



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΘΡΕΨΗ – ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ (ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ)

Δημήτρης Σάββας

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ



- Σκοπιμότητα καλλιέργειας σε υδροπονικά συστήματα
- Τεχνική θρέψης – λίπανσης στις υδροπονικές καλλιέργειες
- Σύνθεση θρεπτικών διαλυμάτων - Συνταγές
- Διαχείριση θρέψης στις υδροπονικές καλλιέργειες
- Οικονομικά στοιχεία για θρέψη στις υδροπονικές καλλιέργειες

Λειτουργίες εδάφους που πρέπει να υποκατασταθούν με άλλα μέσα στις υδροπονικές καλλιέργειες:

- 1. Παροχή νερού στα φυτά**
- 2. Παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά**
- 3. Παροχή οξυγόνου στη ρίζα**
- 4. Στήριξη των φυτών**

Καλλιέργεια εκτός εδάφους

- Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εκτός του φυσικού εδάφους με τέτοιον τρόπο, ώστε να έχει στην διάθεσή του αρκετό νερό για να μπορεί να επιτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες για την ζωή του φυτού.
- Οι ρίζες αναπτύσσονται
 - είτε απευθείας σε υδατικό διάλυμα ανόργανων αλάτων τα οποία χρησιμοποιούνται από το φυτό ως θρεπτικά στοιχεία (θρεπτικό διάλυμα)
 - είτε σε πορώδη στερεά υλικά τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα στα πλαίσια της άρδευσης του φυτού.

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.



Σκοπιμότητα καλλιέργειας σε υδροπονικά συστήματα στο θερμοκήπιο



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αποτελεσματική αντιμετώπιση εδαφογενών ασθενειών χωρίς απολύμανση εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο





Έλεγχος ριζικού περιβάλλοντος

- Επιφέρουν πρωίμηση της παραγωγής
- Έλεγχος αλατότητας νερού άρδευσης
- Η καλλιέργεια δεν εξαρτάται από γονιμότητα εδάφους





ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αυξημένες δυνατότητες ισόρροπης θρέψης - λίπανσης





ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τα καρποδοτικά κηπευτικά δίνουν αυξημένες αποδόσεις





ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αύξηση αριθμού καλλιεργειών ανά έτος σε φυλλώδη λαχανικά





Περιορισμός νιτρορύπανσης και μόλυνσης υδάτινων πόρων (κλειστά συστήματα)





Μειονεκτήματα

- Υψηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης
- Υψηλότερο επίπεδο τεχνογνωσίας



Συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

Ι. Συστήματα υδροκαλλιέργειας



NFT



Σύστημα επίπλευσης



Αεροπονία





Συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

II. Καλλιέργεια σε χημικά αδρανή υποστρώματα



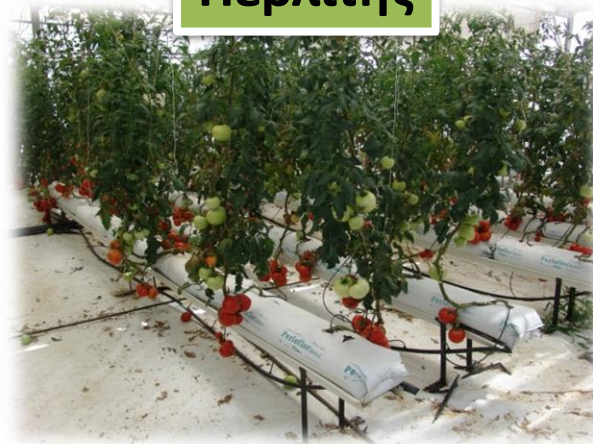
Πετροβάμβακας



Περλίτης



Ελαφρόπετρα





Συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

III. Καλλιέργεια σε οργανικά υποστρώματα

Τριαντάφυλλο σε κόκο



Τομάτα σε κόκο



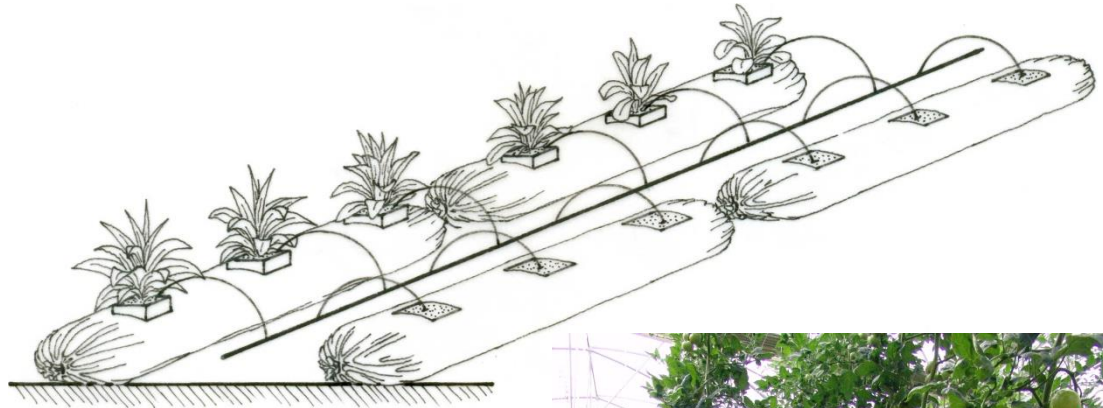
Διάκριση υδροπονικών συστημάτων καλλιέργειας με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

**Ανοιχτά - κλειστά συστήματα καλλιέργειας
εκτός εδάφους**

Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

**Η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που
απορρέει από τον χώρο των ριζών
διαφεύγει στο περιβάλλον**

Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους



Κλειστά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

Η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που στραγγίζει και απομακρύνεται από το περιβάλλον της ρίζας μετά από την παροχή του στην καλλιέργεια συλλέγεται, συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και ξαναχρησιμοποιείται.

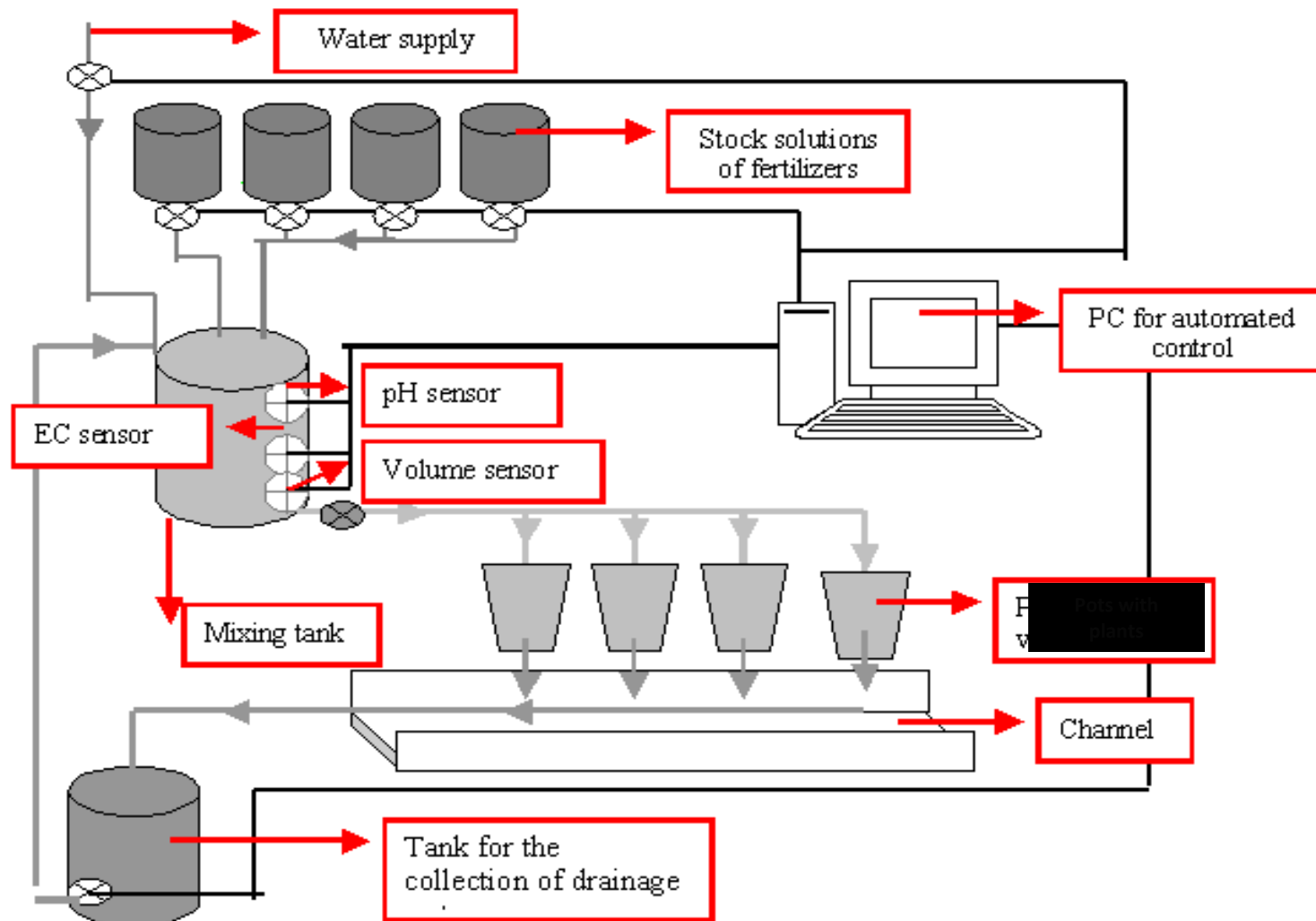
**Κανάλι για συλλογή
απορροών σε κλειστό
υδροπονικό σύστημα**



**Καλλιέργεια τομάτας σε κλειστό
υδροπονικό σύστημα. Τα φυτά είναι
τοποθετημένα σε κανάλια για την
συλλογή των απορροών**



Σχηματική απεικόνιση ενός κλειστού συστήματος καλλιέργειας εκτός εδάφους





ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Ιδιότητες θρεπτικών διαλυμάτων

- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- pH
- Συγκεντρώσεις & αναλογίες μεταξύ των κύριων θρεπτικών στοιχείων
- Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

- Η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στην παρουσία ιόντων.
- Συνεπώς όσο πιο πολλά ιόντα είναι διαλυμένα στο νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να μεταφέρει 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)

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.



To 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)	NO_3^- , NH_4^+	σίδηρος (Fe)	Fe^{2+}
φώσφορος (P)	H_2PO_4^-	μαγγάνιο (Mn)	Mn^{2+}
θείο (S)	SO_4^{2-}	ψευδάργυρος (Zn)	Zn^{2+}
κάλιο (K)	K^+	χαλκός (Cu)	Cu^{2+}
ασβέστιο (Ca)	Ca^{2+}	βόριο (B)	H_3BO_3
μαγνήσιο (Mg)	Mg^{2+}	μολυβδαίνιο (Mo)	MoO_4^{2-}

Τυπική σύνθεση θρεπτικού διαλύματος για αγγούρι

Επιθυμητά χαρακτηριστικά	Διαβροχή υποστρώματος	Βλαστικό στάδιο			Στάδιο καρποφορίας		
		Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.	Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.
EC	2,30	2,20	1,80	2,50	2,10	1,70	2,70
pH	5,60	5,60	-	5,60 – 6,60	5,60	-	6,00 - 6,70
[K ⁺]	5,70	5,40	5,30	6,00	5,80	6,00	5,50
[Ca ²⁺]	5,30	4,65	3,15	6,50	4,50	2,70	7,25
[Mg ²⁺]	1,65	1,60	1,10	2,00	1,40	1,00	2,00
[NH ₄ ⁺]	0,50	1,20	1,40	<0,60	0,60	0,80	<0,40
[SO ₄ ²⁻]	2,00	1,85	1,00	2,70	1,75	1,00	3,10
[NO ₃ ⁻]	14,40	13,70	11,60	15,60	13,00	10,60	16,00
[H ₂ PO ₄ ⁻]	1,20	1,20	1,10	1,20	1,20	1,10	1,10
[Fe]	20,0	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
[Mn]	12,00	10,00	10,00	6,00	10,00	10,00	5,00
[Zn]	6,00	5,00	4,00	7,00	5,00	4,00	8,00
[Cu]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80
[B]	45,00	30,00	30,00	80,00	30,00	25,00	80,00
[Mo]	0,50	0,50	0,50	-	0,50	0,50	-
		C _t	C _u	C _r	C _t	C _u	C _r

Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά (I)

- 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 HNO_3) για έλεγχο pH του διαλύματος.

Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά (II)

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 CaSO_4 λόγω της χαμηλής διαλυτότητας αυτών των αλάτων



Παρασκευή & παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά (III)

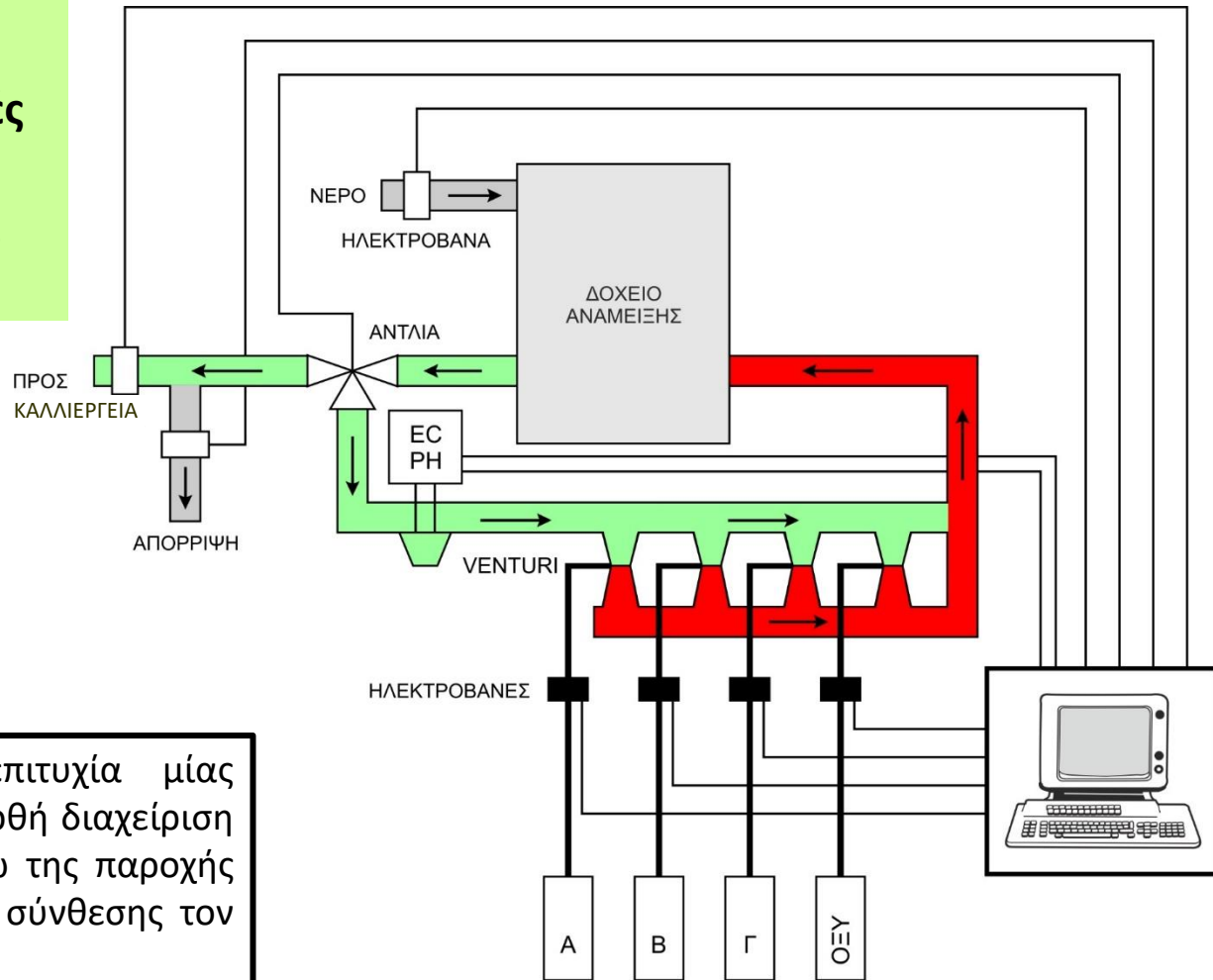


Πυκνά διαλύματα Α, Β και οξέως

Πλήρως αυτοματοποιημένη εγκατάσταση για παρασκευή και
διανομή θρεπτικού διαλύματος με ξεχωριστό δοχείο πυκνού
διαλύματος για κάθε λίπασμα



Σχηματική απεικόνιση τρόπου λειτουργίας μίας κεφαλής υδρολίπανσης για υδροπονικές καλλιέργειες η οποία περιλαμβάνει κάδο ανάμειξης πυκνών διαλυμάτων με νερό.



Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία μίας υδροπονικής καλλιέργειας είναι η ορθή διαχείριση της θρέψης και της άρδευσης μέσω της παροχής θρεπτικών διαλυμάτων κατάλληλης σύνθεσης τον κατάλληλο χρόνο

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

- Έτοιμες συνταγές γενικής χρήσης για θρεπτικά διαλύματα δεν μπορούν να εφαρμοσθούν, καθώς πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ιδιαίτερη χημική σύνθεση του νερού άρδευσης που χρησιμοποιεί κάθε παραγωγός.
- Επιπλέον, η σύνθεση των παρεχόμενων θρεπτικών διαλυμάτων πρέπει να αναπροσαρμόζεται συχνά στη διάρκεια της καλλιέργειας, λαμβάνοντας υπόψη την εποχή του έτους, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τις ιδιαιτερότητες κάθε καλλιέργειας (π.χ. τοπικό κλίμα), και τις μετρήσεις EC και pH στο διάλυμα απορροής.
- Συχνά οι αναπροσαρμογές στη σύνθεση των παρεχόμενων θρεπτικών διαλυμάτων βασίζονται σε μία πλήρη ανάλυση της σύνθεσης του διαλύματος απορροής.
- Οι παραγωγοί δεν μπορούν από μόνοι τους να υπολογίσουν τις ποσότητες θρεπτικών διαλυμάτων που είναι αναγκαίες για την παρασκευή ενός υδροπονικού θρεπτικού διαλύματος καθώς αυτό απαιτεί ειδικές γνώσεις θρέψης των φυτών, χημείας και μαθηματικών.

Δυσκολίες κατάρτισης σύνθεσης ενός θρεπτικού διαλύματος σε μακροστοιχεία:

I. Σύνδεση ανιόντων - κατιόντων

- Χορήγηση ενός ιόντος συνοδεύεται απαραίτητα από την χορήγηση ενός άλλου ιόντος αντίθετου φορτίου στην ίδια κανονική συγκέντρωση.

Παράδειγμα: Προσθήκη καλίου (K):

Δυνατές επιλογές:



Δυσκολίες κατάρτισης σύνθεσης ενός θρεπτικού
διαλύματος σε μακροστοιχεία:
II. Σύσταση νερού άρδευσης

- Συχνά το νερό άρδευσης περιέχει σημαντικές ποσότητες:
 - των θρεπτικών μακροστοιχείων Ca, Mg, S (SO_4^{2-})
 - των ιχνοστοιχείων Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , B και Cl^-
 - των μακρο-ιόντων HCO_3^- και Na^+ .

Μερικές φορές οι συγκεντρώσεις των παραπάνω στοιχείων στο νερό προσεγγίζουν ή υπερβαίνουν τις τιμές - στόχο για το θρεπτικό διάλυμα.

Αλλαγές στις αναλογίες πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του φυτού

Διαφορές στην αναλογία N:K σε φύλλα και καρπούς μελιτζάνας

Φυτικό τμήμα	N	K	N:K
Φύλλα	4.18	1.77	2.36
Καρποί	1.64	0.94	1.74

Συγκεντρώσεις (mmol g^{-1} dry wt.) N και K σε φύλλα και καρπούς μελιτζάνας και οι αντίστοιχες αναλογίες N:K (mol/mol) (δεδομένα από Savvas and Lenz, 1996).

Διαχείριση θρεπτικών διαλυμάτων μέσω κατάλληλου λογισμικού

- Η διαχείριση της θρέψης των υδροπονικών καλλιεργειών μέσω του θρεπτικού διαλύματος μπορεί να διευκολυνθεί μέσω της πρόσβασης σε κατάλληλα λογισμικά (συστήματα υποστήριξης αποφάσεων: Decision support systems: DSS).
- Λαμβάνοντας υπόψη αυτή την ανάγκη, το Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών (ΕΚΚ) του ΓΠΑ έχει αναπτύξει ένα DSS, το οποίο είναι προσβάσιμο σε κάθε παραγωγό ως μία διαδικτυακή εφαρμογή με χρήση ενός ατομικού κωδικού.
- Η συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή βασίζεται σε πειραματικά δεδομένα του ΕΚΚ προερχόμενα από πολυετή έρευνα, καθώς και από αντίστοιχα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα οποία έχουν ενσωματωθεί σε κατάλληλους αλγορίθμους και μαθηματικά προσομοιώματα.

Επιθυμητά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την σύνθεση ενός θρεπτικού διαλύματος

1. pH

2^α. Συνολική συγκέντρωση αλάτων
(EC in dS m^{-1})

2^β. Αναλογίες μακροθρεπτικών (mol):

3.1. K:Ca:Mg

3.2. N:K

3.3. $\text{NH}_4^+ / (\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-)$

ή

2. Συγκεντρώσεις μακροθρεπτικών (mM):

3.1. K, Ca, Mg

3.2. NO_3^- ,

3.3. NH_4^+

3. H_2PO_4^- concentration (mM)

4. Micronutrient concentrations (mM)

Τυπική σύνθεση θρεπτικού διαλύματος για αγγούρι

Επιθυμητά χαρακτηριστικά	Διαβροχή υποστρώματος	Βλαστικό στάδιο			Στάδιο καρποφορίας		
		Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.	Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.
EC	2,30	2,20	1,80	2,50	2,10	1,70	2,70
pH	5,60	5,60	-	5,60 – 6,60	5,60	-	6,00 - 6,70
[K ⁺]	5,70	5,40	5,30	6,00	5,80	6,00	5,50
[Ca ²⁺]	5,30	4,65	3,15	6,50	4,50	2,70	7,25
[Mg ²⁺]	1,65	1,60	1,10	2,00	1,40	1,00	2,00
[NH ₄ ⁺]	0,50	1,20	1,40	<0,60	0,60	0,80	<0,40
[SO ₄ ²⁻]	2,00	1,85	1,00	2,70	1,75	1,00	3,10
[NO ₃ ⁻]	14,40	13,70	11,60	15,60	13,00	10,60	16,00
[H ₂ PO ₄ ⁻]	1,20	1,20	1,10	1,20	1,20	1,10	1,10
[Fe]	20,0	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
[Mn]	12,00	10,00	10,00	6,00	10,00	10,00	5,00
[Zn]	6,00	5,00	4,00	7,00	5,00	4,00	8,00
[Cu]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80
[B]	45,00	30,00	30,00	80,00	30,00	25,00	80,00
[Mo]	0,50	0,50	0,50	-	0,50	0,50	-

Δ.Τ. (διάλυμα τροφοδοσίας): Τυπική σύνθεση θρεπτικού διαλύματος για ανοιχτό υδροπονικό σύστημα

Σ.Α. (συγκεντρώσεις απορρόφησης): Τυπική σύνθεση θρεπτικού διαλύματος για κλειστό υδροπονικό σύστημα

Δ.Ρ. (διάλυμα ριζοστρώματος): Επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικού διαλύματος στο διάλυμα απορροής

Πρόσβαση στην διαδικτυακή εφαρμογή του DSS

<https://nutrisense.online/el/>

DSS FOR PLANT NUTRITION IN SOILLESS CULTIVATION

← user input calculate

USER INFORMATION DATA AND OPTIONS

BASIC OPTIONS

WATER ANALYSIS
CURRENT NS RECIPE
DRAINAGE SOLUTION COMPOSITION
USER'S OPTIONS

Basic Options

Crop species

Cultivation stage

Season of the year

Coefficient of EC change

Information about concentrated stock solutions

	Volume (m3)	Concentration factor
Stock solution A	0.00	100
Stock solution B	0.00	100
Stock solution of nitric acid	0.00	100
Stock solution of potassium silicate	0.00	100

Fertilizer options

Phosphorus fertilizer

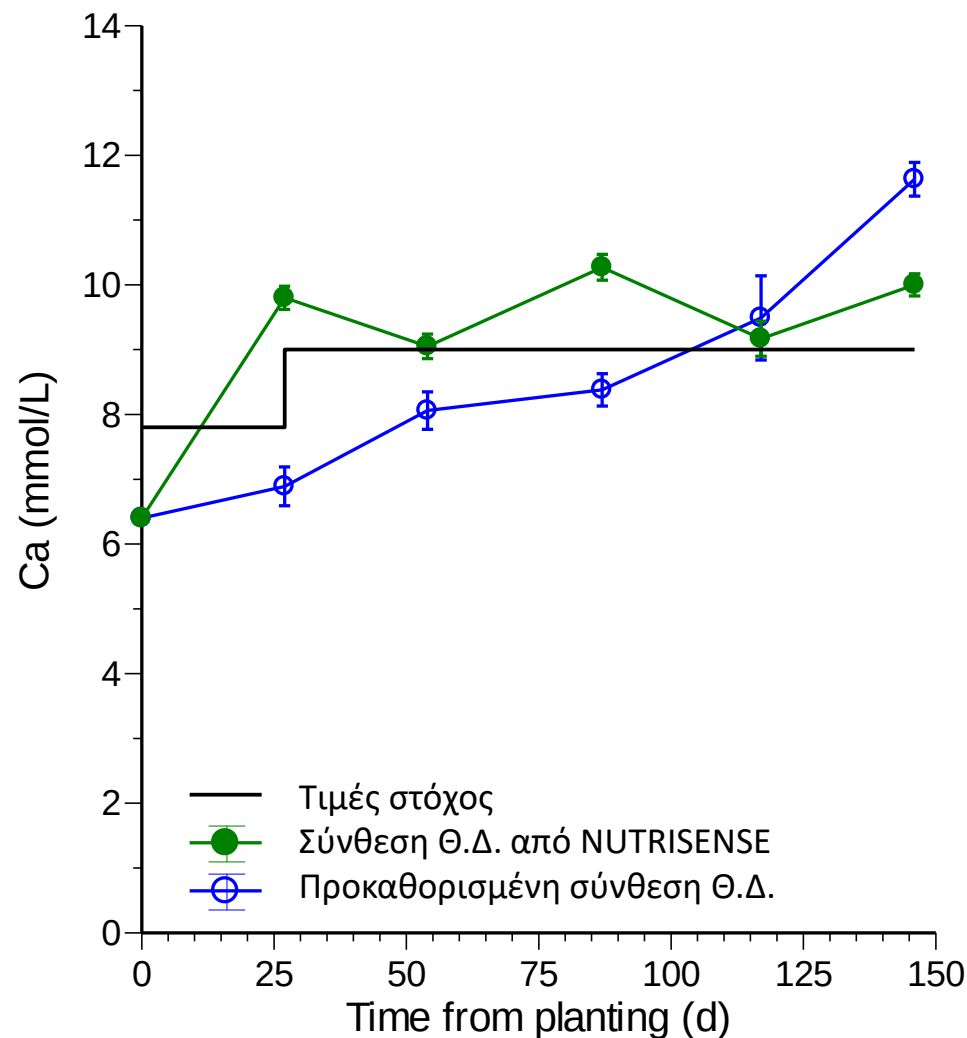
Boron fertilizer

Molybdenum fertilizer

Target values for K, Ca, Mg and N

K, Ca, Mg

N/K



Συγκέντρωση ασβεστίου στο διάλυμα απορροής στη διάρκεια δύο πειραματικών καλλιεργειών τομάτας εκ των οποίων στη μία το θρεπτικό διάλυμα αναπροσαρμοζόταν με βάση προκαθορισμένες τιμές για κάθε στάδιο ανάπτυξης των φυτών ενώ στη δεύτερη με την βοήθεια του λογισμικού NUTRISENSE

Συμπεράσματα από την μέχρι σήμερα εμπειρία με το NUTRISENSE

Η διαδικτυακή εφαρμογή NUTRISENSE διατηρεί πιο αποτελεσματικά τις συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο ριζόστρωμα κοντά στις τιμές-στόχο σε σύγκριση με την συμβατική διαχείριση με βάση προκαθορισμένες συγκεντρώσεις- στόχο στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα για κάθε στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

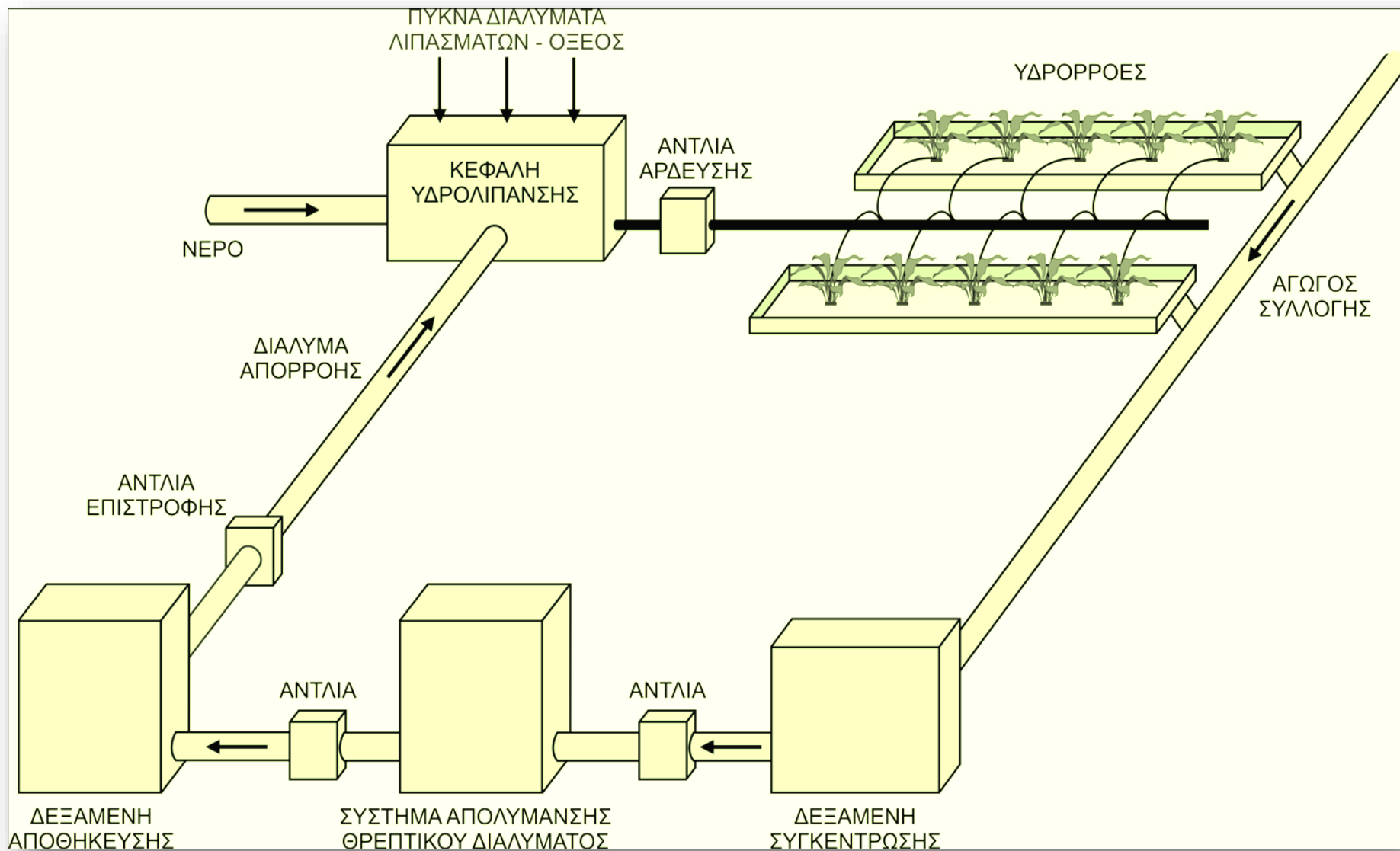
Σε πειραματικές καλλιέργειες στις οποίες δοκιμάσθηκε το NUTRISENSE, τα πλεονεκτήματα από την χρήση του προγράμματος ήταν πιο εμφανή μετά τους πρώτους δύο μήνες της καλλιέργειας.

Υπάρχει αναγκαιότητα αλλά και δυνατότητα ορισμένων βελτιώσεων τόσο στον τρόπο χρήσης όσο και σε κάποιους αλγορίθμους που απαρτίζουν το λογισμικό του NUTRISENSE, με στόχο την ακόμη πιο αποτελεσματική διατήρηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στα επιθυμητά επίπεδα κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.



Ανακύκλωση θρεπτικών διαλυμάτων σε κλειστά υδροπονικά συστήματα

Σχηματική απεικόνιση κλειστού συστήματος





Κλειστά υδροπονικά συστήματα

Πλεονεκτήματα

- Εξοικονόμηση λιπασμάτων και νερού
- Μείωση απορροής υπολειμμάτων λιπασμάτων (νιτρικά, φωσφορικά) στα επιφανειακά και υπόγεια νερά



Κλειστά υδροπονικά συστήματα

Μειονεκτήματα

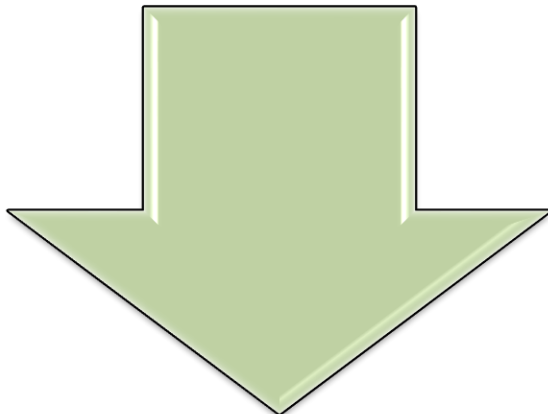
- Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος μπορεί να οδηγήσει και σε ανακύκλωση παθογόνων
- Η σύνθεση του διαλύματος απορροής μεταβάλλεται σημαντικά σε σύγκριση με το διάλυμα τροφοδοσίας



Συστήματα ανακύκλωσης



**Συνεχής ανακύκλωση
(επανακυκλοφορία)**



**Συλλογή και ανακύκλωση
απορροών
(επαναλαμβανόμενα
ποτίσματα μικρής διάρκειας)**



Μέθοδοι συμπλήρωσης διαλύματος απορροής με θρεπτικά στοιχεία και νερό

**Συμπλήρωση
θρεπτικών
στοιχείων με βάση
τις συγκεντρώσεις
απορρόφησης**

**Συμπλήρωση
θρεπτικών
στοιχείων με βάση
το διάλυμα
απορροής**

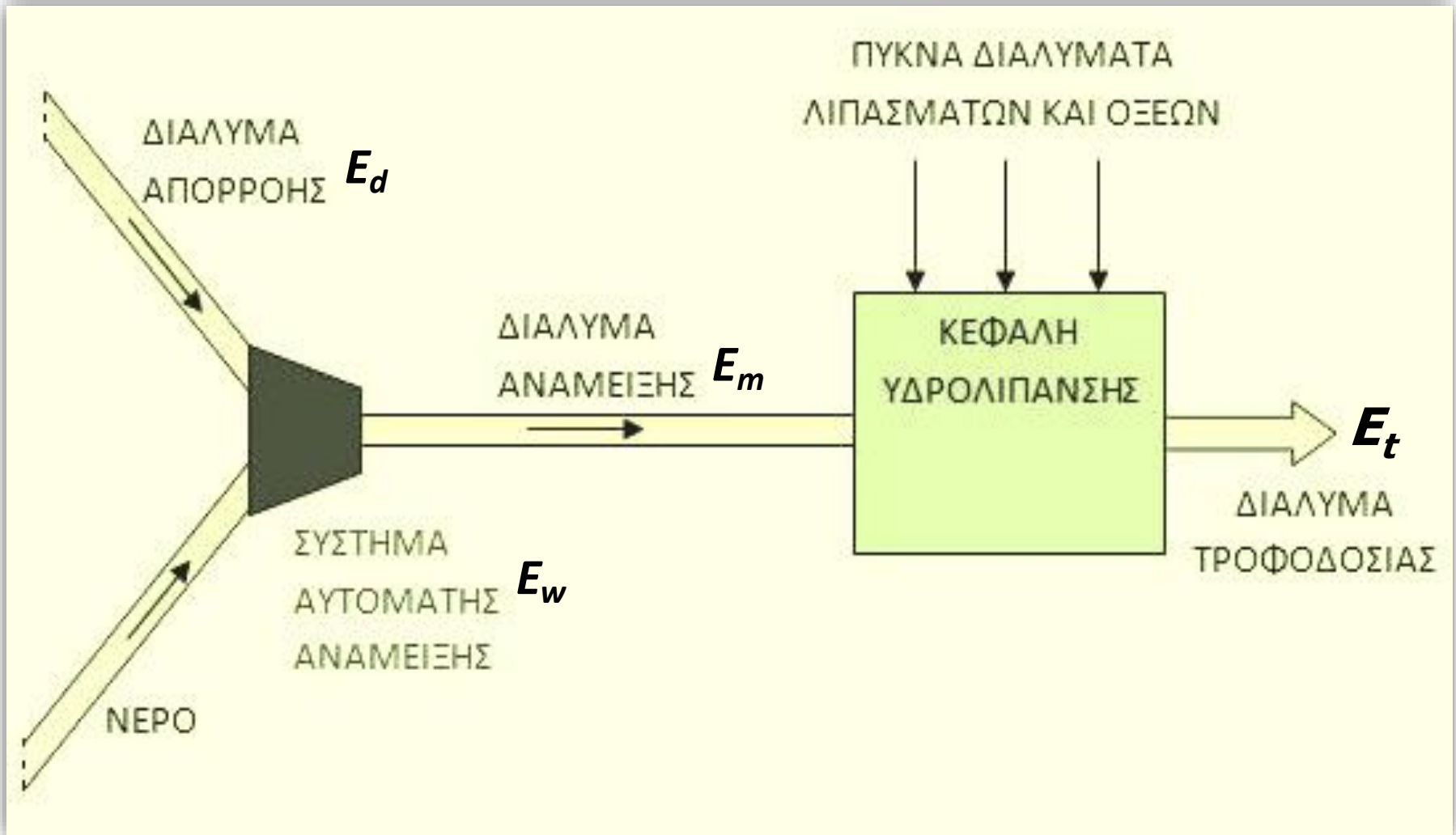


Μίκτης διαλύματος απορροής με νερό ή θρεπτικό διάλυμα για κλειστό σύστημα

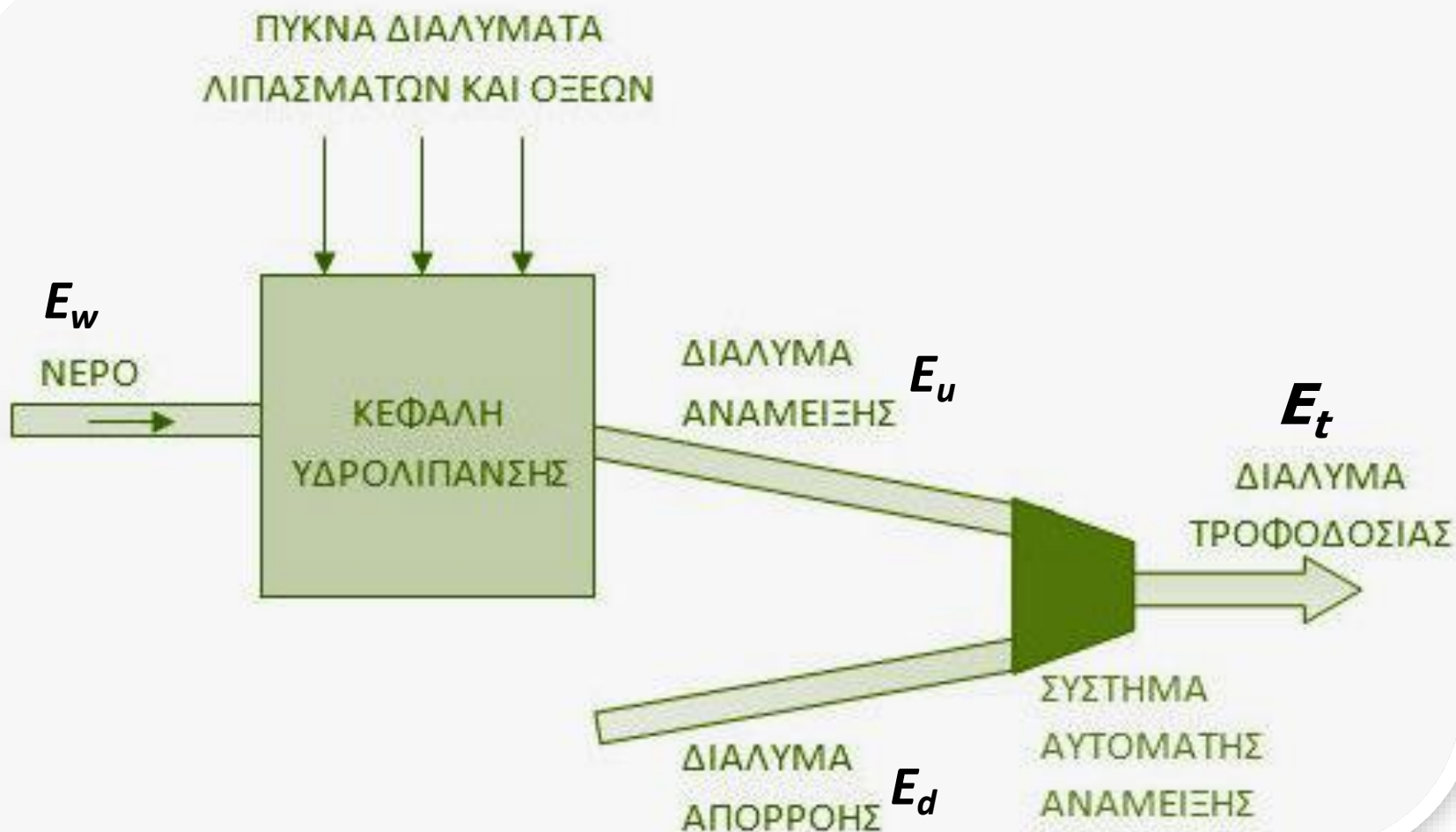


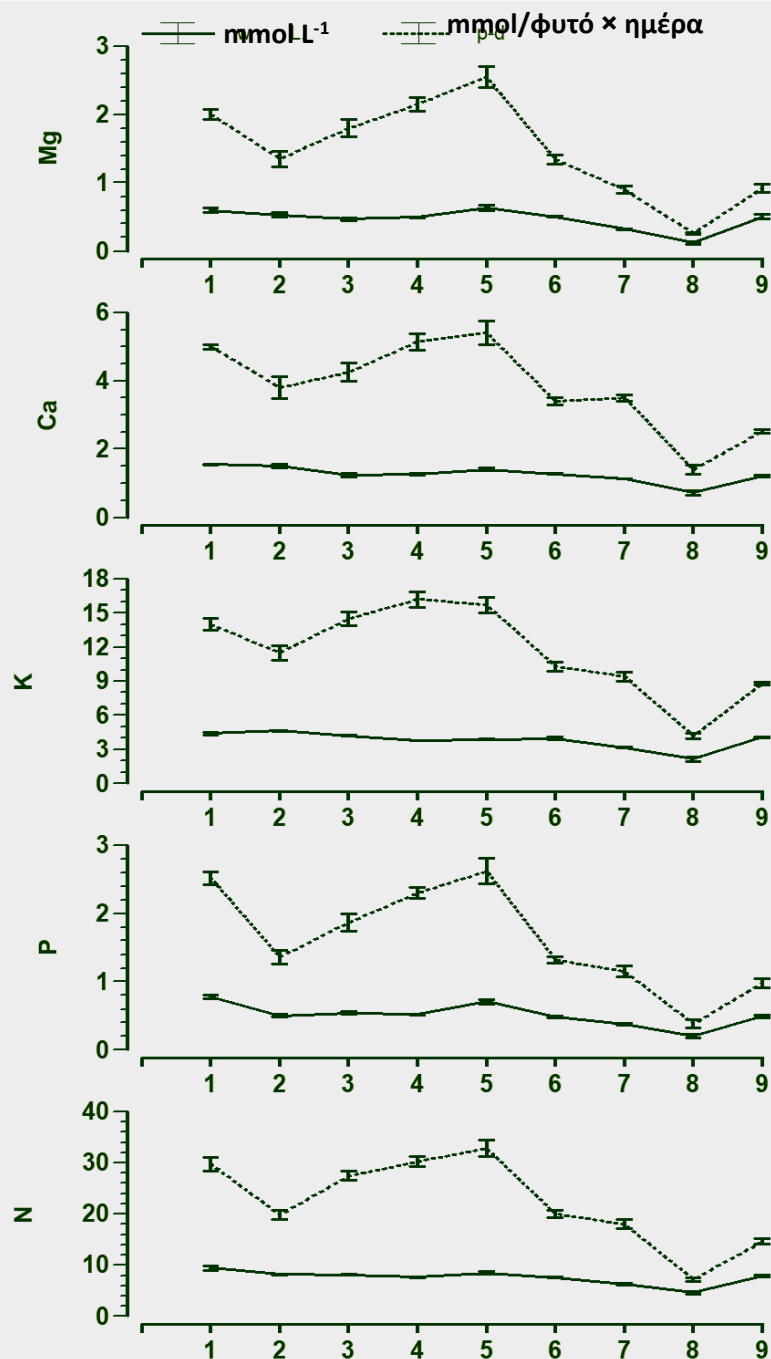
Ανακύκλωση με βάση την σύσταση του διαλύματος απορροής

Κεφαλή υδρολίπανσης μετά τον μείκτη



Ανακύκλωση με βάση τις συγκεντρώσεις απορρόφησης Κεφαλή υδρολίπανσης πριν τον μείκτη

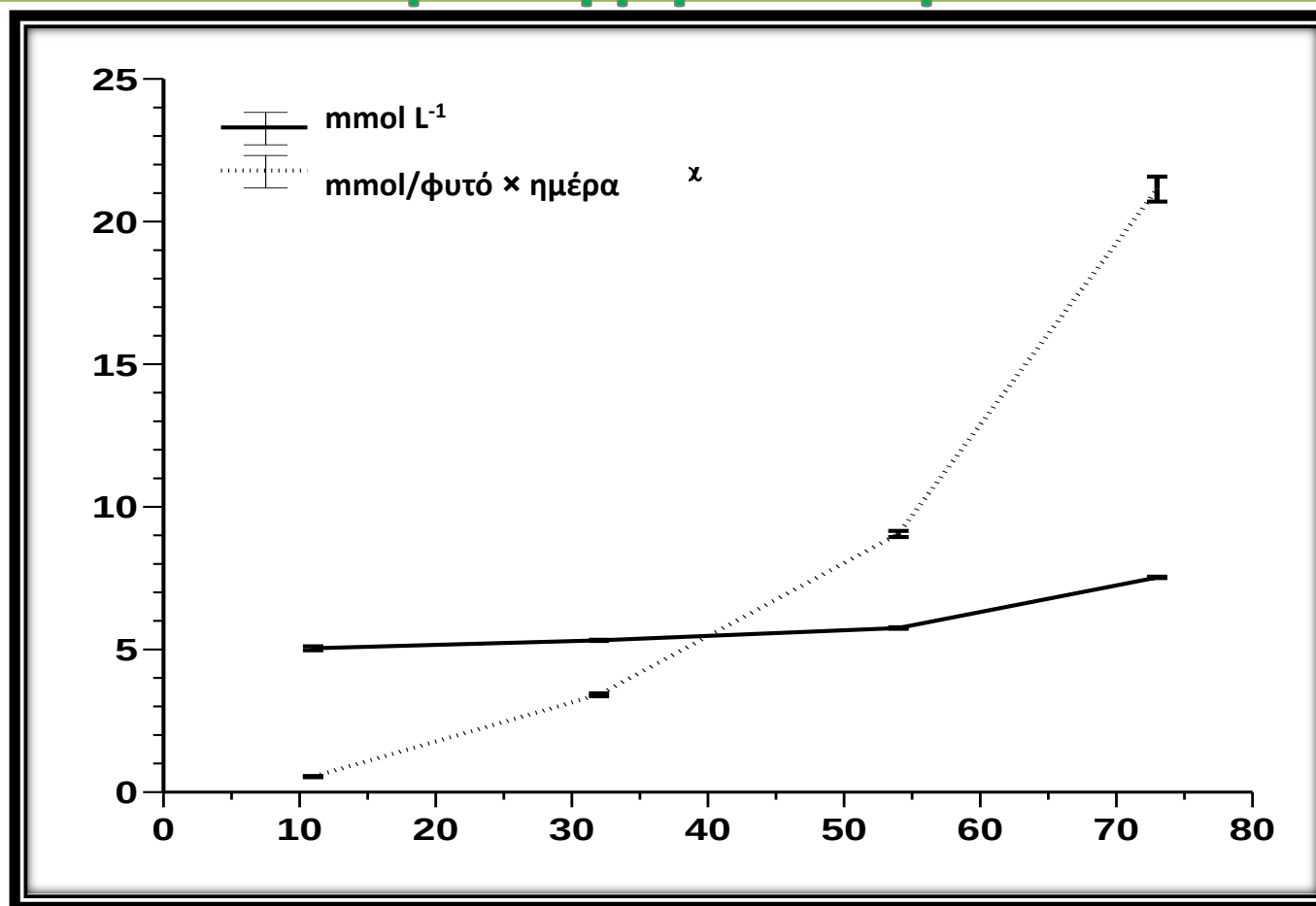




Σύγκριση συγκεντρώσεων
απορρόφησης με ημερήσια
πρόσληψη θρεπτικών
στοιχείων σε μελιτζάνα

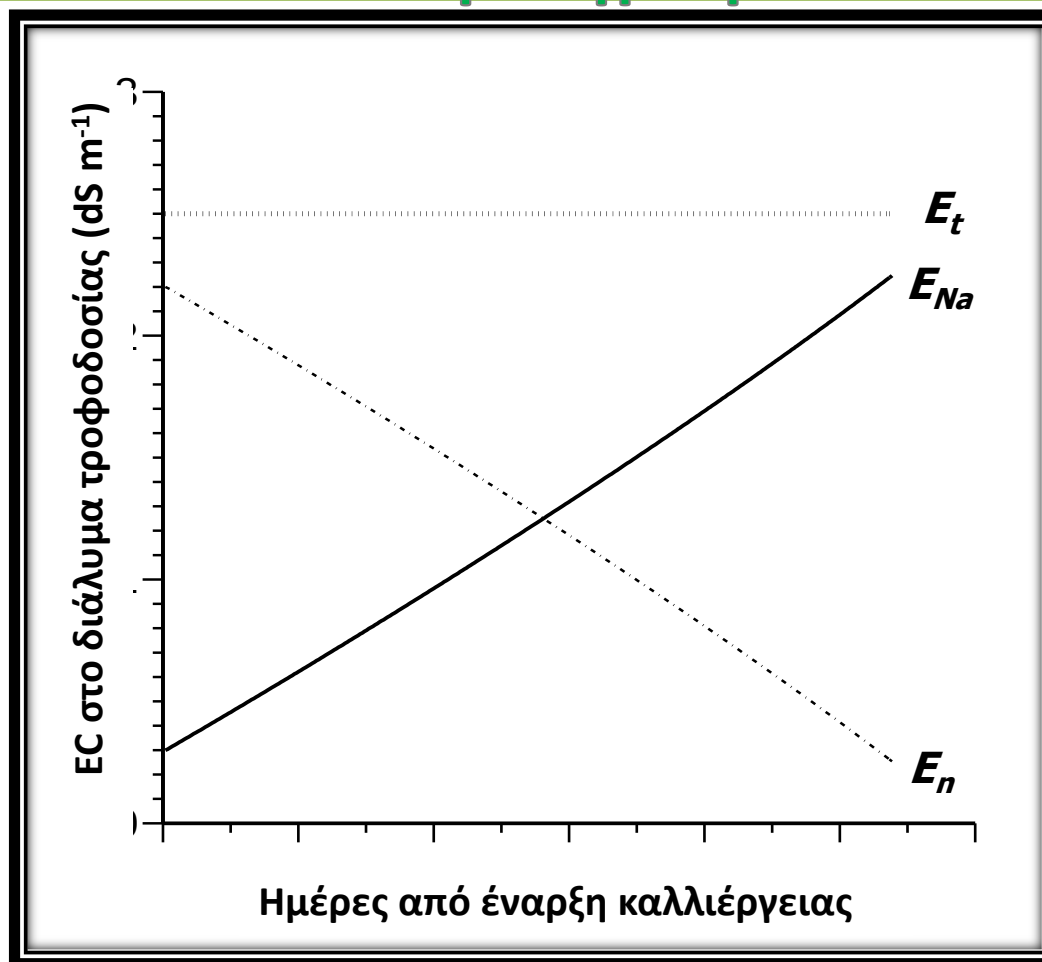


Σύγκριση συγκέντρωσης απορρόφησης Κ με ημερήσια πρόσληψη Κ σε τομάτα



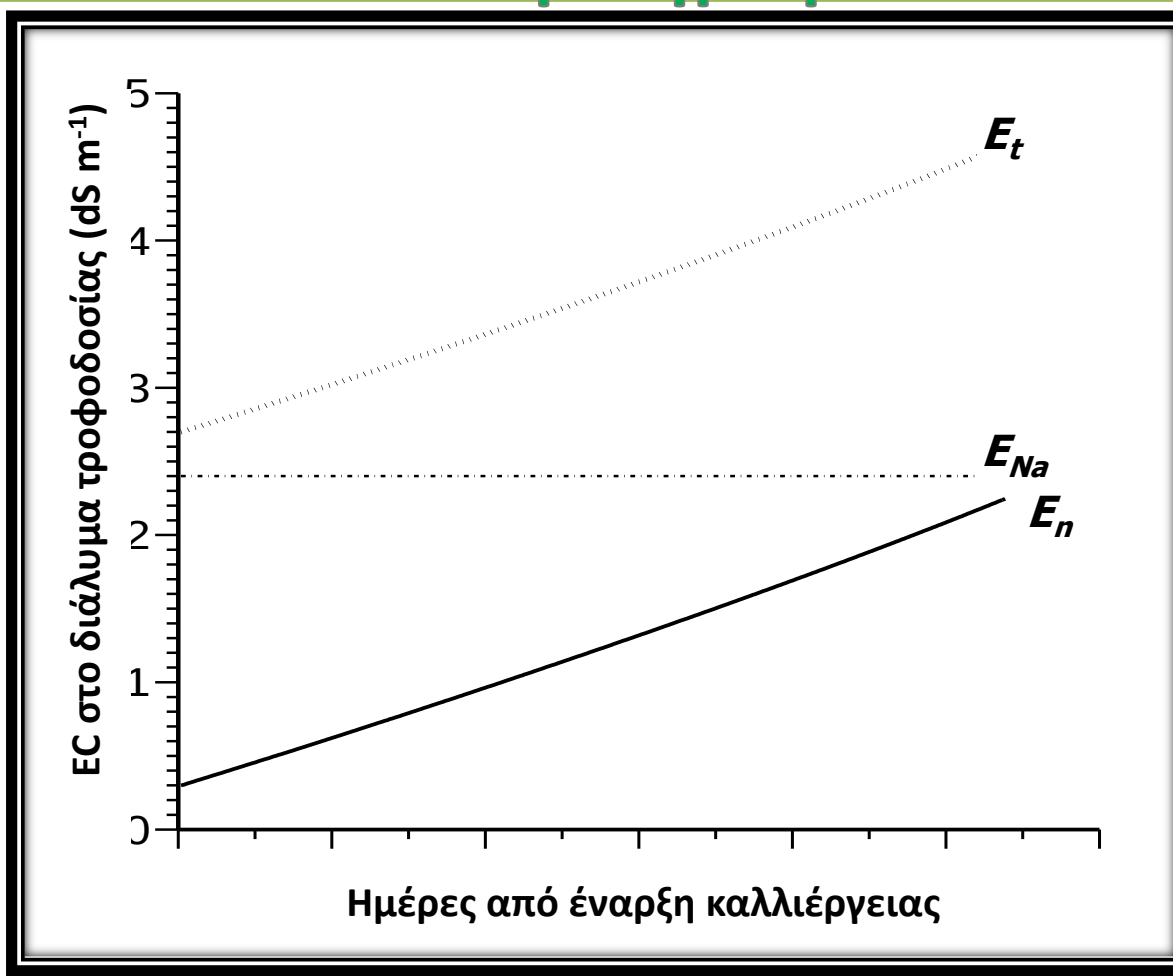


Διαχείριση ανακύκλωσης Στρατηγική I





Διαχείριση ανακύκλωσης Στρατηγική II



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

