

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογίου

Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων

Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας

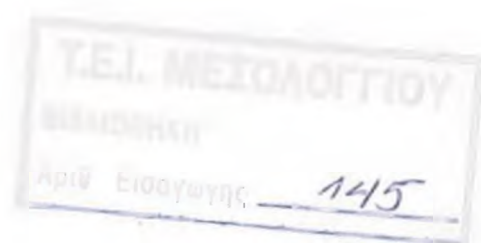
Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας
τομάτας σε σχέση με την καλλιέργεια τομάτας στο έδαφος



Γρηγόριος Πρωτούλης

Εισηγήτρια: Ελένη Κωνσταντοπούλου



Μεσολόγγι 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	4
Ιστορική αναδρομή.....	4
<u>ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ</u>	
Η ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	
Τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και η απορρόφησή τους από το φυτό.....	7
Μηχανισμοί απορρόφησης των ιόντων από το φυτό.....	8
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	9
Συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας	
α) Καλλιέργεια σε δοχεία με νερό (Water ή tank culture).....	11
β) Καλλιέργεια σε χαλίκι ή άμμο.....	12
γ) Τύρφη.....	12
δ) Πετροβάμβακας (rockwool).....	14
ε) Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος - Nutrient film technique (NFT).....	17
ΑΡΔΕΥΣΗ.....	18
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	19
ΠΑΡΟΧΗ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ.....	23
<u>ΣΥΝΘΕΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ</u>	
Μεταβολή των απαιτήσεων στις διάφορες φάσεις του φυτού.....	24
Θρεπτικό διάλυμα στη ρίζα.....	25
Διορθώσεις του διαλύματος.....	26
<u>ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ</u>	
Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	27
Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος.....	30
Υπολογισμός θρεπτικού διαλύματος.....	31
Ποικιλίες.....	32
Καλλιεργητικές περιποιήσεις.....	32

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Προϋποθέσεις καλλιέργειας.....33

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Βελτίωση Εδάφους.....34

α. Κοπριά.....35

β. Άχυρο.....35

γ. Χαλίκι.....35

δ. Χονδρή άμμος.....36

στ. Χλωρή λίπανση.....36

ζ. Αντικατάσταση εδάφους.....36

Στράγγιση εδάφους.....36

α. Στραγγιστικό δίκτυο με πέτρες.....37

β. Στραγγιστικό δίκτυο με πλαστικούς διάτρητους σωλήνες.....37

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Προετοιμασία του εδάφους.....37

1. Απομάκρυνση υπολειμμάτων.....38

2. Κατεργασία εδάφους.....38

3. Απολύμανση εδάφους και υλικών θερμοκηπίου.....38

4. Απόπλυση εδάφους.....40

5. Πότισμα.....41

6. Βασική λίπανση.....45

7. Επιφανειακή λίπανση.....47

Η διαδικασία σποράς – μεταφύτευσης – φύτευσης.....50

1. Χάραγμα γραμμών φύτευσης.....50

2. Υποστρώματα.....50

3. Σπορά.....51

4. Μεταφύτευση.....52

5. Φύτευση.....52

ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1. Προσβολή ριζών.....53

α. Πυρηνochaίτη.....54

β. Φουζάριο.....54

γ. Νηματώδεις.....54

2. Προσβολή της βάσης του στελέχους (λαιμός).....	54
3. Προσβολή του στελέχους.....	55
Α. Βερτιτσίλιο, φουζάριο (ανδρομυκώσεις).....	55
Β. Βακτήρια.....	55
Γ. Περονόσπορος (μύκητας).....	56
Δ. Αλτερνάρια (μύκητας).....	56
Ε. Βοτρύτης (μύκητας).....	57
Στ. Σκληροτίνια (μύκητας).....	57
4. Προσβολή φύλλων και καρπών.....	58
α. Κλαδοσπόριο (μύκητας).....	58
β. Ωίδιο (μύκητας).....	59
γ. Περονόσπορος (μύκητας).....	59
δ. Αλτερνάρια (μύκητας).....	59
ε. Βοτρύτης (μύκητας).....	60
ζ. Τετράνυχος (άκαρι).....	61
η. Άκουλους (άκαρι).....	61
θ. Ιώσεις.....	62
ι. Έντομα διάφορα.....	63
<u>Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας σε σχέση με την καλλιέργεια της τομάτας στο έδαφος</u>	64
Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας.....	65
Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας.....	67
Βιβλιογραφία	69

Εισαγωγή

Η μέθοδος της Υδροπονικής καλλιέργειας είναι μια σύγχρονη μέθοδος καλλιέργειας των φυτών. Όπως κάθε μέθοδος καλλιέργειας έτσι και η υδροπονική καλλιέργεια έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η συγκεκριμένη εργασία αναλύει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας σε σχέση με την καλλιέργεια της τομάτας σε έδαφος στο θερμοκήπιο. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δώσει στον αναγνώστη να καταλάβει με ποιόν τρόπο εφαρμόζεται η μέθοδος της υδροπονικής καλλιέργειας συγκεκριμένα για την τομάτα και γιατί πλεονεκτεί σε σχέση με την κλασική μέθοδο καλλιέργειας στο έδαφος.

Με την πλατιά έννοια του όρου, υδροπονία ή ανεδάφιος καλλιέργεια είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μίγματα εδάφους. Αναφέρεται μερικές φορές και ως χημική καλλιέργεια, τεχνητή καλλιέργεια, ανεδάφιος γεωργία και υδροκαλλιέργεια. Ο πιο γνωστός όμως και διαδεδομένος όρος, διεθνώς, είναι η ελληνική λέξη υδροπονία.

Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα.

Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες γνωστές προσπάθειες για την καλλιέργεια φυτών σε νερό χρονολογούνται στο 17ο αιώνα, όταν ο Ιρλανδός Robert Boyle (1666) και ο Άγγλος John Woodward παρατήρησαν την ανάπτυξη φυτών σε νερό ή νερό στο οποίο είχε προστεθεί λίγο χώμα. Εκατό χρόνια αργότερα, στη Γαλλία, οι de Saussure και Boussingault έδειξαν ότι τα φυτά περιέχουν C, H, O και N, ενώ το 1860, στη Γερμανία, οι Sachs και Κνορ έδειξαν ότι, εκτός από αυτά τα τέσσερα στοιχεία, τα φυτά έχουν ανάγκη από P, S, Ca, Mg, και K. Αυτοί μεγάλωσαν φυτά, σε διαλύματα που περιείχαν αυτά τα στοιχεία. Από τότε ανακαλύφθηκαν οι ανάγκες των φυτών για ιχνοστοιχεία (στοιχεία που χρειάζονται για την ανάπτυξη φυτών αλλά σε πολύ μικρές ποσότητες) όπως Fe, Zn, Cu, B, Mn, Mo και Cl και έτσι τέθηκαν οι βάσεις για την καλλιέργεια χωρίς έδαφος.

Σήμερα, η καλλιέργεια φυτών (κηπευτικά και ανθοκομικά είδη) εκτός εδάφους ή

υδροπονική καλλιέργεια, όπως συνήθως ονομάζεται, είναι μια ιδιαίτερα ανεπτυγμένη τεχνική και εφαρμόζεται σε πολλά μέρη του κόσμου. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι εκτάσεις υδροπονικής καλλιέργειας σε μερικές χώρες της Ευρώπης:

Πίνακας 1. Καλλιεργούμενη έκταση σε στρέμματα με τη μέθοδο της υδροπονικής καλλιέργειας

Χώρα	Έκταση (στρέμματα)		
	Κηπευτικά	Καλλωπιστικά	Σύνολο
Ολλανδία	32.900	17.330	50.230
Ισπανία			10.000
Γαλλία	9.000	730	9.730
Βέλγιο			6.000
Γερμανία	600		600
Ιταλία	300	68	368
Ελλάδα	300	30	330

Πηγή : Μεγαλοκονόμος Ιωάννης, 2002

Από τον Μεσαίωνα μέχρι τον 18ο αιώνα ήταν κοινή πίστη ότι τα φυτά τρεφόντουσαν μόνο με το νερό και ότι το έδαφος τους προσέφερε μόνο τη στήριξη.

Η υδροπονία ξεκίνησε μετά το 18ο αιώνα, ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα και πολύ αργότερα (20ο αιώνα) εξελίχθηκε σε μέθοδο παραγωγής.

Στη Γερμανία, κατά την περίοδο από το 1860 έως το 1900 η υδροπονική καλλιέργεια αποτελεί ένα γενικά παραδεκτό εργαλείο έρευνας. Την εποχή αυτή προσδιορίστηκαν 10 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.

Το 1914 ο W. E. Tottingham δημοσίευσε μια ερευνητική εργασία για την ποσοτική σύνθεση των στοιχείων του διαλύματος και τη φυσιολογική τους

επίδραση στο φυτό (συνολική συγκέντρωση 0,6% ή 2,5 atm οσμωτική πίεση, με βάση το διάλυμα Knops).

Το 1923 από εργασίες των A. L. Bakke και L. W. Erdman αποδείχθηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών με υδροπονική μέθοδο ήταν πολύ καλύτερη από αυτήν του εδάφους.

Το 1938 αρχίζει η πρώτη εμπορική εκμετάλλευση της υδροπονικής καλλιέργειας στις Η.Π.Α. και τη Β. Ευρώπη, όπου γύρω από τις μεγάλες πόλεις αρκετοί καλλιεργητές ξεκίνησαν υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Γρήγορα την εγκατέλειψαν όμως, λόγω διαφόρων τεχνικών προβλημάτων και της υψηλής τιμής των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούσαν.

Κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά γίνονται στις ΗΠΑ μερικές εγκαταστάσεις υδροπονικής καλλιέργειας, για παραγωγικούς σκοπούς, σε υπόστρωμα άμμου.

Το 1966 αναπτύχθηκε στη Μ.Βρετανία, από τον A. Kooپر, η τεχνική καλλιέργειας σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT), που πήρε γρήγορα σημαντική εξάπλωση. Το 1976 πρωτοξεκίνησε πάλι στη Μ.Βρετανία η τεχνική καλλιέργειας με αδρανές υλικό τον πετροβάμβακα, που είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδος στη Β. Ευρώπη.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται σε εμπορική κλίμακα, σ' όλο τον κόσμο, πάρα πολλά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας. Ο διεθνής Οργανισμός International Society for Soilless Culture (ISOSC), με έδρα το Wageningen της Ολλανδίας, ασχολείται δραστήρια με το θέμα των υδροπονικών καλλιεργειών και σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Υδροπονίας των Καναρίων Νήσων, προωθεί την έρευνα στον τομέα αυτόν.

Εικ. 1 Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Η ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και η απορρόφησή τους από το φυτό

Αναγκαία στοιχεία για τη θρέψη των φυτών.

Κριτήρια για την αναγκαιότητα ενός ανόργανου στοιχείου στην ανάπτυξη φυτών είναι:

1. Το φυτό δεν μπορεί να συμπληρώσει τον βιολογικό του κύκλο με την έλλειψη του στοιχείου.
2. Η επίδραση του στοιχείου δεν μπορεί να υποκατασταθεί από κάποιο άλλο στοιχείο.
3. Το στοιχείο πρέπει να σχετίζεται άμεσα με το μεταβολισμό του φυτού, π.χ. αποτελεί δομικό στοιχείο ενός ενζύμου ή απαιτείται η παρουσία του για μια ενζυματική αντίδραση (Arvon and Stout,1939).

Απαραίτητα σήμερα θεωρούνται τα στοιχεία (N, P, C, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Βο, Μο, Со). Όσο οι αναλυτικές μέθοδοι γίνονται ακριβέστερες και παράγονται καθαρότερες χημικές ουσίες, πιθανών να αυξάνεται και ο κατάλογος

όπως π.χ. Τελευταία βρέθηκε ότι για ορισμένα φυτά απαραίτητα είναι και το Na, το πυρίτιο και πιθανόν το Cl.

Τα απαραίτητα στοιχεία τα διακρίνουμε σε ιχνοστοιχεία και σε μακροστοιχεία.

Τα περισσότερα ιχνοστοιχεία δρουν ως συστατικά του μορίου των ενζύμων και χρειάζονται επομένως σε πολύ μικρές ποσότητες. Αντίθετα, τα μακροστοιχεία αποτελούν συστατικά οργανικών ενώσεων, όπως πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα κλπ., ή δρουν ρυθμίζοντας τα οσμωτικά φαινόμενα. Η διαφορά στη λειτουργικότητα δημιουργεί και την ανάγκη για μεγαλύτερη συγκέντρωση στο φυτό. Οποσδήποτε η συγκέντρωση που είναι αναγκαία για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών, διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτού και τη συγκέντρωση των άλλων στοιχείων.

Μηχανισμοί απορρόφησης των ιόντων από το φυτό

Υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης ιόντων στο εδαφικό διάλυμα και των ιόντων που απαιτεί το φυτό. Ο μηχανισμός απορρόφησης επομένως θα πρέπει να είναι επιλεκτικός.

Η επιλεκτικότητα αυτή φαίνεται πολύ καλά στα άλγη, όπου το εξωτερικό διάλυμα από αυτό εντός του χυμοτοπίου του κυττάρου ξεχωρίζουν μόνο από δυο μεμβράνες, την κυτταρική μεμβράνη και τον τονοπλάστη.

Γενικά, η απορρόφηση ιόντων χαρακτηρίζεται από τα εξής:

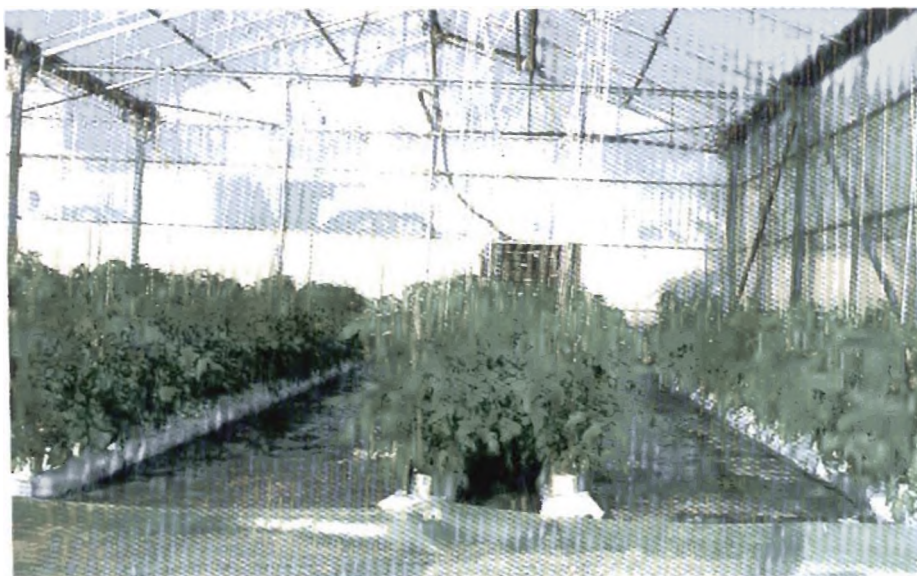
1. **Επιλεκτικότητα.** Μερικά ιόντα προτιμούνται και απορροφώνται, ενώ άλλα όχι.
2. **Συσσώρευση.** Η συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων στα κύτταρα μπορεί να είναι υψηλότερη από αυτήν του εξωτερικού διαλύματος.
3. **Κληρονομικότητα.** Υπάρχουν συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών φυτών στην απορρόφηση ιόντων.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Πάρα πολλά συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών χρησιμοποιούνται σε εμπορική κλίμακα, σ' όλο τον κόσμο. Τα συστήματα αυτά μπορεί να ταξινομηθούν σε 6 κύριες κατηγορίες:

- Καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα (χωρίς αδρανές υπόστρωμα, π.χ. N.F.T.).
- Καλλιέργεια σε άμμο, κροκάλες ή άλλα φυσικά αδρανή υλικά.
- Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά (π.χ. περλίτης, πετροβάμβακας).
- Καλλιέργεια σε διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά (π.χ. πολυστερίνη, ουριοφορμαλδεΰδη).
- Διάφορες άλλες καλλιεργητικές τεχνικές που δεν σχετίζονται με το φυσικό έδαφος (π.χ. ψεκασμός θρεπτικού διαλύματος στη ρίζα που ονομάζεται και αεροπονία).
- Καλλιέργεια σε οργανικά υποστρώματα (τύρφη, φλοιοί δένδρων κλπ).

Εικ. 2 Νεαρή Φυτεία τομάτας σε πετροβάμακα



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

Η τελευταία κατηγορία δεν συμπεριλαμβάνεται από πολλούς ερευνητές στην υδροπονία (επειδή το οργανικό υπόστρωμα δεν είναι αδρανές) αλλά θεωρείται ως ιδιαίτερο σύστημα καλλιέργειας.

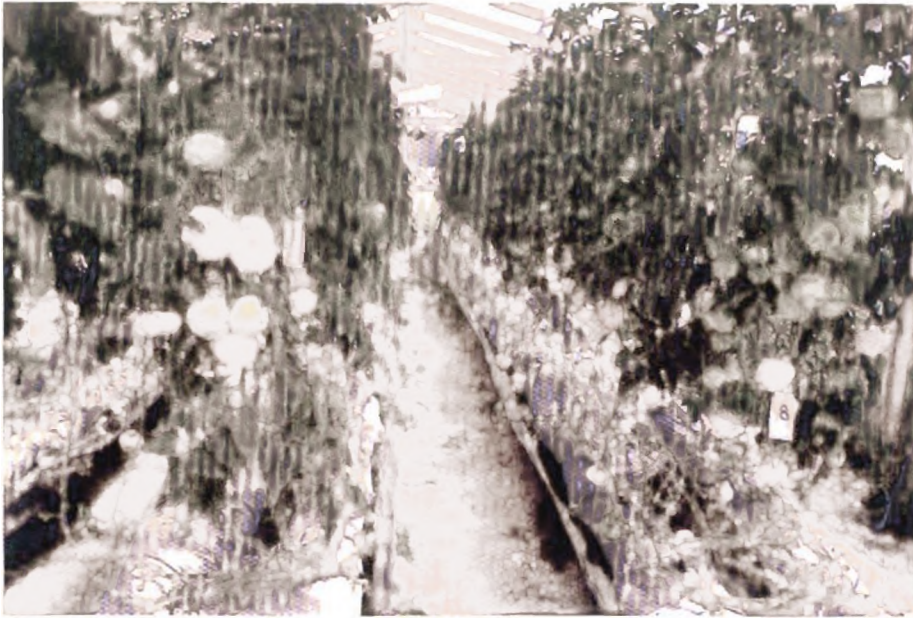
Κάθε κατηγορία υποδιαιρείται σε υποκατηγορίες ή μεθόδους, που σκοπό έχουν τη βελτίωση της αποδοτικότητας κάτω από ορισμένες συνθήκες. Γενικά στην επιχειρηματική παραγωγή μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει ένα σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας που να δίνει το καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα σ' όλες τις περιπτώσεις. Το βέλτιστο σύστημα καλλιέργειας για μια συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται από παράγοντες όπως : κλίμα, κόστος πρώτων υλών, ενέργειας, εργασίας, επίπεδο γνώσεων κλπ.

Οι κατηγορίες που εφαρμόζονται περισσότερο σε επιχειρηματικά θερμοκήπια σήμερα είναι: καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (Rockwool Culture) καλλιέργεια σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT) και καλλιέργεια σε σάκους τύρφης.

Άλλα συστήματα που καλλιεργούνται σε σημαντικό βαθμό, είναι η καλλιέργεια σε άμμο, (κυρίως σε τοπική άμμο, όπως στο Ισραήλ), καλλιέργεια σε υπόστρωμα από πριονίδι (κυρίως στον Καναδά), αναπτύσσεται επίσης αρκετά στην Ελλάδα, Ιταλία και Αγγλία η καλλιέργεια σε σάκους με περλίτη, οριζόντιους ή κάθετους.

Περιπτώσιακά χρησιμοποιείται σ' αρκετές περιοχές σ' όλο τον κόσμο και η καλλιέργεια σε χαλίκι, μικρής διαμέτρου.

Εικ. 3 Καλλιέργεια τομάτας σε σάκους περλίτη



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

Συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας

α) Καλλιέργεια σε δοχεία με νερό (Water ή tank culture)

Με αυτήν τη μέθοδο τα φυτά καλλιεργούνται σε δοχεία γεμάτα με θρεπτικό διάλυμα. Τα δοχεία πρέπει να έχουν βάθος τουλάχιστον 15 εκ. και μια εξαγωγή νερού με βάνα στη βάση. Γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα και καλύπτονται εξωτερικά με μαύρο πλαστικό ή πολυστερίνη για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης βρύων. Το κάλυμμα των δοχείων φτιάχνεται από πλαστικό πλέγμα και πριονίδι, περλίτη ή άλλο υπόστρωμα κατάλληλο για σπορά. Οι σπόροι σπέρνονται στο υπόστρωμα του καλύμματος και οι ρίζες αναπτύσσονται μέσα στο θρεπτικό διάλυμα. Μετά την ανάπτυξη των πρώτων 2-3 φύλλων, η στάθμη του διαλύματος χαμηλώνει κατά 2-3 εκ. κάτω από το πλέγμα, έτσι ώστε οι ρίζες να βρίσκονται στο νερό, ενώ ο κορμός παραμένει στον αέρα.

Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για μικρά φυτά όπως το μαρούλι, αλλά δεν εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασής του. Άλλα μειονεκτήματά του είναι ότι πολλές φορές, οι ρίζες υποφέρουν από έλλειψη οξυγόνου και το θρεπτικό διάλυμα πολύ γρήγορα χάνει την ισορροπία συστατικών και συχνά χρειάζεται αλλαγή.

β) Καλλιέργεια σε χαλίκι ή άμμο

Η χοντρή ποταμίσια άμμος ή το ψιλό χαλίκι από βασάλτη ή γρανίτη είναι κατάλληλα υλικά για υποστρώματα φυτών. Το υλικό αυτό χρησιμοποιείται σε αλίες που φτιάχνονται στο έδαφος ή σε κανάλια από γαλβανισμένο σίδηρο ή μπετόν. Οι κόκκοι των υλικών πρέπει να έχουν διάμετρο περίπου 0,75 εκ. και να μην υπάρχουν μικροί κόκκοι, που μπορούν να μαζεύονται στη βάση των αλιών. Τα χαλίκια πρέπει να είναι στρογγυλά και όχι κοφτερά, γιατί αλλιώς μπορούν να προκαλέσουν τραύματα στις ρίζες των φυτών.

Οι διαστάσεις των αλιών ή των καναλιών εξαρτώνται από το μέγεθος της επιχείρησης, αλλά τυπικές τιμές είναι 30 χ 1 μ. με διαδρόμους 0,5-1,0 μ. και με βάθος υποστρώματος 20-25 εκ. Οι αλίες ή τα κανάλια τοποθετούνται επίπεδα, ώστε η διανομή νερού να γίνεται ομοιόμορφα, σε όλο το μήκος της εγκατάστασης. Κάθε αλία συνδέεται με δεξαμενή, η οποία τροφοδοτεί το σύστημα με ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα. Η συχνότητα άρδευσης εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιοφάνεια) και από το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Τα μεγάλα φυτά έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις από τα μικρά φυτά. Σε κάθε άρδευση η αλία ή το κανάλι γεμίζει με θρεπτικό διάλυμα από τη δεξαμενή. Στη συνέχεια, το διάλυμα αυτό αποστραγγίζεται διαμέσου σωλήνων που βρίσκονται στη βάση του υποστρώματος. Κάθε φορά που γίνεται άρδευση το θρεπτικό διάλυμα αντικαθιστά τον αέρα στους σπόρους του υποστρώματος. Με την αποστράγγιση ο αέρας εισάγεται ξανά στους πόρους, ανανεώνοντας έτσι την παροχή οξυγόνου. Όσο πιο γρήγορα τρέχει το νερό, τόσο πιο ολοκληρωμένη είναι η αλλαγή του αέρα. Στην πράξη, μια αρδευτική περίοδος 10-15 λεπτών, η οποία ακολουθείται από αποστράγγιση 15-30 λεπτών είναι αρκετή.

γ) Τύρφη

Τύρφη είναι το προϊόν αποσύνθεσης φυτών όπως το σφάγνο (*Sphagnum*, είδος βρύου), τα οποία αναπτύσσονται σε διάφορα βαλτώδη μέρη του κόσμου (κυρίως Ρωσία, Σκανδιναβία, Καναδάς, Ιρλανδία). Η τύρφη είναι ένα πολύ ελαφρύ υλικό που αποτελεί θαυμάσιο υπόστρωμα για την ανάπτυξη των φυτών, εξαιτίας της ιδιότητας που έχει να κρατά υγρασία στους πόρους αλλά και να αερίζεται καλά. Η τύρφη, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στα μείγματα σποράς και ως υπόστρωμα καλλωπιστικών φυτών σε γλάστρες.

Για την καλλιέργεια φυτών (κηπευτικών και ανθέων) εκτός εδάφους, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τύρφη ως υπόστρωμα με δύο τρόπους:

- τύρφη σε αυλάκια ή κανάλια (όπως την άμμο)
- τύρφη σε σάκους, με 1-4 θέσεις φύτευσης φυτών ανά σάκο.

Όταν η τύρφη χρησιμοποιείται σε αυλάκια, το πότισμα γίνεται με σταγόνες (στάγδην), με την τοποθέτηση σταλακτήρων δίπλα στα φυτά, κατά μήκος του αυλακιού. Το θρεπτικό διάλυμα που περισσεύει αποστραγγίζεται διαμέσου σωλήνων στη βάση του αυλακιού και μετά από φιλτράρισμα κυκλοφορεί ξανά στο σύστημα.

Όταν η τύρφη βρίσκεται σε σάκους, το θρεπτικό διάλυμα συνήθως δεν ανακυκλώνεται. Υπάρχουν διάφορες συσκευασίες σάκων που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Ο παραγωγός, όμως, μπορεί να φτιάξει τους σάκους μόνος του. Το μήκος των σάκων διαφέρει ανάλογα με τον αριθμό φυτών που θα φυτευτούν (για 3 φυτά τομάτας θα είναι περίπου από 81 έως 127 εκ. με όγκο γύρω στα 45-50 λίτρα). Επειδή η τύρφη είναι όξινη, το ΡΗ πρέπει να ρυθμιστεί πριν από το φύτεμα (5,5-6,5 είναι το ιδανικό ΡΗ για τα περισσότερα κηπευτικά) και πρέπει επίσης να προστεθεί λίπασμα για την καλή ανάπτυξη των φυτών. Σε εμπορικές συσκευασίες αυτό γίνεται στο εργοστάσιο. Όμως, ο παραγωγός που φτιάχνει μόνος του τους σάκους πρέπει ο ίδιος να προσθέσει ασβέστιο και άλλα στοιχεία. Τα λιπάσματα που χρειάζονται για μια μπάλα (350 λίτρα) τύρφης είναι:

- 2 κιλά δολομίτης
- 150 γραμ. ουρία
- 300 γραμ. KNO₃
- 150 γραμ. K₂SO₄
- 0,5 κιλά υπερφοσφορικό
- ιχνοστοιχεία

Οι σάκοι τοποθετούνται σε σειρές και η τύρφη διαβρέχεται με την προσθήκη νερού (περίπου 10 λίτρα ανά σάκο), ανοίγοντας μια τρύπα στην πάνω επιφάνεια και ποτίζοντας με το λάστιχο. Μετά από αυτό το πρώτο πότισμα, κάθε σάκος αφήνεται για 1-2 ημέρες, ώστε η τύρφη να υγρανθεί ομοιόμορφα. Στη συνέχεια κάνουμε 2-3 χαραγές, η κάθε μια μήκους 5-7 εκ. και σε ύψος περίπου 2,5 εκ. από τη βάση, ώστε να επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάσματος του νερού και του θρεπτικού διαλύματος κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.

Κατά τη μεταφύτευση των φυτών στους σάκους, ο παραγωγός ανοίγει τις θέσεις για τα φυτά, κόβοντας το πλαστικό στην πάνω επιφάνεια του σάκου με κοφτερό μαχαίρι. Τα φυτά τοποθετούνται 2-3 εκ. κάτω από, την επιφάνεια της τύρφης. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η παροχή οξυγόνου και νερού στις ρίζες

του φυτού, καθώς και η ανταλλαγή συστατικών. Βαθύτερη φύτευση αποφεύγεται, γιατί μπορεί να προκαλέσει έλλειψη οξυγόνου στις ρίζες.

Το πότισμα γίνεται με θρεπτικό διάλυμα χρησιμοποιώντας το σύστημα της στάγδην άρδευσης και ένα σταλακτήρα ανά φυτό. Η συχνότητα άρδευσης και η ποσότητα νερού κάθε φορά εξαρτάται από το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Ένας γενικός δείκτης για την ανάγκη ή όχι άρδευσης είναι να πάρουμε μια χούφτα τύρφης από τη ζώνη ριζοβολίας και να την πιέσουμε λίγο. Τότε:

- εάν απορρέει πολύ νερό με λίγη πίεση, η τύρφη είναι βρεγμένη και το πότισμα πρέπει να μειωθεί
- εάν απορρέει λίγο νερό, η τύρφη έχει τη σωστή υγρασία και δεν χρειάζεται πότισμα
- εάν δεν απορρέει καθόλου νερό, η τύρφη είναι ξερή και χρειάζεται πότισμα αμέσως.

Ο παραγωγός αποφεύγει την υπερβολική άρδευση, γιατί μαζεύεται στάσιμο νερό μέσα στο σάκο, οι ρίζες δεν αερίζονται καλά, η ανάπτυξη των φυτών μειώνεται και οι κορυφές λεπταίνουν και κιτρινίζουν. Επίσης, αποφεύγει την ξήρανση της τύρφης, γιατί η ξερή τύρφη δεν βρέχεται εύκολα τα φυτά στερούνται το νερό, με επακόλουθα μάρανση, μείωση της ανάπτυξης και απώλεια της παραγωγής.

Η τύρφη σε σάκους χρησιμοποιείται συνήθως για μια μόνο καλλιέργεια. Το σύστημα εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα στη Βόρεια Ευρώπη, όπου τα αποτελέσματα είναι πολύ θετικά (υψηλή παραγωγή και καλή ποιότητα προϊόντος). Επίσης, αποφεύγεται η απολύμανση του υποστρώματος και ελέγχεται εύκολα η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καθώς και του εναερίου φυτού. Το κύριο μειονέκτημα είναι το κόστος της τύρφης, το οποίο είναι πολύ υψηλό, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, λόγω της εισαγωγής της.

δ) Πετροβάμβακας (rockwool)

Ο πετροβάμβακας είναι ένα αδρανές υλικό που κατασκευάζεται από τρία βασικά πετρώματα: διαβάση (είδος βασάλτη) 60%, ασβεστόπετρα 20% και κάρβουνο 20%. Τα πετρώματα αυτά θερμαίνονται μέχρι τους 1600^o C και το διάπυρο μείγμα πέφτει στη συνέχεια σε ένα τύμπανο που περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα, ώστε

κατά την "ψύξη το υλικό αυτό να πάρει τη μορφή λεπτών ινών. Οι ίνες συμπιέζονται σε πλάκες διαφόρων διαστάσεων, οι οποίες παρέχουν τις εξής ιδανικές για την καλλιέργεια φυτών ιδιότητες :

- γύρω στο 95% του ολικού όγκου τους αποτελούν πόροι, οι οποίοι συγκρατούν αέρα και θρεπτικό διάλυμα .
- ο πετροβάμβακας είναι αδρανές υλικό και έχει ΡΗ γύρω στο 7.0. Αυτό θεωρείται κατάλληλο για την καλλιέργεια των περισσότερων κηπευτικών
- είναι ελαφρύς και αποστειρωμένος, όταν χρησιμοποιείται για πρώτη φορά
- παρουσιάζει σταθερότητα στη δομή του και μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω από μια φορά.

Ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα για την καλλιέργεια κηπευτικών (κυρίως τομάτες και αγγούρια) και ανθοκομικών ειδών (τριαντάφυλλα, ορχιδέες κ.ά.) στην Ολλανδία καθώς και στην Αγγλία, Γαλλία και σε πολλές ακόμη χώρες. Εισάγεται στην Ελλάδα αλλά όχι σε μεγάλες ποσότητες, λόγω του υψηλού κόστους του.

Στην εφαρμογή του συστήματος με πετροβάμβακα, οι πλάκες τοποθετούνται σε σειρές πάνω σε μια ειδική κατασκευή από φελιζόλ. Αυτό παρέχει μια στερεή βάση και καλύπτεται με ένα πλαστικό φύλλο (άσπρο από έξω και μαύρο από μέσα), το οποίο διπλώνεται ώστε να καλύψει και την πάνω επιφάνεια του πετροβάμβακα. Οι σπόροι σπέρνονται αρχικά σε μικρούς κύβους πετροβάμβακα και, όταν τα φυτά αποκτήσουν κατάλληλο μέγεθος (συνήθως 2-3 πραγματικά φύλλα), οι κύβοι τοποθετούνται πάνω στις πλάκες πετροβάμβακα, ώστε η παραπέρα ανάπτυξη του ριζικού συστήματος να γίνει μέσα στις πλάκες.

Εικ. 4 Τοποθέτηση κύβου με σπορόφυτο τομάτας σε πλάκα πετροβάμβακα



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

Εικ. 5 Το ριζικό σύστημα της τομάτας όπως αυτό αναπτύσσεται σε πλάκα πετροβάμβακα



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

Σε κάθε πλάκα των 90 εκ. μήκους τοποθετούνται 2 ή 3 φυτά ανάλογα με το είδος. Δίπλα σε κάθε φυτό τοποθετείται ένας σταλακτήρας και το πότισμα και η υδρολίπανση γίνονται με στάγδην άρδευση.

Σε μια παραλλαγή του συστήματος, η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα μπορεί να γίνει όπως και με την τύρφη, δηλαδή σε σάκους. Κάθε σάκος αποτελεί μια πλάκα πετροβάμβακα τυλιγμένη με πλαστικό. Ο τρόπος καλλιέργειας είναι παρόμοιος με αυτόν που περιγράφεται παραπάνω για την τύρφη. Πρέπει να σημειωθεί ότι αντί για πετροβάμβακα ο σάκος μπορεί να γεμίζεται με περλίτη. Αυτός αποτελεί ένα ακόμη αδρανές υλικό, κατάλληλο για την καλλιέργεια φυτών χωρίς έδαφος. Επιπλέον, είναι υλικό που κατασκευάζεται στην Ελλάδα, οπότε είναι πιο οικονομικό σε σχέση με τον πετροβάμβακα.

Εικ. 6 Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

ε) Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος - Nutrient film technique (NFT)

Η καλλιέργεια φυτών σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (γνωστό ως nutrient film technique ή NFT) ξεκίνησε από την Αγγλία προς το τέλος της δεκαετίας του '60. Στην τεχνική αυτή, εκτός από ένα μικρό κύβο μέσα στον οποίο φυτρώνει ο σπόρος και μεγαλώνει το φυτό, στο σπορείο, δεν υπάρχει άλλο στερεό υπόστρωμα και το φυτό αναπτύσσεται σε ένα θρεπτικό διάλυμα το οποίο επανακυκλοφορεί.

Το σύστημα NFT αποτελείται από μια δεξαμενή, η οποία τοποθετείται στο έδαφος, στο χαμηλότερο σημείο του θερμοκηπίου και κανάλια, τα οποία τοποθετούνται πάνω στο έδαφος ή σε ανυψωμένα στηρίγματα, έτσι ώστε να έχουν μια ελαφρά κλίση προς τη δεξαμενή. Τα κανάλια κατασκευάζονται από γαλβανισμένο σίδηρο, πολυστερίνη ή άλλο κατάλληλο υλικό και η βάση και οι πλευρές τους καλύπτονται με πλαστικό. Τα φυτά τοποθετούνται στα κανάλια και το πλαστικό (μαύρο από μέσα και άσπρο από έξω) χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ρίζες, οι οποίες χρειάζονται σκοτάδι για την ανάπτυξή τους. Με τη βοήθεια μιας

αντλίας, το θρεπτικό διάλυμα μεταφέρεται στο υψηλότερο σημείο του συστήματος από όπου ρέει πίσω στη δεξαμενή δια μέσου των καναλιών. Η ροή του νερού ρυθμίζεται έτσι, ώστε οι ρίζες του κάθε φυτού να βρίσκονται σε μια λεπτή στοιβάδα του θρεπτικού διαλύματος.

Η σύνθεση και το ΡΗ του διαλύματος ρυθμίζονται από ηλεκτρόδια και όργανα ελέγχου και το σύστημα ολόκληρο μπορεί να προσφέρει ένα μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης, όπως η ρύθμιση της σύνθεσης και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος. Το σύστημα NFT δίνει στον παραγωγό τη δυνατότητα να ελέγχει την ανάπτυξη των φυτών με μεγάλη ακρίβεια, ώστε να μεγιστοποιεί την παραγωγή και την ποιότητα των προϊόντων. Προσφέρει επίσης, οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και νερού.

ΑΡΔΕΥΣΗ

Σε όλα τα υδροπονικά συστήματα που αναφέρθηκαν μέχρι εδώ, 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 κλπ., 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 του διαλύματος γύρω από τη ρίζα του φυτού να διατηρείται 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 μετράται η ηλεκτρική αγωγιμότητά του. Γενικά η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος στο σάκο πρέπει να βρίσκεται 100-300 μS υψηλότερα από αυτήν του διαλύματος τροφοδοσίας όταν αυτή υπερβαίνει το πάνω όριο

σημαίνει ότι πρέπει να αυξηθεί η συχνότητα του ποτίσματος, ενώ όταν είναι κάτω από το κάτω 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 αγωγιμότητες είναι επαρκείς.

Τις θερμές ηλιόλουστες ημέρες η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος τροφοδοσίας καλά είναι να κυμαίνεται μεταξύ 2.0 και 2,5 μS . 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 ρίζας.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Σημαντικό στοιχείο για την υψηλή παραγωγή στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η καλή ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού. Η υψηλή συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου στο νερό επιδρά σημαντικά στη μείωση της παραγωγής ή την καθιστά αδύνατη. Υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου, ψευδαργύρου ή βορίου, έχει αποτέλεσμα την ακαταλληλότητα του νερού, ενώ τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει το βρόχινο ή αφαλατωμένο νερό.

Γενικά, όσο καλύτερης ποιότητας είναι το νερό που χρησιμοποιούμε, τόσο μεγαλύτερη παραγωγή μπορούμε να αναμένουμε. 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 πιο ενδιαφέροντα όμως είναι τα : νάτριο (Na^+), χλώριο (Cl^-), ασβέστιο (Ca^{++}), μαγνήσιο (Mg^{++}) δισανθρακικά (HCO_3^-) και θειικά (SO_4).

Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (E.C.) για το νερό άρδευσης είναι ένα μέσο μέτρησης της συνολικής ποσότητας των ιόντων που περιέχει. Δεν δίνει καμιά ένδειξη για το ποια ιόντα βρίσκονται μέσα σ' αυτό. Συνήθως στο νερό η E.C. αφορά το Νάτριο και το Χλώριο.

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. Ποιότητες νερού άρδευσης

Ποιότητα	E.C. mS cm^{-1} (25°C)	Na^+ mmol l^{-1}	Cl^- mmol l^{-1}
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 : Κομνάκος Ιωάννης, 2000

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 συνιστάται πολύ για υδροπονικές καλλιέργειες ή για άλλες καλλιέργειες με περιορισμένο όγκο ριζικού συστήματος όπως αυτές σε γλάστρα. Το νερό ποιότητας 3 δεν είναι καθόλου κατάλληλο για ευαίσθητα φυτά στα άλατα και γι' αυτά που έχουν περιορισμένο ριζικό σύστημα.

Νερό με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και συγκεντρώσεις

Na⁺ και Cl⁻ (ακόμη και μεγαλύτερη από όση αναφέρεται στην ποιότητα 3), δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά ότι η χρησιμοποίησή του μειώνει σημαντικά την παραγωγή και μάλιστα τόσο περισσότερο μειώνεται η παραγωγή, όσο περισσότερο αυξάνει η συγκέντρωση των αλάτων.

Σχετικά με τη σκληρότητα του νερού, ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

Σκληρότητα ανθρακικού: $2.8 * \text{mmol HCO}_3^-$

Συνολική σκληρότητα: $5,6 * \text{mmol (Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$

Για να κριθεί η καταλληλότητα του νερού στις υδροπονικές καλλιέργειες αλλά και για να γίνει δυνατή η προσαρμογή των θρεπτικών διαλυμάτων στη συγκεκριμένη ποιότητα νερού, θα πρέπει να προσδιορισθούν πλην της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του PH και οι συγκεντρώσεις: Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄⁻, HCO₃⁻, Mn, Zn, B, Cu, Mo, καθώς και ο συνολικός Fe.

Από τον προσδιορισμό των προαναφερθέντων στοιχείων μπορούμε να δούμε την ιονική ισορροπία. Η συνολική ποσότητα των πρώτων 5 πρέπει να είναι περίπου ίδια με την ποσότητα των επόμενων 4.

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

Η επιθυμητή και ανεκτή συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στο νερό αναφέρεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 3. Επιθυμητή και ανεκτή συγκέντρωση στοιχείων στο νερό

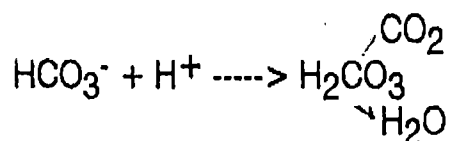
	Επιθυμητή συγκέντρωση	Ανεκτή συγκέντρωση αλλά με αρνητική επίδραση στην παραγωγή
Cl ⁻	< 50 mg/l	50 - 100 mg/l
Na ⁺	< 30 mg/l	30 - 60 mg/l
HCO ₃ ⁻	< 4,0 me/l	περισσότερο από 4,0 mg/l
Fe ⁺⁺	< 1,0 mg/l	λιγότερο από 1,0 mg/l
Mn	< 0,5 mg/l	" "
B	< 0,3 mg/l	" "
Zn ⁺⁺	< 0,5 mg/l	" "

Πηγή : Κομνάκος Ιωάννης, 2000

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

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

Η αντίδραση είναι :



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

Αναλύσεις νερού θα πρέπει να γίνονται πολλές φορές το χρόνο για να διαπιστωθεί αν οι συγκεντρώσεις είναι μεταβλητές.

ΠΑΡΟΧΗ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Στα συστήματα με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, το διάλυμα που τροφοδοτεί τα φυτά βρίσκεται σε μια δεξαμενή προστατευμένη στο εσωτερικό της από οξυάντοχο υλικό. Η χωρητικότητα της δεξαμενής είναι περίπου 2-3 m³ / στρέμμα. 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 στη δεξαμενή από άλλα δοχεία που βρίσκονται σε 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 επί πλέον φράσσουν τους σταλάκτες.

Τα Μητρικά διαλύματα τοποθετούνται συνήθως σε τρία δοχεία. Το πρώτο δοχείο (Α) περιέχει τα οξέα νιτρικό και φωσφορικό για τον έλεγχο του ΡΗ, το δεύτερο δοχείο (Β) περιέχει το νιτρικό ασβέστιο (και πιθανόν μια ποσότητα από κάποιο άλλο νιτρικό άλας καθώς και τα λιπάσματα ιχνοστοιχείων) 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 θειϊκά και φωσφορικά και καταστρέφει την επιθυμητή αναλογία του διαλύματος.

Η προσαγωγή των οξέων στη 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 δυο δοχεία για τα πυκνά διαλύματα, ένα (Α) για το νιτρικό ασβέστιο μέρος του νιτρικού οξέως και τα ιχνοστοιχεία και ένα (Β) για

όλα τα άλλα στοιχεία και τα οξέα. Η ποσότητα των οξέων που προστίθενται στα δοχεία υπολογίζεται βάσει της περιεκτικότητας του νερού σε δισανθρακικά. Στη περίπτωση αυτή δεν υπάρχει δεξαμενή ανακύκλωσης, η προσαγωγή των πυκνών διαλυμάτων γίνεται συνήθως με δύο δοσομετρικές αντλίες κατ' ευθείαν στο σύστημα άρδευσης.

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

Εικ. 7 Αντλία ανακύκλωσης θρεπτικού διαλύματος σε καλλιέργεια με το σύστημα της μεμβράνης του θρεπτικού διαλύματος (NFT)



Πηγή : Γεωργακόπουλος Γεώργιος, 2003

ΣΥΝΘΕΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Μεταβολή των απαιτήσεων στις διάφορες φάσεις του φυτού

Σχετικά με τη μεταβολή των απαιτήσεων των φυτών στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων της ανάπτυξής τους, πρέπει να σημειώσουμε ότι:

- Κατά το στάδιο της ανάπτυξης των νεαρών φυτών στο θρεπτικό διάλυμα δεν προστίθεται NH_4 γιατί δρα τοξικά στα νεαρά ριζίδια και περιορίζει το ρυθμό ανάπτυξης του ριζικού συστήματος. Αργότερα, όταν αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα, προστίθεται μικρή ποσότητα NH_4 για να σταθεροποιηθεί καλύτερα το ΡΗ 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.
- 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 φυτού.
Στα φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι, είκοσι ημέρες πριν τη συγκομιδή τους θα πρέπει να μην προστίθεται άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα, ώστε να μειωθεί σημαντικά η συγκέντρωση των νιτρικών στο φύλλωμα που είναι το εδώδιμο μέρος του φυτού, γιατί τα νιτρικά είναι επικίνδυνα για την υγεία του καταναλωτή.

Θρεπτικό διάλυμα στη ρίζα

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος στο ριζικό σύστημα δεν αντιστοιχεί πάντα με αυτή του βασικού διαλύματος. Θρεπτικά στοιχεία που απορροφώνται εύκολα από το ριζικό σύστημα μπορεί να εμφανίζονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις στο θρεπτικό διάλυμα γύρω από τη ρίζα, ενώ αυτά που απορροφώνται δύσκολα μπορεί να εμφανίζονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Στον πίνακα 4 δίδονται οι μέσες και οι οριακές τιμές (πέρα από τις οποίες απαιτείται διόρθωση) των στοιχείων στο ριζικό σύστημα της τομάτας.

Πίνακας 4: Επιθυμητές μέσες τιμές και οριακές τιμές των στοιχείων στο ριζικό σύστημα της τομάτας (ανάλυση διαλύματος πετροβάμβακα)

	Μονάδες	Μέση τιμή	Τιμές ορίων
EC	mS.cm ⁻¹	2.5	2.0 – 3.0
PH		5.5	5.0 – 6.0
NH ₄ ⁺	mmol.l ⁻¹	<0.5	
K ⁺	“	5.0	4.0 – 7.0
Na ⁺	“	<1.0	4.0
Ca ⁺⁺	“	5.0	4.0 – 7.0
Mg ⁺⁺	“	2.0	1.0 – 3.0
NO ₃	“	9.0	5.0 – 6.0
Cl ⁻	“	<1.0	4.0
SO ₄ ⁻	“	2.0	1.0 – 5.0
HCO ₃ ⁻	“	<1.0	1.0
P	“	1.0	0.5 – 1.5
Fe	μmol.l ⁻¹	15.0	7.0 – 20.0
Mn	“	7.0	3.0 – 15.0
Zn	“	5.0	3.0 – 10.0
B	“	40.0	20.0 – 70.0
Cu	“	0.6	0.3 – 1.0

Πηγή : Κοσμάτου Αγγελική, 2002

Διορθώσεις του διαλύματος

Όταν η ανάλυση του διαλύματος στην περιοχή του ριζοστρώματος δείξει ότι η συγκέντρωση των στοιχείων διαφέρει από την επιθυμητή (π.χ. αυτήν των ορίων που αναφέρεται στον πίνακα 3), τότε το διάλυμα το πρέπει να διορθώνεται ανάλογα. Συνήθως δεν συνιστάται η εφαρμογή διορθωμένων διαλυμάτων για πάνω από δυο εβδομάδες.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τομάτα

Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Ο πλέον συνηθισμένος τρόπος παραγωγής τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο στην Ευρώπη αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο είναι η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα. Γι' αυτό τον λόγο στη συνέχεια γίνεται μία πιο ειδική περιγραφή των χρησιμοποιούμενων υλικών και της τεχνικής της καλλιέργειας τομάτας σε υπόστρωμα πετροβάμβακα.

Οι πλάκες πετροβάμβακα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες τομάτας έχουν διαστάσεις 7,5 X 15 X 100 cm. Σύμφωνα με την πλέον συνηθισμένη τεχνική οι πλάκες είναι περιτυλιγμένες με πλαστικό κάλυμμα. Οι σπόροι κατά κανόνα σπέρνονται σε κύβους πετροβάμβακα διαστάσεων 6 X 7,5 X 7,5 cm.

Μεγαλύτεροι κύβους πετροβάμβακα για την παραγωγή σποροφύτων τομάτας (6,5 X 7 X 10 cm) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση που για λόγους εξοικονόμησης καυσίμων τα φυτά προβλέπεται να μείνουν για πολύ καιρό στο σπορείο. Πολλοί παραγωγοί αντί να αγοράζουν έτοιμους κύβους που κοστίζουν αρκετά ακριβά, προτιμούν να προμηθεύονται συνηθισμένες πλάκες καλλιέργειας, διαστάσεων 7,5 X 15 X 100 cm και αφού τις διαβρέξουν με θρεπτικό διάλυμα να τις χωρίζουν σε κύβους διαστάσεων 6 X 7,5 X 7,5 cm. Ο τεμαχισμός μιας πλάκας πετροβάμβακα με τις διαστάσεις που προαναφέρθηκαν δίνει συνολικά 34 κύβους.

Για την παραγωγή σποροφύτων αρκετών για την φύτευση ενός στρέμματος θερμοκηπίου απαιτούνται περίπου 12-15 gr σπόρου (πυκνότητα φύτευσης 2.700-2.800 φυτά ανά στρέμμα).

Πριν τη σπορά οι κύβους ποτίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Αμέσως μετά, στην πάνω επιφάνεια του κάθε κύβου ανοίγεται μία μικρή τρύπα βάθους περίπου 1-1,5 cm, μέσα στην οποία θα τοποθετηθεί ο σπόρος. Οι έτοιμοι κύβους είναι κατασκευασμένοι με τέτοιες τρύπες. Αφού τοποθετηθεί ο σπόρος μέσα στην τρύπα στην συνέχεια καλύπτεται με λίγο περλίτη ή με μικρά τεμαχίδια (νιφάδες) πετροβάμβακα. Αφού τελειώσει η σπορά, οι κύβους ποτίζονται ξανά με λίγο θρεπτικό διάλυμα στην περιοχή που τοποθετήθηκαν οι σπόροι. Στην συνέχεια οι κύβους τοποθετούνται ο ένας δίπλα

στον άλλον και παραμένουν στο σπορείο ή σε ειδικό χώρο προβλάστησης, σε θερμοκρασία 23-25°C μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι. Κάτω από αυτές ης συνθήκες το φύτευμα των σπόρων αναμένεται να ολοκληρωθεί μέσα σε 5-6 ημέρες. Μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι, οι κύβοι ποτίζονται τακτικά αλλά με πολύ μικρές ποσότητες θρεπτικού διαλύματος κάθε φορά. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μην χορηγούνται μεγάλες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος στους κύβους γιατί η υπερβολική υγρασία στην περιοχή που βρίσκεται ο σπόρος είναι εξίσου βλαπτική για το φύτευμα όσο και η ανεπάρκειά της. Η καλύτερη τακτική είναι η διατήρηση της υγρασίας των κύβων στην περιοχή που βρίσκεται ο σπόρος σε υψηλά επίπεδα αλλά όχι σε κατάσταση κορεσμού.

Μετά το φύτευμα η θερμοκρασία στο χώρο που βρίσκονται οι κύβοι μειώνεται στους 18-21°C την ημέρα και 16-18°C την νύχτα. Η λίπανση και το πότισμα των σποροφύτων συνεχίζεται καθημερινά με χορήγηση θρεπτικού διαλύματος. Η χορηγούμενη ποσότητα διαλύματος θα πρέπει κάθε φορά να είναι τόση, ώστε η υγρασία των κύβων να διατηρείται στα ίδια ή σε ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα από εκείνα που επικρατούσαν κατά την διάρκεια του φυτώματος.

Μόλις αρχίσουν να εμφανίζονται οι ρίζες των σποροφύτων στην κάτω επιφάνεια των κύβων, έχει φθάσει η ώρα της μεταφύτευσης. Συνήθως τα φυτά σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης φέρουν 5-7 πραγματικά φύλλα. Το θερμοκήπιο θα πρέπει να έχει προετοιμαστεί κατάλληλα και να είναι έτοιμο πριν αρχίσει η μεταφύτευση.

Πάνω στο πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου που καλύπτει το δάπεδο του θερμοκηπίου απλώνονται σε διπλές γραμμές, πλάκες (φελιζόλ) πάχους 2 cm και οριζοντίων διαστάσεων ίσων περίπου με αυτές των πλακών του πετροβάμβακα. Πάνω σε κάθε πλάκα διογκωμένης πολυστερίνης θα τοποθετηθεί στην συνέχεια μια πλάκα πετροβάμβακα με φυτά τομάτας.

Συνήθως οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών που σχηματίζουν οι πλάκες του πετροβάμβακα ανέρχονται σε 0,4-0,6 m μεταξύ των δύο γραμμών κάθε ζεύγους, ενώ οι διάδρομοι που αφήνονται μεταξύ κάθε ζεύγους γραμμών έχουν πλάτος 1-1,6 m.. Οι αποστάσεις αυτές μετρώνται από το κέντρο κάθε σειράς με πλάκες πετροβάμβακα μέχρι το κέντρο της άλλης. Πάνω σε κάθε γραμμή φύτευσης οι πλάκες της διογκωμένης πολυστερίνης και του πετροβάμβακα τοποθετούνται έτσι ώστε να αφήνουν ένα κενό μήκους 20 cm η μία από την άλλη.

Αφού οι πλάκες του πετροβάμβακα ποτισθούν και κορεσθούν με διάλυμα τοποθετούνται πάνω τους οι κύβοι με τα σπορόφυτα. Η απόσταση από φυτό σε φυτό

πάνω σε κάθε γραμμή φύτευσης ανέρχεται είτε σε 30 cm είτε σε 40 cm, ανάλογα με τον αριθμό των φυτών που θα τοποθετηθούν πάνω σε κάθε πλάκα πετροβάμβακα μήκους 1 m. Συνήθως τοποθετούνται 3 και σπανιότερα 4 κύβοι με ισάριθμα φυτά τομάτας ανά πλάκα πετροβάμβακα. Ο αριθμός των φυτών ανά πλάκα καθορίζει τον τρόπο υποστύλωσης που θα ακολουθηθεί. Όταν φυτεύονται 3 φυτά ανά υπόστρωμα ακολουθείται το κλαστικό σύστημα με ένα σύρμα υποστύλωσης πάνω από κάθε γραμμή φυτών. Όταν όμως τα φυτά είναι 4 ανά υπόστρωμα, συνήθως εφαρμόζεται το σύστημα V με δύο σύρματα πάνω από κάθε γραμμή φύτευσης και πρόσδεση των φυτών εναλλάξ, ένα στο δεξί και ένα στο αριστερό σύρμα. Οι προαναφερθείσες αποστάσεις φύτευσης δίνουν πυκνότητα 2.500 – 3.600 φυτών ανά στρέμμα.

Όσον αφορά την κατάλληλη θερμοκρασία ανάπτυξης των φυτών 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 *Pythium* και *Phytophthora*, την τροφοπενία 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.

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

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Το επιθυμητό ΡΗ του θρεπτικού διαλύματος για την τροφοδοσία υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας είναι 5.5 - 6.5. Όταν το ΡΗ υψωθεί πέρα από 6.5, η διαθεσιμότητα σε φώσφορο θα μειωθεί πολύ λόγω μείωσης της διαλυτότητας, δηλαδή αντί να βρίσκεται στη μορφή H₂PO₄⁻ μεταπίπτει στη μορφή HPO₄⁻. Σε ΡΗ 7 το 50% βρίσκεται σ' αυτή τη μορφή.

Κατά το στάδιο της ανάπτυξης των νεαρών φυτών στο θρεπτικό διάλυμα δεν προστίθεται NH₄ γιατί περιορίζει το ρυθμό ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Κατά την διάρκεια της καρποφορίας η σχέση καλίου προς άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα, επιδιώκουμε να διατηρείται περίπου 2 : 1.

Προς το τέλος της παραγωγικής ζωής καλά είναι να αυξάνεται λίγο η αναλογία του αζώτου σε σχέση με το κάλιο ώστε να βελτιωθεί η ζωνρότητα του φυτού.

Η βασική σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος για καλλιέργεια σε άλλα υποστρώματα ή NFT διαφέρει μόνο ως προς την συγκέντρωση του Μn που είναι διπλάσια και τη συγκέντρωση του Fe που είναι τετραπλάσια από αυτήν του πετροβάμβακα.

Εικ. 8 Καλλιέργεια τομάτας σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT). Τα κανάλια όπου ρέει το θρεπτικό διάλυμα έχουν κατασκευασθεί στο τσιμεντένιο πάτωμα



Πηγή : Κοσμάτου Αγγελική

Υπολογισμός θρεπτικού διαλύματος

Ο υπολογισμός των θρεπτικών διαλυμάτων μπορεί να χωρισθεί σε δυο μέρη, το πρώτο μέρος αφορά στον υπολογισμό των μακροστοιχείων όπου με την προσθήκη μιας ποσότητας λιπάσματος θα πρέπει να υπολογισθούν οι μεταβολές δυο ή περισσότερων θρεπτικών στοιχείων, π.χ. η προσθήκη KNO_3 στο διάλυμα για την αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου έχει ως συνέπεια και την ταυτόχρονη μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών. Το δεύτερο μέρος των υπολογισμών αφορά τα ιχνοστοιχεία. Σ' αυτήν την περίπτωση οι υπολογισμοί είναι πολύ απλούστεροι, γιατί το κάθε άλας με το οποίο γίνεται η προσθήκη ιχνοστοιχείων περιέχει άλλα ιχνοστοιχεία σε ασήμαντη μόνο ποσότητα.

Ποικιλίες

Επειδή υπάρχει μεγάλος διαθέσιμος αριθμός καλλιεργούμενων ποικιλιών και υβριδίων στην αγορά ο παραγωγός θα πρέπει να συμβουλευτεί κάποιον ειδικό για την επιλογή της ποικιλίας που αρμόζει στις συνθήκες της περιοχής του και προτιμάται από τους καταναλωτές. Μερικές γνωστές ποικιλίες είναι οι : Money Maker, Estrella, Angela, Diego, Flora Dade, Sonatine κ.α.

Καλλιεργητικές περιποιήσεις

Η ανάπτυξη των φυτών στο θερμοκήπιο που κρέμονται από την οροφή του θερμοκηπίου απαιτούν συνεχή αφαίρεση των πλευρικών βλαστών, τύλιγμα του φυτού στον σπάγκο στήριξης και χαμήλωμα και γύρισμα των φυτών ώστε το επάκριο μερίστωμα να μην υπερβαίνει σε ύψος το σύρμα στήριξης του σπάγκου.

Πριν το χαμήλωμα των φυτών γίνεται αφαίρεση των χαμηλών φύλλων, έτσι ώστε το φυτό να διατηρεί φύλλα σε μήκος 1-2 m ή μέχρι την ταξικαρπία που πρόκειται να συλλεχθεί. Έτσι διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου και αποφεύγεται η ανάπτυξη ασθενειών, επίσης διευκολύνεται και η συλλογή των καρπών.

Η γονιμοποίηση των ανθέων είναι ουσιώδους σημασίας για το μέγεθος της παραγωγής αλλά και για την ποιότητα των καρπών.

Την περίοδο του χειμώνα και όταν η ένταση του φωτός είναι μικρή, είναι απαραίτητο να γίνεται προσεκτική δόνηση των ανθοταξιών με ηλεκτρικό δονητή τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα. Την περίοδο αυτή όταν εμφανιστούν ηλιόλουστες ημέρες, γίνεται δόνηση επιπλέον από τις προγραμματισμένες.

Την περίοδο που το φως είναι επαρκές, αραιώνουν οι δονήσεις.

Η χρησιμοποίηση εντόμων, όπως οι Bumble Bees για γονιμοποίηση δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα στα θερμαινόμενα θερμοκήπια και το χειμώνα και μετά.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η ανάλυση της καλλιέργειας της τομάτας σε θερμοκήπιο στο έδαφος, θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε σε ποιους τομείς τελικά πλεονεκτεί και σε ποιους μειονεκτεί η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας. Η σύγκριση των δυο διαφορετικών μεθόδων καλλιέργειας θα μας οδηγήσει στα τελικά συμπεράσματα.

Προϋποθέσεις καλλιέργειας

Μέσα στο θερμοκήπιο, που είναι χώρος απομονωμένος από το εξωτερικό περιβάλλον τα φυτά αναπτύσσονται και παράγουν σε ένα ειδικό και κατ'εξοχήν τεχνητό περιβάλλον με συνθήκες τελείως διαφορετικές από εκείνες της υπαίθρου. Γι αυτό στις καλλιέργειες σε θερμοκήπιο χρειάζονται ειδικές προϋποθέσεις και τακτική.

Οι παράγοντες μέσα στο θερμοκήπιο που ρυθμίζουν και καθορίζουν την ανάπτυξη του φυτού, την παραγωγή και την ποιότητα των προϊόντων, είναι πολλοί. Επιδρούν στο φυτό ο κάθε ένας χωριστά, αλλά και συνδυασμένα μεταξύ τους, ενώ οι απαιτήσεις του φυτού αλλάζουν συνεχώς, ανάλογα με την ηλικία του και τις συνθήκες που επικρατούν. Το αποτέλεσμα της καλλιέργειας εξαρτάται από την επίδραση όλων των παραγόντων και προπαντός από εκείνον, που μειονεκτεί, έστω και αν όλοι οι άλλοι βρίσκονται σε άριστα επίπεδα. Για το λόγο αυτό οι διάφοροι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη και στην παραγωγή του φυτού, πρέπει να βρίσκονται σε επίπεδα, αν όχι άριστα, τουλάχιστον ανεκτά για το φυτό.

Στο χώρο του θερμοκηπίου οι συνθήκες που επικρατούν δημιουργούνται, αποκλειστικά σχεδόν, από το ίδιο το θερμοκήπιο, που θα πρέπει να ανταποκρίνεται στην αποστολή του, γιατί επηρεάζει και διαφοροποιεί τους διάφορους παράγοντες και από την παρέμβαση του καλλιεργητή, σε αντίθεση με την ύπαιθρο που η παρέμβαση αυτή είναι ελάχιστη. Για το λόγο αυτό η επιτυχία των καλλιεργειών σε θερμοκήπιο εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από την ικανότητα του καλλιεργητή να διατηρεί, με τα μέσα που διαθέτει, τους διάφορους παράγοντες στο επίπεδο που απαιτούν τα φυτά, και να προσαρμόζει τους χειρισμούς του στο επίπεδο των παραγόντων που επικρατούν.

Μεγάλη παραγωγή, καλή ποιότητα προϊόντος και συμφέρον οικονομικό αποτέλεσμα στις κήπευτικές καλλιέργειες σε θερμοκήπιο, προϋποθέτουν σωστό προγραμματισμό και διαχείριση, σχολαστικότητα στους χειρισμούς, ειδικές γνώσεις, πείρα, συνεχή ενημέρωση κ.α.

Δεν είναι δυνατόν να πετύχουν οι καλλιέργειες αυτές που συνεχώς χρειάζονται την παρουσία και την παρέμβαση του καλλιεργητή, όταν αυτός δεν γνωρίζει, τουλάχιστον, τα στοιχειώδη σε κάθε φάση της παραγωγικής διαδικασίας.

Τέλος, το θερμοκήπιο είναι σημαντική και πολυέξοδη επιχείρηση. Πρέπει θερμοκήπιο και επιχείρηση, να έχουν σχεδιαστεί και μελετηθεί καλά από την αρχή, γιατί είναι βέβαιο πως κακομελετημένο θερμοκήπιο και επιχείρηση και αδέξιοι χειρισμοί έχουν σαν αποτέλεσμα την χειροτέρευση των παραγόντων σε τέτοιο βαθμό, ώστε ευνοϊκές περιοχές να χάνουν το φυσικό πλεονέκτημα του καλού κλίματος και να υστερούν από απόψεως παραγωγής, ποιότητας και δαπανών καλλιέργειας άλλων περιοχών, λιγότερο ευνοϊκών. Τυχόν βελτιώσεις στο θερμοκήπιο, μετά την εγκατάστασή του, θα είναι δύσκολες, δαπανηρές, επικίνδυνες ή αδύνατες. Γενικά το θερμοκήπιο πρέπει να ανταποκρίνεται στην αποστολή του, αξιοποιώντας καλύτερα όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια και δημιουργώντας τους τα λιγότερα προβλήματα. Να δέχεται χειρισμούς και μέσα για την αντιμετώπιση δυσμενών παραγόντων, να επιτρέπει άνετη και σωστή εργασία σε ανθρώπους και μηχανήματα και να είναι οικονομικό.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Βελτίωση Εδάφους

Οι καλλιέργειες μέσα σε θερμοκήπιο χαρακτηρίζονται από μεγάλη παραγωγή και δυσαναλογία μεταξύ φυλλώματος και ριζικού συστήματος, με πολύ μεγαλύτερο το πρώτο. Το ριζικό σύστημα για να ανταποκριθεί στις μεγάλες ανάγκες της παραγωγής και του φυλλώματος, είναι υποχρεωμένο να εργάζεται εντατικά και να καταναλώνει μεγάλη ενέργεια συνεχώς και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Γι αυτό, οι περισσότερες καλλιεργητικές φροντίδες και

προπαντός η βελτίωση του εδάφους στοχεύουν στο να διευκολύνουν την ανάπτυξη και την καλή λειτουργία του ριζικού συστήματος.

Το έδαφος στο θερμοκήπιο δεν επωφελείται πλήρως από την ευεργετική επίδραση των καιρικών φαινομένων, λόγω απομόνωσής του από το εξωτερικό περιβάλλον. Εξάλλου, η συνεχής, εντατική και πολλές φορές κατά ανορθόδοξο τρόπο εκμετάλλευσή του, είναι ικανά να καταστρέφουν ακόμα και ένα καλό έδαφος. Εάν δεν παίρνονται έγκαιρα και συνεχώς μέτρα για τη βελτίωσή του και την επαναφορά του στη φυσιολογική γόνιμη κατάσταση, το έδαφος υποβαθμίζεται ή και καταστρέφεται καθιστάμενο ακατάλληλο για καλλιέργεια.

Η βελτίωση του εδάφους και η διατήρηση της γονιμότητάς του επιτυγχάνεται με διάφορα υλικά. Από αυτά επιλέγονται κατά περίπτωση τα πιο αποτελεσματικά και οικονομικά,

Η εργασία αυτή έχει μεγάλη σημασία, τόσο για τα ελαφρά (αμμώδη), όσο και για τα βαριά (αργιλώδη) εδάφη, για διαφορετικούς όμως λόγους στο καθένα και δεν γίνεται μόνο μια φορά, αλλά επαναλαμβάνεται συνεχώς και σε τακτά χρονικά διαστήματα, άλλοτε πιο συχνά (κοπριά) και άλλοτε πιο αραιά (χαλίκι).

Από τα υλικά αυτά θα αναφερθούν τα σπουδαιότερα, που παρουσιάζουν μεγαλύτερο πρακτικό και οικονομικό ενδιαφέρον.

Α. Κοπριά. Βελτιώνει την υφή του εδάφους, το εμπλουτίζει με θρεπτικά στοιχεία και διευκολύνει την απορρόφησή τους από το φυτό, το εφοδιάζει με χρήσιμους μικροοργανισμούς και το κάνει κατά το δυνατόν ομοιόμορφο σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου.

Β. Αχυρο. Προστίθεται στο έδαφος σαν τεχνητή οργανική ουσία, αφού πρώτα υποστεί την κατάλληλη ζύμωση και προεργασία σε χώρο έξω από το θερμοκήπιο.

Γ. Χαλίκι. Πρέπει να είναι ψιλοκομμένο (γαρμπίλι) και να μην περιέχει καθόλου σκόνη. Η παρουσία σκόνης είναι δυνατόν να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα να μην περιέχει αλάτια, ούτε ασβέστιο εκτός αν το έδαφος το έχει ανάγκη. Προστίθεται και με σκαπτικό κατά λωρίδες σε γραμμές φύτευσης σε ποσότητα 40 – 60 κιλά κάθε 1 μ. Γραμμής ή σε όλη την επιφάνεια του εδάφους σε ποσότητα 80 – 100 τον. / στρ. (Πηγή : Κίττας Κων/νος, 2003)

Δ. Χονδρή άμμος. Η χρήση της είναι παρόμοια με αυτή του χαλικιού. Όταν προστίθεται σε μικροποσότητες και προπαντός όταν είναι ψιλή, μπορεί να χειροτερεύσει αντί να βελτιώσει τα βαριά εδάφη.

Στ. Χλωρή λίπανση. Όπου για διάφορους λόγους δεν μπορεί να βελτιωθεί το έδαφος με τα άλλα υλικά, η χλωρή λίπανση προσφέρεται πολύ καλά για το σκοπό αυτό. Ακόμα άριστα αποτελέσματα δίνει και σε ήδη βελτιωμένα εδάφη σαν συνήθης καλλιεργητική φροντίδα. Είναι εργασία εύκολη, λιγοδάπανη, πολύ χρήσιμη στο θερμοκήπιο και επιβάλλεται να γίνεται κάθε χρόνο.

Τα φυτά, που χρησιμοποιούνται είναι: σόργο, βίκος, κουκιά κ.α.

ζ. Αντικατάσταση εδάφους. Μερική ή ολική αντικατάσταση του εδάφους και προσθήκη νέου, όπως προηγούμενα αναφέρθηκε εφ' όσον παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα.

Στράγγιση εδάφους

Είναι γνωστό πως στο έδαφος πρέπει να υπάρχει σωστή και σταθερή αναλογία μεταξύ στερεής, υγρής και αερίου φάσης. Η διατάραξη της αναλογίας αυτής είναι επιζήμια στο ριζικό σύστημα.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται στο φυτό από την πολλή υγρασία εδάφους είναι πολλά, σοβαρά, μέχρι και καταστροφικά.

Κρίσιμο σημείο και απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της θερμοκηπιακής καλλιέργειας είναι η καλή στράγγιση και ο καλός αερισμός του εδάφους.

Δεν μπορεί να θεωρηθεί σωστή θερμοκηπιακή εκμετάλλευση και μάλιστα προηγμένη, χωρίς σύστημα αποστράγγισης, αφού χωρίς αυτό είναι αδύνατο να εφαρμοστεί σύγχρονη καλλιεργητική τεχνική.

Σε εδάφη που δεν στραγγίζουν καλά, αναπτύσσεται φτωχό ριζικό σύστημα και επικρατούν συνθήκες που εμποδίζουν την ανάπτυξη και τη λειτουργία του. Δεν επιτρέπουν την καλή κυκλοφορία του αέρα, είναι κατά κανόνα κρύα, ζεσταίνονται δύσκολα και με μεγάλη οικονομική επιβάρυνση. Ευνοούν την ανάπτυξη και διάδοση ασθενειών, δεν διευκολύνουν την απόπλυση,

που πρέπει να γίνεται στο τέλος κάθε καλλιέργειας, ή έκτακτα όταν χρειαστεί σε περίπτωση αλάτωσής τους από τα πολλά λιπάσματα. Το τελευταίο έχει ιδιαίτερη σημασία και συμβαίνει συχνά στα θερμοκήπια μας, από κακή εκτίμηση των αναγκών του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία ή άλλους λόγους, με αποτέλεσμα να ζημιώνεται η παραγωγή ποσοτικά και ποιοτικά.

Για να αντιμετωπιστούν τα μειονεκτήματα αυτά είναι τελείως απαραίτητο πριν από την εγκατάσταση του θερμοκηπίου ή στην ανάγκη και μετά από αυτή να γίνει στραγγιστικό δίκτυο στο έδαφος. Θερμοκήπιο χωρίς στραγγιστικό δίκτυο, ιδίως στα βαριά εδάφη, θεωρείται αποτυχημένο.

Αυτό γίνεται, για τις συνηθισμένες κηπευτικές καλλιέργειες, σε βάθος 60-70 εκ. Με πέτρες ή πλαστικούς διάτρητους σωλήνες. Ο πρώτος τρόπος είναι ίσως ο καλύτερος, αλλά για πολλές περιοχές ο πιο ακριβός.

A. Στραγγιστικό δίκτυο με πέτρες. Γίνεται σε παράλληλες γραμμές κατά μήκος του θερμοκηπίου ή καλύτερα σε σχήμα ψαροκόκκαλου.

B. Στραγγιστικό δίκτυο με πλαστικούς διάτρητους σωλήνες

Γίνεται σε σχήμα ψαροκόκκαλου ή καλύτερα σε παράλληλες γραμμές κατά μήκος του θερμοκηπίου.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Προετοιμασία του εδάφους

Το έδαφος για να είναι έτοιμο να δεχτεί το φυτό πρέπει να προετοιμαστεί έγκαιρα και κατάλληλα.

Οι κυριότερες εργασίες, που θα γίνουν στο έδαφος πριν από τη φύτευση είναι κατά διαδοχική σειρά απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, κατεργασία με ενσωμάτωση οργανικής ουσίας, απολύμανση, απόπλυση, βασική λίπανση, χάραξη γραμμών φύτευσης.

1. Απομάκρυνση υπολειμμάτων

Η προσεκτική απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, που τελειώσει, (ριζών, στελεχών και φύλλων) έξω από θερμοκήπιο και η καταστροφή τους στη φωτιά, είναι εργασία επιβεβλημένη για να απομακρυνθούν οι εστίες μόλυνσης, να διευκολυνθεί η κατεργασία του εδάφους και να γίνει πιο σωστή και εγγυημένη απολύμανσή του.

Με την απομάκρυνση των υπολειμμάτων γίνεται και προσεκτικός έλεγχος της υγιεινής κατάστασης του ριζικού συστήματος των φυτών, που απομακρύνονται. Θεωρείται εργασία απαραίτητη, γιατί από την ύπαρξη ή μη προσβολής του από εχθρούς και ασθένειες και το μέγεθος της προσβολής θα εξαρτηθεί η αναγκαιότητα, ο τρόπος και τα μέσα απολύμανσης του εδάφους του θερμοκηπίου.

2. Κατεργασία εδάφους

Το έδαφος στο τέλος της κάθε καλλιέργειας θα είναι πατημένο πετσιασμένο κ.λπ. και χρειάζεται να αφρατοποιηθεί, να ψιλοχωματιστεί και να αεριστεί πριν ξανακαλλιεργηθεί. Ένα όργωμα μετά την απομάκρυνση της καλλιέργειας και πιθανότατα ένα άλλο αργότερα και δύο φρεζαρίσματα πριν από την απολύμανση, θεωρούνται απαραίτητα. Ένα ελαφρό πότισμα πριν από το τελευταίο φρεζάρισμα, - λίγες μέρες πριν από την απολύμανση επιβάλλεται, για να φυτρώσουν οι σπόροι των ζιζανίων ώστε να είναι πιο ευαίσθητοι στην απολύμανση και να αποκτήσει κανονική υγρασία (ρώγος) το έδαφος για την επιτυχία της απολύμανσης. Στο τελευταίο φρεζάρισμα πριν το πότισμα, προστίθενται 5-10 τόν. Καλά χωνεμένης κοπριάς.

3. Απολύμανση εδάφους και υλικών θερμοκηπίου

Τα μέσα και ο τρόπος απολύμανσης του εδάφους θα εξαρτηθούν από τις ασθένειες, που πρόκειται να αντιμετωπιστούν, την έκταση και τη σοβαρότητά τους. Μόνο όταν αποδεδειγμένα υπάρξει προσβολή από *Pyrenochaeta Lycopersici* (πυρηνοχαίτη) ή άλλες σοβαρές ασθένειες (π.χ. ανδρομυκώσεις) και για ποικιλίες ευπαθείς σ' αυτές, θα γίνονται πιο συχνές

απολυμάνσεις. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις πρέπει να αντιμετωπίζεται η συγκεκριμένη ασθένεια, στην οποία παρουσιάζει ευαισθησία η ποικιλία προληπτικά ή θεραπευτικά με τα ειδικά σε κάθε περίπτωση φάρμακα.

Τρόποι απολύμανσης του εδάφους :

Ηλιοαπολύμανση

- Το έδαφος πρέπει να προετοιμαστεί καλά. να είναι ισοπεδωμένο, ψιλοχωματισμένο και με αρκετή υγρασία. Να είναι, όπως συνήθως λέμε, στο «ράγο» του. Όσο περισσότερο υγρό είναι το έδαφος τόσο καλύτερα τα αποτελέσματα της ηλιοαπολύμανσης. Γι' αυτό συνιστάται καλό πότισμα πριν την κάλυψη του εδάφους με το πλαστικό. Αν το έδαφος ποτίζεται με «στάγδην» συστήματα, καλό είναι οι σταλακτήφοροι σωλήνες να παραμείνουν κάτω από το πλαστικό και να γίνονται ποτίσματα σε τακτά διαστήματα, κάθε 1-1,5 εβδομάδα.

- Για την κάλυψη του εδάφους χρησιμοποιείται διαφανές πολυαιθυλένιο πάχους 0,025-0,75 mm για τα θερμοκήπια και 0,10-0,125 mm για τις υπαίθριες καλλιέργειες. Το κλείσιμο του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της μεθόδου δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Το πλαστικό ή τα τζάμια της οροφής του θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι καθαρά. Το πλαστικό κάλυψης του εδάφους πρέπει να εφάπτεται σχεδόν της επιφάνειας του εδάφους. Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία διακένων μεταξύ του πλαστικού και του εδάφους γιατί λειτουργεί ανασχετικά στη μεταφορά θερμότητας στο έδαφος. Τα πλαστικά πρέπει να παραχώνονται περιφερειακά με ένα αυλάκι βάθους 15-20 cm. Οποιαδήποτε τρύπα στο πλαστικό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

- Η διάρκεια κάλυψης του εδάφους πρέπει να είναι τουλάχιστον για 4 εβδομάδες, όσο περισσότερο τόσο καλύτερα. Στις ελληνικές συνθήκες κάλυψη του εδάφους το καλοκαίρι για 4-8 εβδομάδες ελέγχει ικανοποιητικά τα παθογόνα, τα ζιζάνια και πολλούς νηματώδεις στα αβαθή εδάφη. Τα πλαστικά, ανάλογα με την καλλιέργεια, μπορεί να παραμείνουν στο έδαφος και να ανοιχτούν τρύπες για τη μεταφύτευση. Αν είναι καθαρά μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Αν έχουν αχρηστευτεί θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να παραδίνονται για ανακύκλωση. Δεν πρέπει να πετιούνται

γιατί αποτελούν μακροχρόνιο ρυπαντή του περιβάλλοντος. Ούτε να καίγονται, γιατί με την καύση τους εκλύονται ουσίες που μολύνουν το περιβάλλον.

Άλλα χημικά απολυμαντικά

Σκευάσματα που διατίθενται για το σκοπό αυτό είναι κυρίως:

- το metham sodium (Βαπάμ κ.ά.),
- το dazomet (Μπαζαμίντ κ.ά.) και
- τα υποκαπνιστικά νημάτωδοκτόνα (Τελόν, Κόντορ κ.ά).

Μετά την απολύμανση γίνονται δυο – τρία φρεζαρίσματα για να απομακρυνθούν τα υπολείμματα του φαρμάκου και αποπλένεται το έδαφος με άφθονο νερό.

4. Απόπλυση εδάφους

Με την απόπλυση απομακρύνονται από το θερμοκήπιο τα υπολείμματα των φαρμάκων της απολύμανσης και τυχόν άλατα, που συσσωρεύτηκαν στο έδαφος με τις λιπάνσεις κατά τη διάρκεια της προηγούμενης καλλιέργειας και εφοδιάζεται το υπέδαφος με νερό που θα χρησιμεύσει στην επόμενη καλλιέργεια. Για να αποδώσει η απόπλυση πρέπει να υπάρχει στραγγιστικό δίκτυο, ο υδροφόρος ορίζοντας να είναι χαμηλά και το νερό να είναι καλής ποιότητας.

Απόπλυση γίνεται με στάγδην άρδευση, τεχνητή βροχή ή κατάκλιση. Προτιμούνται οι δύο πρώτες μέθοδοι, γιατί επιτρέπουν πιο ομοιόμορφη διείσδυση του νερού στο έδαφος, προκαλούν λιγότερη ζημιά στη δομή του, στεγνώνει το έδαφος γρηγορότερα και δεν καθυστερούν οι υπόλοιπες εργασίες.

Η ποσότητα νερού που χρειάζεται για την απόπλυση, εξαρτάται κυρίως από τη φύση του εδάφους (αμμώδες, αργιλώδες κ.λ.π.) και την αλατότητά του. Κατά τη διάρκειά της μετρίεται η ηλεκτραγωγιμότητα του εδάφους και όταν αυτή φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα, διακόπτεται η παροχή νερού. Ποσότητες

νερού 150-250 μ³ κατά στρέμμα ανάλογα με το έδαφος θεωρούνται συνήθως επαρκείς για μια καλή απόπλυση. Ο πιο σωστός τρόπος απόπλυσης είναι η εφαρμογή στην αρχή δύο ποτισμάτων με 28-30 μ³ νερού το καθένα σε διάστημα 5-6 ωρών μεταξύ τους και μετά από 24 ώρες η χορήγηση των 150-250 μ³. (Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996)

5. Πότισμα

Το πότισμα μαζί με τη λίπανση είναι από τις σπουδαιότερες καλλιεργητικές φροντίδες και όποιος γνωρίζει να ποτίζει και να λιπαίνει σωστά, έχει κατά μεγάλο βαθμό εξασφαλισμένη την επιτυχία της καλλιέργειας.

Πολλά και σοβαρά προβλήματα σήμερα στις καλλιέργειες σε θερμοκήπιο οφείλονται στην κακή χρήση του νερού ποτίσματος και των λιπασμάτων, ιδιαίτερα όταν αυτά γίνονται με στάγδην άρδευση.

Το πότισμα είναι εργασία, που χρειάζεται εμπειρία και ικανότητα σωστής καθημερινής εκτίμησης των αναγκών του φυτού σε νερό.

Λιγότερο ή περισσότερο νερό απ' ότι χρειάζεται, για μεγάλο χρονικό διάστημα, προκαλεί τεράστιες ζημιές. Πιο ευαίσθητα είναι τα φυτά, που έχουν συνηθίσει σε κανονικό διαιτολόγιο νερού.

Εικ. 11 Έλλειψη νερού φυτών τομάτας



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

Έλλειψη ή περίσσεια νερού, ή οποιαδήποτε διαταραχή του ισοζυγίου του μεταξύ των διαφόρων μερών του φυτού και μεταξύ αυτού και του

περιβάλλοντος προκαλεί μεταβολές στη δομή μεμονωμένων οργάνων ή ολοκλήρου του φυτού. Αυτό σαν ζωντανός οργανισμός στην προσπάθειά του να αμυνθεί μειώνει ή διαφοροποιεί ορισμένες λειτουργίες του που αν διαρκέσουν για πολύ, το εκτρέπουν από τη φυσιολογική πορεία ανάπτυξης και παραγωγής. Η ταχύτητα και το μέγεθος της εκτροπής εξαρτώνται από τη φυλλική του επιφάνεια, την ποσότητα της παραγωγής, τις συνθήκες περιβάλλοντος και το έδαφος του θερμοκηπίου, την ταχύτητα και κατεύθυνση των ανέμων κ.α.

Οι ανάγκες του φυτού σε νερό δεν είναι πάντα οι ίδιες. Αυξάνουν με την ένταση του φωτός, τη θερμοκρασία, την ταχύτητα και την ξηρασία του αέρα, τη φυλλική επιφάνεια του φυτού, την ηλικία του, τον όγκο της παραγωγής, το στάδιο ωρίμανσής της κλπ.

Η ποσότητα νερού, που προσλαμβάνεται από τις ρίζες, δεν εξαρτάται μόνο από τη διαθέσιμη ποσότητα στο έδαφος. Εξαρτάται και από το ίδιο το έδαφος, την θερμοκρασία του, τον αερισμό του, την αλατότητά του, την ανάπτυξη των ριζών, την υγιεινή κατάσταση του φυτού κ.α. Με έδαφος κρύο, αλατωμένο συνήθως από τα πολλά λιπάσματα ή ασφυκτικό, με λίγο αναπτυγμένο ή άρρωστο ριζικό σύστημα και φύλλωμα των φυτών, με κακή τροφοδοσία νερού από εσφαλμένη διάταξη των γραμμών ποτίσματος κλπ., δεν γίνεται κανονικός εφοδιασμός του φυτού με νερό, ακόμα και αν του χορηγήθηκε σε επαρκείς ποσότητες.

Η τομάτα έχει ανάγκη συνεχώς κανονικής και σταθερής υγρασίας στο έδαφος. Αυτή περιορίζει στις κανονικές διαστάσεις την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας και διευκολύνει την παραγωγή πλούσιου και υγιούς ριζικού συστήματος. Επικίνδυνα είναι τα ακανόνιστα και απρόσεκτα ποτίσματα, που είναι δυνατόν να εξαφανίσουν τα πλεονεκτήματα μιας επιμελημένης προετοιμασίας του εδάφους πριν από τη φύτευση.

Πολύ ή λίγο νερό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε κάθε λειτουργία του φυτού. Με λίγο νερό μειώνεται ή σταματά ο πολλαπλασιασμός και η διόγκωση των κυττάρων, που μένουν μικρά και με παχιά τοιχώματα. Το φυτό επιβραδύνει ή σταματά τη βλάστηση. Με πολύ νερό παρατηρούνται: Γίγαντισμός και υπερβλάστηση του φυτού με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα. Υπερβολική υδαρότητα και λίγοι στερεωτικοί ιστοί (βλαστός μαλακός). Σκάσιμο καρπών και βλαστών, προπαντός μετά από χαμηλή υγρασία. φως.

Το πολύ νερό δημιουργεί κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους και το περιβάλλον στο χώρο του ριζικού συστήματος δεν αερίζεται καλά. Προκαλεί βλάβη στις ρίζες και στο λαιμό του φυτού προπαντός, όταν έρχεται σε επαφή με αυτόν και μάλιστα όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία. Αυξάνει την υγρασία στο θερμοκήπιο, μειώνει τη θερμοκρασία στο έδαφος και δημιουργεί συνθήκες ευνοϊκές για την ανάπτυξη και μετάδοση των ασθενειών. Πριν αρχίσουν τα κανονικά ποτίσματα, είναι απαραίτητο να εξεταστεί με προσοχή η υγρασία στην επιφάνεια και τα κατώτερα στρώματα του εδάφους. Η εμφάνιση και μόνο του φυτού συχνά παραπλανά ή δεν δίνει σαφείς ενδείξεις για τις πραγματικές απαιτήσεις του.

Εικ. 12 Βλάβη λαιμού και ριζών φυτών τομάτας από υπερβολική άρδευση



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

Σε παρατεταμένη διάρκεια ανώμαλης υγρασίας εδάφους εμφανίζονται και άλλα συμπτώματα στη ρίζα, στο φυτό, στα άνθη, στους καρπούς, πολλά από τα οποία οφείλονται και σε άλλα αίτια και γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στη διάγνωση. Ιδιαίτερα επιβλαβής είναι η περίσσεια νερού στις ρίζες, που μπορεί να προκαλέσει μικρή ή μεγάλη ζημιά ή και καταστροφή από ασφυξία, σάπισμα κλπ.

Ιδιαίτερη προσοχή στο πότισμα χρειάζεται σε εδάφη που παρουσιάζουν προβλήματα, που δεν δέχτηκαν στο παρελθόν σωστές καλλιεργητικές φροντίδες, που δεν στραγγίζουν καλά. Με περισσότερο ή λιγότερο νερό, από αυτό που χρειάζεται εύκολα μπορούν να μεταφερθούν άλατα στη ριζόσφαιρα από τα

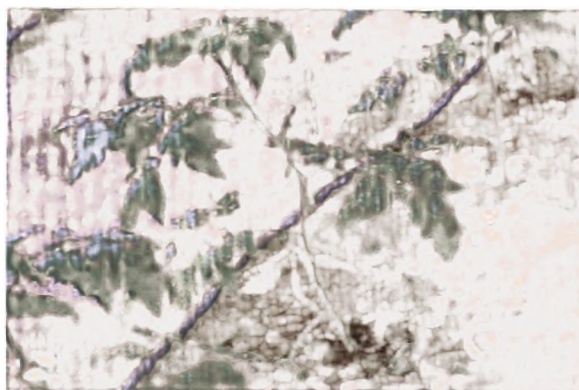
βαθύτερα ή τα επιφανειακά στρώματα και να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα.

Συμπτώματα ανεπάρκειας μπορεί να παρουσιάσει το φυτό όταν το νερό χορηγείται κοντά στο στέλεχος και όχι εκεί που βρίσκεται το μεγάλο μέρος των ριζιδίων. Σε πολλές περιπτώσεις το νερό, αντί να απλώσει και να καλύψει μεγάλη επιφάνεια εδάφους γύρω από το σταλακτήρα, πηγαίνει προς τα κάτω και μαζεύεται σε μεγάλες ποσότητες σε βάθος, κάτω από το σταλακτήρα.

Για να προληφθούν τέτοιες ανεπιθύμητες καταστάσεις, εκτός των άλλων μέτρων, που σε προηγούμενα κεφάλαια αναφέρθηκαν, όπως π.χ. κατάλληλο έδαφος και νερό, καλή αποστράγγιση και επιβάλλονται και τα παρακάτω πρακτικά μέτρα.

- Οι γραμμές ποτίσματος να είναι τοποθετημένες στο χώρο μεταξύ των δύο γραμμών φύτευσης. Ο χώρος αυτός θα παραμένει αποκλειστικά στη διάθεση του ριζικού συστήματος και όλες οι εργασίες θα γίνονται από τους διαδρόμους αριστερά και δεξιά της διπλογραμμής.
- Οι γραμμές ποτίσματος να μη βρίσκονται συνεχώς κοντά στο στέλεχος του φυτού, αλλά να απομακρύνονται από αυτό και να μετατοπίζονται σταδιακά στο εσωτερικό των δύο γραμμών, ακολουθώντας την ανάπτυξη των ριζών, μέχρι να οριστικοποιηθούν στα 10 – 15 εκ. Μακριά από το στέλεχος του φυτού. Χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή στο σημείο αυτό, γιατί απότομη μετατόπιση των γραμμών ποτίσματος και στέγνωμα του εδάφους, στο σημείο που πριν έσταζαν οι σταλακτήρες, θα δημιουργήσει πολύ σοβαρά προβλήματα στο φυτό.

Εικ. 13 Πότισμα μακριά από το λαιμό του φυτού



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

- Οι σταλακτήρες να βρίσκονται σε τέτοια απόσταση μεταξύ τους, ώστε οι κύκλοι υγρασίας που σχηματίζονται με το πότισμα να εφάπτονται ελαφρά.
- Να γίνεται συχνά έλεγχος της υγρασίας εδάφους σε βάθος κάτω από το σταλακτήρα. Εάν το νερό δεν απλώνει καλά και συγκεντρώνεται στα βαθύτερα στρώματα, να απομακρύνονται οι μεγάλοι σβώλοι χώματος από το έδαφος, να αυξάνεται η παροχή νερού και να αραιώνονται τα ποτίσματα, να μετατοπίζονται οι σταλακτήρες σε διαφορετική θέση και εάν χρειαστεί να πυκνώσουν οι σταλακτήρες. Προπαντός χρειάζεται μετάπλαση και καλή κατεργασία του εδάφους.
- Να χορηγούνται οι απαραίτητες ποσότητες νερού και μόνο όταν χρειαστεί (π.χ. αυξημένη αλατότητα στο έδαφος) να χορηγούνται μεγαλύτερες και ανάλογες πάντα με το αίτιο, που πρόκειται να αντιμετωπιστεί. Σε περιπτώσεις παροδικών αυξημένων αναγκών του φυτού, λόγω κυρίως υψηλών θερμοκρασιών, μπορεί να χορηγείται άφθονο νερό στους διαδρόμους με λάστιχο, για να μην αυξάνεται υπερβολικά η ποσότητα, που χορηγείται με το σταλακτήρα στο ίδιο σημείο.

6. Βασική λίπανση

Η βασική λίπανση αποβλέπει στον εφοδιασμό του εδάφους με τις κανονικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, ώστε το φυτό να έχει στη διάθεσή του έτοιμη τροφή από την αρχή της ανάπτυξής του. Αποβλέπει ακόμα στη διατήρηση της επιθυμητής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων (αλάτων) στο έδαφος. Ιδιαίτερα μετά την απόπλυση, πράγμα απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή προϊόντων καλής ποιότητας.

Στη βασική λίπανση χρησιμοποιούνται οργανικά και ανόργανα λιπάσματα. Η κοπριά προστίθεται πριν από την απολύμανση και τα χημικά λιπάσματα 20-30 ημέρες μετά από αυτή. Τα παραπάνω λιπάσματα ενσωματώνονται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους ή κατά λωρίδες στις γραμμές, που πρόκειται να φυτευτούν τα φυτά, σε μικρότερες όμως ποσότητες.

Η ποσότητα και το είδος των λιπασμάτων, που θα χρησιμοποιηθούν επιλέγονται με προσοχή. Λαμβάνονται υπ' όψη οι ανάγκες του φυτού και η αντίδρασή του (PH), οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων, που περιέχονται στο έδαφος, το ιστορικό των προηγούμενων καλλιεργειών, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η καλλιεργητική τεχνική που θα εφαρμοστεί, η ποικιλία που θα καλλιεργηθεί, η τοπική εμπειρία, το κόστος κατά λιπαντική μονάδα κ.α. Πολύ θα βοηθήσει προς την κατεύθυνση αυτή η ανάλυση του εδάφους μετά την απόπλυση.

Το φυτό χρειάζεται ισορροπημένο διαιτολόγιο από την αρχή μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες λιπάσματος ή κάποιου θρεπτικού στοιχείου στην αρχή της καλλιέργειας ή στα επόμενα στάδιά της, θα προξενήσουν ανωμαλίες στην ανάπτυξη και στην παραγωγή

Στη βασική λίπανση δεν χρειάζεται να προστεθούν μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων, όπως υπήρχε η αντίληψη αυτή παλαιότερα, ιδιαίτερα όταν το πότισμα γίνεται με σταγόνες και εφαρμόζεται υδρολίπανση.

Τα θρεπτικά στοιχεία, που χρειάζεται να προστεθούν στο έδαφος με τη βασική λίπανση είναι άζωτο, φωσφόρος, κάλιο, μαγνήσιο και σε ειδικές περιπτώσεις ασβέστιο ή άλλα στοιχεία.

Κανένα λίπασμα, από αυτά που συνήθως κυκλοφορούν, δεν περιέχει όλα τα θρεπτικά στοιχεία στις ποσότητες και αναλογίες, που χρειάζονται τα φυτά στο κάθε στάδιο ανάπτυξής τους. Γι' αυτό είναι απαραίτητοι συνδυασμοί διαφόρων λιπασμάτων. Ανάλογα με τους συνδυασμούς αυτούς δημιουργούνται και διαφορετικοί τύποι βασικής λίπανσης.

Μερικοί από τους σπουδαιότερους τύπους λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για την βασική λίπανση είναι τα παρακάτω :

- Κοπριά
- Θεική αμμωνία (21-0-0)
- Νιτρική αμμωνία (34-0-0)
- Νιτρική άσβεστος (15,5-0-0)
- Φωσφορική αμμωνία (16-20-0)
- Θεικό κάλλιο (0-0-50)
- Νιτρικό κάλλιο (13-0-46)

7. Επιφανειακή λίπανση

Είναι βασικής σημασίας καλλιεργητική φροντίδα, με την οποία επιδιώκεται η χορήγηση των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων για την ικανοποίηση των αναγκών ανάπτυξης και παραγωγής του φυτού. Είναι συμπληρωματική της βασικής λίπανσης και ολοκληρώνονται με αυτή οι θρεπτικές ανάγκες του φυτού μέχρι το τέλος του παραγωγικού του κύκλου.

Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, που το φυτό εφοδιάζεται με την επιφανειακή λίπανση είναι άζωτο, κάλιο, μαγνήσιο και φυσικά φωσφόρος, εφ' όσον δεν χορηγήθηκε με τη βασική λίπανση. Σπανιότερα ή σε ειδικές περιπτώσεις χρειάζεται να χορηγηθούν και άλλα όπως σίδηρος, ασβέστιο κ.λ.π.

Τα λιπάσματα χορηγούνται με διάφορους τρόπους. Η υδρολίπανση με τη στάγδην άρδευση θεωρείται ο καλύτερος. Και στον τρόπο αυτό λίπανσης αναφέρονται όσα ακολουθούν. Διαφορετικοί τρόποι χορήγησης του λιπάσματος θα παρουσιάζουν οπωσδήποτε και μικρές ή μεγάλες αποκλίσεις.

Στη λίπανση δεν υπάρχει ειδική συνταγή, που να ακολουθείται πιστά από την αρχή μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Γιατί πολλοί είναι οι παράγοντες, που μπορούν να επιδράσουν στο φυτό και να το υποχρεώσουν σε κάποια στιγμή να διαφοροποιήσει το ρυθμό ανάπτυξής του και τις ανάγκες του, με αποτέλεσμα την αλλαγή της λιπαντικής τακτικής. Παρά τις δυσκολίες αυτές θα δοθούν στη συνέχεια ορισμένα στοιχεία, που η πρακτική τους εφαρμογή επί σειρά ετών εγγυάται πως, κατάλληλα προσαρμοσμένα στις διάφορες περιοχές. Θα αποτελέσουν χρήσιμο οδηγό για τον καλλιεργητή τομάτας σε θερμοκήπιο.

Ο καλλιεργητής, για να εφαρμόσει σωστή λίπανση, πρέπει να γνωρίζει τουλάχιστον, τον τρόπο ανάπτυξης του φυτού, τις ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία στη διάρκεια του παραγωγικού κύκλου την αντίδρασή του στις ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων και τον τρόπο αντιμετώπισής τους.

Πάντως η πιο σωστή λίπανση γίνεται με τη χρήση σύγχρονου λιπαντήρα και συνιστάται να τον εφοδιαστούν οι παραγωγοί. Με τον τρόπο αυτό απλουστεύεται η λίπανση και ο παραγωγός είναι σε θέση να εφαρμόζει με σχολαστικότητα προκαθορισμένο πρόγραμμα λιπάνσεων στην καλλιέργεια με ακριβείς και επιθυμητές ποσότητες λιπασμάτων, αραιωμένες σε προκαθορισμένες αναλογίες στο νερό ποτίσματος. Οι αναλογίες αυτές εύκολα μπορεί να διαφοροποιηθούν ανάλογα με την εκτίμηση των αναγκών του φυτού σε θρεπτικά

στοιχεία και νερό σε δεδομένη στιγμή. Η εκτίμηση αυτή θα βασίζεται στην εμφάνιση του φυτού και στους παράγοντες, που επιδρούν και επηρεάζουν τις ανάγκες του. Και επειδή εδώ η σωστή λίπανση είναι στενά συνδεδεμένη με τη σωστή άρδευση, πρέπει ο παραγωγός να γνωρίζει επακριβώς τις ανάγκες του φυτού σε νερό κάθε στιγμή.

Οι δόσεις των λιπασμάτων, που θα αναφερθούν, διαλύονται σε 45 λίτρα νερό και το πυκνό αυτό διάλυμα στέλνεται στην καλλιέργεια αραιωμένο σε νερό χρησιμοποιώντας τα λιπάσματα νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία ή ουρία και θειικό μαγνήσιο μπορεί να σχηματιστούν τα παρακάτω πυκνά διαλύματα.

- Νιτρικό κάλιο 9900 γραμ. (υψηλή περιεκτικότητα καλίου). Σχέση $K_2O / N \sim 3,5 / 1$. Περιεκτικότητα τελικού διαλύματος: 506 PPM K_2O , 143 ppm N. Χρησιμοποιείται όταν τα φυτά τομάτας είναι ακόμα μικρά (λίγες εβδομάδες μετά το δέσιμο) και σε αντίξοες συνθήκες.
- Νιτρικό κάλιο 7600 γραμ. + νιτρική αμμωνία 2300 γραμ. Η ουρία 1650 γραμ. + θειικό μαγνήσιο 1600 γραμ. (μέση περιεκτικότητα καλίου). Σχέση $K_2O / N \sim 2/1$. Περιεκτικότητα τελικού διαλύματος: 350 ppm K_2O , 175 ppm N. Χρησιμοποιείται όταν τα φυτά τομάτας μεγαλώσουν σε καλές συνήθως καιρικές συνθήκες.
- Νιτρικό κάλιο 5450 γραμ. 4 νιτρική αμμωνία 5350 γραμ. Η ουρία 3900 γραμ. + Θειικό μαγνήσιο 1600 γραμ. (υψηλή περιεκτικότητα αζώτου). Σχέση $K_2O / N \sim 1/1$ περιεκτικότητα τελικού διαλύματος 250 ppm K_2O 250 ppm N. Χρησιμοποιείται σε αναπτυγμένα φυτά τομάτας και στα τελευταία στάδια του παραγωγικού της κύκλου σε πολύ καλές καιρικές συνθήκες.

Σε όσους παραγωγούς δεν είναι εφοδιασμένοι με λιπαντήρα, συνιστάται η κατασκευή μικρής χωρητικότητας ($8\mu^3$) υδατοδεξαμενής με εσωτερική αριθμημένη κλίμακα χωρητικότητας νερού (π.χ. ανά $0,5\mu^3$) για να είναι επακριβώς γνωστή η ποσότητα νερού, που πρόκειται να χορηγηθεί σε κάθε πότισμα. Στη δεξαμενή αυτή, για κάθε $1\mu^3$ νερού που θα χρησιμοποιηθεί για άρδευση, προστίθεται το $1/10$ της ποσότητας των λιπασμάτων του διαλύματος από αυτά που προηγούμενα αναφέρθηκαν. Το διάλυμα αυτό, όπως είναι στέλνεται στο θερμοκήπιο. Λίπανση θα γίνεται κάθε φορά, που ποτίζεται η καλλιέργεια.

Στην αρχή της καλλιέργειας η λίπανση γίνεται με τον πρώτο τύπο διαλύματος, ακολουθεί ο δεύτερος τύπος και στη συνέχεια ο τρίτος. Δεν υπάρχουν ακριβή όρια στην αλλαγή των διαλυμάτων, γιατί πολλοί είναι οι παράγοντες, που επιδρούν και επηρεάζουν.

Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στις ποσότητες των λιπασμάτων που χορηγούνται στο έδαφος. Το φυτό σε παρόμοιες περιπτώσεις δεν είναι σε θέση να αξιοποιήσει πλήρως τα λιπάσματα που χορηγούνται με αποτέλεσμα να συσσωρευτούν στο έδαφος και να το αλατώσουν

Το έδαφος θεωρείται αλατωμένο και προκαλεί ζημιές στην τομάτα, όταν η αγωγιμότητα του ξεπερνά τα 2250 micromhos / cm, με σχέση χώματος και νερού στο διάλυμα 1:2 σε βάρος ή τα 1000 Micromhos / cm σχέση χώματος και νερού στο διάλυμα 1:5 σε βάρος.

Οι ζημιές από αλατότητα οφείλονται κυρίως, στην αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται, οι ρίζες να προσλάβουν και νερό και στη δημιουργία κακών συνθηκών αερισμού του εδάφους με όλα τα γνωστά επακόλουθα. Σπανιότερα και σε ειδικές περιπτώσεις οι ζημιές οφείλονται στην ταξική επίδραση από μεγάλη συγκέντρωση ορισμένων χημικών στοιχείων, όπως π.χ. βόριο, νάτριο, χλώριο.

Έτσι στα ήδη υπάρχοντα προβλήματα θα προστεθούν και νέα, περισσότερο σοβαρά και πολύ πιο δύσκολα στην αντιμετώπισή τους.

Χαρακτηριστικά συμπτώματα στο φυτό από αλάτωση εδάφους είναι: Σταμάτημα της ανάπτυξης του φυτού. Σκλήρυνση και λέπτυνση του βλαστού. Καρποί μικρού μεγέθους, εντονότερου χρωματισμού και πιο νόστιμοι, Φύλλα έντονα πράσινα, μικρότερου μεγέθους, στριμμένα, σκληρά, εύθραυστα με τοπική ή περιφερειακή ξήρανση. Τίναγμα ανθέων και μικρών καρπών. Μάρανση ή ξήρανση του φυτού.

Όταν το έδαφος αλατωθεί από πολλά λιπάσματα, τότε επιβάλλεται ξέπλυμά του με 200 μ³ περίπου νερού κατά στρέμμα και με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που αναφέρθηκε στην απόπλυση του εδάφους. Επιβάλλεται ακόμα και διακοπή των λιπάνσεων για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 20-25 ημερών, ανάλογα με το έδαφος, το βαθμό αλάτωσής του, την ποιότητα του νερού κ.λ.π. Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο, δεν μπορεί να γίνει ξέπλυμα με πολύ νερό, τότε το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με διακοπή των λιπάνσεων και με περιοδικά ελαφρότερα ξεπλύματα. Σε κάθε άρδευση χορηγούνται διπλάσιες έως

τριπλάσιες ή και παραπάνω ποσότητες νερού από την κανονική, για να απομακρυνθούν τα αλάτια από το χώρο του ριζικού συστήματος. Και στις δύο περιπτώσεις θα ξαναρχίσουν οι λιπάνσεις με την επαναφορά του φυτού στη φυσιολογική κατάσταση και μετά από αλατομέτρηση του εδάφους. Κατά το χρονικό διάστημα που το έδαφος είναι αλατωμένο, η υγρασία του πρέπει να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα και να μην αφήνεται να στεγνώσει.

Η διαδικασία σποράς – μεταφύτευσης - φύτευσης

1. Χάραγμα γραμμών φύτευσης

Τελευταίες εργασίες στο θερμοκήπιο, πριν να φυτευτεί, είναι η τοποθέτηση και το τέντωμα των συρμάτων στήριξης των φυτών, η χάραξη των γραμμών φύτευσης, η επισήμανση των θέσεων, που θα φυτευτούν τα φυτά, και το άνοιγμα των λάκκων φύτευσης. Οι τελευταίες εργασίες μπορούν να γίνουν και λίγο πριν τη φύτευση των φυτών.

Τα σύρματα στήριξης τοποθετούνται σε ύψος 2μ. Από την επιφάνεια του εδάφους στις προκαθορισμένες αποστάσεις των γραμμών φύτευσης των φυτών και τεντώνονται με ειδικούς μηχανισμούς. Κάτω και κάθετα προς τα σύρματα, σε επαφή με αυτά, τοποθετούνται κατά διαστήματα άλλα σύρματα, για να τα στηρίξουν, όταν θα δεχτούν το υπερβολικό βάρος των φυτών και της παραγωγής.

Οι γραμμές φύτευσης χαράσσονται κάτω ακριβώς από τα σύρματα στήριξης με τη βοήθεια του νήματος της στάθμης. Και οι θέσεις επί των γραμμών, που θα ανοιχτούν οι λάκκοι φύτευσης των φυτών, επισημαίνονται με ξύλινο πήχη σηματοδεδεμένο στις κατάλληλες αποστάσεις.

2. Υποστρώματα

Υποστρώματα είναι μίγματα διαφόρων υλικών, που χρησιμεύουν στην περίπτωση μας, για τη σπορά και το φύτευμα των σπόρων της τομάτας και για το γέμισμα των πλαστικών σακιδίων ή κυπέλλων, που θα δεχτούν τα νεαρά φυτά και θα τα διατηρήσουν, μέχρι που να φυτευτούν στο θερμοκήπιο.

Το καλό υπόστρωμα πρέπει να έχει ΡΗ κατάλληλο για το καλλιεργούμενο είδος, ελαφριά σύσταση που να επιτρέπει την ταχεία και ανεμπόδιστη ανάπτυξη των ριζών και την καλή κυκλοφορία του αέρα, να συγκρατεί ικανοποιητική υγρασία, να επιτρέπει τη στράγγιση του νερού, που πλεονάζει, να είναι εφοδιασμένο με τα απαραίτητα και στις σωστές αναλογίες για τις ανάγκες του φυτού θρεπτικά στοιχεία να είναι απαλλαγμένο από επιβλαβείς μικροοργανισμούς ζιζάνια και χημικά στοιχεία, να είναι εύκολο στη χρήση και φτηνό.

Υλικά, που να εξασφαλίζουν από μόνα τους τις ιδιότητες αυτές, δεν βρίσκονται εύκολα. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται μίγματα από διάφορα υλικά. Τέτοια μίγματα βρίσκονται έτοιμα στο εμπόριο ή ετοιμάζονται από τον καλλιεργητή λίγο πριν τη σπορά ή τη μεταφύτευση. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένα μίγματα, που μπορεί εύκολα να ετοιμάσει ο καλλιεργητής :

- Ξανθή τύρφη 50% + χώμα 50%
- Ξανθή τύρφη 65-75% + άμμος χονδρόκοκκη 35-25%
- Ξανθή τύρφη 60% + κοπρόχωμα 25% + χώμα 15%
- Ξανθή τύρφη 50% + κοπριά χωνεμένη 25% + χώμα 25%
- Ξανθή τύρφη 60% + χώμα 25% άμμος χονδρόκοκκη 15%
- Ξανθή τύρφη 60% + άμμος χονδρόκοκκη 20% + περλίτης 20%
- Ξανθή τύρφη 40% 4 μαύρη τύρφη 50% ± άμμος χονδρόκοκκη 10%

3. Σπορά

Στην τομάτα, που θα καλλιεργηθεί σε θερμοκήπιο, δύο συνήθως τρόποι σποράς εφαρμόζονται. Με τον πρώτο τρόπο η σπορά γίνεται στα κιβώτια και στη συνέχεια τα φυτά μεταφυτεύονται στα σακουλάκια, με το δεύτερο τρόπο η σπορά γίνεται απ' ευθείας σε αυτά. Και οι δυο τρόποι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στην πράξη προτιμάται και συνιστάται ο πρώτος τρόπος. Με αυτόν επιτυγχάνεται καλύτερο και ομοιόμορφο φύτρωμα των σπάρων, ελέγχονται και περιποιούνται τα νεαρά φυτά σωστότερα και αποτελεσματικότερα, είναι εύκολη η επιλογή για μεταφύτευση των καλύτερων, υγιέστερων και πλέον

ομοιόμορφων φυτών, περιορίζονται στο ελάχιστο οι απώλειες και τα έξοδα παραγωγής του πολλαπλασιαστικού υλικού. Εάν όμως προτιμηθεί ο δεύτερος τρόπος, θα χρειαστούν 10% περισσότερα γλαστρίδια για να καλυφθούν οι απώλειες.

Εάν τυχόν δεν ποτίστηκε το υπόστρωμα πριν από τη σπορά, τότε αυτό γίνεται χωρίς να δημιουργηθεί πρόβλημα μετά την κάλυψη των σπόρων. Χρειάζεται όμως καταβρεχτήρι με πολύ μικρές τρύπες και μεγάλη προσοχή, για να μην παρασυρθεί το χώμα, που σκεπάζει τους σπόρους. Ποτίζεται μέχρι που το νερό να φτάσει στον πυθμένα του κιβωτίου. Εάν αυτό είναι δύσκολο, τότε βυθίζεται το κιβώτιο σε νερό, μέχρι που να ανέβει η υγρασία στην επιφάνειά του.

Όταν τελειώσει η σπορά, το κιβώτιο καλύπτεται με γυαλί πλαστικό και πάνω από αυτό τοποθετείται χαρτί ή εφημερίδα, που στερεώνεται με σπάγγο. Τοποθετείται πάνω στους πάγκους του φυτωρίου και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του χώρου για να βλαστήσουν οι σπόροι. Άλλο πότισμα δεν γίνεται, μέχρι που να βλαστήσουν οι σπόροι (σε 4-5 ημέρες).

4. Μεταφύτευση

Η μεταφύτευση των φυταρίων στα γλαστρίδια γίνεται μια εβδομάδα περίπου μετά το φύτευμα, στο στάδιο της έκπτυξης του πρώτου πραγματικού φύλλου, με τα κοτυληδονόφυλλα καλά απλωμένα. Στο στάδιο αυτό οι ρίζες παθαίνουν τη λιγότερη ζημιά.

Το κιβώτιο, λίγες ώρες πριν τη μεταφύτευση, ποτίζεται για να διευκολυνθεί η εξαγωγή των φυτών. Τα νεαρά φυτά πιάνονται από τα κοτυληδονόφυλλα και όχι από το στέλεχος, για να αποφευχθούν μικροτραυματισμοί στο βλαστό και στα αδενώδη τριχίδια που θα ευνοήσουν την εγκατάσταση και μετάδοση ασθενειών

5. Φύτευση

Η φύτευση στο θερμοκήπιο γίνεται 25 – 40 ημέρες από τη μεταφύτευση φύτευση ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και φυτεύονται φυτά ομοιόμορφα και κατάλληλα από κάθε πλευρά ενώ απορρίπτονται όλα τα άλλα.

Συνηθίζεται και συνιστάται η φύτευση σε διπλογραμμές (δίδυμες γραμμές). Οι αποστάσεις μπορεί να είναι διάφορες ανάλογα με την εποχή φύτευσης.

Επειδή το θερμοκήπιο δεν θα προορίζεται αποκλειστικά για καλλιέργεια τομάτας σε όλη τη διάρκεια της εκμετάλλευσής του και πιθανότατα οι ίδιες γραμμές ποτίσματος θα χρησιμοποιηθούν και για άλλα είδη κηπευτικών, πρέπει στις περιπτώσεις αυτές οι αποστάσεις των γραμμών ποτίσματος να προσφέρονται Και για άλλες καλλιέργειες.

ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εντόμων και ασθνειών που μπορεί να ζημιώσουν σημαντικά την παραγωγή και της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας και της καλλιέργειας της τομάτας στο έδαφος. Παρακάτω θα αναλύσουμε τους σημαντικότερους από αυτούς. Οι περισσότερες προσβολές από ασθένειες και έντομα είναι και για τους δύο τρόπους καλλιέργειας κοινές, υπάρχουν βέβαια και κάποιες ασθένειες ή κάποιοι εχθροί που προσβάλλουν μόνο μία από τις δύο καλλιέργειες όπως θα δούμε παρακάτω.

1. Προσβολή ριζών

Οι ρίζες προσβάλλονται από πολλά παθογόνα. Αυτά μπορεί να προσβάλλουν μόνο τις ρίζες ή και τη βάση του στελέχους. Οι προσβολές, συνήθως δεν οφείλονται σε ένα μόνο παθογόνο, αλλά σε περισσότερα. Αυτά συνυπάρχουν στο έδαφος, αλληλοδιευκολύνονται και προκαλούν βλάβες, που μακροσκοπικά τουλάχιστον για τα περισσότερα, δεν διαφέρουν ουσιαστικά μεταξύ τους. Γι' αυτό ο μακροσκοπικός προσδιορισμός του παθογόνου ή των παθογόνων μιας προσβολής στις ρίζες δεν είναι εύκολος και ασφαλής. Χρειάζεται οπωσδήποτε εργαστηριακή εξέταση. Τα πιο συχνά και ζημιογόνα από αυτά είναι: πυρηνοχαίτη, φουζάριο, νηματώδεις, φυτόφθορα. Πύθειο, ριζοκτόνια.

Α. Πυρηνochaίτη : Ο μύκητας προκαλεί τοπικά έλκη, καστανή σήψη, φελλοποίηση και τελικά καταστροφή των ριζών. Συγγέεται με φουζάριο, ριζοκτόνια και άλλες σηψηρριζίες ή με βλάβη ριζών από πολύ υγρασία και αλάτια στο έδαφος.

Η ασθένεια όταν εμφανιστεί, είναι σχεδόν αδύνατο να θεραπευτεί. Προλαβαίνετε μόνο με καλή απολύμανση των υποστρωμάτων σπορείων-φυτωρίων και του εδάφους του θερμοκηπίου με την μέθοδο της ηλιοαπολύμανσης.

Β. Φουζάριο : Προκαλεί σήψη ριζών όμοια περίπου με αυτή της πυρηνochaίτης, Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο είναι η εμφάνιση στο φουζάριο και μεταχρωματισμού των αγγείων της βάσης του στελέχους σε ορισμένο ύψος από το έδαφος. Η ασθένεια προλαβαίνετε μόνο με απολύμανση, όπως και η πυρηνochaίτη και δεν αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά, όταν εκδηλωθεί.

Γ. Νηματώδεις : Είναι πολλοί και προσβάλλουν όλα, σχεδόν, τα μέρη του φυτού. Περισσότερο όμως ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι νηματώδεις, που προκαλούν κύστες στο ριζικό σύστημα. Κύρια συμπτώματα της προσβολής είναι η εμφάνιση μικρών κύστεων αρχικά στα ριζίδια, που στη συνέχεια μεγαλώνουν και καλύπτουν όλες τις ρίζες, τις οποίες και καταστρέφουν. Καταπολεμούνται με ριζοποτίσματα με νηματωδοκτόνα (Νεμακούρ, Μοκάπ, Φουραντάν ή Κουρατέρ), με ανθεκτικές ποικιλίες - υβρίδια και με ανθεκτικά υποκείμενα.

2. Προσβολή της βάσης του στελέχους (λαιμός)

Το σημείο του στελέχους σε επαφή με το έδαφος είναι πολύ ευαίσθητο και προσβάλλεται εύκολα από διάφορα παθογόνα, κυρίως μύκητες. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι : πύθειο, φυτόφθορα, αλτερνάρια, ντιντυμέλλα, ριζοκτόνια, σκληροτίνια, σκληρότιο, βοτρυτής, φουζάριο. Σχεδόν όλοι τους προσβάλλουν και τις ρίζες.

Οι προσβολές των μυκήτων αυτών προλαβαίνονται με απολύμανση του εδάφους με Varam ή άλλα κατάλληλα απολυμαντικά. Όταν εκδηλωθούν, οι περισσότερες αντιμετωπίζονται σχετικά εύκολα, αρκεί να προσδιοριστεί ο μύκητας, που προκαλεί τη βλάβη και να αντιμετωπιστεί έγκαιρα. Η τακτική, που ακολουθείται για την καταπολέμησή τους, είναι: πότισμα του εδάφους του σπορείου με το κατάλληλο μυκητοκτόνο φάρμακο, ή καλό βρέξιμο της βάσης του στελέχους του φυτού σε όλο το μήκος της προσβολής του, με ταυτόχρονο

πότισμα της ριζόσφαιρας (ριζοπότισμα) των φυτών στο φυτώριο και στο θερμοκήπιο με το κατάλληλο φάρμακο.

3. Προσβολή του στελέχους

Το στέλεχος προσβάλλεται συχνά από βερτιτσίλιο, φουζάριο, βακτήρια, περονόσπορο, αλτερνάρια, βοτρύτη, σκληροτίνια.

A. Βερτιτσίλιο, φουζάριο (ανδρομυκώσεις). Προσβάλλουν το στέλεχος εσωτερικά και συγκεκριμένα τα αγγεία, που τα φράζουν και δημιουργούν προβλήματα στην τροφοδοσία του φυτού με νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Είναι ασθένειες που αντιμετωπίζονται προληπτικά με απολύμανση του εδάφους με Varan και δεν θεραπεύονται όταν εκδηλωθούν. Ευτυχώς σήμερα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, γιατί πολλές από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι ανθεκτικές.

B. Βακτήρια. Την τομάτα την προσβάλλουν διάφορα βακτήρια. Τις μεγαλύτερες όμως ζημιές φαίνεται ότι τις προκαλεί, κατά κύριο λόγο, το κορυνοβακτήριο (*Corynebacterium Michiganense*) και λιγότερο η ψευδομονάδα (*Pseudomonas Corrugata*). Τα συμπτώματα της προσβολής αυτών συγχέονται μεταξύ τους.

Το πρώτο βακτήριο αντιμετωπίζεται πολύ δύσκολα, οι τρόποι αντιμετώπισης είναι η απομάκρυνση και το κάψιμο των προσβλημένων ή ύποπτων προσβολής φυτών, η μείωση της υγρασίας στο έδαφος και στο περιβάλλον του θερμοκηπίου, η αποφυγή υπερβολικών αζωτούχων λιπάνσεων, η τήρηση κανονικών συνθηκών ανάπτυξης του φυτού, ο περιορισμός των πληγών με τις καλλιεργητικές εργασίες και ο ψεκασμός με χαλκούχα σκευάσματα τα αμέσως μετά από κάθε ξεφύλλισμα και βλαστολόγημα, όπως και στο κλάδεμα αναφέρθηκε, είναι μέτρα, που εμποδίζουν την ταχεία εξάπλωση του παθογόνου. Πέρα απ' αυτά, εβδομαδιαίοι ή ανά δεκαήμερο ψεκασμοί με χαλκούχα σκευάσματα (τη χειμερινή περίοδο, αρχίζοντας από τα πρώτα κιόλας πραγματικά φύλλα του φυτού, είναι απαραίτητοι για τον περιορισμό του παθογόνου. Συμπληρωματικοί ψεκασμοί με σκευάσματα θεικής στρεπτομυκίνης (π.χ. ακρέπτ) εναλλασσόμενοι με άλλα βακτηριοκτόνα (π.χ. καζουμίνη μαζί με κοσσοάιντ) όταν εκδηλωθεί προσβολή, μπορεί να βοηθήσουν το φυτό να ξεπεράσει το πρόβλημα. Η απολύμανση του εδάφους με Varan και των μερών

του θερμοκηπίου και των εργαλείων με διάλυμα φορμόλης μέχρι 3% μειώνουν τις πιθανότητες προσβολής.

Το δεύτερο βακτήριο αντιμετωπίζεται όπως περίπου το κορυνοβακτήριο. Είναι όμως πολύ πιο δύσκολη η καταστολή του.

Γ. Περονόσπορος (μύκητας). Προσβάλλει το στέλεχος επιφανειακά στην αρχή. Συγγέεται εύκολα με προσβολή βακτηρίων. Σχηματίζει συνήθως εκτεταμένα έλκη καστανού σκούρου χρώματος σε ένα μέρος ή περιφερειακά στο στέλεχος και στους μίσχους των φύλλων πολύ συχνές είναι οι προσβολές προς την κορυφή του φυτού. Στα σημεία προσβολής εμφανίζεται αραιό γκρι μυκήλιο (μούχλα). Αντιμετωπίζεται με σωστές καλλιεργητικές φροντίδες, όπως π.χ. καλός αερισμός και φωτισμός, χαμηλή υγρασία στο έδαφος και στον αέρα, προσεκτική απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων μερών του φυτού κ.α. Και με ψεκασμούς με μυκητοκτόνα φάρμακα, όπως π.χ. χαλκούχα, , Αλιέτ, , Ανθρακόλ, M-45, Ριντομίλ, Κάπταν κ.α. Αντιμετωπίζεται εύκολα όταν η προσβολή βρίσκεται στα αρχικά στάδια. Όταν αυτή προλάβει και εξαπλωθεί σε μεγάλη έκταση, τότε αντιμετωπίζεται αρκετά δύσκολα. Συνιστώνται προληπτικοί ψεκασμοί με χαλκούχα ή άλλα μυκητοκτόνα κάθε 10 ημέρες περίπου και οπωσδήποτε αμέσως μετά από κάθε ξεφύλλισμα ή βλαστολόγημα. Όταν όμως εκδηλωθεί η ασθένεια και μάλιστα σε μεγάλη έκταση, τότε οι ψεκασμοί γίνονται σε πολύ μικρότερα χρονικά διαστήματα.

Εικ. 14 Προσβολή από περονόσπορο



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

Δ. Αλτερνάρια (μύκητας). Τα συμπτώματα και ο τρόπος αντιμετώπισής της δεν διαφέρουν ουσιωδώς από τον περονόσπορο.

Ε. Βοτρώτης (μύκητας). Προσβάλλει το στέλεχος και το φυτό καταστρέφεται πάνω από το σημείο προσβολής. Όταν οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή του (υψηλή υγρασία, χαμηλή θερμοκρασία. Κακός αερισμός κ.λ.π.), μπορεί να προκαλέσει τεράστιες ζημιές στην καλλιέργεια και σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Αντιμετωπίζεται αρκετά δύσκολα όταν οι συνθήκες στο περιβάλλον του θερμοκηπίου είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή του, Γιαυτό πριν από κάθε άλλη επέμβαση χρειάζεται βελτίωση των συνθηκών μέσα στο θερμοκήπιο. Ο καλός αερισμός του φυτού με το άνοιγμα των παραθύρων και το ξεφύλλισμα, η μείωση της υγρασίας και το ανέβασμα της θερμοκρασίας η απομάκρυνση και καταστροφή των προσβλημένων μερών του φυτού βοηθούν αποτελεσματικά στην καταπολέμηση της ασθένειας. Οι ψεκασμοί με φυτοφάρμακα θα είναι αποτελεσματικοί τουλάχιστον πιο αποτελεσματικοί, όταν συνδυαστούν με τα παραπάνω μέτρα. Σαν τα πλέον κατάλληλα φάρμακα εναντίον του βοτρώτη θεωρούνται της ομάδας Οϊπαρέν, Θειράμι, Ντακονίλ κ.λπ. και της ομάδας Μπενλέιτ, Σουμισκλέξ, Ροβράλ, Ρονιάν κλπ. Οι ομάδες αυτές πρέπει να εναλλάσσονται για να μην δημιουργούνται ανθεκτικές φυλές βοτρώτη.

Εικ. 15 Προσβολή από Σκλεροτίνια



Εικ.16 Προσβολή από βοτρώτη



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

Στ. Σκλεροτίνια (μύκητας). Ξεχωρίζει μακροσκοπικά εύκολα από τον βοτρώτη, γιατί το μυκήλιο της είναι πλούσιο και πυκνό σαν βελούδο, λευκό στην αρχή

και λευκό – γκριζο αργότερα. Διακρίνονται πολύ καλά τα μαύρα σκληρότια του μύκητα. Αντιμετωπίζεται κατά τον ίδιο τρόπο με το βοτρυτή.

4. Προσβολή φύλλων και καρπών

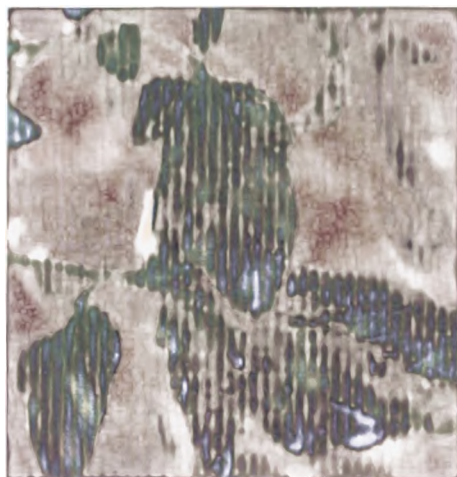
Τα φύλλα και οι καρποί προσβάλλονται από πολλές ασθένειες, χωρίς τούτο να σημαίνει πως αυτές προσβάλλουν αποκλειστικά μόνο τα φύλλα. Οι συχνότερες από αυτές για την τομάτα είναι κλαδοσπόριο, ωίδιο, βοτρυτής, περονόσπορος, αλτερνάρια, σκληροτίνια, τετράνυχος, άκουλους, ιώσεις.

α. Κλαδοσπόριο (μύκητας). Προκαλεί σοβαρές ζημιές στα φύλλα. Προσβάλλονται πρώτα τα κάτω φύλλα. Αρχικά στην επάνω επιφάνεια του φύλλου εμφανίζονται κίτρινες μεμονωμένες κηλίδες.

Το κλαδοσπόριο ευνοείται από την υψηλή υγρασία και τον κακό αερισμό, γι' αυτό και χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη σωστή ρύθμιση των παραγόντων αυτών για τον περιορισμό της ασθένειας.

Φάρμακα κατάλληλα για την καταπολέμησή του είναι : Σαπρόλ, Μανέμπ, Ζινέμπ, Μονκοζέμπ, Ντακονίλ, Μπενλέϊτ, Μπάϋκορ κλπ.

Εικ. 17 Κλαδοσπόριο
(επάνω επιφάνεια φύλλων)



Εικ.18 Κλαδοσπόριο
(κάτω επιφάνεια φύλλων)



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

β. Ωίδιο (μύκητας). Όπως προαναφέρθηκε σχηματίζει στην επάνω επιφάνεια του φύλλου κίτρινες κηλίδες που μοιάζουν πάρα πολύ με αυτές του κλαδοσπόριου. Το μυκήλιό του είναι λευκό-γκρίζο και συχνά δεν διακρίνεται εύκολα.

Αντιμετωπίζεται εύκολα με τα φυτοφάρμακα : Βρέξιμο θειάφι, Φουνγκαφλορ, Μπαϋλετόν, Αφουγκάν, Μορεστάν, Ριμιντίν, Νιμρόντ κ.α.

Εικ. 19 Προσβολή από Ωίδιο



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

γ. Περονόσπορος (μύκητας). Εκτός από το στέλεχος προσβάλλει και φύλλα και καρπούς. Αντιμετωπίζεται όπως στην προσβολή του στελέχους.

Εικ. 20 Περονόσπορος



Εικ. 21 Περονόσπορος



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

δ. Αλτερνάρια (μύκητας). Και η ασθένεια αυτή εκτός από το στέλεχος προσβάλλει φύλλα και καρπούς. Τα συμπτώματα της προσβολής αυτής δεν διαφέρουν ουσιωδώς από αυτά του περονόσπορου. Οι κηλίδες που σχηματίζονται

στα φύλλα από την αλτερνάρια solani παρουσιάζουν ομόκεντρους κύκλους και στους καρπούς είναι σαφώς καθορισμένες και κατά προτίμηση προς το μέρος του μίσχου. Δεν παρουσιάζουν ομόκεντρους κύκλους οι κηλίδες στα φύλλα της αλτερνάρια alternata και στον καρπό οι κηλίδες αυτές είναι διάχυτες. Αντιμετωπίζεται, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα στην προσβολή του στελέχους.

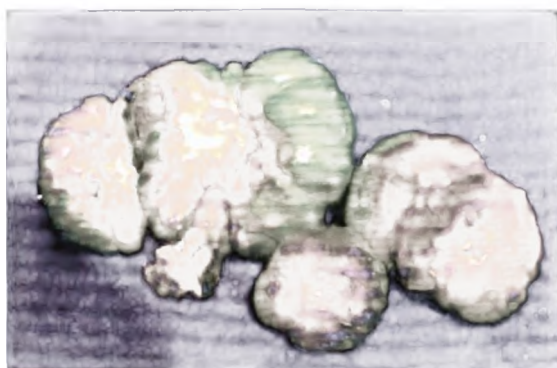
Εικ. 22 Αλτερνάρια



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

ε. Βοτρύτης (μύκητας). Προσβάλλει και τα φύλλα και τους καρπούς και γνωρίζεται από το χαρακτηριστικό μυκήλιο που προηγούμενα αναφέρθηκε. Αντιμετωπίζεται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στο στέλεχος.

Εικ.23 Βοτρύτης



Εικ.24 τετράνυχος



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

ζ. **Τετράνυχος (άκαρι)**. Προσβάλλει το φυτό, όταν οι θερμοκρασίες αρχίζουν να ανεβαίνουν. Προκαλεί κιτρινωπές κηλίδες μικρής ή μεγάλης έκτασης στην επάνω επιφάνεια του φύλλου, που σύντομα ξεραίνονται. Στην κάτω επιφάνεια του φύλλου δημιουργείται χαρακτηριστικός ιστός αράχνης και οι τετράνυχτοι εκεί μπορεί να διακριθούν με γυμνό μάτι. Είναι εχθρός πολύ επικίνδυνος, γιατί προκαλεί τεράστιες ζημιές, αφού μεταδίδεται ταχύτατα και σε σύντομο χρονικό διάστημα ξεραίνεται ολόκληρο το φύλλωμα και το φυτό.

Αντιμετωπίζεται σχετικά εύκολα ψεκάζοντας με διάφορα φάρμακα όπως π.χ. Βρέξιμο θειάφι, Τέντιον, Ακρισίντ, Τεσπίν, Ομάιτ, Μιτέξ, Μορεστάν, Ακαρ κ.λ.π. Από τα διάφορα αυτά ακαρεοκτόνα, άλλα θανατώνουν τις κινούμενες μορφές (π.χ. Ομάιτ), χωρίς να πειράζουν τα αυγά, που σε λίγο θα γίνουν τετράνυχτοι, άλλα μόνο τα αυγά, χωρίς να πειράζουν τους τετράνυχτους, που σε λίγο θα κάνουν πάλι αυγά (π.χ. τέντιον) και άλλα και τα δύο (π.χ. ακρισίντ). Γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στην εκλογή του κατάλληλου φυταφάρμακου, για να γίνεται συνδυασμένη καταπολέμηση ακμαίων και αυγών τετράνυχτων, αλλά και γιατί ορισμένα από αυτά μπορεί να προκαλέσουν εγκαύματα. Προσοχή χρειάζεται επίσης στην υπολειμματική διάρκεια του κάθε ακαρεοκτόνου, γιατί στο σύνολό τους σχεδόν έχουν μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Τελευταία άρχισε να εφαρμόζεται η βιολογική καταπολέμηση του τετράνυχτου με καλά αποτελέσματα, και πιστεύεται ότι πάρα πολύ σύντομο θα γενικευτεί.

η. **Άκουλος (άκαρι)**. Είναι εχθρός πολύ επικίνδυνος, αφού μπορεί να προκαλέσει τεράστιες ζημιές στην καλλιέργεια σε σύντομο χρονικό διάστημα. Είναι άκαρι και προσβάλλει στέλεχος, φύλλα και καρπούς. Κύρια συμπτώματα είναι η εμφάνιση στο στέλεχος, στους μίσχους, στα νεύρα, στο έλασμα των φύλλων και στους καρπούς, σε προχωρημένο στάδιο, μιας σκουριάς ανοιχτού χρώματος στην αρχή, σκούρου αργότερα, που είναι χαρακτηριστική. Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι αρχικά τα φυλλίδια των φύλλων και αργότερα ολόκληρα τα φύλλα, χωρίς να υπάρχει φαινομενικά ιδιαίτερος λόγος, στρίβουν και ξηραίνονται αρχίζοντας συνήθως από τα κατώτερα φύλλα. Οι καρποί σε προχωρημένο στάδιο προσβολής παραμορφώνονται. Η προσβολή γίνεται έντονη με την άνοδο των θερμοκρασιών.

Συνήθως δεν γίνεται αμέσως αντιληπτή από την αρχή και εξαπλώνεται ταχύτατα. Καταπολεμείται σχετικά εύκολα ψεκάζοντας με τα διάφορα

ακαρεοκτόνα, όπως αναφέρθηκε και για τον τετράνυχο ή ψεκάζοντας προληπτικά με βρέξιμο θειάφι και κατασταλτικά με τα άλλα ακαρεοκτόνα.

Εικ.25 άκουλους



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

θ. Ιώσεις. Είναι διάφοροι οι ιοί, που προσβάλλουν την τομάτα. Μεταξύ αυτών είναι οι ιοί του μωσαϊκού του καπνού (TMV) της τομάτας (TOMV), της αγγουριάς (CMV) της πατάτας (X και Y). Εδώ μπορεί να αναφερθούν και τα μυκοπλάσματα (Stolbur). Οι ζημιές που μπορεί να προκαλέσουν είναι αρκετά μεγάλες. Προκαλούν ανάλογα με τον ιό μεταχρωματισμούς και παραμορφώσεις φύλλων και καρπών, νηματοποίηση βλαστών νανισμό φυτών, νεκρωτικές κηλίδες ή νεκρώσεις φύλλων, βλαστών και καρπών κ.λ.π. Μεταδίδονται εύκολα με τα έντομα (κυρίως αφίδες), ή με το σπόρο ή με τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες κ.λ.π.

Δυστυχώς αποτελεσματικά μέτρα για την καταπολέμηση των ιώσεων δεν υπάρχουν. Μόνο προληπτικά μέτρα λαμβάνονται, για να προληφθεί ή να περιοριστεί η εξάπλωσή τους. Τέτοια μέτρα είναι η καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών, η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, η καταπολέμηση των εντόμων, που μεταδίδουν τις ιώσεις και των ζιζανίων μέσα και έξω από το θερμοκήπια, η απομάκρυνση και καταστροφή στη φωτιά όλων των υπολειμμάτων κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της καλλιέργειας, η απολύμανση όλων των μερών του θερμοκηπίου, των εργαλείων, των μηχανημάτων κ.λ.π. με διάλυμα φορμόλης μέχρι 3%, η απολύμανση υποστρωμάτων σπορείων - φυταρίων και εδάφους

θερμοκηπίου με Varan, η απομάκρυνση και η καταστροφή στη φώτιά ιωμένων ή ύποπτων φυτών, οι περιποιήσεις των ύποπτων φυτών στο τέλος κάθε εργασίας και μετά από τις περιποιήσεις των υγιών φυτών.

Εικ. 26 ίωση



Πηγή : Αγγίδης Αθανάσιος, 1996

ι. Έντομα διάφορα. Όλα τα μέρη του φυτού της τομάτας προσβάλλονται από έντομα. Στο έδαφος του θερμοκηπίου σπάνια αποτελούν πρόβλημα, γιατί με τις απολυμάνσεις θανατώνονται. Όταν όμως εμφανιστούν καταπολεμούνται με διάφορα εντομοκτόνα, ψεκάζοντας το έδαφος ή ριζοποτίζοντας το φυτό. Στο φύλλωμα οι αφίδες, θρίπες, φυλλορίκτες κ.λ.π. δεν δημιουργούν σοβαρά προβλήματα, γιατί αναγνωρίζονται εύκολα και αντιμετωπίζονται ψεκάζοντας τα φυτά με τα συνηθισμένα, ή εξειδικευμένα κατά περίπτωση, εντομοκτόνα όπως Ντεντεβάπ, Μεθειοκάρμπ κ.α. Ο αλευρώδης είναι πραγματική μάστιγα, γιατί προκαλεί μεγάλες ζημιές στις καλλιέργειες θερμοκηπίου και η καταπολέμησή του είναι δύσκολη, κουραστική και πολυδάπανη. Αντιμετωπίζεται με τα συνηθισμένα εντομοκτόνα ή καλύτερα με συνδυασμούς αυτών, όπως π.χ. Λανέιτ με Πάουνς, Λανέιτ με Χοστακουίκ, Λανέιτ με Ακτελίκ, Ντεσίς με Ακτελίκ κ.λ.π.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας σε σχέση με την καλλιέργεια της τομάτας στο έδαφος

Γενικά για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητο στη ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα άφθονο νερό που να έχει διαλυμένα τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στη σωστή τους αναλογία. Στη συμβατική καλλιέργεια εδάφους, είναι δύσκολο να επιτευχθεί ο συνδυασμός αυτός. Στο φυσικό έδαφος στις περισσότερες περιπτώσεις, όσο περισσότερο νερό υπάρχει τόσο λιγότερο οξυγόνο μένει και αντίθετα, με αποτέλεσμα πότε το νερό και πότε το οξυγόνο να βρίσκεται σε έλλειψη. Στο έδαφος επίσης σημαντικό είναι και το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων για τη ρίζα του φυτού. Μπορεί να προστίθενται ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αλλά αυτά δεν είναι πάντα αφομιώσιμα στη ρίζα, γιατί δεσμεύονται στα συστατικά του εδάφους ή δύσκολα μετακινούνται στην περιοχή της ρίζας. Με τις υδροπονικές καλλιέργειες τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση (σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται στερεό υπόστρωμα) χημικά αδρανών υλικών με πολύ υψηλό πορώδες.

Σήμερα η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα, διότι με τη βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας που επιτυγχάνει αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Εκτός αυτών όμως παρέχει τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές με πολύ κακής ποιότητας εδάφη (πολύ αλατούχα, πολύ συνεκτικά κλπ) ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας είναι :

1. Η απαλλαγή από τις ασθένειες εδάφους και το κόστος της απολύμανσης που είναι συνήθως σημαντικό. Όπως προαναφέραμε στις ασθένειες εδάφους για την καταπολέμηση τους χρησιμοποιούνται διάφορα φάρμακα ή αλλιώς γίνεται απολύμανση του εδάφους. Με την υδροπονική καλλιέργεια δεν έχουμε να ανησυχούμε γι' αυτές τις ασθένειες γιατί η καλλιέργεια γίνεται σε ειδικά υποστρώματα τα οποία είναι ήδη απολυμασμένα.

2. Πλεονέκτημα αποτελεί και η διευκόλυνση της αυτοματοποίησης της άρδευσης και της λίπανσης. Η μέθοδος της υδροπονικής καλλιέργειας δίνει την δυνατότητα στον παραγωγό να απλοποιήσει δύο πολύ σημαντικά κεφάλαια για την ανάπτυξη των φυτών όπως είναι η λίπανση και η άρδευση. Στην υδροπονική καλλιέργεια η άρδευση γίνεται με σύγχρονα μηχανήματα τα οποία διευκολύνουν αφάνταστα τον παραγωγό. Επίσης η λίπανση γίνεται μέσω της άρδευσης πράγμα που διευκολύνει ακόμα περισσότερο τον παραγωγό.

3. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η δημιουργία ευχάριστου περιβάλλοντος για τον εργαζόμενο, με την απομόνωση του εδάφους και επομένως την απουσία οσμών και σκόνης. Ο εργαζόμενος επομένως με αυτόν τον τρόπο θα αποδίδει πολύ καλύτερα σε ένα τέτοιο περιβάλλον.

4. Πολύ σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί η εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων γιατί περιορίζονται οι απώλειες από επιφανειακές διαρροές και βαθιά διείσδυση του νερού στο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί η άρδευση και η λίπανση των φυτών στην υδροπονική καλλιέργεια είναι ελεγχόμενη και γίνεται μέσω ειδικών σύγχρονων μηχανημάτων. Στην υδροπονική καλλιέργεια το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία πάνε κατ' ευθείαν στη ρίζα του φυτού.

5. Πλεονέκτημα επίσης είναι η απλοποίηση του προγράμματος των εργασιών της παραγωγικής επιχείρησης, γιατί δεν απαιτείται η δημιουργία ειδικών εδαφικών μιγμάτων για την ανάπτυξη των νεαρών φυτών.

6. Ακόμα ένα πλεονέκτημα είναι ο περιορισμός της σκληρής χειρωνακτικής εργασίας, που είναι αναγκαία στις καλλιέργειες εδάφους, όπως κατεργασία εδάφους, φύτευμα, ζιζανιοκτονία. Στην υδροπονική καλλιέργεια δεν χρειάζεται καμία από όλες αυτές τις εργασίες και αυτό γίνεται γιατί τα υποστρώματα στα οποία αναπτύσσονται τα φυτά είναι έτοιμα να δεχθούν τα φυτά χωρίς να χρειάζονται κάποια ιδιαίτερη προεργασία. Το μόνο που είναι απαραίτητο είναι η εγκατάσταση αυτών των υποστρωμάτων σε ειδικά διαμορφωμένους πάγκους.

7. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι μπορούν να γίνουν καλλιέργειες σε περιοχές όπου η κανονική καλλιέργεια στο έδαφος δεν είναι δυνατή, π.χ. σε έρημα μέρη ή σε ρηχά ή αλμυρά εδάφη. Η υδροπονική καλλιέργεια μας δίνει τη δυνατότητα να καλλιεργούμε σε οποιαδήποτε περιοχή θέλουμε χωρίς να χρειάζεται να λάβουμε υπ' όψιν μας αν το έδαφος είναι κατάλληλο για καλλιέργεια.

8. Πλεονέκτημα αποτελεί και το γεγονός ότι επειδή το θρεπτικό διάλυμα είναι ομοιογενές (σε αντίθεση με το χώμα), η δειγματοληψία, ανάλυση και ρύθμιση των συστατικών είναι εύκολη, επίσης είναι δυνατός ο έλεγχος της θρέψης των φυτών με μεγάλη ακρίβεια. Κατά συνέπεια, η παραγωγή είναι μεγάλη και η ποιότητα των προϊόντων είναι άριστη.

9. Το θρεπτικό διάλυμα, ακόμα και σε περιοχές με χαμηλή θερμοκρασία, μπορεί να θερμανθεί εύκολα. Αυτό βοηθάει στην ανάπτυξη του φυτού και αυξάνει την παραγωγή και την πρωιμότητα της καλλιέργειας.

10. Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό απ' ότι τα άλλα πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι ότι η απολύμανση του διαλύματος είναι εύκολη και μπορεί να καλλιεργείται το ίδιο είδος φυτού συνέχεια, χωρίς τον κίνδυνο ανάπτυξης ασθενειών εδάφους. Απ' αυτό συμπεραίνουμε ότι κερδίζουμε πολύ χρόνο και έχουμε την δυνατότητα να καλλιεργήσουμε περισσότερες φορές όταν εφαρμόζουμε την μέθοδο της υδροπονικής καλλιέργειας, σε αντίθεση με την παραδοσιακή καλλιέργεια στο έδαφος κατά την οποία μεσολαβεί κάποιο διάστημα από το πέρας της μιας καλλιέργειας στην επόμενη στον ίδιο χώρο, γιατί πρέπει να προετοιμαστεί το έδαφος για να δεχθεί την επόμενη καλλιέργεια. Η καθυστέρηση αυτή από την μια στην άλλη καλλιέργεια έγκειται στο γεγονός ότι θα πρέπει να γίνει

βελτίωση του εδάφους για να μπορέσει να αποδώσει μια καλή παραγωγή και η επόμενη καλλιέργεια.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας της τομάτας είναι:

1. Το σημαντικότερο από όλα τα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι απαιτούνται αρκετά μεγάλες δαπάνες επένδυσης. Για να μπορέσει κάποιος να καλλιεργήσει με αυτήν τη μέθοδο θα πρέπει να αγοράσει και τον κατάλληλο εξοπλισμό όπως, δοσομετρική αντλία, pHμετρο, μηχανισμό αυτοματισμού, δεξαμενές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, δοχεία τοποθέτησης των θρεπτικών διαλυμάτων, σύστημα φιλτραρίσματος των θρεπτικών διαλυμάτων, σωλήνες, όργανα μέτρησης, σταλάκτες ποτίσματος κ.α. Όλα αυτά που αποτελούν τον απαραίτητο εξοπλισμό για την δημιουργία υδροπονικής καλλιέργειας θα πρέπει να είναι και πολύ ανθεκτικά στα οξέα για να αντέχουν.

2. Άλλο ένα σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι είναι σχετικά ευαίσθητο σύστημα καλλιέργειας χωρίς μεγάλες ανοχές λαθών. Σε περίπτωση κακού χειρισμού μπορεί τα αποτελέσματα να είναι καταστροφικά για την καλλιέργεια. Εάν π.χ. γίνει κάποιος λάθος υπολογισμός στην σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος ή κάποιο λάθος στον χρόνο άρδευσης τότε ο καλλιεργητής είναι αναγκασμένος τις περισσότερες φορές να ξεκινήσει την καλλιέργεια από την αρχή κάτι το οποίο θα επιφέρει σοβαρά προβλήματα στον καλλιεργητή.

3. Τέλος μειονέκτημα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι και το γεγονός ότι απαιτούνται περισσότερες γνώσεις από τον καλλιεργητή και η ανάγκη εκπαίδευσης για την σωστή λειτουργία. Εάν ο καλλιεργητής δεν έχει τις απαραίτητες γνώσεις είναι σίγουρο ότι θα υποπέσει σε κάποιο λάθος χειρισμό της λειτουργίας του συστήματος της υδροπονικής καλλιέργειας. Συνεπώς ο καλλιεργητής προτού αποφασίσει να καλλιεργήσει με την μέθοδο της υδροπονικής καλλιέργειας θα πρέπει να παρακολουθήσει κάποια σεμινάρια ώστε να αποκτήσει τις κατάλληλες γνώσεις, για να μπορεί να θέσει σε ασφαλή λειτουργία όλα αυτά τα εξειδικευμένα μηχανήματα τα οποία χρειάζονται για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα και για να μπορέσει να αποδώσει και η καλλιέργεια.

Η υδροπονική καλλιέργεια, ιδιαίτερα όταν γίνεται (όπως συνήθως συμβαίνει) στο θερμοκήπιο, απαιτεί μεγάλο βαθμό τεχνικής επιδεξιότητας και καλή γνώση της θρέψης των φυτών.

Οι περιποιήσεις των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά διαφέρουν από αυτές των φυτών που καλλιεργούνται στο έδαφος ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της ρίζας, είναι όμως ίδιες ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της κόμης, καθώς και στις καλλιεργητικές εργασίες όπως το κλάδεμα, τη γονιμοποίηση και τις καταπολεμήσεις παρασίτων της κόμης

Τα προϊόντα της υδροπονικής καλλιέργειας δεν διαφέρουν σε γεύση και άρωμα από αυτά που καλλιεργούνται με τον συνηθισμένο τρόπο στο έδαφος, μάλιστα περιέχουν ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες ακριβώς στη ίδια ποσότητα με τα υψηλής ποιότητας προϊόντα εδάφους.

Βιβλιογραφία

1. Πάσσαμ Χάρολντ Κρίστοφερ, Ακουμιανάκης Κων/νος, Κοσμάτου Αγγελική, Μεγαλοκονόμος Ιωάννης, (2002), “Ανθοκηπευτικές Καλλιέργειες”, Ο.Ε.Δ.Β.
2. Γεωργακόπουλος Γεώργιος, Κίττας Κων/νος, Μαυρογιαννόπουλος Γεώργιος, Σταθόπουλος Νικόλαος (2003) “Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις”, Ο.Ε.Δ.Β.
3. Μπούρμπος Α. Βαγγέλης, Σκουντριδάκης Θ. Μιχάλης, (1990), “Εχθροί και ασθένειες της τομάτας του θερμοκηπίου”, Τόμος ΙΙ, Αγροτικές Εκδόσεις
4. Dudley Harris, (2000), “Hydroponics-The complete guide to gardening without soil”, Published in the U.K. by New Holland Publishers
5. J. Benton Jones, Jr. (1999), “Hydroponics- A practical guide for the soilless grower”, St. Lucie Press, Corporate Blvd N.W., Boca Raton, FL
6. Κορνάκος Ιωάννης (2000), Η Καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο, Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλης
7. Αγγίδης Αθανάσιος, (1996), “Τομάτα υπαίθρια : επιτραπέζια - βιομηχανική - καλλιέργεια -αξιοποίηση”. Θεσσαλονίκη
8. Κ. Τζαβέλλα – Κλωνάρη, Ν. Κατής, (1997), Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, “Ασθένειες λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Έκδοση:Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη
9. Δρ. Δημήτρης Σάββας, (1996), Σημειώσεις Λαχανοκομίας ΙV, “Υδροπονικές Καλλιέργειες”
10. Χρήστου Μ. Ολυμπίου, (1994), Λαχανοκομία ΙΙ, “Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στο θερμοκήπιο, Αθήνα
11. Πηγή από Internet, Διεύθυνση, <http://www.esyf.gr>, Πρωτοβουλία για την ασφαλή χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, Ενημερωτικό δελτίο 5, Σεπτέμβριος 2006
12. Πηγή από Internet, Διεύθυνση, <http://www.bayer.com>, Bayer CropScience, 2004
13. Πηγή από Internet, Διεύθυνση, <http://www.howtohydroponics.com>, Hydroponic System Plans & Hydroponics Gardening Guide, Keith Roberto, 2005