



**Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ**

**ΘΕΜΑ : Πειραματική αξιολόγηση καλλιέργειας ζέρμπερας σε τέσσερα υποστρώματα και NFT, σε κλειστού κυκλώματος υδροπονία.**



**Συγγραφή : Παναγιωτόπουλος Στυλιανός**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009**

#### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

**Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κύριο Παπαδημητρίου Μιχαήλ εισηγητή του θέματος, και πολύτιμη πηγή πληροφοριών για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ευχαριστώ τον κύριο Δοκιανάκη Γεώργιο για την επίσης πολύτιμη βοήθεια του στην διεξαγωγή του πειράματος, τον κύριο Θρασύβουλο Μανιό για την παραχώρηση των εργαστηριακών εγκαταστάσεων του τμήματος του, και την Nuray Cicek (Research Assistant in Arkara University, Agriculture Facilitie Department of Soil Science. Ευχαριστώ επίσης την σπουδάστρια Χούμη Μαρία για την βοήθεια της στην σύνταξη της πτυχιακής μου εργασίας. Τέλος μα κυριότερα θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Ιωσήφ και Δέσποινα που με στήριξαν σε όλη αυτή τη φοιτητική μου πορεία.**



**Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ**

**ΘΕΜΑ : Πειραματική αξιολόγηση καλλιέργειας ζέρμπερας σε τέσσερα υποστρώματα και NFT, σε κλειστού κυκλώματος υδροπονία.**



**Συγγραφή : Παναγιωτόπουλος Στυλιανός**  
**Εισηγητής : Παπαδημητρίου Μιχαήλ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Είναι πλέον άμεσα συνδεδεμένη η αύξηση και βελτίωση των βρώσιμων και μη αγροτικών προϊόντων με την αξιοποίηση της επιστήμης της υδροπονίας, καθώς είναι ευρύτατα πλέον διαδεδομένη στις ανεπτυγμένες αγροτικά χώρες. Είναι η επιστήμη που επιτρέπει την αύξηση της ποσότητας και βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων με την χρήση των ορθολογική χρήση των συντελεστών παραγωγής, επιβαρύνοντας το περιβάλλον στον μικρότερο δυνατόν βαθμό.

Η υδροπονία περιλαμβάνει την χρήση τεχνολογικών εφαρμογών που επιτρέπουν την καλλιέργεια φυτών εκτός του φυσικού εδάφους. Η τεχνολογία αυτή είναι σχετικά νέα, έτσι έχει πολλά περιθώρια βελτίωσης, γι' αυτό και αποτελεί αντικείμενο έρευνας σε πολλές χώρες του κόσμου. Στην χώρα μας έχουν γίνει πολλά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση, απομένουν όμως πολλά ακόμα καθώς η χρήση της υδροπονίας γίνεται από λίγες γεωργικές επιχειρήσεις, και σε πολλή λίγες από αυτές γίνεται πλήρως και σωστά. Σε αυτό έχουν συμβάλει πολλοί παράγοντες όπως το χαμηλό επίπεδο γνώσεων του αγροτικού κόσμου σε σχέση με το υψηλό επίπεδο γνώσεων που απαιτούνται για την πλήρη εφαρμογή μιας υδροπονικής καλλιέργειας. Ένας άλλος παράγοντας είναι ο πολυτεμαχισμός της γης που ανεβάζει ακόμα περισσότερο το ήδη μεγάλο κόστος εγκατάστασης μιας τέτοιας εκμετάλλευσης. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται αξιολόγηση διάφορων εμπορικών και μη υδροπονικών υποστρωμάτων και της υδροπονικής τεχνικής του θρεπτικού φιλμ (NFT) στην καλλιέργεια της ζέρμπερας για παραγωγή δρεπτών ανθέων.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ**

- 1.1. Η ιστορία της υδροπονίας
- 1.2. Το ριζικό σύστημα και οι παράγοντες που το επηρεάζουν
- 1.3. Το νερό και η ποιότητα του
- 1.4. Τα χαρακτηριστικά του πορώδους υποστρώματος
- 1.5. Τα απαραίτητα στοιχεία και η απορρόφηση τους από το φυτό
- 1.6. Η σημασία των οξέων και των χηλικών συμπλόκων στην υδρολίπανση
- 1.7. Το θρεπτικό διάλυμα
- 1.8. Το NFT (Nutrient Film Technique)
- 1.9. Αεροπονία

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ**

- 2.1. Η ζέρμπερα και η καταγωγή της.
- 2.2. Η ζέρμπερα και η καλλιέργεια της.
- 2.3. Προβλήματα καλλιέργειας
  - 2.3.1. Φυσιολογικές ανωμαλίες.
  - 2.3.2. Θρεπτικές ανωμαλίες.
  - 2.3.3. Εχθροί και ασθένειες.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

- 3.1. Εισαγωγή.
- 3.2. Υλικά και μέθοδοι.
  - 3.2.1. Υλικά.

**3.2.2. Επεμβάσεις.**

**3.2.3. Λοιπά υλικά.**

**3.2.4. Άρδευση – Λίπανση.**

**3.2.5. Υποδοχείς υποστρωμάτων και φύτευση.**

**3.2.6. Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση**

**3.3. Αποτελέσματα – Συζήτηση.**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την στενή έννοια του όρου υδροπονία εννοούμε την καλλιέργεια φυτών χωρίς την οποιαδήποτε χρήση εδάφους ή οργανικού υποστρώματος, όπου το νερό αποτελεί τον βασικό αν όχι τον μοναδικό φορέα θρεπτικών στοιχείων. Αναφέρεται μερικές φορές και ως τεχνητή καλλιέργεια και ανέδαφος γεωργία.

Έχει επικρατήσει όμως να ταυτίζεται η εκτός εδάφους καλλιέργεια, η οποία χρησιμοποιεί οργανικής φύσης υποστρώματα, με την υδροπονία λόγω των πολλών ομοιοτήτων των δύο τύπων καλλιέργειας. Έτσι και εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο υδροπονία με την παραπάνω ευρεία έννοια.

Κατά την εφαρμογή μιας υδροπονικής καλλιέργειας μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο το νερό, όπως στην τεχνική του NFT ή υποστρώματα οργανικής ή ανόργανης φύσης τα οποία προσφέρουν στήριξη και σε μερικές περιπτώσεις θρεπτικά στοιχεία στην εκάστοτε καλλιέργεια. Υλικά που παρέχουν θρεπτικά στοιχεία στο φυτό είναι τα οργανικά όπως τα διάφορα κόμποστ, η τύρφη, ο κοκοφοίνικας κ.α., ενώ αδρανή όπως ο περλίτης, ο πετροβάμβακας, η ελαφρόπετρα κ.α. δεν παίζουν κανένα ρόλο στην θρέψη των φυτών.

Η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα, διότι με την βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας που επιτυγχάνει, αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι με την υδροπονία μπορούμε πλέον να καλλιεργήσουμε φυτά με ιδιαίτερες απαιτήσεις σε μέρη που μέχρι χθες ήταν αδύνατον για εδαφοκλιματικούς λόγους.

Το ριζικό σύστημα ενός φυτού απαιτεί για τη σωστή ανάπτυξη του, μεγάλη ποσότητα οξυγόνου και ταυτόχρονα άφθονο νερό με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στη σωστή αναλογία. Στο φυσικό έδαφος η παραπάνω ισορροπία είναι δύσκολο αν όχι ανέφικτο να επιτευχθεί και να διατηρηθεί καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Αυτό συμβαίνει γιατί το έδαφος δεν έχει ομοιόμορφα συσσωματώματα τόσο στο χώρο, όσο και στο χρόνο, κάνοντας έτσι δύσκολο τον προσδιορισμό της ποσότητας του νερού άρδευσης. Σχετικά με τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, η ιδιότητα των κολλοειδών του εδάφους να τα συγκρατούν δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο την ομαλή, στο επιθυμητό επίπεδο, απόδοση τους στην ρίζα της εκάστοτε καλλιέργειας.

Εκτός από τα παραπάνω οι υδροπονικές καλλιέργειες παρουσιάζουν και άλλα πλεονεκτήματα όπως:

- οι περισσότερες ασθένειες εδάφους αδυνατούν να αναπτυχθούν στα συστήματα υδροπονίας, απαλλάσσοντας τον καλλιεργητή από το κόστος απολύμανσης και φυτοπροστασίας,
- η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου νερού είναι κατά πολύ μικρότερη, καθώς δεν παρουσιάζουν επιφανειακές διαρροές και βαθιά διείσδυση, ιδιαίτερα σε κλειστά συστήματα υδροπονίας,
- οικονομία θρεπτικών στοιχείων λόγω της οικονομίας νερού,
- η ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω της χρήσης λιπασμάτων δεν αποτελεί χαρακτηριστικό των υδροπονικών συστημάτων (ειδικά των κλειστών),
- είναι εύκολη η ρύθμιση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος της ρίζας μέσω του θρεπτικού διαλύματος,
- είναι ευκολότερη η βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος εργασίας λόγω της κάλυψης του εδάφους, με αποτέλεσμα την μείωση των οσμών και της σκόνης,
- Μειώνεται το κόστος και ο κόπος λόγω αποφυγής της κατεργασίας του εδάφους,
- ο προγραμματισμός των εργασιών είναι απλούστερος λόγω της μη αναγκαιότητας της βελτίωσης του εδάφους, της δημιουργίας ειδικών εδαφικών μειγμάτων για την ανάπτυξη των φυτών (κυρίως σε συστήματα όπως το NFT και αυτών που χρησιμοποιούν ανόργανα υποστρώματα) και της ζιζανιοκτονίας κλπ..

Παρόλα τα πλεονεκτήματα τους τα υδροπονικά συστήματα παρουσιάζουν και μειονεκτήματα όπως:

- το περιθώριο λάθους είναι πολύ μικρό καθώς είναι πολύ ευαίσθητα συστήματα,
- απαιτούν μεγάλο όγκο γνώσεων από τον καλλιεργητή για την επίτευξη καλού αποτελέσματος,
- το κόστος εγκατάστασης αποτελεί σοβαρό περιοριστικό παράγοντα.



Οι υδροπονικές καλλιέργειες γίνονται ως επί το πλείστον σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, όπου μια μικρή απόκλιση από το επιθυμητό των περιβαλλοντικών παραγόντων έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στις υδροπονικές καλλιέργειες από ότι σε αυτές που γίνονται στο έδαφος. Έτσι απαιτείται μεγαλύτερη επιδεξιότητα και γνώση έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα στο σωστό χρόνο.

Είναι σημαντικό επίσης να αναφέρουμε ότι ενώ στο έδαφος τα περισσότερα ιχνοστοιχεία προϋπάρχουν της καλλιέργειας στην επιθυμητή σχετικά αναλογία, παράγοντας που απαλλάσσει τον καλλιεργητή από την εργασία αυτή, στις υδροπονικές καλλιέργειες πρέπει να γίνετε προσθήκη αυτών στο θρεπτικό διάλυμα. Η προσθήκη ιχνοστοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα αποτελεί εργασία ακριβείας λόγω των μικρών ποσοτήτων που απαιτούνται, μεγαλύτερες ή μικρότερες των οποίων προκαλούν άμεσα προβλήματα στην καλλιέργεια. Είναι γεγονός πως στα υδροπονικά συστήματα η ρίζα δεν έχει την δυνατότητα να εξαπλωθεί όπως στο έδαφος. Όμως η συνεχής διαβροχή της ρίζας με το σωστό θρεπτικό διάλυμα υπερκαλύπτει την αδυναμία αυτή. Το έδαφος έχει την τάση να αντισταθμίζει ακραίες καταστάσεις όπως την προσθήκη πολύ όξινου ή αλκαλικού διαλύματος προσφέροντας ως ένα βαθμό προστασίας στην καλλιέργεια. Στην υδροπονική καλλιέργεια όμως ο βαθμός προστασίας είναι μηδενικός και λάθη τέτοιας φύσης πρέπει να αποφεύγονται καθώς μπορεί να αποβούν μοιραία.

Εργασίες όπως το κλάδεμα, η φυτοπροστασία, η γονιμοποίηση των ανθέων κλπ. γίνονται όπως και στα φυτά που καλλιεργούνται στο έδαφος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

### ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

#### 1.1. Η ιστορία της υδροπονίας.

Η λέξη υδροπονία προέρχεται από τις λέξεις ύδωρ και πόνος, δηλαδή νερό και μόχθος. Σύμφωνα με τον Howard M. Resh οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας, οι επιπλέοντες κήποι των Αζτέκων στο Μεξικό, και οι κινέζικοι κήποι είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα υδροπονικών εφαρμογών. Αιγυπτιακά ιερογλυφικά που χρονολογούνται αρκετές εκατοντάδες χρόνια προ Χριστού, περιγράφουν την καλλιέργεια φυτών σε νερό. Είναι φανερό πως η ιδέα και η φιλοσοφία της υδροπονίας δεν είναι κάτι νέο, όμως η εξέλιξη της τεχνολογίας και η γνώση που μας προσέφερε, διαμόρφωσαν την υδροπονία όπως την ξέρουμε σήμερα.

Τριακόσια περίπου χρόνια πριν ένας Άγγλος επιστήμονας ονόματι John Woodward ανακάλυψε πως δεν ήταν το νερό ή το έδαφος που παρείχαν τα θρεπτικά στοιχεία αλλά και τα δύο μαζί. Το συμπέρασμα αυτό ήταν τολμηρό για την εποχή του, αποτέλεσε όμως αιτία για πολλές σχετικές έρευνες.

Τον προηγούμενο αιώνα η καλλιέργεια φυτών σε μέρη που μέχρι τότε ήταν αδύνατον, αποτέλεσε την αιχμή του δόρατος για την διενέργεια ερευνών. Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών ήταν στο πρώτο παγκόσμιο πόλεμο όπου τα αμερικανικά στρατεύματα που βρίσκονταν σε νησιά του ειρηνικού παρήγαγαν τα αναγκαία νωπά προϊόντα σε μονάδες υδροπονίας που εγκατέστησαν. Το επόμενο μεγάλο βήμα για την υδροπονία έγινε όταν η NASA χρηματοδότησε την ανάπτυξη της με σκοπό την παραγωγή προϊόντων στο φεγγάρι, ή σε άλλους πλανήτες. Το πρόγραμμα αυτό είναι ακόμα υπό εξέλιξη.

Ένα από τα σημαντικότερα σημεία στην ιστορία της υδροπονίας ήταν τη δεκαετία του 1970 όπου σταμάτησε να απασχολεί μόνο την επιστημονική κοινότητα και τους πλούσιους που έψαχναν για ένα χόμπι, και άρχισαν να ενδιαφέρονται σημαντικοί αριθμοί καλλιεργητών που ήθελαν να επωφεληθούν από τα πλεονεκτήματα της μεθόδου όπως η αυξημένη παραγωγή σε σχέση με την συμβατική γεωργία, την παραγωγή ασχέτου περιοχής, την οικονομικότητα και οικολογικότητα της μεθόδου λόγω μειωμένης αναγκαίας χρήσης αντιπροστατευτικών προϊόντων κ.α.

Ανάλογο ενδιαφέρον υπήρξε και το 1938 στις ΗΠΑ και στην Β. Ευρώπη, χωρίς όμως να είναι η προσπάθεια αυτή επιτυχημένη λόγω άλυτων μέχρι τότε τεχνικών προβλημάτων.

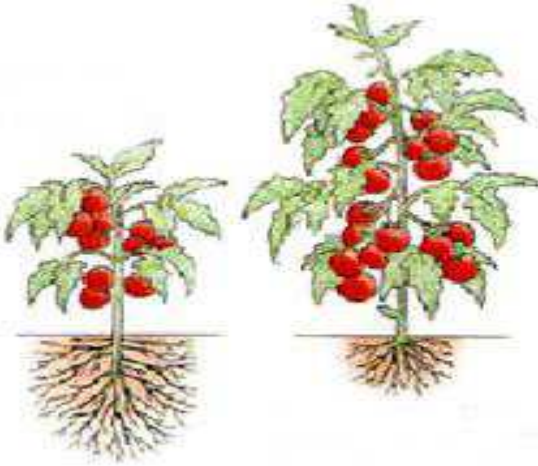
Το 1950 αναπτύχθηκε από τον Steiner (Wabben and Steiner, 1953, patent) η τεχνική της καλλιέργειας σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος ή NFT, που από το 1966 παρουσίασε σημαντική εξάπλωση στη Μ. Βρετανία, με τις προσπάθειες του A. Cooper. Το 1976 αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Δανία η τεχνική καλλιέργειας σε ορυκτοβάμβακα, μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα.

Σήμερα η υδροπονία προσελκύει περισσότερους καλλιεργητές από ποτέ, δίνοντας λύσεις για προβλήματα όπως η πείνα, και προστατεύοντας το περιβάλλον περισσότερο από οποιαδήποτε μη βιολογική μέθοδο. Ακόμα και απλοί άνθρωποι έχουν κατασκευάσει υδροπονικά συστήματα για να παράγουν και να προσφέρουν στην οικογένεια τους. Επιπρόσθετα σε όλη αυτή τη βροχή ιδεών, έρχεται η αεροπονία να προσφέρει τροφή για νέες ιδέες και λύσεις.

## **1.2. Το ριζικό σύστημα και οι παράγοντες που το επηρεάζουν.**

Η ρίζα είναι το μέρος του φυτού που βρίσκεται μέσα στο έδαφος και προσφέρει στήριξη, νερό, και θρεπτικά στοιχεία στο υπέργειο μέρος. Γενικά η ρίζα έχει δύο μορφές, την πασσαλώδη και την θυσανωτή. Η εκάστοτε μορφή της ρίζας εξαρτάται από το είδος του φυτού και την σύσταση του εδάφους. Στο έδαφος η ρίζα μπορεί να αναπτυχθεί χωρίς κανένα περιορισμό και προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, ενώ στα υδροπονικά συστήματα η ανάπτυξη της περιορίζεται από τον υποδοχέα. Όταν όμως οι συνθήκες στην ρίζα είναι οι ιδανικές για το ανάλογο υδροπονικό σύστημα τότε ο περιορισμός της ρίζας δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα.

Αν κάνουμε μια εγκάρσια τομή στην ρίζα θα παρατηρήσουμε δια γυμνού οφθαλμού δύο μέρη, τον φλοιό και τον κεντρικό κύλινδρο. Αν όμως παρατηρήσουμε την τομή αυτή σε μικροσκόπιο τότε θα διακρίνουμε τις παρακάτω περιοχές ξεκινώντας από έξω προς τα μέσα. Το πρώτο εξωτερικό μέρος είναι η ριζοδερμίδα ή επιδερμίδα από την οποία δημιουργούνται τα ριζικά τριχίδια. Προχωρώντας σε βάθος συναντάμε την υποδερμίδα ή εξωδερμίδα και μετά από αυτή το φλοιώδες παρέγχυμα που είναι μια ευρύχωρη, με μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, περιοχή με κύτταρα.



Εικόνα 1: Διαφοροποίηση ριζικής και φυλλικής επιφάνειας σε υδροπονική και μη καλλιέργεια.

Το τελευταίο μέρος πριν τον κεντρικό κύλινδρο είναι η ενδοδερμίδα ή ταινία του Caspary. Η πρώτη στρώση του κεντρικού κυλίνδρου είναι το περικόκλιο, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον σχηματισμό των ριζικών διακλαδώσεων. Τα αγγεία του ηθμού και του ξύλου είναι το επόμενο μέρος το οποίο χρειάζεται για να μεταφέρονται τα οργανικής φύσης παρασκευάσματα από τα φύλλα σε όλο το φυτό και η μεταφορά νερού και ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από την ρίζα προς το υπέργειο μέρος αντίστοιχα. Καταλήγοντας στο κέντρο της ρίζας θα συναντήσουμε ή όχι την εντεριώνη.

Οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ρίζα είναι η ύπαρξη νερού, η ποσότητα και οι αναλογίες των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, το οξύγνο, η ενεργός οξύτητα ή pH, η συνολική συγκέντρωση των ιόντων ή E.C., η θερμότητα και οι μικροοργανισμοί.

Η επιτυχής ρύθμιση των παραπάνω δεν αρκεί να είναι η άριστη για τον κάθε παράγοντα χωριστά, αλλά πρέπει να είναι η άριστη δυνατή σε σχέση με την εκάστοτε κατάσταση των υπόλοιπων. Είναι δηλαδή η σχέση των παραπάνω άμεσα σχετιζόμενη, και έτσι πρέπει να αντιμετωπίζεται για να εισπράτουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

### 1.3. Το νερό και η ποιότητα του.

Από την απαρχή της ζωής το νερό αποτέλεσε έναν από τους σημαντικότερους, αν όχι τον σημαντικότερο, παράγοντα της ζωής μαζί με το ηλιακό φως. Σήμερα γνωρίζουμε με λεπτομέρεια πως το νερό λαμβάνει μέρος σε όλες της βιοχημικές και

φυσιολογικές διεργασίες που επιτελούνται από όλους τους ζωντανούς οργανισμούς τους οποίους γνωρίζουμε.

Γνωρίζουμε ότι το νερό καταλαμβάνει το 60-85% του νωπού βάρους των φυτών, παίζοντας βασικό ρόλο σε διεργασίες όπως η φωτοσύνθεση, η αναπνοή και η διαπνοή, εκτελώντας ρόλο μεταφορέα, διαλύτη, παράγοντα χημικών αντιδράσεων (αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα κατά την φωτοσύνθεση) και παράγοντα σπαργής.

Ποιο συγκεκριμένα το νερό σε ένα φυτικό κύτταρο αποτελεί:

- α) τη βασικότερη ουσία για τη σύνθεση των οργανικών του συστατικών
- β) το μέσο διασποράς των κολλοειδών ουσιών του πρωτοπλάσματος, στο οποίο παίρνουν μέρος όλες οι ζωτικές αντιδράσεις
- γ) το μέσο δια του οποίου οι διαλυμένες ουσίες κινούνται από κύτταρο σε κύτταρο
- δ) πηγή της σπαργής στα φυτικά κύτταρα και τέλος
- ε) τον κύριο θερμορυθμιστικό παράγοντα του φυτικού σώματος.

Το νερό στο φυτό ξεκινά τον κύκλο του από την ριζόσφαιρα, στην οποία επηρεάζει τις τιμές των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και τη συνολική συγκέντρωση των ιόντων, ενώ σε καθαρά υδροπονικές καλλιέργειες (N.F.T) καθορίζει άμεσα και τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου στη ρίζα. Στην διάρκεια μίας μέρας το 96 – 98% του νερού που απορροφάται από τις ρίζες εξέρχεται από τα φύλλα λόγω της διαπνοής, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται από το φυτό.

Πρέπει να αναφέρουμε πως άσχετα με το πόσο καλές είναι οι συνθήκες ανάπτυξης όσο αφορά την τροφοδοσία του νερού τα φυτά έχουν την τάση να αφυδατώνονται κατά τις πρωινές ώρες και να ενυδατώνονται ξανά προς το τέλος του απογεύματος και μετά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πρωί η απορρόφηση δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της διαπνοής δημιουργώντας έτσι υδατικό έλλειμμα, ενώ η παραπάνω σχέση αντιστρέφεται το απόγευμα επαναφέροντας το φυτό στην πρότερη υγρασιακή του κατάσταση.

Είναι γεγονός πως όσο περνούν τα χρόνια η ποιότητα του νερού υποβαθμίζεται. Γι' αυτό το λόγο η εξασφάλιση καλής ποιότητας νερού για μια υδροπονική καλλιέργεια είναι βασική προϋπόθεση. Η υποβάθμιση του νερού που προέρχεται στην Ελλάδα κυρίως από πηγάδια και γεωτρήσεις έχει να κάνει κυρίως με την αλατότητα και τη σκληρότητα του. Αυτό μας έχει οδηγήσει σε άλλες τεχνικές όπως η συλλογή και χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού και η ανακύκλωση του.

Είναι γενικά αποδεκτό πως το καλής ποιότητας νερό για χρησιμοποίηση στον αγρό δεν είναι απαραίτητα κατάλληλο για μια υδροπονική καλλιέργεια. Αυτό που έχει διαπιστωθεί τελικά είναι πως όσο καλύτερη είναι η ποιότητα του νερού άρδευσης τόσο ευκολότερη είναι η παραγωγή ενός ισορροπημένου θρεπτικού διαλύματος. Η ποιότητα του οποίου έχει άμεσο αντίκτυπο στην εκάστοτε παραγωγή.

Πίνακας 1: Ποιότητες νερού άρδευσης

Ποιότητα	E.C. mS/cm (25°C)	Na <sup>+</sup> mmol/l	Cl <sup>-</sup> mmol/l
1	<0,5	<0,5	<1
2	<0,5	<1,5	<1,5
3	0,5-1,0	1,5-3,0	1,5-3,0
4	1,0-1,5	3,0-4,5	3,0-4,5

Η **Ποιότητα 1** είναι κατάλληλη για όλες τις υδροπονικές και εδαφικές καλλιεργητικές εφαρμογές, ενώ η **Ποιότητα 2** είναι κατάλληλη μόνο για υδροπονία ανοικτού τύπου και για καλλιέργειες εδάφους. Η **Ποιότητα 3** δεν θεωρείται καλή για υδροπονικά συστήματα και καλλιέργειες που το ριζικό σύστημα των φυτών περιορίζεται (γλάστρες). Τέλος η **Ποιότητα 4** είναι κατάλληλη μόνο για φυτά τα οποία είναι αρκετά ανθεκτικά στην αλατότητα.

Είναι κοινή πρακτική σήμερα να αναμιγνύεται βρόχινο νερό με νερό κακής ποιότητας για να βελτιώνεται η ποιότητα του δεύτερου. Μία καλή λύση επίσης αποτελούν σήμερα τα συστήματα αφαλάτωσης.

#### 1.4. Τα χαρακτηριστικά του πορώδους υποστρώματος.

Το υπόστρωμα που βρίσκεται στον υποδοχέα επηρεάζει άμεσα το περιβάλλον της ρίζας μιας και αυτό αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της. Έτσι το υπόστρωμα πρέπει να πληρεί κάποια χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα παρακάτω:

- Πρέπει να μπορεί να επιτρέπει την άφθονη ροή του νερού, των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, και του οξυγόνου.
- Να ευνοεί την απομάκρυνση του CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων από το ριζικό σύστημα.
- Να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς.

- Να επιτρέπει την εύκολη μεταχείριση και να μην πληγώνει τις ρίζες.
- Να μην παρουσιάζει διακυμάνσεις ποιότητας στην αγορά.
- Να έχει χαμηλό κόστος και μεγάλο χρόνο ωφέλιμης χρήσης.
- Να ανακυκλώνεται εύκολα ή να απορρίπτεται χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον.
- Να έχει το κατάλληλο pH.
- Να μην έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα και τοξικές ουσίες.
- Να μην δεσμεύει ή απελευθερώνει σε μεγάλο βαθμό ιόντα.
- Να έχει τις σωστές φυσικές ιδιότητες όπως το πορώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού, ο ρυθμός αερισμού, η σταθερότητα στο χρόνο, και το βάρος του.

#### **1.5. Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και η απορρόφηση τους από το φυτό.**

Εκτός από το νερό το φυτό χρειάζεται και τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Η αναγκαιότητα των οποίων καθορίζεται από τα παρακάτω κριτήρια:

- Το φυτό αδυνατεί να ολοκληρώσει τον βιολογικό του κύκλο κάτω από συνθήκες έλλειψης του στοιχείου.
- Η επίδραση του στοιχείου χαρακτηρίζεται ως αναντικατάστατη.
- Το στοιχείο αυτό πρέπει να έχει άμεση σχέση με το μεταβολισμό του φυτού.

Η διαδικασία της πρόσληψης των διαφόρων στοιχείων από το φυτό ονομάζεται θρέψη. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να απορροφηθούν από το υπέργειο μέρος και κυρίως από τα φύλλα, αλλά κυρίως από το ριζικό σύστημα.

Σήμερα θεωρούμε ως απαραίτητα τον Άνθρακα (C), το Οξυγόνο (O), το Υδρογόνο (H), το Άζωτο (N), το Θείο (S), το Φόσφορο (P), το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο (Mg), ο Σίδηρος (Fe), το Μαγγάνιο (Mn), το Βόριο (B), ο Ψευδάργυρος (Zn), ο Χαλκός (Cu), και το Μολυβδένιο (Mo). Για μερικά φυτά το Νάτριο (Na), το Κοβάλτιο (Co), το Πυρίτιο (Si), και το Χλώριο (Cl) αποτελούν μέρος της παραπάνω λίστας.

Τα στοιχεία που το φυτό προσλαμβάνει από τον αέρα είναι ο άνθρακας, το οξυγόνο και το υδρογόνο, ενώ τα υπόλοιπα παραπάνω στοιχεία προσλαμβάνονται από το φυτό από το ριζικό σύστημα.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούμε στα θρεπτικά διαλύματα διακρίνονται σε μακροστοιχεία (N, S, P, K, Mg) και σε ιχνοστοιχεία (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo) λόγω της ποσότητας που χρειάζονται.

Είναι πολύ σημαντικό το θρεπτικό ή εδαφικό διάλυμα να έχει την σωστή αναλογία θρεπτικών στοιχείων, και είναι εξίσου σημαντικό να μπορεί να επανέρχεται γρήγορα η συγκέντρωση του μετά την απορρόφηση από το ριζικό σύστημα των απαραίτητων για αυτό θρεπτικών στοιχείων.

Εκτός όμως από τα παραπάνω, ακόμα δηλαδή και αν το εδαφικό διάλυμα είναι σε άριστη κατάσταση, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δυνατότητα των φυτών να απορροφούν στοιχεία.

Οι παράγοντες αυτοί έχουν ως εξής:

**α. Η συγκέντρωση του οξυγόνου στον εδαφικό αέρα.**

Είναι γνωστό πως η διεργασία της διαπνοής, και επομένως η παραγόμενη από το φυτό ενέργεια, μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για την απορρόφηση των στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα επηρεάζεται άμεσα από τη συγκέντρωση του οξυγόνου στην ριζόσφαιρα.

**β. Η θερμοκρασία του εδάφους.**

Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει άμεσα την μεταβολική δραστηριότητα των φυτών, και αυτή με την σειρά της την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα.

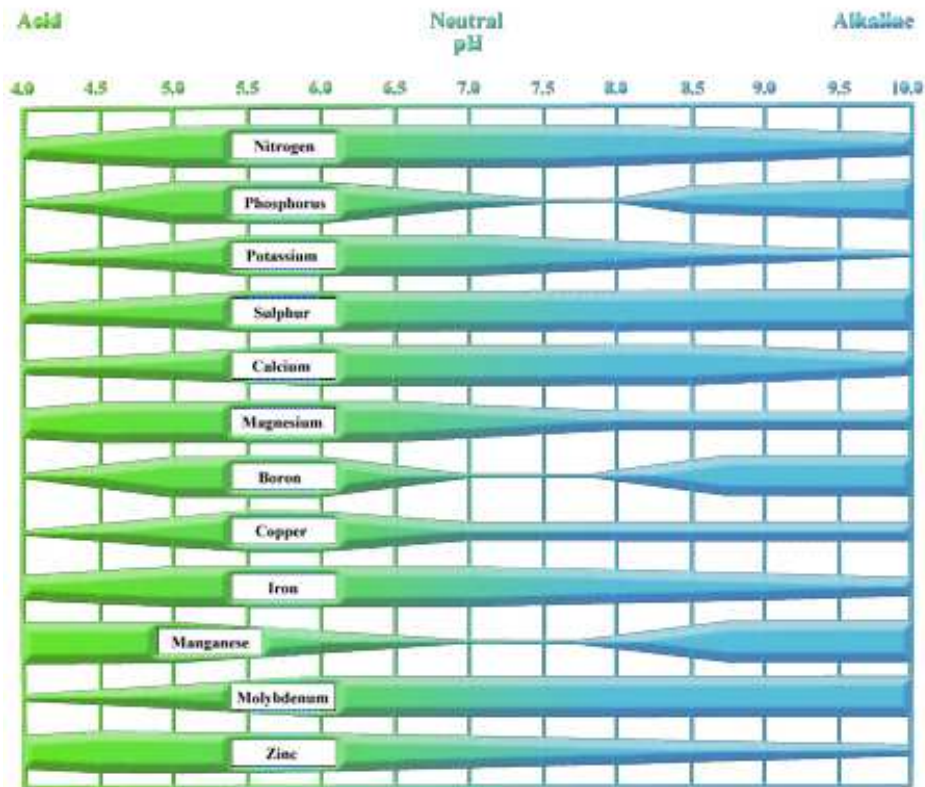
**γ. Ανταγωνιστικές αντιδράσεις επιδρούν στην πρόσληψη των στοιχείων.**

Η συγκέντρωση και ο ανταγωνισμός των ιόντων παίζει βασικό ρόλο στην πρόσληψη των στοιχείων, καθώς η υψηλή ή χαμηλή συγκέντρωση του ενός μπορεί να επηρεάζει θετικά ή αρνητικά κάποιο άλλο.

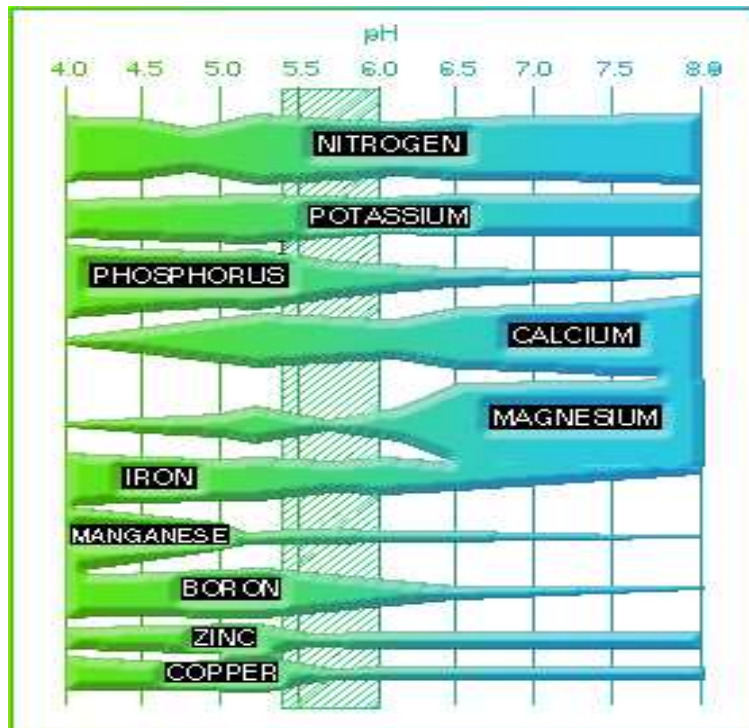
**δ. Τοξικές ουσίες.**

Τοξικές χαρακτηρίζονται οι ουσίες που σε κάποια συγκέντρωση παρεμβαίνουν στις μεταβολικές δραστηριότητες των φυτών, άρα και στην απορρόφηση των στοιχείων.

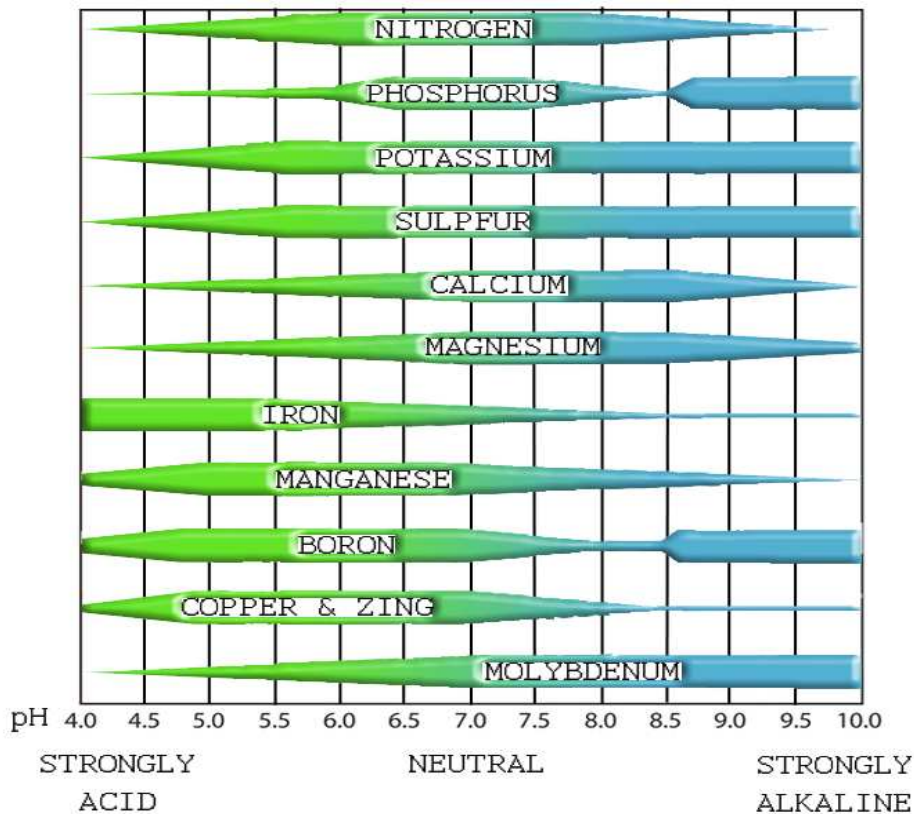




**Διάγραμμα 1: Διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το pH σε οργανικό υπόστρωμα.**



**Διάγραμμα 2: Διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το pH σε ανέδαφος καλλιέργεια.**



**Διάγραμμα 3: Διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το pH σε ανόργανης φύσης υπόστρωμα.**

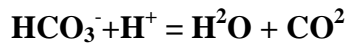
Η απορρόφηση των παραπάνω από την ρίζα υπόκειται σε κάποιους κανόνες, έτσι ο μηχανισμός απορρόφησης χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω:

- Επιλεκτικότητα: Μερικά ιόντα προτιμώνται και απορροφώνται, ενώ άλλα όχι.
- Συσσώρευση: Η συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων στα κύτταρα της ρίζας μπορεί να είναι μεγαλύτερη από αυτή του διαλύματος της εξωτερικής περιοχής της ρίζας.
- Κληρονομικότητα: Υπάρχουν συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών φυτών στην απορρόφηση ιόντων.

### **1.6. Η σημασία των οξέων και των χηλικών συμπλόκων στην υδρολίπανση.**

Παρόλο που δεν είναι ο μόνος τρόπος είναι συνηθισμένο να χρησιμοποιούμε οξέα για την διαμόρφωση του pH σε ένα διάλυμα. Σύμφωνα με την χημική σύσταση του νερού άρδευσης η ρυθμιστική ικανότητα του εξαρτάται από την παρουσία των διτανθρακικών ιόντων ( $\text{HCO}_3^-$ ). Το ανιόν αυτό κυριαρχεί σε τιμές pH από 4 έως 8,3 και καθορίζει το pH του διαλύματος.

Με την προσθήκη οξέος πραγματοποιείται η παρακάτω αντίδραση εξουδετέρωσης:



Έτσι εξουδετερώνουμε τα διτανθρακικά ιόντα και παίρνουμε ένα μόριο νερού και ένα διοξειδίου του άνθρακα. Τα οξέα που χρησιμοποιούνται στη γεωργική πρακτική είναι το Νιτρικό, το Φωσφορικό, το Θεικό, και το Κιτρικό.

Η χρήση τους μας προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα τα βασικότερα των οποίων είναι:

- Η διαμόρφωση του βέλτιστου pH για την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών.
- Η βελτίωση των προβλημάτων που παρουσιάζονται στη λειτουργία των συστημάτων άρδευσης που οφείλονται κυρίως σε φυσικές αιτίες όπως διαλυτά στερεά, σε βιολογικές αιτίες όπως βακτήρια και άλγη, και σε χημικές αιτίες όπως ο σχηματισμός ιζημάτων.

Η κακή χρήση των οξέων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα όπως εγκαύματα, γι' αυτό πρέπει να γνωρίζουμε τα παρακάτω:

1. Ποτέ δεν προσθέτουμε νερό στο οξύ αλλά το οξύ στο νερό.
2. Επειδή τα οξέα είναι διαβρωτικά χρειάζεται προσοχή κατά τη χρήση τους για να μην προκληθούν σοβαρά εγκαύματα.
3. Η χρήση των οξέων στις καλλιέργειες προτείνεται να γίνεται μόνο εφόσον υπάρχει μηχανήμα υδρολίπανσης το οποίο έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει το pH του θρεπτικού διαλύματος αυτόματα στην επιθυμητή τιμή. Χωρίς αυτό η χρήση των οξέων μπορεί να κρύβει πολλούς κινδύνους, οπότε χρειάζεται πολλή προσοχή.

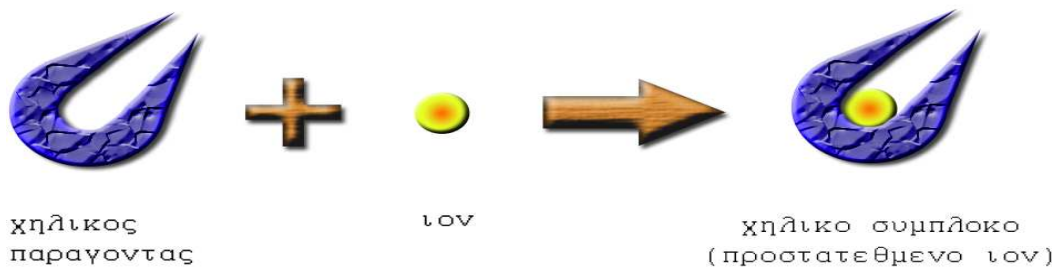
Τα χηλικά είναι σύμπλοκα οργανικά μόρια που χρησιμοποιούνται για να διατηρούν τα ιχνοστοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα και το έδαφος, σε μορφή που είναι διαθέσιμη για τα φυτά. Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και το pH είναι οι κυριότεροι παράγοντες ως προς την διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων. Ενώ η προσρόφηση από την άργιλο, η αντίδραση με άλλα ιόντα, η παρουσία διτανθρακικών, το υψηλό pH, και η υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία συμβάλουν στην ακινητοποίηση των

ιχνοστοιχείων στο έδαφος – υπόστρωμα. Η λέξη χηλικό προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη χηλή η οποία σημαίνει αρπάγη και αναφέρεται στη διαδικασία κυκλικής δέσμευσης από τον χηλικό παράγοντα ενός μεταλλικού ιόντος, με αποτέλεσμα την δημιουργία του χηλικού συμπλόκου. Η ιδιότητα του χηλικού συμπλόκου να εμποδίζει την αλληλεπίδραση του ιόντος με το εκάστοτε περιβάλλον κάνει την ένωση αυτή αδιάλυτη. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως η σταθερότητα του χηλικού συμπλόκου εξαρτάται από το είδος του, και το pH:

**EDTA μορφή για pH < 6,3**

**DTPA μορφή για pH < 7,5**

**EDDHA μορφή για pH < 4-9**



Εικόνα 2: Αναπαράσταση χηλικού συμπλόκου.

Η χρήση των χηλικών συμπλόκων ωφελεί καθώς προστατεύεται το ιχνοστοιχείο από την αδρανοποίηση, αυξάνεται η διαλυτότητα και η κινητικότητα του στοιχείου, είναι σίγουρο ότι το ιόν θα βρεθεί στην ριζόσφαιρα, η απελευθέρωση του ιόντος στην ριζόσφαιρα από το χηλικό παράγοντα είναι εύκολη, και εξασφαλίζεται η μέγιστη απορρόφηση του θρεπτικού στοιχείου από το φυτό.

Πλεονεκτήματα των χηλικών σε σχέση με τις απλές ανόργανες μορφές:

1. Μεγαλύτερη σταθερότητα στο έδαφος λόγω της προστασίας που προσφέρει ο χηλικός παράγοντας.
2. Μεγαλύτερη σταθερότητα στα διαλύματα ψεκασμού, αλλά και το νερό άρδευσης.
3. Ελαχιστοποίηση του κινδύνου φυτοτοξικότητας λόγω της μη καυστικότητας των διαλυμάτων.
4. Είναι συμβατά με τα περισσότερα αγροχημικά.
5. Είναι περισσότερο αποτελεσματικά καθώς :

- Η οργανική τους δομή τα καθιστά άμεσα απορροφήσιμα
- Είναι σταθερότερα στο έδαφος
- Είναι πιο αποτελεσματικά και σε μικρότερες δόσεις.

### 1.7. Το θρεπτικό διάλυμα.

Στα υδροπονικά συστήματα τα θρεπτικά διαλύματα διακρίνονται στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας και στο μητρικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας είναι αυτό που καταλήγει στην ριζόσφαιρα προμηθεύοντας τη με το αναγκαίο νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Το μητρικό διάλυμα είναι ένα διάλυμα που περιέχει τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία σε μεγάλη πυκνότητα (συνήθως 100 φορές πυκνότερα από το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας).

Στις υδροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται πάνω από ένα μητρικό διάλυμα, από τα οποία ειδικά μηχανήματα λίπανσης – άρδευσης λαμβάνουν μικρές ποσότητες οι οποίες αραιώνονται κατάλληλα με το νερό της άρδευσης για να δημιουργήσουν το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.



Εικόνα 3: Σύστημα αυτόματης άρδευσης – λίπανσης.

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας που χρησιμοποιείται στις υδροπονικές καλλιέργειες, προκύπτει από τη βασικά αναλογία των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων του φυτού και το ρυθμό απορρόφησης των διαφόρων στοιχείων από το ριζικό σύστημα. Με τον παραπάνω τρόπο προσδιορίζονται οι ποσότητες των ιόντων του κάθε στοιχείου στο διάλυμα οι οποίες διαφοροποιούνται ανάλογα με το



είδος του φυτού και τις ποσότητες ιόντων στο νερό άρδευσης. Οι ποσότητες των παραπάνω στοιχείων διαφοροποιούνται κατά την καλλιεργητική περίοδο ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος και το στάδιο του φυτού.



Εικόνα 4: Δοχεία μητρικών διαλυμάτων με αναδευτήρα.

### 1.8. Το NFT (Nutrient Film Technique)

Το NFT ή τεχνική λεπτής θρεπτικής στοιβάδας είναι μια υδροπονική μέθοδος κατά την οποία δεν χρησιμοποιούνται καμίας μορφής υποστρώματα. Τα φυτά καλλιεργούνται σε κανάλια στα οποία υπάρχει συνεχής ροή θρεπτικού διαλύματος. Αποτελεί ένα από τα πρώτα αν όχι το πρώτο κλειστό σύστημα υδροπονίας μιας και προσφέρει αυτή τη δυνατότητα.



Εικόνα 5: Πρότυπο σύστημα NFT.

Το NFT όπως και η αεροπονία απαιτεί αρκετό τεχνικό εξοπλισμό για να θεωρείτε ότι λειτουργεί σωστά. Μερικά από τα απαραίτητα στοιχεία είναι τα κανάλια ή υποδοχείς που προσφέρουν στήριξη σε μικρό όμως επίπεδο και τον χώρο κίνησης του θρεπτικού διαλύματος, την αντλία άρδευσης, αγωγούς απορροής, το μηχάνημα αυτόματης παρασκευής θρεπτικού διαλύματος, τις δεξαμενές τόσο για τις απορροές όσο και για τα μητρικά διαλύματα, τη συσκευή απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος για την αποφυγή εξάπλωσης κάποιας ασθένειας, αγωγούς τροφοδοσίας των υποδοχέων, τα εφεδρικά συστήματα κ.α. Σήμερα υπάρχει μια πληθώρα τεχνολογικών λύσεων για να κάνουν την υδροπονία λιγότερο χρονοβόρα και δύσκολη.

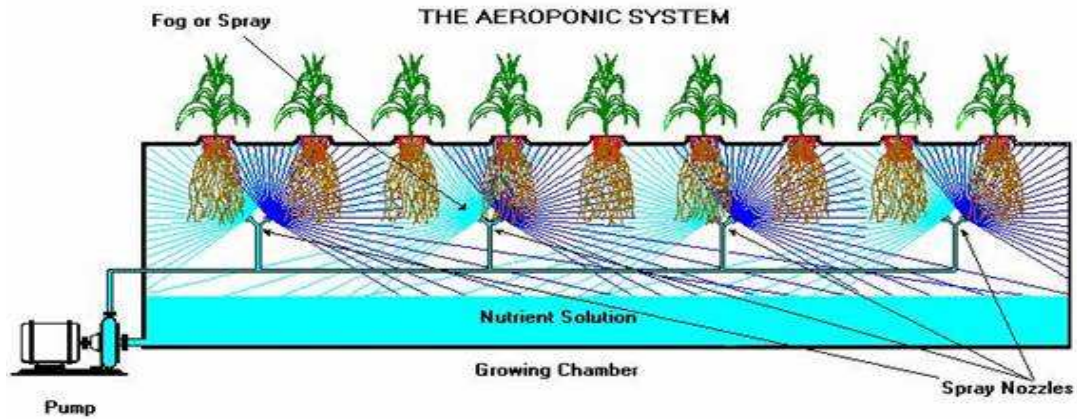
Όλοι οι υποδοχείς, οι αγωγοί μεταφοράς καθώς και άλλα μέρη είναι κατασκευασμένα από PVC και σπάνια από άλλο υλικό. Το πλάτος των υποδοχέων κυμαίνεται από 15 έως 30 εκατοστά, ανάλογα με την καλλιέργεια, ενώ το μήκος δεν ενδείκνυται να ξεπερνά τα 20 μέτρα.



Εικόνα 6: Υδροπονική καλλιέργεια με την τεχνική του NFT.

### **1.9. Αεροπονία**

Η αεροπονία είναι η εξέλιξη της υδροπονίας κατά την οποία δεν χρησιμοποιείται κανένα υπόστρωμα ούτε τρεχούμενο νερό. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται από ειδικούς ψεκαστήρες στην ριζόσφαιρα που βρίσκεται μέσα σε ειδικούς υποδοχείς.



Εικόνα 7: Απεικόνιση λειτουργίας αεροπονικής καλλιέργειας.

Οι υποδοχείς αυτοί προσφέρουν στήριξη και το κατάλληλο σκοτεινό περιβάλλον στη ρίζα που απορροφά νερό και θρεπτικά στοιχεία από το κορεσμένο σε αυτά περιβάλλον της, ενώ δεν αντιμετωπίζει προβλήματα αερισμού. Το λιγιστό σε σχέση με το NFT απορρέων θρεπτικό διάλυμα συλλέγεται και ανακυκλώνεται, μέσω σωληνώσεων που διοχετεύουν τις απορροές σε δεξαμενή όπου αναλύεται και συμπληρώνεται με θρεπτικά στοιχεία και νερό, προτού διοχετευθεί και πάλι στην καλλιέργεια.



Εικόνα 8: Αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού.

Η αεροπονία είναι μία μέθοδος οικονομικότερη των άλλων σε νερό και θρεπτικά στοιχεία, υπόκεινται όμως στα ίδια μειονεκτήματα που έχουν τα κλειστά



υδροπονικά συστήματα. Τέτοια προβλήματα είναι οι συχνές αναλύσεις και η ευαισθησία των καλλιεργειών σε περίπτωση βλάβης κάποιου μέρους του συστήματος.

Ένας ακόμη κίνδυνος είναι αυτός της εξάπλωσης κάποιας ασθένειας μέσω του συστήματος άρδευσης, έτσι κρίνεται αναγκαίο στα κλειστά συστήματα να εφαρμόζεται απολύμανση του θρεπτικού διαλύματος. Αυτό γίνεται συνήθως με εφαρμογή χλωρίου ή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η αεροπονία κρίνεται αποδοτική για καλλιέργειες που δεν απαιτούν περεταίρω στήριξη, μπορούν όμως να αναπτυχθούν σε αυτές μεγαλύτεροι αριθμοί φυτών ανά μονάδα εδάφους, όπως είναι εμφανές και στην παραπάνω εικόνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ

#### 2.1. Η ζέρμπερα και η καταγωγή της.

Το λατινικό της όνομα είναι *Gerbera Jamesonii* της οικογένειας *Asteraceae*, κατάγεται από την Ασία, Αφρική, και Μαδαγασκάρη και ονομάστηκε έτσι προς τιμή του Γερμανού φυσιολόγου Trug Gerber. Ανήκει στην κατηγορία των φυτών εσωτερικού χώρου και απαιτεί λίγες ώρες , έντονου όμως φωτισμού. Θερμοκρασία 20 – 24 °C είναι ιδανική για το φυτό, ενώ απαιτεί αρκετή εδαφική υγρασία και κανονική σχετική υγρασία. Χαρακτηρίζεται ως πολυετής πόα με πράσινα φύλλα σε ροζέτες. Το άνθος της είναι σύνθετο και μοιάζει με μαργαρίτα. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες με διαφορές στο χρώμα, το μέγεθος και το μήκος του άνθους. Μπορεί να πολλαπλασιαστεί με σπόρο ή διαίρεση και με μεριστωματικό πολλαπλασιασμό, με μεριστώματα ριζών, και με ιστοκαλλιέργεια. Σήμερα καλλιεργείται περισσότερο για παραγωγή δρεπτών ανθέων παρά σαν γλαστρικό φυτό.

Μέχρι το 2002 υπήρχαν περίπου 40 είδη ζέρμπερας. Τα περισσότερα προέρχονται από το είδος *Gerbera jamesonii* και *Gerbera hybrida*.

Η πρώτη δημόσια εμφάνιση της ζέρμπερας ως δρεπτό στην Αμερική έγινε το 1922 στην διεθνή έκθεση λουλουδιών στη Νέα Υόρκη, όπου ο van Bourgondien όταν την είδε αποφάσισε να κάνει το πρώτο βήμα για την εμπορική της καλλιέργεια. Μέχρι την δεκαετία του 1950 η εταιρεία του van Bourgondien στην περιοχή Babylon της Νέας Υόρκης παρήγαγε μεγάλες ποσότητες δρεπτής ζέρμπερας καλύπτοντας την αγορά όχι μόνο της Νέας Υόρκης αλλά και σχεδόν όλων των Ηνωμένων Πολιτειών, από τις ανατολικές μέχρι το δυτικό Σικάγο.

Μία σημαντική στιγμή στην ιστορία της ζέρμπερας είναι η δεκαετία του 1970, όπου με την χρήση της ιστοκαλλιέργειας αντιμετωπίστηκαν τα προβλήματα που προκαλούσε ο μύκητας *Phytophthora cryptogea*. Την ίδια δεκαετία στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Ντέιβις οι Harding, Byrne, και Nelson δημιούργησαν ποικιλίες για καλλιέργεια στον κήπο. Αργότερα οι Earl Fogg και Oli Nissen παρήγαγαν, στο Sunshine State Carnations Inc. στην Φλόριντα, ποικιλίες για παραγωγή δρέπων ανθέων. Παρόμοιες έρευνες γίνονταν και σε χώρες όπως η Ιαπωνία, η Ολλανδία, η Γαλλία, και η δυτική Γερμανία όπου η ζέρμπερα καλλιεργούνταν σε μεγαλύτερη

κλίμακα. Οι ποικιλίες των ευρωπαϊκών χωρών είχαν μικρότερα άνθη αλλά είχαν μεγαλύτερη παραγωγικότητα, και διατηρούνταν καλύτερα στο βάζο. Σήμερα υπάρχουν πολλές ποικιλίες για να καλύψουν σχεδόν όλες της απαιτήσεις του καταναλωτή, παρόλα αυτά η έρευνα συνεχίζεται για να βελτιωθεί η αντοχή σε ασθένειες.

## 2.2. Η ζέρμπερα και η καλλιέργεια της.

Η καλλιέργεια της ζέρμπερας για δρεπτά άνθη μπορεί να διαρκέσει μέχρι και επτά χρόνια, όμως η καλλιέργεια πέραν των τριών ετών αποδίδει άνθη με χαμηλότερη ποιότητα αλλά και σε μικρότερη ποσότητα. Η υδροπονική καλλιέργεια της αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα τόσο σε ποσότητα αλλά και σε ποιότητα σε σχέση με το συμβατικό τρόπο καλλιέργειας. Στα υδροπονικά συστήματα είναι ευκολότερη η διαχείριση των ασθενειών του εδάφους και η εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων. Για τους παραπάνω λόγους κατά τις δεκαετίες 1980 και 1990 πολλοί παραγωγοί στην Ευρώπη μετέτρεψαν τις καλλιέργειες τους από συμβατικές σε υδροπονικές.

Η ζέρμπερα είναι φυτό φωτοπεριοδικά ουδέτερο και θερμοφιλό. Σαν καλλιέργεια απαιτεί πολύ φωτισμό, καλό αερισμό, και αρκετή εδαφική υγρασία, με προσοχή όμως γιατί η υπερβολική υγρασία επιδρά έντονα αρνητικά σε αυτήν. Η επιθυμητή θερμοκρασία κυμαίνεται από 13 έως 23 °C και όχι κάτω από αυτή γιατί μειώνεται η ποιότητα των ανθέων.



Εικόνα 9: Καλλιέργεια ζέρμπερας σε γλάστρα.

Το κατάλληλο έδαφος για την καλλιέργεια είναι το ελαφρό πηλοαμμώδες, πλούσιο σε οργανική ουσία, με λίγο ασβέστιο, που να στραγγίζει εύκολα. Προτιμά pH εδάφους 5,5-6,5, ενώ πάνω από 7,5 αντιμετωπίζει προβλήματα τροφοπενίας σιδήρου.

Σήμερα οι ζέρμπερες διακρίνονται ανάλογα με τον αριθμό των σειρών των εξωτερικών γλωσσανθών σε μονές, ημίδιπλες και διπλές. Διακρίνονται ακόμα ανάλογα και με την διάμετρο των ανθικών κεφαλών τους σε μικροανθείς ή *germini* (4-5εκ.), μεσοανθείς ή *normal* (8-10 εκ.), και μεγαλοανθείς ή *giant* (12-15 εκ.)

Η πυκνότητα φύτευσης εξαρτάται από την περιοχή της εκμετάλλευσης, την φωτεινότητα του θερμοκηπίου και τον εξοπλισμό σε αυτό. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα δύο παρακάτω συστήματα με μικρές αλλαγές σε μερικές περιπτώσεις, έτσι ώστε να υπάρχει καλύτερη προσαρμογή στο χώρο.

#### A: Καλλιέργεια σε γλάστρα.

Σε ειδικά διαμορφωμένους σιδερένιους ή από άλλο υλικό πάγκους τοποθετούνται γλάστρες 4lt, ή άλλου μεγέθους ανάλογα με την ποικιλία, με κοκοφοίνικα και 10% ανθοκομικού περλίτη. Το υπόστρωμα ξεχειλίζει και το φυτό φυτεύεται στο κέντρο αφήνοντας τουλάχιστον 2 εκ. από το γλαστράκι εκτός υποστρώματος.

#### B: Καλλιέργεια σε σακί.

Χρησιμοποιείται σακί καλλιέργειας διαστάσεων 100X15X14 εκ. με κοκοφοίνικα (100% husks). Τα φυτά εγκαθίστανται σε κύβους διαστάσεων 10X10X6,5 εκ. οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στα σακιά (5 φυτά ανά σάκο ή 6000-6500 φυτά ανά στρέμμα). Η τοποθέτηση του υποστρώματος μπορεί να γίνει σε υπερυψωμένους πάγκους από πλαστικό κανάλι σκληρού PVC, είτε και στο έδαφος με ειδική διαμόρφωση και χρήση φελιζόλ για τη διαμόρφωση της κλίσης, για την απορροή του αποστραγγιζόμενου διαλύματος.

Εκτός από τα γενικότερα πλεονεκτήματα της υδροπονίας στην καλλιέργεια ζέρμπερας, αποφεύγουμε το βύθισμα της καρδιάς του φυτού στο χώμα, με αποτέλεσμα καλύτερα ποιοτικά λουλούδια και αυξημένη παραγωγή. Ταυτόχρονα λύνεται και το πρόβλημα των ασθενειών εδάφους. Έτσι επιτυγχάνεται εκμετάλλευση του συνόλου των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής τους ζωής.

### 2.3. Καλλιεργητικά προβλήματα ζέρμπερας

#### 2.3.1. Φυσιολογικές ανωμαλίες.

- Χλώρωση: Εμφανίζεται ένα κιτρίνισμα στα φύλλα που οφείλεται στην υπερβολική υγρασία και στο φτωχό αερισμό του ριζικού συστήματος. Είναι συχνότερη σε βαριά και δύσκολα στραγγιζόμενα εδάφη.
- Διπλό ανθικό στέλεχος: Δεν είναι σπάνιο να παρατηρούνται στελέχη σαν δύο κολλημένα σε όλο το μήκος τους, που τις περισσότερες φορές καταλήγει σε διπλό άνθος. Αυτό είναι αποτέλεσμα γενετικών ανωμαλιών.
- Κάμψη του λαιμού: Το πρόβλημα αυτό παρουσιάζεται στο βάζο όταν τα άνθη αδυνατούν να απορροφήσουν νερό. Παρατηρείται συνήθως σε άνθη που συγκομίζονται πρόωρα.



Εικόνα 10: Άνθος ζέρμπερας με ανωμαλία διπλού ανθικού στελέχους.

#### 2.3.2. Θρεπτικές ανωμαλίες.

Όλα τα φυτά έχουν ένα εύρος τιμών μέσα στο οποίο ένας παράγοντας χαρακτηρίζεται άριστος ή ικανοποιητικός. Οποιαδήποτε παρέκκλιση από το εύρος αυτό, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, μικρά ή μεγάλα, που μπορεί να έχουν την μορφή μεταχρωματισμών, μικροφυλλίας, ανωμαλιών κ.α. που εντέλει μειώνουν την εμπορεύσιμη παραγωγή. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά τα κύρια συμπτώματα των θρεπτικών ανωμαλιών της ζέρμπερας.

- Έλλειψη NO<sub>3</sub> : Μικροφυλλία, κιτρίνισμα των φύλλων.
- Περίσσεια NO<sub>3</sub> : Χαμηλή παραγωγή, πάρα πολλά φύλλα.
- Έλλειψη φωσφόρου: Χρώμα φύλλων βιολετί / πορφυρό.
- Περίσσεια φωσφόρου: Έλλειψη μικροστοιχείων λόγω ανταγωνισμού.
- Έλλειψη καλίου: Περιφερειακές ξηράνσεις παλιών φύλλων, κοντά στελέχη, κακής ποιότητας άνθη.
- Έλλειψη μαγνησίου: Κιτρίνισμα παλιών φύλλων (εξωτερικά) και νεκρωτικές κηλίδες στα νεαρά φύλλα.
- Έλλειψη σιδήρου: Μεσονεύριες χλωρώσεις στα φύλλα.
- Έλλειψη μαγγανίου: Κιτρίνισμα των νεύρων των παλιών φύλλων αλλά και εμφάνιση κίτρινων κηλίδων ανάμεσα στα νεύρα.
- Έλλειψη χαλκού: Μικροφυλλία και εμφάνιση φύλλων υπό μορφή κουταλιού.

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο σημείο το pH είναι ο βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, έτσι η έλλειψη κάποιου ιχνοστοιχείου όταν αυτό είναι παρόν στην ριζόσφαιρα έχει ως αιτία το pH.

### 2.3.3. Εχθροί και ασθένειες.

Πρακτικά όλοι οι εχθροί και οι ασθένειες αποτελούν απειλή για την καλλιέργεια της ζέρμπερας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου αφού η καλλιέργεια γίνεται σε συνθήκες θερμοκηπίου. Είναι όμως εντονότερες οι προσβολές το φθινόπωρο και την άνοιξη λόγω των ευνοϊκών συνθηκών περιβάλλοντος. Παρακάτω παρουσιάζονται οι σπουδαιότεροι εχθροί και ασθένειες της ζέρμπερας.

- Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*): Είναι πολύ σοβαρός αν όχι ο σοβαρότερος εχθρός της ζέρμπερας γιατί πολλαπλασιάζεται με μεγάλη ταχύτητα και εμφανίζεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, κάτι που δυσχεραίνει την καταπολέμηση του. Προκαλεί κιτρίνισμα και κηλίδωση στα φύλλα, ενώ τα μελιτώματα που κάνει είναι άριστο υπόστρωμα για πολλούς μύκητες.

- Τετράνυχος (*Tetranychus telarius*): Προκαλεί πολύ μικρά κιτρινόλευκα στίγματα, αποχρωματισμό και παραμόρφωση της πάνω επιφάνειας των φύλλων ενώ στην κάτω φαίνονται τα ακμαία και τα αυγά τους.
- Φυλλορύκτης (*Lyriomyza trifolli*): Είναι ένα χαρακτηριστικό έντομο γιατί κάνει λευκές στοές στα φύλλα, μειώνοντας έτσι την φωτοσυνθετική επιφάνεια του φυτού.
- Αφίδες (*Myzus persicae*): Είναι έντομο που πολλαπλασιάζεται πολύ γρήγορα, μυζώντας χυμούς από το φυτό αποδυναμώνοντας το.
- Θρίπας (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*): Είναι από τα πιο επιβλαβή έντομα καθώς προκαλεί νύγματα και λευκές ή μαύρες κηλίδες στα πέταλα των έγχρωμων ποικιλιών υποβαθμίζοντας άμεσα το προϊόν.

Οι πιο επικίνδυνες ασθένειες για την καλλιέργεια της ζέρμπερας είναι :

- Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*): Είναι η αγενής μορφή του ασκομύκητα *Botryotinia tuckeliana* και προσβάλλει κυρίως τα άνθη κατά την διάρκεια του χειμώνα όπου η σχετική υγρασία είναι μεγαλύτερη.
- Μύκητες εδάφους: Οι κυριότεροι μύκητες εδάφους για τη ζέρμπερα είναι η *Phytophthora cryptogea*, το *Fysarium oxysporum*, και το *Verticillium*. Προκαλούν τις γνωστές σηψηρριζίες της ζέρμπερας. Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα του φυτού προκαλώντας την σήψη του. Η πιο επικίνδυνη ακόμα και για τις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η φυτόφθορα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ NFT

#### 3.1. Εισαγωγή

Ένας βασικός παράγοντας για την καλή ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών, που συνεπάγεται και την καλή παραγωγή ανθέων, είναι το υπόστρωμα στο οποίο αναπτύσσονται αυτά. Ανέκαθεν ο στόχος του ανθοπαραγωγού ήταν μία καλή πρόσοδος. Η πρόσοδος αυτή μπορεί να επηρεαστεί άμεσα από τον τύπο του υποστρώματος.

Χρόνια έρευνας και πειραμάτων οδήγησαν τους ερευνητές αρχικά στην βελτίωση του ήδη υπάρχοντος εδάφους στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, κατόπιν στα τεχνικά υποστρώματα, και τέλος στην καλλιέργεια χωρίς αυτά που όπως αναφέραμε και πιο πάνω ονόμασαν υδροπονία.

Σήμερα για την καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών χρησιμοποιούνται:

1. Τα εδαφικά μείγματα που το μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι φυσικό χώμα και το υπόλοιπο οργανικές ή αδρανείς ουσίες, και
2. Τα τεχνικά υποστρώματα χωρίς χώμα ή που συμμετέχει και το χώμα αλλά σε μικρό ποσοστό

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις παραπάνω περιπτώσεις ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες.

1. Στα οργανικά υλικά

Τα κυριότερα οργανικά υλικά είναι:

- Τύρφη
- Κοπριά
- Κομπόστ
- Coir dust



- Καστανόχωμα
- 2. Στα ανόργανα ή αδρανή υλικά  
Τα κυριότερα αδρανή ή ανόργανα υλικά είναι:
  - Άμμος
  - Περλίτης
  - Βερμικουλίτης
  - Ελαφρόπετρα
  - Δολομίτης
  - Διογκωμένη άργιλος
  - Πετροβάμβακας ή ορυκτοβάμβακας

Έχουν κατά καιρούς διεξαχθεί πολλά πειράματα σε σχέση με τα παραπάνω υλικά και τις ιδιότητες τους. Στο Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Μακεδονίας – Θράκης καλλιεργήθηκε ζέρμπερα σε υδροπονικό σύστημα, χρησιμοποιώντας υποστρώματα όπως ο περλίτης, ο ζεόλιθος, η άμμος, και ο πετροβάμβακας, παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής σε σχέση με την συμβατική καλλιέργεια μέχρι και 40% (Μαλούπα κ.α., 1991). Αργότερα σε πείραμα που έγινε με μείγματα ελαφρόπετρας (Νισύρου), ξανθιάς τύρφης, περλίτη, και πετροβάμβακα βρέθηκε πως τα εν λόγω υποστρώματα δεν έχουν σημαντικές διαφορές στην παραγωγή ζέρμπερας και πως η ελαφρόπετρα Νισύρου μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί στην υδροπονία (Μανιός, Παπαδημητρίου και Κεφάκη, 1995).

Εκτός από τα υποστρώματα καλλιέργειας η επιστημονική κοινότητα ασχολήθηκε και με τα θρεπτικά διαλύματα, και βρέθηκε πως η υψηλότερη απόδοση όταν το θρεπτικό διάλυμα επαναχρησιμοποιούνταν ήταν όταν ο ρυθμός επανεισαγωγής των θρεπτικών (K + Ca + Mg) ήταν ο μεγαλύτερος που εφαρμόστηκε στο πείραμα. Όμως τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα ήταν χαμηλότερες σε σχέση με το σύστημα κατά το οποίο δεν επαναχρησιμοποιείτο το θρεπτικό διάλυμα. Μελετώντας περαιτέρω κατέληξαν πως αυτό οφειλόταν στην συνεχόμενη πτώση της περιεκτικότητας των αμμωνιακών στο διάλυμα κατά την επαναχρησιμοποίηση με αποτέλεσμα την αύξηση του pH στην ριζόσφαιρα το οποίο εμπόδιζε την απορρόφηση από το φυτό του μαγγανίου. Σε φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που έγινε βρέθηκε πως και η περιεκτικότητα των φύλλων σε φώσφορο και σίδηρο είχαν μειωθεί λόγω της αύξησης του pH. Έτσι πρότειναν την υψηλότερη αναλογία καλίου, ασβεστίου και μαγγανίου, καθώς και του ολικού αμμωνιακού αζώτου σε σχέση με τα ανοικτά συστήματα υδροπονίας έτσι ώστε να αποφευχθούν θρεπτικές διαταραχές στο διάλυμα. Η μεγάλη

ποσότητα ασβεστίου στο υπόστρωμα, όμως μπορεί να ανεβάσει το pH με αποτέλεσμα την τροφопενία σιδήρου. (Σάββας και Γκίζας. 2002).

Παρακάτω θα αναφερθούν αναλυτικά τα υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν πείραμα και οι κυριότερες ιδιότητες τους.

## **3.2 . Υλικά και μέθοδοι**

### **3.2.1. Υλικά**

Στο παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκαν πέραν του NFT, που λειτουργεί μόνο με νερό, και υποστρώματα όπως ο κοκκοφοίνικας, ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, και το κόμποστ. Τα υποστρώματα αυτά έχουν κάποιες μοναδικές ή όχι χημικές και φυσικές ιδιότητες οι οποίες παραθέτονται παρακάτω.

#### α. κοκκοφοίνικας

Ο κοκκοφοίνικας είναι ένα υλικό οργανικής προέλευσης με πολύ καλά χαρακτηριστικά σχετικά με την υδατοϊκανότητα, την αεροϊκανότητα κ.α.. Παράγεται μετά από επεξεργασία της καρύδας και τα βασικά συστατικά του είναι:

1. Το τρίμα του φλοιού cocopeat.
2. Οι λεπτές ίνες coco fibre.
3. Τα κομμάτια φλοιού coco husks.

Το κατάλληλο μίγμα των παραπάνω δημιουργεί το υλικό που είναι γνωστό ως coco soil. Ο κοκκοφοίνικας προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας. Έτσι είναι ένα υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες. Συγκρινόμενο με υποστρώματα όπως ο περλίτης, ο πετροβάμβακας, η ελαφρόπετρα και άλλα, ο κοκκοφοίνικας είναι οργανικό υλικό και χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα καλλιέργειας από το 1980.

Στο εμπόριο διατίθεται σε σάκους καλλιέργειας και σε τούβλα (Blocks) συμπιεσμένου υλικού που μετά από την αποσυμπίεση του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια σε γλάστρες, σε κανάλια και σε σάκους μετά από ανάμιξη με άλλο υλικό.



Εικόνα 11: Πρωτογενής επεξεργασία του κοκοφοίνικα.

Ο cocosoil είναι ένα υλικό με πολλά προτερήματα έναντι άλλων υποστρωμάτων καθώς η προέλευση του κάνει την προσφορά του στην αγορά γρήγορη και απρόσκοπτη. Η περιεκτικότητά του σε λιγνίνη είναι 45,5%, διατηρώντας έτσι τα φυσικά του χαρακτηριστικά για μεγάλο σχετικά χρονικό διάστημα. Η οργανική του φύση το κάνει ένα υλικό που προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στην εκαστοτε καλλιέργεια. Δεν περιέχει εδαφικές προσμίξεις και το pH του είναι 5,5. Παρόλα αυτά χρειάζεται προετοιμασία πριν τη φύτευση έτσι ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα θρέψης καθώς το  $\text{KNO}_3^-$  αντικαθίσταται από το  $\text{Ca}(\text{Na}_3)_2$ .

Σήμερα μπορεί κανείς να βρει στην αγορά εκτός του απλού Cocosoil τα εξής:

1. Ουδετεροποιημένο Cocosoil μετά από μεταχείριση με  $\text{CaNO}_3$ .
2. Ενσωματωμένο με  $\text{CaNO}_3$ .
3. Ξεπλυμένο Cocosoil.

Στην πρώτη περίπτωση το υπόστρωμα είναι έτοιμο για χρήση έχοντας χαμηλή E.C. και σταθερότητα σε σχέση με την αντικατάσταση των στοιχείων που αναφέραμε παραπάνω. Στην δεύτερη περίπτωση το υπόστρωμα χρειάζεται ξέπλυμα για δύο ώρες περίπου με διάλυμα  $\text{CaNO}_3$ , ενώ το ξεπλυμένο προϊόν έχει χαμηλή E.C., δεν είναι όμως σταθεροποιημένο αφού έχει ξεπλυθεί με σκέτο νερό.



Εικόνα 12: Το φυτό κοκοφοίνικας.

Πίνακας 2 : Φυσικές και χημικές ιδιότητες του Cocosoil.

ΓΕΝΙΚΑ					
Νωπό βάρος (πεπιεσμένης μπάλας)		250Kg/m <sup>3</sup>			
Νωπό βάρος		70-85 Kg/m <sup>3</sup>			
Πορώδες		96%			
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΝΕΡΟΥ/ΑΕΡΑ					
Υγρασιακή τάση	Αέρας %	Νερό %	Στερεά %		
-10cm	25-30	66-71	4		
-50cm	50	46	4		
-100cm	54	42	4		
ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ					
Λιγνίνη	45.5%	NO <sub>3</sub>	0.4	Fe	28.5
EC	< 0.5 Ms/cm	P	0.25	Mn	1.3
pH	5.4	K	2.0	Zn	0.9
		Mg	0.1	Cu	0.8
		Na	<2.0	B	10.0
		Cl	<2.0		

Στη χώρα μας χρησιμοποιείται ευρύτατα στην υδροπονική καλλιέργεια κυρίως ανθοκομικών φυτών όπως το τριαντάφυλλο, η ζέρμπερα, το γαρίφαλο, τα βολβοϊδοί κ.α.. όταν η ποιότητα του υλικού είναι σταθερή τότε η αγωγιμότητα του κυμαίνεται στο 0,5 mS/cm ή χαμηλότερα και το pH του από 5,5 έως 6.

(Να μπει στην εισαγωγή με λιγότερα λόγια)



Εικόνα 13: Cocosoil σε μορφή τούβλων (Blocks).

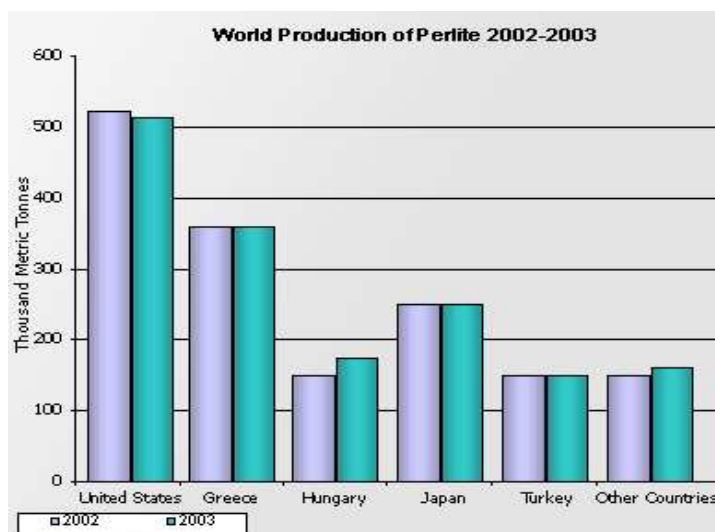
### β. περλίτης

Ο υδροπονικός περλίτης προέρχεται από την επεξεργασία του ορυκτού περλίτη που είναι ένα πυριτικό ορυκτό με υαλώδη μορφή. Το πέτρωμα αυτό είναι ηφαιστειακής προέλευσης και παράγεται και στην χώρα μας (στην Μήλο). Σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και το pH του είναι ουδέτερο. Χρησιμοποιείται σε μίγματα ή μόνος του σε κανάλια, γλάστρες κ.α.. Το πρωτογενές υλικό θερμαίνεται στους 1200<sup>0</sup>C και διογκώνεται. Στον ίδιο χρόνο που διογκώνεται από την θερμοκρασία, απορροφητήρες επιτυγχάνουν το διαχωρισμό του σε διάφορες κοκκομετρίες. Η κοκκομετρία του τελικού προϊόντος κυμαίνεται από 1mm έως 5mm, και το βάρος του είναι 40–150 kg/m<sup>3</sup>. Είναι ένα υλικό με πολύ καλές ιδιότητες. Η χημική του αδράνεια το κάνει ένα από τα καλύτερα υποστρώματα στην υδροπονία. Έχει πολύ καλό πορώδες και τα φυτά δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα έλλειψης αέρα. Όμως χρειάζεται συχνό πότισμα και προσοχή στη λίπανση.



Εικόνα 14: Ο περλίτης στην εμπορική του μορφή.

Κοιτάσματα περλίτη έχουν επισημανθεί στα νησιά Μήλο (απ' όπου και εξάγεται), Κω, Αντίπαρο, και Νίσυρο.



Διάγραμμα 4: Παγκόσμια παραγωγή περλίτη.

### γ. πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών (τομάτα, αγγούρι, μαρούλι κ.α.). ο πετροβάμβακας είναι αλούμινο- πυριτικό ορυκτό με ίχνη ασβεστίου και μαγνησίου. Η πρώτη ύλη για την παρασκευή του, είναι κυρίως ο βασάλτης αλλά παρασκευάζεται και από άλλα πετρώματα. Το εκάστοτε πέτρωμα

λιώνει στους 1500-1600<sup>0</sup>C και στη συνέχεια περνά από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο και παίρνει ινώδη μορφή. Λόγω της υψηλής θερμικής επεξεργασίας του είναι πλήρως αποστειρωμένο υλικό και συνεπώς απαλλαγμένο από φυτοπαθογόνους και μη οργανισμούς. Η πρόσθεση μιας φαινολικής ρητίνης λειτουργεί σαν σύνδεσμος μεταξύ των ιών. Έχει καλές φυσικές ιδιότητες, είναι χημικά αδρανές. Το κυριότερο πλεονέκτημα του είναι η ικανότητα που διαθέτει να συγκρατεί πολύ μεγάλες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος μιας και οι πόροι του καταλαμβάνουν περίπου το 96% του όγκου του. Αυτό έχει ως συνέπεια την κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσοτήτων νερού από οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα.

Πίνακας 3: Φυσικές και χημικές ιδιότητες του περλίτη και του πετροβάμβακα.

	Περλίτης	Πετροβάμβακας
Φυσικές ιδιότητες		
Ολικό πορώδες	95,6	95
Περιεκτικότητα πορώδους σε αέρα (V%)	74,5	20
Συγκράτηση νερού (%)	21,3-46,3	75
Εύκολα διαθέσιμο νερό (V%)	5,2	--
Μέγεθος κόκκου (mm)	1,49-4,75	--
Ολική πυκνότητα (gr/cm <sup>3</sup> )	0,121	--
Ρυθμιστική ικανότητα νερού (V%)	1,4	--
Πυκνότητα της συμπαγούς ύλης (Kg/m <sup>3</sup> )	2200-2400	--
Θερμική αγωγιμότητα (Kcal/hm <sup>0</sup> C)	0,034-0,048	--
Σημείο αλλαγής φάσης (°C)	871-1093	--
Σημείο τήξης (°C)	1260-1340	--
Ειδική θερμότητα (cal/g °C)	0,2	--
Χρώμα	Λευκό	Καφέ κίτρινο
Χημική ανάλυση		



Διοξείδιο του πυριτίου	71,6	47
Οξείδιο του αργιλίου	13,78	--
Οξείδιο του τιτανίου	0,13	1
Οξείδιο του σιδήρου	1,25	8
Οξείδιο του ασβεστίου	1,2	16
Οξείδιο του μαγνησίου	0,56	10
Οξείδιο του νατρίου	3,76	2
Οξείδιο του καλίου	3,12	1
Συνολικά θειικά	0,018	--
Οξείδιο του φωσφόρου	--	--
Απώλεια θερμότητας	0	--
Απροσδιόριστα	0	--
Οξείδιο του αλουμινίου	--	14
Οξείδιο του μαγγανίου	--	1
Χημικές ιδιότητες		
pH	6.5-7.5	5,8
Ιοντοανταλλακτική ικανότητα (meq/100gr)	0	0
Διαλυτά σε νερό (%)	0.08	--
Διαλυτά σε 1:3 θερμό HCl (%)	1.6	--
Οσμή	Άοσμο	Άοσμο

Στην αγορά διατίθεται σε διάφορες συσκευασίες και μορφές ανάλογα με τη χρησιμοποίηση του (κύβοι προβλάστησης, κύβοι ανάπτυξης, πλάκες ανάπτυξης, κοκκώδης μορφή). Εισάγεται από τη Δανία και τη Γαλλία.





Εικόνα 15: Οι εμπορικές μορφές του πετροβάμβακα.

#### δ. Το compost

Η λέξη κομπόστ προέρχεται από τη λατινική "COMPOSITUM" που σημαίνει επισυνάπτω, συνθέτω, συσσωρεύω, και η κοπριά ως γνωστόν αποτελεί ένα σύνολο από διάφορες οργανικές ουσίες βιολογικά ενωμένες σε μια αρμονική ισορροπία, όπως λέει και ο αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος Ηράκλειτος.

Σαν εφευρέτης του ζωντανού αυτού μηχανήματος που λέγεται "ΚΟΜΠΙΟΣΤ" θεωρείται ο Άγγλος ALBERT HOWARD, ο οποίος έζησε στις αρχές του περασμένου αιώνα στις Ινδίες όπου ασχολήθηκε με τη συστηματική και ελεγχόμενη χουμοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων.



Εικόνα 16: Κομπόστ από κλαδοκάθαρα και φύλλα ελιάς.

Σήμερα με τον όρο κομπόστ αποδίδουμε το τελικό προϊόν της αερόβιας βιολογικής αποδόμησης διαφόρων οργανικών υπολειμμάτων φυτικής και ζωικής προέλευσης.

Όταν η διαδικασία κομποστοποίησης έχει γίνει με τον σωστό τρόπο τότε το τελικό προϊόν αποτελεί μία από τις καλλίτερες αν όχι την καλλίτερη λύση για την βελτίωση φτωχών και ταλαιπωρημένων εδαφών. Κατά την πραγματοποίηση της κομποστοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ρίζες από διάφορα λαχανικά, αγριόχορτα και άλλα πολυετή λουλούδια του κήπου. Χλωρά χόρτα όπως χλοοτάπητα, κλαδιά και φλούδες διάφορων δενδροειδών και θάμνων, φύλλα, πριονίδια, καρποί,

οργανικά υπολείμματα οικιακής προέλευσης, απεκκρίματα ζώων, υπολείμματα καλλιεργειών κ.α..

Το κομπόστ που χρησιμοποιήσαμε προερχόταν από φύλλα ελιάς και κλαδοκάθαρα καλλωπιστικών φυτών από τον δήμο Ηρακλείου Κρήτης, σε δύο αναλογίες (25 και 50%) με ανάμειξη 25% περλίτη και το υπόλοιπο cocosoil.

Με βάση τα παραπάνω υλικά έγιναν και τα εξής μείγματα, τα οποία αποτέλεσαν και το υπόστρωμα εγκατάστασης των φυτών, δηλαδή τις επεμβάσεις του πειράματος.

### 3.2.2. Επεμβάσεις.

1. N.F.T. (με κύβο Rockwool)
2. N.F.T. (χωρίς κύβο Rockwool)
3. Rockwool (αυτούσιο)
4. Coir Dust (αυτούσιο)
5. Compost 25%, Coir Dust 50%, περλίτης 25%
6. Compost 50%, Coir Dust 25%, περλίτης 25%

### 3.2.3. Λοιπά υλικά.

#### Λοιπά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα:

1. Πλαστικός σωλήνας Φ16
2. 72 Σταλάκτες με παροχή 2lt/hr
3. Σωλήνας Φ6
4. Σωλήνας Φ25
5. Αντλία STAR 35 PF
6. Υποβρύχια αντλία με τα εξής χαρακτηριστικά: 10lt/min, 1,5 m/Ws, 230v/50Hz.
7. Φίλτρο σίτας
8. Υλικά συνδεσμολογίας
9. Πλαστικό δοχείο 500lt
10. Πλαστικό δοχείο 100lt
11. Οκτώ σάκοι διαστάσεων 100χ
12. Τέσσερεις μεταλλικοί πάγκοι διαστάσεων 4X0,35X1m
13. Πλαστικό φύλλο άσπρο/μαύρο
14. Διάφανο πλαστικό φύλλο
15. Συσκευή ανάλυσης pH (Crison micro pH 2001)

16. Συσκευή ανάλυσης EC (Hanna HI8820N)
17. Αγωγός αποχέτευσης Φ100 τύπου PVC
18. Τρείς γωνίες 90° αποχέτευσης Φ100 τύπου PVC
19. Ένα ταφ αποχέτευσης Φ100 τύπου PVC
20. Χρονοδιακόπτης τύπου LEGRAND BP 30076

Κατά την προετοιμασία του πειράματος ισοπεδώθηκε εκ νέου το έδαφος διαμορφώνοντας την κατάλληλη κλίση σε αυτό για το πείραμα. Κατόπιν επενδύθηκε το έδαφος με λευκή πλαστικού τύπου λινάτσα για λόγους υγιεινής και ευκολίας διεκπεραίωσης των καλλιεργητικών εργασιών.

Αφού διεκπεραιώθηκαν οι παραπάνω εργασίες, τοποθετήθηκαν οι μεταλλικοί πάγκοι και διαμορφώθηκε η κλίση που χρειαζόταν ο κάθε ένας από αυτούς ανάλογα με την εκάστοτε επέμβαση. Επενδύθηκαν με πλαστικό φύλλο διάφανου χρωματισμού για προστασία αυτών από το φαινόμενο της οξείδωσης λόγω του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος. Στο NFT πέραν της κάλυψης με διαφανές πλαστικό φύλλο έγινε και περαιτέρω κάλυψη με πλαστικό διπλής όψης λευκό / μαύρο, με την χρήση του οποίου διαμορφώθηκε σε σχήμα V για καλλίτερη ροή του θρεπτικού διαλύματος. Από το ίδιο πλαστικό φύλλο κατασκευάστηκε το κάλυμμα του NFT, (η λευκή πλευρά προς τα έξω), έτσι ώστε να εξασφαλισθεί το απαραίτητο σκοτάδι για τη ριζόσφαιρα των φυτών .



Εικόνα 17: Το σύστημα των απορροών και μέρος του αρδευτικού δικτύου.

Στο δοχείο των 100lt τοποθετήθηκε μία υποβρύχια αντλία η οποία τροφοδοτούσε το NFT ελεγχόμενη από τον χρονοδιακόπτη που αναφέρεται παραπάνω. Από το ίδιο δοχείο τροφοδοτούνταν και οι επεμβάσεις των υποστρωμάτων μέσω μίας αντλίας STAR 35 PF.

Στο χώρο δεν υπήρχε δίκτυο θέρμανσης, κάτι όμως που δεν επηρέασε το πείραμα λόγω της εποχής. Ο χώρος του πειράματος ήταν εξοπλισμένος με σύστημα υδρονέφωσης και κουρτίνες σκίασης.

### 3.2.4. Αρδευση -λίπανση

Κατά την κατασκευή του αρδευτικού δικτύου χρησιμοποιήθηκε αγωγός διατομής Φ16 και τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας αυτού ήταν τύπου φιν. Σχετικά με το NFT η τροφοδοσία έγινε με έναν αγωγό ο οποίος στο τέλος του με την χρήση ταφ διαμορφώθηκε σε διπλή έξοδο για καλλίτερη διανομή του θρεπτικού διαλύματος. Στις επεμβάσεις των υποστρωμάτων τοποθετήθηκαν σταλάκτες παροχής 2lt/h, ένας για κάθε φυτό. Οι σταλάκτες ήταν τύπου on line και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος στο φυτό έγινε με αγωγό Φ6.

Πίνακας 4: Το pH και η EC του θρεπτικού διαλύματος σε διάφορες περιόδους του πειράματος.

Ημερομηνία	Δοχείο 500lt		Δοχείο 100lt		NFT	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC
5-6-08	5,4	1,45	5,9	2,0	7,25	2,3
25-6-08	5,3	1,50	5,8	2,1	7,3	2,4
19-7-08	5,42	1,74	6,33	2,9	6,33	2,55
11-8-08	4,5	1,8	5,2	2,8	5,2	2,5
20-8-08	5,3	2,0	5,7	2,8	5,7	2,6
5-9-08	6,0	2,0	6,6	2,7	6,5	2,7

Το θρεπτικό διάλυμα παρασκευαζόταν σε δεξαμενή χωρητικότητας 500lt, από την οποία με φυσική ροή συμπληρώνονταν η δεξαμενή των 100lt. Στην δεξαμενή των 100lt το νέο θρεπτικό διάλυμα αναμιγνυόταν με το διάλυμα των απορροών το οποίο

διοχετευόταν στην δεξαμενή. Το δίκτυο των απορροών κατασκευάστηκε από αγωγούς διατομής Φ100.

Κατά την προετοιμασία του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιήθηκαν τα λιπάσματα και οι αναλογίες αυτών, όπως φαίνεται αναλυτικά και στον παρακάτω πίνακα. Αυτό που είναι σημαντικό να αναφέρουμε είναι η χρήση μίγματος ιχνοστοιχείων και όχι μεμονωμένων ιχνοστοιχείων, κάτι που ενδείκνυται στην υδροπονία.

Οι μετρήσεις που είχαν σχέση με το pH και την E.C. γίνονταν όταν αυτό κρινόταν αναγκαίο στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου ανθοκομίας.

Πίνακας 6 : Συνταγή θρεπτικού διαλύματος για 1000 λίτρα νερού.

Λίπασμα	Χημικός τύπος	Ποσότητα σε gr.	Θρεπτικά στοιχεία %
Νιτρικό ασβέστιο	$(Ca(NO_3)_2)$	320	N=15, Ca=19
Νιτρικό κάλι	$KNO_3$	400	N=13, K=38
Νιτρική αμμωνία	$NH_4NO_3$	200	N=35
Θειικό μαγνήσιο	$MgSO_4$	120	Mg=9,7, S=13
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDTHA	30	Fe=6
Βόρακας	$Na_3Bo_4$	5	B=11
Μείγμα ιχνοστοιχείων	(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo)	10	
Φωσφορικό οξύ	$H_3PO_4$	150ml	P=32

Η άρδευση του NFT γινόταν μέχρι και τις τριάντα Ιουλίου, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, σε διαστήματα του ενός τετάρτου της ώρας και με κενό χρόνο της ίδιας διάρκειας. Αυτός ο τρόπος άρδευσης ήταν δυνατός με την χρήση χρονοδιακόπτη. Την 1<sup>η</sup> Αυγούστου το σύστημα άρδευσης του NFT λειτουργούσε σε 24ωρη βάση χωρίς κενά διαστήματα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι είχαν τοποθετηθεί εμπόδια στην ροή του θρεπτικού διαλύματος στο NFT για καλλίτερη οξυγόνωση του διαλύματος, ενώ όταν η διαδικασία άρδευσης έγινε συνεχής τα εμπόδια αφαιρέθηκαν λόγω του ριζικού συστήματος των φυτών που κρίθηκε ότι είναι ικανό να διαμορφώσει στο θρεπτικό διάλυμα την διαδρομή και ταχύτητα που χρειάζεται.

Η άρδευση των επεμβάσεων με τα υποστρώματα γινόταν από δύο με τρεις φορές την ημέρα για δύο με τρία λεπτά, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τις ανάγκες των φυτών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων pH και E.C. του θρεπτικού διαλύματος, που έγιναν κατά την διάρκεια του πειράματος.

### 3.2.5. Υποδοχείς υποστρωμάτων και φύτευση

Όσο αφορά των πετροβάμβακα και το 100% coir dust (Cocosoil) οι σάκοι καλλιέργειας προμηθεύτηκαν έτοιμοι από το εμπόριο, καθώς ήταν ευκολότερο και με μικρότερο κόστος σε σχέση με την κατασκευή τους από εμάς, λόγω της ευρείας χρήσης τους στη γεωργική πρακτική. Σχετικά με τα μίγματα του κομπόστ τηρήθηκαν οι αναλογίες 25-50-25 και 50-25-25 για κόμποστ, coir dust, και περλίτη αντίστοιχα. Αφού προετοιμάστηκαν τα μίγματα, και μετά την διαβροχή τους έτσι ώστε να έρθουν στο ρόγο τους, γεμίστηκαν οι σάκοι (τέσσερεις για κάθε μίγμα), και τοποθετήθηκαν στην τελική τους θέση.



Εικόνα 18: Ζέρμπες σε κύβο πετροβάμβακα, στον πάγκο τριχοειδούς απορρόφησης (Ebb and Flow system).

Τα φυτά, τα οποία ήταν εγκατεστημένα σε κύβους πετροβάμβακα 6.5x6.5 cm, τοποθετήθηκαν αρχικά σε τραπέζι με σύστημα άρδευσης τριχοειδούς απορρόφησης για περίπου μία εβδομάδα. Κατόπιν τοποθετήθηκαν στην τελική τους θέση. Είναι



σημαντικό να πούμε πως τα μισά φυτά από την κάθε επέμβαση του κομπόστ τοποθετήθηκαν στους σάκους καλλιέργειας με καθυστέρηση μιας εβδομάδας

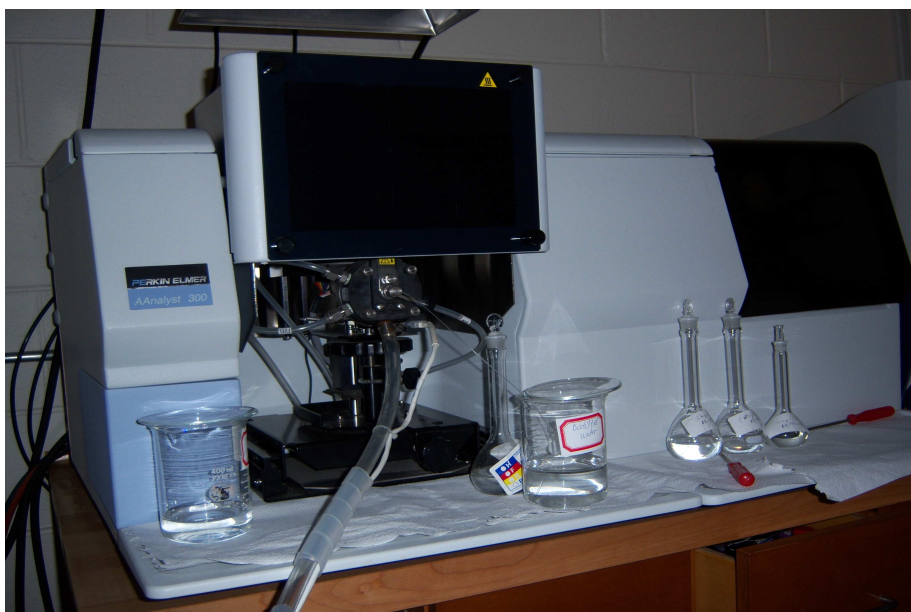
Κατά την περίοδο λήψης των αποτελεσμάτων λήφθηκαν παρατηρήσεις σχετικά με τον αριθμό των ανθέων ανά φυτό, με το βάρος των ανθέων, το μήκος, την διάμετρο της βάσης του ανθικού στελέχους και του άνθους καθώς και έγινε ανάλυση των κυριότερων ιχνοστοιχείων στα φύλλα των φυτών με την μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής με τη βοήθεια συσκευής ατομικής απορρόφησης Perkin –Elmer.. Στα δεδομένα αυτά έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας και έλεγχος της σημαντικότητας των διαφορών των μέσων όρων με την δοκιμή Dankan.

### 3.2.6. Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

Κατά την δειγματοληψία πάρθηκαν τρία δείγματα από κάθε επέμβαση έτσι ώστε να έχουμε περισσότερο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Τα δείγματα τυλίχθηκαν σε χαρτί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι απρόσκοπτη η κίνηση του αέρα στο δείγμα. Κατόπιν ακλούθησε η ξήρανση των δειγμάτων σε πυριαντήριο με μηχανικό αερισμό, σε θερμοκρασία 75 °C για 48 ώρες.

Για την ομογενοποίηση των δειγμάτων έγινε άλεσμα αυτών σε μύλο από αχάτι, και καύση σε πυριαντήριο για 24 ώρες, για την πλήρη απομάκρυνση της υγρασίας. Η καταστροφή της οργανικής ουσίας έγινε με την μέθοδο της υγρής καύσης, η οποία γίνεται με την χρήση μείγματος ισχυρών οξέων.

Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση έγινε με τη βοήθεια συσκευής ατομικής απορρόφησης Perkin –Elmer.



Εικόνα 19: Συσκευή ατομικής απορρόφησης Perkin – Elmer.

### 3.3. Αποτελέσματα- συζήτηση

Στον πίνακα 7 φαίνονται τα αποτελέσματα του πειράματος μετά την στατιστική ανάλυση και τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών με την δοκιμή Duncan.

Πίνακας 7 : Επίδραση του υποστρώματος στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής σε υδροπονική καλλιέργεια ζέρμπερας.(Ιούλιος-Αύγουστος 2008)

Επεμβάσεις	Παραγωγή	Βάρος	Μήκος	Διάμετρος Βάσης	Διάμετρος Κεφαλής
NFT (φυτά σε κύβο rockwool)	4.205a	21.893a	49.3875a	7.400a	8.9025a
NFT (φυτά χωρίς κύβο rockwool)	4.123a	23.070ab	50.6650ab	7.550a	8.7325a
Rockwool	4.643ab	29.023b	54.2375abc	8.725b	9.4375ab
Coir Dust	5.258b	35.590c	58.9750c	9.025b	9.8725b
Compost φ.ελιάς & κλαδιών 25%	4.925ab	29.158b	57.0475c	8.475b	9.4375ab
Compost φ.ελιάς & κλαδιών 50%	4.950ab	29.018b	55.0675bc	8.675b	9.3100ab

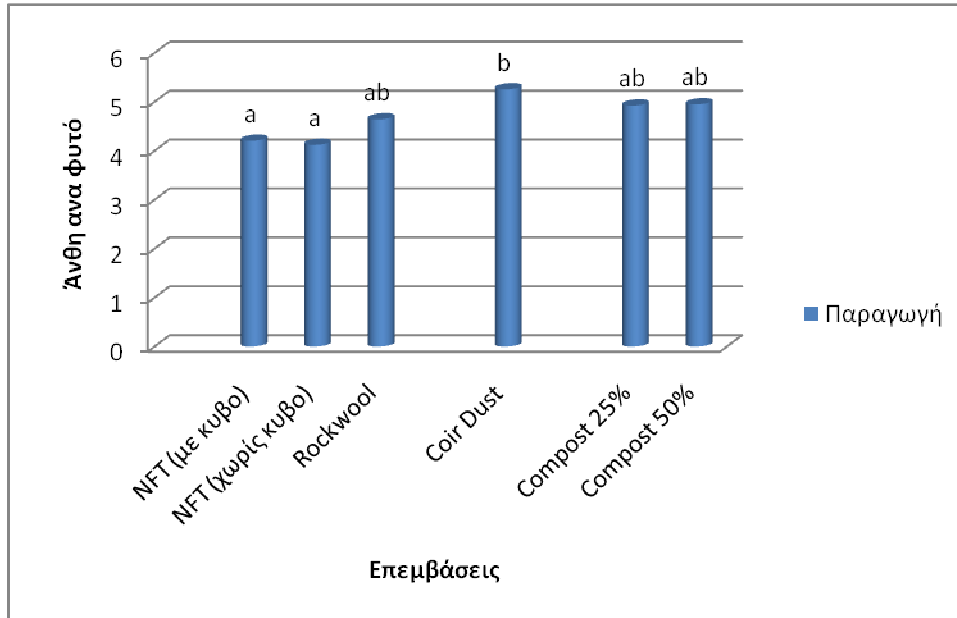
\*Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan στο επίπεδο 0,5.

Πίνακας 8. Επίδραση του υποστρώματος στα επίπεδα των κυριότερων ιχνοστοιχείων στα φύλλα των φυτών σε υδροπονική καλλιέργεια ζέρμπερας.(Ιούλιος-Αύγουστος 2008)

Επεμβάσεις	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
NFT (φυτά σε κύβο rockwool)	102,67 a	109,33 c	113,67 b	7,00 a	13,0 a
NFT (φυτά χωρίς κύβο rockwool)	104,00 a	106,33 c	166,67 c	14,33 a	12,67 a
Rockwool	88,33 a	20,67 b	33,00 a	18,00 a	15,33 a
Coir Dust	116,67 a	14,00 b	28,67 a	3,00 a	7,33 a
Compost φ.ελιάς	85,00 a	5,00 c	35,33 a	17,33 a	8,00 a

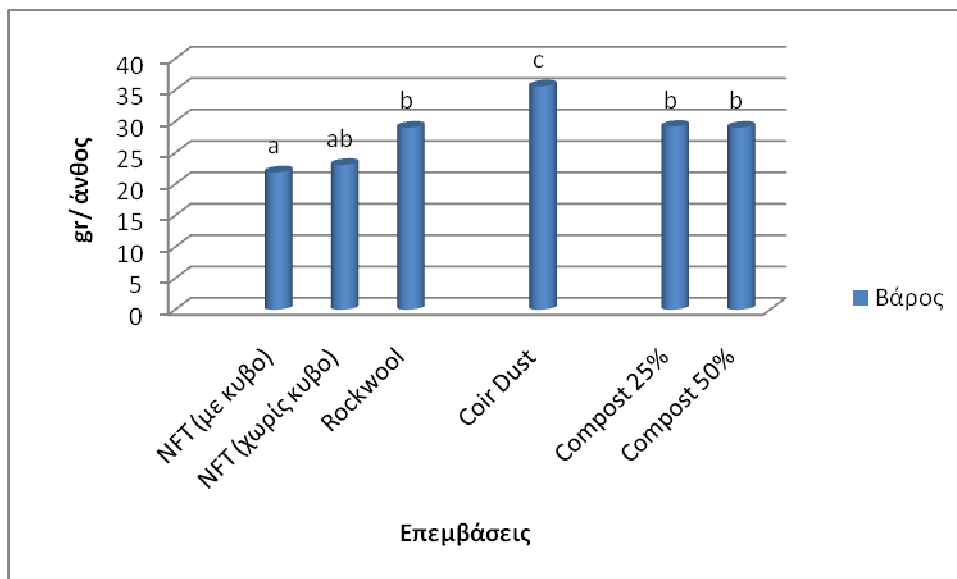


& κλαδιών 25%					
Compost φ.ελιάς & κλαδιών 50%	74,33 a	7,33 c	28,33 a	4,33 a	13,33 a
Κανονικές τιμές	90-200	50-150	30-100	20-50	10-20



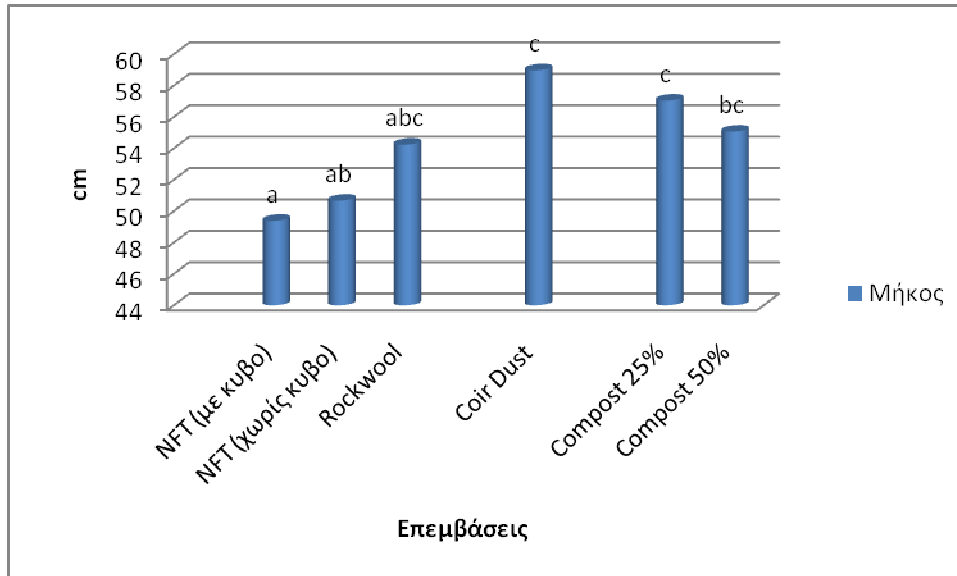
Διάγραμμα 5: Επίδραση του υποστρώματος στην παραγωγή υδροπονικά καλλιεργούμενης ζερμπερας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 και το διάγραμμα 5 τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα Coir Dust (κοκκοφοίνικας) αν και αριθμητικά έδωσαν την μεγαλύτερη παραγωγή ανθέων, στατιστικά σημαντική διαφορά είχαν μόνο από τα καλλιεργούμενα στο NFT. Γενικά τα φυτά στα οργανικά και αδρανή υποστρώματα δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους



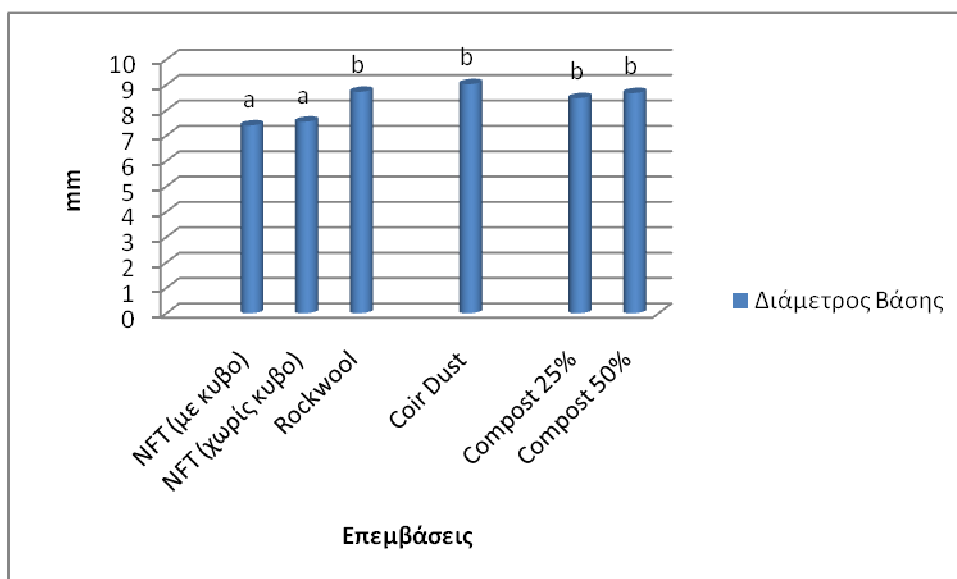
Διάγραμμα 6: Επίδραση του υποστρώματος στο βάρος της παραγωγής υδροπονικά καλλιεργούμενης ζερμπερας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 και το γράφημα 6 το βάρος των ανθικών στελεχών στο Coir Dust είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο από τις υπόλοιπες επεμβάσεις, ενώ δεν εμφανίζουν στατιστική διαφορά οι υπόλοιπες επεμβάσεις μεταξύ τους πλην του NFT με κύβο που εμφανίζει στατιστική διαφορά ως η επέμβαση με το μικρότερο βάρος ανθέων σε σχέση με τα στερεά υποστρώματα



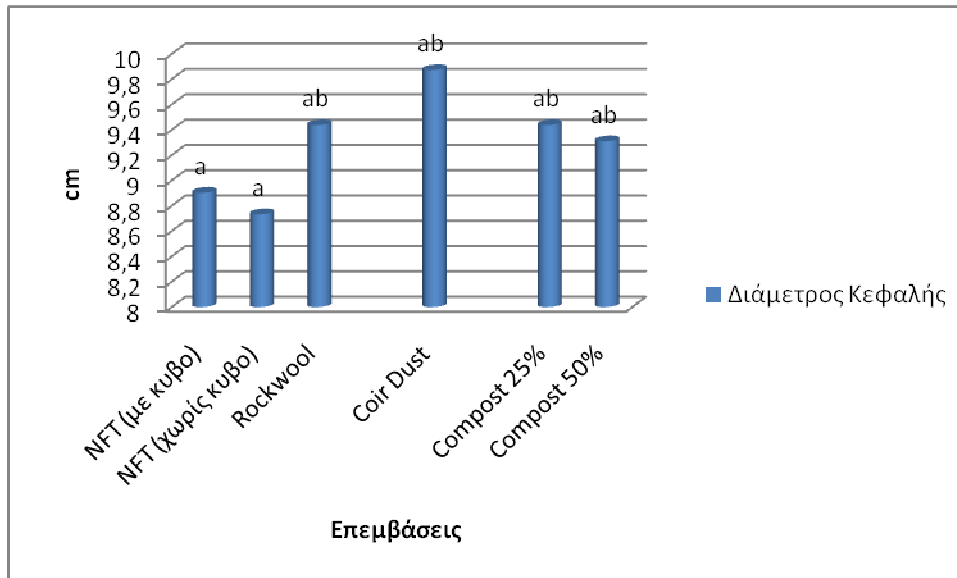
Διάγραμμα 7: Επίδραση του υποστρώματος στο μήκος των ανθέων υδροπονικά καλλιεργούμενης ζέρμπερας.

Επίσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 και το διάγραμμα 7 μεγαλύτερου μήκους άνθη έδωσε το Coir Dust, χωρίς όμως να εμφανίσει στατιστική διαφορά από το μείγμα με περιεκτικότητα σε Compost 25%, το μείγμα με Compost 50%, και το Rockwool. Το NFT χωρίς κύβο ακολουθεί χωρίς σημαντική στατιστική διαφορά από το Rockwool και από το NFT με κύβο το οποίο και είναι αυτό με το μήκος ανθέων..



Διάγραμμα 8: Επίδραση του υποστρώματος στην διάμετρο της βάσης, των ανθέων, υδροπονικά καλλιεργούμενης ζέρμπερας.

Σχετικά με τη διάμετρο της βάσης του ανθικού στελέχους (πίνακας 7, γράφημα 8) και τα τέσσερα υποστρώματα υπερτέρησαν των επεμβάσεων στο NFT χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους



Διάγραμμα 9: Επίδραση του υποστρώματος στην διάμετρο της κεφαλής των ανθέων υδροπονικά καλλιεργούμενης ζέρμπερας.

Επίσης από τον πίνακα 7 και το διάγραμμα 9 παρατηρούμε ότι και στην περίπτωση της διαμέτρου της ανθοκεφαλής το Coir Dust είναι αυτό που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα παρουσιάζοντας όμως στατιστική διαφορά μόνο από το NFT.

Όσον αφορά την συγκέντρωση των κυριότερων ιχνοστοιχείων στα φύλλα της ζέρμπερας όπως εμφανίζονται στον πίνακα 8, ο σίδηρος είναι μέσα στα όρια των κανονικών τιμών σε όλα τα υποστρώματα, στο μαγγάνιο και τον ψευδάργυρο παρουσιάζεται έλλειψη και στα τέσσερα στερεά υποστρώματα με μεγαλύτερη σε αυτά των δύο κόμποστ όσον αφορά το πρώτο, ενώ στο χαλκό και στο νικέλιο παρουσιάζεται ελαφρά έλλειψη σε όλα τα υποστρώματα. Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι τα οργανικά υποστρώματα δεσμεύουν μέρος των συγκεκριμένων στοιχείων και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος της καλλιέργειας

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του πειράματος παρατηρούμε ότι σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις το Coir Dust ή κοκκοφοίνικας, όπως συνηθίζεται να λέγεται στην ελληνική αγορά δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Ιδιαίτερα στις μετρήσεις που αφορούν το βάρος των ανθέων όπου η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με όλες τις άλλες επεμβάσεις και ακολουθούν τα υποστρώματα των μειγμάτων του compost φύλλων ελιά και κλαδοκάθαρων του Δήμου του Ηρακλείου. Τέλος οι επεμβάσεις του NFT έδωσαν λίγο χειρότερα αποτελέσματα από όλα τα άλλα ιδιαίτερα στα ποιοτικά στοιχεία της παραγωγής, πλην της διαμέτρου της ανθοκεφαλής όπου δεν υπήρξαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

Πρέπει όμως να αναφέρουμε πως αν και τα παραπάνω αποτελέσματα είναι μια καλή πηγή πληροφοριών έχουν σχετική μόνο αξία, καθώς παράγοντες όπως η λίπανση, που στηρίχθηκε σε πειραματικά δεδομένα της καλλιέργειας ζέρμπερας στον κοκκοφοίνικα, τεχνικές ελλείψεις στον εξοπλισμό του υδροπονικού συστήματος υδροπονίας, διαφοροποίηση στην ροή του θρεπτικού διαλύματος στο NFT

(διακοπτόμενη ή συνεχής ροή, σαμαράκια για την μείωση της ταχύτητας ροής κ.λ.π.), η μικρή ταχύτητα διορθωτικών, παρεμβάσεων στα θρεπτικά στοιχεία, την EC και το pH του θρεπτικού διαλύματος, αλλά και το γεγονός ότι τα αποτελέσματα αφορούν ένα πολύ περιορισμένο χρόνο αξιολόγησης των επεμβάσεων (Ιούλιο-Σεπτέμβριο 2008) μπορεί να επηρέασαν τα αποτελέσματα και επομένως την αξιοπιστία του πειράματος.

Συμπερασματικά και για μόνο το πρώτο τρίμηνο καλλιέργειας μπορούμε να πούμε ότι ο κοκκοφοίνικας φάνηκε να υπερτερεί ελαφρά από τα άλλα υποστρώματα και ίσως δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι προτιμάται από πολλούς ανθοπαραγωγούς ως ένα πολύ καλό υπόστρωμα εκτός εδάφους καλλιέργειας δρεπτών ανθέων.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Πίνακας 1: Αποτελέσματα μετρήσεων μήκους ανθέων.

Επεμβάσεις	Επαναλήψεις	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
NFT (με κύβο)	I	58.5	45.5	55,13
	II	51.98	22	57,33
	III	41.72	56	48
	IV	51.42	51.8	53,3
Συνολική μέση τιμή		50.90	43.82	53,44
NFT (χωρίς κύβο)	I	54.5	57.83	53,69
	II	37.83	53	62
	III	50.74	42	55
	IV	47.35	38.33	55,64
Συνολική μέση τιμή		47.60	47.79	56,5825
Πετροβάμβακας	I	55.2	51.2	45,17
	II	56.07	53	55,5
	III	62.21	49.7	55,75
	IV	61.5	52.14	53,46
Συνολική μέση τιμή		58.74	51.51	51,51
Coir dust	I	60	60.62	56,65
	II	62.85	54.83	58,13
	III	65.78	58.37	60,17
	IV	60.5	56.36	53,5
Συνολική μέση τιμή		62.28	57.54	57,1125
Compost 25% Coir dust 50% Περλίτης 25%	I	54,01	56,6	52,13
	II	56,98	50,56	54,08
	III	60,78	62,42	57,05
	IV	68	55,8	56,21
Συνολική μέση τιμή		61,68	55,11	54,8675
Compost 50% Coir dust 25% Περλίτης 25%	I	49,75	49,75	52
	II	55,1	50	54,4
	III	64,5	55,25	54,17
	IV	68,14	53,16	55,18
Συνολική μέση τιμή		59,37	52,04	53,9375

Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρήσεων διαμέτρου βάσης ανθέων.

Επεμβάσεις	Επαναλήψεις	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
NFT (με κύβο)	I	0,73	0,8	0,65
	II	0,88	0,6	0,73
	III	0,78	0,8	0,7
	IV	0,85	0,74	0,68
Συνολική μέση τιμή		0,81	0,73	0,69
NFT (χωρίς κύβο)	I	0,86	0,83	0,76
	II	0,81	0,7	0,7
	III	0,74	0,8	0,8
	IV	0,63	0,73	0,74
Συνολική μέση τιμή		0,76	0,76	0,75
Πετροβάμβακας	I	0,91	0,86	0,78
	II	0,93	0,92	0,85
	III	0,95	0,9	0,83
	IV	0,87	0,87	0,83
Συνολική μέση τιμή		0,91	0,89	0,8225
Coir dust	I	0,82	0,9	0,84
	II	0,94	0,92	0,95
	III	0,88	0,9	0,97
	IV	0,92	0,93	0,87
Συνολική μέση τιμή		0,89	0,91	0,9075
Compost 25% Coir dust 50% Περλίτης 25%	I	0,91	0,78	0,79
	II	0,88	0,85	0,83
	III	0,87	0,95	0,78
	IV	0,76	0,92	0,83
Συνολική μέση τιμή		0,88	0,89	0,8075
Compost 50% Coir dust 25% Περλίτης 25%	I	0,7	0,78	0,77
	II	0,85	0,88	0,8
	III	0,98	0,94	0,95
	IV	0,93	0,93	0,9
Συνολική μέση τιμή		0,86	0,88	0,855

Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρήσεων διαμέτρου ανθέων.

Επεμβάσεις	Επαναλήψεις	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
NFT (με κύβο)	I	9,3	10	9,13
	II	9,16	7,5	9,5
	III	7,3	8,5	10,5
	IV	8,68	9,3	8
Συνολική μέση τιμή		8,61	8,82	9,2825
NFT (χωρίς κύβο)	I	9,33	10,16	8,19
	II	8,88	9	10
	III	8,78	7	8
	IV	7,96	8,25	9,29
Συνολική μέση τιμή		8,73	8,60	8,87
Πετροβάμβακας	I	10,1	9,2	9,2
	II	9,64	9,3	9,25
	III	9,33	9,6	10,13
	IV	8,86	9,22	9,46
Συνολική μέση τιμή		9,48	9,33	9,51
Coir dust	I	9,9	9,87	9,78
	II	10,25	10,13	10,06
	III	9,5	9,75	10,28
	IV	9,32	10,02	9,64
Συνολική μέση τιμή		9,74	9,94	9,94
Compost 25% Coir dust 50% Περλίτης 25%	I	8,69	9,46	9,25
	II	9,01	9,12	9,78
	III	8,77	10	9,8
	IV	9,03	10,3	10,07
Συνολική μέση τιμή		9,35	9,76	9,725
Compost 50% Coir dust 25% Περλίτης 25%	I	8,41	9	8,97
	II	8,65	9,8	9,8
	III	10,85	10,06	10,05
	IV	9,75	9,75	6,68
Συνολική μέση τιμή		9,41	9,65	8,875

Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρήσεων βάρους ανθέων.

Επεμβάσεις	Επαναλήψεις	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
NFT (με κύβο)	I	24,91	22	23
	II	23,78	11	28,67
	III	18,88	22	26
	IV	22,5	22,8	17,2
Συνολική μέση τιμή		22,52	19,45	23,7175
NFT (χωρίς κύβο)	I	25,4	28,66	25,5
	II	20,4	22	28
	III	21,08	22	26
	IV	17,52	18,33	22
Συνολική μέση τιμή		21,1	22,75	25,375
Πετροβάμβακας	I	28,4	26	25,17
	II	31,43	29,5	29
	III	31,5	28,6	31,5
	IV	28,5	26,9	31,83
Συνολική μέση τιμή		29,95	27,75	29,375
Coir dust	I	32,66	31	34,8
	II	33,71	31,66	33,5
	III	31	31,62	73,44
	IV	31,57	32,72	29,43
Συνολική μέση τιμή		28,49	26,26	42,7925
Compost 25% Coir dust 50% Περλίτης 25%	I	24,41	26,4	27,75
	II	24,66	26,5	34,33
	III	30	32,66	30,4
	IV	30,57	33,4	28,86
Συνολική μέση τιμή		29,57	28,99	29,74
Compost 50% Coir dust 25% Περλίτης 25%	I	32,23	31,75	27,17
	II	20,6	21	30,4
	III	24,5	26,28	37,67
	IV	36,85	30,75	34
Συνολική μέση τιμή		32	27	32,31



Πίνακας 5: Αποτελέσματα μετρήσεων μέσης παραγωγής ανθέων.

Επεμβάσεις	Επαναλήψεις	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
NFT (με κύβο)	I	1	0,5	2
	II	2	0,5	1,5
	III	1,5	1	2,66
	IV	2	1,66	0,5
Συνολική μέση τιμή		1,62	0,91	1,665
NFT (χωρίς κύβο)	I	2,33	1	0,5
	II	2	0,5	1,66
	III	2,5	0,5	0,5
	IV	1,5	1	3,5
Συνολική μέση τιμή		2,08	0,75	1,54
Πετροβάμβακας	I	1,66	1,66	2
	II	1,75	1	1,5
	III	1,4	1	0,8
	IV	2	1,83	2
Συνολική μέση τιμή		1,7	1,37	1,575
Coir dust	I	1,33	1,33	3,33
	II	1,75	1,5	2
	III	1,4	1,6	1,8
	IV	2	1,83	1,16
Συνολική μέση τιμή		1,62	1,56	2,0725
Compost 25% Coir dust 50% Περλίτης 25%	I	1,8	1,2	2
	II	1,83	1,66	1,2
	III	1,5	1,83	2,5
	IV	0,6	1	1,4
Συνολική μέση τιμή		1,43	1,42	1,775
Compost 50% Coir dust 25% Περλίτης 25%	I	2	2	1,5
	II	2	1,75	1
	III	2,6	2	1,5
	IV	1,75	1,5	2,2
Συνολική μέση τιμή		2,09	1,81	1,55

**Φυλλοδιαγνωστική πειράματος υποστρωμάτων υδροπονίας ζέρμπερας**

Επεμβάσεις	Επαναλ	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
<b>NFT(χωρίς κύβο)</b>	1	147	119	106	12	18
“	2	91		111	4	19
“	3	70	101	124	5	2
<b>NFT(με κύβο)</b>	1	141	101	235	15	18
“	2	91	107	126	2	17
“	3	80	111	139	26	3
<b>Grodan</b>	1	114	17	44	16	21
“	2	73	16	25	22	22
“	3	78	29	30	16	3
<b>Coir dust</b>	1	169	17	32	2	17
“	2	90	12	27	3	2
“	3	91	13	27	4	3
<b>Compost 25%</b>	1	57	9	30	25	21
“	2	107	2	39	25	2
“	3	91	4	37	2	1
<b>Compost 50 %</b>	1	57	9	28	4	19
“	2	110	2	32	7	2
“	3	56	11	25	2	19

## Βιβλιογραφία

- Άλκιμος, Α., 2000. Κομπόστ. Ψύχαλος. Αθήνα. Σελ. 9-11, 23-30.
- Ανώνυμος, 2005. The History of Hydroponics. Growing Edge Magazine.
- Ανώνυμος, 2008. Χημικά σύμπλοκα: Η λύση για καλύτερη διάθεση ιχνοστοιχείων. Εφημερίδα «Το Κύτταρο». Ιεράπετρα. Τεύχος 11. Σελ. 10.
- Ανώνυμος 2008. Η χρήση οξέων στην υδρολίπανση. Εφημερίδα «Το κύτταρο». Ιεράπετρα. Τεύχος 10. Σελ. 11-12.
- Βλάχος, Ι.Κ, Κολλάρος, Δ.Γ., 2001. Βοτανική (εγχειρίδιο εργαστηρίου). Ιών. Αθήνα. Σελ. 83-88.
- Blom, T.J., 2003.. Coco coir versus granulated rockwool and “arching” versus traditional harvesting of roses in recirculating system. Horticultural Research Institute of Ontario. University of Guelph. Canada. Abstracts.
- Μαλούπα, Ε., 1994. Υδροπονικές Καλλιέργειες Ανθέων υπό Κάλυψη. Γεωργία – Κτηνοτροφία. Αθήνα. Σελ. 22-28, 28-32.
- Μανιός, Β., 2007. Υποστρώματα και Συστήματα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών Εκτός Εδάφους. Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Ηράκλειο. Σελ. 23-27, 29-30, 37-38, 52-62, 65-78.
- Manios, V.I., Papadimitriou, M.D., and Kefakis, M.D., 1995. Hydroponic Culture of Tomato and Gerbera at Different Substrates. Acta Horticulture 408.
- Marling, M.R. Benny, O.T. ----. Gerbera Production. Timber press. ----. pp. 3-4
- Μαυρογιανόπουλος, Γ.Ν., 2006. Υδροπονικές Εγκαταστάσεις. Αθ. Σταμούλης. Αθήνα. Σελ. 15-21, 23-31, 70-71, 124-140, 147-159.
- Μολυμπακης, Σ., 2007. Υδροπονία. Εφημερίδα «Το κύτταρο». Ιεράπετρα. Τεύχος 7. Σελ. 18-19.
- Σάββας, Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Έμβρυο. Αθήνα. Σελ. 86-114.
- Savvas, D. Gizas, G., 2002. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. Scientia horticulture. Vol. 96. N° 1-4. Amsterdam. pp. 267-280.
- Τσικαλάς, Π., 1999. Ανάλυση Φυτικών Ιστών. Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Ηράκλειο. Σελ. 13-23, 49-61.

Fascella, G. and Zizzo, G.V., 2005. Effect of Growing Media on Yield and Quality of Soilless Cultivated Rose. Soilles Culture and Hydroponics. Palermo. Σελ. 133.