

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ



**Πτυχιακή εργασία με θέμα: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΤΟ
ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Επιβλέπων καθηγητής: Σαλάχας Γεώργιος

Φοιτήτριες: Καλησπεράτη Άννα

Ρουμπάκου Στεφανία

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γ. Σαλάχα για το εξαιρετικά αυτό ενδιαφέρον θέμα πτυχιακής και για την σωστή καθοδήγηση και υποστήριξη του στην εκπόνηση της εργασίας κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Εκφράζουμε επίσης της ευχαριστίες μας στους συμφοιτητές μας Π. Κουτσούμπα και Θ. Θεοδούλη οι οποίοι συνέβαλαν ποικιλοτρόπως στην ολοκλήρωση του πειράματος.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας που μας στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ

1.1 Εισαγωγή.....	7
1.2 Ιστορία.....	8
1.3 Βασικές Αρχές.....	10
1.4 Πλεονεκτήματα.....	11
1.5 Μειονεκτήματα.....	12
1.6 Είδη αεροπονικών συστημάτων.....	13
1.6.1 Μονάδες υψηλής πίεσης	13
1.6.2 Μονάδες χαμηλής πίεσης	13
1.6.3 Εμπορικές μονάδες.....	14
1.7 Υδροπονία.....	16
1.8 Ιστορία.....	16
1.9 Πλεονεκτήματα.....	17
1.10 Μειονεκτήματα.....	19
1.11 Τύποι υδροπονικών συστημάτων.....	20
1.11.1 Καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα.....	20
1.11.2 Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT).....	21
1.11.3 Καλλιέργεια σε συστήματα βαθιάς επιπλεύσεως (DFT).....	21
1.11.4 Καλλιέργεια σε συστήματα με πολλαπλά κανάλια (NGS).....	22
1.11.5 Σύστημα επίπλευσης (float system).....	23

1.12 Υποστρώματα Υδροπονίας.....	23
1.12.1 Πετροβάμβακας.....	24
1.12.2 Περλίτης.....	24
1.12.3 Κοκοφοίνικας.....	25
1.12.4 Ελαφρόπετρα.....	25
1.12.5 Διογκωμένη άργιλος.....	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΙΠΕΡΙΑ

2.1 Εισαγωγή.....	27
2.2 Καταγωγή- Ιστορικό του φυτού.....	27
2.3 Συστηματική κατάταξη.....	28
2.3.1 <i>Capsicum annuum</i>	28
2.3.2. <i>Capsicum baccatum</i>	29
2.3.3 <i>Capsicum frutescens</i>	29
2.3.4 <i>Capsicum chinese</i>	30
2.3.5 <i>Capsicum rudescens</i>	30
2.4 Προοπτικές γενετικής βελτίωσης της πιπεριάς.....	31
2.5 Βοτανικοί χαρακτήρες.....	31
2.5.1 Φυτό.....	31
2.5.2 Ρίζα.....	32
2.5.3 Φύλλα.....	33
2.5.4 Άνθη.....	33
2.5.5 Καρπός.....	34
2.6 Πολλαπλασιασμός.....	35

2.7 Καλλιέργεια πιπεριάς στο έδαφος.....	36
2.7.1 Αποστάσεις φύτευσης.....	36
2.8 Ατμοσφαιρικές συνθήκες.....	38
2.8.1 Θερμοκρασία αέρα-εδάφους.....	38
2.8.2 Υγρασία.....	38
2.8.3 Φως.....	38
2.8.4 Λίπανση.....	39
2.8.5 Σκαλίσματα-Έλεγχος ζιζανίων.....	39
2.8.6 Άρδευση.....	39
2.9 Καλλιέργεια πιπεριάς εκτός εδάφους (υδροπονία).....	40
2.10 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	40
2.10.1 Κλάδεμα.....	40
2.10.2 Αποφύλλωση.....	41
2.10.3 Ξεκαθάρισμα ανθέων-καρπών.....	41
2.10.4 Υποσύλωση.....	41
2.10.5 Συγκομιδή.....	42
2.10.6 Συντήρηση.....	42
2.11 Ποικιλίες πιπεριάς.....	44
2.11.1 Sammy.....	44
2.11.2 Astrion.....	44
2.11.3 Guardian.....	44
2.11.4 kapro.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Σκοπός της εργασίας.....	46
------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 Περιγραφή αεροπονικού συστήματος.....	47
---	----

4.2 Υλικά και μέθοδοι.....	51
----------------------------	----

4.3 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	56
-----------------------------------	----

4.3.1 Κλάδεμα.....	56
--------------------	----

4.3.2 Υποσύλωση.....	56
----------------------	----

4.3.3 Συγκομιδή.....	56
----------------------	----

4.4 Εντομολογικές συνθήκες.....	57
---------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 Αποτελέσματα	58
------------------------	----

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	66
-------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67
-------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	71
-----------------------	-----------

**Η πρωτοτυπία των κειμένων και των φωτογραφιών-
διαγραμμάτων είναι αποκλειστική ευθύνη των
συγγραφέων**

A. Καλησπεράτη

Σ. Ρουμπάκου

16-2-2016

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ

1.1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αεροπονία είναι ένα κλειστό σύστημα, όπου τα φυτά αναπτύσσονται σε μακριά κανάλια σταθερού σχήματος, χωρίς πορώδες υπόστρωμα. Οι ρίζες των φυτών δε βρίσκονται συνεχώς μέσα στο θρεπτικό διάλυμα, αλλά κρέμονται μέσα στο κανάλι και ποτίζονται δια ψεκασμού με θρεπτικό διάλυμα, το οποίο είναι αραιό υδατικό διάλυμα όλων των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά. Με το σύστημα αυτό γίνεται άριστη στράγγιση του πλεονάζοντος διαλύματος και επομένως πολύ καλή οξυγόνωση της ρίζας.

Τα κανάλια αυτά τοποθετούνται με μία μικρή κλίση (1-1,5%) και στο επάνω μέρος τοποθετείται πλάκα πολυστερίνης, κοινώς φελιζόλ, στην οποία ανοίγονται οπές και τοποθετούνται τα φυτά. Η στήριξη των φυτών στις οπές γίνεται με ειδικό πλαστικό γλαστράκι και σφουγγάρι πολυουρεθάνης. Η στεγανοποίηση των καναλιών γίνεται με πλαστικό φύλλο.

Η αεροπονία θεωρείται και είναι μια ασφαλής και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος καλλιέργειας φυτών. Επειδή η τροφοδοσία του ριζικού συστήματος των φυτών γίνεται με υδατικό διάλυμα η αεροπονία θεωρείται κατηγορία της υδροπονίας.

Στην αεροπονία, όπως αναφέραμε παραπάνω, το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται μέσω του αέρα προκειμένου να εμπλουτιστεί το θρεπτικό διάλυμα με διαλυμένο οξυγόνο. Αυτή η μέθοδος διαφέρει από την κλασική υδροπονία όπου η περισσότερη μάζα ριζών δεν βρίσκεται στο κενό και το φυτό δεν τρέφεται με θρεπτικό διάλυμα που ψεκάζεται πάνω στις ρίζες του, αλλά η πλειοψηφία των ριζών είναι βυθισμένη σε θρεπτικό διάλυμα εμπλουτισμένο με οξυγόνο που βρίσκεται σε συνεχή κίνηση προκειμένου να διατηρηθούν τα υψηλά επίπεδα

διαλυμένου οξυγόνου στο ριζικό σύστημα όπου το οξυγόνο και οι θρεπτικές ουσίες απορροφούνται από το φυτό.

Η μέθοδος της αεροπονίας είναι χωρίς αμφιβολία η πιο προηγμένη υδροπονική μέθοδος που έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα. Το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων συν τις περιπλοκές στη λήψη χορηγιών και αδειών, είναι αποτρεπτικοί παράγοντες για την διάδοση των συστημάτων για επαγγελματική χρήση. Αυτό όμως αλλάζει καθώς οι επαγγελματίες καλλιεργητές, ερευνητές και κατασκευαστές είναι πιο ενήμεροι για τις ικανότητες και τις αξίες της αεροπονίας.

1.2 **ΙΣΤΟΡΙΑ**

Διάφοροι ερευνητές ανέπτυξαν τη μέθοδο της αεροπονίας. Με αυτή τη μέθοδο βρήκαν έναν ιδανικό τρόπο για να μελετήσουν πειραματικά το ριζικό σύστημα των φυτών. Η απουσία ξένων σωμάτων και αδρανών υλικών αφήνει τη δομή της ρίζας άθικτη και χωρίς βλάβες που μπορεί να προκληθούν από την απομάκρυνσή της όταν αυτή έχει αναπτυχθεί μέσα στο έδαφος ή σε οποιοδήποτε υπόστρωμα.

Οι ερευνητές ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν θρεπτικά σπρέι σε αεροστεγή δοχεία. Το 1942 ο Carter χρησιμοποίησε θρεπτικό σπρέι για να καλλιεργήσει ρίζες ανανά. Επίσης ο Koltz το 1944 εφάρμοσε κάτι ανάλογο για ρίζες κίτρου. Το 1953 οι ερευνητές Vngyan και Travell καλλιεργήσαν φυτά μηλιάς στο ύπαιθρο με τις ρίζες τους να βρίσκονται μέσα σε κουτιά, όπου και τροφοδοτούνταν με σπρέι. Το 1957 ο Went περιέγραψε ένα κουτί ομίχλης στο οποίο χρησιμοποιούσε μπεκ για να ψεκάσει με θρεπτικά συστατικά ρίζες ντομάτας. Το 1963, ο Mugas διερεύνησε τις απαιτήσεις των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειάς με τη μέθοδο της αεροπονίας.

Το 1960 μέσω της αποστολής Sputnik 4, μεταφέρθηκαν «αερόβια» φυτά στο διάστημα. Η μέθοδος αναπτύχθηκε από τον Richard Stoner τις δεκαετίες '80-'90 σε ερευνητικό κέντρο της NASA, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στις μελλοντικές αποστολές και αποικίες στο διάστημα. Ο Richard Stoner, θεωρείται ο πατέρας της εμπορικής αεροπονίας.

Στις αρχές της δεκαετίας του '80 ο Δρ. Hillel Soffer, ανώτερος ερευνητής στο ίδρυμα Volcani στο Ein Gedi, ανέπτυξε στο Ισραήλ την μέθοδο της αεροπονίας για να υπερνικήσει τις προκλήσεις που παρουσιάστηκαν από το καυτό και ξηρό κλίμα στο Ein Gedi.

Κατά τη διάρκεια μιας διετούς περιόδου από το 1986 έως το 1988, ο Δρ. Soffer εκτέλεσε μία εκτενή έρευνα χρησιμοποιώντας την μέθοδο της αεροπονίας στο πανεπιστήμιο του Davis στην Καλιφόρνια. Ο συγκεκριμένος τομέας της έρευνας ήταν στην μέτρηση της επίδρασης διαφόρων επιπέδων διαλυμένου οξυγόνου στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών, ειδικά κατά τη ρίζωση μοσχευμάτων. Τα αποτελέσματα της έρευνάς του δημοσιεύθηκαν στο περιοδικό «Journal of the American Society for Horticultural Science, and HortScience». Και οι δύο μελέτες είχαν παρουσιαστεί και ετοιμαστεί μαζί με τον David Burger του πανεπιστημίου του Davis στην Καλιφόρνια. Επιπλέον, ο Dr. Soffer παρουσίασε τα συμπεράσματά του στην ετήσια διάσκεψη της Υδροπονικής Κοινότητας της Αμερικής το 1988.

Το 1988, οι P. J. Weathers και K. L. Giles περιέγραψαν την αναγέννηση φυτών, από καλλιέργεια φυτικών ιστών *in vitro*, χρησιμοποιώντας έναν θρεπτικό αντιδραστήρα ομίχλης.

Αυτό που προκαλεί έκπληξη σχετικά με την αεροπονία δεν είναι το πώς λειτουργεί, αλλά το γιατί τα φυτά μεγαλώνουν καλύτερα. Το κλειδί είναι το διαλυμένο οξυγόνο που φτάνει στο ριζικό σύστημα των φυτών.

Η βασική αρχή στις αεροπονικές καλλιέργειες, είναι να καλλιεργούνται φυτά σε κλειστό σύστημα χωρίς κανένα υπόστρωμα όπου το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με μπεκ πάνω στο αναπτυσσόμενο ριζικό σύστημα, το οποίο βρίσκεται μέσα σε κενά κιβώτια, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος. Με αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Η σύγχρονη αεροπονία επιτρέπει την αρκετά πυκνή φύτευση διάφορων κηπευτικών και άλλων φυτών χωρίς την χρήση φυτοφαρμάκων. Τα αεροπονικά συστήματα καλλιέργειών βελτιώνουν την βλάστηση των σπόρων καθώς και την ταχύτερη ανάπτυξη, χωρίς περιορισμούς σε σχέση με την υδροπονία και άλλες μεθόδους καλλιέργειας που χρησιμοποιούνται.

Η ύπαρξη των ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως η σπατάλη των λιπασμάτων και του νερού είναι τεράστια. Ενώ σ' ένα κλειστό αεροπονικό σύστημα το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών, συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με την βοήθεια υδρορροών, οι οποίες το οδηγούν σε μία κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί είτε επαναπροωθείται και ψεκάζεται απ'ευθείας στα φυτά, είτε αποστέλλεται με την βοήθεια μιας αντλίας στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος όπου αφού συμπληρωθεί και ανανεωθεί ανακυκλώνεται.

Με τη μέθοδο της αεροπονίας επιτρέπεται ο καλύτερος δυνατός έλεγχος του περιβάλλοντος ώστε να διατηρείται απαλλαγμένο από παράσιτα και ασθένειες, έτσι τα φυτά μπορούν να καλλιεργηθούν πιο υγιή και πιο γρήγορα από τα φυτά που καλλιεργούνται σε υπόστρωμα. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις τα παράσιτα και οι ασθένειες σε μικρότερο βαθμό μπορούν να προκαλέσουν απειλή.

- Η παρουσία του οξυγόνου στην περιοχή των ριζών είναι απαραίτητη έτσι ώστε τα φυτά να έχουν μια υγιή ανάπτυξη. Τα φυτά που καλλιεργούνται σε αεροπονικά συστήματα απορροφούν τη μέγιστη δυνατή ποσότητα οξυγόνου, η οποία ανέρχεται στο 99%. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται στον αέρα και όχι μέσα σε κάποιο υπόστρωμα, όπου ο αερισμός περιορίζεται. Επίσης η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο θρεπτικό διάλυμα είναι αυξημένη και καθώς το διάλυμα χορηγείται με τη μορφή υδροσταγονιδίων στις ρίζες των φυτών επιτρέπεται η καλύτερη δυνατή απορρόφησή τους και έτσι τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν έχοντας άριστα επίπεδα οξυγόνου, νερού και θρεπτικών στοιχείων.
- Στην αεροπονία περιορίζεται στο ελάχιστο η περίπτωση να μεταδοθούν ασθένειες μεταξύ των φυτών σε σχέση με άλλες μεθόδους καλλιέργειας όπου τα φυτά νοσοούν πιο εύκολα. Στη περίπτωση που ένα φυτό προσβληθεί από κάποια ασθένεια, μπορεί αμέσως να απομακρυνθεί χωρίς να εξαπλωθεί η ασθένεια και στα διπλανά φυτά. Στις περισσότερες θερμοκηπιακές ή υπαίθριες καλλιέργειες το έδαφος χρειάζεται απολύμανση μετά το πέρας των καλλιεργειών, ενώ στην αεροπονία λόγω της δυνατότητας αποστείρωσης του θρεπτικού διαλύματος με σύγχρονες μεθόδους χωρίς φυτοφάρμακα, το περιβάλλον διατηρείται απαλλαγμένο από μικρόβια και φορείς ασθενειών. Εφόσον υπάρχει περιορισμός στην ανάπτυξη και μετάδοση των ασθενειών, μπορούν να αναπτύσσονται πολλά περισσότερα φυτά.
- Ύστερα από κάθε ψεκασμό θρεπτικού διαλύματος, το ποσό που δεν απορροφάται από τα φυτά, ανακυκλώνεται, φιλτράρεται και επαναπροωθείται.
- Η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη και η ρίζα βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με το θρεπτικό διάλυμα με αποτέλεσμα τα φυτά να απορροφούν στο μέγιστο τα συστατικά που χρειάζονται.

- Η καλλιέργεια των φυτών μπορεί να επαναλαμβάνεται καθ όλη την διάρκεια του έτους
- Στην αεροπονία λόγω του ότι υπάρχουν ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος ευνοείται ταχύτατη και υγιής ανάπτυξη των φυτών και επομένως μεγαλύτερη απόδοση
- Ο σχεδιασμός του αεροπονικού συστήματος επιτρέπει την διευκόλυνση των καλλιεργητικών φροντίδων των φυτών ή άλλων εργασιών που απαιτούνται κατά την διάρκεια της καλλιέργειας
- Η μέθοδος της αεροπονίας είναι φιλική προς το περιβάλλον

1.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ένα βασικό μειονέκτημα που έχει η αεροπονία σε σχέση με άλλες μεθόδους καλλιέργειας είναι το υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης
- Η έλλειψη γνώσεων των αγροτών στις νέες τεχνολογίες αποτελεί πρόβλημα στη σωστή συντήρηση και λειτουργία ενός αεροπονικού συστήματος
- Δύσκολη και δαπανηρή συντήρηση των αεροπονικών συστημάτων
- Απαιτεί κατανάλωση σημαντικής ενέργειας για την λειτουργία των συστημάτων
- Το σύστημα είναι ευαίσθητο σε πιθανές βλάβες (π.χ. διακοπή ρεύματος, ζημιά σε αντλίες κ.α.). Εάν πραγματοποιηθεί κάποια βλάβη τα φυτά μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μπορούν να μαραθούν διότι δεν λαμβάνουν το απαραίτητο νερό που χρειάζονται με συνέπεια να μην μπορούν να απορροφήσουν τα θρεπτικά

στοιχεία (ένα θερμοκήπιο αεροπονίας πρέπει να είναι εφοδιασμένο με γεννήτρια για περιπτώσεις διακοπής ρεύματος). Συνήθως η μάρανση είναι παροδική.

1.6 ΕΙΔΗ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1.6.1 Μονάδες υψηλής πίεσης

Στις μονάδες υψηλής πίεσης το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες των φυτών με μπεκ (ψεκαστήρα), από αντλίες υψηλής πίεσης και εμφανίζεται με την μορφή νέφους. Αυτό επιτρέπει στις ρίζες των φυτών να απορροφήσει όσο το δυνατόν περισσότερο οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά.



Εικόνα 1.2: Αεροπονικό σύστημα υψηλής πίεσης (High pressure devises)

1.6.2 Μονάδες χαμηλής πίεσης

Στις μονάδες χαμηλής πίεσης οι ρίζες βρίσκονται πάνω από το θρεπτικό διάλυμα ή μέσα σε ένα κανάλι που υπάρχει το θρεπτικό διάλυμα. Το μέγεθος των σταγονιδίων που ψεκάζονται είναι μεγαλύτερα από αυτά των μονάδων υψηλής πίεσης. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν χρησιμοποιείται κάποιος ειδικός εξοπλισμός πίεσης. Καθώς τα φυτά μεγαλώνουν και αυξάνεται η μάζα της ρίζας τους, δυσκολεύεται η

διείσδυση των σταγονιδίων σε όλη την επιφάνεια του ριζικού συστήματος με αποτέλεσμα κάποια τμήματα τις ρίζες να ξεραθούν. Αυτό έχει ως συνέπεια τα φυτά να μην απορροφήσουν επαρκή για την ανάπτυξή τους ποσότητα θρεπτικών συστατικών.

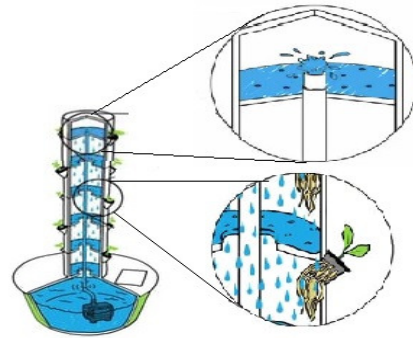


Εικόνα 1.1: Αεροπονικό σύστημα χαμηλής πίεσης (Low pressure units)

1.6.3 Εμπορικές μονάδες

Οι εμπορικές μονάδες αποτελούνται από κάθετα αεροπονικά συστήματα (tower garden). Λόγω του σχεδιασμού του συστήματος αυτού εξοικονομείται χώρος και ενέργεια και οι αποδόσεις των φυτών είναι εξαιρετικές. Το κάθετο σύστημα αποτελείται από έναν κύλινδρο σκληρής πολυουρεθάνης, στη βάση της οποίας υπάρχει μία δεξαμενή-γλάστρα όπου βρίσκεται το θρεπτικό διάλυμα. Στην επιφάνεια του κυλίνδρου υπάρχουν οπές στις οποίες τοποθετούνται τα φυτά. Μέσα στη δεξαμενή τοποθετείται μια αντλία που συνδέεται με τον σωλήνα άρδευσης. Η δεξαμενή καλύπτεται με διάτρητο καπάκι στο οποίο υπάρχει μια υποδοχή για την τοποθέτηση του κυλίνδρου. Ο σωλήνας άρδευσης βρίσκεται στο κέντρο του κυλίνδρου πολυουρεθάνης και στην κορυφή του υπάρχει ένα ακροφύσιο από το οποίο ψεκάζεται το θρεπτικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα μετά τον ψεκασμό στάζει ομοιόμορφα σαν μικρός καταρράκτης σε όλη την επιφάνεια του κυλίνδρου και με τον τρόπο αυτό τα φυτά απορροφούν το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται. Τέλος το θρεπτικό διάλυμα που δεν

απορροφάται επιστρέφει στη δεξαμενή και επαναπροωθείται. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς.



Εικόνα 1.3: Αεροπονικά συστήματα εμπορικής μονάδα

Με τον όρο υδροπονία αναφερόμαστε σε κάθε καλλιέργεια φυτών που πραγματοποιείται εκτός εδάφους. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε μέσα σε στερεά υποστρώματα εμποτισμένα με θρεπτικό διάλυμα είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα είναι ειδικά προσαρμοσμένο για κάθε είδος καλλιέργειας και ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται τα φυτά.

Η τεχνική της υδροπονίας ξεκινά εκατοντάδες χρόνια π.Χ. με τους περίφημους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας, οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι κατά μήκος του ποταμού Ευφράτη, τους πλεούμενους κήπους των Αζτέκων στο Μεξικό, επίσης κάποια αιγυπτιακά ιερογλυφικά περιγράφουν την καλλιέργεια φυτών μέσα στο νερό.

Το 1859 οι επιστήμονες Sachs και Knor ήταν οι πρώτοι που παρασκεύασαν θρεπτικό διάλυμα και καλλιέργησαν φυτά μέσα σε αυτό. Με τον τρόπο αυτό προσπάθησαν να προσδιορίσουν ποια θρεπτικά στοιχεία και σε τι ποσότητες είναι απαραίτητα για τη σωστή και ολοκληρωμένη ανάπτυξη των φυτών. Το 1916 ο McCall ανέπτυξε μια μέθοδο καλλιέργειας φυτών μέσα σε φυτοδοχεία γεμισμένα με αδρανή άμμο, τα οποία τροφοδοτούνταν συνεχώς με θρεπτικό διάλυμα. Κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, αμερικανικά στρατεύματα καλλιεργούσαν τα απαραίτητα τρόφιμα σε μονάδες υδροπονίας.

Η επέκταση των υδροπονικών μονάδων άρχισε σταδιακά από τα μέσα της δεκαετίας του '70. Το 1975 ο Cooper ανέπτυξε ένα σύστημα καλλιέργειας φυτών σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση κάποιου υποστρώματος. Το

σύστημα αυτό έγινε γνωστό ως NFT ή αλλιώς Nutrient Film Technique το οποίο σημαίνει Τεχνική Λεπτής Στοιβάδας Θρεπτικού Διαλύματος.

Στην Ελλάδα η υδροπονία εμφανίσθηκε σε επιχειρηματική μορφή στα τέλη της δεκαετίας του '80 όπου κάποιοι παραγωγοί ξεκίνησαν την προσπάθεια εφαρμογής αυτής της νέας τεχνολογίας. Με την πάροδο του χρόνου η υδροπονία επεκτάθηκε και σήμερα υπάρχουν στην χώρα μας πολλές αξιόλογες μονάδες σε διάφορες περιοχές. Ιδιαίτερα στην τελευταία πενταετία, έχουν κατασκευασθεί μεγάλες υδροπονικές μονάδες σε θερμοκήπια "εργοστασιακού τύπου", όπου μέσω της υψηλής τεχνολογίας παράγονται προϊόντα υψηλής ποιότητας. Πέρα όμως από τις μεγάλες μονάδες έχουν αρχίσει να δημιουργούνται και μικρότερες, από παραγωγούς που διαθέτουν τα προϊόντα τους σε τοπικές αγορές. Το κόστος της δημιουργίας τέτοιων μονάδων είναι ανεκτό. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη τάση σε παλιά θερμοκήπια να γίνεται αλλαγή του τρόπου καλλιέργειας από το έδαφος στην υδροπονία. Η πλειοψηφία των παραγωγών που εφαρμόζουν υδροπονικές καλλιέργειες, στο ερώτημα αν θα ξαναγύριζαν σε καλλιέργεια στο έδαφος, απάντησαν αρνητικά. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει περίτρανα την επιτυχία της υδροπονίας στην ελληνική πραγματικότητα.

Στην υδροπονία τα εργατικά και η φυτοπροστασία είναι τα ίδια με αυτά μίας καλλιέργειας στο έδαφος, με εξαίρεση ότι δεν υπάρχει ανάγκη αφαίρεσης των ζιζανίων και απολύμανσης του εδάφους.

1.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

• Απουσία ζιζανίων

Τα υποστρώματα είναι απαλλαγμένα από ασθένειες και σπόρους ζιζανίων, επομένως δεν αναπτύσσονται ζιζάνια. Επίσης τα υποστρώματα είναι καλυμμένα, συνεπώς δεν μπορεί να μεταφερθεί σπόρος ζιζανίων σε αυτά. Το μόνο σημείο στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν ζιζάνια είναι σε σημεία όπου λιμνάζει νερό από τις

απορροές των υποστρώματων. Αν στα κανάλια απορροής δοθεί σωστή κλίση σε όλο το μήκος τους, δεν πρόκειται να παρατηρηθούν ζιζάνια.

- Απουσία ασθενειών του ριζικού συστήματος.

Όπως αναφέραμε παραπάνω τα υποστρώματα είναι απαλλαγμένα από ασθένειες. Αυτό αποτελεί μία πολύ καλή αρχή για τη νέα καλλιέργεια. Ωστόσο μπορεί να παρατηρηθούν ασθένειες του ριζικού συστήματος και του λαιμού, καθώς είναι δυνατή η μεταφορά μολύσματος μέσω του νερού άρδευσης. Έτσι σε ορισμένες περιπτώσεις πρώιμων ανοιξιότικων ή όψιμων φθινοπωρινών φυτεύσεων μπορεί να έχουμε εμφάνιση προσβολών σε ένα μικρό ποσοστό των φυτών, κάτι που εύκολα αντιμετωπίζεται, εφόσον δράσουμε προληπτικά εγκαθιστώντας μύκητες ανταγωνιστές.

- Δυνατότητα ελέγχου των συνθηκών της ρίζας

Στην υδροπονία η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Μπορεί εύκολα να διατηρηθεί η υγρασία στα επιθυμητά επίπεδα.

Μόνο πρόβλημα είναι η αδυναμία ελέγχου της θερμοκρασίας του υποστρώματος όταν η καλλιέργεια δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί επαρκώς ώστε το φύλλωμα της να καλύπτει τα υποστρώματα. Στην περίπτωση αυτή, λόγω και του περιορισμένου όγκου του υποστρώματος, η θερμοκρασία μπορεί να υπερβεί τους 30°C, κυρίως αργά την άνοιξη και κατά το καλοκαίρι. Ωστόσο είναι κάτι το οποίο αντιμετωπίζεται.

- Επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων και καλύτερης ποιότητας

Η υδροπονία εξασφαλίζει τη βέλτιστη θρέψη της καλλιέργειας, με αποτέλεσμα τη πραγματοποίηση υψηλότερων αποδόσεων και καλύτερης ποιότητας. Επίσης επιφέρει σημαντική πρωίμιση της συγκομιδής.

- Μεγαλύτερη διάρκεια καλλιέργειας

Λόγω των καλύτερων συνθηκών ανάπτυξης της ρίζας, της καλύτερης θρέψης του φυτού και της απουσίας ασθενειών, τα φυτά μπορούν να παραμείνουν παραγωγικά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η μεγαλύτερη διάρκεια της καλλιέργειας έχει πολλαπλά οφέλη για τον παραγωγό, με πρώτο το ότι έχει συνεχή παραγωγή, είναι σε παραγωγή για περισσότερο χρόνο και έχει μειωμένα έξοδα αγοράς πολλαπλασιαστικού υλικού.

Έχει παρατηρηθεί επίσης ότι η καλύτερη θρεπτική κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα φυτά στην υδροπονία βοηθάει στην αντιμετώπιση χαμηλών θερμοκρασιών. Έτσι σε περιοχές με κρύους χειμώνες και σε μη θερμαινόμενα θερμοκήπια, μπορεί να παραταθεί η διάρκεια της καλλιέργειας (εφόσον δεν έχουμε παγετούς), αν και φυσικά η παραγωγικότητα θα είναι μειωμένη.

1.10 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. Το κόστος αυτό συνιστάται κυρίως στη δαπάνη αγοράς των εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείται υπόστρωμα).
- Απαιτεί διαφορετική τεχνογνωσία σε σχέση με τη καλλιέργεια στο έδαφος και πιο εξειδικευμένες γνώσεις στη διαχείριση της θρέψης και των αρδεύσεων. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα μορφωτικό επίπεδο. Πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο που γίνονται τα ποτίσματα, τη συχνότητα των ποτισμάτων, τη ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος που θα χορηγηθεί στη καλλιέργεια, τη σωστή παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος, σε περίπτωση λάθους να είναι ικανός να το διορθώσει άμεσα και σωστά.

- Απαιτεί καλύτερη ποιότητα νερού άρδευσης. Νερό το οποίο μπορεί να θεωρείται αποδεκτό για καλλιέργεια στο έδαφος μπορεί να είναι ακατάλληλο για καλλιέργεια σε υδροπονία, ενώ νερό που θεωρείται καλής ποιότητας για καλλιέργεια στο έδαφος μπορεί να θεωρείται ως απλά αποδεκτό για καλλιέργεια σε υδροπονία.

1.11 ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα υδροπονικά συστήματα διαχωρίζονται σε συστήματα με υπόστρωμα και χωρίς υπόστρωμα. Στα υδροπονικά συστήματα με υπόστρωμα η ρίζα αναπτύσσεται μέσα σε κάποιο κατάλληλο υλικό. Τα συστήματα χωρίς υπόστρωμα είναι αυτά στα οποία η ρίζα αναπτύσσεται απευθείας μέσα στο θρεπτικό διάλυμα, χωρίς να υπάρχει κάποιο άλλο υλικό για την ανάπτυξη της ρίζας.

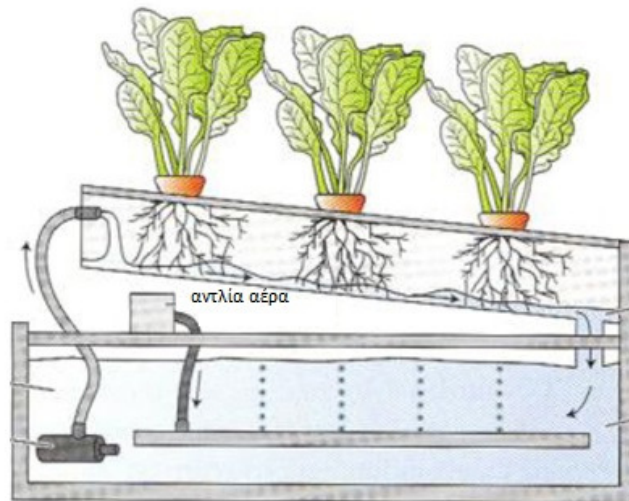
Επίσης διαχωρίζονται σε ανοικτά και κλειστά συστήματα. Στα ανοικτά συστήματα το πλεονάζων θρεπτικό διάλυμα ρέει εκτός του υποστρώματος και είτε απορρίπτεται στο περιβάλλον, είτε χρησιμοποιείται για την λίπανση υπαίθριων καλλιεργειών. Στα κλειστά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται (δηλαδή επαναχρησιμοποιείται).

1.11.1 Καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα

Είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος. Χρησιμοποιούνται διάφορα υποστρώματα με συγκεκριμένες ιδιότητες, τέτοια υποστρώματα είναι: ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, ο πετροβάμβακας, ο κοκκοφοίνικας και η διογκωμένη άργιλος. Τα υποστρώματα αυτά κατά την άρδευση είναι σε θέση να συγκρατήσουν μια ποσότητα νερού, της οποίας το μεγαλύτερο μέρος είναι διαθέσιμο στα φυτά μέχρι την επόμενη άρδευση.

1.11.2 Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

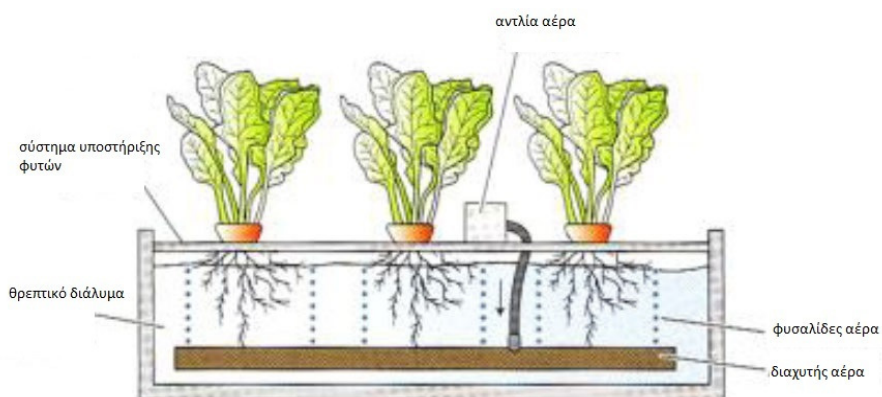
Πρόκειται για ένα υδροπονικό σύστημα που δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Σε αυτή τη μέθοδο οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε μια λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος το οποίο βρίσκεται σε συνεχόμενη ροή.



Εικόνα 1.4: υδροπονικό σύστημα σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

1.11.3 Καλλιέργεια σε συστήματα βαθιάς επιπλεύσεως (DFT)

Πρόκειται για ένα αρκετά προηγμένο υδροπονικό σύστημα που δεν έχει την ανάγκη στερεού υποστρώματος καθώς οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε ένα μεγάλο όγκο θρεπτικού διαλύματος. Η μέθοδος αυτή προσφέρεται για την παραγωγή υψηλής ποιότητας φυλλωδών λαχανικών, αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, καθώς και για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού.



Εικόνα 1.5: υδροπονικό σύστημα βαθιάς επιπλεύσεως (DFT)

1.11.4 Καλλιέργεια σε συστήματα με πολλαπλά κανάλια (NGS)

Στο σύστημα αυτό, τα φυτά αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους, τα οποία αποτελούνται από τρία τμήματα, το ένα κάτω από το άλλο που επικοινωνούν μεταξύ τους με μεγάλες οπές. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στη ρίζα στο επάνω τμήμα και ρέει προς τα άλλα τμήματα του καναλιού. Τα κανάλια έχουν μια μικρή κλίση περίπου 1,5%, έτσι το θρεπτικό διάλυμα στραγγίζει και επαναπροωθείται στο ριζικό σύστημα των φυτών. Το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε όλα τα τμήματα των καναλιών. Το σύστημα NGS θεωρείται ότι επιτρέπει καλύτερη οξυγόνωση από το NFT και μπορεί να παρέχει πολύ περισσότερο νερό από αυτό που απορροφά η ρίζα, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα αερισμού, επομένως δεν απαιτείται η συνεχής ρύθμιση της παροχής νερού.



Εικόνα 1.6: υδροπονικό σύστημα με πολλαπλά κανάλια (NGS)

1.11.5 Σύστημα επίπλευσης (float system)

Πρόκειται για ένα κλειστού τύπου υδροπονικό σύστημα παραγωγής σποροφύτων. Τα φυτά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες σχεδίες οι οποίες συνήθως είναι κατασκευασμένες από φελιζόλ. Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές. Οι δεξαμενές αυτές στεγανοποιούνται με ειδικά φύλλα πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με το θρεπτικό διάλυμα. Τα σποροφύτα σπέρνονται σε διάφορα υποστρώματα και αφού φτάσουν στο στάδιο μεταφύτευσης τότε τοποθετούνται στις σχεδίες στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές. Στη χώρα μας το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται μόνο τα τελευταία 5 χρόνια.



Εικόνα 1.7: υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (float system)

1.12

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Στην Ελλάδα τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα είναι ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, ο κοκκοφοίνικας και η διογκωμένη άργιλος. Το κάθε ένα από αυτά τα υλικά έχει τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία επηρεάζουν τον τρόπο διαχείρισης των αρδεύσεων. Όλα ωστόσο είναι κατάλληλα για χρήση στην υδροπονία.

1.12.1 Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι εισαγόμενο υλικό. Έχει ινώδη υφή. Είναι το πιο διαδεδομένο υλικό παγκοσμίως καθώς διαθέτει εξαιρετικές ιδιότητες. Το 96% του όγκου είναι κενό. Αυτό του δίνει μεγάλη υδατοχωρητικότητα. Έχει καλή στράγγιση και το μεγαλύτερο μέρος του νερού που συγκρατεί είναι εύκολα διαθέσιμο στην καλλιέργεια.

Στην υδροπονία χρησιμοποιείται ο υδροπονικός πετροβάμβακας ο οποίος έχει ειδική πλέξη και έχει εμβαπτιστεί σε ειδική ρητίνη, ώστε να αποκτήσει χαρακτηριστικά τέτοια που να τον κάνουν κατάλληλο για χρήση στην υδροπονία.

Έχει διάρκεια ζωής 2-4 χρόνια, ανάλογα με τον τύπο. Σημαντικό μειονέκτημα του ότι δεν είναι ανακυκλώσιμος.



Εικόνα 1.9: πετροβάμβακας

1.12.2 Περλίτης

Ο περλίτης είναι υλικό που παράγεται στην Ελλάδα. Ο περλίτης που χρησιμοποιείται σε κατασκευές και άλλες χρήσεις δεν είναι κατάλληλος για χρήση στην υδροπονία. Στην υδροπονία χρησιμοποιείται περλίτης συγκεκριμένης κοκκομετρίας, ώστε να επιτευχθούν συγκεκριμένες υδραυλικές ιδιότητες. Ο περλίτης έχει την ιδιότητα να συγκρατεί μεγάλη ποσότητα νερού, 3-4 φορές το

βάρος του. Έχει διάρκεια ζωής 3 χρόνια, ενώ όπως και ο πετροβάμβακας δεν είναι ανακυκλώσιμος.



Εικόνα 1.10: περλίτης

1.12.3 Κοκκοφοίνικας

Ο κοκκοφοίνικας είναι οργανικό υλικό. Παράγεται από το φλοιό ινδικής καρύδας. Μετά την αφαίρεση της θρεπτικής ψίχας από το εσωτερικό της καρύδας, το σκληρό περίβλημα που μένει τεμαχίζεται και από αυτό παράγονται τα υποστρώματα κοκκοφοίνικα.

Έχει διάρκεια ζωής 3 χρόνια και σημαντικό πλεονέκτημα του είναι ότι είναι ανακυκλώσιμος.



Εικόνα 1.11: κοκκοφοίνικα

1.12.4 Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα επίσης παράγεται στην Ελλάδα. Πρέπει να δοθεί προσοχή στην κοκκομετρία της ελαφρόπετρας που θα χρησιμοποιηθεί στην υδροπονία. Παρότι έχει εκτεταμένο πορώδες σε όλη της τη μάζα και καλό αερισμό, λόγω του ελάχιστου

μικροπορώδους που διαθέτει συγκρατεί πολύ μικρές ποσότητες νερού με αποτέλεσμα να χρειάζονται συχνότερα ποτίσματα.



Εικόνα 1.12: ελαφρόπετρα

1.12.5 Διογκωμένη άργιλος

Η διογκωμένη άργιλος παράγεται μετά από θέρμανση σχιστόλιθου στους 1200°C. Η άργιλος έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και αέρα. Σημαντικό μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος.



Εικόνα 1.13: διογκωμένη άργιλος

Οι παρακάτω παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή του καταλληλότερου υδροπονικού συστήματος για κάθε καλλιέργεια:

- το φυτικό είδος που θα καλλιεργηθεί,
- η διαθεσιμότητα του κατάλληλου υποστρώματος,
- η τεχνική και επιστημονική υποστήριξη,
- το κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας, κλπ.

Για την επιλογή των φυτικών ειδών που θα καλλιεργηθούν θα πρέπει να εξετάζεται η οικονομική ανταποδοτικότητα του καλλιεργούμενου φυτικού είδους, σε σχέση με τις υπαίθριες συμβατικές καλλιέργειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΙΠΕΡΙΑ

2.1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πιπεριά ανήκει στην οικογένεια Solanaceae και στο γένος *Capsicum*. Καλλιεργείται σε πολλές περιοχές του κόσμου, σε μεγάλες εκτάσεις είτε υπαίθρια είτε υπό κάλυψη. Η πιπεριά καλλιεργείται για τον καρπό της. Ορισμένες ποικιλίες καλλιεργούνται για την παραγωγή νωπής πιπεριάς και ορισμένες για τη παραγωγή της «βιομηχανικής πιπεριάς» για μεταποίηση (τουρσί, κονσέρβες, μπαχαρικά-καρυκεύματα κ.α.). Εκτός από τη χρήση τους σαν τροφή και καρυκεύματα, οι πιπεριές έχουν και φαρμακευτικές ιδιότητες (κυρίως αυτές με την καυτερή γεύση). Μερικές χρησιμοποιούνται και σαν καλλωπιστικές.

Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες στο γένος *Capsicum*, γεγονός που συντελεί στη μεγάλη διαφοροποίηση που υπάρχει στους καρπούς, όσον αφορά το βαθμό καυστικότητας, σχήμα, μέγεθος, χρώμα κ.λπ.

Η συγκομιδή του καρπού γίνεται στο στάδιο του ώριμου πράσινου, κόκκινου, κίτρινου, πορτοκαλιού ή ώδους καρπού. Οι νωπές γλυκές πιπεριές αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα σε βιταμίνη C. Οι αποξηραμένες πιπεριές που έχουν έντονα καυτερή γεύση, είναι πλούσιες σε βιταμίνη A.

2.2

ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Η πιπεριά είναι ενδογενές φυτό των τροπικών περιοχών της Ν. Αμερικής και συγκεκριμένα από την περιοχή του Μεξικού και του Περού. Η πρώτη Ευρωπαϊκή αναφορά για την πιπεριά γίνεται το 1493 από τον Peter Martyr, που αναφέρει τη μεταφορά της πιπεριάς στην Ευρώπη κατά τον 16^ο αιώνα και μετά από τα ταξίδια του Κολόμβου, ο οποίος λέγεται ότι βρήκε πολύ καυτερές πιπεριές. Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου και η ευκολία

της διακίνησής του συνέβαλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές άλλες περιοχές του κόσμου.

2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το γένος *Capsicum* αποτελείται από 20 και παραπάνω διαφορετικά είδη, που συναντώνται σε όλο το κόσμο. Σύμφωνα με τους βοτανολόγους μόνο 5 έχουν ιδιαίτερη εμπορική αξία για καλλιέργεια.

Τα καλλιεργούμενα είδη είναι τα παρακάτω:

2.3.1 *Capsicum annuum*

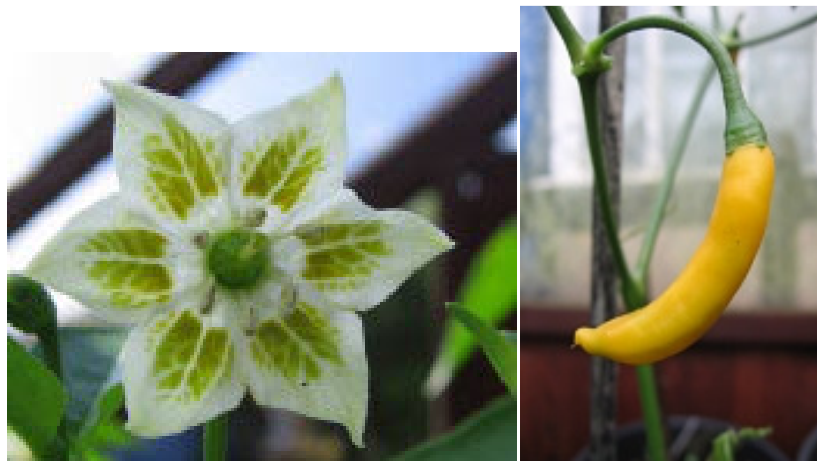
Είναι το πλέον διαδεδομένο είδος και έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία. Περιλαμβάνει τις γλυκές πιπεριές καθώς και εκείνες που έχουν καυτερή γεύση, οι οποίες προορίζονται για ξήρανση και παραγωγή πιπεριού σε σκόνη. Οι καλλιεργούμενοι τύποι πιπεριάς ανήκουν στο *C. Annuum var. annuum* ενώ οι άγριοι τύποι στο *C. annuum var. minimum*. Τα φυτά που ανήκουν στο *C. annuum* χαρακτηρίζονται από ιώδεις ανθήρες, τη λευκή στεφάνη από το μικρό κλειστό κάλυκα και φέρουν τους ανθοφόρους οφθαλμούς, συνήθως μονήρεις, ένα σε κάθε μασχάλη και το άνθος στρέφεται προς τα κάτω.



Εικόνα 2.1: άνθος και καρπός του είδους *Capsicum annuum*

2.3.2 *Capsicum baccatum*

Καλλιεργείται κυρίως στη Ν. Αμερική. Τα καλλιεργούμενα είδη κατατάσσονται στο *C. Baccatum var. pendulum* και τα άγρια είδη στο *C. baccatum var. Baccatum*. Αυτοί οι τύποι πιπεριάς διακρίνονται από τους τύπους του *C. Annuum* στο ότι η στεφάνη τους έχει κίτρινο χρώμα με καφέ στίγματα και ο κάλυκας αποτελείται από ευδιάκριτα σέπαλα.



Εικόνα 2.2: άνθος και καρπός του είδους *Capsicum baccatum*

2.3.3 *Capsicum frutescens*

Το καλλιεργούμενο αυτό είδος είναι λιγότερο διαδεδομένο από ότι το *C. annuum*. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από τους ιώδες ανθήρες του, τη γαλακτώδη πρασινοκιτρινόλευκη στεφάνη και το γεγονός ότι φέρει συνήθως τα άνθη κατά ομάδες. Τα φυτά είναι πολυετή (2-3 χρόνια), θαμνώδη και αποξηλωμένα. Οι καρποί έχουν μέγεθος 0,7-2,5 x 0,3-10,0 εκ., είναι κόκκινοι ή κίτρινοι και μπορεί να έχουν πολύ γλυκιά ή δριμεία γεύση.



Εικόνα 2.3: άνθος και καρπός του είδους *Capsicum frutescens*

2.3.4 *Capsicum chinense*

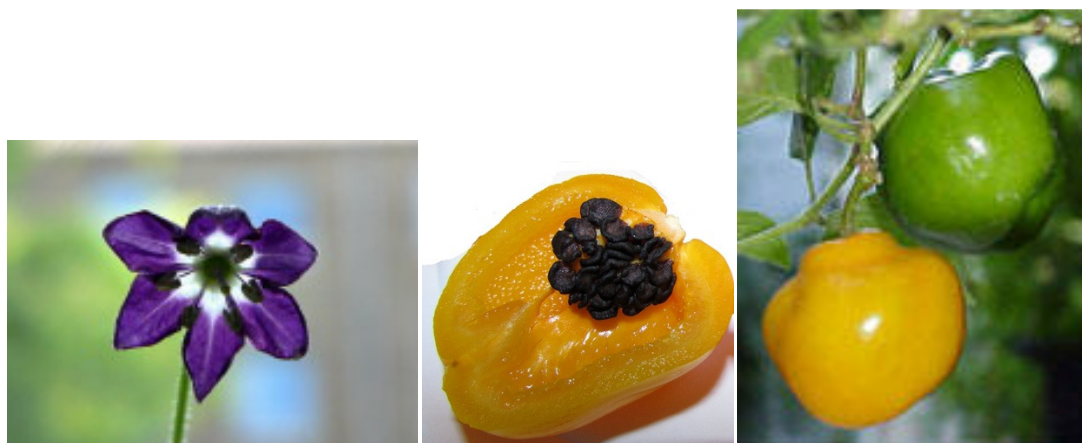
Το άγριο είδος είναι διασκορπισμένο στην τροπική ζώνη της Ν. Αμερικής και καλλιεργείται κυρίως στη περιοχή του Αμαζονίου. Μερικές ποικιλίες του είδους αυτού καλλιεργούνται στην Αφρική και αναφέρεται ότι είναι οι πιο καυτερές από όλα τα άλλα είδη. Μια στένωση που βρίσκεται κάτω από τον κάλυκα είναι το μόνο μορφολογικό χαρακτηριστικό που διακρίνει το *C. Chinense* από το *C. frutescens*.



Εικόνα 2.4: άνθος και καρπός του είδους *Capsicum chinense*

2.3.5 *Capsicum pubescens*

Συναντάται στα υψίπεδα των Άνδεων και είναι το μόνο είδος που έχει ευδιάκριτα μορφολογικά χαρακτηριστικά, σε σύγκριση με τα άλλα είδη. Είναι το μόνο είδος που έχει σκούρο ρυτιδωμένο σπόρο, ενώ τα άλλα έχουν αχυρώδη χρωματισμό και η εξωτερική επιφάνεια του σπόρου είναι λεία. Οι καρποί έχουν σάρκα πολύ πιο χονδρή σε σύγκριση με τα άλλα είδη και το σχήμα τους μοιάζει συνήθως με αχλάδι ή μήλο. Έχει βλαστούς και φύλλα με χνούδι.



Εικόνα 2.5: άνθος, σπόρος και καρπός του είδους *Capsicum pubescens*

2.4 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Οι προοπτικές που προσφέρονται είναι πρακτικά ανεξάντλητες και αφορούν την επιλογή των πιο κατάλληλων γενετικών υλικών ώστε να δημιουργηθούν νέες ποικιλίες ανθεκτικές στις ιώσεις. Έχει επιτευχθεί πολυπλοειδία στο φυτό, αλλά μέχρι στιγμής χωρίς εμπορική σημασία. Με την ανακάλυψη της κυτοπλασματικής ανδρικής στειρότητας, που μεταδίδεται γενετικά, κατέστη δυνατή η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου με χαμηλό κόστος. Σήμερα βρίσκονται στη διάθεση του παραγωγού αρκετά υβρίδια (F1) που συγκεντρώνουν αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά.

2.5 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

2.5.1 Φυτό



Εικόνα 2.6: φυτό πιπεριάς

Είναι φυτό μονοετές ή διετές, πώδες ή θαμνώδες και με αρκετούς κλάδους. Έχει όρθια ανάπτυξη σχηματίζοντας έναν κεντρικό κορμό και πολλούς πλευρικούς βλαστούς ελαφριά ξυλώδη στη βάση. Το φυτό αρχικά σχηματίζει ένα κεντρικό στέλεχος, τον κύριο βλαστό, και στη συνέχεια, στα πρώτα 10-15 εκ. διακλαδίζεται σχηματίζοντας δύο ή τρεις βλαστούς, που ονομάζονται βλαστοί πρώτης τάξης.

Μεταξύ των βλαστών αυτών, στο σημείο διακλάδωσης, σχηματίζεται ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός, ο οποίος θα δώσει τον πρώτο καρπό. Ο καρπός αυτός έχει μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με τους υπόλοιπους καρπούς που σχηματίζονται στη συνέχεια, λόγω ανταγωνισμού και είναι σκόπιμο να αφαιρείται. Ο κάθε βλαστός πρώτης τάξης διακλαδίζεται σχηματίζοντας δύο βλαστούς, τους βλαστούς δεύτερης τάξης, οι οποίοι επίσης στο σημείο της διακλάδωσης φέρουν έναν ανθοφόρο οφθαλμό. Η ίδια διαδικασία συνεχίζεται με το φυτό να σχηματίζει συνεχώς πλευρικούς βλαστούς όταν δεν κλαδεύεται και εμφανίζει θαμνώδη μορφή.

2.5.2 Ρίζα



Εικόνα 2.7: ρίζα φυτού πιπεριάς

Το φυτό αναπτύσσει ισχυρή κεντρική ρίζα και αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια. Η ρίζα σε βαθιά, περατά εδάφη φθάνει σε βάθος 60-120 εκ. Κατά τη μεταφύτευση του φυτού, η κεντρική ρίζα τραυματίζεται με αποτέλεσμα το φυτό να σχηματίζει μόνο πλευρικές διακλαδιζόμενες ρίζες που φτάνουν επίσης σε ανάλογο βάθος.

2.5.3 Φύλλα



Εικόνα 2.8: φύλλα πιπεριάς

Είναι απλά, λεπτά, ελλειπτικά, οξύληκτα και χωρίς χνούδι με βαθύ πράσινο χρώμα στην άνω επιφάνεια, και πιο ανοικτό πράσινο στην κάτω. Ο μίσχος των φύλλων έχει μήκος 3-5 εκ. Στις χονδρόκαρπες καλλιεργούμενες ποικιλίες (φλάσκες) τα φύλλα είναι μερικές φορές δερματώδη και τα κατώτερα συνήθως κρεμαστά.

2.5.4 Άνθη



Εικόνα 2.9: άνθη πιπεριάς σε διάφορα στάδια ανάπτυξης

Τα άνθη είναι μονήρη στις διακλαδώσεις των βλαστών και έχουν μίσχο περίπου 1,5 εκ. μήκος. Ο κάλυκας είναι κωδωνοειδής με 5 ή περισσότερα οδοντωτά σέπαλα, που περιβάλλουν τη βάση του άνθους. Η στεφάνη είναι τροχοειδής, διαμέτρου 8-15 χλστ. με 5 ή περισσότερα πέταλα, που είναι συνήθως λευκά ή λευκοπράσινα και

σπανίως ιώδης. Φέρουν 5 ή περισσότερους στήμονες που βρίσκονται στη βάση της στεφάνης. Οι ανθήρες έχουν ιώδη απόχρωση και σχίζονται κατά μήκος. Η ωθήκη είναι δίχωρη ή τρίχωρη ή τετράχωρη, και φέρει στύλο που είναι απλός άσπρος ή ιώδης. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα.

Στα άνθη της πιπεριάς, η ωρίμανση του στίγματος και των ανθέρων είναι ταυτόχρονη, και η επικονίαση και γονιμοποίηση μπορεί να γίνει μετά το άνοιγμα του άνθους. Το άνθος παραμένει ανοικτό για 2-3 ημέρες.

Η αυτογονιμοποίηση ευνοείται γιατί η κατεύθυνση των ανθέων είναι κυρίως προς τα κάτω και έτσι η γύρη πέφτει πιο εύκολα πάνω στο στίγμα ακόμη και χωρίς την παρουσία εντόμων. Υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί να προκληθεί κάποια σταυρογονιμοποίηση από έντομα, αλλά είναι γνωστό ότι τα έντομα δεν έλκονται τόσο όσο από άλλα φυτά.

2.5.5 Καρπός



Εικόνα 2.10: καρποί πιπεριάς διαφόρων σχημάτων και χρωμάτων

Ο καρπός είναι ράγα. Το σχήμα και το μέγεθός του διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και μπορεί να είναι κωδωνοειδής (φλάσκα), κωνοειδής (μακρύς), επιμήκης (κέρατο) και κερασόμορφος. Ο καρπός είναι πολύχωρος και πολύσπερμος. Χαρακτηριστικό του καρπού είναι ότι έχει κοιλότητες στο εσωτερικό του, οι οποίες

ποικίλουν ανάλογα με την ποικιλία. Το χρώμα του στα αρχικά στάδια της ανάπτυξής του είναι πράσινο και όταν ωριμάσει μετατρέπεται σε κόκκινο, καστανοκόκκινο, κίτρινο, κιτρινοπράσινο, πορτοκαλί, ιώδες ή κοραλλιώδες. Το χρώμα του καρπού οφείλεται σε μίγμα καροτινοειδών ουσιών με κυριότερη την καψανθίνη και σε μικρότερο βαθμό τα α και β καροτένια, ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη, κρυπτοξανθίνη.

Οι γλυκές πιπεριές είναι μεγαλύτερες από τις καυτερές. Η καυστικότητα των καρπών οφείλεται στη συγκέντρωση της καυστικής ουσίας, την καψαΐκίνη.

Το τελικό μέγεθος του καρπού καθορίζεται, αφενός από το γονότυπο και αφετέρου από τη φυσική κατάσταση του φυτού και από το φορτίο που φέρει το φυτό σε καρπούς.

2.6 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Η πιπεριά πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Ο σπόρος σπέρνεται σε σπορείο και στη συνέχεια γίνεται η μεταφύτευση στην τελική θέση στο χωράφι. Η χρήση του σπορείου θεωρείται ουσιαστικό στάδιο της καλλιέργειας, καθώς οι χαμηλές θερμοκρασίες στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών θα καθυστερήσουν αρκετά την ανάπτυξή τους.

Η σπορά γίνεται σε θερμοσπορεία Γενάρη – Φλεβάρη για πρώιμη καλλιέργεια ή σε ψυχρά σπορεία Μάρτη – Απρίλη για όψιμη καλλιέργεια. Στα θερμοσπορεία η σπορά γίνεται σε ατομικά γλαστράκια ή σταθερούς δίσκους από πλαστικό ή φελιζόλ ενώ στα ψυχρά σπορεία η σπορά γίνεται απευθείας στο έδαφος σε αλίες. Η μεταφύτευση των φυτών από το σπορείο στις τελικές θέσεις γίνεται μόλις αυτά αποκτήσουν 4-5 πραγματικά φύλλα. Η μεταφύτευση των σποροφύτων πιπεριάς πραγματοποιείται κατά τους μήνες Μάρτιο-Απρίλιο-Μάιο, ανάλογα την καλλιέργεια που θα επιλέξουμε πρώιμη ή όψιμη. Η πιπεριά θεωρείται από τα εύκολα μεταφυτευόμενα λαχανικά καθώς σχηματίζει εύκολα ριζικό σύστημα. Το

υπόστρωμα που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αφράτο και να περιέχει κυρίως τύρφη. Το βάθος σποράς δεν πρέπει να ξεπερνάει το 1 cm. Η κατάλληλη θερμοκρασία για σπορά είναι 20-25°C.

Σκόπιμο είναι λίγο πριν τη μεταφύτευσή τους τα φυτά να στερηθούν το πότισμα. Με τον τρόπο αυτό σκληραγωγούνται και ξεπερνούν γρηγορότερα την καταπόνησή τους από τη μεταφύτευση. Αμέσως μετά τη μεταφύτευση των φυτών στις τελικές τους θέσεις πρέπει να ακολουθήσει πολύ καλό πότισμα για να μπορέσουν τα φυτά να σχηματίσουν γρήγορα πλούσιο ριζικό σύστημα.

2.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η πιπεριά μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, αποδίδει όμως καλύτερα στα σχετικά ελαφρά, βαθιά, αμμοπηλώδη, αποστραγγιζόμενα, πλούσια σε χούμο και γόνιμα εδάφη. Το άριστο pH του εδάφους για την πιπεριά, είναι 5,5-6,5. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ουδέτερα έως και ελαφρώς αλκαλικά εδάφη. Τα φυτά έχουν μέτρια ανθεκτικότητα στην αλατότητα.

Το έδαφος, πριν δεχτεί τα νεαρά φυτά της πιπεριάς, πρέπει να είναι καθαρό από έντομα, μολύσματα παθογόνων, ζιζάνια, πλούσιο σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, να είναι αφρατοποιημένο και να εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του νερού του ποτίσματος.

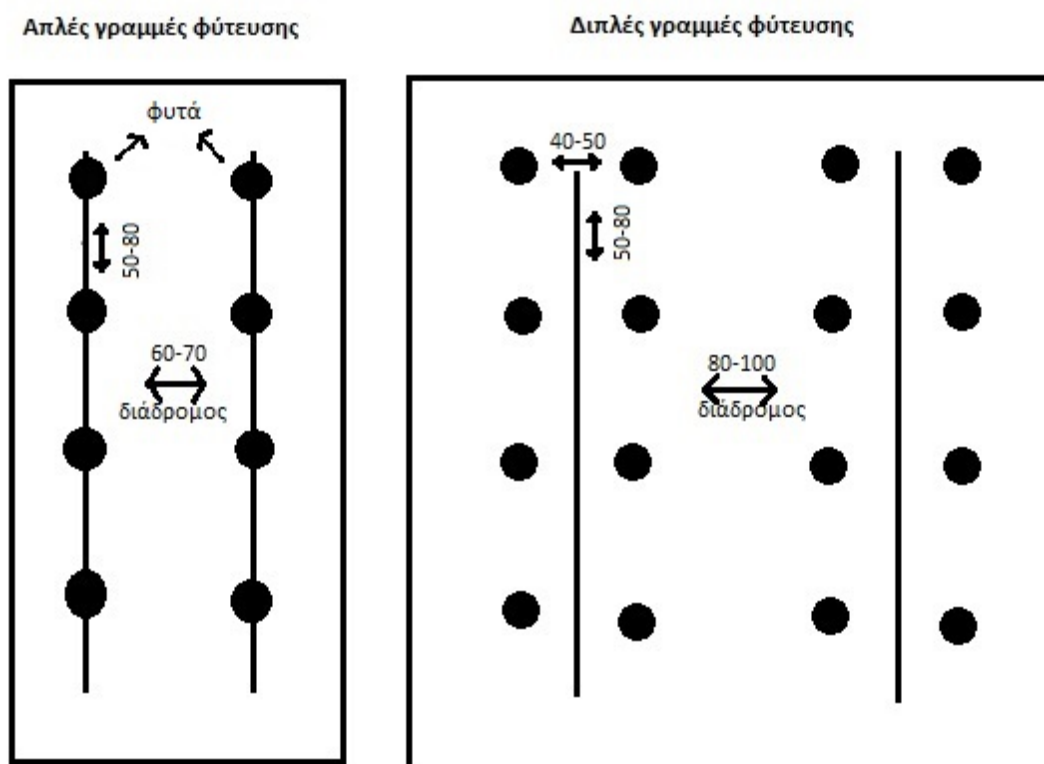
2.7.1 Αποστάσεις φύτευσης

Η μεταφύτευση των νεαρών φυτών πραγματοποιείται μόλις αποκτήσουν 4-5 πραγματικά φύλλα και ύψος 15-20 cm.

Η φύτευση των νεαρών φυτών στις τελικές θέσεις στο χωράφι γίνεται σε διπλές ή μονές γραμμές ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας και τις συνθήκες που επικρατούν (θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμός κ.α.). Οι καλλιέργειες που ξεκινούν

προς το τέλος του χειμώνα γίνονται με διπλές γραμμές φύτευσης, υπάρχει περισσότερη ηλιοφάνεια και κατά συνέπεια καλύτερος φωτισμός των φυτών, ενώ οι καλλιέργειες που παραμένουν στο χωράφι μέχρι το Δεκέμβριο πραγματοποιούνται σε μονές γραμμές φύτευσης διότι έχουμε μειωμένη ηλιοφάνεια και θέλουμε να διευκολύνουμε τον καλύτερο αερισμό και φωτισμό των φυτών.

Στην περίπτωση που επιλέγονται οι απλές γραμμές φύτευσης, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι 60-70 εκ., ενώ στην περίπτωση των διπλών γραμμών φύτευσης, η απόσταση μεταξύ των γραμμών της κάθε διπλής γραμμής φύτευσης είναι 40-50 εκ., ενώ το πλάτος των διαδρόμων, δηλαδή η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών διπλών γραμμών φύτευσης είναι 80-100 εκ.. Οι διπλές γραμμές φύτευσης είναι περισσότερο διαδεδομένες στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Και στις δύο περιπτώσεις οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών επί των γραμμών είναι 50-80 εκ.



Εικόνα 2.11: αποστάσεις φύτευσης σε συστήματα απλών και διπλών γραμμών φύτευσης

2.8.1 Θερμοκρασία αέρα-εδάφους

Η πιπεριά θεωρείται φυτό θερμής εποχής. Η βλάστηση του σπόρου πραγματοποιείται σε εύρος θερμοκρασιών 20-30°C. Από στους 20-25°C ο σπόρος βλαστάνει στις 15 ημέρες, στους 27-30°C βλαστάνει σε 8 ημέρες, ενώ κάτω από 12°C δεν βλαστάνει καθόλου. Μετά τη βλάστηση του σπόρου, οι ιδανικότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι στους 22-28°C και κατά τη διάρκεια της νύχτας στους 18-19°C. Σε θερμοκρασίες πάνω των 30°C περιορίζεται η ανάπτυξη των φυτών και προκαλείται πτώση των ανθέων. Η θερμοκρασία εδάφους πρέπει να βρίσκεται γύρω στους 22-24°C. Σε χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους μειώνεται η ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά.

2.8.2 Υγρασία

Η άριστη σχετική υγρασία για την ανάπτυξη της πιπεριάς πρέπει να βρίσκεται γύρω στο 70 – 75%. Η αύξηση της υγρασίας μπορεί να γίνει με εφαρμογή συχνών ποτισμάτων νωρίς το πρωί ή με ψεκασμό των φυτών, με σύστημα υδρονέφωσης επίσης νωρίς το πρωί, ώστε να στεγνώνουν και να αποφευχθεί η πιθανότητα προσβολής κάποιας ασθένειας. Καλό είναι η Σ.Υ να μην πέφτει κάτω από το 65%, γιατί πολύ ξηρό περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει πτώση των ανθέων και υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού, αλλά ούτε και να ανεβαίνει πάνω από 80%, γιατί υπάρχει μεγάλος κίνδυνος προσβολής από ασθένειες. Στην περίπτωση που η υγρασία είναι πολύ υψηλή, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα εξαερισμού, ώστε να επανέλθει η υγρασία στα επιθυμητά επίπεδα.

2.8.3 Φως

Η πιπεριά είναι φυτό απαιτητικό σε φως. Η διάρκεια και η ένταση του φωτός παίζει σημαντικό ρόλο στην καλύτερη ανάπτυξη, άνθιση και καρποφορία των φυτών.

2.8.4 Λίπανση

Βασική λίπανση: Η εφαρμογή της βασικής λίπανσης ξεκινά πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας κατά την προετοιμασία του χωραφιού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ένα πλήρες λίπασμα όπως για παράδειγμα το 11-15-15 είτε οργανική ουσία με φυτικό κομπόστ. Το λίπασμα σκορπίζεται και ενσωματώνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους ή μόνο στις γραμμές φύτευσης, στη δεύτερη περίπτωση η ποσότητα λιπάσματος που χορηγείται είναι μικρότερη.

Επιφανειακή λίπανση: Η πρώτη εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης γίνεται κατά την έναρξη της άνθισης, η δεύτερη γίνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και η τρίτη κατά τα πρώτα στάδια ωρίμανσης του καρπού. Η εφαρμογή του λιπάσματος γίνεται σε γραμμές μεταξύ των φυτών και ακολουθεί ενσωμάτωση με ελαφριά άρδευση ή με σκάλισμα. Εκτός των στοιχείων άζωτο, φώσφορο, κάλιο, η πιπεριά είναι ένα φυτό ευαίσθητο στην έλλειψη ασβεστίου και μαγνησίου, επομένως θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή και των στοιχείων αυτών κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Όσον αφορά τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία που χρειάζονται τα φυτά, συνήθως υπάρχουν στο έδαφος και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις έλλειψης κάποιου ιχνοστοιχείου υπάρχει ανάγκη προσθήκης του ανάλογου λιπάσματος.

2.8.5 Σκαλίσματα - Έλεγχος ζιζανίων

Τα σκαλίσματα γίνονται για την αφρατοποίηση του εδάφους και τον καλύτερο αερισμό των ριζών, για την καλύτερη ενσωμάτωση του λιπάσματος και της οργανικής ουσίας στο έδαφος αλλά και για την καταστροφή των ζιζανίων. Επίσης στην καταπολέμηση των ζιζανίων βοηθά το ξεβοτάνισμα αλλά και η εδαφοκάλυψη των γραμμών με πλαστικό φύλλο μαύρου χρώματος. Η τοποθέτηση του πλαστικού φύλλου γίνεται πριν από τη μεταφύτευση των φυτών.

2.8.6 Άρδευση

Η πιπεριά είναι πολύ ευπαθές φυτό τόσο στο ξηρό έδαφος όσο και στο πολύ υγρό. Η ποσότητα και η συχνότητα του ποτίσματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, το κλίμα, την εποχή, τη δομή του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού κ.α..

2.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

(υδροπονία)

Οι σπόροι της πιπεριάς σπέρνονται μέσα σε κύβους πετροβάμβακα. Πριν τη σπορά οι κύβοι ποτίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Αμέσως μετά, οι σπόροι τοποθετούνται στις τρύπες που υπάρχουν ή που ανοίγονται στην επιφάνεια των κύβων και στη συνέχεια καλύπτονται με λίγο περλίτη ή με μικρά κομμάτια πετροβάμβακα. Αφού τελειώσει η σπορά, οι κύβοι ποτίζονται ξανά με λίγο θρεπτικό διάλυμα στην περιοχή που τοποθετήθηκαν οι σπόροι. Στη συνέχεια οι κύβοι τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλον και παραμένουν στο σπορείο σε θερμοκρασία 25-28 βαθμούς μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι. Έως ότου φυτρώσουν οι σπόροι οι κύβοι ποτίζονται τακτικά αλλά με πολύ μικρές ποσότητες θρεπτικού διαλύματος κάθε φορά. Στην περιοχή που βρίσκεται ο σπόρος δεν πρέπει να δημιουργείται υπερβολική υγρασία. Μετά το φύτευμα η θερμοκρασία στο χώρο που βρίσκονται οι κύβοι μειώνεται στους 20-22°C την ημέρα και 18-20°C τη νύχτα. Η λίπανση και η άρδευση των σποροφύτων συνεχίζεται καθημερινά με χορήγηση των κατάλληλων ποσοτήτων θρεπτικού διαλύματος. Μόλις οι ρίζες του φυτού αρχίσουν να εμφανίζονται στην κάτω επιφάνεια των κύβων, έχει φτάσει η ώρα της μεταφύτευσης. Η μεταφύτευση γίνεται εύκολα με απλή τοποθέτηση των κύβων με τα σπορόφυτα πάνω σε μεγαλύτερους κύβους ή πλάκες πετροβάμβακα. Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας ξεκινά η τακτική παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Παροχή θρεπτικού διαλύματος γίνεται κάθε μέρα σε περισσότερες από μία δόσεις, συνήθως 5-12 δόσεις / ημέρα και σε μικρές ποσότητες.

2.10 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

2.10.1 Κλάδεμα

Το κλάδεμα εφαρμόζεται για τον καλύτερο έλεγχο της βλάστησης και της καρποφορίας των φυτών, επίσης με το κλάδεμα ενισχύεται ο αερισμός των φυτών και η διεύδυση του φωτός. Τέλος το κλάδεμα χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση

και τη διατήρηση ενός συγκεκριμένου σχήματος. Το πιο συνηθισμένο σχήμα είναι το διστέλεχο ή τριστέλεχο, ενώ λιγότερο συνηθισμένα είναι το μονοστέλεχο και το τετραστέλεχο. Με το μονοστέλεχο σχήμα μειώνεται η ανθοφορία επομένως η παραγωγή καρπών είναι αρκετά περιορισμένη. Η διαμόρφωση σε τετραστέλεχο σχήμα μειώνει κατά πολύ το κόστος σε σπόρο, εργατικά και λειτουργικά σπορείου. Έρευνες έχουν δείξει ότι δύο διστέλεχα φυτά δίνουν αρκετά υψηλότερη και καλύτερης ποιότητας παραγωγή σε σύγκριση με ένα τετραστέλεχο φυτό. Επίσης αφήνονται λιγότερα από τέσσερα στελέχη ανά φυτό, φυτεύονται περισσότερα φυτά ανά μονάδα επιφάνειας. Τα στελέχη που αφήνονται σε κάθε φυτό προέρχονται από την πρώτη και την δεύτερη διακλάδωση του αρχικού βλαστού.

2.10.2 Αποφύλλωση

Αυτή η εργασία συνιστάται για τα παλιά φύλλα, ώστε να βελτιωθεί ο αερισμός και ο χρωματισμός των καρπών, καθώς και για τα ασθενή φύλλα, ώστε να απομακρυνθεί η πηγή ενδεχόμενης διάδοσης ασθενειών.

2.10.3 Ξεκαθάρισμα ανθέων - καρπών

Το άνθος που δημιουργείται στη πρώτη διακλάδωση αφαιρείται. Η επέμβαση αυτή γίνεται ώστε να ενθαρρυνθεί η βλαστική αύξηση του φυτού κατά τα αρχικά στάδια της ανάπτυξής του και να αποκτήσει αρκετή ευρωστία. Το αποτέλεσμα είναι τα φυτά αυτά να δώσουν πλούσια καρπόδεση και να σχηματίζουν μεγάλους καρπούς σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Αφαίρεση καρπών δε γίνεται συχνά, είναι όμως δυνατό να καταστεί αναγκαίο σε περιπτώσεις που το φυτό φέρει υπερβολικό φορτίο καρπών.

2.10.4 Υποσύλωση

Αυτή η εργασία είναι σημαντική στην καλλιέργεια, για να διατηρήσει την αυξητική πορεία του φυτού και να το εμποδίσει να σπάσει, καθώς και να διευκολύνει τον αερισμό αλλά και τη συγκομιδή. Το πιο απλό και πετυχημένο σύστημα υποσύλωσης είναι με δέσιμο των βλαστών με πλαστικούς σπάγκους, των οποίων η μία άκρη δένεται στη βάση του φυτού και η άλλη άκρη δένεται σε οριζόντιο σύρμα

που βρίσκεται πάνω από τη γραμμή φύτευσης. Κάθε βλαστός που αφήνεται σε κάθε φυτό δένεται με ξεχωριστό σπάγκο. Υπάρχει επίσης και το σύστημα υποστύλωσης με δίχτυ-πλέγμα. Οι βλαστοί των φυτών περνούν μέσα από τις τρύπες του δικτυού και στηρίζονται σε αυτό. Το δίχτυ στερεώνεται με πασσάλους στις άκρες των γραμμών φύτευσης.

2.10.5 Συγκομιδή

Οι καρποί πιπεριάς μπορεί να συγκομίζονται είτε σε στάδιο πλήρους ωρίμανσης, όπου αποκτούν το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας, είτε σε ανώριμο στάδιο όπου το χρώμα του καρπού είναι πράσινο. Οι ανώριμοι καρποί θα πρέπει να έχουν αποκτήσει λεία εξωτερική επιφάνεια και να μην είναι ρυτιδωμένοι.

Η συγκομιδή καρπών στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης έχει σαν αποτέλεσμα οι καρποί να παραμείνουν διπλάσιο χρόνο πάνω στο φυτό από τους ανώριμους πράσινους καρπούς. Αυτό προκαλεί μείωση της συνολικής παραγωγής καρπών από το φυτό λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ τους.

Οι καρποί που προορίζονται για κονσερβοποίηση και για παραγωγή πιπεριού αφήνονται να ωριμάσουν πλήρως. Ενώ οι καρποί που πρόκειται να καταναλωθούν νωποί συγκομίζονται πριν ωριμάσουν πλήρως.

Η κοπή των καρπών γίνεται με το χέρι ή καλύτερα με τη βοήθεια κάποιου κλαδευτηριού για τη μικρότερη τομή πάνω στον ποδίσκο.

2.10.6 Συντήρηση

Συνήθως οι καρποί διατίθενται κατευθείαν στην αγορά προς πώληση. Εναλλακτικά μπορούν να αποθηκευτούν για σχεδόν 1,5 μήνα σε θάλαμο με θερμοκρασία 0°C και υψηλή σχετική υγρασία 95%. Σε θερμοκρασία 4°C συντηρούνται πολύ καλά για 1 μήνα, ενώ σε θερμοκρασία 10°C μπορούν να συντηρηθούν για 2 εβδομάδες.

Έχει βρεθεί, όμως ότι σε θερμοκρασία συντήρησης μικρότερη από 7°C, οι καρποί μπορεί να παρουσιάσουν συμπτώματα κρουοτραυματισμού μετά την έξοδό τους από

το θάλαμο συντήρησης. Γι αυτό εάν συντηρηθούν σε αυτές τις συνθήκες θα πρέπει να καταναλωθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την έξοδό τους από το θάλαμο συντήρησης.

2.11.1 Sammy F1

Είναι υβρίδιο πιπεριάς μέτριας ανάπτυξης με εξαιρετική παραγωγή και σταθερή ποιότητα καρπών. Είναι τύπου κέρατο μεγέθους 15-20 cm. Η γεύση του καρπού είναι γλυκιά.

Το φυτό είναι εύρωστο, ζωντανό, πολύ πρώιμο, ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες και ιώσεις.



Εικόνα 2.12: ποικιλία πιπεριάς *Sammy*

2.11.2 Astrion F1

Είναι υβρίδιο πολύ πρώιμο και παραγωγικό. Φυτό ζωντανό με καρπούς ανοιχτού πράσινου χρωματισμού. Είναι τύπου κέρατο μεγέθους 15-18 cm και με χοντρά τοιχώματα.



Εικόνα 2.13: ποικιλία πιπεριάς *Astrion F1*

2.11.3 Guardian F1

Είναι υβρίδιο μεσοπρώιμο. Δυνατό φυτό με καλή κάλυψη καρπού και μεγάλη παραγωγή. Είναι τύπου φλάσκα με καρπό σκούρου πράσινου χρωματισμού. Είναι πολύ ανθεκτικό στον ιό Υ της πατάτας (PVY: 1-2) και στον ιό μωσαϊκού ντομάτας (ToMV)



Εικόνα 2.14: ποικιλία πιπεριάς *Guardian F1*

2.11.4 Kapro F1

Είναι υβρίδιο πιπεριάς με υψηλή και ομοιόμορφη παραγωγή. Συνίσταται για φθινοπωρινές και ανοιξιάτικες καλλιέργειες. Είναι τύπου Φλωρίνης με έντονο κόκκινο χρώμα καρπού κατά την ωρίμανση. Οι καρποί έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και μέγεθος 17-19 cm. Είναι ανθεκτικό στον ιό του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV) και στον ιό του μωσαϊκού του καπνού (TMV).



Εικόνα 2.15: ποικιλία πιπεριάς *Kapro F1*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας είναι να περιγραφούν οι μέχρι στιγμής σημερινές τεχνολογίες παραγωγής της πιπεριάς αλλά και να μελετηθεί για πρώτη φορά η ανάπτυξη της καλλιέργειας και οι αποδόσεις των φυτών τις πιπεριάς στο αεροπονικό σύστημα καλλιέργειας. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος στην Αμαλιάδα σε συνθήκες φυσικού φωτισμού ημέρας (περίπου 1200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$.). Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις (4) ποικιλίες πιπεριάς: *Sammy F1*, *Astrion F1*, *Kapro F1* και *Guardian F1*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η εγκατάσταση της αεροπονικής φάρμας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας αποτελείται από δύο μέρη:

- Το κέντρο ελέγχου και παροχής του θρεπτικού διαλύματος και
- Το θερμοκήπιο όπου βρίσκονται τα συστήματα καλλιέργειας.



Εικόνα 4.1: εγκατάσταση αεροπονικής φάρμας ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Αριστερά βρίσκεται το θερμοκήπιο και δεξιά το κέντρο ελέγχου και παροχής του θρεπτικού διαλύματος

Στο κέντρο ελέγχου βρίσκεται μια κεντρική αυτοματοποιημένη μονάδα για τον έλεγχο και τη λειτουργία του αεροπονικού συστήματος. Επίσης ελέγχεται και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH. Ακόμη ρυθμίζεται αυτόματα η σύσταση και η παρασκευή του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.

Τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά βρίσκονται μέσα σε δοχεία πυκνών λιπασμάτων. Τα δοχεία αυτά είναι δεκατρία, τα δώδεκα από αυτά περιέχουν τα πυκνά θρεπτικά ανόργανα στοιχεία και το δέκατο-τρίτο περιέχει το οξύ (HNO_3), το οποίο είναι απαραίτητο για τη ρύθμιση του pH. Τα οχτώ δοχεία περιέχουν τα μακροστοιχεία και τα άλλα τέσσερα τα ιχνοστοιχεία. Από τα δοχεία των δεκατριών

πυκνών λιπασμάτων, μέσω περισταλτικών αντλιών τα πυκνά διαλύματα οδηγούνται στην κεφαλή- δεξαμενή όπου παρασκευάζεται το θρεπτικό διάλυμα.



Εικόνα 4.2: δοχεία πυκνών λιπασμάτων

Η κεφαλή αφού πάρει την απαιτούμενη ποσότητα από τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα, την προσθέτει στον κατάλληλο όγκο νερού και γίνεται ανάδευση του νέου διαλύματος. Τέλος η κεφαλή-δεξαμενή ελέγχει την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και το pH.



Εικόνα 4.3: κεφαλή – δεξαμενή

Εφόσον το αραιό πλέον θρεπτικό διάλυμα έχει ετοιμαστεί στην κεφαλή οδηγείται στις δεξαμενές αποθήκευσης. Εφόσον το θρεπτικό διάλυμα έχει αποθηκευτεί ,

μπορούμε επιπλέον να ρυθμίζουμε την θερμοκρασία του πριν το χρησιμοποιήσουμε για τον ψεκάσμό της καλλιέργειας.



Εικόνα 4.4: δεξαμενές αποθήκευσης αραιού θρεπτικού διαλύματος- έλεγχος της θερμοκρασίας- αντλίες παροχής

Εντός του θερμοκηπίου βρίσκονται τα πλαίσια ή κανάλια καλλιέργεια των φυτών όπου τοποθετούνται τα φυτάρια για την ανάπτυξη τους. Τέλος στο χώρο αυτό υπάρχουν και οι δεξαμενές απορροής, στις οποίες καταλήγουν οι σωλήνες απορροής του κάθε καναλιού καλλιέργειας, καθώς και η αυτόματη επανεπιστροφή του θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 4.5: Δεξαμενές απορροής του θρεπτικού διαλύματος

Τα πλαίσια ή τα κανάλια καλλιέργειας μπορεί να είναι είτε ορθογώνια είτε τριγωνικά εντός των οποίων βρίσκεται και μεγαλώνει το ριζικό σύστημα των φυτών και υπάρχουν σωλήνες μεταφοράς και ψεκασμού του θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 4.6: ορθογώνια πλαίσια – κανάλια αεροπονίας



Εικόνα 4.7: τριγωνικά πλαίσια – κανάλια αεροπονίας

Τα καπάκια των πλαισίων αυτών είναι από φελιζόλ τα οποία φέρουν τρύπες όπου τοποθετείται το ειδικό γλαστράκι (pot) αεροπονίας, στο οποίο τοποθετείται το νεαρό φυτάριο.



Εικόνα 4.8: καπάκια πλαισίων με οπές στήριξης φυτών

Το γλαστράκι αυτό φέρει σχισμές προκειμένου το ριζικό σύστημα του φυτού, να έρχεται σε επαφή με το ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα, καθώς επίσης να μην εμποδίζεται η ανάπτυξή του. Τα νεαρά φυτά τοποθετούνται στο κέντρο του και για τη στήριξή τους τοποθετείται ένα ειδικό σφουγγαράκι-καπάκι (cover-pot) στήριξης.



Εικόνα 4.9: ειδικά γλαστράκια (pots) και καπάκια (cover-pots) στήριξης φυτών

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο θερμοκήπιο του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος στην Αμαλιάδα εγκαταστάθηκε μια πρότυπη καλλιέργεια πιπεριάς σε αεροπονικό σύστημα. Για τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου πειράματος χρησιμοποιήθηκαν φυτά πιπεριάς τα οποία τοποθετήθηκαν σε ειδικά κατασκευασμένα κανάλια αεροπονίας. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ποικιλίες πιπεριάς επί 8 επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη αποτελείται από πέντε (5) φυτά πιπεριάς.

Πιο αναλυτικά, στις 2 Μαΐου του 2014, τοποθετήθηκαν 160 φυτά πιπεριάς στο σύστημα αεροπονίας. Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις (4) ποικιλίες πιπεριάς οι οποίες είναι οι εξής: *Sammy F1*, *Astrion F1*, *Kapro F1* και *Guardian F1*.



Εικόνα 4.10: ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. *Sammy F1 – Astrion F1 – Kapro F1 – Guardian F1*

Αφού απομακρύνουμε πολύ προσεκτικά το χώμα από το ριζικό σύστημα των φυτών χωρίς να τραυματίσουμε τις ρίζες, χρησιμοποιώντας νερό υπό πίεση, τα τοποθετήσαμε σε ειδικά pots αεροπονίας και τα στερεώσαμε με ειδικά Pot covers στις κανονικές θέσεις στα κανάλια αεροπονίας, σε αποστάσεις φύτευσης 45 cm x 45 cm .Σύνολο φυτεύτηκαν 160 φυτά, 40 από κάθε ποικιλία, σε τέσσερις μεταχειρίσεις επαναλήψεις.

Τα κανάλια είναι σχήματος ορθογωνίου και οι διαστάσεις του είναι 30 cm βάθος, 64 cm πλάτος και το κανάλι είναι 10 m. Όλη η κατασκευή του καναλιού είναι από φελιζόλ. Τα καπάκια στα κανάλια είναι από φελιζόλ με πάχος 50cm, πάνω στα οποία ανοίχτηκαν τρύπες με μέγεθος και διάμετρο ενός ποτηριού. Στην βάση του καναλιού ανοίχτηκαν οπές απορροής, από τις οποίες με ελεύθερη ροή και με την βοήθεια δικτύων σωληνώσεων επιστρέφει η περίσσεια του θρεπτικού διαλύματος στο αρχικό βαρέλι τροφοδοσίας. Μέσα στα κανάλια στο εσωτερικό τους

τοποθετήθηκε το σύστημα ψεκασμού περιμετρικά του θρεπτικού διαλύματος (βάζοντας τα μπεκ αεροπονίας).



Εικόνα 4.11: τοποθετημένα φυτά στα πλαίσια αεροπονίας

Ο ψεκασμός του θρεπτικού διαλύματος στο ριζικό σύστημα γινόταν για 30sec κάθε 10 έως 15 λεπτά από την πρώτη κιάλας ημέρα εγκατάστασης των φυτών στα κανάλια, υπό πίεση 5 atm.

Το θρεπτικό διάλυμα παρασκευαζόταν αυτόματα στην κεφαλή αεροπονίας, στην οποία μεταφέρονταν οι ακριβείς ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων από τα αντίστοιχα δοχεία (stock solution), όπου αναμιγνύονταν με την κατάλληλη ποσότητα νερού. Ταυτόχρονα φτιαχνόταν η αγωγιμότητα και το pH. Κατόπιν με αντλίες μεταφέρονταν και ψεκαζόταν στο ριζικό σύστημα των φυτών μέσω κλειστού συστήματος επανακυκλοφορίας.

Στο διάλυμα εκτός από τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία απαιτούνταν και η σωστή οξύτητα με σκοπό όλα τα στοιχεία να είναι εύκολα απορροφήσιμα από το ριζικό σύστημα των φυτών. Το άριστο pH για την πιπεριά είναι 5,5-6,5. Στην περίπτωση που το pH αυξηθεί μέσα στο βαρέλι τροφοδοσίας θα πρέπει να διορθωθεί άμεσα

για να σταθεροποιηθεί μέχρι το 6,5 και όχι παραπάνω. Όταν λέμε να διορθωθεί εννοούμε ότι χρησιμοποιούσαμε νιτρικό οξύ για να επανέλθει στο όριο του.

Εκτός από τις μετρήσεις του pH κάθε μέρα μετριόταν και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) με το ειδικό αγωγιμόμετρο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC): μέτρο της περιεκτικότητας του θρεπτικού διαλύματος σε ανόργανα άλατα και εκφράζεται σε ds/m

ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

Η παρακάτω συνταγή χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια των φυτών της πιπεριάς. Πριν την τοποθέτηση των φυτών στα κανάλια της αεροπονίας, παρασκευάστηκαν τα πυκνά διαλύματα για να γίνει η παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος σε νέα βαρέλια.

Δοχείο	Stock Solution	ΟΝΟΜΑΣΙΑ (ΕΝ)	Ποσότητα (Kg)	Όγκος stock solution (liters)	Παρασκευή Διαλύματος Καλλιέργειας stock solution / 80 lt
1	Ca(NO ₃) ₂	Calcium nitrate	6,0000	100	36 ml
2	KNO ₃	Potassium nitrate	7,0000	100	271 ml
3	NH ₄ NO ₃	Ammonium nitrate	1,0000	100	740 ml
4	MgSO ₄	Magnesium sulphate	2,0000	100	0
5	K ₂ SO ₄	Potassium sulphate	3,0000	100	0
6	Mg(NO ₃) ₂	Magnesium nitrate	2,0000	100	957 ml
7	KH ₂ PO ₄	Monopotassium phosphate	2,5000	100	668 ml
8	Fe-chelate	Iron chelate	1,0000	100	90 ml
9	MnSO ₄	Manganese sulphate	0,0400	40	120 ml
10	ZnSO ₄	Zinc sulphate	0,0200	40	107 ml
11	CuSO ₄	Copper sulphate	0,0050	40	83 ml
12	Na ₂ B ₄ O ₁₃	Borax	0,1000	40	67 ml
	NaMoO ₄	Sodium molybdate	0,0050		
13	HNO ₃	Nitric Acid	4,0000	100	578 ml

Πίνακας 4.1: συστατικά και ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

Μετά από 10 μέρες τα φυτά είχαν αναπτυχθεί. Αρχίσαμε να κλαδεύουμε και να κρατάμε 2 έως 4 βλαστούς ανά φυτό. Κάθε εβδομάδα έπρεπε να γίνεται κλάδεμα. Αφού μεγαλώσουν τα φυτά θα τα υποστυλώσουμε διότι η πιπεριά έχει εύθραυστους βλαστούς γι αυτό χρειάζεται υποστήλωση για να αποφεύγονται οι απώλειες σε βλαστούς και καρπούς.

4.3.1 ΚΛΑΔΕΜΑ

Το κλάδεμα χρησιμοποιείται για να επιλεγεί ο αριθμός των βλαστών των φυτών (συνήθως 2-4). Αν είναι απαραίτητο, το φυτό καθαρίζεται και από φύλλα.

Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήσαμε 2-4 βλαστούς.

4.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ

Κατά την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος υποστήλωσης με κατακόρυφους σπάγκους. Στη μέθοδο αυτή κάναμε τα παρακάτω:

Στερεώσαμε τους βλαστούς με κατακόρυφους σπάγκους. Κάθε βλαστός που έχουμε αφήσει δένεται με ξεχωριστό σπάγκο στα οριζόντια σύρματα, που βρίσκονται πάνω από τις γραμμές φύτευσης. Κάνουμε έναν ελαφρύ κόμπο κάτω από την πρώτη διακλάδωση πολύ χαλαρό γιατί το φυτό θα μεγαλώσει και τυλίγουμε τον βλαστό.

4.3.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή άρχισε 5 εβδομάδες και 3 ημέρες μετά την μεταφύτευση στα αεροπονικά κανάλια. Οι καρποί συλλέγονταν ανά 3 έως 7 ημέρες ανάλογα την ποικιλία, για 1 μήνα. Το χρώμα των καρπών ποικίλλει από ανοιχτό πράσινο, σκούρο πράσινο και κόκκινο λόγω των διαφορετικών ποικιλιών.

Οι καρποί συλλέγονταν και ζυγίζονταν ανά επαναλήψεις.

Η πιπεριά σαν καλλιέργεια συνήθως προσβάλλεται από μια σειρά εντομών κυρίως από αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*), αφίδες (μελίγκρες) και τετράνυχος (*Tetranychus spp*). Αυτό αντιμετωπίστηκε σε ένα βαθμό με το καλό εντομοστεγές θερμοκήπιο.

Δυστυχώς η 1^η ποικιλία δηλαδή η *Sammy* προσβλήθηκε από αλευρώδης. Το μικροσκοπικό αυτό έντομο αναπτύχθηκε και πολλαπλασιάστηκε με πολύ γρήγορους ρυθμούς λόγω υψηλών θερμοκρασιών λόγω εποχής. Στο τέλος, η παραγωγή μειώθηκε, είτε με την απομύζηση των θρεπτικών χυμών, είτε την μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φύλλων εξαιτίας της καπνιάς που σχηματίζεται στο μελίτωμα που εκκρίνεται, που αν είναι επί των καρπών όπως έγινε, υποβαθμίζονται. Το έντομο γεννά τα αυγά του στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και αυτό δυσκόλευε την καταπολέμηση του.

Η καταπολέμηση του είναι δύσκολη ακόμη και με την χρήση χημικών. Χρησιμοποιήσαμε τα εξής φάρμακα:

- *Decis* 27/5/2014
- *Steward* 12/6/2014
- *Confidor* 1/7/2014

Λόγω προσβολής τις ποικιλίας αφαιρέθηκαν τέσσερα (4) φυτά. Επιπλέον προσβλήθηκαν και δέκα (10) φυτά της ποικιλίας *Astrion F1* αλλά όχι σε σημαντικό βαθμό. Οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν προσβλήθηκαν λόγω των ψεκασμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1.1 Ποικιλία *Sammy F1*



Εικόνα 5.1: καρποί ποικιλίας *Sammy F1*

Στην ποικιλία *Sammy F1* η συγκομιδή άρχισε στις 9-6-2014 και τελείωσε στις 4-7-2014. Στον πίνακα 5.1 και 5.2 καταγράφονται οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι συγκομιδές, ο αριθμός των καρπών από όλα τα φυτά κάθε επανάληψης, το μετρούμενο μέσο βάρος των καρπών ανά επανάληψη και η τυπική απόκλιση που έχουν τα βάρη των καρπών από το μέσο όρο τους. Παρατηρούμε ότι το ολικό βάρος των καρπών σε gr τις πρώτες 17 ημέρες μετά την συγκομιδή υπάρχει μια διακύμανση στις τιμές. Ο ελάχιστος αριθμός καρπών παρατηρήθηκε συγκεκριμένα στην 4^η επανάληψη (1 καρπός) στις 13-6-2014, ενώ ο μέγιστος (16 καρποί) την 1-7-2014 στην 5^η και 7^η επανάληψη. Όσον αφορά το συνολικό βάρος των καρπών ανά επανάληψη στην 1^η, 2^η και 3^η επανάληψη παρατηρήθηκαν οι μικρότερες τιμές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ Sammy F1

Ημερομηνίες Συγκομιδής	Αριθμός Επαναλήψεων											
	1η			2η			3η			4η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)
9-6-2014	3	68,20	0,57	3	67,15	0,47	4	66,77	0,36	3	69,65	0,43
13-6-2014	2	67,45	0,08	2	66,96	0,32	4	65,96	0,68	1	70,23	-
19-6-2014	5	65,47	0,85	4	67,77	0,64	3	67,54	0,34	4	71,73	0,56
27-6-2014	10	66,53	1,04	9	69,75	0,86	9	70,15	0,95	10	78,53	1,06
1-7-2014	13	70,89	1,19	14	74,36	1,21	12	75,90	0,93	15	75,73	1,32
4-7-2014	11	77,85	0,35	12	78,57	0,98	15	80,06	1,18	9	80,25	0,95
ΣΥΝΟΛΟ	44	416,39	-	44	424,56	-	47	426,38	-	42	446,12	-
M.O.	7,33	69,39	4,13	7,33	70,76	4,30	7,83	71,06	5,19	7	74,35	4,08

Πίνακας 5.1: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Sammy F1 (8 επαναλήψεις)

Ημερομηνίες Συγκομιδής	Αριθμός Επαναλήψεων											
	5η			6η			7η			8η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)
9-6-2014	3	73,03	0,45	3	69,34	0,58	4	69,75	0,36	3	69,50	0,25
13-6-2014	3	74,63	0,38	4	70,45	0,76	4	71,91	0,25	4	70,56	0,37
19-6-2014	5	76,29	0,68	2	71,76	0,47	3	72,95	0,18	4	72,71	0,58
27-6-2014	12	75,61	0,97	10	74,16	0,87	9	74,76	0,58	11	74,95	0,69
1-7-2014	16	76,97	1,05	15	76,88	0,99	16	76,43	1,05	13	77,53	0,86
4-7-2014	12	80,60	0,97	10	79,49	1,25	11	80,59	0,86	9	80,72	0,77
ΣΥΝΟΛΟ	51	457,13	-	44	442,08	-	47	446,39	-	44	445,97	-
M.O.	8,5	76,18	2,33	7,33	73,68	3,58	7,83	74,39	3,47	7,33	74,32	3,90

Πίνακας 5.2: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Sammy F1 (8 επαναλήψεις)

5.1.2 Ποικιλία *Astrion F1*



Εικόνα 5.2: καρποί ποικιλίας *Astrion F1*

Στην ποικιλία *Astrion F1* η συγκομιδή άρχισε στις 13-6-2014 και τελείωσε στις 8-7-2014. Στον πίνακα 5.3 και 5.4 καταγράφονται οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι συγκομιδές, ο αριθμός των καρπών από όλα τα φυτά κάθε επανάληψης, το μετρούμενο μέσο βάρος των καρπών ανά επανάληψη και η τυπική απόκλιση που έχουν τα βάρη των καρπών από το μέσο όρο τους. Παρατηρούμε ότι το ολικό βάρος των καρπών σε gr τις πρώτες 12 ημέρες μετά την συγκομιδή υπάρχει μια διακύμανση στις τιμές. Ο ελάχιστος αριθμός καρπών παρατηρήθηκε συγκεκριμένα στην 3^η, 6^η και 8^η επανάληψη (1 καρπός) στις 25-6-2014, ενώ ο μέγιστος (8 καρποί) στις 4-7-2014. Όσον αφορά το συνολικό βάρος των καρπών ανά επανάληψη στην 8^η επανάληψη παρατηρήθηκε η μικρότερη τιμή.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ Astrion F1

Αριθμός Επαναλήψεων														
Ημερομηνίες Συγκομιδής	1 ^η				2 ^η				3 ^η				4 ^η	
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)
13-6-2014	2	70,12	0,24	2	71,20	0,36	3	70,82	0,55	2	72,98	0,52		
25-6-2014	2	72,25	0,53	3	67,23	0,19	1	73,67	-	2	73,76	0,47		
2-7-2014	3	75,47	0,78	4	73,50	0,52	5	72,18	0,68	4	73,30	0,67		
4-7-2014	6	77,98	1,03	8	77,54	0,97	7	76,66	1,02	5	76,44	0,72		
8-7-2014	5	81,26	0,89	7	81,35	1,13	6	80,57	0,97	7	81,58	1,04		
ΣΥΝΟΛΟ	18	377,08	-	24	370,82	-	22	373,90	-	20	378,06	-		
M.O.	3,6	75,41	3,96	4,8	74,16	4,90	4,4	74,78	3,48	4	75,61	3,22		

Πίνακας 5.3: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Astrion F1 (8 επαναλήψεις)

Αριθμός Επαναλήψεων														
Ημερομηνίες Συγκομιδής	5 ^η				6 ^η				7 ^η				8 ^η	
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)
13-6-2014	3	69,04	0,42	4	70,98	0,75	2	69,71	0,47	2	66,67	0,63		
25-6-2014	2	69,30	0,52	1	69,32	-	2	70,09	0,58	1	69,01	-		
2-7-2014	5	72,61	0,85	3	71,59	0,44	5	72,05	0,57	4	74,39	0,85		
4-7-2014	6	77,55	0,94	5	76,42	0,83	4	77,93	0,86	6	76,14	0,97		
8-7-2014	7	83,02	0,54	7	82,87	0,99	6	82,64	0,93	7	81,38	0,86		
ΣΥΝΟΛΟ	23	371,52	-	20	371,18	-	19	372,42	-	20	367,59	-		
M.O.	4,6	74,72	5,88	4	74,23	4,92	3,8	74,48	5,02	4	73,51	5,22		

Πίνακας 5.4: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Astrion F1 (8 επαναλήψεις)

5.1.2 Ποικιλία *Kapro F1*



Εικόνα 5.3: καρποί ποικιλίας *Kapro F1*

Στην ποικιλία *Kapro F1* η συγκομιδή άρχισε στις 19-6-2014 και τελείωσε στις 8-7-2014. Στον πίνακα 5.5 και 5.6 καταγράφονται οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι συγκομιδές, ο αριθμός των καρπών από όλα τα φυτά κάθε επανάληψης, το μετρούμενο μέσο βάρος των καρπών ανά επανάληψη και η τυπική απόκλιση που έχουν τα βάρη των καρπών από το μέσο όρο τους. Ο ελάχιστος αριθμός καρπών παρατηρήθηκε συγκεκριμένα στην 5^η επανάληψη (1 καρπός) στις 19-6-2014, ενώ ο μέγιστος (5 καρποί) σε αρκετές επαναλήψεις.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ *Καρο F1*

Αριθμός Επαναλήψεων												
Ημερομηνίες Συγκομιδής	1 ^η			2 ^η			3 ^η			4 ^η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)
19-6-2014	3	97,35	0,94	2	99,79	0,75	3	98,61	0,55	2	99,74	0,85
2-7-2014	5	102,48	1,13	4	102,70	0,78	5	103,37	0,66	3	102,26	0,82
8-7-2014	3	101,67	0,27	4	100,22	0,66	4	102,03	1,09	4	101,07	1,08
ΣΥΝΟΛΟ	11	301,50	-	10	302,71	-	12	304,01	-	9	303,07	-
M.O.	3,66	100,50	2,25	3,33	100,90	1,28	4	101,33	2,00	3	101,02	1,02

Πίνακας 5.5: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία *Καρο F1* (8 επαναλήψεις)

Αριθμός Επαναλήψεων												
Ημερομηνίες Συγκομιδής	5 ^η			6 ^η			7 ^η			8 ^η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	T.A. (+/-)
19-6-2014	1	98,38	-	2	99,05	0,81	3	98,47	0,82	2	99,38	0,53
2-7-2014	3	102,48	0,83	3	100,63	0,60	2	101,42	1,03	4	101,58	0,68
8-7-2014	5	103,28	1,16	5	102,26	1,06	4	101,53	0,81	5	102,56	0,44
ΣΥΝΟΛΟ	9	304,14	-	10	301,94	-	9	301,42	-	11	303,52	-
M.O.	3	101,38	2,14	3,33	100,64	1,31	3	100,47	1,41	3,66	101,17	1,32

Πίνακας 5.6: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία *Καρο F1* (8 επαναλήψεις)

5.1.2 Ποικιλία *Guardian F1*



Εικόνα 5.4: καρποί ποικιλίας *Guardian F1*

Στην ποικιλία *Guardian F1* η συγκομιδή άρχισε στις 9-6-2014 και τελείωσε στις 8-7-2014. Στον πίνακα 5.7 και 5.8 καταγράφονται οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι συγκομιδές, ο αριθμός των καρπών από όλα τα φυτά κάθε επανάληψης, το μετρούμενο μέσο βάρος των καρπών ανά επανάληψη και η τυπική απόκλιση που έχουν τα βάρη των καρπών από το μέσο όρο τους. Παρατηρούμε ότι το ολικό βάρος των καρπών σε gr τις πρώτες 10 ημέρες μετά την συγκομιδή υπάρχει μια διακύμανση στις τιμές. Ο ελάχιστος αριθμός καρπών παρατηρήθηκε συγκεκριμένα σε όλες τις επαναλήψεις εκτός απ την 6^η επανάληψη (1 καρπός) , ενώ ο μέγιστος στην 1^η, 4^η, 7^η και 8^η επανάληψη (8 καρποί) στις 2-7-2014. Όσον αφορά το συνολικό βάρος των καρπών ανά επανάληψη στην 1^η επανάληψη παρατηρήθηκε η μικρότερη τιμή. Στην συγκεκριμένη ποικιλία είχαμε μείωση στον αριθμό των καρπών σε σύγκριση με τις άλλες ποικιλίες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ Guardian F1

Ημερομηνίες Συγκομιδής	Αριθμός Επαναλήψεων											
	1 ^η			2 ^η			3 ^η			4 ^η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)
9-6-2014	-	-	-	1	123,97	-	1	127,37	-	2	130,12	0,09
13-6-2014	2	120,78	0,59	1	127,33	-	1	129,31	-	-	-	-
19-6-2014	1	125,78	-	-	-	-	-	-	-	1	127,35	-
2-7-2014	8	129,23	0,55	6	132,58	0,88	7	137,42	0,69	8	139,35	0,76
2-7-2014	5	139,99	0,70	6	139,43	0,86	6	140,16	0,76	5	143,42	0,42
ΣΥΝΟΛΟ	16	515,78	-	14	523,31	-	15	534,26	-	16	540,24	-
Μ.Ο.	4	128,94	7,09	3,5	130,82	5,83	3,75	133,56	5,35	4	135,06	6,56

Πίνακας 5.7: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Guardian F1 (8 επαναλήψεις)

Ημερομηνίες Συγκομιδής	Αριθμός Επαναλήψεων											
	5 ^η			6 ^η			7 ^η			8 ^η		
	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)	Καρποί φυτών	Μέσο Βάρος Καρπών (gr)	Τ.Α. (+/-)
9-6-2014	1	126,44	-	-	-	-	1	127,95	-	-	-	-
13-6-2014	1	127,35	-	2	128,12	0,95	1	131,27	-	1	125,89	-
19-6-2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	131,23	-
2-7-2014	6	134,36	0,78	7	135,46	0,60	8	139,92	0,72	8	136,10	0,74
8-7-2014	7	138,86	1,00	7	141,60	0,66	5	140,96	0,73	6	143,73	0,45
ΣΥΝΟΛΟ	15	527,01	-	16	405,18	-	15	540,10	-	16	536,95	-
Μ.Ο.	3,75	131,75	5,12	5,33	135,06	5,51	3,75	135,02	5,55	4	134,23	6,56

Πίνακας 5.8: Μετρούμενο βάρος και αριθμός καρπών για κάθε συγκομιδή στην ποικιλία Guardian F1 (8 επαναλήψεις)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η Αεροπονία θεωρείται κλάδος της Υδροπονίας αλλά είναι πιο εξελιγμένη μέθοδος καλλιέργειας που έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα
2. Οι γνώσεις των αγροτών είναι ελλιπής όσον αφορά τη σωστή λειτουργία και συντήρηση ενός αεροπονικού συστήματος διότι όπως προαναφέραμε η Αεροπονία είναι μια σύγχρονη μέθοδος καλλιέργειας
3. Τα συστήματα χωρίζονται σε ανοιχτά και κλειστά, και στους δύο τύπους συστημάτων το θρεπτικό διάλυμα φιλτράρεται. Στο κλειστό σύστημα το θρεπτικό διάλυμα ανανεώνεται και επαναπροωθείται στα φυτά ακολουθώντας συνεχώς την ίδια «διαδρομή». Η αεροπονία είναι μία μέθοδος φιλική προς το περιβάλλον.
4. Για πρώτη φορά καλλιεργήθηκαν αεροπονικά επιτυχώς τέσσερις (4) ποικιλίες πιπεριάς. Δύο (2) τύπου κέρατο οι οποίες είναι η *Sammy* και η *Astrion*, μία (1) τύπου Φλωρίνης η *Capro* και τέλος μία (1) ποικιλία τύπου φλάσκα η *Guardian*.
5. Η ποικιλία *Sammy* παρόλο την προσβολή από αλευρώδης εμφάνισε την μεγαλύτερη παραγωγικότητα κατά την διάρκεια τις συγκομιδής.
6. Δεν παρατηρήθηκαν καθόλου προσβολές από περονόσπορο,βοτρυτή, αλτεναρίωση στελέχους πιπεριάς και ιώδιο.
7. Στην Αεροπονία σε σύγκριση με την Υδροπονία και την καλλιέργεια εδάφους, γίνεται γρηγορότερη ανάπτυξη των φυτών, διότι το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται απ'ευθείας στο ριζικό σύστημα των φυτών. Επίσης τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου στο θρεπτικό διάλυμα είναι πολύ υψηλά κάτι που ευνοεί ακόμη περισσότερο την ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών.
8. Μεγαλύτερη παραγωγή σε αριθμό καρπών από όλες τις επαναλήψεις είχε η ποικιλία *Sammy F1* με Μ.Ο. αριθμού καρπών 7,56, επόμενη είναι η *Guardian F1* με Μ.Ο. 4,01, τρίτη έρχεται η *Astrion F1* με Μ.Ο. 4,15 και τελευταία ποικιλία η *Capro F1* με τον μικρότερο Μ.Ο. που είναι 3,37. Παρά των αριθμών των καρπών η κατάταξη των ποικιλιών είναι διαφορετική όσον αφορά την παραγωγή των καρπών σε βάρος. Μεγαλύτερη παραγωγή καρπών σε βάρος είχε η *Guardian F1* με Μ.Ο. 133,05 gr, επόμενη είναι η *Capro F1* με Μ.Ο. 100,80 gr, τρίτη έρχεται η *Astrion F1* με Μ.Ο. 74,61 gr και τελευταία με μικρότερη παραγωγή σε βάρος καρπών είχε η *Sammy F1* με Μ.Ο. βάρος καρπών 73,02 gr.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γεώργιος Ν. Μαυρογιαννόπουλος Υδροπονικές εγκαταστάσεις, Έτος Εκδόσεις: 2007
2. Δημήτριος Σάββας Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών Καλλιέργεια Εκτός Εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα, 2012
3. Δημήτριος Σάββας, Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV, Υδροπονικές Καλλιέργειες, ΤΕΙ Μεσολογγίου, ΣΤΕΓ, Τμήμα ΘΕΚΑ, Μεσολόγγι
4. Δρ. Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας, Γεωπονικός- Επίκουρος Καθηγητής, Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος της Λαχανοκομίας IV, Τει Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Καλαμάτα 2011
5. Εγχειρίδιο για τη συλλογή και τη διατήρηση των παραδοσιακών ποικιλιών, Πελίτι 2014
6. Ιμπραχίμ- Αβραάμ ΧΑ, Πετρόπουλος Σπύρος, Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών, Βόλος 2012
7. Λειμονή Ευαγγελία, Πτυχιακή Εργασία: Θερμοκηπιακή Καλλιέργεια Πιπεριάς στο Νομό Ηρακλείου, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Ηράκλειο 2004
8. Ολύμπιος Χ. Μ.Η Τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης Α.Ε. Αθήνα, 2001
9. Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία, τεύχος 5/2010, Ιούνιος- Ιούλιος, Ημερομηνία Έκδοσης: 7/7/2010

- 10.Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία, τεύχος 6/2010, Αύγουστος,
Αφιέρωμα: Λίπανση των Καλλιεργειών, Ημερομηνία Έκδοσης:
1/9/2010
- 11.Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία, τεύχος 10/2000, Δεκέμβριος.
Αφιέρωμα: Πιπεριά, Ημερομηνία Έκδοσης: 1/12/2010
- 12.Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία, τεύχος 9/2005, Νοέμβριος,
Ημερομηνία Έκδοσης: 1/11/2005
- 13.Συντονισμός έκδοσης και γλωσσική επιμέλεια: Ερμούλλα
Χριστοδούλου Λειτουργός Τύπου και Πληροφοριών Α΄,
Δημήτρης Χάσιος Λειτουργός Τύπου και Πληροφοριών
Εγχειρίδιο Υδροπονίας Εκπαιδευτικό Κέντρο Υδροπονίας ΙΓΕ,
Υπουργείο Περιβάλλοντος και Αγροτικής Ανάπτυξης Ινστιτούτο
Γεωργικών Ερευνών, Λευκωσία 2014
- 14.Χαράλαμπος Θανόπουλος, MSc Γεωπόνος, Καλλιέργεια
Κηπευτικών, Σολανώδη Λαχανικά Πιπεριά, Αθήνα 2011
- 15.Bakker, J.C. 1989. The effects of temperature on flowering, fruit
set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum
annuum L.*). *Journal of Horticultural Science* 64(3):313-320

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ

1. http://agroselida.blogspot.gr/2013/11/blog-post_7214.html
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aeroponics>
3. <http://www.futuregrowing.com/info.html>
4. <http://ikee.lib.auth.gr/record/100569/files/gri-2008-974.pdf>
5. http://istath.blogspot.gr/2013/10/blog-post_16.html

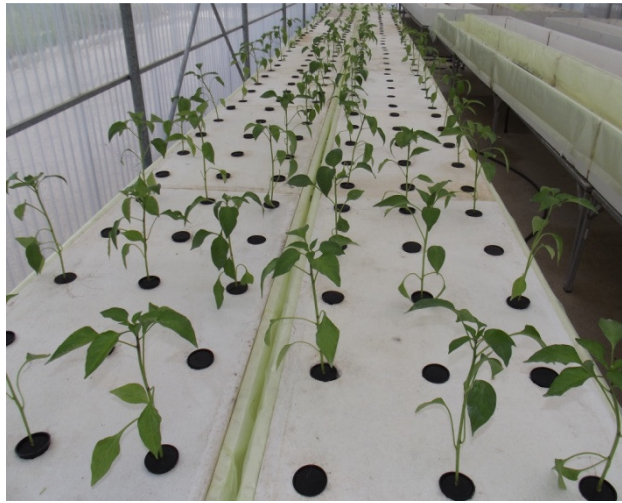
6. http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17522/STEG_FP_00591_Medium.pdf?sequence=1
7. https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=el&prev=search&rurl=translate.google.gr&sl=en&u=http://fatalii.net/Growing_chile_peppers/Germinating&usg=ALkJrhhaEGz5SxoRb9Ozigc-2EGvzI9Sg
8. <https://verticalhydroponic.com/how-to-grow-peppers-in-a-hydroponic-garden/>
9. <http://www.cropscience.gr/el/articles/ydroponika-systimata-kalliergeia-ektos-edafos>
10. http://www.ceralqui.com/docu/NG_System.pdf
11. <http://www.eclass.teipel.gr/eclass2/modules/document/file.php/ABGRFL136/%CE%A0%CE%99%CE%A0%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%91.pdf>
12. <http://www.ekk.aua.gr/seminar/seminar01.pdf>
13. http://www.fatalii.net/Growing_chile_peppers/Hydroponics
14. <http://www.futuregrowing.com/info.html>
15. <http://www.gardeningsite.com/aeroponics/aeroponics-benefits-and-disadvantages/>
16. <http://www.greensupport.gr/home/blog/426-ydroponikes-kalliergeies>
17. <http://www.hydroponics.teikal.gr/index.php/plhroforiako-yliko/16-ydroponiko-systima-epibleysews-mia-apotelesmatiki-kai-filiki-pros-to-perivallon-methodos-kalliergeias-fyllwdwn-laxanikwn>
18. <http://www.kober.gr/index.php/istoriki-anadromi>

19. <http://www.liquisearch.com/aeroponics/history/commercialization>
20. <http://web.cut.ac.cy/hydroflies/images/stories/hydroflies/documents/simiomatarioelgo.pdf>
21. <http://ydroponia.com/hydroponics/advantages/>
22. <http://ydroponia.com/hydroponics/soillessculture/>

Α. Στάδια ανάπτυξης ρίζας



Β. Στάδια ανάπτυξης φυτών





Γ. Καρποί



