνου (ρίζα, φύλλο, καρπός, κ.λπ.)
- Από την ηλικία του φυτικού οργάνου
- Από το είδος και την ποικιλία του φυτού
- Από την αζωτούχο λίπανση
- Από την επικρατούσα ηλιοφάνεια
- Από την επεξεργασία που υφίστανται (μαγείρεμα, κ.λπ.)



# Επίδραση είδους & ηλικίας φυτικού οργάνου

Φυτικό τμήμα	mg NO <sub>3</sub> ανά g ξηρής μάζας	mg NO <sub>3</sub> ανά kg νωπής μάζας
Ρίζες	2,5	-
Μίσχοι παλιών φύλλων	38,7	2340
Μίσχοι νεαρών φύλλων	23,0	2170
Ελάσματα παλιών φύλλων	15,9	2050
Ελάσματα νεαρών φύλλων	6,9	1100
Καρποί	0.8	64

Περιεκτικότητα των κυριότερων φυτικών τμημάτων της μελιτζάνας σε NO<sub>3</sub>-



# Επίδραση είδους λαχανικού

Είδος φυτού	mg/kg νωπής μάζας
Παντζάρι	150 – 5.700
Σπανάκι	350 – 3.900
Μαρούλι	380 – 3.500
Ραπανάκι	260 – 1.200
Φασολάκι	80 – 820
Κουνουπίδι	60 – 660
Αγγούρι	20 – 300
Τομάτα	10 - 100

Περιεκτικότητα του βρώσιμου τμήματος ορισμένων λαχανικών σε νιτρικά (NO<sub>3</sub>)





# Ταξινόμηση βρώσιμων φυτών ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νιτρικά

Περιεκτικότητα σε νιτρικά	Είδος φυτού
υψηλή	μαρούλι, σπανάκι, αντίδι, παντζάρι, ραπανάκι, σέσκουλο, κινέζικο λάχανο
μέτρια	σέλινο, καρότο, κεφαλωτό λάχανο, πατάτα, κουνουπίδι
χαμηλή	τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, πεπόνι, λάχανο βρυξελλών, αρακάς, φρούτα, σιτηρά



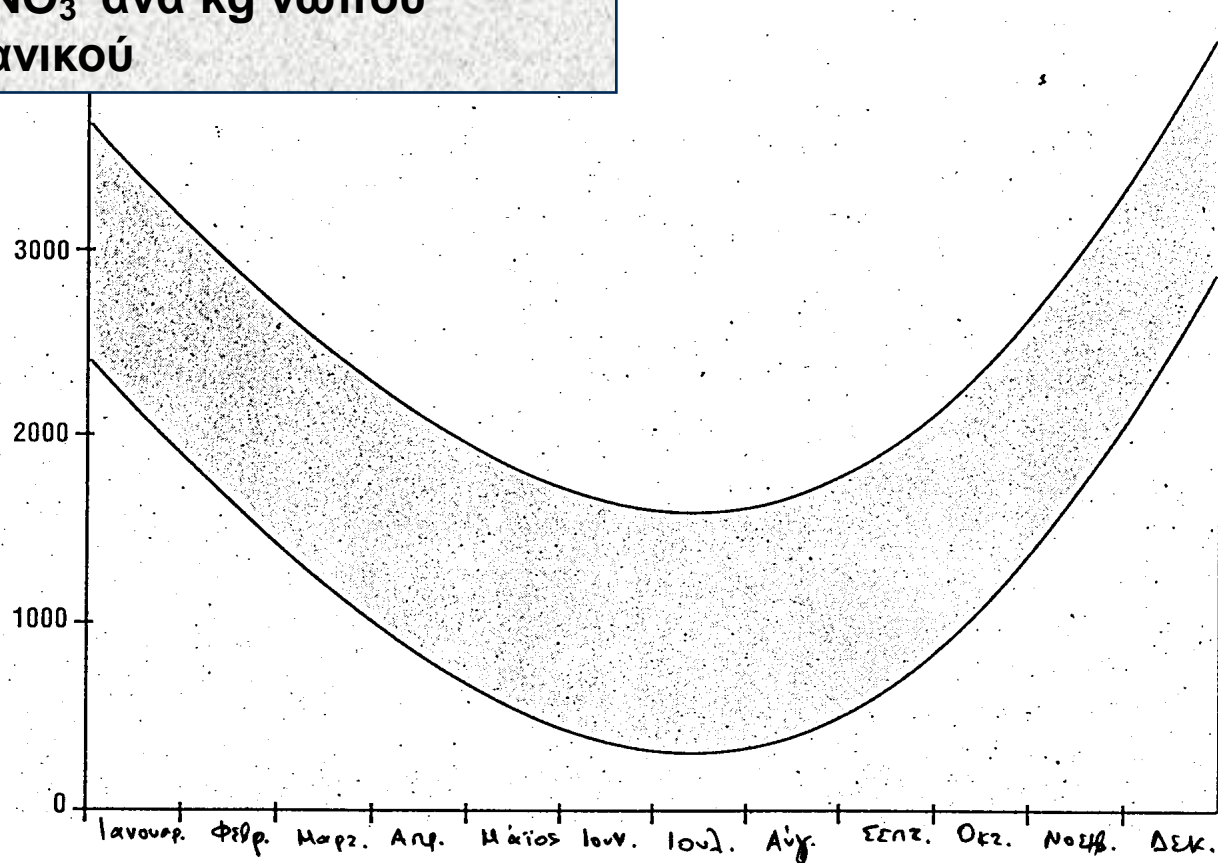
# Επίδραση αζωτούχου λίπανσης στην περιεκτικότητα (mg kg<sup>-1</sup> νωπού βάρους) ορισμένων λαχανικών σε νιτρικά

Ύψος αζωτούχου λίπανσης (kg N/στρ.)	κουνουπίδι	γογγύλι	μαρούλι	καρότο
Καθόλου	26-154	47 – 307	150 – 720	105 – 335
7,5	-	-	490 – 1980	-
10	-	120 – 625	-	220 – 540
15	-	-	885 - 2200	-
20	110 - 415	380 - 1120	-	250 – 615
40	210 – 550	-	-	-



# Επίδραση ηλιοφάνειας

mg  $\text{NO}_3^-$  ανά kg νωπού  
λαχανικού

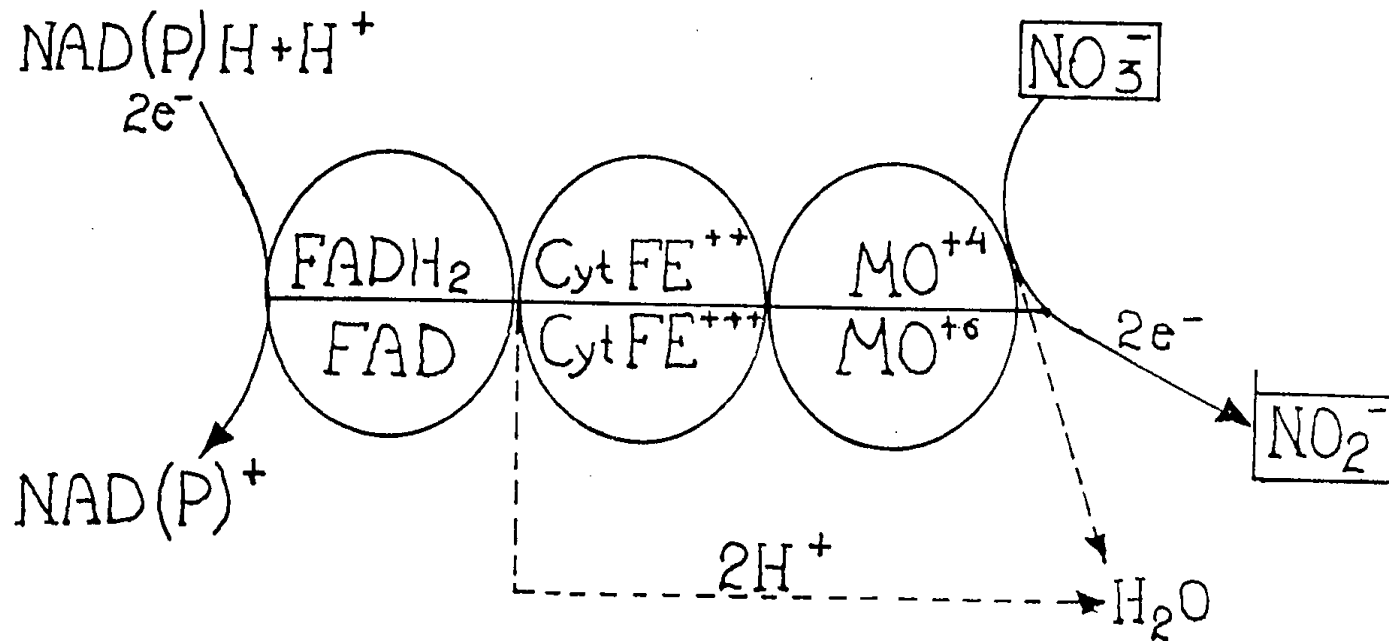


Διακύμανση συγκεντρώσεων νιτρικών σε φύλλα μαρουλιού στην διάρκεια του έτους



# Αναγωγή νιτρικών σε νιτρώδη μέσα στους φυτικούς ιστούς

ΠΕΔΟΥΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ





# Μέτρα μείωσης περιεκτικότητας λαχανικών σε νιτρικά

- Ορθολογική αζωτούχος λίπανση (οργανική ή ανόργανη)
- Όχι συγκομιδή λαχανικών σε συνθήκες χαμηλής ηλιοφάνειας
- Τερματισμός χορήγησης νιτρικών λιπασμάτων αρκετά πριν την λήξη της καλλιέργειας
- Δημιουργία ποικιλιών με περιορισμένη ικανότητα συσσώρευσης νιτρικών



# Άλλες επιπτώσεις υπερβολικής λίπανσης N στην ποιότητα των λαχανικών

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



# Επιπτώσεις αζωτούχου λίπανσης στο περιβάλλον

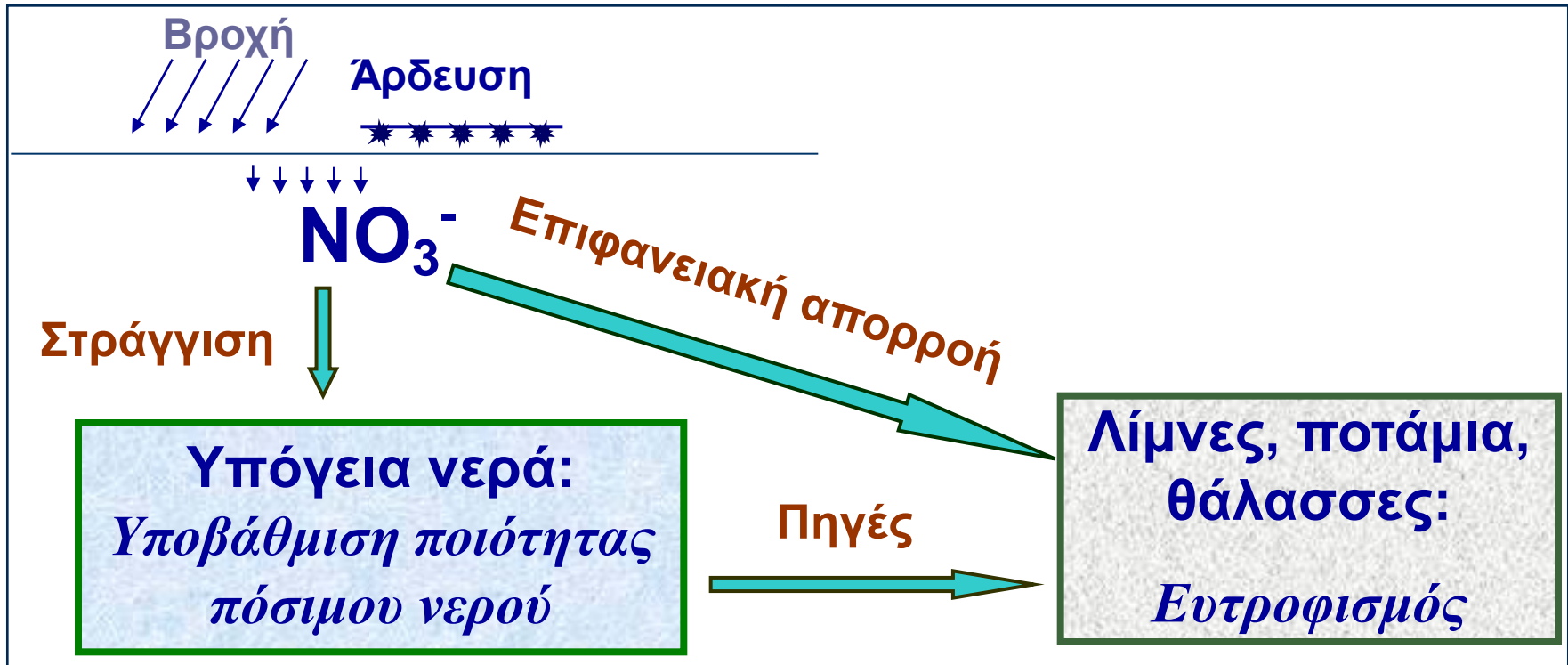


# Έκλυση Νιτρικών (1/2)

**Νιτρικά άλατα:**  
*υψηλή διαλυτότητα*



**Υπόκεινται σε έντονο κίνδυνο έκπλυσης**







# Μέγιστα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό

- 50 mg l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Ευρωπαϊκή Ένωση)
- 25 mg l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Εθνική νομοθεσία πολλών Ευρωπαϊκών χωρών)



# Η ποσότητα νιτρικών που εκπλένεται εξαρτάται από:

1. την υπάρχουσα ποσότητα νιτρικών στο έδαφος
2. την ποσότητα νερού που στραγγίζει στον υδροφόρο ορίζοντα



# Η συγκέντρωση νιτρικών στο έδαφος επηρεάζεται από:

- Ανόργανη λίπανση
- Οργανική λίπανση
- Φυτικά υπολείμματα από προηγούμενη καλλιέργεια
- Χρονική κατανομή αζωτούχου λίπανσης



# Η ποσότητα νερού που στραγγίζει στον υδροφόρο ορίζοντα επηρεάζεται από:

- Ύψος βροχοπτώσεων
- Άρδευση
- Κλίση εδάφους
- Τύπο εδάφους (ικανότητα συγκράτησης νερού, κ.λ.π.)
- Ποσοστό φυτοκάλυψης
- Ένταση εξάτμισης



# Μέτρα μείωσης εκπλυσης νιτρικών

- Προσθήκη λιπασμάτων N σε κατάλληλες ποσότητες και σε κατάλληλο χρόνο
- Συνυπολογισμός υπολειμμάτων καλλιέργειας & οργανικής ουσίας στην αζωτούχο λίπανση
- Σωστή εφαρμογή άρδευσης
- Εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών
- Εκλογή κατάλληλης καλλιέργειας



# Βασική λίπανση 1/2

Οι ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που προστίθενται στο έδαφος κατά την βασική λίπανση καθορίζονται με βάση:

- τις ιδιαίτερες ανάγκες του καλλιεργούμενου φυτικού είδους καθώς και της ποικιλίας
- τα αποτελέσματα εδαφολογικής ανάλυσης (αν υπάρχουν)
- την προβλεπόμενη διάρκεια της καλλιέργειας,
- τον προβλεπόμενο τρόπο και συχνότητα εφαρμογής επιφανειακής λίπανσης



# Βασική λίπανση 2/2

Τα θρεπτικά στοιχεία που προστίθενται στο έδαφος με την βασική λίπανση είναι κυρίως:

- άζωτο
- φώσφορος
- κάλιο

- I. Σε αρκετά εδάφη είναι χρήσιμη και η προσθήκη Mg
- II. Η προσθήκη Ca ή ιχνοστοιχείων είναι αναγκαία μόνο σε ειδικές περιπτώσεις



# Αζωτούχος βασική λίπανση 1/2

Το νιτρικό άζωτο παραμένει σχεδόν κατά 100% διαλυμένο στο νερό του εδάφους.

Επομένως, αν όλη η ποσότητα N που χρειάζονται τα φυτά χορηγηθεί από την αρχή υπό μορφή  $\text{NO}_3\text{-N}$ :

- η συγκέντρωση N στο εδαφικό διάλυμα στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών θα είναι υπερβολικά υψηλή (αλατότητα, τοξικότητα)
- θα υπάρχει σοβαρός κίνδυνος έκπλυσής του μέσω του νερού των βροχοπτώσεων ή του ποτίσματος με συνέπεια αργότερα να εμφανισθεί τροφопενία αζώτου





# Αζωτούχος βασική λίπανση 2/2

Γι' αυτό, κατά την βασική λίπανση ή δεν προστίθενται καθόλου ανόργανα λιπάσματα αζώτου η προστίθεται ένα μικρό μόνο μέρος από την συνολική ποσότητα που υπολογίζεται ότι θα χρειαστούν τα φυτά σε όλη την καλλιεργητική περίοδο.



# Φωσφορούχος βασική λίπανση 1/2

- Είναι το πλέον δυσκίνητο από τα μακροστοιχεία στο έδαφος, δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις του στο εδαφικό διάλυμα συνήθως είναι χαμηλότερες από τα 1-2 ppm.
- Γι' αυτό, η μετακίνησή του προς τις ρίζες γίνεται αποκλειστικά και μόνο μέσω διάχυσης
- Η ποσότητα φωσφόρου που περιέχεται σε δυσδιάλυτες φωσφορικές ενώσεις στη στερεά φάση του εδάφους (χαλαρά δεσμευμένος P) είναι περίπου χιλιαπλάσια



# Φωσφορούχος βασική λίπανση 2/2

- Η ποσότητα του χαλαρά δεσμευμένου P στις δυσδιάλυτες φωσφορικές ενώσεις λειτουργεί για το εδαφικό υδατικό διάλυμα ως μία δεξαμενή συνεχούς αναπλήρωσης του P που απορροφούν τα φυτά.
- Γι' αυτό, η χορήγηση του P στην καλλιέργεια συνήθως γίνεται στο σύνολό της κατά την βασική λίπανση, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος έκπλυσής του ή τοξικότητας για τα φυτά.



# Καλιούχος βασική λίπανση 1/2

- Το κάλιο βρίσκεται σε μικρές σχετικά συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα (αρκετά μεγαλύτερες όμως από αυτές του φωσφόρου)
- Το υπόλοιπο μέρος του καλίου του εδάφους που είναι εύκολα διαθέσιμο στα φυτά δεσμεύεται χαλαρά στα αρνητικά φορτία των ορυκτών της αργίλου και γενικά των εδαφικών κολλοειδών
- Επομένως, η χορήγηση Κ στην καλλιέργεια μπορεί να γίνεται στο σύνολό του κατά την βασική λίπανση, χωρίς να υπάρχει σοβαρός κίνδυνος έκπλυσής του ή τοξικότητας για τα φυτά



# Καλιούχος βασική λίπανση 2/2

- Αντίθετα με τον φώσφορο όμως, η χορήγηση καλίου μέσω υδρολίπανσης μαζί με το άζωτο υπό μορφή ευδιάλυτων καλιούχων λιπασμάτων είναι ιδιαίτερα συχνή όταν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή.
- Αν πρόκειται να διενεργείται τακτικά υδρολίπανση, η ποσότητα K που χορηγείται στην καλλιέργεια κατά την βασική λίπανση είναι ανάλογα μειωμένη, ή μπορεί και να παραλείπεται τελείως όταν το έδαφος έχει αρκετά αποθέματα K από προηγούμενες καλλιέργειες (περιεκτικότητα εδάφους σε εναλλακτικό  $K > 250 \text{ mg/l}$ ).



# Ποιότητα καρπών λαχανικών: Επίπτωση Κ & Ν

## ● Επαρκής παροχή καλίου:

- Αυξάνει τα οξέα και τα σάκχαρα του χυμού (κυρίως στην τομάτα)
- Συμβάλει σε πιο ομοιόμορφο χρωματισμό των καρπών και μειώνει την εμφάνιση φυσιολογικών διαταραχών που σχετίζονται με τον χρωματισμό των καρπών



## ● Υπερβολική παροχή αζώτου υποβαθμίζει την ποιότητα των καρπών λόγω μείωσης:

- της περιεκτικότητάς τους σε σάκχαρα και
- της συνεκτικότητας της σάρκας τους.



# Ποιότητα καρπών κηπευτικών

## Επίπτωση ασβεστίου (Ca)

- Το Ca επηρεάζει την εμφάνιση των φυσιολογικών διαταραχών «ξηρή σήψη κορυφής» (blossom end rot, BER) και «εσωτερική σήψη καρπών» (internal fruit rot, IFR) στα καρποδοτικά σολανώδη.
- Σημαντικό ρόλο στην μεταφορά ασβεστίου στους καρπούς έχουν επίσης η παροχή  $\text{NH}_4\text{-N}$ , K, Mg, και η ολική συγκέντρωση αλάτων στη ρίζα (EC).
- Παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον του θερμοκηπίου (σχετική υγρασία αέρα, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), επίσης επιδρούν στην κινητικότητα του Ca προς τους καρπούς.
- Στις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες η εμφάνιση BER είναι πιο συχνή την θερμή εποχή του έτους





# Προσθήκη κοπριάς κατά τη βασική λίπανση

- Εμπλουτισμός εδάφους με θρεπτικά στοιχεία
- Φυσικές ιδιότητες
- Ανταλλακτική ικανότητα





# Περιττώματα ζωικών οργανισμών

## Νωπή κοπριά:

Νερό	65-80%
Ξηρή ουσία	20-35%
Ανόργανα συστατικά	3-4%



# Μέση σύσταση (%) κοπριάς από διάφορα κατοικίδια ζώα σε ξηρή ουσία, οργανική ουσία και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία

Είδος ζώου	Ξηρή ουσία	Οργανική ουσία	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Βοοειδή	23	20	0,4	0,16	0,50	0,45	0,10
Πρόβατα	36	32	0,8	0,23	0,67	0,33	0,18
Χοιρινά	20	18	0,55	0,76	0,50	0,40	0,20
Κότα	26	17	1,3	1,10	0,60	3,40	----



# Επιφανειακή λίπανση

- Αρχίζει λίγο μετά την εγκατάσταση των φυτών στο έδαφος και επαναλαμβάνεται τακτικά σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας
- Αποσκοπεί στην αναπλήρωση των θρεπτικών στοιχείων που απορροφώνται από τα φυτ.
- Κατά κανόνα εφαρμόζεται μέσω υδρολίπανσης
- Προϋποθέτει την χρήση πλήρως υδατοδιαλυτών λιπασμάτων



# Υδρολίπανση θερμοκηπιακών καλλιεργειών

- Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, μαζί με κάθε πότισμα γίνεται και υδρολίπανση (συνεχής τροφοδότηση)
- Η συνεχής τροφοδότηση συσχετίζει την παροχή θρεπτικών στοιχείων με την παροχή νερού



# Βασικές αρχές υδρολίπανσης 1/2

- Απαραίτητη η προσθήκη N και K
- Ο P παρέχεται κυρίως μέσω της βασικής λίπανσης
- Mg & ιχνοστοιχεία: Συνήθως χορηγούνται αν υπάρχει ένδειξη με βάση ανάλυση εδάφους
- Ca: Μόνο σε όξινα εδάφη



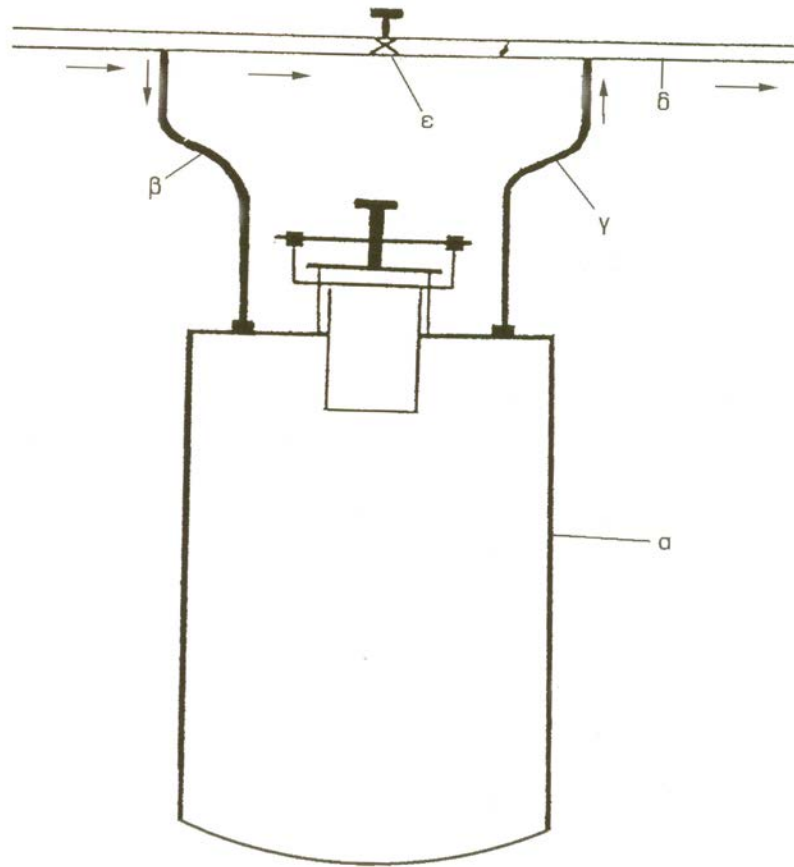
# Βασικές αρχές υδρολίπανσης 2/2

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την παροχή των λιπασμάτων μέσω του νερού στα φυτά μπορεί να είναι:

- Υδρολιπαντήρες
- Δοσομετρικές αντλίες

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η υδρολίπανση συνήθως εφαρμόζεται μέσω συστημάτων στάγδην άρδευσης.

# Υδρολίπανση με κοινό υδρολιπαντήρα



Σχηματική απεικόνιση κοινού υδρολιπαντήρα:

α=κάδος υδρολιπαντήρα,  
β=σωλήνας εισαγωγής νερού στον κάδο,

γ=σωλήνας εξαγωγής νερού από τον κάδο,

δ=κεντρικός αγωγός άρδευσης και  
ε=βαλβίδα στραγγαλισμού ροής



# Υδρολίπανση με δοσομετρητές

## Δοσομετρική αντλία

- Αραίωση πυκνών διαλυμάτων με νερό άρδευσης σε μία συγκεκριμένη, χρονικά σταθερή αναλογία
- Συνήθως η αναλογία αραίωσης κυμαίνεται από 1:50 έως 1:1000
- Επομένως οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων είναι χρονικά σταθερές





# Οι δοσομετρικές αντλίες μπορεί να είναι:

- μηχανικές (ηλεκτρικός ή με κινητήρα εσωτερικής καύσεως)
- υδραυλικές (ενέργεια από πίεση δικτύου παροχής νερού)

Η δοσομετρική αντλία συνδέεται με το δίκτυο άρδευσης

- πάνω στον κεντρικό αγωγό ή
- παράλληλα με αυτόν (by pass).



# Υδραυλικές δοσομετρικές αντλίες για εφαρμογή υδρολίπανσης





# Υδρολίπανση λαχανικών στις υδροπονικές καλλιέργειες





# Θρεπτικό διάλυμα

Είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

- είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων
- είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις
- είτε ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις.



# Χρήση θρεπτικών διαλυμάτων σε εκτός εδάφους καλλιέργειες

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι το βασικό εργαλείο βελτιστοποίησης της θρέψης των φυτών στις καλλιέργειες εκτός εδάφους.



# Ιδιότητες θρεπτικών διαλυμάτων

- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- pH
- Συγκεντρώσεις κύριων θρεπτικών και αναλογίες μεταξύ τους
- Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων



# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 1/3

- **Electrical Conductivity (EC):** Είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην πραγματικότητα είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός αγωγού ηλεκτρικού ρεύματος η οποία ως γνωστόν εξαρτάται από την φύση του αγωγού.
- Η (ειδική) ηλεκτρική αγωγιμότητα ( $C_a$ ) ορίζεται ως το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης,  $\rho$ :

$$C_a = 1/\rho$$

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μετράται σε  $\text{dS m}^{-1}$ .  
( $1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mS cm}^{-1} = 1 \text{ mmho cm}^{-1}$ )



# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 2/3

- Η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στην παρουσία ιόντων
- Συνεπώς όσο πιο πολλά ιόντα είναι διαλυμένα στο νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα
- Συνεπώς, η EC είναι ανάλογη της συνολικής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα
- Όμως, η EC δεν μας δίνει πληροφορίες για το είδος των ιόντων ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ , κ.λπ.) που περιέχονται στο υδατικό διάλυμα





# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 3/3

- Η EC μπορεί να μετρηθεί εύκολα και γρήγορα στο θερμοκήπιο με την βοήθεια εύχρηστων, φορητών οργάνων.
- Γι' αυτό, η μέτρηση της EC χρησιμοποιείται ευρύτατα για τον γρήγορο προσδιορισμό της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σε θρεπτικά διαλύματα





# Το pH

- Ένας αριθμός που εκφράζει την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου ( $H_3O^+$ ) σε ένα θρεπτικό διάλυμα σε λογαριθμική κλίμακα (1 – 14 )
- Το pH ενός θρεπτικού διαλύματος είναι πολύ σημαντικό για την θρέψη των φυτών γιατί επηρεάζει τις χημικές ισορροπίες μεταξύ διαφόρων ιόντων και χημικών ενώσεων στο θρεπτικό διάλυμα
- Κατά συνέπεια, το pH καθορίζει την διαλυτότητα και επομένως την διαθεσιμότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά



# Μορφές θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα

μακροστοιχείο	Χημική μορφή	Ιχνοστοιχείο	χημική μορφή
άζωτο (N)	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	σίδηρος (Fe)	$\text{Fe}^{2+}$
φώσφορος (P)	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	μαγγάνιο (Mn)	$\text{Mn}^{2+}$
θείο (S)	$\text{SO}_4^{2-}$	ψευδάργυρος (Zn)	$\text{Zn}^{2+}$
κάλιο (K)	$\text{K}^+$	χαλκός (Cu)	$\text{Cu}^{2+}$
ασβέστιο (Ca)	$\text{Ca}^{2+}$	βόριο (B)	$\text{H}_3\text{BO}_3$
μαγνήσιο (Mg)	$\text{Mg}^{2+}$	μολυβδαίνιο (Mo)	$\text{MoO}_4^{2-}$



# Τυπικές συνθέσεις θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες

Κύριο θρεπτικό στοιχείο	Hoagland & Arnon	Sonneveld & Straver, αγγούρι	Ιχνο-στοιχείο	Hoagland & Arnon	Sonneveld & Straver, αγγούρι
$\text{NO}_3^-$	14.0	16.00	Fe	25.00	15.00
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1.0	1.25	Mn	9.10	10.00
$\text{SO}_4^{2-}$	2.0	1.40	Zn	0.75	5.00
$\text{K}^+$	6.0	8.00	Cu	0.30	0.75
$\text{NH}_4^+$	1.0	1.25	B	46.30	25.00
$\text{Ca}^{2+}$	4.0	4.00	Mo	0.10	0.50
$\text{Mg}^{2+}$	2.0	1.40			



# Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά 1/3

- Για να αποφευχθεί η συχνή παρασκευή θρεπτικού διαλύματος, παρασκευάζονται πυκνά διαλύματα (συνήθως 100-200 φορές συμπυκνωμένα).
- Τα πυκνά διαλύματα (μητρικά διαλύματα) αραιώνονται σε μία καθορισμένη αναλογία με νερό άρδευσης μέσω κατάλληλου εξοπλισμού (δοσομετρητής), οπότε προκύπτει το διάλυμα τροφοδοσίας των φυτών.
- Συνήθως υπάρχει και ένα τρίτο μητρικό διάλυμα με οξύ (συνήθως  $\text{HNO}_3$ ) για έλεγχο pH του διαλύματος.



# Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά 2/3

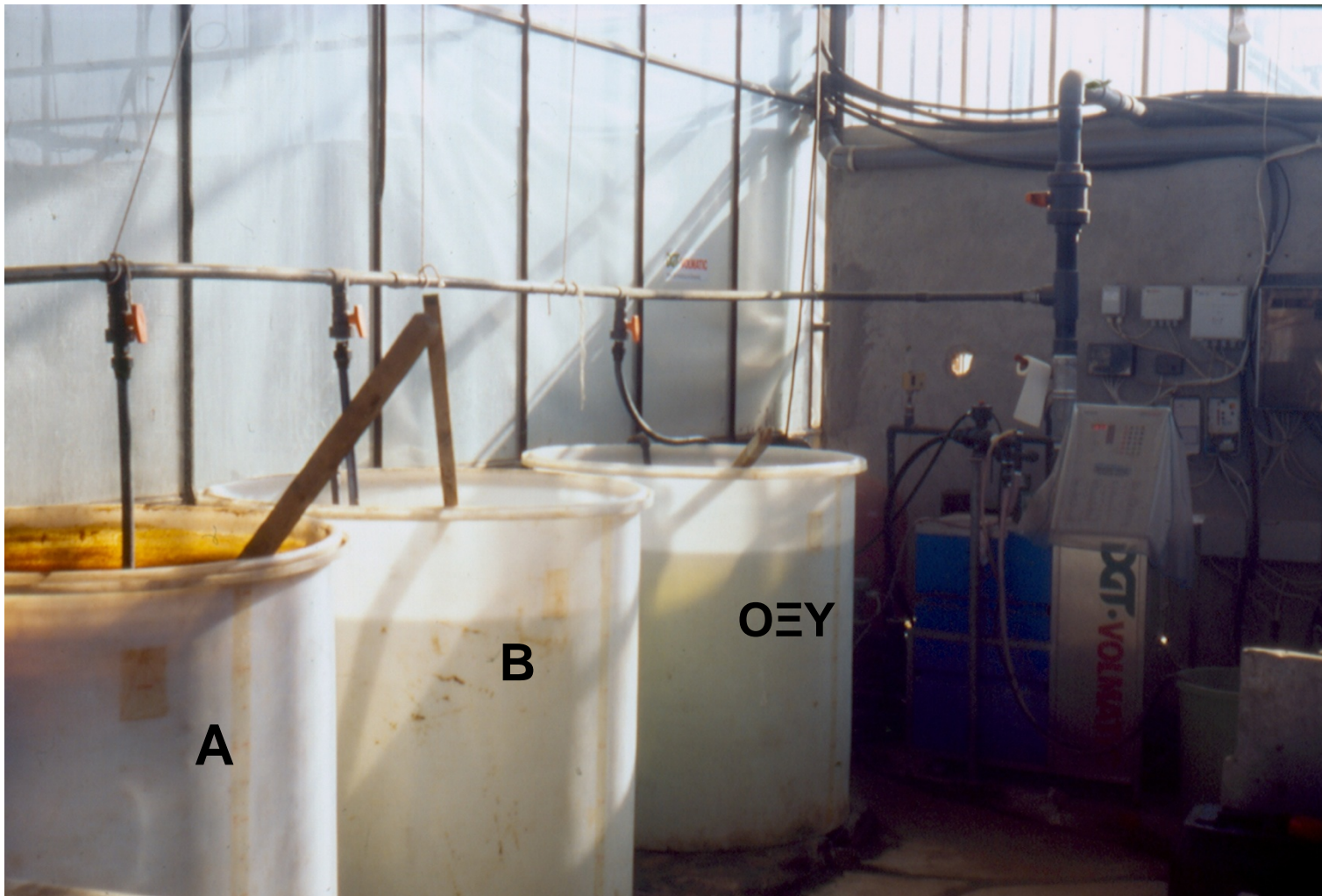
Πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιούνται δύο τουλάχιστον δοχεία πυκνών διαλυμάτων, γιατί το νιτρικό ασβέστιο δεν μπορεί να τοποθετηθεί στο ίδιο δοχείο με φωσφορικά και θειικά λιπάσματα.

Τοποθέτηση στο ίδιο δοχείο θα οδηγούσε σε καταβύθιση  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  και  $\text{CaSO}_4$  λόγω της χαμηλής διαλυτότητας αυτών των αλάτων





# Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά 3/3



Πυκνά διαλύματα Α, Β και οξέως



# Έλεγχος EC στο περιβάλλον της ρίζας

- Νερό καλής ποιότητας (όχι NaCl)
- Κατάλληλες αναλογίες K:Ca:Mg στο Θ.Δ.
- Χαμηλή συγκέντρωση  $SO_4^{2-}$  στο Θ.Δ.
- Αύξηση συχνότητας ποτισμάτων
- Συσχέτιση άρδευσης με ηλιακή ενέργεια
- Έκπλυση υποστρώματος με Θ.Δ. χαμηλής EC (όχι με νερό, εκτός αν είναι βρόχινο).





# Ρύθμιση του pH στο περιβάλλον των ριζών

- Επιθυμητές τιμές pH στον χώρο των ριζών: 5,5-6,5
- Οριακές τιμές pH στον χώρο των ριζών: 5-5,5 & 6,5-7.
- Τρόποι διατήρησης pH στα παραπάνω επίπεδα στον χώρο των ριζών:
  - Χορήγηση θρεπτικού διαλύματος με pH μεταξύ 5,5 και 5,7
  - Χορήγηση μέρους του αζώτου σε αμμωνιακή μορφή ( $N_r = 0,06-0,15$ )



# 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.





# 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.





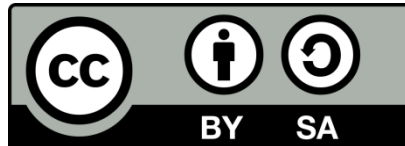
# Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. Δημήτριος Σάββας, Χάρολντ Πάσσαμ, «Γενική Λαχανοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://oceclass.aua.gr/courses/OCDCS105/>



# 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/>



# 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.