

# ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ



# Σκοπιμότητα άρδευσης

Η άρδευση αποσκοπεί κυρίως στην τροφοδότηση της κόμης του φυτού με νερό.

Μόνο το 1% του νερού που φτάνει στην κόμη των φυτών παραμένει στους φυτικούς ιστούς και χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιομάζας.

Το υπόλοιπο 99% του νερού που προσλαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος διαφεύγει στον ατμοσφαιρικό αέρα μέσω της διαπνοής.

Όταν η διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος είναι μειωμένη, τα φυτά κλείνουν βαθμιαία τα στομάτια για να μειώσουν τις απώλειες νερού μέσω διαπνοής, ώστε να προστατευθούν τα κύτταρα των φύλλων από αφυδάτωση.

Μέσω των στοματίων όμως εισέρχεται στο μεσόφυλλο το  $\text{CO}_2$  και επομένως το κλείσιμό τους μειώνει τους ρυθμούς φωτοσύνθεσης.

Η επάρκεια νερού στο έδαφος είναι επομένως καθοριστικής σημασίας για την διατήρηση υψηλών ρυθμών φωτοσύνθεσης και παραγωγής βιομάζας.

# Τρόποι άρδευσης των κηπευτικών καλλιέργειών



# Άρδευση με κατάκλιση ή με αυλάκια

Χωράφι καλλιεργούμενο με κηπευτικά στο οποίο εφαρμόζεται άρδευση με αυλάκια

Το ίδιο χωράφι τρεις εβδομάδες μετά την ημερομηνία άρδευσης με αυλάκια.



Φαίνεται η εκτεταμένη ανάπτυξη ζιζανίων που προκαλεί αυτή η μέθοδος ποτίσματος σε όλη την επιφάνεια του καλλιεργούμενου εδάφους.

# Άρδευση με καταιονισμό

## I. Εκτοξευτήρες πάνω σε οριζόντιους σωλήνες

Άρδευση κηπευτικών με καταιονισμό μέσω ενός δικτύου σωλήνων εφαρμογής τοποθετημένων στην επιφάνεια του εδάφους.

Άρδευση κηπευτικών με καταιονισμό μέσω ενός δικτύου σωλήνων εφαρμογής οι οποίοι είναι ελαφρώς υπερυψωμένοι.



# Άρδευση με καταιονισμό

## II. Εκτοξευτήρες πάνω σε ορθοστάτες

Ορθοστάτης με μικροεκτοξευτήρα νερού στην κορυφή του.

Άρδευση καλλιέργειας κηπευτικών (μαρούλι) με καταιονισμό μέσω αγωγών εφαρμογής στο επίπεδο του εδάφους και ορθοστάτες.



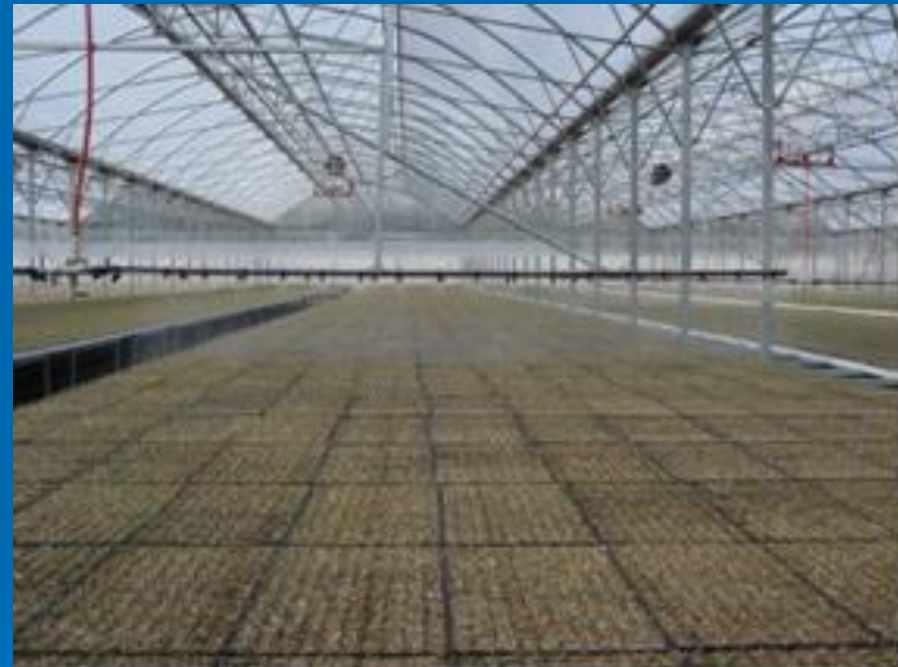
# Άρδευση με καταιονισμό από πάνω με σταθερούς εκτοξευτήρες



# Άρδευση με καταιονισμό από πάνω μέσω κινούμενης ράβδου (Boom system)



Σύστημα άρδευσης με καταιονισμό από πάνω μέσω κινούμενης μεταλλικής ράβδου σε υπαίθρια καλλιέργεια κηπευτικών.



Σύστημα άρδευσης με καταιονισμό από πάνω μέσω κινούμενης μεταλλικής ράβδου σε φυτώριο κηπευτικών.



# Άρδευση με σταγόνα

Σύστημα άρδευσης με σταγόνα  
σε καλλιέργεια μαρουλιού

Σύστημα άρδευσης με σταγόνα  
σε υδροπονική καλλιέργεια  
τομάτας



# Τύποι σταλακτών



Ενσωματωμένος μέσα  
στο σωλήνα άρδευσης



Στερεωμένος πάνω στο  
σωλήνα άρδευσης



Σταλάκτες τύπου  
μικροσωλήνα



Σταλακτηφόρος  
ταινία

# Συστήματα υπόγειας άρδευσης



# Χαρακτηριστικά συστημάτων άρδευσης

- Δυναμικότητα συστήματος άρδευσης
- Ομοιομορφία συστήματος άρδευσης
- Διάταξη συστήματος άρδευσης

# Ποιότητα αρδευτικού νερού



# Χημικά χαρακτηριστικά ποιότητας αρδευτικού νερού

Χαρακτηριστικό	Υψηλή ποιότητα		Μέτρια ποιότητα		Χαμηλή ποιότητα	
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (dS m <sup>-1</sup> )	< 0,6		0,6 - 1,5		> 1,5	
pH	6,5 – 8,0		8,0 - 8,4		> 8,4	
SAR*	< 6		6 - 9		> 9	
Σκληρότητα (mg L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	< 160		160 - 650		> 650	
	(mM)	mg L <sup>-1</sup>	(mM)	mg L <sup>-1</sup>	(mM)	mg L <sup>-1</sup>
Συγκέντρωση Na <sup>+</sup>	< 2	< 45	2 - 8	45 - 180	> 8	> 180
Συγκέντρωση Cl <sup>-</sup>	< 2	< 70	2 - 9	70 - 320	> 9	> 320
Συγκέντρωση B*	< 0,1	< 1	0,1 – 0,2	1 - 2	> 0,2	> 2
Συγκέντρωση HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1,6	< 100	1,6 – 6,5	100 - 400	> 6,5	> 400

# Περιεκτικότητα νερού σε βαρέα μέταλλα

Στοιχείο	Αρσενικό (As)	Βανάδιο (V)	Κάδμιο (Cd)	Κοβάλτιο (Co)	Λίθιο (Li)	Μαγγάνιο (Mn)	Μόλυβδος (Pb)
ΜΑΣ (mg L <sup>-1</sup> )	0,1	0,1	0,01	0,05	2,5	0,2	5,0
Στοιχείο	Νικέλιο (Ni)	Σελήνιο (Se)	Σίδηρος (Fe)	Φθόριο (F)	Χαλκός (Cu)	Χρώμιο (Cr)	Ψευδάργυρος (Zn)
ΜΑΣ (mg L <sup>-1</sup> )	0,2	0,02	5,0	1,0	0,2	0,1	2,0

Μέγιστες ασφαλείς συγκεντρώσεις (ΜΑΣ) βαρέων μετάλλων, μεταλλικών θρεπτικών ιχνοστοιχείων και λοιπών βλαπτικών χημικών στοιχείων στο νερό άρδευσης.

# Μικροβιακό φορτίο νερού

- Κατά κανόνα τα νερά που προέρχονται από υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες δεν περιέχουν μικροβιακό φορτίο.
- Μικροβιακή μόλυνση στο νερό άρδευσης μπορεί όμως να υπάρχει ως αποτέλεσμα μόλυνσης από περιττώματα ανθρώπων ή ζώων, ή σε επεξεργασμένο νερό προερχόμενο από βιολογικό καθαρισμό.
- Αν το μολυσμένο νερό διαβρέξει τα φύλλα, οι παθογόνοι για τον άνθρωπο μικροοργανισμοί μπορούν να επικαθήσουν πάνω στην εξωτερική επιφάνεια των βρώσιμων τμημάτων, ή να εισέλθουν στο εσωτερικό των φύλλων μέσω των στοματίων ή μέσω ανοιγμάτων που προκλήθηκαν από τραυματισμούς και να μολύνουν τον άνθρωπο.



# Λίπανση κηπευτικών



# Υπολογισμός αναγκών κηπευτικών σε θρεπτικά στοιχεία



# 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.**

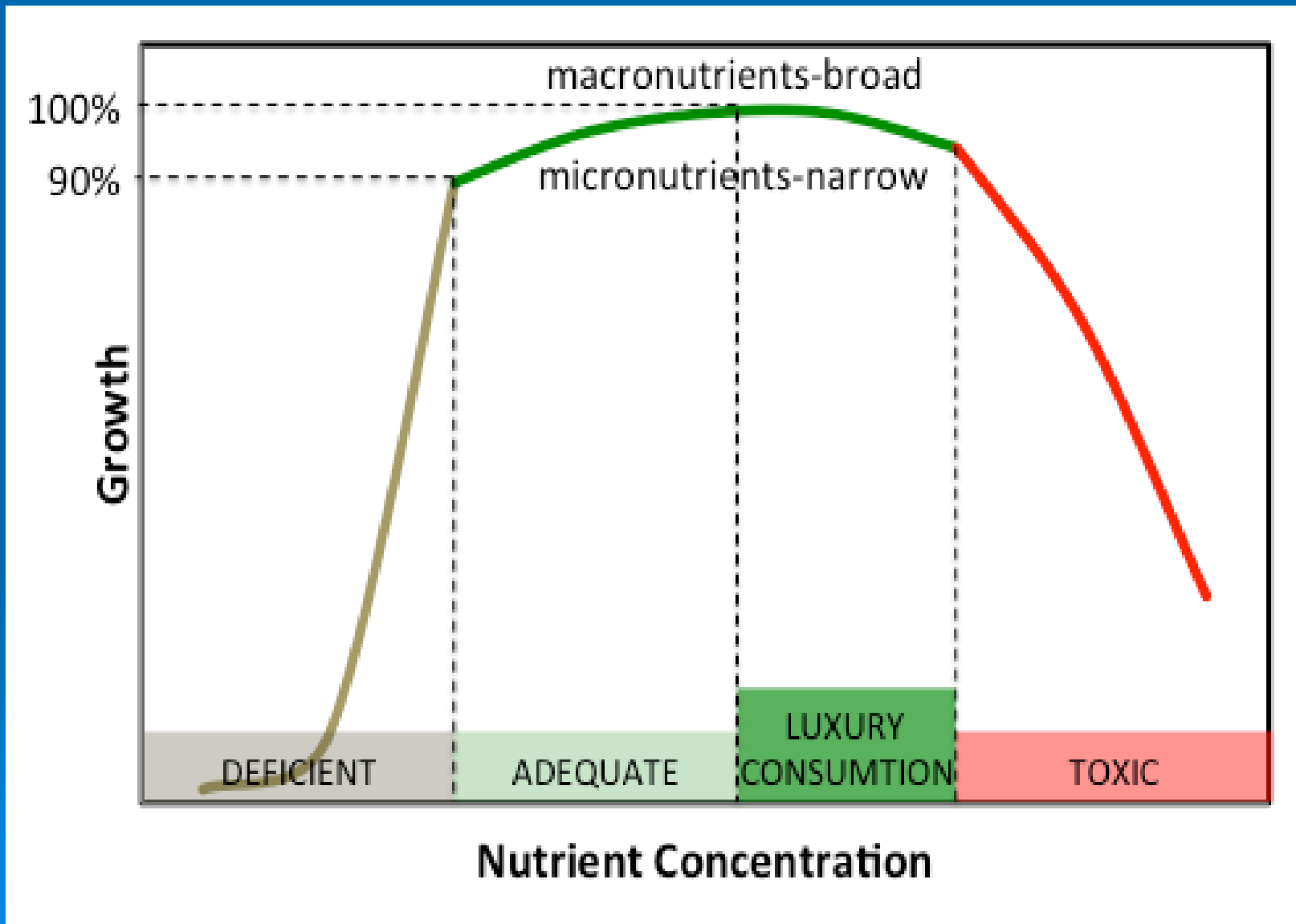
# Διάγνωση διαταραχών θρέψης μέσω φυλλοδιαγνωστικής



# 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 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:	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία:	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$
Νιτρική αμμωνία:	$\text{NH}_4\text{NO}_3$
Θειικό αμμώνιο:	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Νιτρικό κάλιο:	$\text{KNO}_3$
Νιτρικό μαγνήσιο:	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
Νιτρικό νάτριο:	$\text{NaNO}_3$

# Επίδραση μικροβιακής δραστηριότητας

Ανοργανοποίηση  
οργανικής ουσίας



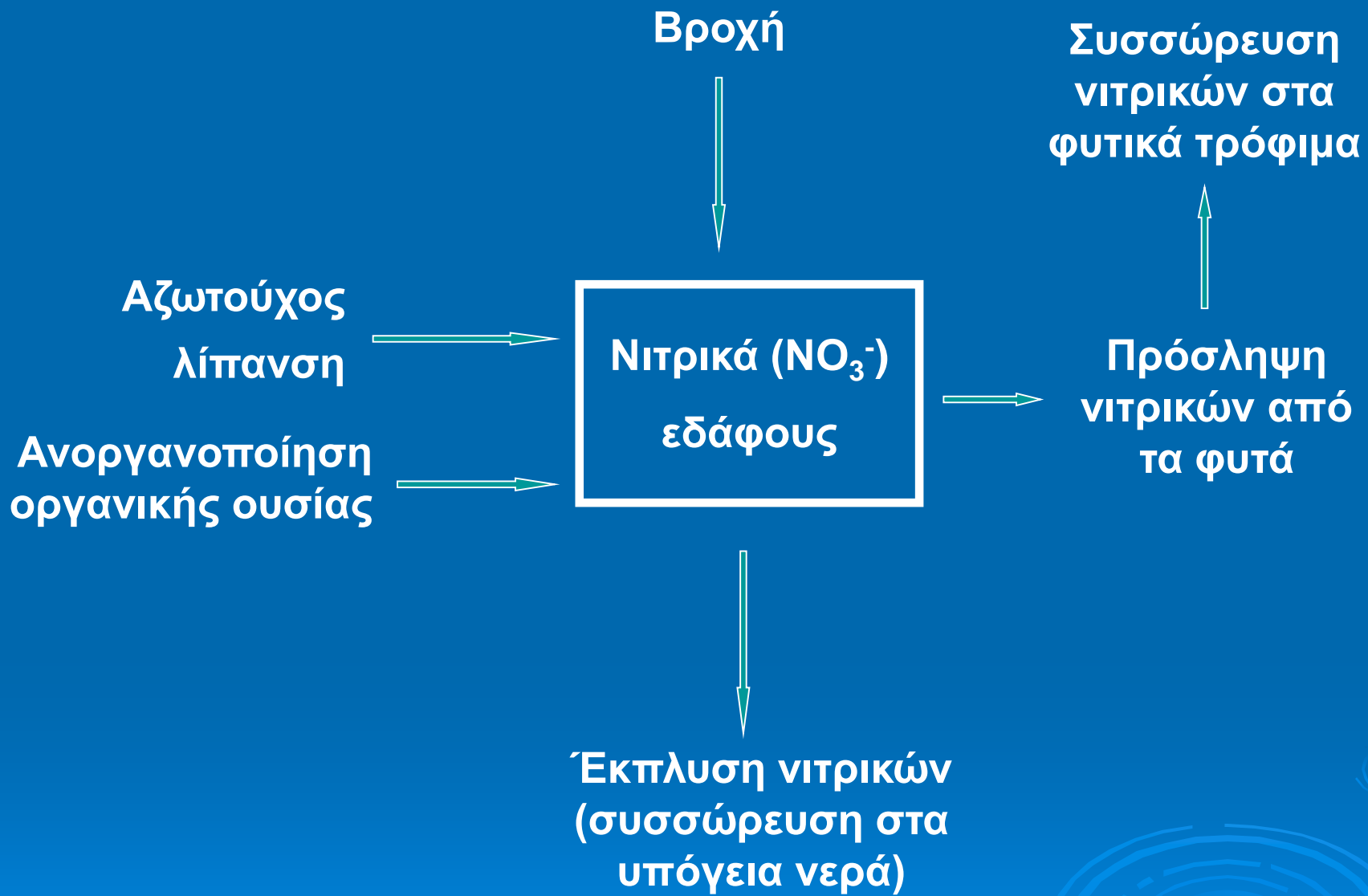
## Νιτροποίηση αμμωνίας

*Nitrosomonas* sp.:



*Nitrobacter* sp.:





# Μεταβολισμός αζώτου στους φυτικούς ιστούς

➤ **Άζωτο αμινοξέων & πρωτεϊνών (-NH<sub>2</sub>)**

Συνθετάση γλουταμίνης, κ.λπ.

➤ **NH<sub>3</sub>**

Ρεδοκτάση νιτρικών

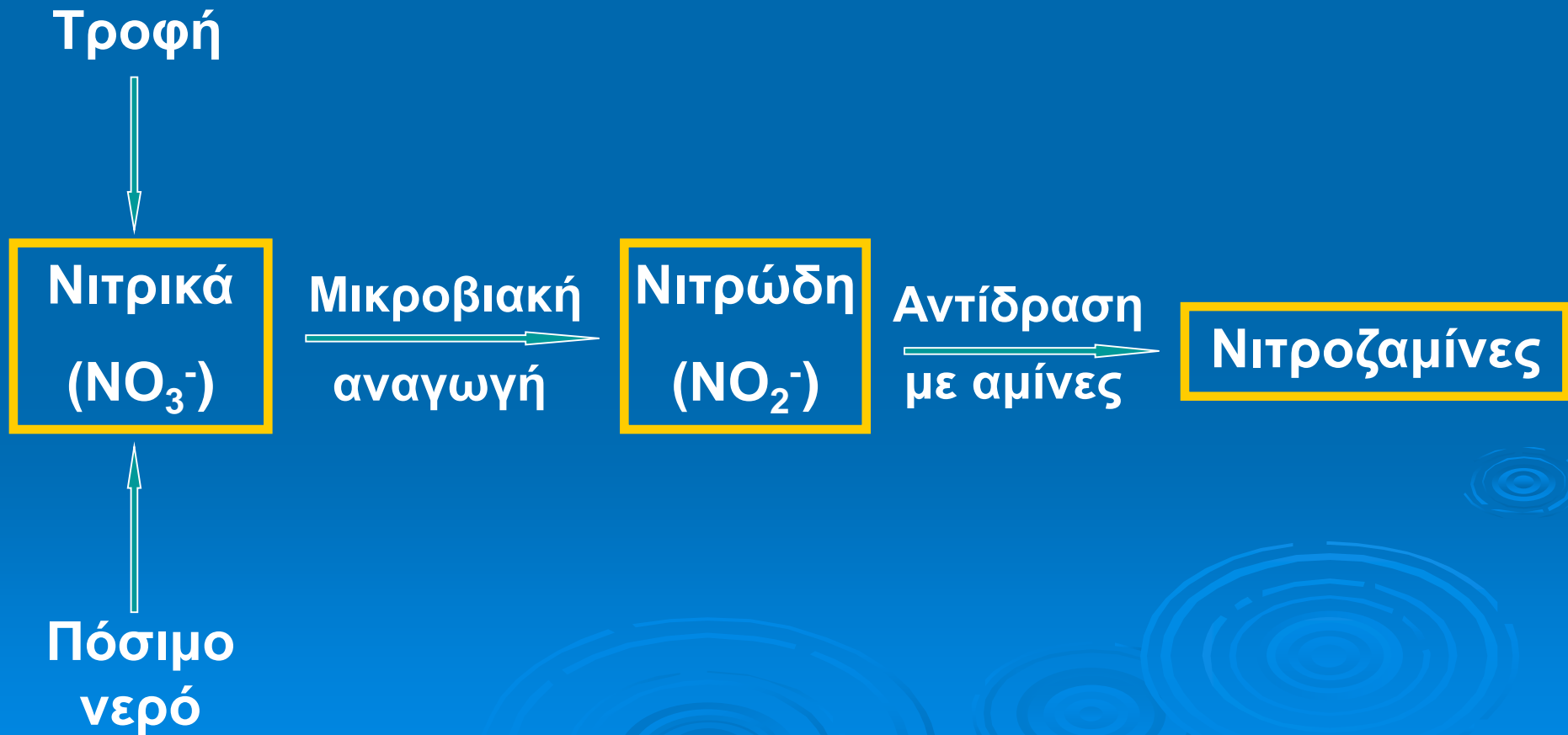
➤ **NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**

Ρεδοκτάση νιτρικών

➤ **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Συσσώρευση NO<sub>3</sub><sup>-</sup> στα χυμοτόπια

# 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%

# **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.)



## Περιεκτικότητα των κυριότερων φυτικών τμημάτων της μελιτζάνας σε $\text{NO}_3^-$

Φυτικό τμήμα	mg $\text{NO}_3$ ανά g ξηρής μάζας	mg $\text{NO}_3$ 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 βρώσιμου τμήματος ορισμένων λαχανικών σε νιτρικά ( $\text{NO}_3$ )

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

# Ταξινόμηση βρώσιμων φυτών ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νιτρικά

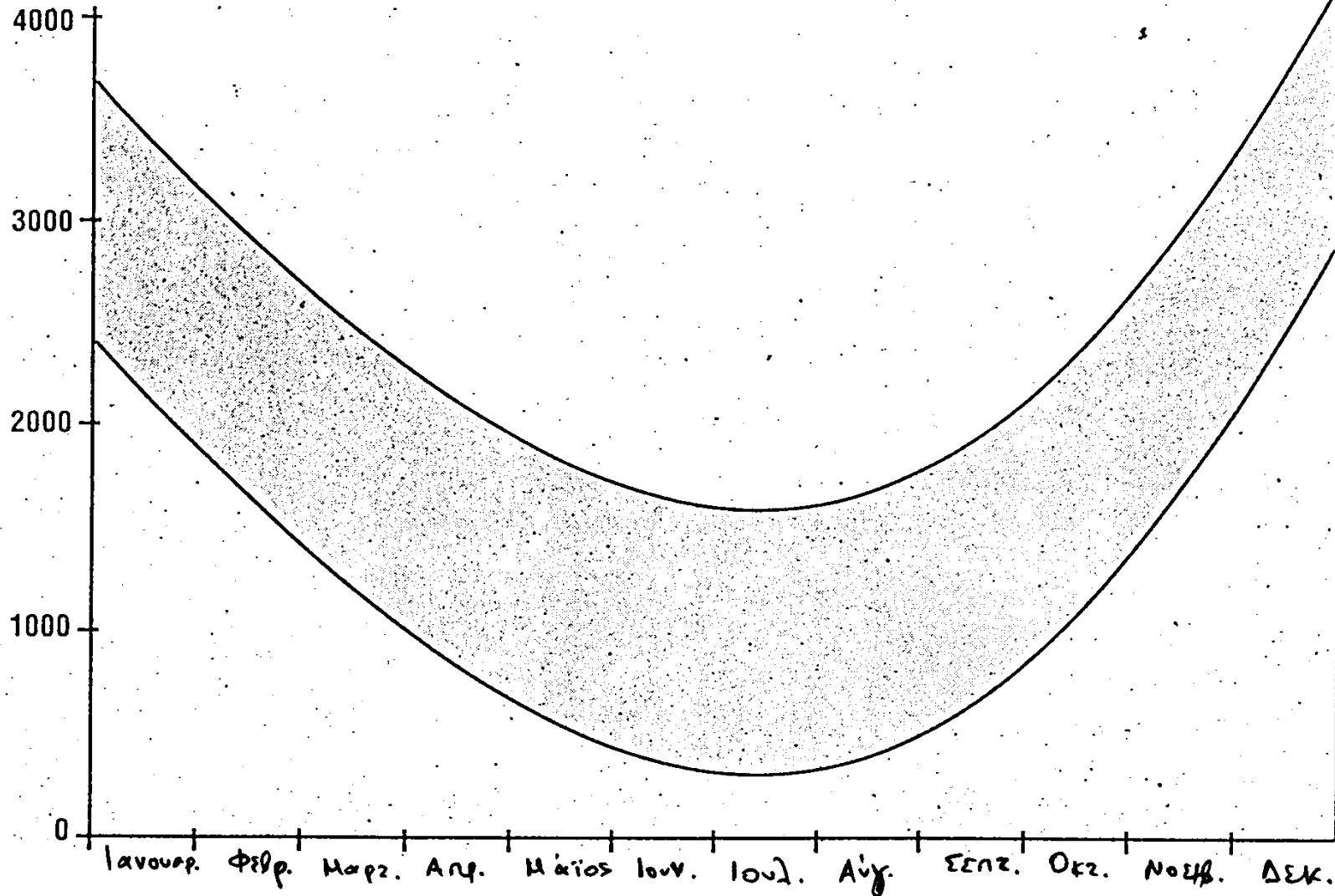
<b>Περιεκτικότητα σε νιτρικά</b>	<b>Είδος φυτού</b>
<b>υψηλή</b>	μαρούλι, σπανάκι, αντίδι, παντζάρι, ραπανάκι, σέσκουλο, κινέζικο λάχανο
<b>μέτρια</b>	σέλινο, καρότο, κεφαλωτό λάχανο, πατάτα, κουνουπίδι
<b>χαμηλή</b>	τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, πεπόνι, λάχανο βρυξελλών, αρακάς, φρούτα, σιτηρά

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	-	-	-

mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ανά kg νωπού λαχανικού

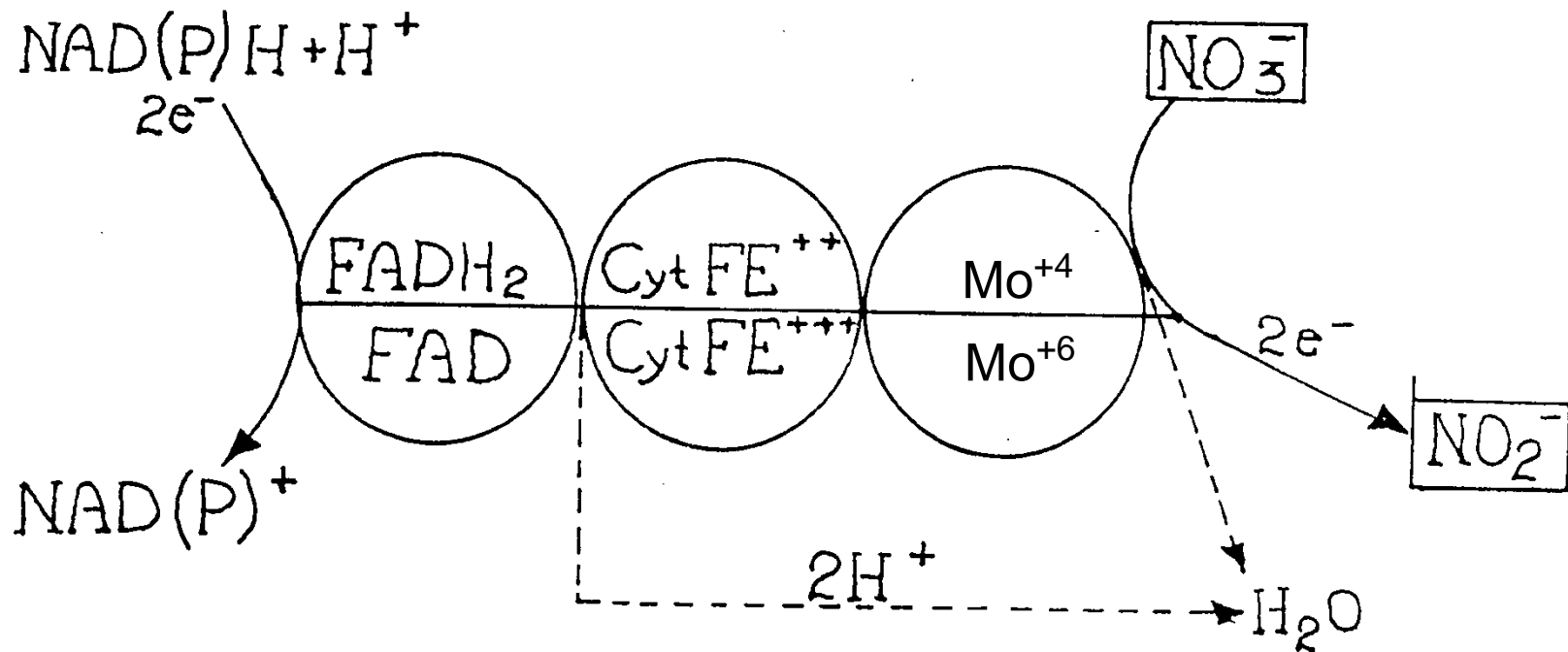
Επίδραση ηλιοφάνειας



Διακύμανση συγκεντρώσεων νιτρικών σε φύλλα μαρουλιού στην διάρκεια του έτους

# Αναγωγή νιτρικών σε νιτρώδη μέσα στους φυτικούς ιστούς

ΡΕΔΟΥΚΤΑΣΗ 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



**ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

**αζωτούχου λίπανσης**

**στο περιβάλλον**

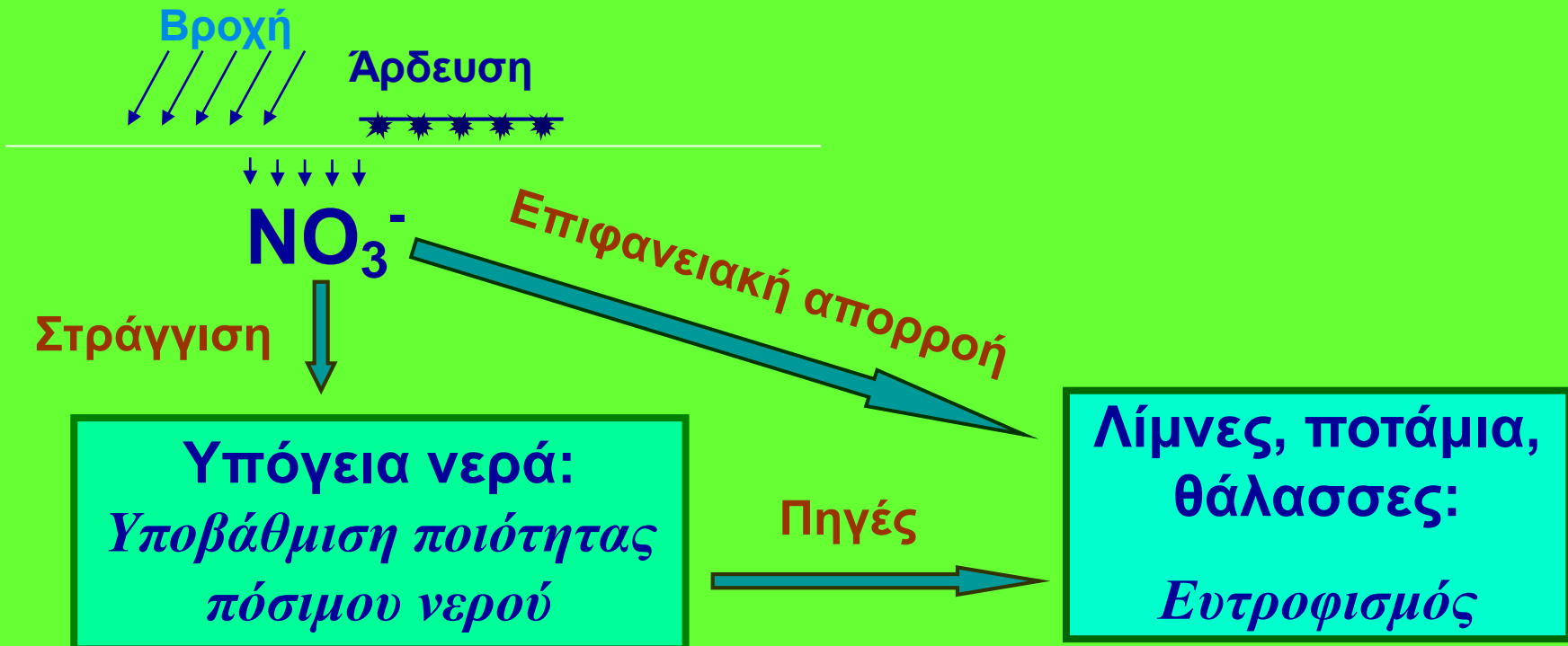


# ΕΚΠΛΥΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ

**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)**

# ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ

- 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

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

# Ποιότητα καρπών λαχανικών: Επίπτωση Κ & Ν

- **Επαρκής παροχή καλίου:**
  - Αυξάνει τα οξέα και τα σάκχαρα του χυμού (κυρίως στην τομάτα)
  - Συμβάλλει 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



# 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 φυτά.
- Κατά κανόνα εφαρμόζεται μέσω υδρολίπανσης.
- Προϋποθέτει την χρήση πλήρως υδατοδιαλυτών λιπασμάτων.



# Βασικές αρχές υδρολίπανσης

- 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

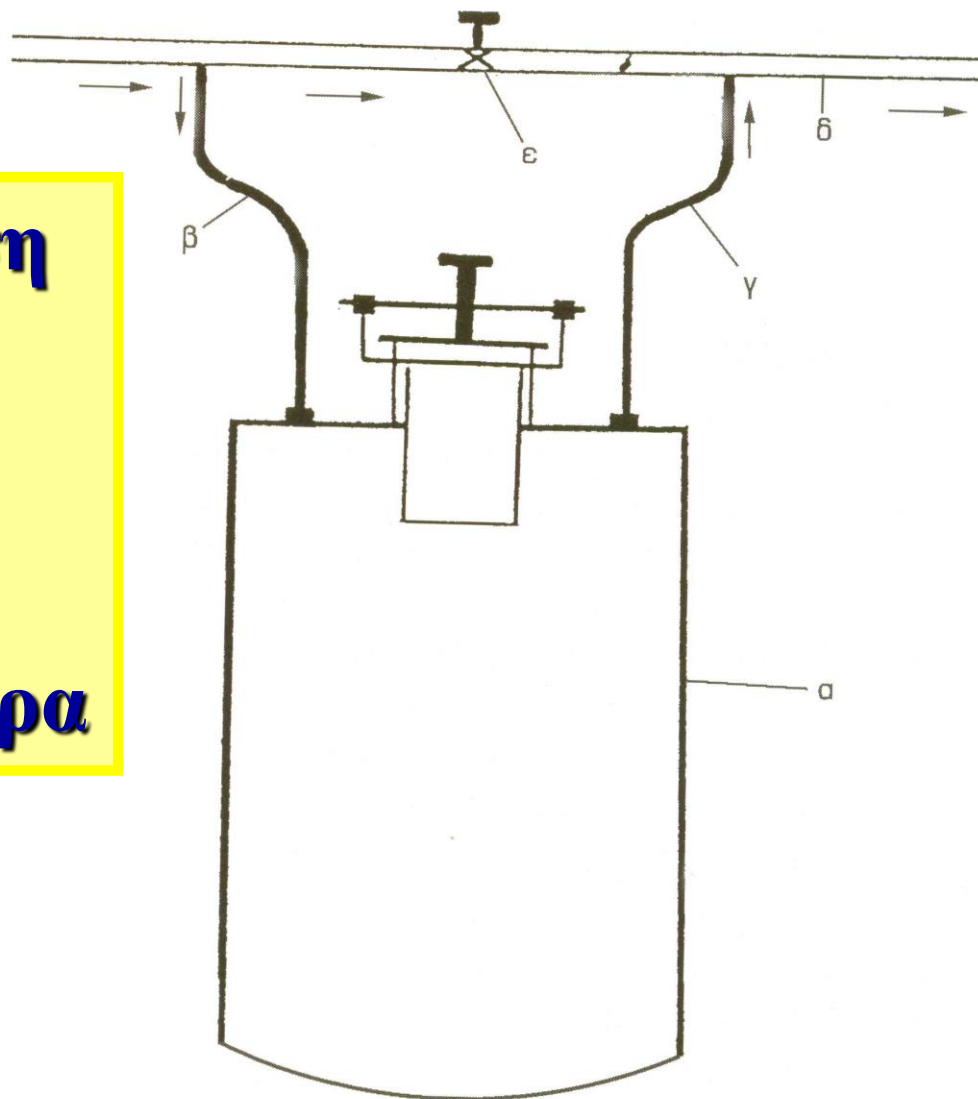
Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την παροχή των λιπασμάτων μέσω του νερού στα φυτά μπορεί να είναι:

❖ 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.

# 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