

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το πείραμα το οποίο πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου υποστρωμάτων του Τ.Ε.Ι. είχε ως σκοπό να διερευνηθεί η επίδραση των χουμικών παραγόντων στην ανάπτυξη και παραγωγή υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού.

Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε η επίδραση τους πάνω στους καρπούς, δηλαδή στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής.

Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας σε μια καλλιέργεια είναι η χρονική κατανομή της παραγωγής σε μια καλλιεργητική περίοδο και ο οποίος ήταν ένας από τους παράγοντες που εξετάστηκαν.

Επίσης σκοπός του πειράματος ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης των χουμικών παραγόντων που παρασκευάστηκαν από το εργαστήριο υποστρωμάτων της Σ.Τ.Ε.Γ. του Τ.Ε.Ι. Κρήτης από compost φύλλων ελιάς σε σχέση με τους χουμικούς παράγοντες που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

## **ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ**

### **1.1 Το Αγγούρι (cucumis sativus)**

Το αγγούρι είναι φυτό ετήσιο με στέλεχος αναρριχώμενο. Σύμφωνα με τον Condolle είναι φυτό ιθαγενές της Ινδίας. Πάνω σ' αυτό αναφέρει και την ανεύρεση, στους πρόποδες των Ιμαλαΐων, ενός φυτού πολύ όμοιου με το αγγούρι, του *cucumis hardwickii*, που το θεώρησε μια μορφή του *cucumis sativus* η οποία έχει επιστρέψει στην άγρια κατάσταση και όχι μια προγονική μορφή του.

Στην Ιταλία το καλλιεργούν ήδη από την εποχή των Ρωμαίων. Ο Πλίνιος μιλά γι' αυτό στα έργα του, όπου αναφέρει μάλιστα και την ιδιαίτερη συμπάθεια του αυτοκράτορα Τιβέριου γι' αυτόν τον καρπό.

#### **1.1.1 Μορφολογία**

Το αγγούρι είναι φυτό με ρίζα αρκετά ανεπτυγμένη. Η κύρια - πασσαλώδης - ρίζα μπορεί να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι 80-90 εκ., με πλευρικές διακλαδώσεις που εκτείνονται, μέχρι να καταλάβουν ένα χώρο καμιά εξηνταριά εκατοστά. Έχει στέλεχος πλαγιαστό, που έρπει ή αναρριχάται, με γωνιώδη τομή και ανώμαλη, τραχιά επιφάνεια πλούσια σε σκληρές τρίχες. Από κάθε κόμπο αναπτύσσεται ένα φύλλο, από τη μασχάλη του οποίου βγαίνει ένας βραχίονας, που δένει ένα-δύο δευτερεύοντες και έναν απλό έλικα. Τα φύλλα είναι απλά, πεντάλοβα, παλαμοειδή, εναλλασσόμενα.

Άνθη μονογενή, αρσενικά και θηλυκά στο ίδιο φυτό, δηλαδή «μόνοικα». Τα αρσενικά άνθη είναι μονήρη ανά ένα δηλαδή στους πρώτους 7-8 κόμπους του κεντρικού άξονα. Τα θηλυκά φέρονται στις κύριες και δευτερεύουσες διακλαδώσεις, που αναπτύσσονται από τον κεντρικό άξονα, και είναι μονήρη ή σε ομάδες μέχρι και 6 άνθη, από τα οποία μόνο 2, το πολύ 3, είναι ικανά να φτάσουν τον καρπό σε εμπορική ωρίμανση.

Τα πολυάριθμα αρσενικά άνθη αποτελούνται από ένα σωληνοειδή κάλυκα, που καταλήγει σε 5 βελοειδείς κορυφές αποχωρισμένες, στεφάνη κωδωνοειδή, με κίτρινα πέταλα εναλλασσόμενα με τα σέπαλα, στήμονες δύο ή τρεις, με ανθήρες ένα μονόχωρο και δύο δίχωρους.

Ο καρπός, με σχήμα επίμηκες ή ωοειδές, μήκους από 10-15μέχρι πάνω από 30 εκ., ανάλογα με τις ποικιλίες, παρουσιάζεται διάσπαρτος από μικρές θηλές με μαύρες τριχούλες, που αποσπώνται εύκολα και είναι διακριτές ιδιαίτερα στους νέους καρπούς, όπου είναι πιο πυκνές.

### **1.1.2 Οικολογία**

Το μήκος της περιόδου φως-σκοτάδι επηρεάζει κατά τρόπο διαφορετικό τη ριζική ανάπτυξη, την ανάπτυξη του στελέχους σε ύψος, τον αριθμό κόμπων, τη φυλλική επιφάνεια, το σχηματισμό των καρποφόρων ματιών κτλ. Τα φαινόμενα συνδέονται στενά μεταξύ τους και με την αζωτούχο θρέψη και επηρεάζουν την εποχή ωρίμανσης των καρπών.

Αναφορικά με την θερμοκρασία, το άριστο της ανάπτυξης πετυχαίνεται γύρω στους 25°C - 28°C και το ελάχιστο στους 16°C - 18°C. Η άνθηση μπορεί να πραγματοποιηθεί στους 16°C. η γύρη βλαστάνει καλά στους 26°C - 30°C. Για την ωρίμανση του καρπού η ελάχιστη θερμοκρασία δεν πρέπει να κατεβαίνει κάτω από τους 18°C, ειδικά για τις εξωεποχιακές καλλιέργειες, όπου και απαιτείται πρωιμότητα στην ωρίμανση.

Κατά Nitsch (Nitsch I. P. Kurla & E. R. Liverman κ.α. “The development of sea expression in cucurbit flowers”, American j. Bot 1952), το φως και η θερμοκρασία επιδρούν καθοριστικά στον αριθμό των αρσενικών και θηλυκών λουλουδιών, που μπορούν να αναπτυχθούν σ’ ένα φυτό αγγουριάς. Υψηλές θερμοκρασίες, συνδυασμένες με μεγάλης διάρκειας ημέρα, ευνοούν το σχηματισμό αρσενικών λουλουδιών, ενώ επιταχύνουν το σχηματισμό των θηλυκών (υπεροφόρων) λουλουδιών, τα οποία έτσι παρουσιάζονται μετά από ένα μικρότερο αριθμό κόμπων. Σ’ ένα έδαφος δροσερό παρουσιάζεται μεγαλύτερη ανάπτυξη θηλυκών λουλουδιών, ενώ σε έδαφος ξηρό και υγρό αέρα παρουσιάζεται μεγαλύτερη ανάπτυξη αρσενικών.

### **1.1.3 Σπουδαιότητα της καλλιέργειας**

Τον τελευταίο καιρό, εκτός από την κανονική καλλιέργεια, έχει αποκτήσει σπουδαιότητα και η καλλιέργεια σε θερμοκήπια για πρώιμη παραγωγή στο τέλος χειμώνα – άνοιξη. Σε αυτή την περίοδο το προϊόν εκτιμάται πολύ στην εσωτερική και εξωτερική αγορά, λόγω της έλλειψης άλλων λαχανικών και της φυσικής του μειωμένης θρεπτικής αξίας, αλλά και για την ευχάριστη «δροσιστική και ελαφρά καθαρτική του δράση».

Αλλά και οι σπόροι του χρησιμεύουν για την παρασκευή κρεμών, ευεργετικών σε μερικές ασθένειες του δέρματος.

Η καλλιέργεια του αγγουριού μπορεί να είναι: Α) Κανονική ή εποχιακή για προϊόν που προορίζεται για άμεση, νωπή κατανάλωση ή για βιομηχανοποίηση. Β) Εξωεποχιακή για προϊόν που προορίζεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό για άμεση, νωπή κατανάλωση.

### **1.1.4 Καλλιέργεια κανονική ή εποχιακή**

Το αγγούρι κατάγεται από υγρόθερμες χώρες και δεν είναι δυνατό να αντέξει, ακόμα και σε θερμοκρασίες που δεν είναι υπερβολικά χαμηλές. Γι' αυτό είναι αναγκαίο, στις δικές μας κλιματικές συνθήκες, ν' αρχίζει η κανονική καλλιέργεια όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί σε τιμές ουσιαστικά υψηλές.

Όταν δηλαδή το φυτό μπορεί ν' αρχίζει αποτελεσματικά να συσσωρεύει ένα ποσό θερμίδων, που να του επιτρέπει να δώσει μια εμπορική παραγωγή μέσα σε 120 – 130 ημέρες από την σπορά. Το χρονικό αυτό διάστημα υπολογίζεται γνωρίζοντας ότι ο καρπός καταναλώνεται άγουρος κατά ένα μέρος, γιατί η βάση του καρπού, κατά ένα τμήμα λιγότερο ή περισσότερο αναπτυγμένο, παρουσιάζει μια πικρή ουσία (κουκουμερίνη) η οποία αποτελεί προγονικό χαρακτηριστικό είδους που δεν εξαλείφεται ολοκληρωτικά.

### **1.1.5 Έδαφος**

Το αγγούρι προσαρμόζεται για καλλιέργεια σε όλους τους τύπους εδάφους, εφόσον αυτά δεν είναι υπερβολικά αργιλώδη. Απαραίτητες συνθήκες είναι οπωσδήποτε, η καλή δομή, η εύκολη αποστράγγιση, η παρουσία ασβεστίου, η ουδέτερη ή ελαφρά αλκαλική αντίδραση. Καλύτερα είναι τα εδάφη μέσης σύστασης, «ζεστά», καλά εκτεθειμένα (N, NA, NΔ), ποτιστικά, όπου το αγγούρι μπορεί να δώσει προϊόντα άφθονα και πρώιμα.

### **1.1.6 Πότισμα**

Το αγγούρι είναι είδος που απαιτεί μια σταθερή, μόνιμη δροσερότητα του εδάφους. Τα φυτά που υποφέρουν από ξηρασία εκτός του ότι έχουν μειωμένη απόδοση, δίνουν καρπούς πιο πικρούς, ακόμα και αν πρόκειται για ποικιλίες χωρίς πικράδα. Σύμφωνα με μερικούς Γάλλους συγγραφείς, υπολογίζεται ότι ένα φυτό αγγουριού, σε πλήρη βλάστηση καταναλώνει 2,3 λίτρα νερό την ημέρα. Οι ποσότητες νερού θα πρέπει να δίνονται κατά μικρά χρονικά διαστήματα, με τρόπο ώστε το έδαφος να διατηρείται πάντοτε στο άριστο σημείο της υδατικής του ικανότητας. Το σημείο αυτό μπορεί να θεωρηθεί άριστο όταν είναι γύρω στο 40-50% της ολικής υδατοχωρητικότητας του εδάφους.

### **1.1.7 Χειμερινή καλλιέργεια σε θερμαινόμενο θερμοκήπιο**

Αυτός ο τύπος καλλιέργειας είναι σίγουρα ο πιο αξιόλογος και πάντα πολύ κερδοφόρος. Ο καλλιεργητικός κύκλος αρχίζει με τη σπορά τις πρώτες ημέρες του Νοεμβρίου, τη μεταφύτευση των φυταρίων σε δοχεία και έπειτα στην οριστική τους θέση μετά 30-35 ημέρες και τέλος τη συγκομιδή του προϊόντος τον Ιανουάριο. Για τα βορειότερα διαμερίσματα της χώρας, ένα τόσο τραβηγμένο πρωίμισμα της καλλιέργειας δεν δίνει ικανοποιητικά οικονομικά αποτελέσματα, αφού το κόστος για τη θέρμανση είναι πολλές φορές σχεδόν απαγορευτικό.

### **1.1.8 Επιλογή και κλιματισμός του θερμοκηπίου**

Η αλήθεια είναι ότι δεν έχουμε έγκυρα στοιχεία για να καθορίσουμε τον πιο κατάλληλο τύπο θερμοκηπίου για την καλλιέργεια του αγγουριού στη χειμερινή περίοδο. Μπορεί κανείς ν' αναφέρει τις πιο σύγχρονες κατασκευές στον τομέα, όπου ο κλιματισμός είναι εξολοκλήρου τεχνητός και η θέρμανση με ζεστό αέρα, απλή ή μικτή, εναέρια ή υπόγεια, ο αερισμός γίνεται με ανεμιστήρες σε συνδυασμό με υγρά παραπετάσματα και το πότισμα με πολυδύναμο σύστημα τεχνητής βροχής, εναέριο ή υπόγειο, ενώ τα πάντα είναι αυτοματοποιημένα.

## **1.2 ΧΟΥΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επιδρούν στην φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών και τη βελτιστοποίηση -ποσοτικά και ποιοτικά- της παραγωγής τους, είναι η ισόρροπη θρέψη τους. Κυρίαρχο στοιχείο της θρέψης των φυτών αποτελεί η πρόσληψη των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων και οργανικών μορίων από το ριζικό σύστημα. Η πρόσληψη αυτών, γίνεται είτε με την επίδραση μιας διαβάθμισης δυναμικού ενέργειας (διάχυση ή παθητική μεταφορά) ή με τη διαβάθμιση ενός δυναμικού το οποίο είναι ευθέως συνδεδεμένο με το μεταβολισμό (ενεργή μεταφορά) (Clarkson, 1984). Η ενεργή μεταφορά είναι κυρίαρχος τρόπος πρόσληψης των ιόντων και μορίων με τεράστια φυσιολογική σημασία (Mengeland Kirkby, 1978).

Σήμερα είναι γνωστό ότι η πρωταρχική διαδικασία για την ενεργή μεταφορά ουσιών στα κύτταρα του ριζικού συστήματος των φυτών είναι η ηλεκτρογενής μεταφορά ιόντων  $H^+$  εκτός των κυττάρων, κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης (Jensen et al, Spanswick, 1981). Η μετακίνηση των ιόντων  $H^+$  στο εξωτερικό μέσο του κυττάρου, δημιουργεί αφενός μια διαβάθμιση του pH και αφετέρου μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού τα οποία αποτελούν την κινητήρια δύναμη για τη μεταφορά των ιόντων και άλλων διαλυτικών ουσιών στο εσωτερικό του κυττάρου με την προσθετική δράση φορέων που εδράζονται στην κυτταρική μεμβράνη (Clarkson 1984, Briskin 1986). Η μεταφορά των ιόντων  $H^+$  μέσω της κυτταρικής μεμβράνης, οφείλεται στη δράση δύο συστημάτων: α. στο σύστημα ειδικών ενζύμων, των  $H^+$  ATP ασών (συνθηκών ATP) (Slayman 1985, Briskin 1986) και β. στο σύστημα μεταφοράς ηλεκτρονίων (κυτοχρώματα b, c, φλαβίνες και οξειδώσεις)

Οργανική ουσία και συγκεκριμένα οι χουμικοί παράγοντες έχει βρεθεί ότι επιδρούν απευθείας στην ανάπτυξη των φυτών και στο μεταβολισμό τους (Vaughan and Malcolm, 1985). Ο όρος χουμικοί παράγοντες χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει τα χουμικά και φουλβικά οξέα καθώς και τα άλατα αυτών με διάφορα μέταλλα. Σήμερα είναι αποδεκτό ότι οι χουμικοί παράγοντες είναι προϊόντα χημικής και βιολογικής αποδόμησης

και τροποποίησης της οργανικής ουσίας στο έδαφος. Είναι πολυμερή μόρια, πολυφαινολικής σύστασης με μοριακό βάρος από 1KD έως και 250KD στο κεντρικό δε μόριο είναι συνδεδεμένα αμινοξέα ολιγοσακχαρίτες και άλλες οργανικές ενώσεις (Schnitzer and Khan, 1978). Η πολυπλοκότητα των μορίων των χουμικών παραγόντων έχει δυσχεράνει τη μελέτη τους και την ταξινόμηση των μορίων ανάλογα με τις ιδιότητές τους. Στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί για το χαρακτηρισμό των μορίων με λεπτομέρεια (Ciavatta and Govi, 1993). Με την ίδια μεθοδολογία προσδιορίζεται ο βαθμός χουμοποίησης οργανικών υλικών με τη μέθοδο του Composting (Ciavatt, 1990/ Govi, 1993).

Η ικανότητα των χουμικών παραγόντων να συγκεντρώνονται στην περιοχή του αποπλάστη των κυττάρων και εν μέρει να εισέρχονται στα κύτταρα έχει αποδειχτεί (Vaughn and Ord, 1981). Έχει υποστηριχθεί ότι τα χουμικά οξέα από το έδαφος επιδρούν στη θρέψη των φυτών μέσω δράσεων στην κυτταρική μεμβράνη (Chaminade, 1966). Σήμερα είναι γνωστό ότι η δράση των χουμικών παραγόντων στην διλιπιδιακή στρώση των μεμβρανών επηρεάζει την περατότητα τους (Samson and Visser, 1989).

Σε *in vitro* πειράματα με απομονωθείσες μεμβράνες κυττάρων του ριζικού συστήματος, βρέθηκε ότι οι χουμικοί παράγοντες επάγουν την ενεργότητα των H<sup>+</sup>ATP ασών. Η επαγωγή αυτή των H<sup>+</sup>ATPασών έχει ευρεθεί ότι είναι μεγαλύτερη με την επίδραση των χουμικών παραγόντων στην αύξηση των φυτών. Οι θετικές αυτές επιδράσεις αναφέρονται στο νωπό και ξηρό βάρος των φυτών καθώς και στην αύξηση των διαφόρων οργάνων τους.



## 1.3 Υδροπονικά Συστήματα Καλλιέργειας

### 1.3.1 Ιστορία της Υδροπονίας

Η υδροπονία εφαρμόζεται από τα προχριστιανικά χρόνια στην Αίγυπτο και την Ινδία όπου χρησιμοποιούνταν διαλυμένες κοπριές για την καλλιέργεια πεπονιών και άλλων λαχανοκηπευτικών σε αμμώδεις όχθες ποταμών. Μετά ονομάστηκε *παραποτάμια καλλιέργεια*. Η πρώτη γραπτή αναφορά σε υδροπονική καλλιέργεια αφορά τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας, όπου καλλιεργούνταν φυτά ενώ νερό έρεε συνεχώς. Οι επιπλέοντες κήποι του Κασμίρ αλλά και η καλλιέργειες πάνω σε σχεδίες μέσα σε αβαθείς λίμνες από τους Ατζέκους στο Μεξικό αποτελούν επίσης παραδείγματα υδροπονίας από το παρελθόν. Αργότερα φυσιολόγοι άρχισαν να αναπτύσσουν φυτά με ειδικά θρεπτικά στοιχεία για πειραματικούς σκοπούς, ονόμασαν τη μέθοδο καλλιέργειας *καλλιέργεια με θρεπτικά στοιχεία* (nutri-culture). Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν όροι όπως *υδροκαλλιέργεια* (water-culture), *καλλιέργεια σε διάλυμα* (solution-culture), *καλλιέργεια σε στρώμα χαλικιών* (gravel bed culture) κ.α.

Ο όρος «*υδροπονία*» όπως χρησιμοποιείται σήμερα υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στα τέλη του 1920 από τον καθηγητή Dr. W. F. Gericke από την Καλιφόρνια. Αυτός εμπνευσμένος από τις έρευνες Γερμανών επιστημόνων (Sachs 1860, Knor 1861 & 1865) ανέπτυξε μια τεχνική για καλλιέργεια φυτών σε κλίμακα. Οι Sachs και Knor ήταν μεταξύ των επιστημόνων του 19<sup>ου</sup> αιώνα οι οποίοι ερευνούσαν τη θρέψη των φυτών και αναζητούσαν ένα διάλυμα που θα έλυne τα προβλήματα που εμφανιζόντουσαν σε προηγούμενες προσπάθειες υδροπονικής καλλιέργειας.

Η καλλιέργεια «χωρίς έδαφος», ήταν γνωστή από το 1699 όταν ο Woodward από την Αγγλία πραγματοποίησε πειράματα με τα οποία προσπάθησε να αποδείξει αν ήταν το νερό ή το στερεό μέρος του εδάφους το οποίο ήταν υπεύθυνο για την ανάπτυξη των φυτών.

Οι τεχνολογίες υδροπονίας αναπτύχθηκαν περαιτέρω στη Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ιαπωνία, χάρη σε επινοήσεις από τις θεωρίες του Gericke.

Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, ο Αμερικανικός στρατός χρησιμοποιούσε την υδροπονία για την παραγωγή φρέσκων προϊόντων για το στρατό που ήταν σταθμευμένος σε άγονα νησιά του Ειρηνικού. Το 1950 υπήρχαν ήδη στην Αμερική, Ευρώπη, Αφρική και Ασία βιώσιμες εμπορικά επιχειρήσεις με υδροπονία. Το 1981, μια αυστραλιανή εταιρεία παράγει πετροβάμβακα για ανθοκομικές και λαχανοκηπευτικές καλλιέργειες με την επωνυμία «growool». Αυτός έγινε άμεσα αποδεκτός και βρήκε μέρος εφαρμογής στις αυστραλιανές επιχειρήσεις δρεπτών ανθέων.

Σήμερα η υδροπονία χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα για την καλλιέργεια λαχανοκηπευτικών, ανθέων, φρούτων και αρωματικών φυτών από επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Η τεχνολογία της υδροπονίας εξελίχθηκε σημαντικά ανά τους αιώνες.

Η χρονική σειρά των γεγονότων που επηρέαζαν την υδροπονία παρουσιάζεται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί. **Συμπληρωματικά παρατίθεται παραστατική περιγραφή της εξέλιξης των υδροπονικών συστημάτων**

### **Ιστορία της Υδροπονίας**

BC	Διάλυμα κομπόστας/ κοπριάς χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια πεπονιών και άλλων κηπευτικών στις όχθες ποταμών σε Αραβία, Βαβυλώνα, Κίνα, Αίγυπτο, Ινδία και Περσία.
1492	Τα φυτά χρειάζονται ανόργανα στοιχεία (Leonardo da Vinci / Γαλιλαίος)
1666	Τα φυτά αναπτύσσονται σε νερό σε γυάλινα δοχεία (Robert Boyle)
1699	Τα θρεπτικά στοιχεία απορροφούνται με ανταλλαγή ιόντων (Woodward)
1804	Μελέτες θρέψης φυτών (Nicholas de Saussure)
1850	Καλλιέργεια σε άμμο / χαλαζία / λιγνίτη (Jean Baussingault)
1860	Καλλιέργεια σε υδατικό διάλυμα (Sachs και Knop)
1920	Προσδιορισμός σύνθεσης θρεπτικού διαλύματος
1940	Στατικά συστήματα υδροπονίας σε πορώδη μέσα

1945	Έρευνες πάνω στη θρέψη με καλλιέργειες με θρεπτικά στοιχεία
1960	Τεχνική θρεπτικού φίλμ (NFT)
1960 & 1970	Εμπορικές επιχειρήσεις με υδροπονικές καλλιέργειες αναπτύσσονται στο Αμπου Ντάμπι, Αριζόνα, Βέλγιο, Καλιφόρνια, Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Ιράν, Ιράκ, Ιταλία, Ιαπωνία, Ρωσία και σε άλλες χώρες.
1965	Τεχνική άρδευσης με σταγόνες
1970	Αεροπονία
1970	Καλλιέργεια σε Πετροβάμβακα
1975	Επιπλέοντα συστήματα υδροπονίας
1980	Τεχνική ροής βαθειάς στρώσης
1980	Μεγάλος αριθμός αυτοματοποιημένων γεωργικών εκμεταλλεύσεων καθώς η υδροπονία εγκαθίσταται παγκοσμίως.
1990	Ερασιτεχνικά συστήματα υδροπονίας για το σπίτι γίνονται στην Αυστραλία, Ιαπωνία, Σιγκαπούρη και Ταϊβάν.
1992	Ταξινόμηση των υδροπονικών τεχνικών και μεθόδων

### **1.3.2 Υδροπονικά Συστήματα Καλλιέργειας**

Στατική Αεριζόμενη Τεχνική

Τεχνική «Αμπωτις-Παλλίρροια»

Τεχνική Βαθειάς Ροής

Τεχνική Ροής Αεριζόμενου Διαλύματος

Τεχνική Λεπτής Στρώσης

Τεχνική Στάγδην Άρδευσης

Τεχνική Ψεκασμού Ριζόσφαιρας

Τεχνική Νέφωσης Ριζόσφαιρας

### 1.3.3 Τρόποι διάκρισης των υδροπονικών τεχνικών

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντήθηκαν πολλοί διαφορετικοί τρόποι υδροπονικών τεχνικών και συστημάτων καλλιέργειας. Σύμφωνα με τον καθηγητή Παπαδόπουλο τα υδροπονικά συστήματα προέρχονται από διαφορετικούς συνδυασμούς των στοιχείων από τα οποία απαρτίζονται, τα οποία διαμορφώνονται ως εξής:

#### - Θρεπτικά διαλύματα

- ο στερεά (ανόργανα, οργανικά, συνθετικά και μικτά)
- ο ρευστά (υγρά και αέρια)

#### - Μέσα ανάπτυξης

- ο σταθερά (υδρορροές, πλαίσια, κλπ)
- ο κινητά (σάκοι, φύλλα, νάιλον, κλπ)

#### -Μέσα άρδευσης

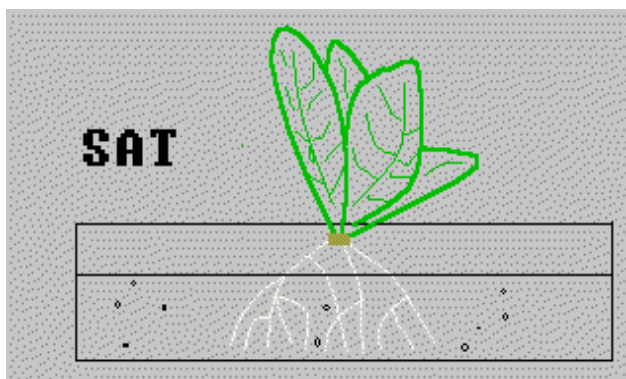
- ο με ασυνεχή ροή (ανακυκλούμενα ή μη)
- ο με συνεχή ροή ανακυκλούμενα (π.χ. NFT – στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος)

Για την περιγραφή των διαφορετικών συστημάτων υδροπονικής καλλιέργειας συνιστά συνεπώς πώς να γίνεται περιγραφή καθενός από τα παραπάνω συστήματα καλλιέργειας σε σάκους περλίτη με ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα με συνεχή ροή κ.ά.). Διακρίνει τα συστήματα με ανακυκλούμενο και μη διάλυμα και στη συνέχεια αναφέρει ως κυριότερα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας τα ακόλουθα:

- I. Σύστημα με ψεκασμό του ριζικού συστήματος. Αεροπονική Καλλιέργεια.
- II. Σύστημα στοιβάδας ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.(NFT)

- III. Καλλιέργεια σε φυτοδοχεία
- IV. Καλλιέργεια σε πλαίσια
- V. Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα
- VI. Καλλιέργεια σε σάκους, A: με τύρφη και B: με περλίτη

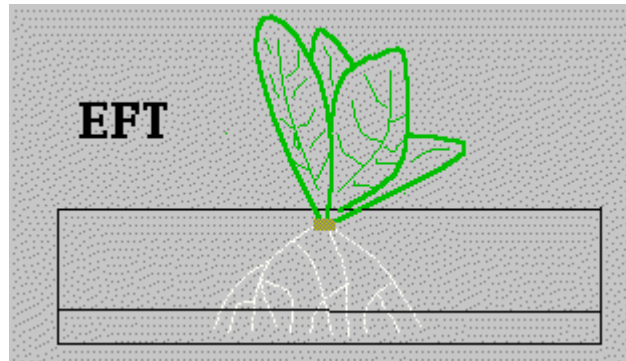
### Στατική Αεριζόμενη Τεχνική (Static Aerated Technique, SAT)



#### Static Aerated Technique

Τα φυτά καλλιεργούνται σε θρεπτικό διάλυμα το οποίο αερίζεται είτε σε χώρο με ελεύθερο αέρα στις ρίζες, είτε με άντληση αέρα στη δεξαμενή του θρεπτικού διαλύματος. Αυτή η τεχνική συχνά καλείται «Παθητική Τεχνική». Είναι κατάλληλη για την εκμάθηση των αρχών της υδροπονίας και για την εισαγωγή μας σε αυτές.

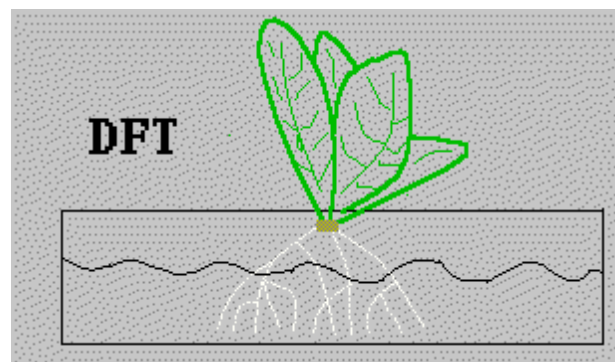
## Τεχνική «Αμπωτις-Παλλίρροια» (Ebb & Flow Technique, EFT)



Ebb and Flow

Τα φυτά καλλιεργούνται όπως στο σύστημα SAT, αλλά το θρεπτικό διάλυμα στραγγίζεται 3-4 φορές την ημέρα έτσι ώστε να επιτρέπεται στις ρίζες να «αναπνέουν». Αυτό το σύστημα καλείται και «Κατάκλυση – Στράγγιση». Είναι κατάλληλη για ερασιτεχνική χρήση και για φυτώρια.

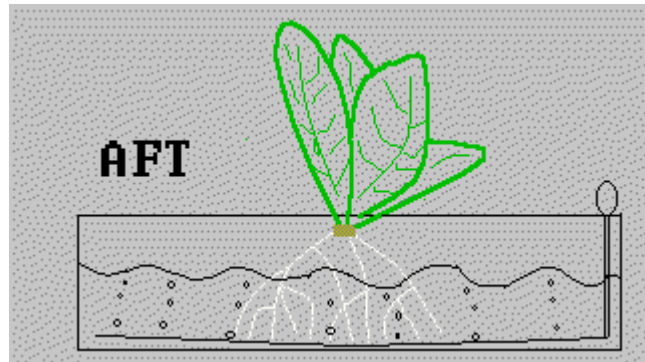
## Τεχνική Βαθείας Ροής (Deep Flow Technique, DFT)



Deep Flow Technique

Γύρω από τις ρίζες κυκλοφορεί θρεπτικό διάλυμα βάθους 4-6 εκ. είτε με τη βαρύτητα είτε με τη βοήθεια αντλίας. Αυτό το σύστημα συναντάται και με το όνομα «Dynamic Root Flootation Technique» & «Raceways Hydroponics». Είναι ιδανικό για φυλλώδη λαχανικά.

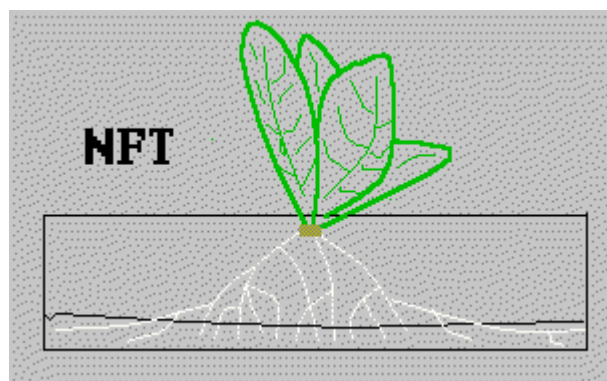
Τεχνική Ροής Αεριζόμενου Διαλύματος (Aerated Flow Technique, AFT)



Aerated Flow Technique (AFT)

Αυτό είναι μια παραλλαγή της τεχνικής DFT. Εδώ το θρεπτικό διάλυμα κυκλοφορεί με ειδικούς εξοπλισμούς. Υπάρχει δε και Ιαπωνική τεχνική παρόμοια με την τεχνική AFT. Άριστη για την παραγωγή φυλλωδών λαχανικών και κηπευτικών.

Τεχνική Λεπτής Στρώσης (Nutrient Film Technique, NFT)



Ένα λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με τις ρίζες. Έτσι όσο κυκλοφορούν τα θρεπτικά στοιχεία η επιφάνεια των ριζών είναι εκτεθειμένη στον αέρα. Αυτό βοηθά τις ρίζες να «αναπνέουν». Πολύ καλή για την παραγωγή κηπευτικών.

### Τεχνική Στάγδην Άρδευσης(Drip Irrigation Technique, DIT)

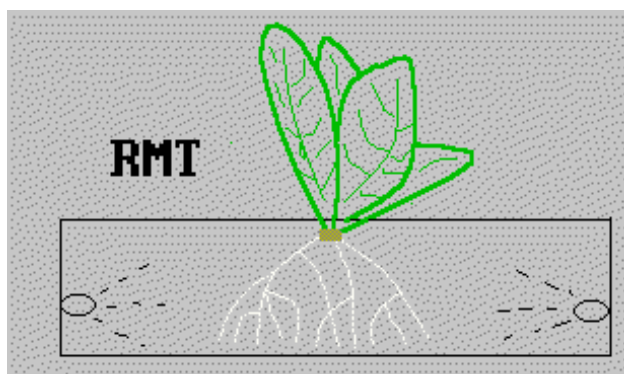


### Drip Irrigation Technique

Τα φυτά καλλιεργούνται σε αδρανή ή οργανικά υποστρώματα και το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοτείται κοντά στις ρίζες 6-7 φορές την ημέρα με τη μορφή σταγόνων. Αυτή η τεχνική ονομάζεται και «Drip Fertigation Technique». Χάρη σ' αυτή την τεχνική παράγονται στις ερήμους της Ασίας πολλά εξαγωγίμα λαχανοκηπευτικά και ανθοκομικά προϊόντα. Είναι κατάλληλη και για οπωροφόρα και φυτά κηποτεχνίας.



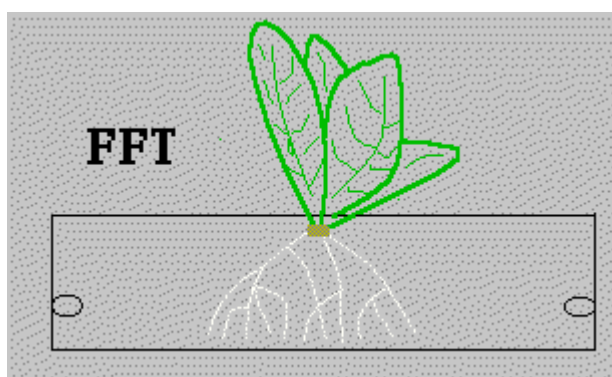
## Τεχνική Ψεκασμού Ριζόσφαιρας (Root Mist Technique, RMT)



### Root Mist Technique, RMT

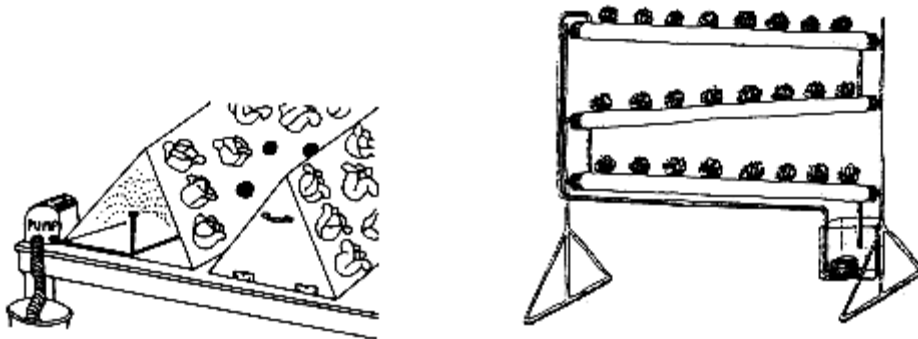
Ομίχλη θρεπτικού διαλύματος ψεκάζεται κάθε 4-5 λεπτά στις ρίζες ενώ τα φυτά κρέμονται κατά κάποιο τρόπο από την κορυφή. Αυτή η τεχνική είναι πιο γνωστή ως «α ε ρ ο π ο ν ί α». Είναι κατάλληλη για τη ριζοβολία των μοσχευμάτων και για την εξαγωγή φυτο-φαρμακευτικών ουσιών από τις ρίζες, για ιατρικούς σκοπούς.

## Τεχνική Νέφωσης Ριζόσφαιρας (Fog Feed Technique, FFT)



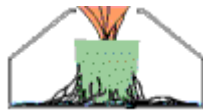
### Fog Feed Technique

Αυτή είναι παρόμοια με την τεχνική ψεκασμού με τη διαφορά ότι το μέγεθος των σταγονιδίων είναι πολύ μικρότερο. Χρειάζεται ακόμα σημαντικές τεχνικές βελτιώσεις για να έχει εφαρμογή στην πράξη. Ενδείκνυται για φυτά με λεπτές ρίζες όπως το ανθούριο και η ορχιδέα.



**NFT**

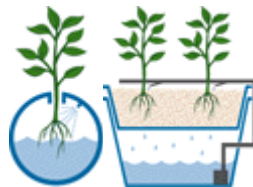
### Αεροπονία



ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ



Aeroponic



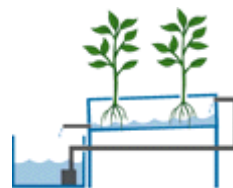
ΣΤΑΓΟΝΑ



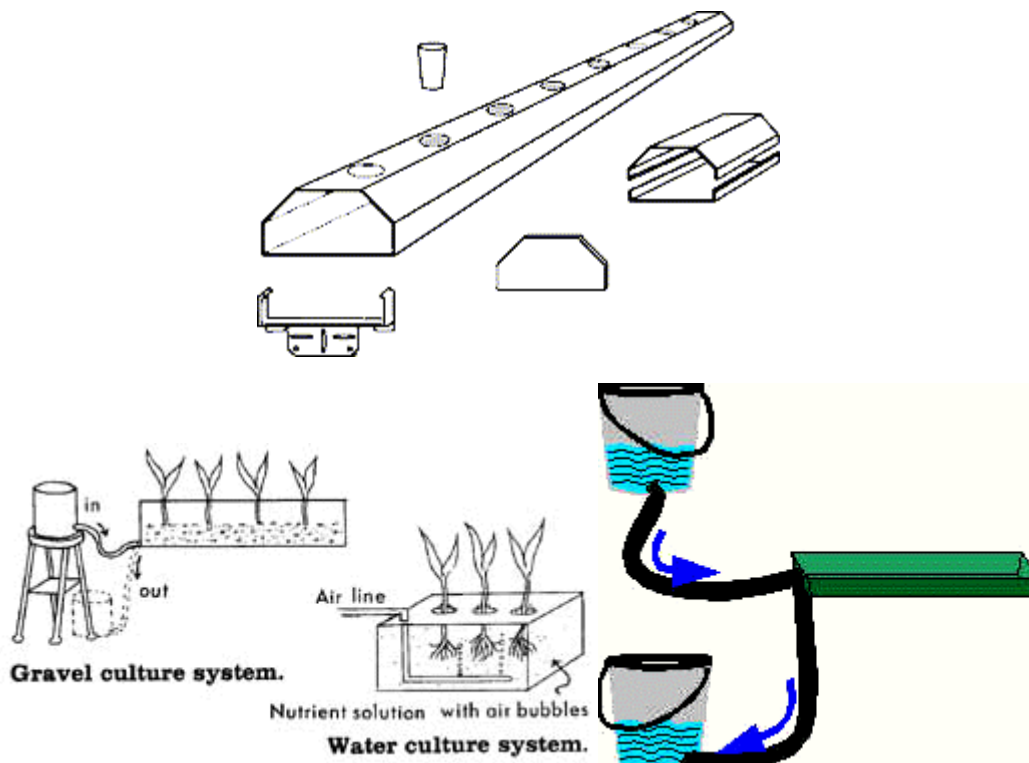
ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ



Flood and Drain



ΠΛΗΜΜΥΡΙΔΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ



## Αεροπονία

Η Αεροπονία είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στις υδροπονικές μεθόδους η οποία κέρδισε σε δημοσιότητα τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τη διεθνή εταιρεία για τις καλλιέργειες εκτός εδάφους (International Society for Soiless Culture) είναι ένα σύστημα στο οποίο οι ρίζες είναι συνεχώς ή ασυνεχώς σε περιβάλλον κορεσμένο με λεπτά σταγονίδια (a mist or aerosol) θρεπτικού διαλύματος.

Από την έμπνευσή τους εδώ και 30 χρόνια, τα αεροπονικά συστήματα αποδείχθηκαν πολύ πετυχημένα για φυτώρια πολλαπλασιασμού αλλά πρέπει ακόμα να αποδείξουν τις δυνατότές τους σε εμπορική κλίμακα. Η αεροπονία χρησιμοποιείται ευρέως σε εργαστηριακές μελέτες φυσιολογίας φυτών. Το Πανεπιστήμιο της Αριζόνα και το Purdue, χρησιμοποιούν αεροπονικές τεχνικές καλλιέργειας για έρευνα σε σύστημα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε διαστημικούς σταθμούς στο μέλλον για τη διατροφή επισκεπτών στον Άρη. Το πρώτο

αεροπονικό σύστημα ανέπτυξε ο Δρ. Franco Massantini, στο Πανεπιστήμιο της Πίζας της Ιταλίας, το οποίο οδήγησε στην κατασκευή της στήλης καλλιέργειας (colonna di coltura).

### **1.3.4 Γιατί προτιμάται η υδροπονία σε σχέση με τη καλλιέργεια στο έδαφος ;**

Το έδαφος είναι "απρόβλεπτο", με προβλήματα καθότι αλλάζει θερμοκρασία, υδατοικανότητα, διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, αερισμό ριζών και έλεγχο εχθρών και ασθενειών. Η υδροπονία μειώνει τα προβλήματα της φύσης δίνοντας τη δυνατότητα στους καλλιεργητές να ελέγχουν με ακρίβεια τη θρέψη των φυτών.

<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
Δεν είναι απαραίτητη η παρουσία κατάλληλου εδάφους για καλλιέργεια	Υψηλό κόστος εγκατάστασης
Οι ανάγκες σε χώρο και η διάρκεια καλλιέργειας μειώνονται	Εμπειρία και γνώσεις απαραίτητες για επιτυχή εμπορική εφαρμογή
Μείωση των βαρειών εργασιών (π.χ. δεν απαιτείται όργωμα)	Εύκολη μετάδοση ασθενειών μέσω του θρεπτικού διαλύματος
Εξοικονόμηση νερού	Δεν είναι όλες οι ποικιλίες φυτών κατάλληλες για υδροπονία
Οι εχθροί και ασθένειες ελέγχονται πιο εύκολα	Τα φυτά αποκρίνονται άμεσα και σε καλούς αλλά και σε κακούς χειρισμούς της θρέψης
Μειώνονται τα προβλήματα από ζιζάνια	
Τα θρεπτικά στοιχεία μπορούν να	

ανακυκλωθούν	
Καλύτερος έλεγχος περιβάλλοντος	
Μεγαλύτερη παραγωγή	
Δεν είναι απαραίτητη η εναλλαγή καλλιεργειών	
Μειώνεται το σοκ της μεταφύτευσης	
Ευκολότερος ο έλεγχος της χημείας του εδάφους (π.χ. τοξικότητα αλάτων, pH, αγωγιμότητα)	

---

### **1.3.5 Τα βασικά μέρη ενός υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας**

#### **Τα φυτά και το σύστημα στήριξής τους**

- Το θρεπτικό διάλυμα και ο εξοπλισμός διαχείρισής του
- Σύστημα προετοιμασίας και αποθήκευσης του θρεπτικού διαλύματος
- Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος και αέρα στις ρίζες
- Σύστημα απορροής - στράγγισης
- Το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος

Όταν το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει, ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται (**κλειστό σύστημα**) τότε απαιτούνται συμπληρωματικά :

Σύστημα ανακύκλωσης

Σύστημα καθαρισμού και απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος

Τα χρησιμοποιούμενα υδροπονικά συστήματα διαφοροποιούνται αρχικά ως προς τον τρόπο παροχής του θρεπτικού διαλύματος και του αέρα στις ρίζες (π.χ. **NFT, σε υπόστρωμα**, κ.λ.π.) και ως προς το αν γίνεται ή όχι ανακύκλωση του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος (**ανοικτά και κλειστά**).

## **ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ**

### **2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο μεταλλικό θερμοκήπιο με κάλυψη από πλαστικό του Εργαστηρίου υποστρωμάτων που βρίσκεται στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Ηρακλείου. Οι εργασίες που έγιναν για να πραγματοποιηθεί το πείραμα είχαν σχέση με την ορθή διαμόρφωση του χώρου στον οποίο θα γινόταν το πείραμα καθώς και κάποιες άλλες εργασίες απαραίτητες για την πραγματοποίησή του.

#### **2.1.ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ**

Χρησιμοποιήθηκαν σακιά από πλαστικό πολυαιθυλένιο παλαιότερης καλλιέργειας, αφού προηγουμένως βγήκαν τα υπολείμματα από τις ρίζες της προηγούμενης καλλιέργειας. Κάτω από τους σάκους τοποθετήθηκε πλαστικό διπλής όψης (λευκό-μαύρο) το οποίο χρησιμοποιήθηκε και σαν αγωγός συλλόγης του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος των σάκων. Οι σάκοι ήταν μήκους 1m και σε κάθε σάκο τοποθετήθηκαν 2 φυτά. Η απόσταση φύτευσης μεταξύ των φυτών ήταν 50cm ενώ οι γραμμές των φυτών απείχαν 100cm μεταξύ τους.

#### **2.2.ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ**

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν σπόροι μικρόκαρπου αγγουριού του υβριδίου Valtus. Οι σπόροι προβλαστήθηκαν σε τριβλία Petri και κατόπιν τοποθετήθηκαν σε πλαστικά γλαστράκια με περλίτη. Όταν τα φυτά απέκτησαν 2-3 πραγματικά φύλλα τοποθετήθηκαν στις οριστικές τους θέσεις στους σάκους.

### 2.3.ΑΡΔΕΥΣΗ-ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΩΝ

Η άρδευση των φυτών, όπως και σ'όλες τις υδροπονικές καλλιέργειες γινόταν πάντα με τη χρήση πλήρους θρεπτικού διαλύματος κατάλληλο για την ανάπτυξη των φυτών αγγουριάς. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στο θρεπτικό διάλυμα ήταν  $H_2PO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $MgSO_4$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $Fe$ ,  $Ca(NO_3)_2$  και ιχνοστοιχεία στις εξής ποσότητες:

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ποσότητες χημικών λιπασμάτων για την διαμόρφωση του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης αγγουριού υδροπονικής καλλιέργειας.

Χημικό λίπασμα	gr/500lt νερο
$H_2PO_4$	43,76ml
$HNO_3$	24.70ml
$MgSO_4$	15gr
$NH_4NO_3$	59.60gr
$KNO_3$	309gr
Fe	8.33gr
$Ca(NO_3)_2$	200gr
Ιχνοστοιχεία	500ml

Τα ιχνοστοιχεία γινόταν πυκνό διάλυμα από το οποίο κάθε φορά χρησιμοποιούταν ποσότητα 500 ml έτσι ώστε στο τελικό διάλυμα να έχουμε τη συγκέντρωση που αναφέρεται στον πίνακα 2.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Τελική συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα της υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού.

Θρεπτικά στοιχεία	Τελική συγκέντρωση (ppm)
N	180.00
P	40.00
K	240.00
Ca	140.00
Mg	30.00
Fe	1.00
Zn	0.04
Cu	0.05
Mo	0.05
Mn	0.70
B	0.30

Η παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος γινόταν ως εξής: πρώτα μέσα στην δεξαμενή του τελικού θρεπτικού διαλύματος που περιείχε νερό έμπαινε το  $H_2PO_4$  και το  $HNO_3$ , στη συνέχεια το  $Fe$  με το  $Ca(NO_3)_2$ , μετά το  $MgSO_4$  με το  $NH_4NO_3$  και το  $KNO_3$ , και τέλος έμπαιναν τα ιχνοστοιχεία. Τα στοιχεία έμπαιναν με αυτή την σειρά ώστε να μην προκληθεί ίζημα. Σε κάθε θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται για την άρδευση γινόταν μέτρηση του pH και της E.C.H άρδευση των φυτών γινόταν με σταλάκτες που είχαν τοποθετηθεί στη βάση κάθε φυτού ανά τακτά χρονικά διαστήματα που είχαν οριστεί με τη βοήθεια χρονοδιακόπτη. Έτσι στα φυτά παρέχονταν θρεπτικό διάλυμα κάθε 30 λεπτά για 15 δευτερόλεπτα.

Επίσης για τις ανάγκες του πειράματος σ'ένα μέρος των φυτών παρείχαμε κατά διαστήματα χουμικούς παράγοντες από Φ.Ε. που είχαν παρασκευαστεί στο εργαστήριο και σ'ένα άλλο μέρος των φυτών χουμικούς παράγοντες του εμπορίου. Η επέμβαση με τους χουμικούς παράγοντες γινόταν κάθε μια βδομάδα τοποθετώντας 140ml χουμικών Φ.Ε. σε μια δεξαμενή η οποία άρδευε μόνο τις σειρές που γινόταν η χρήση των χουμικών Φ.Ε. και 35ml από το εμπορικό σκεύασμα σε μια άλλη δεξαμενή.

#### **2.4. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΧΟΥΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ**

Η παρασκευή των χουμικών παραγόντων είναι μια πολύπλοκη εργασία η οποία πρέπει να γίνεται με πολύ προσοχή.

Για την παρασκευή των χουμικών παραγόντων από compost φύλλων ελιάς ζυγίζονταν 10kg από compost φύλλων ελιάς και τοποθετούνταν σε μεγάλο δοχείο μαζί με 50 λίτρα νερό, γίνονταν εκχύλιση με 0,2 NaOH. Με προσθήκη  $H_3PO_4$  το υπερκείμενο ρυθμίζονταν το pH στο 4,53.

Το ίζημα αυτό σουρώνονταν ώστε να φύγουν κάποιες ουσίες οι οποίες υπήρχαν στον πάτο του δοχείου.

Μετά το πέρας των παραπάνω εργασιών τοποθετούνταν 20ml από το ίζημα σε δύο κάψες οι οποίες έμπαιναν σε θερμοθάλαμο στους  $104^{\circ}C$  για 24h.



Μετά τις 24h οι κάψες έμπαιναν σε πυραντήριο στους 400°C. Η διαδικασία αυτή γινόταν ώστε να βρεθεί η ξηρή ουσία του υλικού.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ποσότητα ξηρής ουσίας από Compost φύλλων ελιάς μετά από την διαδικασία ξηρανσής τους.

	<b>Κάψα</b>	<b>Κάψα + Ξηρή Ουσία</b>	<b>Ξηρή Ουσία</b>
<b>Φ.Ε. 1</b>	65,7585	66,9004	1,1419
<b>Φ.Ε. 2</b>	77,2080	78,2599	1,0519
<b>Μ.Ο.</b>			1,0969

Όταν υπολογίζονταν η ξηρή ουσία τότε μέρος από το ίζημα έμπαινε σε πιατάκια από γλάστρες σε μη σκιερό μέρος μέσα στο θερμοκήπιο ώστε να ξηραθεί. Όταν ξεραίνονταν το ίζημα αυτό γινόταν σκόνη η οποία αποθηκευόταν για μελλοντική χρήση. Η ποσότητα των χουμικών που έμπαινε σε κάθε επέμβαση ήταν 140ml από τα χουμικά οξέα των φύλλων ελιάς και 35ml από τα χουμικά του εμπορίου (με 5% χουμικά).

#### **2.5,ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ**

Όταν τα νεαρά φυτάρια έφτασαν σε ύψος τα 15cm προχωρήσαμε στην στήριξή τους, η οποία έγινε με υδρόφοβο σπάγκο ώστε να μην συγκρατεί υγρασία η οποία βοηθάει την ανάπτυξη μυκήτων.



Εικόνα 1:Γενική άποψη των φυτών μετά τη στήριξή τους

Η στήριξη των φυτών έγινε ως εξής:

Με την μία άκρη του σπάγκου δημιουργούμε θηλιά την οποία περνάμε γύρω από τον βλαστό κάτω από το πρώτο φύλλο και την άλλη άκρη την δένουμε σ' ένα σύρμα το οποίο περνάει πάνω από τις σειρές σε ύψος 2m. Η παραπάνω εργασία έγινε με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην προκαλέσουμε ζημιά στα φυτά, όπως ξερίζωμα ή σπάσιμο του βλαστού.

Επίσης στα φυτά ακολουθήθηκε το ακόλουθο σύστημα κλαδέματος.

Μέχρι το φυτό να φθάσει γύρω στους 50 πόντους αφαιρέθηκαν όλοι οι πλάγιοι βλαστοί, τα άνθη και οι καρποί αφήνοντας μόνο τα φύλλα. Από τους 50 πόντους και πάνω αφαιρέθηκαν οι πλάγιοι βλαστοί να αναπτύσσονται κορφολογώντας τους μετά το δεύτερο φύλλο. Όταν το φυτό έφτασε σε ύψος τα 2 m δηλαδή το οριζόντιο σύρμα τότε το κορφολογήθηκε ώστε να σταματήσει η ανάπτυξή του σε ύψος και να μπορέσει να θρέψει τους καρπούς.



Εικόνα 2:Γενική άποψη των φυτών μετά την εγκατάστασή τους

## 2.6, ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 72 φυτά αγγουριού.

Στο πείραμα υπήρχαν 3 επεμβάσεις.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ 1: χρήση χουμικών παραγόντων από Φ.Ε.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ 2: χρήση χουμικών παραγόντων εμπορίου.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ 3: μάρτηρας

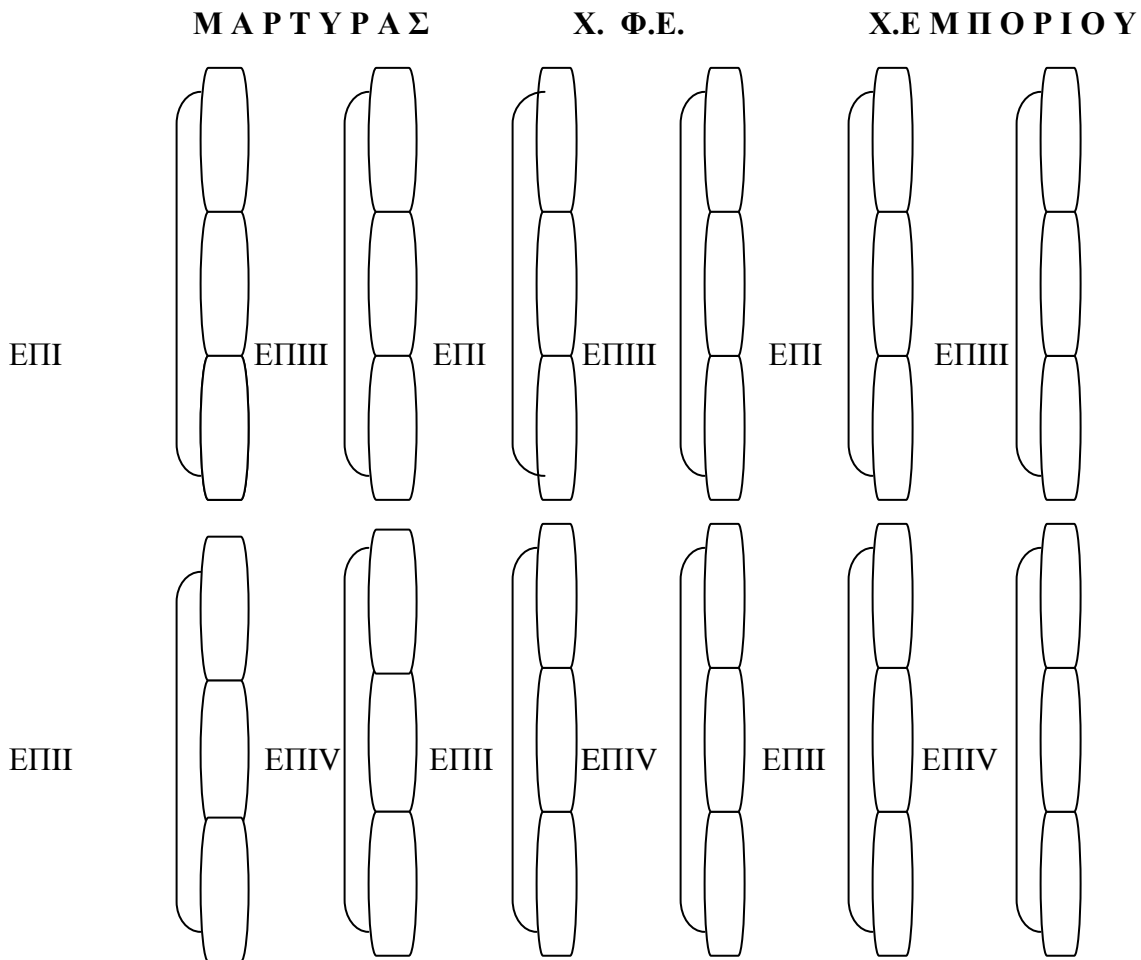
Σε κάθε επέμβαση υπήρχαν 4 επαναλήψεις και σε κάθε επανάληψη

συμμετείχαν 6 φυτά άρα είχαμε:

**6 φυτά x 4 επαναλήψεις x 3 επεμβάσεις =72 φυτά συνολικά**

### ΣΧΕΔΙΟ 1

Πειραματικό σχέδιο υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού



### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως το πείραμα είχε ως σκοπό την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ του μάρτυρα, των φυτών με τα χουμικά εμπορίου και των φυτών με τους χουμικούς παράγοντες, οι οποίοι παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο από compost φύλλων ελιάς. Η σύγκριση γινόταν ώστε να δούμε ποιο από τα τρία έδινε τα καλύτερα αποτελέσματα, μετρώντας τον αριθμό και το βάρος των καρπών.

Επίσης μετράγαμε και σημειώναμε τους μη εμπορεύσιμους καρπούς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω της έλλειψης χουμικών από το εργαστήριο η επέμβαση στα φυτά με τα χουμικά καθυστέρησε και έγινε στις 10/6/1999 κι εφ' όσον είχαν γίνει οκτώ συγκομιδές πιο πριν.

Εδώ είναι σημαντικό να τονισθεί ότι τα αποτελέσματα θα ήταν ακόμα καλύτερα εάν η πρώτη συγκομιδή είχε πραγματοποιηθεί τον κατάλληλο καιρό. Η πρώτη συγκομιδή καθυστέρησε, με αποτέλεσμα να έχουμε περισσότερους καρπούς και με μεγαλύτερο βάρος απ' ότι θα ήταν το φυσιολογικό. Βέβαια αυτό δεν είχε καμμία επίδραση στα αποτελέσματα των επεμβάσεων, καθώς δεν είχε ακόμα συντελεστεί η οποιαδήποτε επέμβαση με χουμικά.

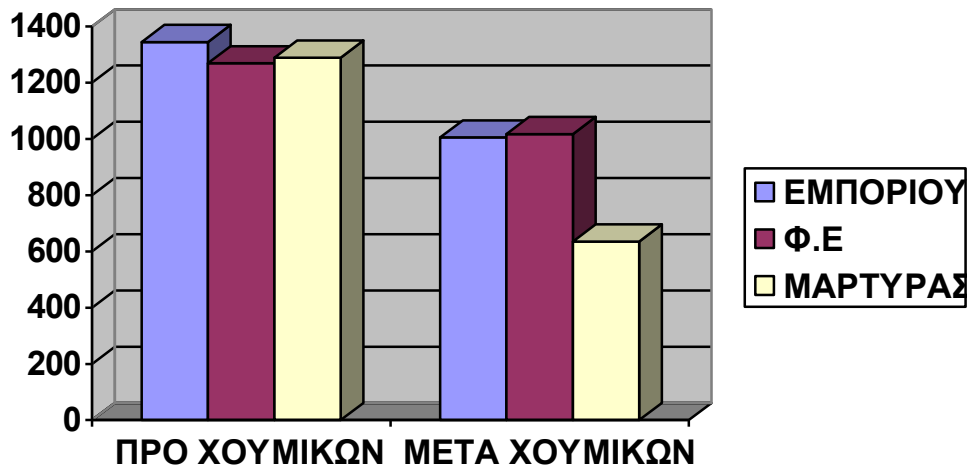
Η πρώτη συγκομιδή έγινε στις 18/05/1999. Συνολικά έγιναν 18 συγκομιδές οκτώ άνευ χουμικών και δέκα με χουμικά.

Παρακάτω στον Πίνακα I και στο ιστόγραμμα 1 θα δούμε το βάρος των καρπών ανά φυτό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού ώστε να γίνουν πιο κατανοητά τα αποτελέσματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:Βάρος καρπών ανά φυτό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</u>	<u>ΠΡΙΝ</u>					<u>ΜΕΤΑ</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Μ.Ο.</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Μ.Ο.</u>
<u>Εμπορίου</u>	1746.7	1247.2	1188.5	1196.8	1344.8	1005	879.4	1006.8	1130.3	1005.4
<u>Φ.Ε.</u>	1193.2	1229.1	1423.2	1230	1268.9	1130.3	1010.3	832.4	1095.5	1017.1
<u>Μάρτυρας</u>	1336.3	1179.7	1444.6	1193.7	1288.6	696.5	597.1	728.2	520.15	635.5

**ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 1**  
**ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ**  
**ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ**

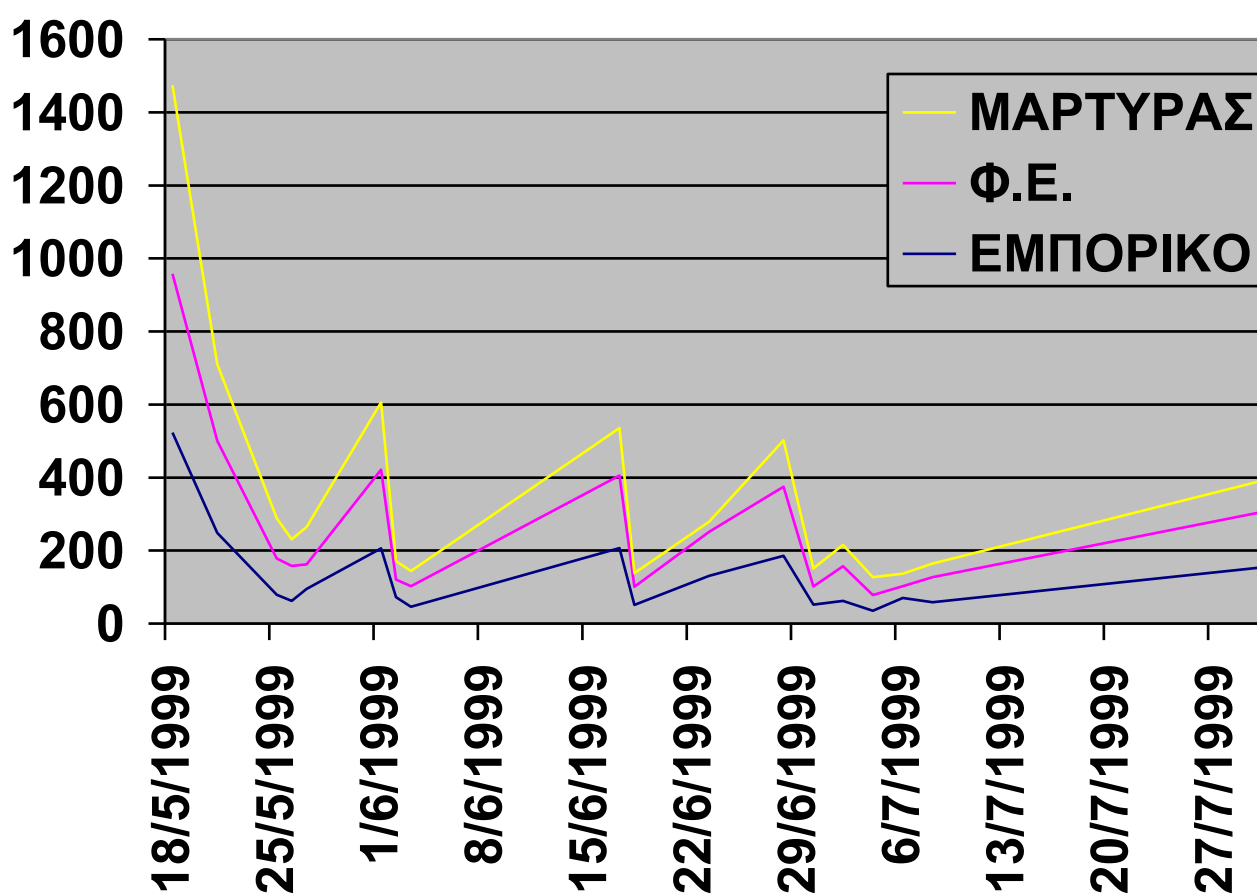


Στον παραπάνω πίνακα και ιστόγραμμα βλέπουμε ότι η ανάπτυξη των φυτών όσο αφορά το βάρος των καρπών ανά φυτό δεν είχε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Μετά τη χρήση χουμικών παραγόντων βλέπουμε ότι υπήρξε μεγάλη διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε ότι το βάρος των καρπών ανά αυτών στις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν χουμικοί παράγοντες ήταν πολύ μεγαλύτερο από αυτό του μαρτύρα. Βλέπουμε δηλαδή τη θετική επίδραση της χρήσης χουμικών παραγόντων στην επίδραση των φυτών. Μεταξύ των δύο επεμβάσεων με τους χουμικούς παράγοντες δηλαδή του εμπορίου και των χουμικών παραγόντων από φύλα ελιάς φαίνεται μια μικρή αριθμητική υπεροχή των φύλων ελιάς χωρίς όμως να μπορούμε να πούμε αν αυτή είναι στατιστικώς μεγαλύτερη.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2:

Χρονική κατανομή του μέσου όρου Βάρους Καρπών / Φυτό σε  
Υδροπονική Καλλιέργεια Αγγουριάς

	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΟ	Φ.Ε.	ΜΑΡΤΥΡΑΣ
ΑΝΕΥ ΧΟΥΜΙΚΩΝ	18/05/99	522,87	434,68	516,75
	21/05/99	248,64	251,56	210,26
	25/05/99	79,04	98,89	110,65
	26/05/99	62,18	95,84	72,98
	27/05/99	94,82	67,60	102,06
	01/06/99	206,22	215,34	183,93
	02/06/99	72,67	48,11	50,53
	03/06/99	45,71	56,82	41,49
ΜΕΤΑ ΧΟΥΜΙΚΩΝ	17/06/99	206,66	198,96	130,12
	18/06/99	50,85	49,82	37,06
	23/06/99	131,00	120,65	27,13
	28/06/99	185,59	189,19	127,41
	30/06/99	51,80	49,55	49,72
	02/07/99	62,14	95,28	58,17
	04/07/99	35,19	42,79	48,83
	06/07/99	69,79	32,51	34,64
	08/07/99	58,77	68,54	36,89
	30/07/99	153,63	151,17	85,49



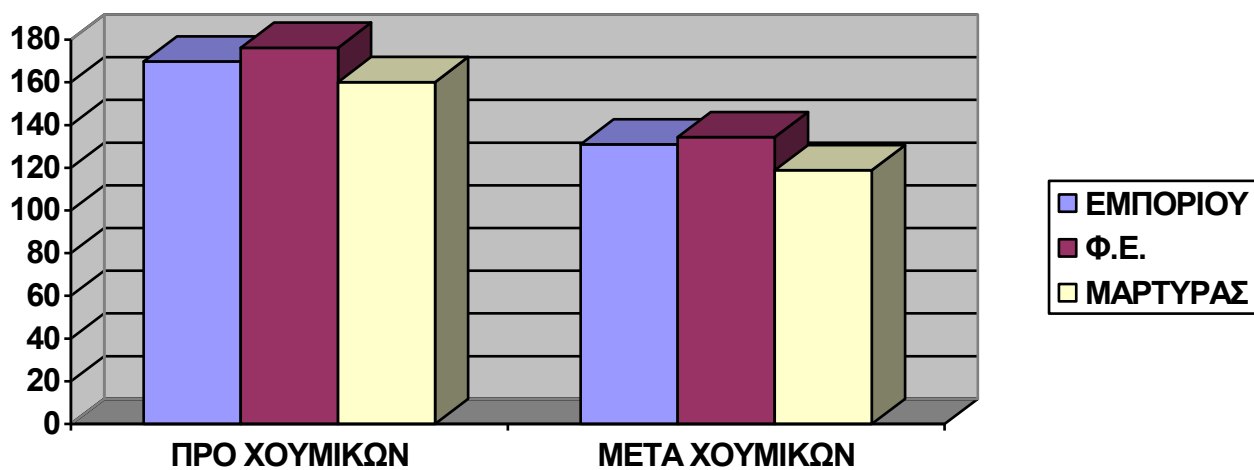
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1:Χρονική κατανομή του μέσου όρου βάρους καρπών/φυτό σε υδροπονική καλλιέργεια αγγουριάς

Παρακάτω στον πίνακα 3 και στο ιστόγραμμα 2 θα δούμε το βάρος ανά καρπό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Βάρος ανά καρπό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</u>	<u>ΠΡΙΝ</u>					<u>ΜΕΤΑ</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Μ.Ο.</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Μ.Ο.</u>
<u>Εμπορίου</u>	174,7	164,1	156,3	184,1	169,8	150	122,1	129,1	122,8	131
<u>Φ.Ε.</u>	165,7	211,9	165,5	161,8	176,2	146,8	134,7	115,6	140,4	134,3
<u>Μάρτυρας</u>	155,4	157,3	152,1	175,5	160,1	124,4	114,8	125,5	110,7	118,8

ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 2: Βάρος ανά καρπό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού

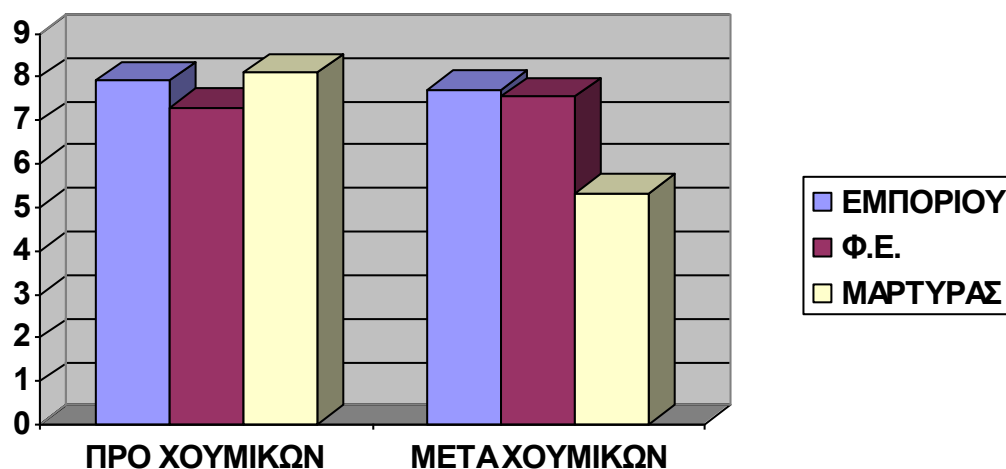




ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Αριθμός καρπών ανά φυτό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</u>	<u>ΠΡΙΝ</u>					<u>ΜΕΤΑ</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>M.O.</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>M.O.</u>
<u>Εμπορίου</u>	10	7,6	7,6	6,5	7,92	6,7	7,2	7,8	9,2	7,72
<u>Φ.Ε.</u>	7,2	5,8	8,6	7,6	7,3	7,7	7,5	7,2	7,8	7,55
<u>Μάρτυρας</u>	8,6	7,5	9,5	6,8	8,1	5,6	5,2	5,8	4,7	5,32

Ιστογράμμα 3: Αριθμός καρπών ανά φυτό υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού



Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες και ιστογράμματα με τον αριθμό καρπών ανά φυτό και το βάρος ανά καρπό, η παραγωγή των φυτών που δέχτηκαν την επέμβαση με χουμικούς παράγοντες ήταν καλύτερη από αυτή του μάρτυρα. Μεταξύ των επεμβάσεων με Χ.Π. εμπορίου και αυτών από φύλα ελιάς υπήρχε πολύ μικρή διαφορά που δεν μπορούμε να πούμε αν αυτή είναι στατιστικώς αποδεκτή.

#### **4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Όπως βλέπουμε στους πίνακες που προηγήθηκαν, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά καλά αφού μπορέσαμε να δούμε τις ευεργετικές επιπτώσεις που είχαν τα χουμικά οξέα για τα φυτά παρότι η γενική απόδοση των φυτών δεν ήταν ικανοποιητική.

Βλέπουμε μια μεγάλη αύξηση στον αριθμό και το βάρος των καρπών ανά φυτό από τη στιγμή που μπήκαν τα χουμικά σε σχέση ειδικά με τον μάρτυρα ο οποίος παρουσίασε πολύ μεγάλη διαφορά στις αντίστοιχες κατηγορίες.

Όπως καταλαβαίνουμε με τα παραπάνω η επέμβαση με τα χουμικά οξέα αυξάνει την παραγωγικότητα των φυτών (βάρος, αριθμό καρπών). Τα χουμικά οξέα τα οποία έγιναν από compost φύλλων ελιάς έδειξαν ελαφρά καλύτερα αποτελέσματα από τα χουμικά οξέα του εμπορίου χωρίς όμως να μπορούμε να πούμε ότι η διαφορά αυτή είναι στατιστικώς αποδεκτή. Για να μπορέσουμε να επιβεβαιώσουμε την καταλληλότητα και τις ευεργετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών από τη χρήση χουμικών παραγόντων από φύλα ελιάς χρειάζονται περαιτέρω πειραματικές εργασίες. Το πρόβλημα είναι το κατά πόσο είναι εύκολη για έναν καλλιεργητή η παρασκευή χουμικών οξέων από compost. Η απάντηση του προβλήματος είναι ότι η παρασκευή είναι πολύ δύσκολη, θα τολμούσα να πω απαγορευτική. Διότι η παρασκευή χουμικών οξέων χρειάζεται άκρος εξειδικευμένο προσωπικό και μεγάλο κόστος παραγωγής, μόνο μεγάλες βιομηχανικές μονάδες θα μπορούσαν να αντέξουν το κόστος παραγωγής και με καλό management να προωθήσουν το παραγόμενο προϊόν στην αγορά.

Τέλος θα ήταν καλό να μάθουν οι παραγωγοί να χρησιμοποιούν τα χουμικά οξέα στην καλλιέργειά τους με απώτερο αποτέλεσμα να μειώσουν την χρήση των χημικών λιπασμάτων τα οποία συσσωρεύονται στο έδαφος και μετά από κάποια χρόνια το κάνουν ακατάλληλο για τις καλλιέργειες.

