

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΘΕΚΑ



**Πτυχιακή εργασία**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ  
ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ  
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

**ΑΡΑΝΙΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Καλαμάτα 2014

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΘΕΚΑ

## **Πτυχιακή εργασία**

**Μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού  
και του υποστρώματος στην ανάπτυξη,  
παραγωγή και ποιότητα της τομάτας σε  
υδροπονική καλλιέργεια**

**ΑΡΑΝΙΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Επιβλέπων Καθηγητής  
Αναστάσιος Κώτσιρας

Καλαμάτα 2014

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Αρανίτης Γεώργιος, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα ΒΙΟΘΕΚΑ του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους καθηγητές μου Κώτσιρα Αναστάσιο και Μουρούτογλου Χρήστο, για την πολύτιμη βοήθειά τους ως προς την διεκπεραίωση της πτυχιακής μου εργασίας. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου, Αρανίτη Δημήτριο για την πολύτιμη βοήθειά του για τη συμμετοχή του στο τεχνικό κομμάτι του πειράματος και τη λήψη των μετρήσεων.

# **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΑ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

#### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

#### 2.1 Βοτανική Ταξινόμηση

#### 2.2 Ιστορικό-Καταγωγή

#### 2.3 Βοτανικά Χαρακτηριστικά-Μορφολογία

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

#### ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ

#### 3.1 Σημασία

#### 3.2 Τεχνικές εμβολιασμού

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

#### ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

#### 4.1 Ορισμός-Ιστορική αναδρομή

#### 4.2 Πλεονεκτήματα

#### 4.3 Μειονεκτήματα

#### 4.4 Ανοιχτό σύστημα Υδροπονίας

#### 4.5 Κλειστό σύστημα Υδροπονίας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ**

5.1 Πετροβάμβακας (Grodan)

5.2 Περλίτης

5.3 Κοκκοφοίνικας (cocosoil)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

6.1 Θερμοκρασία του αέρα

6.2 Σχετική υγρασία αέρα-εξαερισμός θερμοκηπίου

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

7.1 Απαιτούμενα Υλικά

7.2 Συσκευές-Εργαλεία

7.3 Πορεία Εργασίας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

8.1 Μετρήσεις-Αποτελέσματα

8.2 Συμπεράσματα

## **Βιβλιογραφία**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο την μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού και του υποστρώματος στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα της τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή έχει ως στόχο τη σύγκριση της παραγωγής τομάτας ανάμεσα σε αυτόριζα και εμβολιασμένα φυτά χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά είδη υποστρωμάτων. Τα υποστρώματα αυτά είναι ο περλίτης, το grodan και ο κοκοφοίνικας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τα βοτανικά χαρακτηριστικά της τομάτας και την καταγωγή της .

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον εμβολιασμό της τομάτας και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία για τα συστήματα υδροπονίας καθώς και τα πλεονεκτήματά και τα μειονεκτήματά τους ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο παραθέτονται στοιχεία για τα υποστρώματα του περλίτη, του grodan και του κοκοφοίνικα.

Στο έκτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται περιγραφή των βασικών παραμέτρων του θερμοκηπίου.

Τέλος στα κεφάλαια επτά και οχτώ παρουσιάζεται αναλυτικά η πορεία εργασίας του πειράματος και αναλύονται τα αποτελέσματά του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Βοτανική Ταξινόμηση

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae, στο γένος *Lycopersicum* και στο είδος *Esculentum*.

Το γένος *Lycopersicum* είναι ένα σχετικά μικρό γένος της οικογένειας Solanaceae. Η καλλιεργούμενη τομάτα αναφέρεται συνήθως ως *Lycopersicum esculentum*, αλλά επίσης χρησιμοποιούνται και τα εναλλακτικά ονόματα *Solanum lycopersicon* και *Lycopersicum lycopersicum*. Οι καρποί από διάφορα συγγενή είδη του γένους (*L. pimpinellifolium*, *hirsutum*, *chilense*, *lycopersicoidew*, *peruvianum*, *pennellii* etc.) δεν τρώγονται αλλά αυτά τα είδη αποτελούν δεξαμενή γονιδίων για βελτίωση (ειδικά για αντίσταση σε εχθρούς και ασθένειες) των καλλιεργούμενων ποικιλιών.

### 2.2 Ιστορικό-Καταγωγή

Οι πληροφορίες σχετικά με την καταγωγή της τομάτας ήταν συγκεχυμένες. Αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, όμως με τις πληροφορίες (ιστορικές, αρχαιολογικές, εθνοβοτανικές) που έδωσε ο Jenkins (1948), αργότερα έγινε αποδεκτό ότι χώρα καταγωγής της καλλιεργούμενης τομάτας είναι το Μεξικό και μάλιστα η περιοχή Vera Cruz-Puebla, απ' όπου αρχικά μεταφέρθηκε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα στην Ευρώπη και στη συνέχεια διασκορπίστηκε σε αρκετές περιοχές της γης. Είναι γνωστοί οι φόβοι που επικρατούσαν μέχρι τον 20<sup>ο</sup> αιώνα στις περιοχές της Μεσογείου, της Β.Ευρώπης και στην Β.Αμερική, ότι οι τομάτες περιέχουν ουσίες τοξικές, γεγονός που εμπόδιζε την κατανάλωση. Οι φόβοι αυτοί οφείλονταν στην παρουσία δηλητηριωδών γλυκοαλκαλοειδών στα φύλλα και τους καρπούς άλλων μελών της ίδιας οικογένειας (Solanaceae). Αυτό ξεπεράστηκε στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα και απά τότε η κατανάλωση της τομάτας αυξήθηκε σημαντικά (Ολύμπιος, 2001). Στην Ελλάδα η εισαγωγή της τομάτας έγινε στην Αθήνα το 1918 ως κηπευτική



καλλιέργεια. Ως βιομηχανική πρώτη ύλη χρησιμοποιήθηκε μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο στα Δωδεκάνησα και τη Νότια Ελλάδα. Η μεγάλη επέκταση της καλλιέργειας άρχισε μετά το 1960 και κυρίως το 1975 με τη δημιουργία βιομηχανικών μονάδων για παραγωγή τοματοπολτού, αποφλοιωμένης τομάτας και άλλων παραγώγων (Αγγίδης, 1996).

Οι λόγοι που καθιστού την τομάτα δημοφιλές λαχανικό είναι πολλοί. Οι σπουδαιότεροι είναι ότι εφοδιάζει τον οργανισμό με βιταμίνες (ιδίως με βιταμίνη C), έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα, γεγονός που την καθιστά αρεστή στη διατροφή. Ποικιλίες της έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλίματος, αν και θα πρέπει να τονιστεί ότι το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση. Σήμερα η καλλιέργεια της τομάτας εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι και μερικές μοίρες από τον αρκτικό κύκλο και στις μεν περιοχές όπου η διάρκεια της θερμής περιόδου το επιτρέπει, η τομάτα καλλιεργείται στο ύπαιθρο, ενώ σε άλλες περιοχές και σε περιόδους «εκτός εποχής» καλλιεργείται σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές υπό προστασία.

Η μορφή καλλιέργειας της τομάτας ποικίλει από την εκτατική (μεγάλες εκτάσεις σε γραμμική καλλιέργεια πλήρως μηχανοποιημένη, με εφάπαξ συγκομιδή με μηχανικά μέσα) έως την εντατική (καλλιέργεια σε θερμοκήπια, υποστύλωση, κλάδεμα, επαναλαμβανόμενη συγκομιδή με το χέρι). Σε διεθνή κλίμακα, η καλλιέργεια της τομάτας καταλαμβάνει την Τρίτη σε έκταση θέση μετά την πατάτα και τη γλυκοπατάτα, ενώ στην Ελλάδα η επιτραπέζια τομάτα καταλαμβάνει τη δεύτερη σε έκταση θέση μετά την πατάτα. Σήμερα η τομάτα παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στη διατροφή, κυρίως των Μεσογειακών λαών. Καλλιεργείται για το καρπό της, Ο οποίος καταναλώνεται ώριμος, νωπός, αποξηραμένος, σε άλμη, ακέραιος ή σε πολτό. Ακόμη και άωροι καρποί (τοξικοί εάν καταναλωθούν νωποί) συντηρούνται σε άλμη και ξύδι (Ολύμπιος, 2001).

## 2.3 Βοτανικά Χαρακτηριστικά-Μορφολογία

Η τομάτα (*Lycopersicon esculentum*). μπορεί να φτάσει σε ύψος ακόμα και τα 10 μέτρα, όμως συνήθως διατηρείται σε ένα ύψος 1 – 1,5 μέτρα.

Δημιουργεί πλούσιο και σχετικά βαθύ ριζικό σύστημα, που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 75 εκατοστά.

Συνήθως σχηματίζει πολλούς βλαστούς που στα πρώτα στάδια είναι τρυφεροί και ευαίσθητοι, αλλά μετά γίνονται πιο σκληροί και ανθεκτικοί, χωρίς να ξυλοποιούνται.

Τα φύλλα της τομάτας αναπτύσσονται πάνω στο στέλεχος, είναι σύνθετα κι αποτελούνται συνήθως από 7 έως 9 απλά. Τα χαρακτηριστικά των φύλλων προσδιορίζονται από την ποικιλία και διαφοροποιούνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις μεθόδους καλλιέργειας. Στη μασχάλη κάθε φύλλου αναπτύσσεται ένας βλαστός που εξελίσσεται σε κανονικό στέλεχος με φύλλα, άνθη και καρπούς. Οι ταξιανθίες είναι απλές, διπλές ή διακλαδισμένες κι εμφανίζονται στο βλαστό με συχνότητα μία ανά κάθε γόνατο. Η άνθηση δεν είναι σύγχρονη με εξαίρεση κάποιες βιομηχανικές ποικιλίες. Τα άνθη της τομάτας είναι συνληθως ερμαφρόδιτα και φέορυν 6 πέταλα και πέντε στήμονες. Κάθε ταξιανθία φέρει συνληθως 4-8 άνθη και κάθε φυτό μπορεί να παράγει μέχρι και 20 ταξιανθίες κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου για τις επιτραπέζιες ποικιλίες. Ο καρπός είναι ράγα με 2-25 καρπόφυλλα στα οποία υπάρχει ζελατινώδης πλακούντας. Εντός των ωοθηλακικών χώρων και βυθισμένοι στην πλακουντική βλέννα βρίσκονται οι σπόροι, περισσότερο ή λιγότερο πολυάριθμοι, ανάλογα με την ποικιλία που ανήκουν. Οι ώριμοι σπόροι έχουν σχήμα ωοειδές και είναι πλευρικά πεπλατυσμένοι.

Το σχήμα του καρπού είναι στρογγυλό, επίμηκες ή απιοειδές και το βάρος στις επιτραπέζιες ποικιλίες κυμαίνεται περί των 150-300 γραμμρίων. Η σάρκα του καρπού σχηματίζεται από τα τοιχώματα της συνήθως δίχωρης ωοθήκης, είναι αρκετά πλούσια σε χυμό κι αποτελεί την πρώτη ύλη της κονσερβοβιομηχανίας. Ο χυμός έχει ένα ξηρό υπόλειμμα που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 8% και η σύνθεσή του διαμορφώνεται γενικά ως εξής: αναγωνικά ζάχαρα (55%), τέφρα (10%), αζωτούχες ουσίες (10%), κυτταρίνη (9%), ελεύθερα οξές (9%), μη αζωτούχα εκχυλίσματα (7%).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

#### 3.1 Σημασία

Με τον εμβολιασμό επιδιώκουμε τη μεγαλύτερη αντοχή του φυτού σε ασθένειες (βακτηριολογικές, μυκητολογικές) και σε ακραίες εδαφο-κλιματικές συνθήκες. Επιπλέον αποσκοπούμε στην περισσότερη και ποιοτικότερη παραγωγή του φυτού.

#### 3.2 Τεχνικές εμβολιασμού

Οι τεχνικές εμβολιασμού που χρησιμοποιούνται είναι δύο, με *προσέγγιση* και με *σφήνα στην κορυφή*.

##### Εμβολιασμός με προσέγγιση

Ο εμβολιασμός με προσέγγιση γίνεται με τη διενέργεια δύο αντίθετων λοξών τομών (μία στο υποκειμένο και μία στο εμβόλιο) που φτάνουν μέχρι το κέντρο του βλαστού και σε ύψος περίπου 5 cm από το λαιμό.

Η ένωση εμβολίου και υποκειμένου γίνεται με την είσοδο της γλωσσίδας του εμβολίου στη σχισμή του υποκειμένου και το δέσιμο της ένωσης με πλαστική ταινία.

Ύστερα τα φυτά μεταφέρονται σε σκιερό μέρος και η θερμοκρασία του αέρα διατηρείται σταθερή μέρα και νύχτα στους 20-23 C.

Δύο με τρεις εβδομάδες μετά τη διενέργεια του εμβολιασμού κόβεται η ρίζα του εμβολίου και το πάνω από το σημείο εμβολιασμού τμήμα του βλαστού του υποκειμένου.

Η συγκόλληση των ιστών έχει αποκατασταθεί και ισχυροποιηθεί και λίγες μέρες αργότερα τα φυτά μπορούν να μεταφυτευτούν στην οριστική τους θέση.

### Εμβολιασμός με σφήνα στην κορυφή

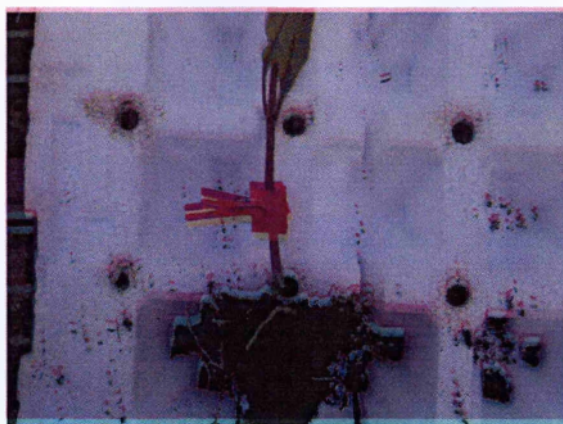
Κατά τον εμβολιασμό με σφήνα στην κορυφή ο βλαστός του υποκειμένου στο σημείο εμβολιασμού τέμνεται σε σχήμα V με δύο λοξές τομές που συγκλίνουν στο κέντρο.



Εικόνα 1: Τομή στο βλαστό εμβολίου.



Εικόνα 2: Τομή σε βλαστό υποκειμένου.



Εικόνα 3: Ένωση εμβολίου-υποκειμένου.

Αντιθέτως ο βλαστός του εμβολίου τέμνεται σε σχήμα σφήνας. Η σφήνα του εμβολίου εισέρχεται στην κοιλότητα V του υποκειμένου και το σημείο της ένωσης πιάνεται με μανταλάκι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

#### 4.1 Ορισμός-Ιστορική αναδρομή

Με την ευρεία έννοια του όρου, υδροπονία (Hydroponics) ή καλλιέργεια εκτός εδάφους (Soiless Culture) είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους (Μαυρογιαννόπουλος, 1994). Ονομάζεται επίσης και υδροκαλλιέργεια (στα αγγλικά water culture και hydroculture), χημική καλλιέργεια, τεχνητή καλλιέργεια κλπ., όμως επικρατεί στις μέρες μας η έννοια της ‘υδροπονίας’. Σήμερα, η υδροπονία επεκτείνεται συνεχώς και δίνει τη δυνατότητα παραγωγής προϊόντων καλής ποιότητας, ακόμη και σε περιοχές όπου το έδαφος δεν είναι κατάλληλο για καλλιέργεια (πολύ αλατούχα εδάφη, πολύ συνεκτικά κλπ.), ή όπου το νερό ή άλλες συνθήκες είναι περιοριστικός παράγοντας (Λιονουδάκης, 2006, Τζωρτζάκης, 2008).

Υδροπονία προέρχεται από δύο λέξεις, από το «ύδωρ», που σημαίνει νερό και το «πόνος», με την έννοια της εργασίας. Η υδροπονία είναι μια μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε σε στερεά υποστρώματα εμποτισμένα με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα είτε

απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά απορροφούν τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Η υδροπονία δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια καινούργια μέθοδος καλλιέργειας φυτών, αλλά είναι μια αρχαία μορφή γεωργίας που χρονολογείται στα 3.000 χρόνια. Όπως παρουσιάστηκε στο περιοδικό “Hydroponic Food Production” από τον Howard M. Resh (Resh, 1995; 1998): «Οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, οι πλεούμενοι κήποι των Ατζέκων στο Μεξικό και οι κήποι στην Κίνα είναι παραδείγματα υδροπονικών καλλιεργειών». Μάλιστα, οι Κήποι της Βαβυλώνας, γνωστοί και ως Κήποι της SEMIRAMIS, παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο ιστορικό ενδιαφέρον καθώς θεωρούνται ως ένα από τα επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου και έχουν μεγάλη ιστορική σημασία και ως προς την έναρξη της υδροπονίας. Οι Κρεμαστοί Κήποι λοιπόν, κατασκευάστηκαν από το βασιλιά Ναβουχοδονόσορ περίπου το 600 π.Χ. Η σύζυγος του, Amytis, καταγόταν από την Μήδεια, της οποίας οι άνθρωποι ήταν οι πρόγονοι των σύγχρονων Κούρδων. Η χώρα της Μήδειας ήταν ένας ορεινός τόπος, που περίπου αντιστοιχεί στην σημερινή περιοχή του Κουρδιστάν, του βόρειου Ιράν και του Αζερμπαϊτζάν. Το 13<sup>ο</sup> αιώνα οι MEXICA, ένας από τους ιθαγενείς λαούς που αργότερα αποτέλεσε την αυτοκρατορία των Ατζέκων του Μεξικού οικοδομούσε μια πόλη που ονομαζόταν Τενοτσιτλάν στις ακτές της λίμνης Texcoco. Γνωστή ως πόλη δίκτυο που περιελάμβανε ένα είδος συστήματος υδροπονικής εγκατάστασης στην οποία καλλιεργούνταν τα φυτά που ήταν στην επιφάνεια του νερού. Η σύγχρονη ιστορία της υδροπονίας στην πραγματικότητα αρχίζει στα 1627, όταν το δοκίμιο “Sylva Sylvarum” του Sir Francis Bacon δημοσιεύτηκε μετά θάνατον. Σε αυτό το βιβλίο, ο Bacon, ένας Άγγλος φιλόσοφος και σύγχρονος του Σαίξπηρ έγραψε για την καλλιέργεια των χερσαίων φυτών χωρίς χώμα. Αν και ο Bacon πέθανε πριν μπορέσουν οι θεωρίες του να διερευνηθούν, υποστήριξε πρώτος την ιδέα της νέας κουλτούρας για το νερό που καθιερώθηκε ως πεδίο της επιστημονικής μελέτης καθ’ όλη την υπολειπόμενη διάρκεια του 17<sup>ου</sup> αιώνα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, αλλά όπως θα διαπιστωθεί και στην συνέχεια, μπορεί να ειπωθεί ότι η έναρξη της υδροπονίας ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα έγινε περίπου τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και πολύ αργότερα, τον 20<sup>ο</sup> αιώνα περίπου, εξελίχθηκε σε μέθοδο παραγωγής και εμπορίου.

Την περίοδο του 1860 έως το 1900 στη Γερμανία, η υδροπονική καλλιέργεια αποτέλεσε ένα γενικά αποδεκτό εργαλείο έρευνας. Την ίδια περίοδο μάλιστα, οι Γερμανοί βοτανολόγοι Julius von Sachs και Wilhelm Knop τελειοποίησαν την πρώτη σειρά θρεπτικών διαλυμάτων για καλλιέργεια χωρίς χώμα, δηλαδή τη σύγχρονη υδροπονική κηπουρική. Η πυκνότητα των διαλυμάτων κυμαινόταν από 0,1 – 0,6%. Την εποχή αυτή, προσδιορίστηκαν επίσης 10 από τα αναγκαία ανόργανα στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών.

Μετά το 1900, δόθηκε προσοχή όχι μόνο στις χημικές ιδιότητες των στοιχείων, αλλά και στις φυσικές ιδιότητες του υποστρώματος ανάπτυξης αλλά και του περιβάλλοντος της ρίζας γενικά, όπως για παράδειγμα είναι η οσμωτική πίεση, η θερμοκρασία, το O<sub>2</sub> και το pH.

Το 1914, δημοσιεύτηκε μια ερευνητική εργασία από τον W.E Tottingham, που αφορούσε την ποσοτική σύνθεση των στοιχείων του διαλύματος και τη φυσιολογική τους επίδραση στο φυτό (συνολική συγκέντρωση 0,6% ή 2,5 Atm οσμωτική πίεση, με βάση το διάλυμα Knops). Το 1914-1920, ο Hoagland βρήκε ότι διαλύματα με οσμωτική πίεση από 0,48 έως 1,45% έδιναν πολύ καλό αποτέλεσμα, αρκεί να ανακατεύονταν συχνά. Την περίοδο αυτή όλες οι πειραματικές εργασίες γίνονταν σε υπόστρωμα άμμου (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

Το 1923, από εργασίες των A.L Bakke και L.W Erdman, αποδείχτηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών με υδροπονική μέθοδο ήταν πολύ καλύτερη από αυτήν του εδάφους. Στις ΗΠΑ και στη Β.Ευρώπη, το 1938 αποτελεί την έναρξη της εμπορικής εκμετάλλευσης της υδροπονικής καλλιέργειας, όπου αρκετοί καλλιεργητές από τις γύρω μεγάλες πόλεις ξεκίνησαν υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Γρήγορα όμως την εγκατέλειψαν εξαιτίας διάφορων τεχνικών προβλημάτων και λόγω της υψηλής τιμής των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούσαν.

Μία από τις πιθανές εφαρμογές της υδροπονίας που οδήγησε στην έρευνα, ήταν η καλλιέργεια νωπών προϊόντων στις άγονες περιοχές του πλανήτη. Αυτή η εφαρμογή

της υδροπονίας δοκιμάστηκε κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου, κυρίως για παραγωγικούς σκοπούς. Οι στρατιώτες που έμεναν στα άγονα νησιά του Ειρηνικού ωκεανού εφοδιάζονταν με νωπά προϊόντα που καλλιεργούσαν σε υδροπονικά συστήματα.

Το 1966, αναπτύχθηκε στη Μ. Βρετανία, από τον Α. Kooپر, η τεχνική καλλιέργειας σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT – Nutrient Film Technique ή Nutrient Flow Technique), που εξαπλώθηκε ραγδαία. Το 1976 πρωτοξεκίνησε πάλι στη Μ. Βρετανία η τεχνική καλλιέργειας με αδρανές υλικό τον πετροβάμβακα, που είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδος στη Β. Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες (Μαυρογιαννόπουλος, 1994) ενώ λόγω των προβλημάτων διαθεσιμότητας και αποσύνθεσης του πετροβάμβακα στο περιβάλλον, συχνά επανεξετάζεται η ευρεία χρήση του συγκεκριμένου υποστρώματος και η πιθανή αντικατάσταση του από αδρανή υποστρώματα (π.χ. περλίτης, ελαφρόπετρα), περισσότερο φιλικά στο περιβάλλον.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι στα τέλη του ίδιου αιώνα, η υδροπονία ενσωματώθηκε σε διαστημικό πρόγραμμα. Καθώς, η NASA, προσπαθεί να χτίσει διαστημικό σταθμό σε άλλο πλανήτη ή στο Φεγγάρι, η υδροπονία είναι η μόνη μέθοδος καλλιέργειας φυτών. Αυτή η έρευνα βέβαια, βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη (Ανώνυμος, 2009). Στις μέρες μας, χρησιμοποιούνται σε εμπορική κλίμακα, σ' όλο τον κόσμο, πάρα πολλά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας ή παραλλαγές αυτής. Πλέον, όχι μόνο οι επιστήμονες και οι αναλυτές που ασχολούνται με την υδροπονία, αλλά και απλοί παραδοσιακοί καλλιεργητές και πολλοί νέοι άνθρωποι άρχισαν να ελκύονται από τις αρετές της υδροπονικής καλλιέργειας.

Ακόμη, ο διεθνής οργανισμός International Society for Soilless Culture (ISOSC), με έδρα το Wageningen της Ολλανδίας, ασχολείται δραστήρια με το θέμα των υδροπονικών καλλιεργειών. Άλλωστε, τα τελευταία 50 χρόνια η μέθοδος της υδροπονικής καλλιέργειας έχει εφαρμοστεί στα περισσότερα σημαντικά ερευνητικά κέντρα λόγω της αξιοπιστίας της, της ακρίβειας της και του ευρύ φάσματος των εφαρμογών της. Χάρη στην υδροπονία έγιναν κατορθωτά τεράστια βήματα προόδου όσο αφορά τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών.



## 4.2 Πλεονεκτήματα

Οι θετικές πτυχές της υδροπονίας παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η αποφυγή των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κ.λπ.). Έτσι, συγχρόνως μειώνεται και το κόστος από την χρήση φυτοφαρμάκων για τον έλεγχο των παραπάνω. Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι προβλήματα με ορισμένα μεταδιδόμενα μέσω του εδάφους παθογόνα, όπως το πύθιο, η φυτόφθορα, το φουζάριο, κ.λπ. δεν είναι απίθανο να εμφανισθούν ακόμη και στις υδροπονικές καλλιέργειες, όταν δεν υπάρχει πλήρη απομόνωση του θρεπτικού διαλύματος (το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο) ή υποστρώματος (όχι καλή κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο) από το έδαφος. Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παρασίτων (IPM-Integrated Pest Management) εφαρμόζεται εκτός από τις υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες, και στις υδροπονικές καλλιέργειες, μειώνοντας την χρήση χημικών φυτοφαρμάκων και σκευασμάτων.
2. Εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας (όπως εφαρμόζονταν στο παρελθόν το βρωμιούχο μεθύλιο, και έχει πλέον αποσυρθεί) η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών.
3. Με το πέρασμα από το έδαφος στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω υπερεντατικής εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαριά ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κ.λπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.
4. Όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα

(ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) πάνω από 1-1,5 dS/m) η υδροπονία έχει καθοριστικό ρόλο για την καλλιέργεια, και είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχημένης αντιμετώπισης του προβλήματος. Ο έλεγχος της αγωγιμότητας και του pH μπορεί να γίνει με ακρίβεια, και σε περιπτώσεις αποκλίσεων από το επιθυμητό, οι διορθώσεις και οι παρεμβάσεις γίνονται άμεσα. Είναι γνωστά τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα φυτά που καλλιεργούνται στο χώμα λόγω της αδυναμίας ελέγχου των δυο αυτών σημαντικών παραμέτρων. Στις περισσότερες περιπτώσεις το εδαφικό pH είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα την εμφάνιση τροφοπενιών στα φυτά (π.χ. τροφοπενία σιδήρου κ.α.).

5. Με τις υδροπονικές καλλιέργειες υπάρχει μεγάλη διευκόλυνση αυτοματοποίησης της άρδευσης και της λίπανσης, που εξασφαλίζουν στον παραγωγό περισσότερο χρόνο να ασχοληθεί με εργασίες εξίσου σημαντικές με την παραγωγή, όπως είναι η εμπορεία, η καλύτερη εποπτεία και παρακολούθηση της καλλιέργειας, η συσκευασία κ.α.

6. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών είναι απόλυτα ελεγχόμενη με καλύτερη εποπτεία και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος ή σε περίπτωση έλλειψης κάποιου στοιχείου ή ασθένειας του φυτού. Αυτό συμβαίνει γιατί τα θρεπτικά διαλύματα ή οι χημικές επεμβάσεις που γίνονται είναι άμεσα προσλήψιμες από τα φυτά. Στην υδροπονία όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Κατά συνέπεια, μία σειρά από μεταβλητές του εδάφους που επηρεάζουν την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. η μηχανική σύσταση του εδάφους, η δομή του, η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα, κ.λπ. αλλά και άλλοι παράγοντες, όπως π.χ. αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας δεν ασκούν πλέον καμία επίδραση στην καλλιέργεια, με τελικό αποτέλεσμα, η ευκολότερη σχεδίαση ενός κατάλληλου σχήματος θρέψης των φυτών. Η σωστή θρέψη (ακριβής αναλογία στοιχείων), έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και αύξηση της απόδοσης παραγόμενου προϊόντος.

7. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT) επιφέρει σημαντική πρωιμότητα. Τα θρεπτικά

διαλύματα είναι ισορροπημένα με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι περισσότερο εύρωστα. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.

8. Υπάρχει επίσης μεγάλη εξοικονόμηση τόσο θρεπτικών στοιχείων όσο και νερού, καθώς περιορίζονται οι απώλειες από επιφανειακές διαρροές και απουσιάζει η βαθειά διείσδυση του

νερού στο έδαφος. Ζωτικής σημασίας η εξοικονόμηση υδάτινων πόρων, ειδικότερα σε μια εποχή ολοένα αυξανόμενης λειψυδρίας όπου ζούμε.

9. Η καλλιέργεια σε συστήματα υδροπονίας, απαλλάσσει τον καλλιεργητή από την μηχανική κατεργασία και διαχείριση του εδάφους (π.χ. όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση κ.λπ.).

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά, να δημιουργείται ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον για τον εργαζόμενο με την απομόνωση του εδάφους και συνεπώς την απουσία οσμών και σκόνης και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση και προγραμματισμός της νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης. Αυτή η τελευταία δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν το θερμοκήπιο αξιοποιείται όλο τον χρόνο με περισσότερες από μία καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος.

10. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15-20% υψηλότερες, συγκρινόμενες με καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη. Όταν όμως το έδαφος του θερμοκηπίου παρουσιάζει προβλήματα, όπως εδαφογενείς ασθένειες, κόπωση λόγω μονοκαλλιέργειας, χαμηλή γονιμότητα, αλατότητα, κ.λπ., τότε η αύξηση της παραγωγής που επιτυγχάνεται στην υδροπονία είναι υψηλότερη και όχι σπάνια μπορούν να ληφθούν διπλάσιες αποδόσεις.

11. Η αριστοποίηση της θρέψης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία αλλά και η αποφυγή μίας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη προαναφερθεί, έχει σαν συνέπεια τα παραγόμενα είδη στις υδροπονικές καλλιέργειες

να είναι καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, ομοιομορφία προϊόντος, καλύτερο χρώμα φυλλώματος κτλ).

12. Τέλος, τελευταίο στη σειρά αναφοράς αλλά όχι και σε σπουδαιότητα πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια πραγματοποιείται σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Χάρης στην δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν κάποιες ποσότητες στο περιβάλλον και το επιβαρύνουν. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές στις οποίες το πόσιμο νερό είναι επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος, με συνέπεια να μολύνεται εξαιτίας της έκλυσης ενός μέρους των λιπασμάτων όπως των αζωτούχων λιπασμάτων αυξάνοντας την περιεκτικότητα στο νερό σε νιτρικά ιόντα με σοβαρούς κινδύνους για την δημόσια υγεία.

### **4.3 Μειονεκτήματα**

Όμως, μια νέα μορφή καλλιέργειας φυτών, έχει και ορισμένα μειονεκτήματα:

1. Μια υδροπονική καλλιέργεια απαιτεί μεγάλη επένδυση κεφαλαίου με αυξημένο αρχικό κόστος εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας. Το κόστος αυτό συνίσταται κυρίως στη δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (στην περίπτωση που χρησιμοποιείται υπόστρωμα). Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι παράλληλα εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους. Επιπλέον, ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκειμένη περίπτωση, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος η υδροπονία χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς, ιδιότητα η οποία άλλοτε μεν αποτελεί πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο θετικό αποτέλεσμα) άλλοτε δε μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς). Είναι γενικότερα, ένα ιδιαίτερα ευαίσθητο σύστημα καλλιέργειας χωρίς μεγάλες ανοχές λαθών.

3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο, καθώς απαιτεί περισσότερες γνώσεις της φυσιολογίας των φυτών και της θρέψης τους. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο-γεωπόνο, η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός εφόσον έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και αν μολυνθούν κάποια φυτά η υπόλοιπη καλλιέργεια συνήθως δεν μολύνεται εφόσον αυτά απομακρυνθούν αμέσως από την υδροπονική εγκατάσταση. Η ύπαρξη μικρής ποσότητας μολύσματος (σπόρια, κ.λπ.) μέσα στο θρεπτικό διάλυμα δεν οδηγεί αυτόματα στην προσβολή των υπολοίπων φυτών εφόσον δεν συντρέχουν και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις, όπως η ύπαρξη πληγών στις ρίζες, κ.λπ. Άλλωστε η έγκαιρη εφαρμογή ενός ριζοποτίσματος αμέσως μόλις διαγνωσθεί έστω και σε ένα μόνο φυτό ασθένεια, συνήθως μειώνει ακόμη περισσότερο τις πιθανότητες μίας εκτεταμένης προσβολής λόγω μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Παρόλα αυτά, ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης τυχόν μολύνσεων δεν θα πρέπει να αγνοείται και γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα, το διάλυμα που συλλέγεται ως απορροή μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, πριν ανακυκλωθεί, είναι σκόπιμο να απολυμαίνεται (π.χ. σύστημα UV).

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός

ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές, ενώ χορήγηση μαγνησίου συνηθίζεται και στις καλλιέργειες εδάφους, ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Επίσης οι χορηγούμενες στην υδροπονία ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου σε γενικές γραμμές δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ποσότητες που απαιτούνται σε μία καλλιέργεια εδάφους, δεδομένου ότι και στις δύο περιπτώσεις ισχύει η γενική αρχή ότι οι προστιθέμενες ποσότητες θα πρέπει να ισούνται με το ύψος της κατανάλωσης από τα φυτά συν τις απώλειες μέσω έκπλυσης, ακινητοποίησης, κλπ. Επομένως, στην πραγματικότητα, οι μόνες άξιες λόγου ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες ειδικά στις υδροπονικές καλλιέργειες, ενώ στο έδαφος εξοικονομούνται, είναι αυτές που αφορούν τα λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιαλυτό νιτρικό ασβέστιο). Όμως και οι ποσότητες λιπασμάτων ασβεστίου που απαιτούνται, συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες γιατί, στις περισσότερες περιπτώσεις, το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων περιέχει ασβέστιο σε σημαντικές συγκεντρώσεις.

Στην πραγματικότητα, υπαρκτό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνο σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας.

Λαμβάνοντας λοιπόν, υπόψιν όλα τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι η υδροπονία μπορεί να δώσει πραγματικά ουσιαστικές λύσεις στο σύγχρονο περιβάλλον που διαμορφώνεται. Δεν θα πρέπει όμως να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι η υδροπονία από μόνη της θα δώσει στον παραγωγό το επιθυμητό αποτέλεσμα. Χρειάζεται και η επιμέλεια του παραγωγού – επιχειρηματία, η εξοικείωση του με τα διάφορα συστήματα και η ακριβής εφαρμογή των κανόνων που πρέπει να εφαρμόζονται, και σαφώς απαιτείται η καλή συνεργασία με τους ειδικούς που γνωρίζουν και διαθέτουν την κατάλληλη τεχνογνωσία.

## 4.4 Ανοικτό σύστημα Υδροπονίας

Τα ανοικτά συστήματα είναι τα πιο απλά και χρονολογικά τα πρώτα που αναπτύχθηκαν. Έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Στα συστήματα αυτά, τα υγρά της αποστράγγισης δεν ανακυκλώνονται αλλά απορρίπτονται. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και ρύπανση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στην ανάπτυξη των κλειστών συστημάτων, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοικτά.

Το σύστημα MACQU, όταν χρησιμοποιείται σε ανοικτό υδροπονικό σύστημα, διαθέτει ειδικό πρόγραμμα (προγραμματικό ηλεκτρονικό φύλλο) για να περιορίζει την απορροή με ακρίβεια στο απαιτούμενο ποσοστό. Το πρόγραμμα αυτό είναι πρωτότυπο και αναπτύχθηκε κατά την διάρκεια ερευνητικού προγράμματος. Έχει την ικανότητα να μετρά τυχόν σφάλματα και να υπολογίζει καλύτερα το επόμενο πότισμα. Έτσι μετά από μερικά ποτίσματα έχει «μάθει» να υπολογίζει τις ανάγκες σε νερό με μεγάλη ακρίβεια και βέβαια προσαρμόζεται αυτόματα στις καιρικές συνθήκες και στην ανάπτυξη του φυτού. Αν για παράδειγμα ο χρήστης ορίσει την επιθυμητή απορροή σε 10% η πραγματική θα είναι 9-11% σε κάθε πότισμα κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες.

## 4.5 Κλειστό σύστημα Υδροπονίας

Στα κλειστά συστήματα το διάλυμα της απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό έχουμε οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης.

Κατά την εφαρμογή του κλειστού συστήματος συνιστάται, για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, η χρησιμοποίηση μεμονωμένων δεξαμενών για κάθε θρεπτικό στοιχείο. Αυτό κρίνεται απαραίτητο διότι σε κάθε κύκλο του θρεπτικού διαλύματος, λόγω της διαφορετικής απορρόφησης κάθε στοιχείου από τα φυτά, το

ανακυκλούμενο διάλυμα χάνει την σωστή του σύσταση ακόμα και αν εμπλουτίζεται με φρέσκο διάλυμα (που προέρχεται από σύστημα δεξαμενών A, B, O). Με το σύστημα όμως των μεμονωμένων δεξαμενών η ρύθμιση του ανακυκλούμενου διαλύματος είναι ακριβής γιατί βασίζεται στην απορρόφηση κάθε στοιχείου χωριστά. Στην πράξη, αυτή η τεχνική δεν εφαρμόζεται ακόμα αλλά θα επικρατήσει στο εγγύς μέλλον. Το σύστημα Macqui έχει ιδιαίτερη ικανότητα στο χειρισμό πολλών δεξαμενών και λόγω κατασκευής του προγράμματος και λόγω ειδικού «πολυβεντούρι» που επινοήθηκε κατά την διάρκεια του ερευνητικού προγράμματος για την αντιμετώπιση αυτής της αναμενόμενης ανάγκης κλειστών συστημάτων (ή ακόμη και για την δυνατότητα παρασκευής πολλών διαφορετικών συνταγών όταν καλλιεργούνται διάφορα φυτά). Το τελευταίο προστατεύεται από δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Τα κλειστά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα σε επιμολύνσεις του ριζικού συστήματος και ένα σημαντικό μειονέκτημά τους είναι η πιθανή εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης της επανακυκλοφορίας, είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες διάδοσης αυτού του τύπου υδροπονικών συστημάτων. Όταν ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα επιμολύνσεων και διατήρησης καλών συνθηκών στην ανακυκλοφορία είναι δυνατό να αποφευχθεί η ανάγκη για απολύμανση του διαλύματος.

Από μελέτες οικονομικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών στοιχείων κλειστών συστημάτων, για διάφορες ομάδες φυτών, έγινε ξεκάθαρο το γεγονός ότι με τα κλειστά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση νερού και λιπασμάτων μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Η διατήρηση εύρωστων φυτών και καλού εναερίου και ριζικού περιβάλλοντος καθώς και η προσεκτική ρύθμιση της ανακύκλωσης είναι φυσικοί τρόποι της μείωσης της πιθανότητας μόλυνσης. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται καλή γνώση και συνεχής παρακολούθηση ώστε να γίνεται ελάχιστη χρήση χημικών απολυμαντικών και μόνο όταν οι συνθήκες επιβάλλουν προληπτικά μέτρα. Η χρήση βιολογικών φίλτρων είναι μία νέα φυσική μέθοδος η οποία χρήζει διερεύνησης στις ελληνικές κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες.

Σε πολλές χώρες, η νομοθεσία θα οδηγήσει στην υποχρεωτική χρήση κλειστών συστημάτων, αποβλέποντας στην μείωση της ρύπανσης των εδαφών και των



υπογείων υδάτων. Κατά την εγκατάσταση κλειστού συστήματος πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο κύκλωμα επιστροφής (σκότος, καθαριότητα, χαμηλή θερμοκρασία, φίλτρο άμμου).

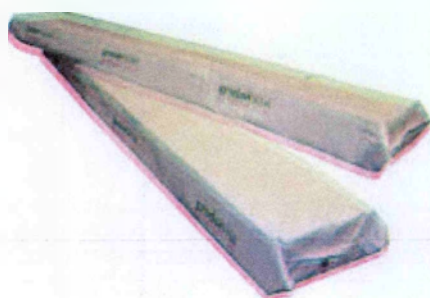
Η χρήση κλειστών υδροπονικών συστημάτων σε θερμοκήπια, με σωστή διαχείριση της παροχής των θρεπτικών στοιχείων, μπορεί να μειώσει σημαντικά τόσο την μόλυνση όσο και τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων διότι το πρόβλημα με το νερό αποτελεί ίσως το σπουδαιότερο πρόβλημα της σύγχρονης γεωργίας και είναι συνεχώς αυξανόμενο.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ**

#### **5.1 Πετροβάμβακας (Grodan)**

Πετροβάμβακας (rock wool, stone wool). Ο πετροβάμβακας αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα παγκοσμίως. Παρασκευάζεται παραπάνω από 50 χρόνια και χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό (Donnan and Biggs, 1984 – αναφέρεται από τον Μανιός, 2006). Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών αλλά και στην ανθοκομία. Ο πετροβάμβακας είναι διογκωμένο ανόργανο υλικό και προέρχεται από τα ηφαιστειογενή πετρώματα: βασάλτη, ασβεστόλιθο και γαιάνθρακα, σε αναλογία 4 : 1 : 1 (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).



Εικόνα 4: Πλάκες πετροβάμβακα (grodan)

Τα υλικά αυτά μετά από ειδική βιομηχανική επεξεργασία δίνουν το γνωστό τελικό προϊόν αποτελούμενο από λεπτές ίνες των 0,005mm και στη συνέχεια συμπιέζονται και διαμορφώνονται σε πλάκες με φαινόμενο ειδικό βάρος γύρω στα 70 – 75 kg/m<sup>3</sup>. Κατά τη διάρκεια της παρασκευής του προστίθενται ορισμένες ουσίες, όπως η Phenolresin, που μειώνει την επιφανειακή τάση και αυξάνει τη διαβρεκτικότητα του πετροβάμβακα. Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι στη διάρκεια της επεξεργασίας των πετρωμάτων χρησιμοποιούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 1600°C), με αποτέλεσμα το υλικό το οποίο τελικά παράγεται να είναι πλήρως αποστειρωμένο και συνεπώς απαλλαγμένο από φυτοπαθογόνους και μη οργανισμούς. Το κυριότερο όμως 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<sup>29</sup> από οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα. Η χημική σύνθεση του πετροβάμβακα είναι: SiO 47%, CaO 16%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14%, MgO 10%, FeO 8%, Na<sub>2</sub>O 2%, TiO 1%, MnO 1%, K<sub>2</sub>O 1%.

## 5.2 Περλίτης

Περλίτης. Στο υαλώδες αυτό ηφαιστειακό πέτρωμα δόθηκε το όνομα «περλίτης», από τη λάμψη του που είναι όμοια με εκείνη του μαργαρίτη (pearl) (Χαρίτος, 1989 - αναφέρεται από τον Μανιός, 2006). Ο υδροπονικός περλίτης προέρχεται από την επεξεργασία του ορυκτού ηφαιστειακού περλίτη που διαμορφώθηκε με την ταχύτατη ψύξη και στερεοποίηση της όξινης λάβας των ηφαιστείων. Ο διογκωμένος περλίτης χρησιμοποιείται ευρύτατα στη βιομηχανία αλλά και στη γεωργία. Για την δημιουργία του διογκωμένου περλίτη θερμαίνονται οι κόκκοι του ορυκτού στους 1000ο C, όπου λόγω του κρυσταλλικού νερού διογκώνονται 13 φορές σε όγκο περίπου και σχηματίζει ένα κοκκώδες λευκό υλικό που ζυγίζει 80 - 120 kg/m<sup>3</sup>.



Εικόνα 5: Σάκος περλίτη

Η επιφάνεια κάθε τεμαχίου καλύπτεται με μικρές κοιλότητες που δίνουν μια μεγάλη επιφάνεια. Οι επιφανειακές αυτές κοιλότητες συγκεντρώνουν νερό και το καθιστούν διαθέσιμο για το φυτό. Επίσης, λόγω του φυσικού σχήματος κάθε τεμαχίου του περλίτη, εξασφαλίζονται πόροι για τον καλό αερισμό των ριζών. Ο περλίτης είναι διαθέσιμος σε πολλά μεγέθη κόκκων. Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διογκωμένοι κόκκοι διαμέτρου 1,5 έως 3mm. Η πυκνότητα τους είναι 128 Kg/m<sup>3</sup> και μπορεί να συγκρατήσει 3πλάσιο ή 4πλάσιο νερό σε σχέση με τον όγκο του.

Το pH είναι 7,0 – 7,5, δεν έχει σημαντική ρυθμιστική ούτε και εναλλακτική ικανότητα και δεν περιέχει άλατα.

Η χημική σύνθεση του περλίτη είναι: SiO<sub>2</sub> 73.1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15.3%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.1%, CaO 0.8%, MgO 0.1%, K<sub>2</sub>O 4.5%, Na<sub>2</sub>O 3.6%.

### 5.3 Κοκκοφοίνικας (cocosoil)

Κοκκοφοίνικας (cocosoil, cocopeat): Ο κοκκοφοίνικας είναι φυσικό υλικό. Προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας και συνεπώς είναι υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες. Σε σύγκριση με τα παταπάνω υποστρώματα, ο κοκκοφοίνικας είναι οργανικό υλικό.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται στο 0,5 m S/cm ή και χαμηλότερα στην υδροπονική καλλιέργεια από 5,5 έως 6.



Εικόνα 6: Κοκκοφοίνικας

Ένα από τα βασικότερα είδη υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια τόσο των κηπευτικών όσο και ανθοκομικών

Η διαφορά από ποιότητα σε ποιότητα έχει να κάνει με τα ποσοστά και το μέγεθος της ίνας, το ποσοστό σε chips κ.α.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

#### 6.1 Θερμοκρασία του αέρα

Η θερμοκρασία του αέρα, σε συνδυασμό με το φωτισμό, επηρεάζει το ρυθμό της φωτοσύνθεσης και ως εκ τούτου επιδρά επί της ανάπτυξης, του μήκους των μεσογονάτιων διαστημάτων, του πάχους του βλαστού κ.λπ. Η θερμοκρασία επιδρά στο σχηματισμό των ταξιανθιών, στην παραγωγή καρπών από τις πρώτες ταξιανθίες και στο ριζικό σύστημα. Πρέπει να τονιστεί emphaticά ότι η παροχή θερμότητας στο θερμοκήπιο είναι από τους κύριους συντελεστές που επηρεάζουν καθοριστικά το κόστος παραγωγής και συνεπώς, πολλές φορές, δεν είναι δυνατή η εξασφάλιση των άριστων επιπέδων θερμοκρασιών για τις βιολογικές διεργασίες του φυτού. Όταν οι τιμές των καυσίμων είναι υψηλές επιβάλλεται απόκλιση από τα άριστα επίπεδα θερμοκρασίας, προκειμένου να επιβιώσει οικονομικά μία θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Στις περιπτώσεις αυτές, το επίπεδο των θερμοκρασιών που θα υιοθετηθεί από τον καλλιεργητή είναι το αποτέλεσμα ανάλυσης των δεδομένων που προκύπτουν από τις τιμές διάθεσης του προϊόντος στην αγορά, το σύστημα της καλλιέργειας, το διατιθέμενο μηχανολογικό εξοπλισμό στο θερμοκήπιο, την τιμή του καυσίμου και την αναμενόμενη τιμή. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι στα θερμοκήπια η θερμοκρασία τη νύχτα δεν πρέπει να κατέρχεται από 13,5 C, γιατί τότε μειώνεται σημαντικά η φυσιολογική καρπόδεση και η ανάπτυξη του φυτού, έστω και αν κατά τη διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία είναι υψηλή (μέχρι 27 C). Σε επίπεδα θερμοκρασίας υψηλότερα των 27 C παρατηρείται μείωση στη ζωνρότητα της βλάστησης, στην παραγωγή και την ποιότητα των καρπών. Σε θερμοκρασίες πάνω από 30 C προκαλείται ανθόρροια.

Εκτός από τη θερμοκρασία του εδάφους και η θερμοκρασία του αέρα παίζει ρόλο στην απορρόφηση και αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Γενικώς, παρατηρείται μείωση της απορρόφησης των στοιχείων αντίστοιχη με την μείωση των θερμοκρασιών κάτω από τα άριστα επίπεδα. Έτσι, σε θερμοκρασία 13 C αύξηση του βάρους των φυτών επισυμβαίνει μόνον όταν οι συγκεντρώσεις αζώτου είναι πολύ υψηλές, ενώ σε θερμοκρασία αέρα 7 C τα φυτά δεν απορροφούν το άζωτο, όσο

υψηλές και αν είναι οι συγκεντρώσεις στο έδαφος. Θερμοκρασία αέρα 21 C τη νύχτα αυξάνει την απορροφητικότητα του ψευδαργύρου, του ασβεστίου και του νατρίου αλλά μειώνει την απορροφητικότητα του φωσφόρου. Υψηλές θερμοκρασίες την ύχτα συμβάλλουν στην πρωίμιση των πρώτων καρπών τομάτας, ενώ μειώνουν τη συνολική παραγωγή της καλλιέργειας.

Όπως προαναφέρθηκε, το καθεστώς της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο είναι στενά συνδεδεμένο με την ένταση και τη διάρκεια του φωτισμού, που και αυτά συνδέονται με την εποχή του έτους και τη διάρκεια της ημέρας, και συνεπώς οι συνιστώμενες θερμοκρασίες διαφέρουν ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας σε ένα τόπο. Έτσι, για την Ελλάδα θα μπορούσαμε να υιοθετηθούν τα κατωτέρω καθεστώτα θερμοκρασίας στα θερμοκήπια.

- i) Κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και το Φεβρουάριο, όταν η ένταση και η διάρκεια του ηλιακού φωτισμού είναι μειωμένες:

	Θερμοκρασία	
	Την ημέρα	τη νύχτα
Τις ηλιόλοστες ημέρες	22,5 C	16,5 C
Τις νεφοσκεπείς ημέρες	19,5 C	14,0 C

- ii) Κατά τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, όταν υπάρχει έντονη και αυξημένη ηλιοφάνεια:

	Θερμοκρασία	
	Την ημέρα	Τη νύχτα
Τις ηλιόλοστες ημέρες	26,5 C	19,5 C
Τις νεφοσκεπείς ημέρες	21,0 C	15,5 C

Οι ανωτέρω συσυστώμενες θερμοκρασίες έχουν σχέση με το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου σε συνάρτηση με την ηλιοφάνεια, αλλά δε σχετίζονται με το βλαστικό στάδιο της τομάτας. Έτσι θα μπορούσε να υιοθετηθεί επίσης το προτεινόμενο από το Glasshouse Research Institute της Αγγλίας θερμοκρασιακό καθεστώς, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, και το οποίο φαίνεται στον κατωτέρω Πίνακα

Πίνακας: Συνιστώμενα επίπεδα θερμοκρασίας στην Αγγλία, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού τομάτας

Στάδιο ανάπτυξης	Θερμοκρασία σε C		
	Τη νύχτα	την ημέρα	εξαερισμού
1. Σπορά μέχρι μεταφύτευση σε γλαστράκια ή σακουλάκια	18	18	24
2. Μέχρι εμφάνιση της πρώτης ταξι- ανθίας στην κορυφή του φυτού	15,5	20	24
3. Από το προηγούμενο στάδιο μέχρι το άνοιγμα της 1 <sup>ης</sup> ταξιανθίας	15,5	18	24
4. Από μεταφύτευση στο θερμοκήπιο μέχρι 2 εβδομάδες από την αρχή συγκομιδής	16,5	20	24
5. Από καλλιεργούμενο στάδιο (4) μέχρι το τέλος της καλλιέργειας	16,5	18	21

Για τις ελληνικές συνθήκες, λόγω κλίματος και προσεγγιστικής αντιμετώπισης των προβλημάτων από τους καλλιεργητές, θα μπορούσε να συσταθεί για τους χειμερινούς μήνες θερμοκρασία νύχτας γύρω στους 15 C και θερμοκρασία ημέρας περί τους 21 C.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε η διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας να μη ξεπερνά τους 5-7 C.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο, εκτός από τις θερμαντικές πηγές, μπορεί να γίνει μερικώς και με τη χρήση της θερμοκουρτίνας, η οποία το μεν χειμώνα παγιδεύει τη θερμότητα και δεν την αφήνει να δραπετεύσει προς το περιβάλλον, το δε καλοκαίρι εμποδίζει τη θερμική ακτινοβολία του ήλιου να φθάσει στα χαμηλότερα απ' αυτή του θερμοκηπίου, διατηρώντας το ψυχρότερο από το εξωτερικό περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα παρέχει και σκίαση.

## 6.2 Σχετική υγρασία αέρα-εξαερισμός θερμοκηπίου

Υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας (95%) της ατμόσφαιρας ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών τομάτας και το φαινόμενο ερμηνεύεται από το γεγονός ότι βελτιώνεται η αφομοίωση του CO<sub>2</sub> μέσω των στομάτων, τα οποία παραμένουν περισσότερο ανοιχτά σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι τα υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας δεν επηρεάζουν άμεσα το ύψος της παραγωγής, αλλά αυξάνουν την ευαισθησία των φυτών στις ασθένειες όπως π.χ. το βοτρυτή, και συνεπώς επιδρούν επί της ποιότητας των παραγόμενων καρπών. Το χειμώνα, υψηλή σχετική υγρασία πιθανόν να ευνοεί την πρωϊμηση της παραγωγής και συνεπώς δεν είναι απαραίτητος ο εξαερισμός των θερμοκηπίων. Το καλοκαίρι, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, πολλές φορές μειώνεται αρκετά η σχετική υγρασία του αέρα και είναι αναγκαία η επέμβαση του παραγωγού, ώστε με ψεκασμό ή καταιονισμό καθαρού νερού να αυξήσει το επίπεδο της υγρασίας και ταυτόχρονα να μειώσει τις υψηλές θερμοκρασίες του θερμοκηπίου σε επίπεδα τέτοια που να ευνοούν την επικονίαση των ανθέων. Ο έλεγχος του αυτοματισμού των συστημάτων καταιονισμού και εξαερισμού με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές παρέχει τη δυνατότητα αποφυγής του σχηματισμού δρόσου στα φύλλα, τους βλαστούς, τα άνθη και τους καρπούς τις πρωινές ώρες, και έτσι μειώνονται οι κίνδυνοι προσβολής από το βοτρυτή.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι πολύ υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στα θερμοκήπια πιθανόν να προκαλούν μερικές φυσιολογικές ανωμαλίες ως αποτέλεσμα της μειωμένης απορρόφησης και μεταφοράς των θρεπτικών στοιχείων στις βλαστικές κορυφές.



Η συγκέντρωση ασβεστίου στα νεαρά φύλλα μειώνονται αρκετά σε συνθήκες υψηλής (95%) σχετικής υγρασίας, επειδή τούτο παρασύρεται από το ανοδικό ρεύμα της διαπνοής. Χαμηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας τη νύχτα συμβάλλουν στην αύξηση των κρουσμάτων εμφάνισης της φυσιολογικής ανωμαλίας με το όνομα «ξηρά σήψη της κορυφής του καρπού», η οποία συσχετίζεται με την τροφοπενία ασβεστίου. Το άριστο και επιθυμητό επίπεδο σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, όμως αυτό πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60% και 70%, όταν πρόκειται για καλλιέργεια τομάτας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

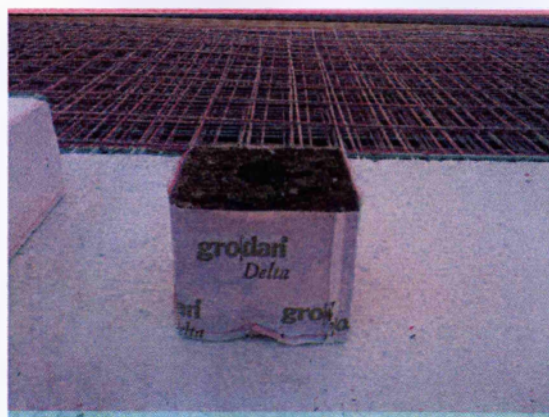
#### 7.1 Απαιτούμενα Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος είναι τα εξής:

- ❖ Τύρφη
- ❖ Σπόροι (άγρια, αυτόριζα)
- ❖ Κύβοι πετροβάμβακα (grodan)
- ❖ Σάκοι με περλίτη, πετροβάμβακα και κοκκοφοίνικα
- ❖ Υγρός Χαλκός (σκεύασμα)



Εικόνα 7: Τύρφη

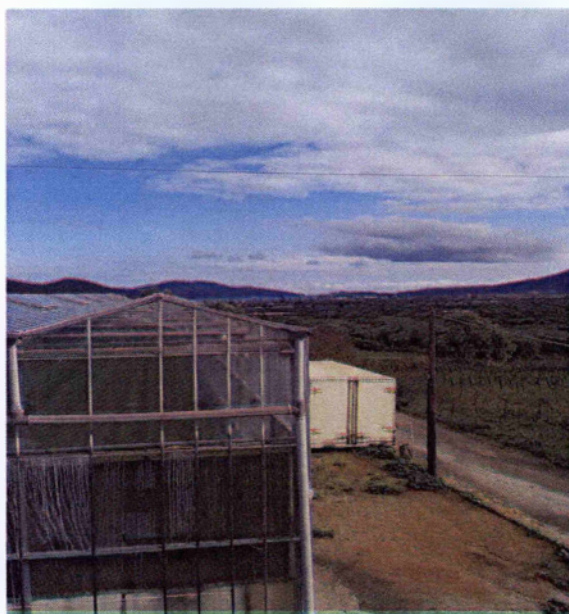


Εικόνα 8: Κύβος grodan

## 7.2 Συσκευές-Εργαλεία

Οι συσκευές και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος είναι τα εξής:

- ❖ Υαλόφρακτο Θερμοκήπιο
- ❖ Ταμπλέτες (26 θέσεων η καθεμία)
- ❖ Τραπέζια
- ❖ Ποτιστικό Μηχάνημα
- ❖ Μανταλάκι Συγκόλλησης (Εμβολίου-Υποκειμένου)
- ❖ Τρίχα υποστύλωσης ντομάτας
- ❖ Ψαλίδι
- ❖ Μετροταινία
- ❖ Παχύμετρο



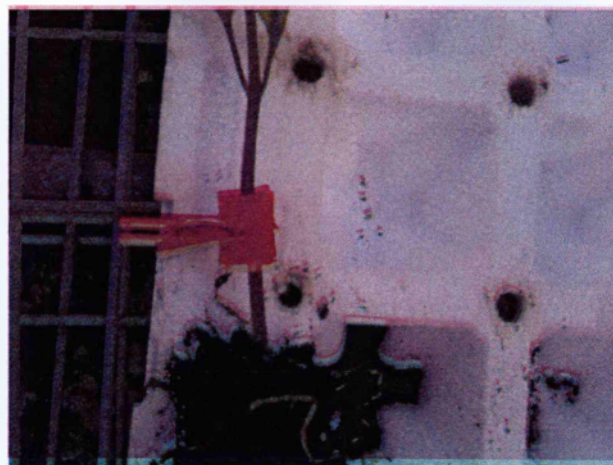
Εικόνα 9: Θερμοκήπιο



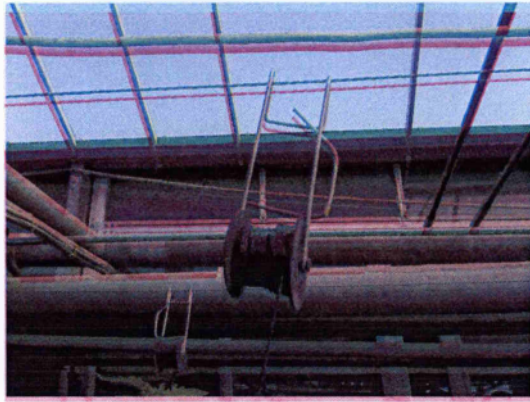
Εικόνα 10: Ταμπλέτες



Εικόνα 11: Ποτιστικό μηχάνημα



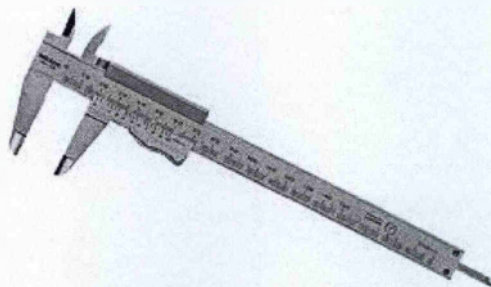
Εικόνα 12: Μανταλάκι



Εικόνα 13: Τρίχα υποστήλωσης



Εικόνα 14: Ψαλίδι



Εικόνα 15: Παχύμετρο



Εικόνα 16: Μέτροταινία

Το σπορείο είναι υπερσύγχρονο και διαθέτει σύστημα δροσισμού με υγρό τοίχωμα (πάνελ).

### 7.3 Πορεία Εργασίας

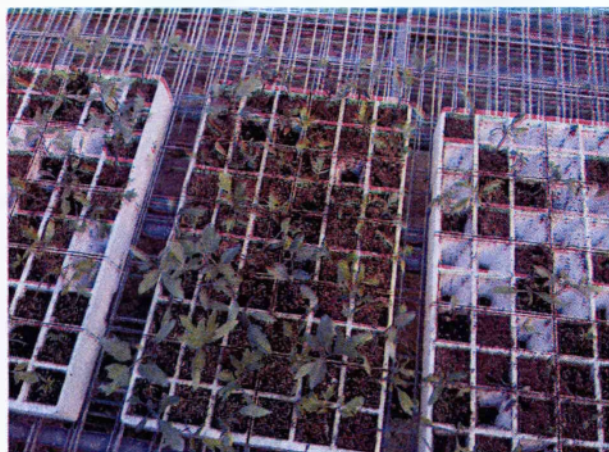
Το πείραμα διεξήχθη σε θερμοκήπιο που βρίσκεται στην περιοχή Τροιζηνίας, στη θέση Κοκκινιά. Στις 02 Ιανουαρίου 2012 έγινε η σπορά και στις 10 Μαΐου πάρθηκε η τελευταία μέτρηση.



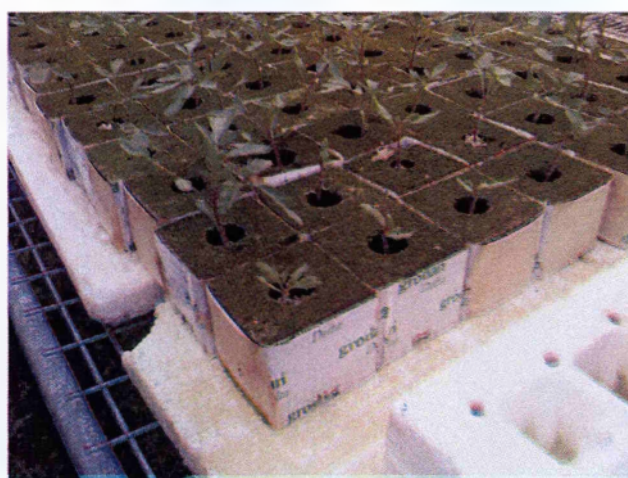
Εικόνα 17: Γεωγραφική θέση πειράματος.

### Για τα αυτόριζα:

Αρχικά γεμίσαμε τα δισκία με μίγμα τύρφη και περλίτη (αναλογία 1:1). Έπειτα φυτέψαμε τα σπόρια στα δισκία. Τα δισκία αυτά τοποθετήθηκαν πάνω στους πάγκους του σπορείου. Το πότισμα των δισκίων γινόταν ανά δύο μέρες. Για τους σάκους πετροβάμβακα σπείραμε σε κύβους grodan (το ίδιο ισχύει και για τη σπορά των άγριων φυτών).



Εικόνα 18: Δισκία με τύρφη αναλογία 1:1.



Εικόνα 19: Κύβοι grodan

Την 10<sup>η</sup> ημέρα, και αφού τα φυτά είχαν αναπτυχθεί και είχαν εμφανίσει τα δύο κανονικά τους φύλλα, ξεκινήσαμε να τα ψεκάζουμε με χαλκό. Οι ψεκασμοί αυτοί γίνονταν κάθε 7 με 10 ημέρες και είχαν ως στόχο την προστασία των νεαρών φυταρίων από μυκητολογικές ασθένειες.

Μετά την πάροδο των 20 ημερών, τα φυτά είχαν φτάσει στο επιθυμητό μέγεθος και ήταν έτοιμα προς φύτεψη.

#### Για τα άγρια:

Στα άγρια φυτά ακολουθήσαμε την ίδια διαδικασία φύτεψης με αυτήν των αυτόριζων. Μόνο που η σπορά στα δισκία των άγριων φυτών, που χρησιμοποιήθηκαν ως υποκείμενα, ξεκίνησε 10 μέρες πιο αργά σε σχέση με τη σπορά στα δισκία των αυτόριζων φυτών. Αυτό έγινε επειδή ο ρυθμός ανάπτυξης των άγριων φυτών είναι ταχύτερος από τον ρυθμό ανάπτυξης των αυτόριζων.

Όταν ο βλαστός των άγριων φυτών έφτασε στο ίδιο πάχος με τον βλαστό των αυτόριζων, ξεκίνησε η διαδικασία του εμβολιασμού.

#### Για τον εμβολιασμό:

Αρχικά κάναμε μια λοξή τομή στον βλαστό του άγριου φυτού και πετάξαμε το υπέργειο τμήμα του με τα φύλλα. Στα δισκία των άγριων φυτών, παρέμεινε το ριζικό τους σύστημα με μέρος του βλαστού.

Έπειτα ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία και για τα αυτόριζα, με τη μόνη διαφορά ότι πετάχτηκε το υπόγειο τμήμα του με το ριζικό του σύστημα και παρέμεινε το υπέργειο τμήμα του με τα φύλλα, το οποίο το χρησιμοποιήσαμε ως εμβόλιο.

Στη συνέχεια πήραμε το υπέργειο τμήμα του αυτόριζου (εμβόλιο) και το κολλήσαμε με το υπόγειο τμήμα του άγριου φυτού (υποκείμενο). Για τη σύνδεσή τους χρησιμοποιήθηκε μανταλάκι, το οποίο συγκρατούσε ενωμένα τα δύο τμήματα.



Έπειτα από 40 ημέρες τα δύο τμήματα συγκολλήθηκαν και τα εμβολιασμένα φυτά ήταν έτοιμα. Τότε ξεκίνησε η διαδικασία της φύτεψης στην οριστική τους θέση.

- ✓ Σε τρεις σάκκους με περλίτη, τοποθετήθηκαν εννιά αυτόριζα φυτά.
- ✓ Σε τρεις σάκκους με κοκοφίνικα, τοποθετήθηκαν εννιά αυτόριζα φυτά.
- ✓ Σε τρεις σάκκους με πετροβάμβακα (grodan), τοποθετήθηκαν εννιά αυτόριζα φυτά.



Εικόνα 20: Φυτά σε υπόστρωμα grodan στην Τρίτη ταξιανθία.

- ✱ Ο κάθε σάκκος είχε τρεις θέσεις φύτεψης.
- ✓ Σε τρεις σάκκους με περλίτη, τοποθετήθηκαν εννιά εμβολιασμένα φυτά.
- ✓ Σε τρεις σάκκους με κοκοφίνικα, τοποθετήθηκαν εννιά εμβολιασμένα φυτά.
- ✓ Σε τρεις σάκκους με πετροβάμβακα (grodan), τοποθετήθηκαν εννιά εμβολιασμένα φυτά.



Εικόνα 21: Φυτά σε υπόστρωμα περλίτη κατά την όγδοη ταξιανθία.

- ✦ Ο κάθε σάκκος είχε τρεις θέσεις φύτευσης.

Κάθε 7 με 10 ημέρες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ως προς το ύψος, το πάχος, τον αριθμό των ανθέων και το βάρος των καρπών ανά ανθοταξία των παραπάνω αυτόριζων και εμβολιασμένων φυτών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### 8.1 Μετρήσεις-Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του πειράματος παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

#### 1. Ύψος φυτών

Πίνακας 1. Επίδραση του εμβολιασμού και του υποστρώματος στο ύψος των φυτών

	10-Φεβ	20-Φεβ	28-Φεβ	8-Μαρ	15-Μαρ	22-Μαρ	3-Απρ	15-Απρ	28-Απρ	10-Μαΐ	24-Μαΐ
eg	12,1 cd	19,2 c	27,9 c	34,2 bc	44,2 bc	61,8 ab	79,7 b	101,0 b	134,9 d	154,6 d	178,7
ec	13,5 c	17,9 cd	26,6 c	32,3 c	43,4 bc	60,4 b	79,9 b	103,7 b	143,1 c	173,2 b	196,1
ep	10,7 d	16,2 d	25,9 c	31,0 c	41,8 c	59,6 b	81,4 ab	105,9 b	151,7 ab	179,9 a	151,0
ag	20,5 a	27,0 b	36,8 b	36,8 ab	51,8 a	67,6 a	83,7 ab	107,7 ab	140,1 cd	164,0 c	185,7
ac	19,6 ab	24,7 ab	34,1 ab	40,0 a	51,4 a	67,8 a	86,8 a	114,1 a	153,6 a	175,6 ab	192,1
ap	17,8 b	22,6 a	31,2 a	36,6 ab	48,1 ab	65,2 ab	83,4 ab	109,4 a	147,2 ab	167,9 bc	186,1

*\*Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε  $p=0,05$ , με τη μέθοδο της ΕΣΔ.*

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, συνάγεται ότι το ύψος των φυτών στις 10/2, 20/2 και 28/2 είναι σημαντικά μεγαλύτερο στα αυτόρριζα φυτά σε σχέση με τα εμβολιασμένα ανεξαρτήτως του χρησιμοποιούμενου υποστρώματος. Στις 10/2 μεταξύ των υποστρωμάτων, τα εμβολιασμένα φυτά του κοκοφοίνικα έχουν σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με αυτά του περλίτη, ενώ μεταξύ του περλίτη και του πετροβάμβακα δεν υφίστανται σημαντικές διαφορές. Στα αυτόρριζα φυτά το ύψος είναι μεγαλύτερο στον πετροβάμβακα σε σχέση με τον περλίτη. Στις 20/2 τα εμβολιασμένα και τα αυτόρριζα φυτά του πετροβάμβακα εμφανίζουν σημαντικά

μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με αυτά του περλίτη, χωρίς να σημειώνονται σημαντικές διαφορές μεταξύ του πετροβάμβακα και του κοκοφοίνικα. Στις 28/2 δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρώματων στα εμβολιασμένα φυτά, ενώ στα αυτόρριζα φυτά του περλίτη παρουσιάζουν μεγαλύτερο ύψος μόνο σε σχέση με αυτά πετροβάμβακα. Στις 8/3 και στις 15/3 επίσης στα εμβολιασμένα φυτά τα υποστρώματα δεν διαφοροποιούν το ύψος των εμβολιασμένων φυτών εικόνα η οποία διατηρείται και στα αυτόρριζα φυτά. Στις 22/3 αρχίζουν να εξομαλύνονται οι διαφορές ύψους μεταξύ εμβολιασμένων και αυτόρριζων με χαμηλότερες τιμές στα εμβολιασμένα φυτά του κοκοφοίνικα και του περλίτη σε σχέση με τα αυτόρριζα του πετροβάμβακα και του κοκοφοίνικα. Στις 3/4 τα αυτόρριζα φυτά του κοκοφοίνικα παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα εμβολιασμένα του πετροβάμβακα και του κοκοφοίνικα. Στις 15/4 στα αυτόρριζα φυτά του κοκοφοίνικα και του περλίτη παρατηρείται σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σχέση και με τα τρία υποστρώματα των εμβολιασμένων φυτών. Στις 28/4 τα εμβολιασμένα και τα αυτόρριζα φυτά στον περλίτη εμφανίζουν σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στις 10/5 τα εμβολιασμένα φυτά του περλίτη εμφανίζουν σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα εμβολιασμένα στα άλλα δυο υποστρώματα και σε σχέση με τα αυτόρριζα στον πετροβάμβακα και στον περλίτη. Στις 24/5 δεν παρατηρείται καμμία σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 2. Επίδραση του εμβολιασμού και του υποστρώματος στην παραγωγή\*

Μεταχείριση	Απόδοση (kg)
eg	15,13 a
ec	12,97 b
ep	14,29 a
ag	15,07 a
ac	12,89 b
ap	14,59 a

*\*Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε  $p=0,05$ , με τη μέθοδο της ΕΣΔ.*

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 2, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον κοκοφοίνικα εμφανίζουν την χαμηλότερη παραγωγή σε καρπούς σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, οι οποίες δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

## **8.2. Συμπεράσματα**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα αποτελέσματα του πειράματος συμπεραίνονται τα εξής:

- Παρ' όλο που στο υπόστρωμα του κοκοφοίνικα είχαμε ταχύτερη βλαστική ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με αυτή των άλλων δύο υποστρωμάτων, του περλίτη και του πετροβάμβακα, εν τέλει είχαμε την μικρότερη παραγωγή.
- Στο υπόστρωμα του περλίτη και του πετροβάμβακα είχαμε σχεδόν την ίδια παραγωγή με πολύ μικρή διαφορά, και στα εμβολιασμένα και στα αυτόριζα φυτά.
- Τέλος, κρίνουμε ότι η χρησιμοποίηση εμβολιασμένου φυτού δεν είναι απαραίτητη, εφόσον καλλιεργούμε μέχρι την δέκατη ταξιανθία, διότι η παραγωγή είναι η ίδια με αυτή των αυτόριζων φυτών. Εμβολιασμένα φυτά θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αν θέλαμε να έχουμε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

## **Βιβλιογραφία**

Βιβλίο: Υδροπονικές Εγκαταστάσεις, Γ.Ν Μαυρογιαννόπουλος, Β' Έκδοση

Ιστοσελίδα: [www.hydroponics.gr](http://www.hydroponics.gr)

Ιστοσελίδα: [www.hazera.com](http://www.hazera.com)