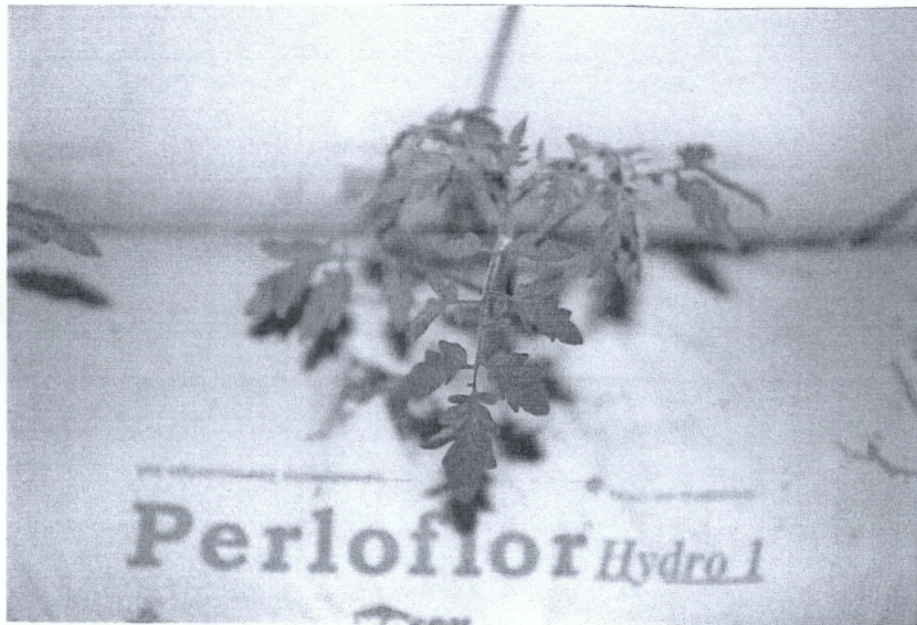


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Πτυχιακή μελέτη
του σπουδαστή
Καράμαλη Ιωάννη**

**ΘΕΜΑ: Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε περλίτη στην περιοχή της
Φοινικούντας και τεχνοοικονομική ανάλυση**



Εισηγητής : Κώτσιρας Αθανάσιος

Λιναρδόπουλος Χρήστος

Καλαμάτα 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	
1.1. Εισαγωγή.....	2
1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	3
1.2.1 Ιστορική αναδρομή.....	3
1.2.2. Στατιστικά στοιχεία.....	4
1.2.3. Πλεονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας	5
1.2.4. Μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας	8
1.2.5. Υποστρώματα υδροπονίας	8
1.2.5.1. Περλίτης	9
1.2.5.2. Συσκευασία περλίτη.....	10
1.2.5.3. Ο υδροπονικός περλίτης σε σύγκριση με τα άλλα είδη αγροτικού περλίτη.....	10
1.2.5.4. Υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη.....	11
1.3 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών.....	11
1.3.1. Ανοιχτά συστήματα.....	11
1.3.2. Κλειστά συστήματα.....	12
1.3.3. Ποιότητα νερού.....	13

ΑΡΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΣΕ ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

	16
1.4. Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία.....	18
1.5. Διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων.....	20
1.5.1. Έλεγχος ηλεκτρικής αγωγιμότητας	20
1.5.2. Έλεγχος του Ph.....	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

2.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά τομάτας	22
2.2. Είδη, Ποικιλίες, Υβρίδια	24
2.3. Εδαφοκλιματολογικές απαιτήσεις της τομάτας	25
2.3.1. Κλίμα.....	25
2.3.2. Έδαφος	26
2.4. Λίπανση και θρέψη της τομάτας	26
2.5. Εχθροί και ασθένειες της τομάτας	27
2.5.1. Μη παρασιτικές ασθένειες της τομάτας	27
2.5.2. Εντομολογικοί εχθροί της τομάτας	29
2.5.3. Ακάρεα που προσβάλλουν την τομάτα.....	30
2.5.3.1. Ο πράσινος τετράνυχος	30

2.5.4. Μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας	30
2.5.5. Βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας	32
2.5.6 Ιολογικές ασθένειες της τομάτας	33
2.6. Συμπτώματα ασθενειών της υδροπονικής καλλιέργειας του κ. Βουράκη.	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΑΚΟΥΣ ΠΕΡΛΙΤΗ

3.1. Παραγωγή σπορόφυτων.....	35
3.2. Προετοιμασία εδάφους και υποστρώματος.....	35
3.3. Πυκνότητα φύτευσης	36
3.4. Θρεπτικά διαλύματα	37
3.4.1. Τροφοδοσία	37
3.4.2. Άρδευση.....	39
3.5. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος	40
3.6. Καλλιεργητικές φροντίδες	48
3.6.1. Περιβάλλον.....	48
3.6.2. Γονιμοποίηση.....	48
3.6.3. Κλάδεμα.....	49
3.6.4. Υποστύλωση.....	52
3.7. Περιγραφή θερμοκηπίου.....	52

3.8. Περιγραφή λοιπών εγκαταστάσεων.....	53
3.9. Υδροπονικός εξοπλισμός και λοιποί μηχανικοί εξοπλισμοί.....	53
3.9.1 Σύστημα υδρολίπανσης.....	53
3.9.2. Σύστημα θέρμανσης	56
3.9.3. Συστήματα αερισμού και δροσισμού.....	57
3.9.3.1. Ανεμιστήρες	57
3.9.3.2. Παράθυρα εξαερισμού.....	58
3.9.3.3. Συστήματα δροσισμού.....	59
3.10. Συγκομιδή, αποδόσεις, αποθήκευση.....	60
3.10.1 Εποχή συγκομιδής.....	60
3.10.2. Απόδοση καλλιέργειας	60
3.10.3. Αποθήκευση.....	61
3.11. Συσκευασία-Διάθεση.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

4.1. Χαρακτηριστικά τεchnοοικονομικής ανάλυσης	63
--	----

4.2. Επενδεδυμένα κεφάλαια.....	64
4.3 Υπολογισμός δαπάνης υλικών.....	65
4.4. Υπολογισμός δαπάνης εργασίας	65
4.5. Υπολογισμός αποσβέσεων κεφαλαίου.....	66
4.6. Υπολογισμός κόστους παραγωγής κατά συντελεστές.....	67
4.7. Ενεργητικό θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης.....	67
4.8. Υπολογισμός σταθερών και μεταβλητών δαπανών.....	68
4.9. Καταβαλλόμενες και τεκμαρτές δαπάνες.....	69
4.10. Κέρδος, Ακαθόριστο κέρδος, Γεωργικό εισόδημα.....	70
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι να περιγραφεί η υδροπονική καλλιέργεια τομάτας και στη συνέχεια να μελετηθεί τεχνοοικονομικά η γεωργική εκμετάλλευση 2.600 m² στην περιοχή της Φοινικούντας του Νομού Μεσσηνίας. Συγκεκριμένα η καλλιέργεια που θα μελετήσουμε είναι υδροπονική ανοιχτού συστήματος στην οποία χρησιμοποιείται για υπόστρωμα ο περλίτης όπου θα αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

Για την συλλογή πληροφοριών όσο και για την συγγραφή της κάτωθι μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την βοήθεια τους

- ❖ Τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Γεωπόνο Κώτσιρα Αναστάσιο για τις οδηγίες και τις υποδείξεις του στο θέμα της μελέτης μου,
- ❖ Τον καθηγητή μου κύριο Λιναρδόπουλο Χρήστο για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση του,
- ❖ Τον κύριο Βουράκη Παναγιώτη παραγωγό, για το πολύτιμο υλικό και τις πληροφορίες που μου παρείχε,
- ❖ Τον κύριο Κουνατίδη Μάριο-Σωφρόνιο Τεχνολόγο Γεωπόνο για την πολύτιμη βοήθεια στην εκπλήρωση της πτυχιακής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1.1. Εισαγωγή

Με τον όρο υδροπονική καλλιέργεια (hydroponics), εννοείται η καλλιέργεια εκτός εδάφους, που πραγματοποιείται σε ένα μέσον το οποίο παρέχει στο φυτό όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη του θρεπτικά στοιχεία.

Στην υδροπονία με την ευρύτερη έννοια υπάγονται και καλλιέργειες επί υποστρωμάτων που συνίστανται από μείγμα τύρφης ή άλλης οργανικής ύλης με άλλα αδρανή υλικά (άμμος, περλίτης, βερμικουλίτης κ.τ.λ.). Μείγματα όπως αυτά τα οποία ονομάζονται συνθετικά μείγματα ή κομπόστες.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες αλλάζει εντελώς η βιόσφαιρα του φυτού όχι μόνο επειδή αλλάζουν μερικές παράμετροι του υποστρώματος ανάπτυξης του άμεσου περιβάλλοντος του φυτού αλλά και επειδή με την ολοκληρωτική αλλαγή του υποστρώματος περιορίζεται εντελώς η εξάρτηση του φυτού από το έδαφος.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι αναγκαίο να βρεθούν τρόποι επιτυχούς αντικατάστασης των δύο βασικών λειτουργιών του εδάφους, δηλαδή της στήριξης του φυτού και της πηγής νερού και θρεπτικών στοιχείων, απαραίτητο για την ανάπτυξη του φυτού¹.

Τα υδροπονικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα συστήματα στα οποία δεν υπάρχει υπόστρωμα και η καλλιέργεια γίνεται απευθείας πάνω στο θρεπτικό διάλυμα (π.χ. N.F.T.- Nutrient Film Technique- Καλλιέργεια σε μεμβράνη Θρεπτικού Διαλύματος) ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει συστήματα με υπόστρωμα στερεό οργανικής ή ανόργανης φύσης ή σαν υπόστρωμα χρησιμοποιείται ο αέρας (Αεροπονία)

1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1.2.1 Ιστορική αναδρομή

Η προσπάθεια ανάπτυξης των φυτών εκτός εδάφους αρχικά προωθήθηκε από τις δυνατότητες που παρέχει αυτό το σύστημα, για την μελέτη της θρέψης των φυτών και έχει μια ιστορία πολλών χρόνων σημαδεμένη από σημαντικές ημερομηνίες.

Από το μεσαίωνα μέχρι τον 18^ο αιώνα επικρατούσε η ιδέα ότι τα φυτά τρεφόντουσαν μόνο από το νερό και ότι το έδαφος τους παρείχε μόνο στήριξη. Η υδροπονία ξεκίνησε μετά τον 18^ο αιώνα ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα και πολύ αργότερα γύρω στον 20^ο εξελίχθηκε σε μέθοδο παραγωγής.

Στην Γερμανία κατά την περίοδο 1860-1900 η υδροπονική καλλιέργεια αποτελεί εργαλείο έρευνας. Η πυκνότητα των διαλυμάτων κυμαινόταν από 0,1-0,6 %. Την εποχή αυτή προσδιορίστηκαν δέκα από τα αναγκαία ανόργανα στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών.

Μετά το 1900, εκτός από τις χημικές ιδιότητες των στοιχείων, δόθηκε προσοχή και στις φυσικές ιδιότητες του υποστρώματος αναπτύξεως και του περιβάλλοντος της ρίζας γενικά (οσμωτική πίεση, θερμοκρασία, O₂, Ph).

Το 1914 ο W.E.Tottingham δημοσίευσε μια ερευνητική εργασία για την ποσοτική σύνθεση των στοιχείων του διαλύματος και την φυσιολογική τους επίδραση στο φυτό (συνολική συγκέντρωση 0,6% ή 2,5 Atm οσμωτική πίεση με βάση το διάλυμα Knops). Το 1919-1920 ο Hoagland βρήκε ότι διαλύματα με οσμωτική πίεση από 0,48-1,45% έδιναν πολύ καλό αποτέλεσμα αρκεί να ανανεώνονταν συχνά. Οι πειραματικές αυτές εργασίες τότε γίνονταν σε υπόστρωμα άμμου.

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 αυτή του εδάφους².

Το 1938 αρχίζει η πρώτη εμπορική εκμετάλλευση στις Η.Π.Α και Βόρεια Ευρώπη όπου γρήγορα εγκαταλείφθηκε λόγω τεχνικών προβλημάτων και υψηλής τιμής των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούσαν.

Το 1966 αναπτύχθηκε στην Μεγάλη Βρετανία από τον A.Kooper η καλλιέργεια σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (N.F.T.) που πήρε γρήγορα σημαντική εξάπλωση. Το 1976 πρωτοξεκίνησε πάλι στη Μεγάλη Βρετανία τεχνική καλλιέργειας με αδρανές υλικό τον πετροβάμβακα που είναι μέχρι και σήμερα η περισσότερη χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδος στη Βόρεια Ευρώπη.

Σήμερα χρησιμοποιούνται πολλά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας σε όλο τον κόσμο και έχουν δημιουργηθεί και διεθνείς οργανισμοί που ασχολούνται δραστήρια με το θέμα των υδροπονικών καλλιεργειών (I.S.O.S.C. , I.W.G.S.C.).³

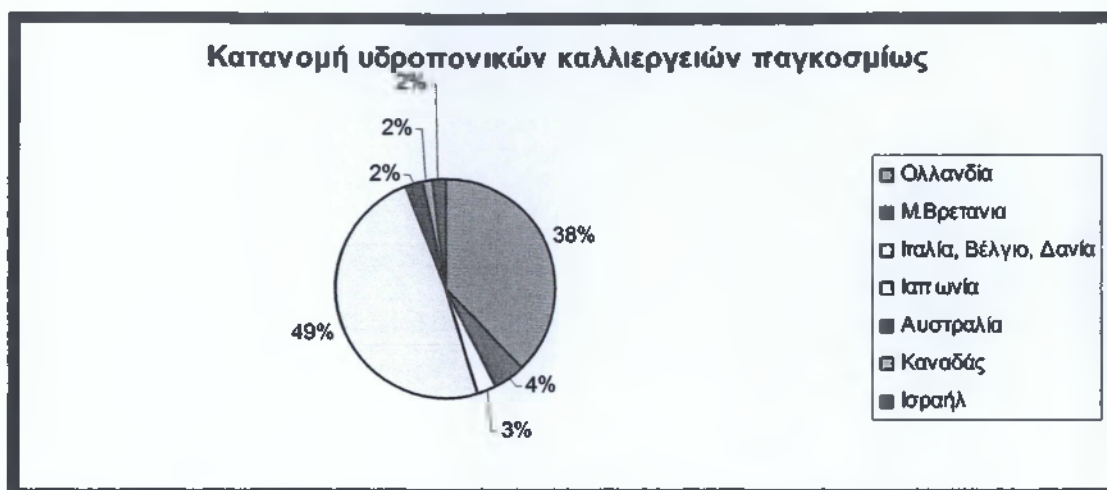
1.2.2. Στατιστικά στοιχεία

Παρόλη την εξέλιξη της επιστήμης, στο τομέα της θρέψης φυτών που επιτρέπει και προωθεί την πραγματοποίηση και εξέλιξη καθαρά υδροπονικών καλλιεργειών όπως αυτής του N.F.T. και της αεροπονίας, σε επιχειρηματική πλέον βάση τα είδη αυτά της καλλιέργειας δεν είναι ακόμα ευρέως διαδεδομένα ανεξαρτήτως των πολλά υποσχόμενων αποδόσεων τους που αφορούν τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Αντίθετα, οι υδροπονικές καλλιέργειες που πραγματοποιούνται με τη χρήση διαφόρων στερεών υποστρωμάτων όλο και περισσότερο επεκτείνονται αντικαθιστώντας τις όλο και περισσότερο προβληματικές καλλιέργειες εδάφους ή αξιοποιώντας περιοχές που οι κλασσικές καλλιέργειες είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν.

Η επέκταση του συστήματος αυτού είναι αφενός αποτέλεσμα ορισμένων βασικών πλεονεκτημάτων του έναντι των κλασσικών καλλιεργειών εδάφους, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, αλλά και αποτέλεσμα του μικρότερου συγκριτικά κόστους εγκατάστασης του, σε σχέση με τα δύο προηγούμενα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας.

Επιπλέον το είδος αυτό υδροπονικής καλλιέργειας είναι περισσότερο «ανθεκτικό» σε κάποια απρόβλεπτα τεχνικά προβλήματα (προσωρινή διακοπή ηλεκτροδότησης, έλλειψη νερού κ.τ.λ.). Σε γενικά επίπεδα όμως η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών έχει γίνει πολύ δημοφιλής σε πάρα πολλές περιοχές του κόσμου. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ολλανδία, περίπου 6.000 στρέμματα κατά την περίοδο 1981-1982 έφτασαν πάνω από 70.000 στρέμματα 1991-1992. Κατ' εκτίμηση του I.S.O.S.C. (International Society For Soilless Culture), η ποσοστιαία καλλιεργούμενη έκταση στις άλλες χώρες σήμερα είναι :



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση παγκόσμιας κατανομής υδροπονικών καλλιεργειών

Η συνολική έκταση σε όλο τον κόσμο εκτιμάται ότι είναι λίγο μικρότερη από 200.000 στρέμματα και αναφέρεται κυρίως σε καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (rockwool), σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (N.F.T.) και σε καλλιέργεια σε σάκους τύρφης. Επίσης άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε σημαντικό βαθμό είναι η καλλιέργεια σε άμμο (π.χ. στο Ισραήλ), σε πριονίδι (π.χ. στον Καναδά), σε σάκους περλίτη και ελαφρόπετρας (κυρίως στην Αγγλία, Ιταλία και Ελλάδα). Περιπτώσιακά γίνεται επίσης καλλιέργεια σε χαλίκι (φυσικό ή τεχνητό).

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι σήμερα καλλιεργούνται περί τα 1.000 στρέμματα, μεγαλύτερο μέρος από τα οποία (75%) αφορά καλλιέργεια κηπευτικών και λιγότερο ανθοκομικές καλλιέργειες κυρίως σε υποστρώματα πετροβάμβακα, περλίτη και ελαφρόπετρας ενώ υπάρχουν και υδροπονικές καλλιέργειες σε άλλα υποστρώματα (coco soil κ.α. ή σε N.F.T.). Οι εκτάσεις είναι προς το παρόν περιορισμένες σε σύγκριση με άλλες μεσογειακές χώρες.⁴

1.2.3. Πλεονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισιλιο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους νηματώδεις ορισμένα βακτήρια και φυτοϊόι, κλπ. Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι προβλήματα με ορισμένα μεταδιδόμενα μέσω του εδάφους παθογόνα, όπως το πύθιο, η φυτόφθορα, το φουζάριο, κλπ. δεν είναι απίθανο να εμφανισθούν ακόμη και στις υδροπονικές καλλιέργειες, μολονότι η πιθανότητα είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος.

Συνήθως όμως τέτοια προβλήματα στην υδροπονία μπορούν να εμφανισθούν μόνο όταν η απομόνωση του υποστρώματος ή του θρεπτικού διαλύματος από το έδαφος του θερμοκηπίου δεν είναι πλήρης (όχι καλή κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο) ή όταν το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο.

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 το βρωμιούχο μεθύλιο, η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών. Παράλληλα, μειώνεται δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών.

3. Μέσω της μεταπήδησης 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, κλπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.

4. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1-1,5 dS/m) Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχημένης αντιμετώπισης του προβλήματος. Πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι, όταν υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής αλατότητας του νερού άρδευσης, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα. Αντίθετα, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στα οποία εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα όταν η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ανόργανα άλατα είναι υψηλή και συνεπώς σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται η υιοθέτησή τους.

5. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό, η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά όμως, η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι καλυμμένο με πλαστικά φύλλα. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται.

Εκτός όμως από την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης της εξάτμισης νερού από το έδαφος, μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου.

Γενικά, η διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους του θερμοκηπίου σε ικανοποιητικά επίπεδα τον χειμώνα είναι δύσκολη και απαιτεί την διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στον εναέριο χώρο ή (εναλλακτικά) την εγκατάσταση επιδαπέδιου ή υπόγειου συστήματος θέρμανσης του εδάφους. Στην υδροπονία αντίθετα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο των υποστρωμάτων ή των θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία μάλιστα είναι τοποθετημένα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια, η ανύψωση της θερμοκρασίας στον χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα.

6. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT) επιφέρει σημαντική πρωίμηση. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.

7. Στις υδροπονικές καλλιέργειες 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. 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 του σύσταση, η δομή του, η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα αλλά και άλλοι παράγοντες, όπως π.χ αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας δεν ασκούν πλέον καμία επίδραση στη καλλιέργεια, με τελικό αποτέλεσμα, τη σχεδίαση ενός κατάλληλου συστήματος θρέψης των φυτών που να καθίσταται πολύ πιο εύκολα.

8. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσουν τον καλλιεργητή από τις εργασίες, τις προετοιμασίες του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κ.τ.λ) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση μιας καλλιέργειας αμέσως μετά την

απομάκρυνση της προηγούμενης

9. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Όταν το έδαφος ενός θερμοκηπίου παρουσιάζει προβλήματα όπως εδαφογενείς ασθένειες, κόπωση λόγω μονοκαλλιέργειας, χαμηλή γονιμότητα, αλατότητα κ.α. τότε η αύξηση της παραγωγής που επιτυγχάνεται στην υδροπονία μπορεί να καταστεί ακόμη και διπλάσια⁵.

1.2.4. Μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάσταση μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. 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.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες.

3. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος⁵.

1.2.5. Υποστρώματα υδροπονίας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σαν στερεό υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες, αυτούσια ή σε μείγματα μεταξύ τους μπορεί να είναι ανόργανα ή οργανικά.

Με την εξέλιξη των υδροπονικών καλλιεργειών άρχισε να υποχωρεί η χρήση οργανικών υλικών σαν υπόστρωμα και επεκτάθηκε η χρήση ανόργανων υλικών, είτε αυτούσιο, είτε με την πρόσμιξη οργανικών υλικών και κυρίως τύρφης σε μικρές ποσότητες.

Η στροφή αυτή προς τα ανόργανα υλικά, οφείλεται στο γεγονός ότι είναι απαλλαγμένα από ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνα εδάφους και λόγω της χημικής τους αδράνειας επιτρέπουν τον πλήρη έλεγχο της θρέψης των καλλιεργειών.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση στερεών υλικών για υδροπονικές καλλιέργειες με βάση την προέλευση τους.

	Κατηγορία ορυκτών	Προέλευση	Τύποι
Οργανικά Ανόργανα	Ορυκτά	Υλικά φυσικά	Χαλίκι, άμμος, πουζολάνη, ελαφρόπετρα
		Υλικά κατεργασμένα	Περλίτης , Βερμικουλίτης, Διογκωμένη άργιλος, Πετροβάμβακας
		Πλαστικά διογκωμένα	Πολυστερίνη, Πολυουθεράνη,
	Φυτικά	Φυσικά προϊόντα	Τύρφη, Άχυρα, φύλλα ελιάς, φλοιοί δέντρων, Σπόροι και Στέμφυλα σταφυλιών, Ροκανίδια
		Απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών	Απόβλητα ελαιουργείων, Διάφορα κυτταρινικά απόβλητα

Πηγή : Μάνιος. Β., 1997

Επίσης οι καλές υδατικές ιδιότητες των υλικών αυτών τα καθιστούν άριστα υλικά υποστρωμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες. Τα κυριότερα από αυτά τα ανόργανα υλικά είναι ο περλίτης και ο πετροβάμβακας (rockwool). Και τα δύο χρησιμοποιούνται σήμερα σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο, με εξαιρετική επιτυχία στην παραγωγή λαχανοκομικών και ανθοκομικών προϊόντων. Αυτά είναι και τα υλικά και κατά κύριο λόγο ο πετροβάμβακας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα, στις λίγες, αλλά ενθαρρυντικά αυξανόμενες υδροπονικές καλλιέργειες που πραγματοποιούνται .

Παρακάτω παρατίθεται μια εκτενής αναφορά στον περλίτη όπου και αποτελεί το υπόστρωμα στην υδροπονική καλλιέργεια τομάτας που αναπτύσσεται στη συγκεκριμένη εργασία.

1.2.5.1. Περλίτης

Ο περλίτης είναι βιολογικό και χημικό αδρανές συστατικό με μηδενική ιοντοεναλλακτική ικανότητα. Αποτελείται από κόκκους διαμέτρου 0,5-2,2 mm, είναι πολύ ελαφρύς (60-80 Kg/m³) και έχει υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Το ειδικό πορώδες του περλίτη είναι 95%. Έχει ουδέτερο pH (7,0), παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Είναι απαλλαγμένος ασθενειών και σπόρους ζιζανίων ενώ λειτουργεί και σαν σταθεροποιητής θερμοκρασίας. Τέλος, δεν σαπίζει, δεν λιώνει και έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής.

Η επιλογή υποστρώματος υδροπονίας είναι πολύ βασική και έμφαση δίνεται στα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει ο υδροπονικός περλίτης.

Η πρώτη ύλη για την παρασκευή του υδροπονικού περλίτη είναι ο ορυκτός ακατέργαστος περλίτης που εξορύσσεται στη Μήλο.

Ο ορυκτός ακατέργαστος περλίτης είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα το οποίο σχηματίστηκε από έκχυση επιφανειακής ή θαλάσσιας όξινης λάβας η οποία ψύχθηκε απότομα και περιέχει εγκλωβισμένο 3-4% κρυσταλλικό νερό.

Αυτός ο περλίτης που εξορίστηκε ακολουθεί κάποια επεξεργασία που οδηγεί στο σπάσιμο του σε κόκκους, στη λειοτρίβιση και ξήρανση του, καθώς και στον διαχωρισμό των κόκκων αυτού κατά μεγέθη. Στη συνέχεια με θέρμανση της πρώτης ύλης με θέρμανση στους 1000°C, διογκώνεται και υπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό την τελειοποίηση των ιδιοτήτων του ώστε να ακολουθήσει η συσκευασία του.

1.2.5.2. Συσκευασία περλίτη

Ο υδροπονικός περλίτης διατίθεται σε ειδικούς σάκους ανάπτυξης, έτοιμος προς απευθείας φύτευση, μήκους 1 m και όγκου 33 και 45 λίτρων ανάλογα. Με τους αυτούς τύπους σάκου είναι δυνατή η εγκατάσταση οποιασδήποτε καλλιέργειας σε οποιαδήποτε πυκνότητα φύτευσης.

Οι σάκοι ανάπτυξης είναι κατασκευασμένοι από ειδικό υλικό διπλής όψεως, μαύρου χρώματος εσωτερικά και λευκού εξωτερικά ώστε να μην φθάνει το φως στο περιβάλλον της ρίζας. Είναι επίσης σταθεροποιημένοι ενάντια στα χημικά και στο ηλιακό φως ώστε να εξασφαλίζεται η διάρκεια ζωής τους τουλάχιστον στα τρία έτη.

Ο υδροπονικός περλίτης διατίθεται επίσης και στην απλή συσκευασία των 100 λίτρων, ώστε να διευκολύνει στην εγκατάσταση και άλλων συστημάτων καλλιέργειας όπως γλάστρες και κανάλια, όπου εμείς καθορίζουμε την ποσότητα του περλίτη που θα χρησιμοποιήσουμε και είναι πιο προσιτή.

1.2.5.3. Ο υδροπονικός περλίτης σε σύγκριση με τα άλλα είδη αγροτικού περλίτη

Ο υδροπονικός περλίτης είναι εξειδικευμένο υλικό υψηλής ποιότητας και χρησιμοποιείται μόνο ως υπόστρωμα υδροπονίας. Σε αντίθεση ο χονδρόκοκκος αγροτικός περλίτης χρησιμοποιείται για την βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και των οργανικών υλικών όπως η τύρφη, δημιουργώντας συνθήκες

στράγγισης και αερισμού, χάρη στο μέγεθος των κόκκων και των υψηλό του πορώδες⁷.

Ο υδροπονικός περλίτης χρησιμοποιείται σε αμιγή μορφή με σκοπό να προσφέρει το ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη της ρίζας όσον αφορά την ιδανική ποσότητα νερού και το ιδανικό ποσοστό αέρα.

Η ικανότητα συγκράτησης νερού του υδροπονικού περλίτη είναι σημαντικά υψηλότερη αυτού του κοινού αγροτικού περλίτη. Η ιδιότητα του αυτή δίνει στο υπόστρωμα τη δυνατότητα εφοδιασμού της ρίζας με εύκολα διαθέσιμο νερό ακόμα και στις πιο ακραίες συνθήκες εξατμισοδιαπνοής.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του υδροπονικού περλίτη είναι το πολύ καλό τριχοειδές του που επιτρέπει ταυτόχρονα με την κατακόρυφη κίνηση του νερού σε ολόκληρη τη μάζα του. Έτσι έχουμε ομοιόμορφη κατανομή νερού σε όλο το μήκος του σάκου που συνεπάγεται με την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση από το ριζικό σύστημα ολόκληρης της ποσότητας του περλίτη ενώ αντίθετα ο κοινός αγροτικός περλίτης παρουσιάζει μόνο κατακόρυφη κίνηση που οφείλεται στο μέγεθος των κόκκων και στο μέγεθος των πόρων μεταξύ αυτών.

1.2.5.4. Υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη

Η διαμόρφωση της καλλιέργειας σε περλίτη, μπορεί να γίνει είτε σε κανάλια όπου τοποθετούμε τα φυτά ανά 35-40 cm, είτε σε γλάστρες, είτε σε σάκους ανάλογα με την καλλιέργεια. Στις μεθόδους αυτές η καλλιέργεια μπορεί να γίνει ή με κλειστά ή με ανοιχτά συστήματα.

Αναλυτικότερα, στην καλλιέργεια στην οποία έχουμε βασιστεί για την εργασία μας ο παραγωγός χρησιμοποιεί ως υπόστρωμα σάκους περλίτη του 1 m και χωρητικότητας 33 λίτρων και έχει τοποθετήσει τα εν λόγω φυτά της τομάτας σε απόσταση 30 cm μεταξύ τους⁶.

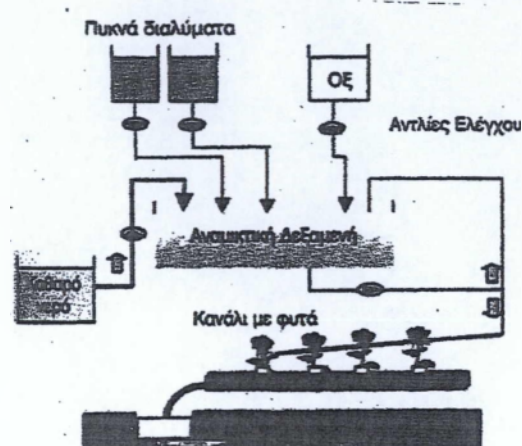
1.3 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροπονικών συστημάτων. Σε γενικές γραμμές, διαχωρίζονται σε ανοιχτά και σε κλειστά (ανακυκλούμενα) συστήματα.

1.3.1. Ανοιχτά συστήματα

Αυτά τα συστήματα είναι τα πιο απλά και τα πρώτα που αναπτύχθηκαν.

Έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Στα ανοιχτά συστήματα τα διαλύματα απορροής δεν ανακυκλώνονται αλλά απορρίπτονται.

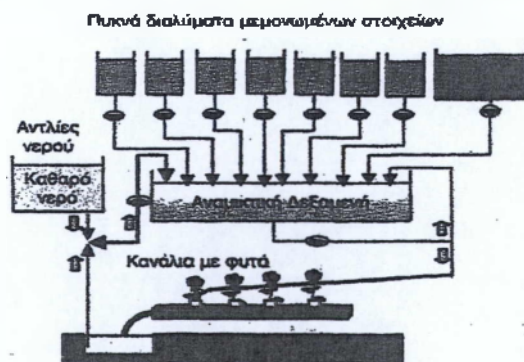


Εικόνα 2. Σχεδιάγραμμα ανοικτού (χωρίς ανακύκλωση) υδροπονικού συστήματος A/B δεξαμενών με χρήση αναμεικτικής δεξαμενής.

Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στα κλειστά συστήματα, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοιχτά.

1.3.2. Κλειστά συστήματα

Στα κλειστά συστήματα το διάλυμα της απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης. Τα κλειστά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα και σημαντικό μειονέκτημα τους είναι η πολύ εύκολη εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας και το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης του διαλύματος που ανακυκλοφορεί.



Εικόνα 3. Σχεδιάγραμμα κλειστού (με ανακύκλωση) υδροπονικού συστήματος δεξαμενών μεμονωμένων στοιχείων, με χρήση αναμεικτικής δεξαμενής.

Από μελέτες οικονομικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών στοιχείων κλειστών συστημάτων για διάφορες ομάδες φυτών, έγινε ξεκάθαρο το γεγονός ότι με τα κλειστά συστήματα η κατανάλωση νερού και λιπασμάτων μπορούν να μειωθούν σημαντικά.

Σε πολλές χώρες, η νομοθεσία θα οδηγήσει στην υποχρεωτική νομοθέτηση κλειστών υδροπονικών συστημάτων αποβλέποντας στη μείωση της μόλυνσης των εδαφών και των υπόγειων υδάτων.

1.3.3. Ποιότητα νερού

Σημαντικό στοιχείο για την υψηλή παραγωγή στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η καλή ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού. Η υψηλή συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου στο νερό επδρά σημαντικά στη μείωση της παραγωγής ή την καθιστά αδύνατη. Υψηλή συγκέντρωση μαγνηίου, ψευδαργύρου ή βορίου, έχει αποτέλεσμα την ακαταλληλότητα του νερού, ενώ τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει το βρόχινο ή αφαλατωμένο νερό. Νερό κατάλληλο για άρδευση στον αγρό δεν είναι απαραίτητα κατάλληλο και στην υδροπονική καλλιέργεια όταν αποσκοπούμε σε υψηλές αποδόσεις.

Στα υπόγεια νερά βρίσκονται πάρα πολλά ιόντα, τα σημαντικότερα όμως είναι το Νάτριο (Na^+), Χλώριο (Cl^-), Ασβέστιο (Ca^{++}), Μαγνήσιο (Mg^{++}), Διτανθρακικά (HCO_3^-) και θειικά (SO_4^{--}).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) για το νερό της άρδευσης είναι ένα μέσο μέτρησης της συνολικής ποσότητας των ιόντων που περιέχει. Δεν δίνει καμία ένδειξη για το ποια ιόντα βρίσκονται μέσα σε αυτό.

Αν η συγκέντρωση των ιόντων στο νερό έχει κάποια ισορροπία,, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εκτίμηση για την ποιότητα του νερού άρδευσης στο θερμοκήπιο (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Πίνακας ποιότητας νερού άρδευσης

Ποιότητα	EC mS/cm (25°C)	Na^+ mmol/l	Cl^- mmol/l
1	< 0.5	< 1.5	< 1.5
2	0.5-1.0	1.5-3.0	1.5-3.0
3	1.0-1.5	3.0-4.5	2.0-4.5

Πηγή : Μαυρογιαννόπουλος Γ. 1994

Το νερό ποιότητας 1, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις υδροπονικές καλλιέργειες και για την άρδευση οποιασδήποτε καλλιέργειας στο έδαφος με πολύ καλά αποτελέσματα. Το νερό ποιότητας 2 δεν συνίσταται για υδροπονικές καλλιέργειες με περιορισμένο όγκο ριζικού συστήματος όπως αυτές σε γλάστρα. Το νερό ποιότητας 3 δεν είναι κατάλληλο για ευαίσθητα φυτά στα άλατα και για φυτά με περιορισμένο ριζικό σύστημα.

Νερό με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και υψηλές συγκεντρώσεις Na^+ και Cl^- , δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά ότι η χρησιμοποίησή του μειώνει σημαντικά την παραγωγή με ρυθμό ανάλογο της συγκέντρωσης των αλάτων.

Σχετικά με την σκληρότητα του νερού ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

Σκληρότητα : 2.8 mmol HCO_3^-

Συνολική σκληρότητα : $5,0 \text{ mmol (Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$.

Για να κριθεί η καταλληλότητα του νερού στις υδροπονικές καλλιέργειες αλλά και για να γίνει δυνατή η προσαρμογή των θρεπτικών διαλυμάτων στην συγκεκριμένη ποιότητα νερού, θα πρέπει να προσδιοριστούν πλην της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH και οι συγκεντρώσεις : Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , Mn, Zn, B, Cu, Mo, καθώς και ο συνολικός Fe.

Από τον προσδιορισμό των προαναφερθέντων στοιχείων μπορούμε να δούμε την ιοντική ισορροπία. Η συνολική ποσότητα των πρώτων πέντε πρέπει να είναι περίπου ίδια με την ποσότητα των επόμενων τεσσάρων.

Ο συνολικός σίδηρος δεν είναι τόσο σημαντικός για τον υπολογισμό του θρεπτικού διαλύματος αλλά δημιουργεί εναποθέσεις στο σύστημα κυκλοφορίας του διαλύματος και ιδιαίτερα στα φίλτρα και τους σταλακτήρες.

Η επιθυμητή συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στο νερό αναφέρεται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Επιθυμητές συγκεντρώσεις των σημαντικότερων θρεπτικών στοιχείων.

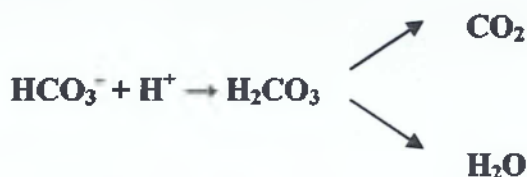
	Επιθυμητή συγκέντρωση	Ανεκτή συγκέντρωση αλλά με αρνητική επίδραση στην παραγωγή
Cl ⁻	<50 mg/l	50-100 mg/l
Na ⁺	<30 mg/l	30-60 mg/l
HCO ₃ ⁻	<4.0 mg/l	περισσότερο από 4,0 mg/l
Fe ⁺⁺	<1.0 mg/l	λιγότερο από 1,0 mg/l
Mn ⁺⁺	<0.5 mg/l	λιγότερο από 1.0 mg/l
B ⁻	<0.3 mg/l	λιγότερο από 0.7 mg/l
Zn ⁺⁺	<0.5 mg/l	λιγότερο από 1.0 mg/l

Πηγή : Μαυρογιαννόπουλος Γ. 1994

Υψηλές συγκεντρώσεις Cl⁻, Na⁺, Mg⁺⁺, Zn⁺⁺, B⁻, απαιτούν διόρθωση, επιπλέον στράγγιση και απόρριψη κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, ώστε να αποτραπεί η συσσώρευση τους. Πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις δρουν τοξικά.

Υψηλή συγκέντρωση HCO₃⁻ απαιτεί διόρθωση με μεγάλες ποσότητες οξέων, φωσφορικού και κυρίως νιτρικού.

Πραγματοποιείται η παρακάτω αντίδραση :



Επομένως, με την παρουσία ιόντων HCO₃⁻ αποσπώνται ιόντα H⁺ από το διάλυμα και η αλκαλικότητα αυξάνει. Για αυτό όσο μεγαλύτερη συγκέντρωση HCO₃⁻ τόσο περισσότερο οξύ απαιτείται για διόρθωση.

Έτσι οι αναλύσεις του νερού θα πρέπει να πραγματοποιούνται πολλές φορές το χρόνο για να διαπιστωθεί αν οι διάφορες συγκεντρώσεις έχουν μεταβληθεί ή όχι.

ΑΡΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΣΕ ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Στην περίπτωση των υδροπονικών καλλιιεργειών που αναπτύσσονται σε στερεό υπόστρωμα το κοινό τους γνώρισμα είναι το γεγονός ότι το υπόστρωμα κατά την άρδευση είναι σε θέση να συγκρατήσει μία ποσότητα νερού, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι διαθέσιμο στα φυτά στο μεσοδιάστημα μέχρι να γίνει η επόμενη άρδευση.

Επομένως σε κάθε άρδευση το χορηγούμενο νερό θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο, ώστε το υπόστρωμα να φθάνει στην υδατοϊκανότητά του. Εάν η χορηγούμενη ποσότητα νερού δεν είναι αρκετή ώστε το υπόστρωμα να φθάνει στην υδατοϊκανότητά του, υπάρχει κίνδυνος να μην επαρκεί το νερό μέχρι το επόμενο πότισμα. Αντίθετα, εάν την υπερβαίνει, η περίσσεια του χορηγούμενου διαλύματος απορρέει και εφόσον το σύστημα είναι ανοιχτό χάνεται με συνέπεια να γίνεται σπατάλη νερού και λιπασμάτων.

Αρχικά, κατά την εγκατάσταση κάθε νέας καλλιέργειας, το υπόστρωμα ποτίζεται μέχρι να φθάσει στην υδατοϊκανότητά του. Εφόσον σε κάθε νέα άρδευση η περιεκτικότητα του υποστρώματος σε νερό επιδιώκεται να ξαναφθάσει στο επίπεδο της υδατοϊκανότητάς του, το νερό που χρειάζεται να χορηγηθεί σε κάθε πότισμα θα πρέπει θεωρητικά να είναι τουλάχιστον ίσο με την ποσότητα που καταναλώθηκε στο μεσοδιάστημα από τα φυτά. Στην πραγματικότητα βέβαια η χορηγούμενη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος δεν θα πρέπει να είναι ακριβώς ίση με αυτή που καταναλώθηκε στο μεσοδιάστημα μεταξύ των δύο αρδεύσεων αλλά κατά 15-30% υψηλότερη. Η επιπλέον αυτή ποσότητα θρεπτικού διαλύματος θα διαφύγει μεν μέσω απορροής από το υπόστρωμα, αλλά δεν αποτελεί άσκοπη απώλεια. Μαζί της θα συμπαρασύρει και θα εκκλύνει και ορισμένα άλατα που έχουν την τάση να συσσωρεύονται στο υπόστρωμα, επειδή είναι βλαπτικά για τα φυτά και δεν απορροφώνται παρά σε πολύ μικρές ποσότητες από τις ρίζες τους.

Όσον αφορά τον χρόνο έναρξης μίας νέας άρδευσης πρέπει να ειπωθεί ότι τα υποστρώματα δεν θα πρέπει να αφήνονται να χάνουν περισσότερο από το 20-30% περίπου του νερού που περιέχουν πριν τους χορηγηθεί ξανά θρεπτικό διάλυμα. Αν αφεθούν θα χάσουν περισσότερο από το 20-30% του νερού τους πριν ποτισθούν ξανά, από κάποια χρονική στιγμή και μετά υπάρχει κίνδυνος τα φυτά να μην τροφοδοτούνται με νερό σε επαρκείς ποσότητες. Όπως είναι γνωστό, όταν σε ένα

πορώδες μέσο όπως το έδαφος και τα υποστρώματα καλλιέργειας η περιεκτικότητα σε νερό μειώνεται αρκετά κάτω από την υδατοϊκανότητα, τότε το νερό γίνεται δύσκολα διαθέσιμο στα φυτά λόγω της αρνητικής πίεσης (μύζησης) που ασκεί το υπόστρωμα στο νερό. Το ακριβές ποσοστό νερού που μπορεί να χάσει ένα πορώδες μέσο πριν το εναπομείναι νερό αρχίζει να καθίσταται δύσκολα διαθέσιμο για τα φυτά εξαρτάται από τις υδατικές του ιδιότητες (μορφή της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας του).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι για την εφαρμογή ενός ορθολογικού και οικονομικά συμφέροντος προγράμματος άρδευσης στις υδροπονικές καλλιέργειες που (α) η άρδευση να αρχίζει αμέσως μόλις το υπόστρωμα χάσει το 20-30% του νερού που περιείχε στην κατάσταση της υδατοϊκανότητάς του και (β) η άρδευση να διαρκεί τόσο, ώστε η χορηγούμενη ποσότητα νερού στην καλλιέργεια να ξεπερνάει κατά 15-30% την ποσότητα που απαιτείται για να φθάσει το υπόστρωμα ξανά στην κατάσταση της υδατοϊκανότητάς του.

Λαμβάνοντας υπόψη την ικανότητα συγκράτησης νερού ενός υποστρώματος, την χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας του και τον διαθέσιμο όγκο υποστρώματος ανά φυτό είναι εύκολο να καθορισθεί η διάρκεια των ποτισμάτων, ώστε να ικανοποιείται η προϋπόθεση (β). Προφανώς η διάρκεια των ποτισμάτων θα πρέπει να μην μεταβάλλεται αλλά, να παραμένει πάντοτε σταθερή.

Εκείνο όμως που θα πρέπει να μεταβάλλεται συνεχώς είναι ο χρόνος έναρξης του κάθε ποτίσματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χρόνος που απαιτείται για την κατανάλωση μίας δεδομένης ποσότητας νερού από μία καλλιέργεια είναι συνήθως αρκετά διαφορετικός, τόσο κατά την διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου, όσο και από ημέρα σε ημέρα, δεδομένου ότι εξαρτάται κυρίως από την συνεχώς μεταβαλλόμενη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και από το εκάστοτε μέγεθος των φυτών. Αφού ο ρυθμός κατανάλωσης νερού από μία καλλιέργεια μεταβάλλεται χρονικά, ο καλύτερος τρόπος για να ρυθμίζεται ο χρόνος έναρξης των ποτισμάτων είναι να συσχετίζεται με κάποιο τρόπο το ξεκίνημα της λειτουργίας του συστήματος άρδευσης με την κατανάλωση νερού από τα φυτά.

Ένας τέτοιος αισθητήρας έμμεσης μέτρησης της κατανάλωσης νερού, μέσω ενός ειδικού χρονοδιακόπτη και μίας ηλεκτροβάνας ελέγχει τον χρόνο έναρξης της άρδευσης⁸.

1.4. Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο η καλλιέργεια τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλ. τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B, και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις σιδήρου). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες παρατίθενται στον πίνακα 4. Όπως φαίνεται στον προαναφερθέντα πίνακα, τα χρησιμοποιούμενα στην υδροπονία απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα συνίστανται μόνο από μία χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη (οξέα με περιεκτικότητα χαμηλότερη από 100%). Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα, είναι δυνατόν να παρασκευασθεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα με εξατομικευμένες σε μία δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία.

Όλα σχεδόν τα λιπάσματα του πίνακα 4 που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων αποτελούνται από δύο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Υδατοδιαλυτά άλατα, των οποίων το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο ενώ το άλλο όχι (π.χ. KCl , NaNO_3 , κ.λπ.) δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν ποτέ ως λιπάσματα μακροστοιχείων στην υδροπονία, λόγω της επιβάρυνσης του διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις. Μία εξαίρεση μπορεί να θεωρηθεί ότι συνιστά το KHCO_3 , το

οποίο χρησιμοποιείται σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις που απαιτείται η ανύψωση του pH του διαλύματος στον χώρο των ριζών. Αντίθετα, για τα ιχνοστοιχεία δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα, δεδομένου ότι οι ποσότητες λιπασμάτων ιχνοστοιχείων που προστίθενται στο διάλυμα είναι πολύ χαμηλές. Επομένως, το συνοδό ιόν (δηλαδή αυτό που δεν περιέχει το επιζητούμενο ιχνοστοιχείο) των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται για την προσθήκη κάποιου ιχνοστοιχείου σε ένα θρεπτικό διάλυμα δεν είναι δυνατό να είναι και αυτό ιόν θρεπτικού στοιχείου. Μπορεί, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα να είναι κάποιο άλλο ιόν (π.χ Na^+) αρκεί σε χαμηλές συγκεντρώσεις ανάλογες με αυτές των ιχνοστοιχείων να μην είναι τοξικό για τα φυτά, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με το Na^+ .

Πίνακας 4. Απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονία.

Λιπάσματα	Χημικός τύπος	Θρεπτικά στοιχεία (%)	Μοριακό βάρος	Χημικό ισοδύναμο
Νιτρικό αμμώνιο	NH_4NO_3	N: 35	80.0	80.0
Νιτρικό ασβέστιο	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 2\text{H}_2\text{O}] \text{NH}_4\text{NO}_3$	N: 15.5, Ca: 19	1080.5	108.05
Νιτρικό κάλιο	KNO_3	N: 13, K:38	101.1	101.10
Νιτρικό μαγνήσιο	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	N:11, Mg: 9	256.3	128.15
Νιτρικό οξύ	HNO_3	N:22	63.0	63.00
Δισόξινο φωσφορικό αμμώνιο	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N: 12, p: 27	115.0	115.0 ⁽¹⁾
Δισόξινο φωσφορικό κάλιο	KH_2PO_4	P: 23, k: 28	136.1	136.1 ⁽¹⁾
Φωσφορικό οξύ	H_3PO_4	P: 32	98.0	98.00 ⁽²⁾
Θεικό κάλιο	K_2SO_4	K: 45, s: 18	174.3	87.15
Θεικό μαγνήσιο	$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	Mg: 9.7, S:18	246.3	123.15
Όξινο ανθρακικό κάλιο	KHCO_3	K: 39	100.1	100.1
Χηλικός σίδηρος	Διαφόρων τύπων	Fe: 6-13	---	---
Θεικό μαγγάνιο	$\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$	Mn: 32	169.0	84.50
Θεικός ψευδάργυρος	$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	Zn: 23	287.5	143.75

Θειικός χαλκός	CuSO ₄ x 5H ₂ O	Cu: 25	294.7	124.85
Βόρακας	Na ₂ B ₄ O ₇ x 10H ₂ O	B: 11	381.2	190.60
Βορικό οξύ	H ₃ BO ₃	B: 17.5	61.8	20.60
Solubor	Na ₂ B ₈ O ₁₃ x 4H ₂ O	B: 20.5	412.4	206.20
Επταμολυβδαινικό αμμώνιο	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	Mo: 58	1163.3	193.88
Μολυβδαινικό νάτριο	Na ₂ MoO ₄ x 2H ₂ O	Mo: 40	241.9	120.95

Πηγή: Δρ. Κανάκης Γ. Ανδρέας, Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV (Εκτός εδάφους καλλιέργειες). Καλαμάτα 1998

¹ Διάσταση του NH₄H₂PO₄ για την απόδοση ενός ανιόντος H₂PO₄⁻ και ενός κατιόντος αμμωνίου (NH₄⁺).

² Διάσταση του φωσφορικού οξέος (H₃PO₄) σε πρώτη φάση για την απόδοση ενός ανιόντος H₂PO₄⁻ και ενός κατιόντος υδρογόνου (H⁺).

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη χρησιμοποιούνται ευρύτατα και δύο άλλα μεγέθη για να υποδηλώσουν την σύσταση και την θρεπτική αξία των θρεπτικών διαλυμάτων. Η ευρύτατη χρήση αυτών των μεγεθών στην καλλιεργητική πράξη οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να μετρηθούν εύκολα και με ακρίβεια ακόμη και στο θερμοκήπιο χρησιμοποιώντας φορητά όργανα. Τα μεγέθη αυτά είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και το pH του θρεπτικού διαλύματος⁹.

1.5. Διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων

1.5.1. Έλεγχος ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity=EC) σαν φυσικό μέγεθος είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού, έχει δηλαδή διαστάσεις ηλεκτρικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, για χάρη συντομίας όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται απλώς ηλεκτρική αγωγιμότητα. Σήμερα, σαν μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχει καθιερωθεί διεθνώς το dS/m (σε ορισμένα κείμενα χρησιμοποιείται το mS/cm).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα

σ'αυτό. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμία πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η αγωγιμότητα χρησιμοποιείται τόσο κατά τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των νεοπαρασκευασθέντων (νωπών) διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται

Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Ανάλογα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο όριο σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο καταπόνηση ανάλογη με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη.

1.5.2. Έλεγχος του pH

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητάς του σε ιόντα υδρογόνου, δηλ. της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Όταν το pH είναι ψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως P, Fe, Μη σε υψηλό pH), οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς (π.χ. το Μη και το αργίλιο σε χαμηλό pH). Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στην θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες κ.λ.π.). Για τα περισσότερα είδη καλλωπιστικών φυτών το pH του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 6,0⁹.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η τομάτα είναι γνωστή στην Ευρώπη από τον 17^ο αιώνα, πιθανότατα κατάγεται από την Νότια Αμερική ή και το Μεξικό όπου άγριες ποικιλίες της (*Lycopersicum pimpinellifolium* και *L. cerasiforme*) ευρίσκονται αυτοφυής. Από τα άγρια αυτά φυτά φαίνεται ότι προέρχονται οι καλλιεργούμενες σήμερα ποικιλίες του *L. esculentum*. Στην Ευρώπη από τον 16^ο αιώνα έως τον 17^ο την χρησιμοποιούσαν σαν καλωπιστικό και όχι ως εδώδιμο διότι πίστευαν ότι οι καρποί της ήταν επιβλαβείς. Στην Ελλάδα εισήχθη το 1918 όπως αναφέρεται από τον Γεννάδιο και έχει φτάσει μέχρι σήμερα η καλλιέργεια της να καταλαμβάνει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των υπόλοιπων λαχανικών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την έκταση που καταλαμβάνουν έχουν οι καλλιέργειες των θερμοκηπίων στις περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου και της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας.

2.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά τομάτας

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae. Το βοτανικό της όνομα είναι *Lycopersicum esculentum*, Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στην διπλοειδή του μορφή είναι $2n=24$. Τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων έχουν και τα όλα τα άλλα είδη του γένους *Lycopersicum*. Στις Μεσογειακές χώρες σε συνθήκες υπαίθριας καλλιέργειας ή θερμοκηπιακών εκμεταλλεύσεων η τομάτα είναι φυτό ετήσιο και ποώδες. Έχει στέλεχος διακλαδιζόμενο και το ύψος του κυμαίνεται από 0,50 m στις νάνες ποικιλίες ή αυτοκλαδευόμενους τύπους έως 1,50 m και πλέον αναλόγως κυρίως της ποικιλίας.

Το ριζικό σύστημα της τομάτας μπορούμε να πούμε ότι εμφανίζεται με δύο μορφές : όταν αφορά σπορόφυτο φέρει πασσαλώδες ριζικό σύστημα που φτάνει σε μεγάλο βάθος αν και το μεγαλύτερο μέρος του επιφανειακού ριζοστρώματος βρίσκεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους. Επειδή όμως όλα τα καλλιεργούμενα φυτά τομάτας έχουν σχεδόν πάντοτε υποστεί μεταφύτευση και έτσι η πρωτογενής πασσαλώδης ρίζα τραυματίζεται το ριζικό σύστημα αυτών των φυτών αποκτά μια μάλλον θυссανώδη μορφή σαν συνέπεια της ανάπτυξης πολλών

δευτερογενών πλάγιων ριζών μετά τον τραυματισμό της πρωτογενούς κεντρικής ρίζας.

Ο βλαστός της τομάτας είναι αρχικά εύθραυστος και σταδιακά γίνεται σκληρός χωρίς να ξυλοποιείται, αποκτά μεγάλο μήκος και πολλούς πλάγιους βλαστούς. Σε όλο το μήκος του φέρει τεφροπράσινο χνούδι, έχει σχήμα κυλινδρικό και είναι εσωτερικά πλήρης. Υπάρχουν ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη των βλαστών (αναρριχόμενες) και άλλες με περιορισμένη ανάπτυξη (αυτοκορυφολογούμενες). Κατά μήκος του ισχυρού στελέχους του σχηματίζονται οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων του που δίνουν πλάγιους βλαστούς, ενώ κάθε τρία φύλλα εκπτύσσεται και μια ταξιανθία.

Τα φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα, ακανόνιστα, πτεροσχιδή, με περιττό αριθμό φυλλαρίων (οδοντωτά, έλοβα) και κυμαίνονται από 7-11. Το μέγεθος των φυλλαρίων εξαρτάται από την ποικιλία και την θρέψη των φυτών. Στην επιφάνεια τους όπως και στους βλαστούς υπάρχουν αδενώδη τριχίδια που συνιστούν το χνούδι της τομάτας και είναι μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα. Κατά την θραύση τους αναδύουν την χαρακτηριστική οσμή του φυτού.

Τα άνθη της είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται ανά τέσσερα έως δώδεκα και πλέον σε ταξιανθίες απλές, διχαλωτές ή διακλαδιζόμενες. Τα άνθη της τομάτας ανοίγουν διαδοχικά από την βάση προς την κορυφή της ταξιανθίας. Για αυτό το λόγο ο χρόνος από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της άνθισης σε μια ταξιανθία διαρκεί αρκετές βδομάδες. Η άνθιση αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται καθ' όλη την ημέρα. Με το άνοιγμα της στεφάνης γίνεται η ωρίμανση του στίγματος όπου τότε τούτο είναι επιδεκτικό επικονίασης και μόνο μετά 24 έως 18 ώρες, αρχίζει η διάρρηξη των ανθέρων και η διάχυση της γύρης (υστερανδρία). Κυρίως γίνεται αυτεπικονίαση και αυτογονιμοποίηση μερικές φορές όμως μπορεί να γίνει σταυρεπικονίαση με τα έντομα όπως συμβαίνει πολλές φορές σε ποικιλίες με μακρύ στύλο. Η βλάστηση της γύρης είναι βραδεία και η γονιμοποίηση των ωαρίων γίνεται περίπου δύο μέρες μετά την επικονίαση. Από την γονιμοποίηση του άνθους μέχρι την ωρίμανση του καρπού απαιτούνται αναλόγως της ποικιλίας και των καλλιεργητικών συνθηκών 45-60 μέρες.

Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχρωμη ράγα με σχήμα που ποικίλει στις διάφορες ποικιλίες. Είναι σφαιροειδής, πιεσμένος στους πόλους ή επιμήκης με περικάρπιο (φλοιό) λείο και λεπτό, με μεσοκάρπιο (σάρκα) χυμώδες, κόκκινος με πολυάριθμους πόρους. Το βάρος του κυμαίνεται αναλόγως την ποικιλία από 50-200

gr. Η χημική σύσταση του είναι περίπου 93,5% νερό, 1% αζωτούχες ενώσεις, 0,2% λιπαρές ουσίες, 1% κυτταρίνες, 3,5% σάκχαρα και 0,5% τέφρα. Η τομάτα είναι πλούσια σε Βιταμίνη C (25-30 χιλιοστά του γραμμαρίου σε 100 gr καρπού) και σε Βιταμίνες A, B1, B2, K και άλλες.

Οι σπόροι της είναι πεπλατυσμένοι με σχήμα ωοειδές, νεφροειδές με μέγεθος που ανέρχεται σε 3-5 mm μήκος και 2-3 mm πλάτος. Η βλαστική τους ικανότητα διατηρείται μέχρι και 4 χρόνια σε κανονικές συνθήκες (θερμοκρασία κάτω από 20°C και υγρασία μικρότερη από 65%) ή και πάνω από 15 χρόνια σε χαμηλή θερμοκρασία 4 °C και υγρασία (όχι κάτω από 5,5%). Το 1 gr περιέχει συνήθως 300 με 350 σπόρους¹⁰.

2.2. Είδη, Ποικιλίες, Υβρίδια

Η ποικιλία ή το υβρίδιο που ο παραγωγός που θα επιλέξει πρέπει να είναι παραγωγικό, να ικανοποιεί τις συγκεκριμένες απαιτήσεις των καταναλωτών που απευθύνεται, να προσαρμόζεται στο καλλιεργητικό σύστημα, να αντέχει στις ενδήμουσες ασθένειες της περιοχής και να είναι πρώιμο. Η επιλογή ασφαλώς δεν είναι τόσο εύκολη γιατί ο παραγωγός έχει να επιλέξει ανάμεσα σε μεγάλο αριθμό προσφερόμενων γονότυπων. Μόνο στον επίσημο κατάλογο της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο αριθμός των καταχωρημένων ποικιλιών και υβριδίων τομάτας ξεπερνάει τα 1.500 και από τους γονότυπους αυτούς εκείνοι που προορίζονται για καλλιέργεια σε θερμοκήπια ξεπερνούν τους 200. Στην Ελλάδα δοκιμάστηκαν και καλλιεργούνται πολυάριθμες ποικιλίες και υβρίδια αλλά τα πλέον διαδεδομένα είναι :

α. Μικρόκαρπες ποικιλίες και υβρίδια

Angela F1, Solara F1

β. Μεσόκαρπες ποικιλίες και υβρίδια

Daniela F1, Caruso F1, Marmande, Αφθονία, Γεωργία, Ίδη, ES 200F1, Concreto F1

γ. Μεσόκαρπες προς μεγαλόκαρπες ποικιλίες ή υβρίδια

Dombito F1, Jolly F1, A 200 F1, Garnet 622 F1, Blaser F1

δ. Μεγαλόκαρπες ποικιλίες ή υβρίδια

Early pack, ACE ή ΑΣΣΟΣ, Υβρίδιο F1 GC-204, Dombo F1, Fantastic F1, Mogador F1, Fiesta F1, Derinia F1¹¹.

Στην καλλιέργεια μας χρησιμοποιείται το υβρίδιο κοινώς ονομασμένο Belladonna το οποίο έχει εξαιρετικά καλές αποδόσεις και καρπούς μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους εξαιρετική ποιότητας.

2.3. Εδαφοκλιματολογικές απαιτήσεις της τομάτας

2.3.1. Κλίμα

Στην Ελλάδα έχουν διαμορφωθεί δύο κυρίως περίοδοι της καλλιέργειας της τομάτας στο θερμοκήπιο έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της αγοράς από τις αρχές του Δεκέμβρη έως τα τέλη του Ιουνίου περίπου. Στην πρώτη περίοδο της καλλιέργειας η σπορά πραγματοποιείται τα τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρη ενώ στη δεύτερη η σπορά γίνεται περίπου κατά τα μέσα Νοέμβρη με αρχές Δεκέμβρη.

Στην καλλιέργεια μας που στηρίζεται η παρούσα μελέτη η σπορά πραγματοποιήθηκε κατά την δεύτερη περίοδο δηλαδή, μέσα Νοέμβρη με αρχές Δεκέμβρη και η μεταφύτευση έγινε από τον παραγωγό στο θερμοκήπιο στις αρχές Ιανουαρίου.(θα μπουn foto από την μεταφύτευση του Ιανουαρίου)

Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη των νεαρών σποροφύτων από την ημέρα της σποράς μέχρι το στάδιο της μεταφύτευσης είναι 6-8 εβδομάδες ενώ απαιτούνται άλλες 6-8 εβδομάδες από την μεταφύτευση έως την ημέρα που θα συγκομιστούν οι πρώτοι καρποί.

Η τομάτα είναι φυτό θερμών-εύκρατων κλιμάτων και είναι κατάλληλη για να ευδοκιμήσει σε όλα τα διαμερίσματα της χώρας. Γενικώς οι καλύτερες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη και καρποφορία του φυτού είναι 22-28°C κατά την ημέρα και 15-16°C κατά την νύχτα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες κάτω των 13°C, δεν γίνεται η γονιμοποίηση των ανθέων (δε βλαστάνει η γύρη) και επομένως δεν έχουμε καρπόδεση. Σε υψηλότερες δε των 32°C προκαλείται ανθόρροια. Για το φύτερωμα των σπόρων θερμοκρασίες γύρω στους 25 °C είναι οι πλέον ευνοϊκές.

Ως προς την υγρασία της ατμόσφαιρας η τομάτα ευνοείται υπό σχετική υγρασία 50-70%.

Στη φωτοπερίοδο το φυτό φαίνεται να είναι ουδέτερο αν και ένας έντονος φωτισμός επηρεάζει την πρωιμότητα παραγωγής ευνοώντας την πρώιμη εμφάνιση

της πρώτης ταξιανθίας. Έτσι η διατήρηση των υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων καθαρών, πρέπει να αποτελεί μια από τις φροντίδες του καλλιεργητή.

Τέλος η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας των θερμοκηπίων και θερμοσπορίων σε CO₂ παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας. Συνήθως η αύξηση του CO₂ μέχρι της πυκνότητας των 1000 περίπου ppm είναι επιτρεπτή.

2.3.2. Έδαφος

Η τομάτα δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερας απαιτητική οπωσδήποτε όμως τα εδάφη μέσης σύστασης, τα βαθιά και διαπερατά, τα πλούσια σε οργανική ουσία, τα γόνιμα και αρδευόμενα μπορούν να θεωρούνται ως ιδανικά. Η επιθυμητή αντίδραση του εδάφους είναι ουδέτερη ή ελαφρώς όξινη (pH 7-5,8).

Τα ελαφρά, αμμώδη εδάφη είναι άριστα για πρώιμες καλλιέργειες αν βελτιώνονται με άφθονη οργανική λίπανση και ποτίζονται κανονικά.

Η καλλιέργεια μας φυσικά αναφέρεται σε εκτός εδάφους όμως τα παραπάνω στοιχεία είναι πολύ σημαντικά για την δημιουργία των ιδανικότερων συνθηκών που θα επικρατούν στο υπόστρωμα με σκοπό την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και έπειτα ολόκληρου του φυτού¹².

2.4. Λίπανση και θρέψη της τομάτας

Η έλλειψη νερού από την καρπόδεση έως την έναρξη αλλαγής χρώματος των καρπών συνδέεται με την «ξηρή κορυφή». Οφείλεται σε ανεπαρκή εφοδιασμό των καρπών με ασβέστιο.

• Ενδεικτικές τιμές λίπανσης της καλλιέργειας που παρέχονται μέσω του συστήματος άρδευσης (*gr θρεπτικού συστατικού-ppm / 1000 kg νερό*) δίνονται παρακάτω:

Αζωτο 150 - 180

Φώσφορος 30 - 50

Κάλιο 200 - 250

• Η τομάτα είναι καλιόφιλη καλλιέργεια και παρουσιάζει αυξημένες ανάγκες κατά την καρπόδεση και την αύξηση του μεγέθους των καρπών.

- Το μαγνήσιο και ο σίδηρος είναι απολύτως απαραίτητα. Η έλλειψή τους οδηγεί σε μειωμένες αποδόσεις, υποβάθμιση της ποιότητας και της παραγωγής και ελάττωση της αντίστασης του καρπού στη συσκευασία και τη μεταφορά. Η τομάτα παρουσιάζει μια μέτρια ευαισθησία στο μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο, το βόριο και το χαλκό.

2.5. Εχθροί και ασθένειες της τομάτας

Οι προσβολές στις οποίες θα αναφερθούμε είναι πιθανό να αναπτυχθούν τόσο στο έδαφος όσο και στην υδροπονική καλλιέργεια.

Εμφάνιση των παραπάνω προσβολών είναι πολύ πιθανό να παρουσιαστούν και στο σπορείο καθώς και στο θερμοκήπιο όπου πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευση των τοματοφυτών στον περλίτη.

Φυσικά λόγω της μη ύπαρξης εδάφους στις υδροπονικές καλλιέργειες δεν έχουμε ανάπτυξη νηματώδων οι οποίοι ακόμα και σε περίπτωση προσβολής του ριζικού συστήματος των τοματόφυτων στο σπορείο δεν μπορούν να έχουν εξέλιξη στον περλίτη.

2.5.1. Μη παρασιτικές ασθένειες της τομάτας

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι φυσιολογικές ανωμαλίες, οι κληρονομικές ασθένειες, οι ανωμαλίες που οφείλονται στην επίδραση δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών, σε τροφopenίες και σε ζημιές από κακούς χειρισμούς του προσωπικού.

Φυσικά στην υδροπονία χρησιμοποιούνται ελεγμένα υβρίδια τα οποία έχουν αναπτυχθεί σε ελεγχόμενες συνθήκες. Οπότε αυτομάτως μπορούν να αποκλειστούν οι κληρονομικές ασθένειες και μπορεί να γίνει λόγος για πρόκληση ασθενειών από λανθασμένους χειρισμούς στο θερμοκήπιο καθώς και από εσφαλμένη τροφοδότηση του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά.

⇒ Ξηρή κορυφή του καρπού

Τα συμπτώματα αυτής της ανωμαλίας ξεκινούν ως μικροί, αφυδατωμένοι, δερματώδης κηλίδα επί ή κοντά στην κορυφή (ουλή του στύλου) του πράσινου καρπού τομάτας οι οποίες γρήγορα αποκτούν εντονότερο χρώμα και αυξάνονται σε μέγεθος. Η ασθένεια οφείλεται σε ανεπαρκή εφοδιασμό των καρπών με Ca κατά την ταχεία ανάπτυξη τους. Πρόκειται ουσιαστικά για τροφopenία Ca στην εκδήλωσή της οποίας συντελούν και διάφοροι εδαφικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες

Στην υδροπονία τέτοιες προσβολές είναι μειωμένες αφού η θρέψη είναι ελεγχόμενη.

⇒ Τροφοπενίες

Στην υδροπονία οι τροφοπενίες μπορούν προκληθούν από τυχόν λάθη στη θρέψη ή προσβολές των ριζών από ασθένειες πράγμα που δυσκολεύει την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων.

- I. **Φωσφόρου** : Φύλλα με βαθύ πράσινο χρώμα με ερυθρές ή πορφυρές κηλίδες στην κάτω επιφάνεια και βραδύ ωρίμανση των καρπών.
- II. **Κάλιο** : Χλώρωση στο έλασμα των φύλλων μεταξύ των κυρίων νεύρων ενώ τα νεύρα διατηρούνται πράσινα. Τα φύλλα καρουλιάζουν προς τα κάτω, έχουμε βλαστούς λεπτούς, ξυλώδεις και σκληρούς και οι καρποί είναι λίγοι με ακανόνιστη ωρίμανση και μαλακοί.
- III. **Μαγνησίου** : Τα κατώτερα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλες χλωρωτικές κηλίδες συνήθως με διάχυτα όρια μεταξύ εντόνως πρασίνων νεύρων.
- IV. **Σιδήρου** : Νεότερα φύλλα με μεσονεύρια χλώρωση.
- V. **Μαγγανίου** : Στα νεότερα φύλλα παρατηρείται χλωρωτική κηλίδωση που αργότερα γενικεύεται σε όλο το φυτό. Η χλώρωση δεν είναι έντονη όσο στην τροφοπενία σιδήρου.
- VI. **Ψευδαργύρου** : Φύλλα μικρά, με παχύ έλασμα, ελαφρά μεσονεύρια χλώρωση και που τείνουν να καρουλιάζουν προς τα κάτω.
- VII. **Μολυβδαίνιο** : Χλώρωση του φυλλώματος με κάμψη του ελάσματος προς τα πάνω, περιφερειακή ξήρανση, ξεκινώντας πάντα από τα παλαιότερα και προχωρώντας στα νεότερα.

⇒ Τοξικότητες

- I. **Μαγγανίου** : Η τοξικότητα μαγγανίου παρατηρείται ιδίως υπό συνθήκες ανεπαρκούς στράγγισης. Προκαλεί περιφερειακή ή μεσονεύρια χλώρωση στα κατώτερα κυρίως φύλλα καθώς επίσης νέκρωση ιστών υπό μορφή μικρών κηλίδων ή εκτεταμένων θέσεων στα φύλλα, τους μίσχους και τους βλαστούς.
- II. **Τοξικότητα από φυτοφάρμακα, λιπάσματα, άλατα** : Χλωρώσεις και νεκρώσεις στο φύλλωμα, καθυστέρηση της ανάπτυξης των φυτών, μεταχρωματισμός, νέκρωση των ριζών¹³.

2.5.2 Εντομολογικοί εχθροί της τομάτας

I. Θρίπες

α. *Frankliniella occidentalis* (θρίπας της Καλιφόρνιας)

β. *Thrips tabaci* (θρίπας του καπνού)

Το μεγαλύτερο εντομολογικό πρόβλημα που μειώνει ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή σε μεγάλο βαθμό ως και ολοκληρωτικά. Οι πρώτες προσβολές στα θερμοκήπια παρατηρούνται στα ζεστά μέρη κοντά στα συστήματα θέρμανσης. Καταπολέμηση στα θερμοκήπια γίνεται με μαζική παγίδευση αφού η χρήση εντομοκτόνου δεν είναι αποτελεσματική.

II. Αλευρώδεις

α. *Trialeurodes vaporariorum* (αλευρώδης θερμοκηπίου)

β. *Bemisia tabaci* (αλευρώδης του καπνού)

Προκαλούν άμεσες και έμμεσες ζημιές σε πολλά κηπευτικά. Οι άμεσες προκαλούνται από τη νύξη των φυτικών ιστών και την απομύζηση των φυτικών χυμών που πραγματοποιούνται από τα διάφορα νυμφικά στάδια ιδιαίτερα τα δύο τελευταία και τα ακμαία. Τα φύλλα κιτρινίζουν και ξεραίνονται και σε μεγάλους πληθυσμούς ξεραίνεται ολόκληρο το φυτό.

Οι έμμεσες επιδράσεις οφείλονται στην μετάδοση ιώσεων ιδιαίτερα από τον *B. tabaci* ο οποίος μπορεί να μεταφέρει 60 διαφορετικούς ιούς. Ζημιά προκαλείται επίσης από την ανάπτυξη καπνιάς που μειώνει την φωτοσύνθεση.

Η μόλυνση των φυτών στα θερμοκήπια γίνεται κυρίως από έντομα που βρίσκονται στα φυτά εκτός θερμοκηπίου ή σε άλλα γειτονικά θερμοκήπια.

III. Λυριόμυζα (Υπονομευτής)

Lyriomyza bryoniae, *L. trifoliata*, *L. huidobrensis*

Μικρές μύγες περίπου 2 mm με μεγάλη κινητικότητα. Οι προσβολές τους αρχίζουν από τα κατώτερα φύλλα ανοίγοντας χαρακτηριστικές στοές ενώ στην κάτω επιφάνεια τα θηλυκά δημιουργούν στρογγυλές ή οβάλ διατροφικές κηλίδες ωοθεσίας. Η καταπολέμηση γίνεται συνήθως προληπτικά με άμεση αφαίρεση των φύλλων.

IV. Αφίδες

α. *Myzus persicae* (πράσινη αφίδα της ροδακινιάς)

β. *Macrisiphum euphorbiae* (ροζ αφίδα της πατάτας)

Προσβάλλουν την τρυφερή βλάστηση την οποία εξασθενίζουν με τα συνεχή μίγματα τους και την απομόζηση θρεπτικών στοιχείων με αποτέλεσμα τα φύλλα να κατσαρώνουν και να πέφτουν. Η αντιμετώπιση γίνεται συνήθως με χρήση εντομοκτόνων εδάφους στα φυτοχώματα, χρήση κίτρινων παγίδων, κλάδεμα και αφαίρεση προσβεβλημένων βλαστών στην αρχή.

2.5.3 Ακάρεα που προσβάλλουν την τομάτα

2.5.3.1. Ο πράσινος τετράνυχος

Διατρέφεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων κοντά στην κεντρική νεύρωση και στα σημεία διακλάδωσης των νεύρων, όπου και ωοτοκεί. Στα σημεία αυτά κατασκευάζει αραιό μετάξινο ιστό και τα φύλλα εμφανίζουν κίτρινες κηλίδες. Κηλίδες παρουσιάζονται και στους προσβεβλημένους καρπούς οι οποίες έχουν σκούρο χρώμα.

Άμεση συνέπεια των προσβολών είναι η εξασθένηση της βλάστησης, μείωση της φωτοσύνθεσης και αύξηση της αναπνοής, φυλλόπτωση, μείωση της παραγωγής και ποιοτική υποβάθμιση των καρπών.

Για την καταπολέμηση συνίσταται να γίνεται συνδυασμός ενός ωοκτόνου με προνυμφοκτόνο – ακμαιοκτόνο.

2.5.4. Μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας

I. Αδρομοκώσεις

α. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

β. *Verticillium dahliae*

Πρόκειται για καταστροφικές ασθένειες που προκαλούν πολλές ζημιές σε καλλιέργειες χωρίς να θεραπεύονται. Στην καλλιέργεια μας μόνος τρόπος να μεταδοθούν τα παθογόνα αυτά είναι ή από το σπόρο ή από τα μολυσμένα φυτάρια αφού στην περίπτωση μας δεν υφίσταται έδαφος για την μετάδοση της ασθένειας.

Έχουμε παρεμπόδιση της κυκλοφορίας του νερού στα αγγεία του ξύλου με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι καχεκτικά ή να παθαίνουν αποπληξία και να ξεραίνονται.

Για την αντιμετώπιση συνίσταται χρήση ανθεκτικών υβριδίων τομάτας και η ισορροπημένη λίπανση κατά προτίμηση νιτρικών έναντι των αμμωνιακών.

II. Αλτερναρίωση

α. *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*

β. *Alternaria solani*

Τα παθογόνα αυτά είναι παράσιτα αδυναμίας για αυτό και σε εύρωστες καλλιέργειες είναι ασήμαντη. Το πρώτο είδος που προσβάλλει συνήθως το λαιμό και το στέλεχος δεν αποτελεί πλέον πρόβλημα γιατί όλα τα καλλιεργούμενα υβρίδια τομάτας είναι ανθεκτικά. Το δεύτερο είδος προσβάλλει τα μέρη του φυτού της τομάτας σε όλα τα στάδια.

Πηγές μόλυνσεως είναι συνήθως ο μολυσμένος σπόρος στην περίπτωση μας και η ασθένεια ευνοείται από υψηλά ποσοστά υγρασίας.

Για την αντιμετώπιση συνίσταται η χρήση υγιούς σπόρου και ανθεκτικών υβριδίων και η εφαρμογή ισορροπημένης λίπανσης για την καλή ευρωστία.

III. Βοτρύτης ή τεφρά σήψη

Botrytis cinerea

Προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού σε όλα τα στάδια ενώ προκαλεί και μετασυλλεκτικές σήψεις. Για την ανάπτυξη της ασθένειας απαραίτητες συνθήκες είναι η υψηλή σχετική υγρασία και ο σχετικά ψυχρός καιρός,

Αντιμετώπιση γίνεται με μείωση της σχετικής υγρασίας στον εσωτερικό χώρο με κανονική θρέψη.

IV. Περονόσπορος

Phytophthora infestans

Προσβάλλει την τομάτα και προκαλεί και μετασυλλεκτική σήψη των καρπών. Χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι οι υποκίτρινες κηλίδες στα κατώτερα φύλλα που γρήγορα γίνονται καστανόμαυρες. Οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξη του περονόσπορου είναι οι υγρές νύχτες με ανέμους και μειωμένες σε ηλιοφάνεια ημέρες.

Η ασθένεια μπορεί να αντιμετωπιστεί στο θερμοκήπιο με την μείωση της σχετικής υγρασίας τη νύχτα και με προστατευτικούς χειρισμούς με χαλκούχα στα ανεπτυγμένα φυτά.

V. Ωίδιο

Leveillula taurica

Ασθένεια των ξηρών περιοχών που προσβάλλει μόνο τα πλήρως αναπτυγμένα ώριμα φύλλα. Έχουμε εμφάνιση λευκής εξάνθησης στην κάτω επιφάνεια του φύλλου και πάνω κίτρινες ακανόνιστες κηλίδες. Οι ευνοϊκές συνθήκες είναι χαμηλή σχετική υγρασία (52-75%) και θερμοκρασία περίπου στους 25°C.

Για την αντιμετώπιση συνιστούνται συνήθως χημικά μέσα.

VI. Κλαδοσπορίωση

Fulvia fulva (Cladosporium fulvum)

Η ασθένεια προσβάλλει μόνο την τομάτα, κυρίως τα φύλλα και σπανιότερα τα άλλα μέρη. Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η ασθένεια εμφανίζεται κυρίως τον χειμώνα. Επιβιώνει σε διάφορα μέρη του θερμοκηπίου (παράθυρα, πάγκοι, κ.α.). Το παθογόνο μεταδίδεται και με τον σπόρο.

Τα συμπτώματα πρωτοεμφανίζονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων με βελούδινο χνούδι διάφορων χρωματισμών και στην πάνω εμφανίζει κίτρινες ακανόνιστες κηλίδες που μεγαλώνουν και προκαλούν ξήρανση των φύλλων.

Η ασθένεια αυτή είναι γνωστή στους παραγωγούς και ως φυλλοξήρα.

Για την αντιμετώπιση πρέπει να μειώσουμε την σχετική υγρασία μέσα στα θερμοκήπια και να απολυμάνουμε τους εξωτερικούς χώρους συνήθως με φορμόλη εμπορίου συγκέντρωσης 2%.

2.5.5. Βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας

Από τις κυριότερες βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κάτωθι :

I. Βακτηριακό έλκος

Clavibacter michiganensis subsp. Michiganensis

Προσβάλλει τα αγγεία του ξύλου και η αντιμετώπιση του συνίσταται αποφυγή δημιουργίας πληγών στα φυτά, απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος, καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και απολύμανση του σπόρου.

II. Βακτηριακή στιγμάτωση

Pseudomonas syringae p.v. tomato

Προσβάλλονται όλα τα μέρη του φυτού. Η ασθένεια μεταδίδεται με τη βροχή ιδίως όταν συνοδεύεται από άνεμο.

Η καταπολέμηση γίνεται με την χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, περιορισμό της υπερβολικής υγρασίας, καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας, χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και χημικούς ψεκασμούς των φυτών κάθε εβδομάδα με χαλκούχα φάρμακα.

III. Βακτηριακή μάρανση

Pseudomonas solanaceacum

Στην αρχή έχουμε μερικό ή καθολικό μαρασμό του φυτού κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, ο οποίος υποχωρεί κατά την νύχτα με αποτέλεσμα σύντομα το φυτό τελικά να ξεραίνεται.

Συνίσταται προληπτικά η εκρίζωση και καύση της καλλιέργειας, η καταστροφή των ασθενών φυτών και οι ανθεκτικές καλλιέργειες.

IV. Νέκρωση της εντεριώνης

Pseudomonas viridiflava

Εμφανίζεται συνήθως στα ανεπτυγμένα φυτά τομάτας με χλώρωση των φύλλων της βάσης και στη συνέχεια εξελίσσεται σε μαρασμό του φυλλώματος, σπάσιμο βλαστών και τελικά ξήρανση των φυτών.

Για την αντιμετώπιση συνίσταται απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος και ψεκασμός των φυτών με χαλκούχα μετά το κλάδεμα.

2.5.6 Ιολογικές ασθένειες της τομάτας

Η τομάτα προσβάλλεται από πολλούς ιούς εκ των οποίων οικονομικό ενδιαφέρον προκαλούν ο ιός του μωσαϊκού του καπνού (TMV), ο ιός του μωσαϊκού αυκούμπα (*aucuba mosaic* ή κίτρινο μωσαϊκό της τομάτας), ο ιός του μωσαϊκού του αγγουριού (CMV), ο ιός του ποικιλόχρωμου μωσαϊκού της τομάτας (RMV) και ο ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV). Δεν υπάρχουν θεραπευτικές μέθοδοι των προσβολών και συνεπώς μόνο με προληπτικά μέτρα μπορούν να αντιμετωπιστούν οι ιώσεις όπως για παράδειγμα χρήση υγιών σπόρων, άμεση απομάκρυνση των φυτών, απολύμανση και φυσικά χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και υποκειμένων¹⁴.

2.6. Συμπτώματα ασθενειών της υδροπονικής καλλιέργειας του κ. Βουράκη

Στην παραπάνω καλλιέργεια δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα εντομολογικών, βακτηριολογικών και ιολογικών ασθενειών δεδομένου του γεγονότος ότι η καλλιέργεια βρισκόταν καθόλη την διάρκεια της κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες όσο το επέτρεπαν και υπήρχε η υφιστάμενη προσοχή στην απολύμανση σε οτιδήποτε ερχόταν σε επαφή με την καλλιέργεια.

Αυτό το οποίο παρατηρήθηκε ήταν σε μεμονωμένα φυτά, ίσως λόγω της μη ευρωστίας τους και λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, να μην δεσμεύουν εύκολα τον φώσφορο και τα κατώτερα φύλλα να έχουν υποστεί χλώρωση και ξήρανση.

Επίσης παρουσιάστηκαν παραμορφώσεις καρπών όχι σε μεγάλο ποσοστό λόγω των μεγάλων εναλλαγών θερμοκρασίας¹⁵.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΑΚΟΥΣ ΠΕΡΛΙΤΗ

3.1. Παραγωγή σπορόφυτων

Τα σπορόφυτα τομάτας τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια του κ. Βουράκη παρασκευάστηκαν από την εταιρεία Ελληνικά θερμοκήπια Α.Ε. σε φυτάρια που εδρεύουν στο Μουρίκι Θηβών. Η εταιρεία η οποία εξειδικεύεται στην παραγωγή και εμπορία πολλαπλασιαστικού υλικού έστειλε τα σπορόφυτα με ειδικά διαμορφωμένα κιβώτια (Εικόνα 4α,β, Βλέπε παράρτημα).

Οι σπόροι της τομάτας τοποθετήθηκαν σε ειδικές παλέτες από φελιζόλ των 77 θέσεων με διαστάσεις 4 x 4 cm η κάθε θέση, όπου οι σπόροι θα βλαστάνουν και θα αναπτύξουν τα πρώτα κανονικά φύλλα τους. Τα φυτά στις 42 περίπου μέρες απόκτησαν 3-4 πραγματικά φύλλα, 2 κοτυλιδόφυλλα και κορυφή, στάδιο στο οποίο ήταν έτοιμα για μεταφύτευση. Το επόμενο βήμα αφορούσε την συσκευασία των παλετών και την προμήθεια τους στους παραγωγούς ανάλογα με την παραγγελία τους.

Φυσικά σε περίπτωση που θέλουμε να εξοικονομήσουμε χώρο ή ενέργεια μπορούμε να μεταφυτεύσουμε τα σπορόφυτα σε μεγαλύτερο στάδιο, δηλαδή λίγο πριν την πλήρη ανάπτυξη της πρώτης ταξιανθίας. Τόσο οι ειδικές παλέτες με τις θέσεις όσο και οι σάκοι ανάπτυξης (στη δική μας περίπτωση σάκοι περλίτη) πριν την χρησιμοποίησή τους υπερπληρώνονται με θρεπτικό διάλυμα (EC 2-2,5 Ms/cm).

Αυτό γίνεται γιατί στόχος είναι η παραγωγή δυνατών και υγιών φυταρίων. Στη συνέχεια τα φυτάρια τοποθετούνται στους σάκους ανάπτυξης από περλίτη 3-5 φυτά ανά υπόστρωμα ανάλογα με την καλλιέργεια και το μέγεθος του υποστρώματος. Στην προκειμένη περίπτωση οι σάκοι ανάπτυξης είναι σάκοι των 33 λίτρων και έχουν τοποθετηθεί 3 φυτά ανά σάκο ανάπτυξης¹⁶.

3.2. Προετοιμασία εδάφους και υποστρώματος

Τα στάδια τα οποία περνάει μια καλλιέργεια πριν την εγκατάσταση της είναι πολλά και εξίσου σημαντικά. Το έδαφος του θερμοκηπίου αρχικά διαμορφώνεται. Η ισοπέδωση του εδάφους αποτελεί προϋπόθεση για να υπάρχουν άριστα αποτελέσματα. Μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 1,5 % ενώ η ιδανική είναι 0,5 %. Άλλο ένα βήμα που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί είναι οι υπολογισμοί υποστρώματος και

φυταρίων και η επιλογή του καλύτερου κατά επιλογή σχήματος της καλλιέργειας. Ο υπολογισμός του αρδευτικού συστήματος μια θέση δηλαδή ποτίσματος ανά φυτό όπως και ο υπολογισμός των άλλων εγκαταστάσεων (δοσομετρικών αντλιών κ.α.).

Ακολουθεί η εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος και του δοσομετρητή λίπανσης. Η εγκατάσταση των σωληνώσεων, σταλακτών, γίνεται με τον ίδιο όπως και στην καλλιέργεια στο χώμα. Ενώ ο δοσομετρητής των λιπασμάτων τοποθετείται στην αρχή του συστήματος.

Κατόπιν γίνεται η τοποθέτηση και γέμισμα του σάκου ανάπτυξης με θρεπτικό διάλυμα (pH 5,0 και EC 2,5 mS/cm). Μετά το χρονικό διάστημα των 24 ωρών γίνονται σχισμές κάτω από τους σάκους οι οποίες εξυπηρετούν την απορροή (αποστράγγιση) του υποστρώματος μετά από κάθε πότισμα (10-20 % νερού ποτίσματος).

Τέλος, πραγματοποιείται έλεγχος του pH και της EC που αποτελεί αναγκαία τεχνική της υδροπονικής καλλιέργειας. Μετρώντας το pH και την EC, ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του αρδευτικού συστήματος και το περιβάλλον της ρίζας, ώστε να γίνονται διορθώσεις όταν και όποτε χρειάζεται.

3.3. Πυκνότητα φύτευσης

Βασικό παράγοντα για τον υπολογισμό της καλλιεργούμενης έκτασης αποτελεί το είδος της καλλιέργειας και η κατασκευή του θερμοκηπίου. Όσο πιο σύγχρονη είναι η θερμοκηπιακή μονάδα (ύψος θερμοκηπίου, δυνατότητα αερισμού, σύστημα θέρμανσης αν υπάρχει), τόσο καλύτερα μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τον χώρο (μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών).

Η πυκνότητα φύτευσης υδροπονικών καλλιεργειών σε περλίτη που εφαρμόζεται με επιτυχία στον ελληνικό και μεσογειακό χώρο ενδεικτικά φαίνονται στον (Πιν.6)

Πίνακας 6. Πυκνότητα φύτευσης.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ
ΤΟΜΑΤΑ	2400 - 2800 φυτά/στρ
ΠΗΠΕΡΙΑ	2400 - 2700 φυτά/στρ
ΑΓΓΟΥΡΙ	1400 - 2000 φυτά/στρ
ΠΕΠΟΝΙ	1700 - 2000 φυτά/στρ.
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	1700 - 2000 φυτά/στρ.
ΚΟΛΟΚΥΘΙ	1200 - 1400 φυτά/στρ.

Πηγή : Χριστοφιλόπουλος Ν. 1997 Τ.Ε.Ι Καλαμάτας

Άλλοι παράγοντες για τον υπολογισμό της καλλιεργούμενης έκτασης είναι ο σχεδιασμός του αρδευτικού συστήματος, ο σχεδιασμός ενός απλού αποστραγγιστικού και ο υπολογισμός των άλλων εγκαταστάσεων. Αφού έχει εγκατασταθεί το αρδευτικό σύστημα, το σύστημα θέρμανσης αν υπάρχει και αφού έχει γίνει απολύμανση του χώρου του θερμοκηπίου γίνεται η τοποθέτηση του περλίτη στις γραμμές φύτευσης. Ο περλίτης είναι αδρανές υλικό και τα απαραίτητα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία προστίθεται με το σύστημα άρδευσης. Ποτέ δεν αρδεύουμε με νερό, αλλά πάντα με θρεπτικό διάλυμα.

Στην καλλιέργεια μας, αφού ολοκληρώθηκε η κατασκευή του θερμοκηπίου μελετήθηκε σε συνεργασία του παραγωγού, του επιβλέποντα γεωπόνου και της κατασκευαστικής εταιρείας η πυκνότητα φύτευσης των φυτών μας. Συγκεκριμένα τοποθέτησαν σάκους περλίτη του 1 m φτιάχνοντας 24 διπλές σειρές (βλέπε φωτο) σε όλη την επιφάνεια του θερμοκηπίου και τοποθέτησαν τα τοματόφυτα σε απόσταση 30 cm το ένα από το άλλο. Αποτέλεσμα αυτού ήταν σε μια έκταση 2,6 στρεμμάτων θερμοκηπιακής μονάδας να τοποθετηθούν 7.000 φυτά¹⁷.

3.4. Θρεπτικά διαλύματα

3.4.1. Τροφοδοσία

Στα συστήματα με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, το διάλυμα που τροφοδοτεί τα φυτά βρίσκεται σε μια δεξαμενή προστατευμένη στο εσωτερικό της από οξυάντοχο υλικό. Όσο μικρότερη είναι η δεξαμενή, τόσο συντομότερα πρέπει να ελέγχεται η σύνθεση του διαλύματος της δεξαμενής ή συχνότερα να

απορρίπτεται και να αντικαθίσταται από νέο. Η δεξαμενή γεμίζει αυτόματα με νερό και η στάθμη της διατηρείται σταθερή με διακόπτη στάθμης.

Τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτούνται για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών προσάγονται από άλλα δοχεία που βρίσκονται στη μορφή πυκνών διαλυμάτων (Μητρικά διαλύματα). Τα Μητρικά διαλύματα παρασκευάζονται έτσι ώστε τα διάφορα ιόντα που απαιτούνται για την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών να βρίσκονται στην απαιτούμενη αναλογία μεταξύ τους. Η αραιώση γίνεται με το νερό της δεξαμενής.

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια πρέπει να είναι πλήρως διαλυτά, ώστε να μην αφήνουν ιζήματα που αλλάζουν τη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος και επιπλέον φράσσουν τους σταλάκτες.

Τα Μητρικά διαλύματα τοποθετούνται συνήθως σε τρία δοχεία. Το πρώτο δοχείο (Α) περιέχει τα οξέα νιτρικό και φωσφορικό για την διόρθωση του ΡΗ, το δεύτερο δοχείο (Β) περιέχει το νιτρικό ασβέστιο (και πιθανόν μια ποσότητα από κάποιο άλλο νιτρικό άλας) και το τρίτο δοχείο (Γ) περιέχει όλα τα άλλα στοιχεία. Το νιτρικό ασβέστιο πρέπει να τοποθετείται σε ιδιαίτερο δοχείο, διότι σε πυκνό διάλυμα το ασβέστιο δημιουργεί αδιάλυτα άλατα με άλλα ιόντα όπως τα θειικά και φωσφορικά και καταστρέφει την επιθυμητή αναλογία του διαλύματος.

Η προσαγωγή των οξέων στην δεξαμενή γίνεται με δοσομετρική αντλία, η οποία παίρνει εντολή από μηχανισμό αυτοματισμού συνδεδεμένο με ρΗμετρο. Η προσαγωγή των άλλων πυκνών διαλυμάτων γίνεται με δοσομετρική αντλία που παίρνει εντολή από μηχανισμό αυτοματισμού συνδεδεμένο με αγωγιμόμετρο.

Στην περίπτωση που δεν γίνεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, χρησιμοποιούνται συνήθως δύο δοχεία για τα πυκνά διαλύματα, ένα (Α) για το νιτρικό ασβέστιο και μέρος του νιτρικού οξέως και ένα (Β) για όλα τα άλλα στοιχεία και τα οξέα. Η ποσότητα των οξέων που προστίθεται στα δοχεία υπολογίζεται βάσει της περιεκτικότητας του νερού σε διττανθρακικά. Στη περίπτωση αυτή δεν υπάρχει δεξαμενή ανακύκλωσης, η προσαγωγή των πυκνών διαλυμάτων γίνεται συνήθως με δύο δοσομετρικές αντλίες κατευθείαν στο σύστημα άρδευσης.

Εξυπακούεται ότι τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τα πυκνά διαλύματα άλλα και με τα αραιά, πρέπει να είναι οξυάντοχα.

Στην καλλιέργεια του κ. Βουράκη όπως αναφέραμε νωρίτερα έχουμε σύστημα ανοιχτό, δηλαδή δεν ανακυκλώνεται το θρεπτικό διάλυμα. Έχουμε μια

κεντρική δεξαμενή όπου αλλιώς μπορούμε να την ονομάσουμε αναμεικτική δεξαμενή (Εικόνα 5, Βλέπε παράρτημα) όπου αναμιγνύονται όλα τα διαλύματα και παρασκευάζεται το θρεπτικό διάλυμα. Επίσης υπάρχουν τρία δοχεία όπου στα δύο (Α,Β) (Εικόνα 6, Βλέπε παράρτημα) έχουμε τα πυκνά διαλύματα και στο τρίτο έχουμε το πυκνό διάλυμα οξέος (Εικόνα 7, Βλέπε παράρτημα).

Χαρακτηριστικά στο δοχείο Α περιέχεται συνήθως, ανάλογα με τις απαιτήσεις Νιτρικό ασβέστιο, Νιτρικό Κάλιο, Νιτρική Αμμωνία και Χηλικός Σίδηρος, στο δοχείο Β περιέχεται Θεικό Μαγνήσιο, Φωσφορικό μονοκάλιο, Θεικό Κάλιο, Θεικό Μαγγάνιο, Θεικός Ψευδάργυρος, Θεικός Χαλκός, Solubor και Μολυβδαινικό Αμμώνιο. Τέλος, στο τρίτο δοχείο περιέχεται Νιτρικό οξύ. Στα παραπάνω, η αναλογία αραιώσης του πυκνού διαλύματος Α,Β είναι 1:100 με όγκο πυκνού διαλύματος Α και Β 500 λίτρα αντίστοιχα και ο όγκος του πυκνού διαλύματος οξέος είναι και αυτός 500 λίτρα^{18,19}.

3.4.2. Άρδευση

Σε όλα τα υδροπονικά συστήματα που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, η τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά γίνεται με σταλάκτες, ένας σταλάκτης παροχής 1-2 λίτρων την ώρα για κάθε φυτό. Για να αποφευχθούν τα φραξίματα στους σταλάκτες είναι απαραίτητο να έχει τοποθετηθεί στην αρχή του δικτύου ένα πολύ καλό σύστημα φιλτραρίσματος του διαλύματος.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε όλα τα συστήματα της υδροπονίας για το σύστημα τροφοδοσίας, όπως σωλήνες, εξαρτήματα, αντλίες, δεξαμενές κ.λ.π., θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στα οξέα, γι' αυτό συνήθως χρησιμοποιούνται τα κατασκευασμένα από πλαστικό.

Η άρδευση ελέγχεται συνήθως με χρονοδιακόπτη ή με πιο ακριβή μέσα, όπως ολοκληρωτές ηλιακής ακτινοβολίας ή όργανα μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι αναγκαίος ο έλεγχος κατά τακτά χρονικά διαστήματα και η ρύθμιση των οργάνων αυτών, ώστε η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο σάκο να κρατιέται σταθερή. Γι' αυτό 3 φορές την εβδομάδα λίγο πριν την επόμενη άρδευση παίρνεται διάλυμα από αυτό που έχουν οι σάκοι σε 5-6 θέσεις ανά στρέμμα και μετριέται η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος. Γενικά η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος στο σάκο πρέπει να βρίσκεται 100-300 mS/cm υψηλότερα από αυτήν του διαλύματος τροφοδοσίας, όταν αυτή υπερβαίνει το

ανώτερο όριο σημαίνει ότι πρέπει να αυξηθεί η συχνότητα του ποτίσματος, ενώ όταν είναι κάτω από το κατώτερο όριο να μειωθεί.

Καθημερινός έλεγχος απαιτείται επίσης και στους σταλάκτες για να διαπιστωθεί ότι δεν έχουν βουλώσει από αδιάλυτα άλατα ή άλλα σώματα που μπορούν να υπάρξουν στο νερό.

Η σωστή ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος στο σάκο εξαρτάται από την ένταση του φωτισμού, σε μικρές εντάσεις φωτισμού είναι προτιμότερο να υπάρχει υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα στο σάκο γιατί έτσι αποφεύγεται η υπερβολική βλαστική ανάπτυξη του φυτού, ενώ με υψηλές εντάσεις φωτισμού οι χαμηλότερες αγωγιμότητας είναι επαρκείς.

Τις θερμές ηλιόλουστες ημέρες η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος τροφοδοσίας καλό είναι να κυμαίνεται μεταξύ 2.0 και 2.5 mS (Εικόνα 10, Βλέπε παράρτημα). Σε μικρές εντάσεις φωτισμού μπορεί να φθάσει μέχρι και 3.5 αν χρειασθεί. Το pH του διαλύματος τροφοδοσίας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5.0 και 6.0.

Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος τροφοδοσίας ελέγχονται και αυτά κάθε μέρα την ίδια ώρα σε 5-10 δείγματα ανά στρέμμα ώστε να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του διαλύματος.

Στο σύστημα καλλιέργειας που γίνεται χωρίς ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, κάθε φορά ένα μέρος του διαλύματος που δίνεται για την άρδευση των φυτών (5 - 30% ανάλογα με την αλατότητα του νερού που χρησιμοποιείται) πρέπει να στραγγίζει έξω από τον σάκο ως πλεονάζον διάλυμα, για να αποφεύγεται η συσσώρευση αλάτων στην περιοχή της ρίζας²⁰.

Στο θερμοκήπιο του κ. Βουράκη το αρδευτικό σύστημα αποτελείται από σωληνάκια παροχής 4 l/h τα οποία καταλήγουν σε ατομικούς σταλάκτες για κάθε φυτό. Ο κάθε σταλάκτης παρέχει ποσότητα 0,3-1,5 l θρεπτικού διαλύματος την ημέρα στο κάθε φυτό (ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης και την εποχή). Έτσι το κάθε φυτό κατά τη διάρκεια της ημέρας ποτίζεται για 12 min περίπου²¹.

3.5. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

Για την παρασκευή ενός θρεπτικού διαλύματος ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- Ανάλυση νερού

- Προσδιορισμός των επιθυμητών συγκεντρώσεων του κάθε στοιχείου στο θρεπτικό διάλυμα
- Εύρεση των κατάλληλων λιπασμάτων και των περιεκτικότητων τους σε κάθε στοιχείο
- Υπολογισμός των ποσοτήτων που θα προσθέσουμε στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων
- Διόρθωση της οξύτητας, pH

Μερικές φορές τα ιόντα που βρίσκονται στο νερό είναι θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά, όπως SO_4 , Ca^{++} , Mg^{++} . Άλλα ιόντα απορροφούνται από τα φυτά σε μικρές ποσότητες, αλλά γρήγορα φθάνουν σε συγκεντρώσεις βλαπτικές για τα φυτά, π.χ. Na^+ και Cl^- .

Τα ιόντα που βρίσκονται στο νερό και αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του θρεπτικού διαλύματος. Εξαιρέση αποτελεί ο σίδηρος, ο οποίος καθιζάνει ως $\text{Fe}(\text{OH})_3$ κι έτσι δεν είναι διαθέσιμος για τα φυτά.

Αν και το HCO_3^- δεν είναι θρεπτικό στοιχείο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, γιατί η συσσώρευση του θα αυξήσει αξιόλογα το pH του διαλύματος και επομένως πρέπει να εξουδετερωθεί με οξύ, συνήθως φωσφορικό ή νιτρικό.

Για τις κυριότερες καλλιέργειες έχουν συνταχθεί πίνακες που δίνουν τις επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα, τους οποίους αποκαλούμε «συνταγές». Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7) παρατίθενται μερικές συνταγές.

Στις συνταγές συνηθίζεται οι επιθυμητές συγκεντρώσεις να δίνονται σε γραμμομόρια ανά λίτρο (mol l^{-1}). Στη συνέχεια θα δούμε ότι για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε πόσο λίπασμα να ρίξουμε στο νερό για την Παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο να μετατραπούν τα mol l^{-1} σε μονάδες βάρους ανά μονάδα όγκου νερού, κιλιά γραμμάρια ανά λίτρο για παράδειγμα. Για αυτή τη μετατροπή είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε το γραμμομοριακό βάρος μίας ένωσης ή ενός στοιχείου. Για παράδειγμα το νιτρικό άζωτο συμβολίζεται NO_3^- και αυτό σημαίνει ότι έχει ένα άτομο αζώτου και τρία άτομα οξυγόνου. Γνωρίζοντας ότι το ατομικό βάρος του αζώτου ισούται με 14 και του οξυγόνου με 16 τότε το μοριακό βάρος του νιτρικού αζώτου θα είναι $14 + 16 \times 3 = 62$. Άρα το γραμμομόριο του

νιτρικού αζώτου είναι 62 gr.

Πίνακας 7. Επιθυμητές μέσες και οριακές τιμές στοιχείων στο ριζικό σύστημα της τομάτας.

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδες	Μέση τιμή	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αγωγιμότητα	EC	mS cm ⁻¹	2.5	2	3
Οξύτητα	pH	-	5.5	5	6
Αμμωνιακό άζωτο	NH ₄ ⁺	mmol lt ⁻¹	< 0.5	-	-
Κάλιο	K ⁺	mmol lt ⁻¹	5	4	7
Νάτριο	Na ⁺	mmol lt ⁻¹	< 1	-	4
Ασβέστιο	Ca ⁺⁺	mmol lt ⁻¹	5	4	7
Μαγνήσιο	Mg ⁺⁺	mmol lt ⁻¹	2	1	3
Νιτρικό άζωτο	NO ₃ ⁻	mmol lt ⁻¹	9	5	-
Χλώριο	Cl ⁻	mmol lt ⁻¹	< 1	-	4
Θειικά	SO ₄ ⁻	mmol lt ⁻¹	2	1	5
Ανθρακικό οξύ	HCO ₃ ⁻	mmol lt ⁻¹	< 1	-	1
Φώσφορος	P	mmol lt ⁻¹	1	0.5	1.5
Σίδηρος	Fe	μmol lt ⁻¹	15	7	20
Μαγνήσιο	Mg	μmol lt ⁻¹	7	3	15
Ψευδάργυρος	Zn	μmol lt ⁻¹	5	3	10
Βόριο	B	μmol lt ⁻¹	40	20	70
Χαλκός	Cu	μmol lt ⁻¹	0.6	0.3	1

Πηγή : Μαυρογιαννόπουλος 1994

Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε πόσα γραμμάρια χρειαζόμαστε από διαλύματα πολυπλοκότερων ενώσεων όπως για παράδειγμα εάν σε μια συνταγή μας υποδεικνύεται να έχουμε στο διάλυμα μας 2,5 mmol lt⁻¹ φωσφορικών H₂PO₄⁻ μπορούμε να υπολογίσουμε πόσα γραμμάρια από την χημική ένωση αυτή θα χρειαστούμε να έχει το κάθε λίτρο διαλύματος.

Το H₂PO₄⁻ περιέχει 2 άτομα υδρογόνου, 1 άτομο φωσφόρου και 4 άτομα οξυγόνου. Το ένα γραμμομόριο του συνεπώς θα είναι 2 x 1 + 1 x 31 + 4 x 16= 97 gr. Άρα και το 1 χιλιοστομόριο (mmol) θα είναι 97 χιλιοστόγραμμα (mg). Εμείς θέλουμε 2,5 mmol τα οποία θα αντιστοιχούν σε 2,5 x 97 mg= 242,5 mg.

Θα πρέπει συνεπώς να βρεθεί ο κατάλληλος συνδυασμός λιπασμάτων για να έχουμε τελικά 242,5 χιλιοστόγραμμα H_2PO_4 για κάθε λίτρο διαλύματος. Στην περίπτωση της υδροπονίας χρησιμοποιούνται σκευάσματα υδατοδιαλυτά και προτιμούνται τα λιπάσματα που περιέχουν μόνο ένα στοιχείο ή όσο το δυνατόν λιγότερα στοιχεία

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων που θα προσθέσουμε στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων γίνεται σε δύο βήματα. Στο πρώτο, προσδιορίζονται οι ποσότητες λιπασμάτων που θα χρησιμοποιήσουμε για τα μακροστοιχεία και στη συνέχεια υπολογίζονται τα ιχνοστοιχεία. Για την βασική σύνθεση εισάγουμε πρώτα την σύνθεση του νερού που θα χρησιμοποιήσουμε και μετά προσθέτουμε τα λιπάσματα το ένα μετά το άλλο αρχίζοντας από το στοιχείο με την μεγαλύτερη επιθυμητή συγκέντρωση και λαμβάνοντας υπόψη κάθε φορά που προσθέτουμε ένα λίπασμα πόσα μέρη προστίθενται στο διάλυμα από τα άλλα στοιχεία.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται μια έκθεση ανάλυσης νερού (Πίνακας 8) της καλλιέργειας του κ. Βουράκη από τον επιβλέποντα γεωπόνο της καλλιέργειας κ. Κώτσιρα Αναστάσιο. Παρατηρούμε στην ανάλυση ότι βρέθηκε η αγωγιμότητα του νερού, τα άλατα του, το pH, τα κατιόντα, τα ανιόντα και τα ιχνοστοιχεία σύμφωνα με τα οποία ο γεωπόνος με τη βοήθεια των μέσων και των οριακών τιμών των στοιχείων όπως φαίνονται στον πίνακα 7 καθώς και με την ανάλυση του νερού συνέταξε την κατάλληλη «συνταγή» για την σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που θα χρησιμοποιηθεί για την καλλιέργεια της τομάτας.

Για τον υπολογισμό του θρεπτικού διαλύματος η βασική σύνθεση θα δοθεί σε Kg και gr για όγκο διαλύματος A, είτε B, είτε διαλύματος οξέος Γ 500 λίτρα και τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $Ca(NO_3)_2$, KNO_3 , χηλικός σίδηρος, $MgSO_4$, K_2SO_4 , $MnSO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, μολυβδαινικό αμμώνιο, HNO_3 .

Το θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει συχνά να διορθώνεται ως προς την περιεκτικότητά του σε HCO_3^- , Ca^{++} , Mg^{++} , γιατί αυτά τα στοιχεία συνήθως περιέχονται στο νερό. Για την εξουδετέρωση του HCO_3^- προστίθενται ίσες ποσότητες H_3O^+ . Συνήθως όταν το νερό περιέχει HCO_3^- , περιέχει και ανάλογες ποσότητες Ca^{++} ή Mg^{++} και επομένως θα πρέπει να αφαιρεθούν οι ποσότητες αυτές από το βασικό διάλυμα. Παράδειγμα συνταγής για την καλλιέργεια μας

παρουσιάζεται παρακάτω σύμφωνα πάντα με την ανάλυση του νερού και τις απαιτήσεις της τομάτας στα ανάλογα στοιχεία (Πίνακας 9).

Επιπλέον διόρθωση της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να γίνεται σε περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια και σε ορισμένα ειδικά στάδια ανάπτυξης των φυτών όπου η συνολική συγκέντρωση αλάτων θα πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερη από την ιδανική τιμή που προτείνεται (2,0-2,5 dS/m) συνήθως. Η τιμή σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να ανυψωθεί στα 3-5 dS/m ή και παραπάνω ορισμένες φορές. Η ανύψωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας επιτυγχάνεται είτε με επιπλέον χορήγηση νιτρικών αλάτων, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου είτε με την προσθήκη γλωριούχου νατρίου είτε με συνδυασμό και των δύο.

Οι ποσότητες που θα προστεθούν όμως δεν θα πρέπει να μεταβάλλουν σημαντικά τις αναλογίες μεταξύ των ιόντων καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και των νιτρικών στο διάλυμα.

Τέτοιου είδους διορθώσεις θα πρέπει να γίνονται και κατά την διάρκεια των διαφόρων φάσεων της ανάπτυξης του φυτού.

Για παράδειγμα κατά το στάδιο της ανάπτυξης των νεαρών φυτών στο θρεπτικό διάλυμα δεν προστίθεται αμμωνία NH_4 γιατί δρα τοξικά στα νεαρά ριζίδια και περιορίζει τον ρυθμό ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Αργότερα όταν αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα, προστίθεται μικρή ποσότητα αμμωνίας NH_4 για να σταθεροποιηθεί καλύτερα το pH του θρεπτικού διαλύματος. Κατά την καρποφορία επειδή συνήθως οι καρποί απορροφούν περισσότερο κάλιο από τους συνήθεις ιστούς, στην αρχή της καρποφορίας είναι χρήσιμο να αυξάνεται στο θρεπτικό διάλυμα η αναλογία του καλίου σε σχέση με το άζωτο. Και κατά το τέλος της παραγωγικής ζωής που έχει μειωθεί σημαντικά η ζωηρότητα των φυτών πρέπει να αυξάνεται λίγο η ποσότητα του αζώτου ώστε να βελτιωθεί η ζωηρότητα του φυτού²².

Διορθώσεις γίνονται επίσης και στην περίπτωση που θα παρατηρηθούν απότομες αλλαγές στα στοιχεία τα οποία παίρνουμε από την έκθεση ανάλυσης θρεπτικού διαλύματος απορροής (Πίνακας 10) σύμφωνα με το οποίο ο γεωπόνος ύστερα από ανάλυση αυτού μπορεί να εξαγάγει χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά την σύσταση, τη διαθεσιμότητα του στο φυτό και τη δέσμευση του από το φυτό.

Πίνακας 8. Έκθεση ανάλυσης νερού²³

Φύλλο 1

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 21/7/2004

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

ΠΡΟΣ: κ. Βουράση Παναγιώτη
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: Φοιηκούπια
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: Τομάτα
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ:

ΤΗΛ.
ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: Φοιηκούπια
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: 18/7/2004

ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ N 001

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm/25°C) 1028
ΟΛΙΚΑ ΔΙΑΛΥΤΑ ΑΛΑΤΑ (ppm) 657,9
pH 7,21

ΚΑΤΙΟΝΤΑ	ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca ²⁺)	138,70	6,94
Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	35,70	2,98
Κάλιο (K ⁺)	2,60	0,07
Νάτριο (Na ⁺)	61,90	2,69
Αμμωνιακά (NH ₄ ⁺)	0,02	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		12,67

ΑΝΙΟΝΤΑ	ppm	meq/l
Χλωρίδια (Cl ⁻)	90,00	2,54
HCO ₃ ⁻	500,20	8,20
P-H ₂ PO ₄ (ppm)	0,00	0,00
Θειικά (SO ₄ ²⁻)	86,00	1,79
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	8,66	0,14
ΣΥΝΟΛΟ		12,67

ΒΟΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

	ppm	μμοί/l
Ψευδάργυρος (Zn)	0,000	0,00
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,010	0,18
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,127	11,76

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος

Πίνακας 9. Συνταγή σύνθεσης θρεπτικού διαλύματος για την καλλιέργεια κ. Βουράκη²⁴

ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Καλλιεργητής: Βουράκης
 Καλλιέργεια: Τομάτα (περλίτης)
 Ημερομηνία: 30/3/2005

Κωδικός: ΣΥ 110

Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Α: 100:1
 Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Β: 100:1
 Όγκος πυκνού διαλύματος Α: 500 λίτρα
 Όγκος πυκνού διαλύματος Β: 500 λίτρα
 Όγκος πυκνού διαλύματος Γ (οξέως): 500 λίτρα

Αγωγιμότητα διαλύματος τροφοδοσίας:
 pH διαλύματος τροφοδοσίας:

2,50 mS/ cm
 5,5

ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΩΣ
Νιτρικό ασβέστιο 5,740 κιλά	Θεικό μαγνήσιο 1,249 κιλά	Νιτρικό οξύ 22,975 λίτρα
Νιτρικό κάλιο 9,101 κιλά	Φωσφορικό μονοκάλιο 11,811 κιλά	
Νιτρική αμμωνία 7,320 κιλά	Θεικό κάλιο 15,987 κιλά	
Χηλικός σίδηρος 1,630 κιλά	Θεικό μαγγάνιο 125,23 γρ.	
	Θεικός ψευδάργυρος 86,25 γρ	
	Θεικός χαλκός 9,36 γρ	
	Solubor 47,01 γρ	
	Μολυβδανικό αμμώνιο 4,41 γρ	

Πίνακας 10. Έκθεση ανάλυσης θρεπτικού διαλύματος απορροής²⁵

Καλαμάτα 19/4/2005

**ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ**

Πρός: κ. Βουράκη Παναγκώτη
 Διεύθυνση:
 Τηλ:
 Κωδικός: N 046

Καλλιέργεια: Τομάτα (περλίτης)
 Περιοχή δειγματοληψίας: Φοινικούντα
 Ημ/νία δειγματοληψίας: 10/3/2005

Αγωγιμότητα (μS/cm/25°C)			pH		
2270			6,79		
Κατόνια		ppm	meq/l	Ανιόντα	
	ppm	meq/l		ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca ²⁺)	143,50	7,18	Χλωρίοντα (Cl ⁻)	165,00	4,65
Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	44,70	3,73	Διπανθρακικά (HCO ₃ ⁻)	122,00	2,00
Κάλιο (K ⁺)	188,20	4,83	Φωσφορικά (P-H ₂ PO ₄)	14,20	0,46
Νάτριο (Na ⁺)	112,00	4,87	Θειικά (SO ₄ ²⁻)	291,22	6,06
Αμμωνιακά (NH ₄ ⁺)	0,36	0,02	Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	461,80	7,45
Σύνολο		20,62	Σύνολο		20,62

Ιχνοστοιχεία

	ppm	μmol/l
Ψευδάργυρος (Zn)	0,180	2,75
Σίδηρος (Fe)	0,640	11,45
Μαγγάνιο (Mn)	0,120	2,19
Χαλκός (Cu)	0,240	3,77
Βόριο (B)	0,334	30,93

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος

3.6. Καλλιεργητικές φροντίδες

3.6.1. Περιβάλλον

Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της ρίζας της είναι 20-25 °C όλη την καλλιεργητική περίοδο.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον σωλήνα θέρμανσης που τοποθετείται κάτω από το υπόστρωμα καλλιέργειας.

Όταν η θερμοκρασία της ρίζας αφήνεται να πέσει χαμηλότερα από 15°C, αυτό έχει αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας προσβολής από είδη μυκήτων *Rythium* και *Phytophthora*, την τροφопενία φωσφόρου και μαγνησίου και γενικά τη μείωση της παραγωγής.

Το επίπεδο της θερμοκρασίας που πρέπει να διατηρείται στο χώρο του θερμοκηπίου εξαρτάται από την ποικιλία και την ένταση του φωτισμού. Σε χαμηλές εντάσεις φωτισμού η θερμοκρασία ημέρας και νύχτας πρέπει να κρατιέται χαμηλή ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη ασθενών ανθοταξιών ή αδύνατη βλάστηση, ιδιαίτερα στα νεαρά φυτά. Επίσης κατά τη μεταφύτευση θα πρέπει η σχετική υγρασία του χώρου να μην είναι πολύ χαμηλή.

Την περίοδο της γονιμοποίησης, θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 20°C το μεσημέρι ευνοούν τη γονιμοποίηση των ανθέων, όπως επίσης και η μείωση της σχετικής υγρασίας με τον εξαερισμό.

Μετά την έναρξη της συγκομιδής οι θερμοκρασίες μπορεί να είναι κατώτερες, αλλά επιδιώκεται ένας καλός εξαερισμός του θερμοκηπίου την περίοδο αυτή που τα φυτά είναι πια μεγάλα ώστε να μειωθεί η σχετική υγρασία και να βελτιωθεί ο ρυθμός διαπνοής των φυτών. Αυτό βοηθά στη διατήρηση ενός υγιεινού περιβάλλοντος για τα φυτά αλλά και της ισορροπίας μεταξύ βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης.

Γενικά η θερμοκρασία ημέρας επιδιώκεται να είναι 20-26 °C ενώ η θερμοκρασία νύχτας 12-16 °C.

Ο εμπλουτισμός του χώρου του θερμοκηπίου με CO₂ σε μία συγκέντρωση 500-900 ppm όταν τα παράθυρα είναι κλειστά, θεωρείται ότι έχει θετικό οικονομικό αποτέλεσμα²⁶.

3.6.2. Γονιμοποίηση

Η γονιμοποίηση των ανθέων είναι ουσιώδης σημασίας για το μέγεθος της

παραγωγής αλλά και την ποιότητα των καρπών. Στην καλλιέργεια μας για την γονιμοποίηση χρησιμοποιήθηκε ένα είδος μικρής μέλισσας (Βομβίνοι) (Εικόνα 8, Βλέπε παράρτημα) το οποίο προερχόμενο από την Ολλανδία, προμηθεύτηκε ο παραγωγός και τον βοήθησε αποτελεσματικά στην σταυρεπικονίαση των ανθέων της τομάτας χωρίς να χρειαστεί να γίνουν άλλες παρεμβάσεις από μέρους του όπως δονήσεις από ηλεκτρικούς δονητές²⁷.

3.6.3. Κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι μια καλλιεργητική φροντίδα που επιβάλλεται να γίνεται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες της τομάτας και αποσκοπεί γενικά στον καλύτερο έλεγχο της βλάστησης και της καρποφορίας των φυτών.

Πιο αναλυτικά το κλάδεμα θεωρείται απαραίτητο για τους εξής λόγους:

- Με το κλάδεμα τα τοματόφυτα λαμβάνουν το κατάλληλο σχήμα, ώστε η εκμετάλλευση του όγκου του θερμοκηπίου να είναι η καλύτερη δυνατή.
- Η εφαρμογή κλαδέματος περιορίζει τον αριθμό των κέντρων βλαστικής αύξησης του φυτού (κορυφές βλαστών). Κατ' αυτό τον τρόπο το μερίδιο των προϊόντων της φωτοσύνθεσης που κατευθύνεται στα αναπαραγωγικά όργανα (καρποί) διευρύνεται σημαντικά, με συνέπεια να αυξάνονται και οι δύο παράγοντες που καθορίζουν το ύψος της παραγωγής, δηλαδή τόσο η καρπόδεση όσο και το μέγεθος των καρπών. Επιπλέον, οι κορυφές αύξησης του φυτού που μένουν δέχονται και αυτές περισσότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης, με συνέπεια να δίνουν ισχυρότερους και πιο εύρωστους βλαστούς, οι οποίοι με την σειρά τους ανθοφορούν περισσότερο και μπορούν να συγκρατήσουν και να θρέψουν περισσότερους και μεγαλύτερου μεγέθους καρπούς.
- Επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα καρπών.
- Μειώνεται ο κίνδυνος προσβολών από ασθένειες.

Οι επεμβάσεις που γίνονται στα πλαίσια του κλαδέματος είναι οι εξής:
α)αφαίρεση βλαστών, β)σύντμηση βλαστών, γ)αφαίρεση φύλλων και δ)αφαίρεση νεαρών, άωρων καρπών.

α) Αφαίρεση βλαστών . Αν η τομάτα αφεθεί να αναπτυχθεί τελείως φυσικά

χωρίς να κλαδευτεί θα λάβει θαμνώδη μορφή, με συνέπεια το ύψος της να μην αυξηθεί σημαντικά λόγω των πολλών πλάγιων βλαστών 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξεως που θα σχηματισθούν. Τέτοια φυτά όμως δεν είναι παραγωγικά και σχηματίζουν πολλούς μικρούς καρπούς κακής ποιότητας. Γι' αυτό οι πλάγιοι βλαστοί αφαιρούνται με στόχο τα φυτά να αναπτυχθούν κατακόρυφα και να φέρουν μόνο έναν ή δυο άξονες αύξησης (στελέχη). Οι αφαιρούμενοι πλάγιοι βλαστοί προέρχονται από οφθαλμούς που φέρονται στις μασχάλες των φύλλων.

Όταν τα φυτά διαμορφώνονται έτσι ώστε να λαμβάνουν μονοστέλεχο σχήμα, αφαιρούνται συστηματικά όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και αφήνεται μόνο μια κορυφή αύξησης να σχηματίζει νέα βλάστηση, δηλαδή αυτή του κεντρικού στελέχους. Χάρης στις πολύπλευρες δυνατότητες υποστόλωσης των φυτών της τομάτας που παρέχονται όταν ακολουθείται αυτό το σχήμα διαμόρφωσης της κόμης, το μονοστέλεχο σύστημα είναι το πιο συνηθισμένο στην καλλιεργητική πράξη.

Όταν επιδιώκεται ο σχηματισμός δύο στελεχών ανά φυτό (διστέλεχο σχήμα) ο κεντρικός βλαστός κορυφολογείται σε ύψος 30-40 εκ. περίπου και αφήνονται να αναπτυχθούν δύο πλάγιοι βλαστοί στο τμήμα του στελέχους που βρίσκεται αμέσως κάτω από το σημείο αποκοπής της κορυφής. Εναλλακτικά, ο κεντρικός βλαστός αντί να κορυφολογηθεί μπορεί να αφηθεί να αναπτυχθεί κανονικά, ώστε να αποτελέσει το ένα από τα δύο στελέχη ενώ το δεύτερο στέλεχος λαμβάνεται από τον πρώτο πλάγιο βλαστό που εκπτύσσεται πάνω από την πρώτη ταξιανθία. Όλοι οι υπόλοιποι πλάγιοι, καθώς και οι πλάγιοι 2ας τάξεως, δηλαδή οι πλάγιοι που εκπτύσσονται πάνω σε πλάγιο βλαστό αφαιρούνται

Η αφαίρεση των πλάγιων βλαστών γίνεται όταν αυτοί είναι ακόμη μικροί για να μην δημιουργηθούν ζημιές ή πληγές μεγάλης έκτασης στο φυτό. Συνήθως οι πλάγιοι βλαστοί αφαιρούνται όταν έχουν μήκος 5-10 cm. Στο στάδιο αυτό η αφαίρεσή τους γίνεται εύκολα με το χέρι, γιατί είναι ακόμη τρυφεροί και εύθραυστοι. Για να ελαχιστοποιηθεί η έκταση της πληγής στο φυτό, ο προς αφαίρεση νεαρός βλαστός πιάνεται στη βάση του με τον αντίχειρα' και τον δείκτη και αποχωρίζεται από το φυτό με άσκηση ελαφριάς ροπής προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά, ενώ με το άλλο χέρι συγκρατείται σταθερά το στέλεχος, πάνω' στο οποίο φέρεται ο αφαιρούμενος βλαστός. Σε περίπτωση που κάποιοι βλαστοί έχουν διαφύγει της προσοχής μας και έχουν μεγαλώσει υπερβολικά, καλύτερα είναι να αφαιρούνται με κλαδευτικό ψαλίδι.

Μερικές φορές, κάποιοι πλάγιοι βλαστοί δεν αφαιρούνται αλλά αφήνονται να αναπτυχθούν σε ορισμένο μήκος και στη συνέχεια συντέμνονται (κορυφολογούνται). Ο σκοπός αυτής της μεταχείρισης είναι απλώς η αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του φυτού, διατηρώντας όμως αμετάβλητο το σχήμα διαμόρφωσης και τον αριθμό των κορυφών αύξησής του.

β) Αφαίρεση φύλλων. Είναι μια εργασία που θα πρέπει να γίνεται τακτικά μαζί με τις άλλες εργασίες του κλαδέματος από την πρώτη ή δεύτερη συγκομιδή και μετά. Δεν θα πρέπει να αφαιρούνται πολλά φύλλα μαζί την ίδια φορά (πάνω από 1-2, σπάνια 3) γιατί διαφορετικά μπορεί να διαταραχθεί το ορμονικό ισοζύγιο του φυτού, με αποτέλεσμα να απορυθμιστεί η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας και τα φυτά να τραπούν σε βλαστομανία.

Συνήθως αφαιρούνται τα παλιότερα, γηρασμένα φύλλα, τα οποία φωτοσυνθετικά δεν είναι ενεργά πλέον, ενώ αντίθετα αναπνέουν καταναλώνοντας μέρος των προϊόντων της αφομοίωσης και επιβαρύνουν με τον τρόπο αυτό το ενεργειακό ισοζύγιο του φυτού. Εκτός αυτού, τα παλαιά, γηρασμένα φύλλα είναι πιο ευάλωτα σε μια σειρά από εχθρούς και ασθένειες, με συνέπεια να λειτουργούν σαν σημεία εισόδου ασθενειών και να συμβάλουν στην εξάπλωση προσβολών σε όλη την καλλιέργεια. Ένας άλλος λόγος που επιβάλει την αφαίρεση φύλλων είναι η αποφυγή σχηματισμού ιδιαίτερα πυκνού φυλλώματος σε ορισμένες περιοχές της καλλιέργειας. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η δημιουργία αυξημένης υγρασίας στις περιοχές αυτές, γεγονός που συμβάλει στην αποφυγή προσβολών από εκείνες τις ασθένειες που ευνοούνται από την υψηλή υγρασία. Επιπλέον, το αραίωμα των φύλλων προσφέρει την δυνατότητα στους καρπούς να εκτίθενται καλύτερα στο ηλιακό φως, το οποίο στην τομάτα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την γρηγορότερη και καλύτερη ωρίμανση και γενικά για την παραγωγή καρπών καλής ποιότητας.

γ) Αραίωμα καρπών. Το αραίωμα των καρπών επιτυγχάνεται με την αφαίρεση είτε μέρους της ταξιανθίας είτε ορισμένων νεαρών, άωρων καρπών αμέσως μετά τον σχηματισμό τους. Αποσκοπεί δε στον έλεγχο του συνολικού φορτίου καρποφορίας, το οποίο δεν θα πρέπει να είναι υπερβολικό, διαφορετικά το μέγεθος των συγκομιζόμενων καρπών μπορεί να μειωθεί σοβαρά, με συνέπεια να υποβαθμίζεται η ποιότητα τους. Εκτός από την επίδραση στην ποιότητα, η υπερβολική καρποφορία σε ένα δεδομένο στάδιο της καλλιέργειας μπορεί να δράσει ανασχετικά και στην βλαστική ανάπτυξη του φυτού. Η συνέπεια θα είναι να ελαττωθεί ο ρυθμός παραγωγής νέων ανθέων και να είναι φτωγή η καρπόδεση, με

τελικό αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής. αραίωμα του φορτίου καρποφορίας γίνεται όχι στο στάδιο του άνθους αλλά αργότερα, μετά την καρπόδεση, με αφαίρεση μέρους των νεαρών καρπών όταν ο αριθμός που φέρει το φυτό ξεπερνάει τις δυνατότητές του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η άσκοπη εργασία της αφαίρεσης εκείνων των ανθέων, τα οποία ούτως ή άλλως δεν θα εξελίσσονται σε καρπό. Εκτός αυτού το αραίωμα στο στάδιο του νεαρού καρπού δίνει την δυνατότητα επιλογής των καρπών που θα διατηρηθούν για παραγωγή και απόρριψης των κακοσχηματισμένων και γενικά αυτών που φαίνεται ότι θα εξελιχθούν σε ώριμους καρπούς κακής ποιότητας²⁸.

3.6.4. Υποστύλωση

Ο βλαστός του σώματος, ιδιαίτερα στις ποικιλίες απεριόριστης ανάπτυξης δεν μπορεί από μόνος του να « σηκώσει » το βάρος των καρπών του και έχει ανάγκη υποστύλωσης. Ανάλογα με τον τύπο του θερμοκηπίου στους διατεθειμένους αυτοματισμούς, τη διάρκεια παραμονής στο θερμοκήπιο επιλέγεται και το σύστημα υποστύλωσης των φυτών τομάτας²⁹.

Στην συγκεκριμένη καλλιέργεια χρησιμοποιείται το απλό σύστημα υποστύλωσης όπου το φυτό περιελίσσεται στο σπάγκο ο οποίος προσδένεται σταθερά με θηλιά επί του οριζόντιου σύρματος που υπάρχει πάνω από την γραμμή σε ύψος 2 m³⁰.

3.7. Περιγραφή θερμοκηπίου

Η κατασκευή με την οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω, αφορά το θερμοκήπιο στο οποίο έχει εγκαταστήσει την καλλιέργεια του ο κ. Βουράκης με υδροπονικό σύστημα. Την κατασκευή του θερμοκηπίου όπως και των λοιπών κατασκευών που θα αναφέρουμε παρακάτω την έχει αναλάβει η εταιρεία ΑΓΡΕΚ Κ. ΣΑΜΑΝΤΟΥΡΟΣ Α.Ε. η οποία ασχολείται με θερμοκήπια προηγμένης τεχνολογίας, εξοπλισμούς και υδροπονικές εφαρμογές.

Γενικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ένα θερμοκήπιο θα πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε :

α. Το μέρος που βρίσκεται πάνω από το έδαφος να αντέχει σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ μέγιστης 60°C και ελάχιστης -10°C

β. Να φέρει ασφαλώς όλα τα φορτία, συμπεριλαμβανομένου του βάρους του, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων αντοχής των υλικών από τα οποία είναι

κατασκευασμένο

γ. Μια ζημιά που θα προκληθεί σε ένα μικρό τμήμα του δεν πρέπει να έχει γενική επίπτωση στη στερεότητα του συνόλου.

Το θερμοκήπιο στο οποίο στεγάζεται η συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι τύπου πολύρυκτο ύψους 4 m, η απόσταση των τόξων του είναι στα 3 m, με απόσταση από κολόνα σε κολόνα, στο πλάτος, 6,40 m. Είναι πολλαπλής γραμμής θερμοκήπιο συγκεκριμένα 4 γραμμών με μήκος 100 m.

Ο σκελετός του είναι από γαλβανισμένο χάλυβα και η κάλυψη του έχει γίνει με πλαστικό PVC³¹.

3.8. Περιγραφή λοιπών εγκαταστάσεων

Εκτός από την κύρια θερμοκηπιακή μονάδα, στην αγροτική έκταση του κ. Βουράκη, είναι κατασκευασμένες δίπλα ακριβώς δύο μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι 150 m² και 80 m² αντίστοιχα, ύψους 4 m και οι δύο.

Στον αποθηκευτικό χώρο των 150 m² είναι εγκατεστημένο μέσα το σύστημα υδρολίπανσης με το σύστημα των υπολογιστών, ο χώρος τυποποίησης και ο χώρος διατήρησης των αγροτικών προϊόντων (ψυγείο).

Αντίστοιχα στην μικρότερη αποθήκη βρίσκεται το σύστημα θέρμανσης (καυστήρας και καύσιμη ύλη) και η γεννήτρια έκτακτης παροχής ρεύματος (σε περίπτωση πτώσης της τάσεως του ρεύματος).

Και οι δύο αποθήκες φέρουν σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα και είναι καλυμμένες με γαλβανισμένη λαμαρίνα³².

3.9. Υδροπονικός εξοπλισμός και λοιποί μηχανικοί εξοπλισμοί

Οι υδροπονικές καλλιέργειες είναι σύγχρονα καλλιεργητικά συστήματα που απαιτούν εγκαταστάσεις υψηλής τεχνολογίας, υπεύθυνη παρακολούθηση και τεχνική υποστήριξη, από ειδικευμένους επιστήμονες και τεχνικούς. Η επιλογή και η εγκατάσταση του κατάλληλου εξοπλισμού έχει καθοριστική σημασία για την επιτυχία της καλλιέργειας και την παραγωγή προϊόντων άριστης ποιότητας,

3.9.1. Σύστημα υδρολίπανσης

- Δοχεία πυκνών διαλυμάτων

Στο σύστημα μας έχουμε τέσσερα δοχεία, ένα στο οποίο γίνεται η ανάδευση το οποίο είναι και το μεγαλύτερο (Εικόνα 5, Βλέπε παράρτημα) και άλλα τρία ίδιου

μεγέθους (Εικόνα 9, Βλέπε παράρτημα) τα οποία περιέχουν τα δύο πυκνά διαλύματα και το τρίτο το διάλυμα οξέος .

- Αντλίες τροφοδοσίας και αντλία παροχής κεντρικής άρδευσης

Οι αντλίες τροφοδοσίας (Εικόνα 10α, Βλέπε παράρτημα) είναι αυτές που η κάθε μια απορροφά την κατάλληλη ποσότητα του ανάλογου πυκνού διαλύματος ή οξέος και την τοποθετεί στη μεγάλη δεξαμενή ανάδευσης. Η κεντρική αντλία άρδευσης (Εικόνα 10β, Βλέπε παράρτημα) είναι αυτή μέσω της οποίας διατίθεται το θρεπτικό διάλυμα από την αναμεικτική δεξαμενή στα φυτά μέσω των σωληνώσεων άρδευσης.

- Κεντρικός πίνακας λειτουργίας

Ο πίνακας αυτός δίνει τις κατάλληλες εντολές πότε να λειτουργήσει κάθε αντλία και πότε να ξεκινήσει η άρδευση από την κεντρική αντλία (Εικόνα 11, Βλέπε παράρτημα).

- Αεραντλία ανάδευσης των λιπασμάτων

Είναι το μηχάνημα το οποίο παρέχοντας μεγάλες ποσότητες αέρα προκαλεί την ανάδευση των λιπασμάτων μέσα στις δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων.

- Φίλτρα

- Υπολογιστικό σύστημα ελέγχου

Ο υπολογιστής είναι αυτός που κάνει όλους τους ελέγχους και θέτει σε λειτουργία τα συστήματα υδρολίπανσης και τα συστήματα ελέγχου περιβάλλοντος ανάλογα με τις συνθήκες. Με ειδικούς αισθητήρες δίνει εντολές στο σύστημα υδρολίπανσης ώστε να γίνει η άρδευση, όπως επίσης φροντίζει και για την τροφοδοσία κατάλληλης ποσότητας θρεπτικού διαλύματος στην καλλιέργεια μας ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν (επίπεδα υγρασίας, έκθεση ηλιακής ακτινοβολίας). Εξασφαλίζει την ακριβή τροφοδότηση του θρεπτικού διαλύματος, ρυθμίζοντας αυτόματα τις αντλίες για την δοσολογία λιπάσματος και οξέος για την εξασφάλιση των επιθυμητών τιμών pH, αγωγιμότητας και περιεκτικότητας του κάθε στοιχείου.

Επίσης με αισθητήρες ελέγχου περιβάλλοντος δίνει εντολές στο σύστημα ελέγχου κλίματος να λειτουργήσει ανάλογα. Στην περίπτωση μας τα μηχανήματα άρδευσης και λίπανσης για την καλλιέργεια μας είναι της εταιρείας MACQU SYSTEMS το MACQU-H.

- Σύστημα ελέγχου συνθηκών περιβάλλοντος

Στις εντατικές καλλιέργειες (θερμοκήπια), πρωτεύοντα ρόλο για την επιτυχή εγκατάσταση μιας καλλιέργειας παίζει ο έλεγχος των κλιματολογικών συνθηκών και η ρύθμιση τους στα άριστα επίπεδα.

Τα άριστα επίπεδα εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο της καλλιέργειας, την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας. Οι παράγοντες λοιπόν που είναι κρίσιμοι για την ανάπτυξη, την απόδοση, αλλά και την άριστη ποιότητα των προϊόντων είναι: η ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η υγρασία, το CO₂.

Υπάρχουν κάποιοι μηχανισμοί, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπως και στην καλλιέργειά μας και ρυθμίζουν με ακρίβεια το κλίμα του θερμοκηπίου. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι : μοτέρ ανοιγοκλεισίματος παραθύρων, καυστήρες θέρμανσης, ανεμιστήρες, σύστημα δροσισμού, κ.λ.π. Η μονάδα αυτή έχει τη δυνατότητα να μετρά τις εξωτερικές και τις εσωτερικές συνθήκες και να ελέγχει τις επιδράσεις τους, τόσο στην καλλιέργεια όσο και στο θερμοκήπιο.

Για τη μέτρηση των εξωτερικών συνθηκών, τοποθετείται ένας μετεωρολογικός σταθμός (κλωβός), ο οποίος μετράει: ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, εξωτερική θερμοκρασία, εξωτερική υγρασία, βροχή. Μέσα στο θερμοκήπιο η υγρασία και η θερμοκρασία μετρώνται από τα αντίστοιχα αισθητήρια (υγρασιόμετρα, θερμόμετρα). Είναι επίσης δυνατή η μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού του συστήματος θέρμανσης ή του υποστρώματος, όταν πρόκειται για υδροπονική καλλιέργεια όπως η δική μας.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του συστήματος ελέγχου του κλίματος συνοψίζονται στα εξής:

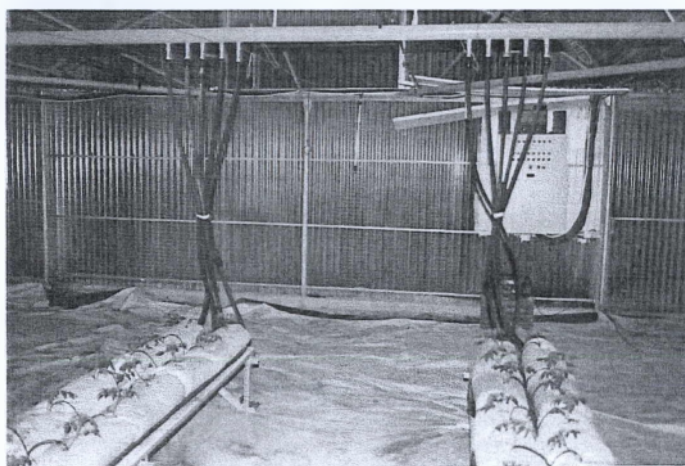
- ⇒ Δημιουργία ιδανικών συνθηκών στο θερμοκήπιο, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή και την άριστη ποιότητα προϊόντων.
- ⇒ Σημαντική μείωση των ασθενειών και ελαχιστοποίηση της χρήσης φυτοφαρμάκων.
- ⇒ Προστασία καλλιέργειας όλο το 24ωρο, 365 μέρες το χρόνο.
- ⇒ Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, εξαερισμό.
- ⇒ Εξοικονόμηση χρόνου για τον παραγωγό.
- ⇒ Παρακολούθηση των συνθηκών από μακριά (modem) και ειδοποίηση εάν κάτι δε λειτουργεί σωστά (alarm).

Το σύστημα ελέγχου περιβάλλοντος του θερμοκηπίου μας συνδέεται με τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή του παραγωγού και μπορεί ταυτόχρονα να ελέγξει ως και 4 διαφορετικούς θαλάμους, καταγράφοντας και όλα τα ιστορικά στοιχεία για καθέναν από αυτούς. Σκοπός της τοποθέτησης ενός τέτοιου συστήματος στην καλλιέργειά μας είναι για να επιτύχουμε όσο το δυνατόν λιγότερα σφάλματα κατά την καλλιεργητική περίοδο ώστε να εξασφαλίσουμε άριστη παραγωγή και κατά συνέπεια το μεγαλύτερο κέρδος που της αντιστοιχεί³³.

3.9.2. Σύστημα θέρμανσης

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής ελέγχει και τα δύο συστήματα θέρμανσης που έχουν τοποθετηθεί στο θερμοκήπιο, το περιφερειακό και το επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Έτσι εξασφαλίζεται μια σταθερή σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών και των ριζών τους.

Το περιφερειακό σύστημα θέρμανσης αποτελείται από σωλήνες μεγάλης διατομής όπου μέσα τους κυκλοφορεί ζεστό νερό και καλύπτουν σε έκταση είτε περιφερειακά είτε κεντρικά όλο το θερμοκήπιο. Το ύψος τους κυμαίνεται στα 2 m και από αυτές ξεκινούν και οι σωληνώσεις για το επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Σωλήνες περιφερειακού συστήματος θέρμανσης

Όσον αφορά το επιδαπέδιο σύστημα, αποτελείται από ειδικές πλαστικές σωληνώσεις μικρής διαμέτρου οι οποίες αντέχουν σε μεγάλες θερμοκρασίες και μπορούν να μεταδώσουν εύκολα την θερμότητα τους. Οι σωληνώσεις αυτές βρίσκονται κατά μήκος της σειράς των φυτών, ανά δύο, στα πλάγια των σάκων υποστρώματος και λειτουργούν σαν να « αγκαλιάζουν » θερμικά το υπόστρωμα

κρατώντας το έτσι στην επιθυμητή θερμοκρασία που χρειάζεται να έχει το ριζικό σύστημα του φυτού ώστε να αναπτυχθεί σωστά και στη συνέχεια να μπορεί να απορροφήσει τέλεια τα στοιχεία του θρεπτικού διαλύματος (Εικόνα 13, Βλέπε παράρτημα).

Η λειτουργία των παραπάνω συστημάτων επιτυγχάνεται με την ύπαρξη καυστήρα, στον οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη τα φυτικά υπολείμματα ενός ελαιοτριβείου (ελαιοπυρήνα) (Εικόνα 14, Βλέπε παράρτημα). Έτσι έχουμε και εξοικονόμηση χρημάτων λόγω της φθηνής καύσιμης ύλης και προστασία του περιβάλλοντος³⁴.

3.9.3. Συστήματα αερισμού και δροσισμού

3.9.3.1. Ανεμιστήρες

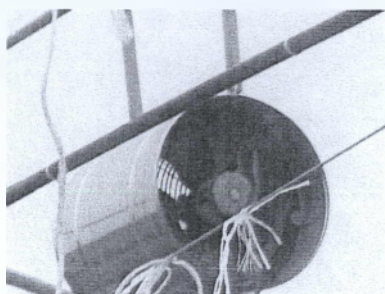
Στο εσωτερικό του θερμοκηπίου δημιουργούνται θερμοκρασιακές διαφορές και αύξηση των επιπέδων της υγρασίας, με αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη ανάπτυξη της καλλιέργειας και την εκδήλωση ασθενειών.

Οι θερμοκρασιακές αυτές διαφορές μπορεί να οφείλονται: στην ανομοιομορφία θέρμανσης, στη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ κατώτερου και ανώτερου τμήματος του φυτού (όπως είναι γνωστό ο ψυχρός αέρας είναι πιο βαρύν και πέφτει χαμηλά, ενώ ο θερμός πιο ελαφρύν και ανεβαίνει ψηλά). Το φαινόμενο είναι πιο έντονο σε περιπτώσεις όπου το έδαφος του θερμοκηπίου έχει μεγάλη κλίση, στον προσανατολισμό του θερμοκηπίου και στις διάφορες εισόδους του αέρα από το σκελετό.

Η αύξηση της σχετικής υγρασίας σε επίπεδα πάνω του 90% το χειμώνα μέσα στο θερμοκήπιο μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πρόβλημα. Με υψηλή υγρασία του αέρα, τα φύλλα των φυτών είναι λιγότερο ανθεκτικά στις προσβολές και τα προβλήματα που δημιουργούνται (με γνωστότερο αυτό του βοτρυτή κατά τη διάρκεια του χειμώνα) είναι πολύ έντονα και δυσεπίλυτα. Επίσης το φυτό δεν μπορεί να αποβάλλει νερό (λόγω υγρασίας γύρω από το φύλλωμα), σταματά δηλαδή η διαπνοή. Οι ρίζες δεν απορροφούν άλλο νερό και επομένως ούτε θρεπτικά στοιχεία.

Η λύση δεν είναι η προσθήκη περισσότερων λιπασμάτων στο διάλυμα, γιατί αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει καταπόνηση των ριζών από την υπερβολική συγκέντρωση διαλυμάτων γύρω από τη ρίζα. Η λύση είναι η ελάττωση της υγρασίας του αέρα.

Οι ανεμιστήρες κυκλοφορίας (Εικόνα 15) είναι μικρού μεγέθους, οι οποίοι τοποθετούνται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και κινούν (ανακυκλοφορούν) συνεχώς τον αέρα. Έτσι, μειώνονται οι θερμοκρασιακές διαφορές και ρυθμίζεται ικανοποιητικά η σχετική υγρασία του αέρα.



Εικόνα 15. Ανεμιστήρας κυκλοφορίας

Τύποι αερισμού

Για τη σωστή εφαρμογή του συστήματος κυκλοφορίας του αέρα στο θερμοκήπιο, συνήθως χρησιμοποιούνται δύο τύποι αερισμού: ο παράλληλος αερισμός και ο σειριακός αερισμός .

- Σύμφωνα με τον παράλληλο αερισμό, οι ανεμιστήρες τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο και φυσούν από τον κεντρικό διάδρομο προς την άκρη του θερμοκηπίου ή ανάποδα. Ενδείκνυται για καλλιέργειες με μεγάλο ύψος. Ρυθμίζει σε μεγάλο βαθμό τις διαφορές θερμοκρασίας μέσα στην καλλιέργεια .

- Σύμφωνα με το σειριακό αερισμό, οι ανεμιστήρες τοποθετούνται ο ένας πίσω από τον άλλο (σε σειρά). Δηλαδή ο ένας τοποθετείται στο σημείο που τελειώνει το ρεύμα αέρα που δημιουργεί ο προηγούμενος. Έτσι η κίνηση του αέρα γίνεται πάνω από την καλλιέργεια³⁵.

Στο θερμοκήπιο του κ. Βουράκη οι ανεμιστήρες είναι τοποθετημένοι σύμφωνα με το σύστημα του σειριακού αερισμού.

3.9.3.2. Παράθυρα εξαερισμού

Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου είναι απαραίτητος για τους εξής λόγους :

⇒ Για τη μείωση της υψηλής θερμοκρασίας του χώρου του θερμοκηπίου που συνήθως συμβαίνει λόγω της μεγάλης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο του κατά την διάρκεια της ημέρας αν είναι πολύ ηλιόλουστη

⇒ Για την εξαγωγή των υδρατμών που διαπνέονται από τα φυτά και

⇒ Για την αντικατάσταση του CO₂ που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση

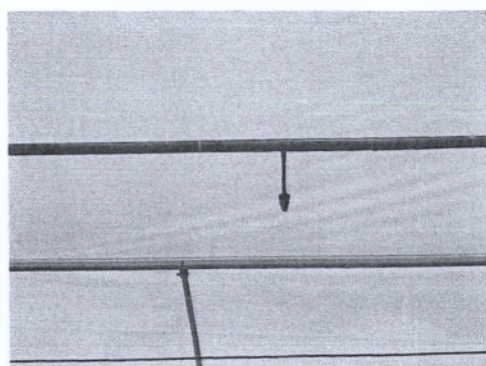
Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι ο πιο απαιτητικός παράγοντας σε εξαερισμό και για αυτό είναι αυτός που καθορίζει και το σχεδιασμό του συστήματος εξαερισμού του θερμοκηπίου³⁶.

Στο θερμοκήπιο μας έχουμε παράθυρα οροφής και πλευρικά παράθυρα τα οποία είναι μηχανικά ανοιγόμενα με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρων και λειτουργούν είτε αυτόματα κατόπιν εντολής του συστήματος ελέγχου περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, είτε μετά από ρύθμιση του παραγωγού (Εικόνα 16, Βλέπε παράρτημα).

3.9.3.3. Συστήματα δροσισμού

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μείωση της θερμοκρασίας μπορεί να μην επιτευχθεί μόνο με την βοήθεια του εξαερισμού και έχουμε και τον παράγοντα υγρασία που αν είναι σε πολύ χαμηλό επίπεδο δεν μπορεί να καλυφθεί από το σύστημα που αναφέραμε παραπάνω (εξαερισμού). Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε συστήματα δροσισμού έτσι ώστε να επιτύχουμε μείωση της θερμοκρασίας και ταυτόχρονα την αύξηση της υγρασίας του χώρου.

Το σύστημα που χρησιμοποιείται στην συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι αυτό της υδρονέφωσης. Είναι το συνηθέστερο απαντώμενο σύστημα ψύξης του θερμοκηπίου. Στο σύστημα αυτό γίνεται ψύξη και αύξηση της υγρασίας του αέρα με εκτόξευση νερού υπό μορφή λεπτών σταγόνων, στο χώρο του θερμοκηπίου και τη δημιουργία παθητικού εξαερισμού ταυτόχρονα. Θεωρείται το οικονομικότερο από τα συστήματα ψύξης που μπορούν να αυτοματοποιηθούν³⁷(Εικόνα 17).



Εικόνα 17. Σύστημα υδρονέφωσης

3.10. Συγκομιδή, αποδόσεις, αποθήκευση

3.10.1 Εποχή συγκομιδής

Η συγκομιδή στις υπαίθριες τομάτες αρχίζει το Μάιο και τελειώνει τον Οκτώβριο, ανάλογα με την εποχή φύτευσης, την περιοχή, το υβρίδιο I ποικιλία κλπ. Στο θερμοκήπιο, η συγκομιδή εξαρτάται από το πρόγραμμα φύτευσης που ακολουθείται. Όπως αναφέρθηκε, η διάρκεια από την καρπόδεση ως την ωρίμανση είναι 45-60 ημέρες, ανάλογα με το υβρίδιο, την εποχή, τις εδαφοκλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες κ.ά.

Στην καλλιέργειά μας η φύτευση πραγματοποιήθηκε αρχές Ιανουαρίου και η συγκομιδή ξεκίνησε αρχές Ιουνίου. Εάν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές το πρώτο κόψιμο μπορεί να γίνει και μετά από 85-90 ημέρες.

Η συγκομιδή των καρπών γίνεται σε διάφορα στάδια ωρίμανσης, αναλόγως του προορισμού τους. Για την τοπική αγορά οι καρποί συγκομίζονται μόλις ωριμάσουν, για τη βιομηχανία όταν είναι τελείως ώριμοι και για την εξαγωγή όταν αρχίζουν να αποκτούν κόκκινο χρώμα.

Σε όλες τις περιπτώσεις συνιστάται να γίνεται η συγκομιδή κατά το απόγευμα ή τις πρωινές ώρες, εφόσον οι καρποί είναι εντελώς στεγνοί, κατά τρόπο δε ώστε αυτοί να αποσπώνται από τον ποδίσκο ή να διατηρούν ένα τμήμα του αν αυτό προτιμά η αγορά.

Η διάρκεια των συγκομιδών εξαρτάται κυρίως από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Υπάρχουν ποικιλίες συνεχούς παραγωγής στις οποίες η συγκομιδή διαρκεί 1,5-2 μήνες όπως στην περίπτωση μας και άλλες, οι οποίες δίνουν όλη την παραγωγή τους μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα (αυτοκλαδεύμενες, βιομηχανίας). Η συγκομιδή πραγματοποιούταν 2 φορές την εβδομάδα, πολύ σπάνια 1 φορά.

Το στάδιο συγκομιδής επηρεάζει αποφασιστικά την ποιότητα και καθορίζεται από τον χρόνο και τον τρόπο μεταφοράς του προϊόντος στην αγορά, την εποχή (την άνοιξη οι καρποί συγκομίζονται ρόδινο ή κόκκινοι, το καλοκαίρι όμως νωρίτερα, όταν αλλάζει το χρώμα από πράσινο σε ρόδινο ή κίτρινο) και τα χαρακτηριστικά του καλλιεργούμενου υβριδίου/ποικιλίας^{28,39}.

3.10.2. Απόδοση καλλιέργειας

Οι αποδόσεις ποικίλλουν αρκετά στις διάφορες ποικιλίες και στις διάφορες

μορφές καλλιέργειας. Έτσι στις καλλιέργειες βιομηχανικής τομάτας μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 3.000-7.000 Kg/στρ., στις υπαίθριες καλλιέργειες με ποικιλίες επιτραπέζιες από 5.000-10.000 και σε εκείνες των θερμοκηπίων από 10.000-20.000 ανάλογα με την ποικιλία. Οι καλλιεργητικές περιποιήσεις παίζουν ασφαλώς πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχία της κάθε καλλιέργειας και επομένως στην απόδοση της. Οι αποδόσεις της ποικιλίας Belladonna που βασίζεται η συγκεκριμένη καλλιέργεια κυμάνθηκαν σε 19.300 Kg/στρ. περίπου με καρπούς ικανοποιητικού μεγέθους 250-260 gr άριστης ποιότητας⁴⁰.

3.10.3. Αποθήκευση

Οι ώριμοι καρποί αποθηκεύονται σε θερμοκρασία 10-13 °C και σχετική υγρασία 85-90%, ενώ οι πιο άγουροι σε θερμοκρασία 15-17 °C, για να ωριμάσουν. Ο χρόνος αποθήκευσης είναι γύρω στις 4-7 ημέρες, ανάλογα και με το υβρίδιο/ποικιλία. Στις βοηθητικές εγκαταστάσεις του κ. Βουράκη έχει τοποθετηθεί ένας θάλαμος συντήρησης (ψυγείο) των 64.000 lt για περιπτώσεις που το προϊόν δεν θα διατεθεί άμεσα στην αγορά ⁴¹(Εικόνα 18, βλέπε παράρτημα).

3.11. Συσκευασία-Διάθεση

Στην εγκατάσταση που βρίσκεται ο θάλαμος συντήρησης (ψυγείο) γίνεται και η τελική συσκευασία του προϊόντος. Το προϊόν θα τοποθετηθεί είτε σε ειδικά πλαστικά τελάρα (κλούβες) τα οποία πληρούν τις προϋποθέσεις για την σωστή μεταφορά του είτε εφόσον το επιθυμεί ο αγοραστής (έμπορος) μπορεί να συσκευαστεί σε ειδικές αεροστεγείς συσκευασίες με τη βοήθεια ειδικού μηχανήματος της ALEX PAK (Εικόνα 19, βλέπε παράρτημα).

Τα προϊόντα της υδροπονικής καλλιέργειας του κ. Βουράκη είχαν άμεση διάθεση και έτσι δεν χρειάστηκε να αποθηκευτούν όπως επίσης δεν χρειάστηκε να συσκευαστούν στις ειδικές αεροστεγείς συσκευασίες γιατί η μεταφορά τους γινόταν με κλούβες. Όλη η παραγωγή διατέθηκε στην κεντρική αγορά της Αθήνας⁴².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Το κόστος της καλλιέργειας σε περλίτη λόγω του εξοπλισμού που χρειάζεται για την εγκατάσταση είναι μεγάλο. Βέβαια είναι μια καλλιέργεια ιδιαίτερα προσοδοφόρα λόγω της ζήτησης του προϊόντος στην αγορά και συνέπεια αυτού είναι η γρήγορη απόσβεση του αρχικού κόστους εγκατάστασης.

Το κόστος της όλης εγκατάστασης δεν ήταν αποκλειστικά του κ. Βουράκη. Ο κ. Βουράκης ήταν εγγεγραμμένος μετά από αίτηση του σε ειδικό επιδοτούμενο πρόγραμμα του Π.Ε.Π. Έτσι έλαβε επιδότηση στο συνολικό κόστος του 50 % και το υπόλοιπο κόστος εξοφλήθη από αυτόν.

Η κατασκευή των εγκαταστάσεων, η εγκατάσταση και ο προγραμματισμός των μηχανημάτων υψηλής τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκαν έγιναν από την εταιρεία ΑΓΡΕΚ όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Για την προετοιμασία της αγροτικής έκτασης ώστε να καταστεί κατάλληλη να δεχτεί την θερμοκηπιακή κατασκευή πραγματοποιήθηκαν έγχειρες βελτιώσεις (ισοπέδωση εδάφους, κ.α.) που κόστισαν 12.000 Ευρώ.

Αρχικά για την δημιουργία της κατασκευής του θερμοκηπίου από γαλβανισμένο χάλυβα, και την κάλυψη του με PVC σε διαστάσεις που έχουν προαναφερθεί δαπανήθηκαν περίπου 26.000 Ευρώ. Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε και η κατασκευή των θεμελίων του θερμοκηπίου και του προαύλιου χώρου όπου κατασκευάστηκαν οι βοηθητικές εγκαταστάσεις κόστισε γύρω στα 10.000 Ευρώ.

Για την εγκατάσταση του εξοπλισμού για τον έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος και τον εξοπλισμό (θερμαντήρας, σωλήνες-σωληνώσεις θέρμανσης, αξονικοί ανεμιστήρες, σύστημα υδρονέφωσης, μηχανισμούς αυτοματοποίησης παραθύρων) δαπανήθηκαν 37.000 Ευρώ.

Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις οι οποίες αφορούσαν δίκτυα και αυτοματοποιημένους πίνακες έφτασαν τις 10.000 Ευρώ

Το σύστημα υδρολίπανσης (δεξαμενές, σωληνώσεις, λιπαντήρας, κ.α.) κόστισε μαζί με την εγκατάσταση τους 15.000 Ευρώ.

Οι βοηθητικές εγκαταστάσεις κατασκευάστηκαν από γαλβανισμένο χάλυβα ο σκελετός και γαλβανισμένη λαμαρίνα η κάλυψη, 150 m² η μια και 80 m² η άλλη, κόστισαν 18.000 Ευρώ και 10.000 Ευρώ αντίστοιχα. Στην αποθήκη των 80 m² έχει τοποθετηθεί ο θερμαντήρας και λειτουργεί και σαν χώρος αποθηκευτικός για την καύσιμη ύλη η οποία κόστισε 500 Ευρώ για ποσότητα 10 tn. Στην αποθήκη των 150 m² που είναι χώρος τυποποίησης, αποθήκευσης και στέγασης του συστήματος υδρολίπανσης με τις δεξαμενές υπάρχει ένα μηχάνημα τυποποίησης κόστους 4.000 Ευρώ, και ένας θάλαμος συντήρησης αξίας 40.000 Ευρώ.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα αναλώσιμα υλικά δαπανήθηκαν 1.500 Ευρώ για τα λιπάσματα, 200 Ευρώ για φυτοφάρμακα, 5.000 Ευρώ για 2.500 σάκους περλίτη και για λοιπά υλικά 6.000 Ευρώ (λάμπες φωτισμού, μέλισσες επικονίασης κ.α.).

Η απόδοση της παραγωγής ήταν γύρω στις 19.000 Kg/στρ. Το σύνολο της παραγωγής της καλλιέργειας ήταν 50.000 Kg για καλλιέργεια 2,6 στρεμμάτων. Η μέση τιμή πώλησης ήταν 0,80 Ευρώ το κιλό ενώ τα συνολικά έσοδα ήταν 40.144 Ευρώ. Για να δούμε το καθαρό κέρδος του παραγωγού ανά καλλιέργεια θα πρέπει να αφαιρέσουμε τα παραπάνω λειτουργικά έξοδα που αναφέραμε όπως λιπάσματα, ηλεκτρικό ρεύμα, κ.α.

4.1. Χαρακτηριστικά τεχνοοικονομικής ανάλυσης

Το κτήμα της εκμετάλλευσης είναι συνολικής έκτασης 4 στρεμμάτων και περιλαμβάνει :

1. Ένα θερμοκήπιο πολύρυκτο με σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα και κάλυψη πλαστικού PVC έκτασης 2,6 στρεμμάτων
2. Αποθηκευτικοί χώροι και χώροι εργασίας 230 m².
 - Η γεωργική εκμετάλλευση έχει εξάμηνη διάρκεια
 - Το νερό παρέχεται στην εκμετάλλευση από ιδιόκτητη γεώτρηση-δεξαμενή
 - Το κτήμα της γεωργικής εκμετάλλευσης εντοπίζεται γεωγραφικά στην Φοινικούντα Μεσσηνίας και είναι ιδιοκτησία του καλλιεργητή
 - Η μέση στρεμματική απόδοση είναι 190.300 Kg/στρ. και η τιμή χονδρικής πώλησης είναι 0,80 Ευρώ ανά κιλό τομάτας.
 - Η παραγωγή προορίζεται για καταστήματα χονδρικής πωλήσεως στην

κεντρική αγορά Αθηνών

- Στη θερμοκηπιακή εκμετάλλευση απασχολούνται ο παραγωγός, η οικογένεια του και την περίοδο φύτευσης, κλαδέματος και συγκομιδής απασχολούνται δύο εργάτες
- Οι εισπράξεις της εκμετάλλευσης είναι 40.144 Ευρώ

4.2. Επενδεδυμένα κεφάλαια

Πίνακας 11. Επενδεδυμένα κεφάλαια

1. Κτίρια	Κόστος
A. Θερμοκήπιο	
- Μπετό	10.000 Ευρώ
- Σκελετός θερμοκηπίου	18.000 Ευρώ
- Κάλυμμα θερμοκηπίου	8.000 Ευρώ
- Ηλεκτρολογικά	10.000 Ευρώ
B. Λοιπά κτίρια	
- Αποθήκη θερμαντήρα (καυστήρα) 80m ² ,	10.000 Ευρώ
- Αποθήκη 150 m ² (χώρος τυποποίησης, αποθήκευσης, υδρολιπαντήρα και δεξαμενών)	18.000 Ευρώ
2. Έγχειρες βελτιώσεις	
- Ισοπέδωση εδάφους και προετοιμασίας του για κατασκευή του θερμοκηπίου	12.000 Ευρώ
3. Μηχάνημα	
- Θερμαντήρας	30.000 Ευρώ
- Υδρολιπαντήρας	15.000 Ευρώ
- Μηχάνημα τυποποίησης	4.000 Ευρώ
- Θάλαμος συντήρησης	40.000 Ευρώ
- Μοτέρ αυτοματοποίησης παραθύρων, ανεμιστήρες	7.000 Ευρώ

- Δίκτυο ηλεκτρονικού υπολογιστή & κεντρική μονάδα	3.000 Ευρώ
Σύνολο	185.000 Ευρώ

4.3 Υπολογισμός δαπάνης υλικών

Πίνακας 12. Υπολογισμός δαπάνης υλικών

A/A	Είδος υλικού	Ποσότητα	Τιμή	Δαπάνη
1	Λιπάσματα			1.500 Ευρώ
2	Φυτοφάρμακα			200 Ευρώ
3	Καύσιμη ύλη (Ελαιοπυρήνας)	10 tn		500 Ευρώ
4	Σάκοι υποστρώματος	2.500	2 Ευρώ	5.000 Ευρώ
5	Λοιπά υλικά (λάμπες φωτισμού κ.α.)			6.000 Ευρώ
Σύνολο				13.200 Ευρώ

4.4. Υπολογισμός δαπάνης εργασίας

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα διαθετιμένα ημερομίσθια της οικογενειακής εργασίας αλλά και τρίτων που εργάζονται εκεί κατά την διάρκεια της καλλιέργειας. Η κατεργασία εδάφους έγινε από τον ίδιο τον παραγωγό, η εγκατάσταση του συστήματος άρδευσης και η εγκατάσταση των σάκων υποστρωμάτων όπως και ότι άλλη εργασία αφορά το θερμοκήπιο έγιναν από την εταιρεία η οποία ασχολήθηκε με το έργο. Όσον αφορά τα ημερομίσθια οικογένειας για τις λοιπές εργασίες δεν υφίστανται αφού ήταν προσωπική εργασία του παραγωγού και του αδελφού του οι οποίοι έχουν την επικαρπία της καλλιέργειας.

Πίνακας 13. Υπολογισμός δαπάνης εργασίας

A/A	Είδος εργασίας	Ημερομίσθια οικογένειας	Ημερομίσθια ξένα	Κόστος ημερομισθίων	Σύνολο οικογένειας	Σύνολο ξένα
1	Εγκατάσταση σάκων υποστρώματος					
2	Κατεργασία εδάφους					
3	Εγκατάσταση άρδευσης					
4	Φύτευση		4	30 Ευρώ		120 Ευρώ
5	Κλάδεμα		34	30 Ευρώ		1020 Ευρώ
6	Συγκομιδή		17	30 Ευρώ		510 Ευρώ
7	Συσκευασία-Μεταφορά					
8	Λοιπές εργασίες					
	Σύνολο		55			1.650 Ευρώ

Η συνολική δαπάνη εργασίας είναι 1.650 Ευρώ

Η δαπάνη εργασίας τρίτων είναι 1.650 Ευρώ

4.5. Υπολογισμός αποσβέσεων κεφαλαίου

Πίνακας 14. Υπολογισμός αποσβέσεων κεφαλαίου

A/A	Είδος	Συνολική αξία	Χρόνο ζωής	Απόσβεση
1	Φυτεία	2.400 Ευρώ	0,5 χρόνια	4.800 Ευρώ
2	Μόνιμη εγκατάσταση	66.000 Ευρώ	15 χρόνια	4.400 Ευρώ
3	Μηχανικός εξοπλισμός	99.000 Ευρώ	20 χρόνια	4.950 Ευρώ
4	Κάλυψη θερμοκηπίου	8.000 Ευρώ	5 χρόνια	1.600 Ευρώ

	Σύνολο			15.750 Ευρώ
--	---------------	--	--	-------------

4.6. Υπολογισμός κόστους παραγωγής κατά συντελεστές

I. Έδαφος

1. Ενοίκιο εδάφους 4 στρεμμάτων – Μηδενικό διότι είναι ιδιοκτησία του κ. Βουράκη

Σύνολο : **0 Ευρώ**

II. Εργασία

1. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας = 0 Ευρώ
2. Αμοιβή ξένης εργασίας = 1.650 Ευρώ

Σύνολο : **1.650 Ευρώ**

III. Κεφάλαιο

1. Αναλώσιμα = 13.200 Ευρώ

Σύνολο : **13.200 Ευρώ**

Γενικό σύνολο : **14.850 Ευρώ**

4.7. Ενεργητικό θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης

1. Μόνιμο κεφάλαιο

Έδαφος	0 Ευρώ
Θερμοκηπιακές κατασκευές	46.000 Ευρώ
Έγχειρες βελτιώσεις	12.000 Ευρώ
Σύνολο :	58.000 Ευρώ

2. Ημιμόνιμο κεφάλαιο

Μηχανήματα	99.000 Ευρώ
Σύνολο :	99.000 Ευρώ

3. Κυκλοφοριακό κεφάλαιο

Μετρητά	50.000 Ευρώ
Φυτεία	2.400 Ευρώ
Σύνολο :	52.400 Ευρώ
Γενικό σύνολο :	209.400 Ευρώ

4.8. Υπολογισμός σταθερών και μεταβλητών δαπανών

A. Σταθερές δαπάνες

1. Ενοίκιο εδάφους (0)	0 Ευρώ
2. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας (0)	0 Ευρώ
3. Απόσβεση κεφαλαίου	15.750 Ευρώ
4. Συντήρηση κεφαλαίων	
- Μόνιμου (πλην εδάφους) 58.000 x 2 %	1.160 Ευρώ
- Ημιμόνιμο 99.000 x 3 %	2.970 Ευρώ
5. Ασφάλιστρα	
- Μόνιμο (πλην εδάφους) 58.000 x 1 %	580 Ευρώ
- Ημιμόνιμο 99.000 x 1 %	990 Ευρώ
6. Τόκοι κεφαλαίων	
- Μόνιμο (πλην εδάφους) 58.000 x 10 %	5.800 Ευρώ
- Ημιμόνιμο 99.000 x 10 %	9.900 Ευρώ
7. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας 0 x 10 % επί εξαμήνου	0 Ευρώ
8. Συντήρηση (Συντήρηση μόνιμου + Συντήρηση Ημιμόνιμου) x 10 % επί εξαμήνου (1,160 + 2.970) x 10 % επί εξαμήνου	206,5 Ευρώ
9. Ασφάλιστρα (Ασφάλιστρα μόνιμου + Ασφάλιστρα Ημιμόνιμου) x 10 % επί εξαμήνου	

(580 + 990) x 10 % επί εξαμήνου	78,5 Ευρώ
Σύνολο σταθερών δαπανών :	37.435 Ευρώ

B. Μεταβλητές δαπάνες

1. Αξία αναλώσιμων	13.200 Ευρώ
2. Αξία εργασιών ξένων	1.650 Ευρώ
3. Τόκοι μεταβλητών δαπανών	
(13.200 + 1.650) x 2,5 % επί του εξαμήνου	185,6 Ευρώ

Σύνολο μεταβλητών δαπανών : **15.035,6 Ευρώ**

Σύνολο παραγωγικών δαπανών (37.435 + 15.035,6): **52.470,6 Ευρώ**

Σταθερές δαπάνες (% του συνόλου)

$$37.435 / 52.470,6 \times 100 = 71,34 \%$$

Μεταβλητές δαπάνες (% του συνόλου)

$$15.035,6 / 52.470,6 \times 100 = 28,65 \%$$

4.9. Καταβαλλόμενες και τεκμαρτές δαπάνες

I. Καταβαλλόμενες δαπάνες

1. Αμοιβή εργασίας σε τρίτους	1.650 Ευρώ
2. Αξία αναλώσιμων	13.200 Ευρώ

Σύνολο καταβαλλόμενων δαπανών : **14.850 Ευρώ**

II. Τεκμαρτές δαπάνες

1. Ενοίκιο εδάφους	0 Ευρώ
2. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας	0 Ευρώ
3. Απόσβεση κεφαλαίων	15.750 Ευρώ
4. Συντήρηση κεφαλαίων	
- μόνιμου	1.160 Ευρώ
- ημιμόνιμου	2.970 Ευρώ
5. Ασφάλιστρα	

- μόνιμου	580 Ευρώ
- ημιμόνιμου	990 Ευρώ
6. Τόκοι κεφαλαίων	15.885,6 Ευρώ
(τόκοι σταθερών δαπανών + τόκοι μεταβλητών δαπανών)	
Σύνολο τεκμαρτών δαπανών :	37.335,6 Ευρώ
Σύνολο παραγωγικών δαπανών :	52.185,6 Ευρώ

Καταβαλλόμενες δαπάνες (% του συνόλου)

$$14.850 / 52.185,6 \times 100 = 28,45 \%$$

Τεκμαρτές δαπάνες (% του συνόλου)

$$37.335,6 / 52.185,6 \times 100 = 71,54 \%$$

4.10. Κέρδος, Ακαθόριστο κέρδος, Γεωργικό εισόδημα

1. Κέρδος

Κέρδος = Ακαθόριστη πρόσοδος – Παραγωγικές δαπάνες

Απ = Ακαθόριστη αξία παραγωγής + Ασφαλιστικές αποζημιώσεις

Ααπ = Εισπράξεις + Ιδιοκατανάλωση

Εισπράξεις = 40.144 Ευρώ (2,6 στρέμματα x 19.300 Kg x 0,80 Ευρώ ανά κιλό)

Ιδιοκατανάλωση = 0 Ευρώ

Παραγωγικές δαπάνες = 52.185,6 Ευρώ

Ασφαλιστικές αποζημιώσεις = 0 Ευρώ

Ααπ = 40.144 + 0 = 40.144 Ευρώ

Απ = 40.144 + 0 = 40.144 Ευρώ

Κέρδος = 40.144 – 52.185,6 = -12.041,6 Ευρώ*

* Η ζημία που παρατηρείται (-12.041,6 Ευρώ) οφείλεται στο γεγονός ότι η καλλιέργεια μας είναι εξάμηνης διάρκειας ενώ το 90 % των παραγωγικών δαπανών έχουν υπολογιστεί για την διάρκεια ενός έτους δηλαδή χρονικό διάστημα στο οποίο μπορούμε να έχουμε δύο καλλιέργειες.

2. Ακαθόριστο κέρδος

$$\begin{aligned}\text{Ακαθόριστο κέρδος} &= \text{Ακαθάριστη πρόσοδος} - \text{Μεταβλητές δαπάνες} \\ &= 40.144 - 15.035,6 = 25.108,4 \text{ Ευρώ}\end{aligned}$$

3. Γεωργικό εισόδημα

$$\begin{aligned}\text{Γεωργικό εισόδημα} &= \text{Αμοιβή οικογενειακής εργασίας} + \text{Τόκοι τεκμαρτών} \\ &\text{κεφαλαίων} + \text{Κέρδος} = 0 + 15.885,6 - 12.041,6 = 3.884 \text{ Ευρώ}\end{aligned}$$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εξασθένηση των εδαφών και τα προβλήματα που προέρχονται από τις ασθένειες του εδάφους, εξαναγκάζουν τους παραγωγούς να στραφούν σε εναλλακτικούς τρόπους καλλιέργειας, είτε προς την κατεύθυνση της βιολογικής γεωργίας είτε προς την κατεύθυνση των υδροπονικών καλλιεργειών. Στην Ελλάδα η παραγωγή έχει αρχίσει και στρέφονται με μεγάλο ενδιαφέρον στις υδροπονικές καλλιέργειες που δίνουν λύση όχι μόνο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προέρχονται από τα καταπονημένα εδάφη αλλά και στην αύξηση της παραγωγής με την άμεση ρύθμιση του περιβάλλοντος της ριζόσφαιρας, άρα και της θρέψης του φυτού.

Για την επιτυχημένη λειτουργία όλων των παραπάνω απαιτείται φυσικά και ο κατάλληλος υπερσύγχρονος εξοπλισμός ο οποίος αυξάνει το κόστος σημαντικά. Αυτός είναι ένας πάρα πολύ σημαντικός λόγος στο ότι δεν έχει εξαπλωθεί ακόμα στην χώρα μας η υδροπονία, όπως επίσης ένας εξίσου σημαντικός λόγος που δεν έχει προωθηθεί ικανοποιητικά στην Ελλάδα η υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας, είναι και η έλλειψη τεχνικής υποστήριξης των παραγωγών.

Όπως προαναφέρθηκε το αρχικό κόστος μιας τέτοιας μονάδας πλήρως εξοπλισμένης, δηλαδή εκτός από τις βασικές εγκαταστάσεις να υπάρχουν και βοηθητικές (θάλαμος συντήρησης, τυποποιητήριο, κ.α.), είναι πολύ μεγάλο.

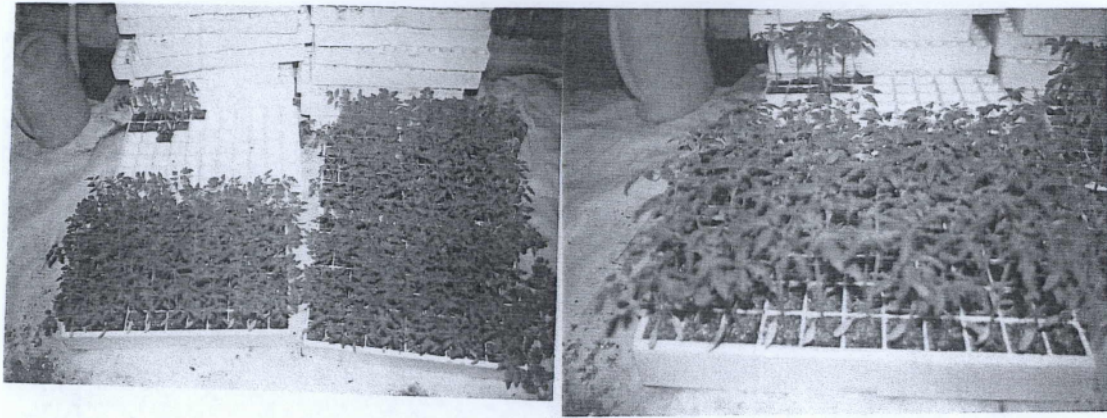
Οι αποδόσεις της καλλιέργειας όμως είναι αρκετά μεγαλύτερες από ότι μιας συμβατικής καλλιέργειας πράγμα που σημαίνει πολύ μεγαλύτερα έσοδα. Έτσι η απόσβεση των χρημάτων που δαπανήθηκαν θα γίνει σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Φυσικά οι συνθήκες είναι ευνοϊκότερες στην περίπτωση που υπάρχει κάποια επιδότηση για την δημιουργία της μονάδας. Στην εξεταζόμενη καλλιέργεια ο παραγωγός επιδοτήθηκε με το 50 % στο σύνολο των χρημάτων που καταβλήθηκαν για την κατασκευή της μονάδας. Έτσι η απόσβεση των δαπανούμενων κεφαλαίων, έγινε στο μισό χρονικό διάστημα από ότι έβγαλε η τεχνοοικονομική μελέτη. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι οι παραγωγικές δαπάνες είναι σχεδόν για την διάρκεια ενός χρόνου ενώ το κέρδος της καλλιέργειας έχει υπολογιστεί κατά την διάρκεια περίπου ενός εξαμήνου.

Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας μπορεί στην αρχή να δημιουργεί αρνητικές εντυπώσεις λόγω του μεγάλου κόστους. Δεδομένου όμως των πολλών

πλεονεκτημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι ο κλάδος αυτός της γεωργίας είναι ο περισσότερο επικερδής.

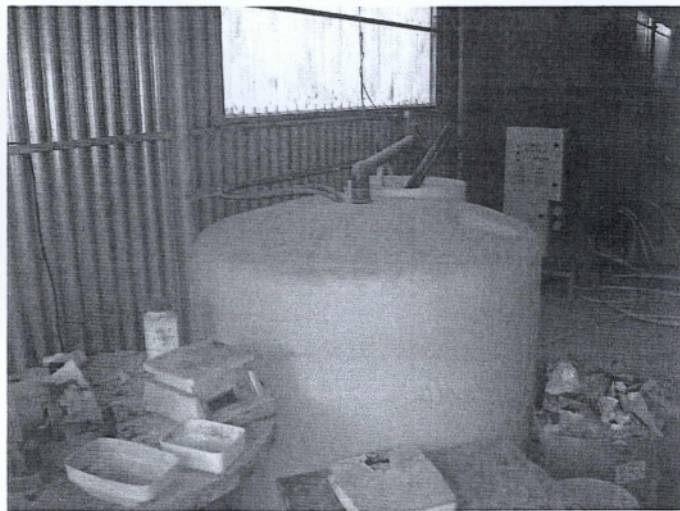
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



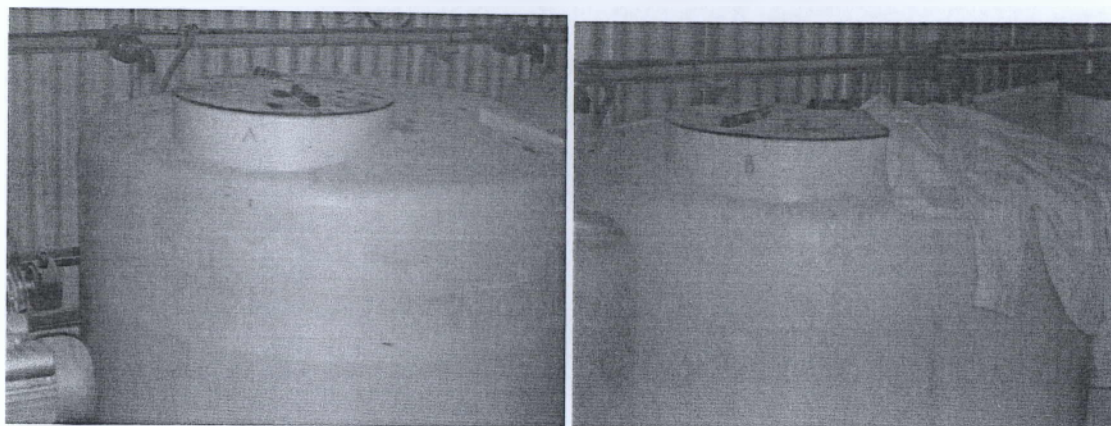
α.

β.

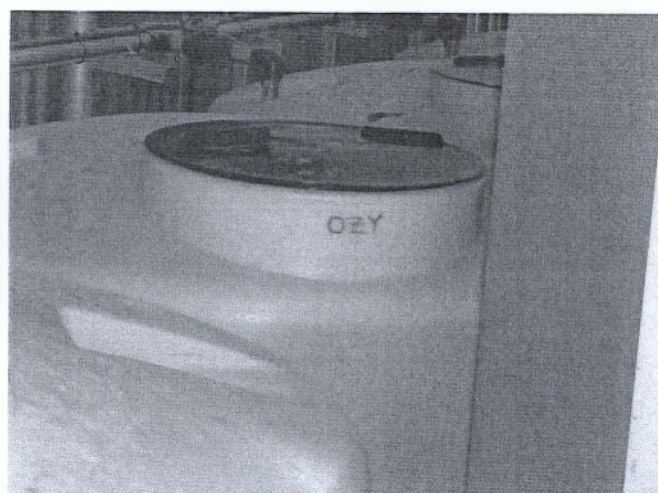
Εικόνα 4. Κιβώτια μεταφοράς σπορόφυτων



Εικόνα 5. Κεντρική δεξαμενή ανάμειξης των διαλυμάτων



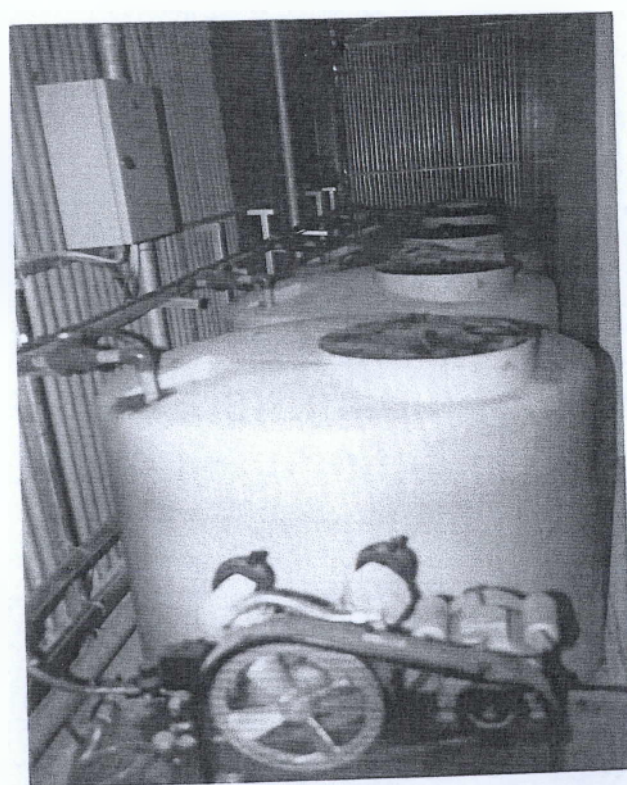
Εικόνα 6. Δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων



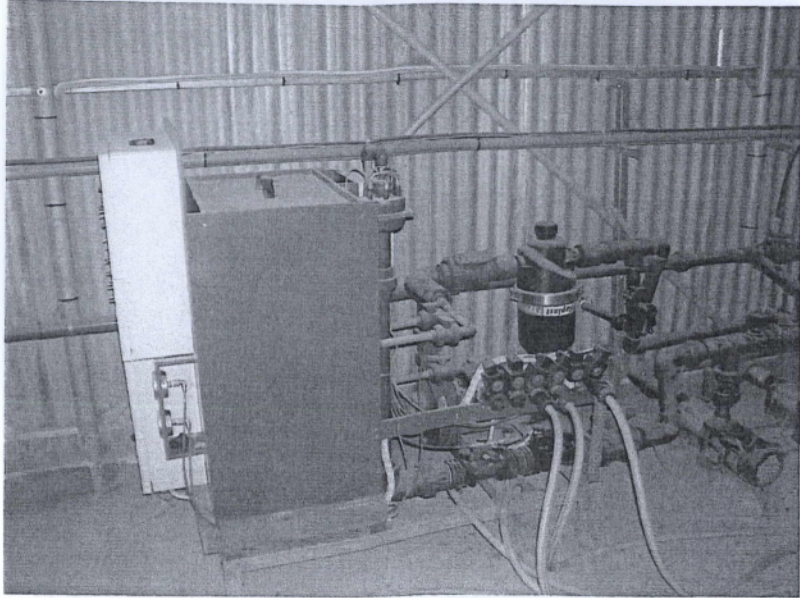
Εικόνα 7. Δεξαμενή για το διάλυμα πυκνού οξέος



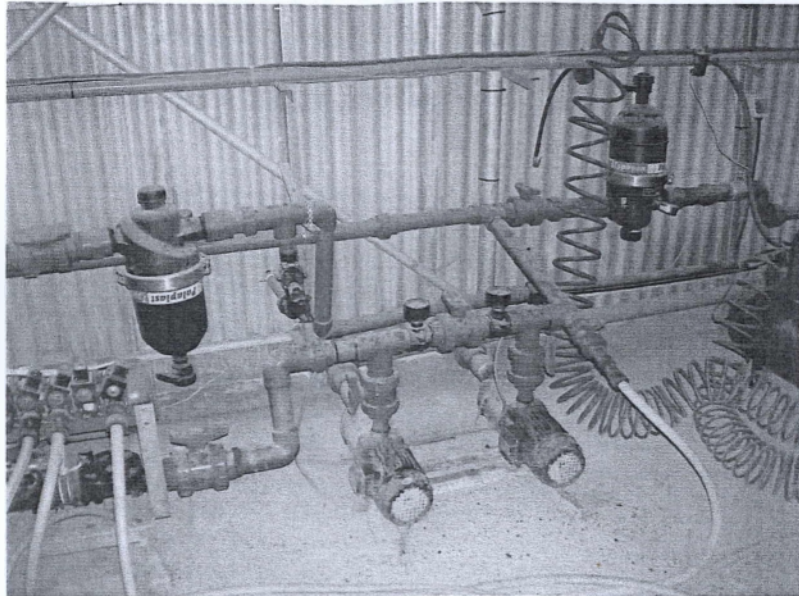
Εικόνα 8. Βομβίνοι οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την γονιμοποίηση των ανθέων



Εικόνα 9. Δοχεία πυκνών διαλυμάτων και διαλύματος οξέος

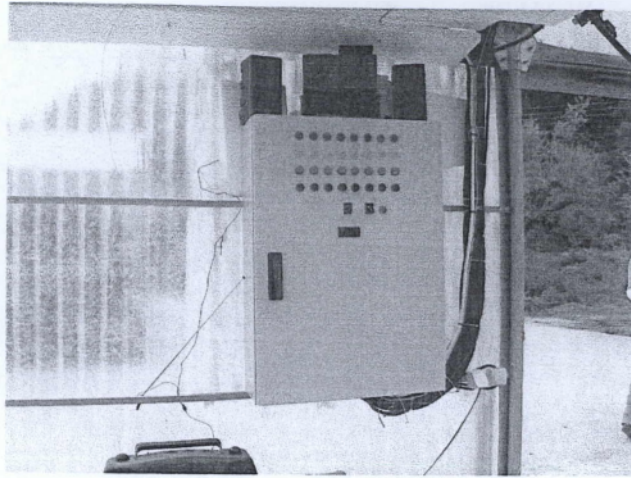


α.

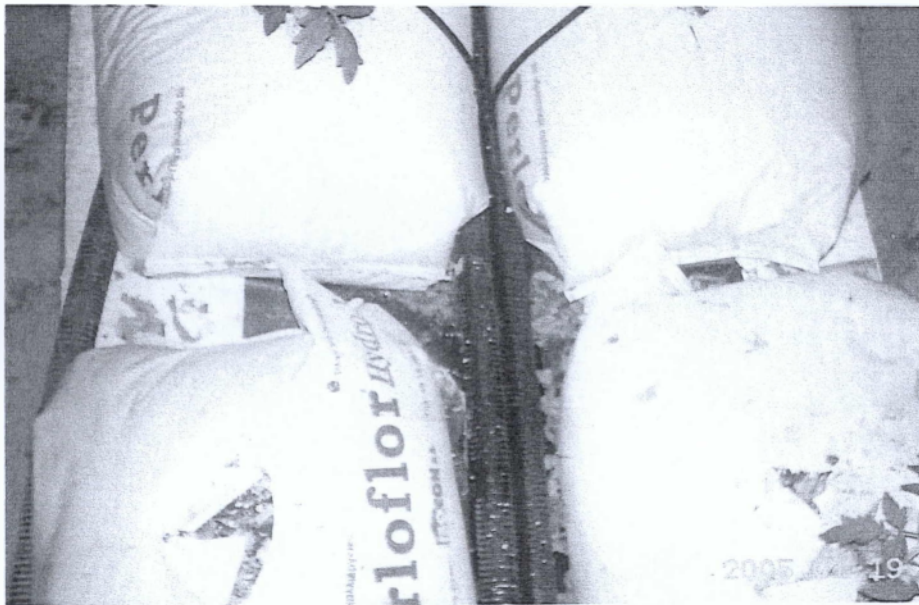


β.

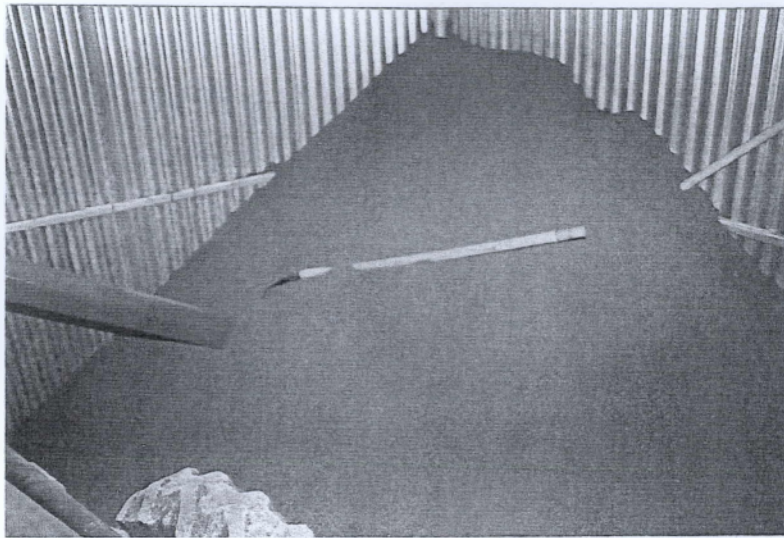
Εικόνα 10. Στην εικόνα α. διακρίνονται οι αντλίες που απορροφούν τα πυκνά διαλύματα και τα οξέα και τα διανέμουν στην δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος και στην εικόνα β. η κεντρική αντλία άρδευσης



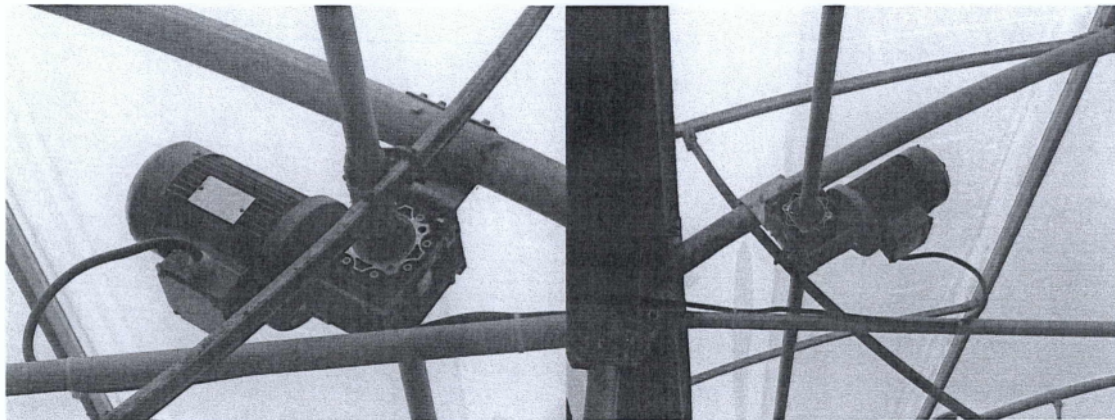
Εικόνα 11. Κεντρικός πίνακας ελέγχου



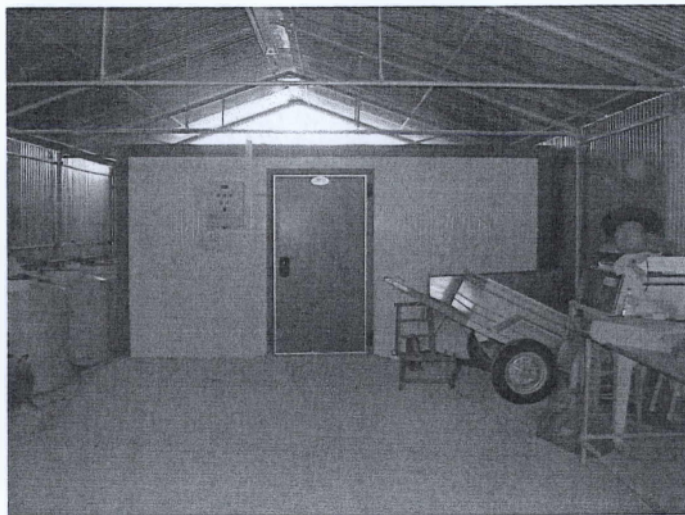
Εικόνα 13. Σωληνώσεις του επιδαπέδιου συστήματος θέρμανσης οι οποίες βρίσκονται κατά μήκος της σειράς των φυτών, ανά δύο, στα πλάγια των σάκων υποστρώματος



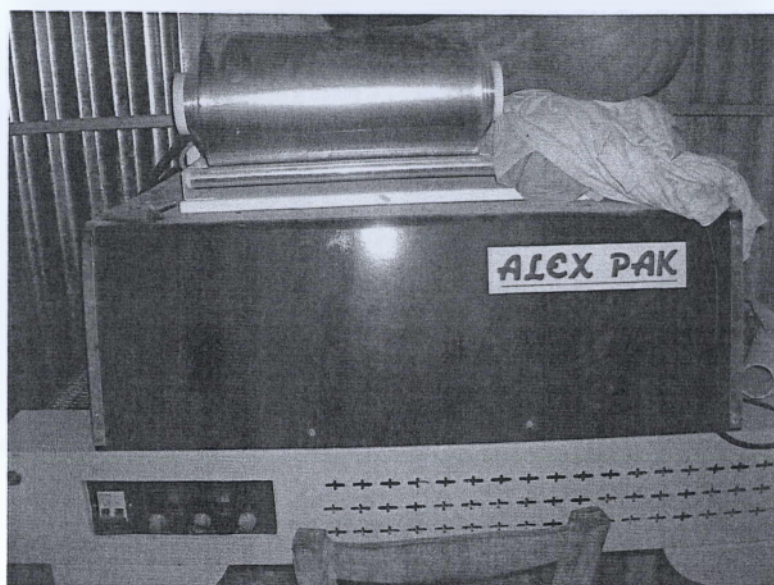
Εικόνα 14. Καύσιμη ύλη από φυτικά υπολείμματα ελαιοτριβείου (ελαιοπυρήνα) που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του καυστήρα



Εικόνα 16. Ηλεκτροκινητήρες υποβοήθησης ανοίγματος των παραθύρων



Εικόνα 18. Θάλαμος συντήρησης (ψυγείο)



Εικόνα 19. Μηχάνημα τυποποίησης



Εικόνα 20. Άποψη ενήλικων φυτών



Εικόνα 21. Άποψη θερμοκηπιακής μονάδας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γρύλλας Ε., (1999) Υδροπονικές καλλιέργειες σε Perloflor-Hydro, Market Agri Inputs, Γεωργική τεχνολογία, «τεύχος 1^ο (28-35)» (6).
 2. Κανάκης Γ. Ανδρέας., Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Τόμος Α. (10, 11, 12, 13, 14, 26, 28, 29, 38, 41)
 3. Κανάκης Γ. Ανδρέας., Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV (Εκτός εδάφους καλλιέργειες). Καλαμάτα 1998. (1)
 4. Μάνιος Β., Αξιολόγηση ελαφρόπετρας της νήσου γυαλί-Νισύρου ως υπόστρωμα υδροπονικών λαχανομικών καλλιεργειών, Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου 1997. (6)
 5. Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν. 1986, Υδροπονική καλλιέργεια λαχανικών σε σάκους με περλίτη και επίδραση του μεγέθους του σάκου στην παραγωγή τομάτας στο θερμοκήπιο, Γεωργική έρευνα, Τεύχος 10,15-12. (7)
 6. Μαυρογιαννόπουλος Γ., Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα , Α. Σταμούλης , Αθήνα-Πειραιάς, 1994. (2, 3, 4, 18, 20, 22)
 7. Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν. (1994), Θερμοκήπια, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς. (35, 36, 37)
 8. Σάββας Δ., Υδροπονία καλλωπιστικών φυτών, Τ.Ε.Ι. Άρτας, 1998. (8,
 9. Χριστοφιλόπουλος Ν.Ι., 1997. Σημειώσεις λαχανοκομίας Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. (17)
- * Τα νούμερα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στις ανάλογες παραγράφους μέσα στο κείμενο.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. dedalus.math.uoi.gr/agrotica/anthokomia/anth./kef/4/4312,4313 (5)
2. dedalus.math.uoi.gr/agrotica/anthokomia/anth./kef/4/431 (9)

ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

1. Από εταιρεία ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ Α.Ε. (16, 31, 32, 33, 34)
2. Από τον παραγωγό κ. Βουράκη (15, 19, 21, 27, 30, 39, 40, 42)
3. Από τον Δρ. Γεωπόνο κ. Κώτσιρα Αθανάσιο (23, 24, 25)