

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**

Σπουδάστρια: Μαρία Μιχαλακοπούλου

Καλαμάτα, Δεκέμβριος 2005

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**

Σπουδάστρια: Μαρία Μιχαλακοπούλου

**Επιβλέποντες καθηγητές: Χρήστος Λιναρδόπουλος
Αλέξης Αλεξόπουλος**

Καλαμάτα, Δεκέμβριος 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
ΤΟΜΑΤΑ	
1.1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ	σελ.5
1.2. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	σελ.6
1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	σελ.6
1.4. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	σελ.8
1.4.1. Κλίμα	σελ.8
1.4.1.1. Θερμοκρασία	σελ.9
1.4.1.2. Φωτισμός.....	σελ.10
1.4.1.3. Σχετική υγρασία	σελ.10
1.4.1.4. Διοξειδίο του Άνθρακα.....	σελ.11
1.4.2. Έδαφος.....	σελ.11
1.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ.....	σελ.12
1.5.1. Πολλαπλασιασμός.....	σελ.12
1.5.2. Σπορά.....	σελ.12
1.5.3. Μεταφύτευση	σελ.13
1.5.4. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα	σελ.15
1.5.5. Υποστύλωση.....	σελ.16
1.5.6. Κλάδεμα	σελ.17
1.5.7. Άρδευση.....	σελ.19
1.5.8. Λίπανση	σελ.21
1.5.8.1. Προσθήκη οργανικής ουσίας.....	σελ.22
1.5.8.2. Ανόργανη λίπανση.....	σελ.22
1.5.8.3. Επιφανειακή λίπανση	σελ.23
1.5.8.4. Τροφοπενίες.....	σελ.23
1.6. ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ	σελ.25
1.6.1. Επικονίαση	σελ.25
1.6.2. Γονιμοποίηση	σελ.26
1.7. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	σελ.28
1.8. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	σελ.29
1.9. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ.....	σελ.30

1.10. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	σελ.31
1.10.1.Εχθροί της τομάτας.....	σελ.31
1.11. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	σελ.32
1.11.1. Μη μεταδοτικές ασθένειες της τομάτας.....	σελ.33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

2.1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	σελ.35
2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	σελ.35
2.2.1. Υλικά σκελετού	σελ.35
2.2.2. Υλικά κάλυψης	σελ.37
2.3. ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	σελ.38
2.4. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	σελ.39
2.5. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	σελ.40
2.5.1. Θέρμανση	σελ.40
2.5.2. Εξαερισμός	σελ.41
2.5.3. Δροσισμός	σελ.43
2.5.4. Φωτισμός	σελ.43
2.5.5. Σκίαση	σελ.44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ	σελ.45
3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	σελ.46
3.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	σελ.46
3.4. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σελ.47
3.5. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	σελ.47
3.5.1. Περλίτης	σελ.49
3.5.2. Πετροβάμβακας	σελ.49
3.5.3. Ελαφρόπετρα	σελ.50
3.5.4. Cocosoil	σελ.51
3.5.5. Άμμος	σελ.51
3.5.6. Άργιλος	σελ.51
3.6. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	σελ.51

3.6.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.)	σελ.52
3.6.2. pH	σελ.52
3.7. ΣΥΝΘΕΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ	σελ.52
3.8. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ	σελ.54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ
ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

4.1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	σελ.59
4.1.1.Θερμοκήπια	σελ.59
4.1.2. Εξοπλισμός των θερμοκηπίων	σελ.59
4.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	σελ.61
4.3.1. Σύνθεση και παροχή θρεπτικών διαλυμάτων	σελ.61
4.3.2. Υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων	σελ.62
4.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	σελ.62
4.4.1.Ποικιλίες – Υβρίδια	σελ.62
4.4.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό-Αποστάσεις φύτευσης	σελ.63
4.4.3. Υποστύλωση-Κλάδεμα	σελ.63
4.4.4. Λίπανση – Πότισμα	σελ.64
4.4.5. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών	σελ.66
4.4.6. Συγκομιδή-Διάθεση	σελ.67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ.68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	σελ.72

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο νομός Μεσσηνίας λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών (όχι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για μεγάλο χρονικό διάστημα το χειμώνα) επιτρέπει την παραγωγή λαχανικών εκτός εποχής σε θερμοκήπια όπου οι απαιτήσεις για θέρμανση δεν είναι πολύ μεγάλες με αποτέλεσμα να μην αυξάνεται σημαντικά το κόστος παραγωγής.

Αν και η καλλιέργεια της τομάτας σε θερμοκήπιο είναι διαδεδομένη στο νομό Μεσσηνίας στις περισσότερες περιπτώσεις ακολουθούνται παραδοσιακοί τρόποι καλλιέργειας με χρήση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων που επιβαρύνουν το περιβάλλον ενώ χρησιμοποιούνται και μεγάλες ποσότητες φυτοφαρμάκων.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και στη χώρα μας μια στροφή προς την αλλαγή του τρόπου καλλιέργειας των λαχανικών κυρίως μέσα στο θερμοκήπιο. Οι αλλαγές που παρατηρούνται στρέφονται προς την κατεύθυνση της αύξησης της παραγωγής προϊόντων με καλή ποιότητα αλλά ταυτόχρονα αναζητούνται τρόποι για τη μείωση του κόστους της καλλιέργειας ώστε τα προϊόντα να είναι ανταγωνιστικά τόσο στην εγχώρια αγορά όσο και στην ευρωπαϊκή. Παράλληλα παρατηρείται αύξηση της ευαισθησίας του καταναλωτικού κοινού για κατανάλωση προϊόντων με λιγότερα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων ενώ και ο τρόπος καλλιέργειας των φυτών θα πρέπει να είναι τέτοιος που να επιβαρύνεται όσο το δυνατόν λιγότερο το περιβάλλον.

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων φαίνεται να περιλαμβάνει σύγχρονες μεθόδους καλλιέργειας της τομάτας όπως είναι η καλλιέργεια εκτός εδάφους (υδροπονία) και η χρήση ωφέλιμων οργανισμών για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών.

Στην παρούσα μελέτη θα περιγραφεί μια γεωργική εκμετάλλευση που βρίσκεται στο νομό Μεσσηνίας και στην οποία η καλλιέργεια της τομάτας γίνεται σε ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα με ταυτόχρονη εφαρμογή μεθόδων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΤΟΜΑΤΑ

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Lycopersicon esculentum Mill

Οικογένεια: *Solanaceae*

2n=24

Lycopersicon: από το Ελληνικό λυκοροδάκινο

Συνώνυμα: ντομάτα, πομιδόρο, πομιλορκά

1.1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Πατρίδα της τομάτας ή των χρυσών μήλων ή των μήλων της αγάπης υποστηρίζεται ότι είναι η παραλιακή λωρίδα της νοτιοδυτικής Αμερικής και συγκεκριμένα το Περού (Δημητράκης, 1988). Ήταν φυτό γνωστό στους Μεξικανούς και από εκεί μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς (16^{ος} αιώνας) στην Ισπανία. Στη συνέχεια διαδόθηκε σ' όλη τη ζώνη της Μεσογείου και σ' όλες τις χώρες της Ευρώπης, όπου το περιβάλλον επέτρεπε την καλλιέργειά της (Ολύμπιος, 2001).

Αρχικά καλλιεργήθηκε ως καλλωπιστικό και φαρμακευτικό φυτό, γιατί πίστευαν πως οι καρποί περιέχουν ουσίες τοξικές, γεγονός που εμπόδιζε την κατανάλωσή τους. Οι φόβοι αυτοί οφείλονταν στην παρουσία δηλητηριωδών γλυκοαλκαλοϊδών στα φύλλα και τους καρπούς άλλων ειδών της ίδιας οικογένειας. Αυτό ξεπεράστηκε στις αρχές του 18ου αιώνα και από τότε η κατανάλωση της τομάτας αυξήθηκε σημαντικά (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

Στην Ελλάδα η εισαγωγή της έγινε στην Αθήνα το 1818, αλλά εντατικά και σε μεγάλη έκταση καλλιεργήθηκε αμέσως μετά τον Α' Παγκόσμιο πόλεμο. Σήμερα κατέχει πρωτεύουσα θέση μεταξύ των νωπών λαχανικών. Σε διεθνή κλίμακα, η τομάτα καλλιεργείται σε όλα τα πλάτη και μήκη της γης και κυρίως στην Ευρώπη, την Αμερική και την Ασία (Σπάρτσης, 1998).

1.2. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η τομάτα εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες Α, Β, C, D και διάφορα άλατα σιδήρου, φωσφόρου, καλίου και ιωδίου. Επιπλέον θεωρείται ότι έχει ευνοϊκή επίδραση στην αντιμετώπιση της αναιμίας ενώ η λυκοπίνη, ουσία που περιέχεται στους καρπούς, έχει ευεργητικές ιδιότητες στην αντιμετώπιση του καρκίνου του προστάτη στους άντρες (Παρασκευόπουλος, 2000; Ολύμπιος, 2001).

1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Φυτό: Είναι φυτό θερμοφίλο, ηλιόφιλο, ποώδες, ετήσιο, διετές και σπάνια πολυετές. Καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος καταναλώνεται, ώριμος, αποξηραμένος, σε αλμή, ακέραιος ή σε πολτό (Δημητρακάκης, 1998; Παρασκευόπουλος, 2000).

Ρίζα: το ριζικό σύστημα της τομάτας είναι πασσαλώδες, αποτελείται από μια κεντρική ρίζα που μπορεί να φθάσει σε βάθος μέχρι δύο μέτρων και από πολλές πλάγιες ρίζες. Αν το φυτό υποστεί μία ή δύο μεταφυτεύσεις η κεντρική ρίζα συνήθως σταματά να αναπτύσσεται και σχηματίζονται με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες (θυσανώδες ριζικό σύστημα). Το φυτό μπορεί να σχηματίσει ρίζες και στην περιοχή του λαιμού οι οποίες αν καλυφθούν με έδαφος μπορούν να συνεισφέρουν στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων (Ολύμπιος, 2001).

Βλαστός: κατά το φύτεμα και μετά την οριζοντιοποίηση των κοτυληδονόφυλλων από το αρχέφυτο που βρίσκεται ανάμεσα τους (φαίνεται μόνο σε τομή στο μικροσκόπιο) παράγεται ο κεντρικός βλαστός. Ο κεντρικός βλαστός έχει κυκλική ή πεπλατυσμένη διατομή, πλήρης είναι εσωτερικά και καθώς αυξάνεται σε ύψος είναι ανίκανος να κρατηθεί από μόνος του και αν δεν υποστυλωθεί, έρπει, απλώνει στο έδαφος. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πολλούς πλευρικούς βλαστούς.

Σε ύψος μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ τα 2m (μέχρι 4 και πλέον). Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης και μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά

μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται (Χριστοφιλόπουλος, 2000; Ολύμπιος, 2001).

Φύλλα: τα φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα και αποτελούνται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλει ανάλογα με τη θέση του φύλλου επί του βλαστού και με την ποικιλία (Ολύμπιος, 2001). Η πάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοικτό πράσινο. Τα φύλλα είναι ακέραια ή έλλοβα (προς τη βάση), συνήθως αυλακωτά, διπλωμένα, χνουδωτά με ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό (Παρασκευόπουλος, 2000, Ολύμπιος, 2001).

Τα φύλλα και τα πράσινα τμήματα του φυτού καλύπτονται από τρίχες συνδεδεμένες με αδένες που εκλύουν ένα χαρακτηριστικό άρωμα και τα οποία όταν τα πιάσουμε με το χέρι αφήνουν ένα κιτρινοπράσινο χρώμα (Δημητράκης, 1998).

Άνθη: τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες κυματοειδείς στις μασχάλες των φύλλων, έχουν χρώμα κίτρινο και είναι ερμαφρόδιτα, τριχοειδή, ωσειδή και δίχωρα. Ο άξονας της ταξιανθίας μπορεί να είναι απλός ή να διχάζεται μια ή περισσότερες φορές. Ο αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία κυμαίνεται από 3 έως 20. Ο επιθυμητός μέσος αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8.

Ο κάλυκας αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, η στεφάνη από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία πέφτουν μετά την γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες είναι 5 ή περισσότεροι, ενωμένοι στην βάση με την στεφάνη, στο εσωτερικό της στεφάνης βρίσκεται το αρσενικό τμήμα του άνθους που συνιστάται από τους ανθήρες, οι οποίοι σχηματίζουν έναν κωνικό άξονα. Στο κέντρο του άξονα βρίσκεται το θηλυκό τμήμα (ωοθήκη, στύλος, στίγμα), τα οποία καλύπτονται συνήθως τελείως από τον κωνικό άξονα που σχηματίζουν ανθήρες. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχωρη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρύ στύλο. Το στίγμα είναι επιδεκτικό γονιμοποίησης δύο ημέρες από τη στιγμή που θα ανοίξει το άνθος. Το άνθος συνήθως αυτογονιμοποιείται χωρίς να αποκλείεται και η σταυρογονιμοποίηση (Παρασκευόπουλος, 2000; Ολύμπιος, 2001).

Καρπός: ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρη ράγα, με σχήμα, μέγεθος, αριθμό χώρων και αριθμό ανθέων ανά ταξιανθία ανάλογα με την ποικιλία και το υβρίδιο. Ο καρπός περιβάλλεται από τη φλούδα (επικάρπιο) το πάχος της οποίας ποικίλει. Στο εσωτερικό της φλούδας βρίσκεται η σάρκα

(μεσοκάρπιο), η οποία αντιπροσωπεύει και το μεγαλύτερο τμήμα του καρπού. Μέσα στην σάρκα υπάρχουν κοιλότητες (χώροι) όπου βρίσκονται οι σπόροι, οι οποίοι περιβάλλονται από ένα ζελατινώδες υγρό. Συνήθως οι καρποί που έχουν στρογγυλό σχήμα είναι δίχωροι, ενώ οι καρποί που έχουν ακανόνιστο, πεπλατυσμένο σχήμα είναι πολύχωροι.

Το χρώμα του καρπού είναι συνήθως κόκκινο, όταν ολοκληρωθεί η ωρίμανση. Υπάρχουν ωστόσο ποικιλίες με πορτοκαλί ή κίτρινο χρώμα. Οι χρωστικές ουσίες που παρατηρούνται στον καρπό της τομάτας είναι η λυκοπίνη (κόκκινο χρώμα) κόκκινους καρπούς και η β-καροτίνη (πορτοκαλί – κίτρινο χρώμα) (Δημητράκης, 1998).

Η χημική σύσταση του καρπού της τομάτας είναι: νερό 93,45 %, πρωτεΐνες 0,45 %, λίπος 0,21 %, υδατάνθρακες 2,89 %, ίνες 1,83 %, μεταλλικά άλατα 0,61%, βιταμίνες C, B1, B2, D και προβιταμίνη A (Παρασκευόπουλος, 2000).

Σπόρος: ο σπόρος είναι μικρός πεπλατυσμένος, ωσειδής και η εξωτερική επιφάνεια του περιβλήματος έχει χρώμα καφέ - χρυσαφί και καλύπτεται με τριχοειδής αποφύσεις (γκρίζο χνούδι). Οι σπόροι φέρουν ένα κυτρό (σπειροειδές) έμβρυο, που περιβάλλεται από ένα μικρό ενδοσπέρμιο.

Οι σπόροι διατηρούν τη βλαστητικότητα τους ικανότητα για 4-5 χρόνια υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης, ενώ σε αεροσταγές περιβάλλον με χαμηλή θερμοκρασία και με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, η βλαστική ικανότητα διατηρείται για περισσότερα από 10 χρόνια. 450 σπόροι (σπέρματα) ζυγίζουν περίπου 1g (Παρασκευόπουλος, 2000; Ολύμπιος, 2001).

1.4. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

1.4.1.Κλίμα

Οι σπουδαιότεροι κλιματικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την παραγωγή της τομάτας είναι: η θερμοκρασία, το φως, η σχετική υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

Για μεγαλύτερη παραγωγή και καλύτερη ποιότητα παραγόμενων καρπών, όλοι οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να βρίσκονται σε άριστα επίπεδα. Η απομάκρυνσή τους από τα επίπεδα αυτά δημιουργεί προβλήματα, που το μέγεθος τους καθορίζεται από τον παράγοντα, που υστερεί περισσότερο.

Η τομάτα προτιμά κλίμα θερμό-εύκρατο και απαιτεί σταθερά ποτίσματα. Ευδοκίμει σ' όλες τις περιοχές της Ελλάδας, αν εξαιρέσουμε τις ορεινές. Η υπαίθρια καλλιέργεια η οποία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργήσιμων εκτάσεων ξεκινάει από την άνοιξη και φθάνει μέχρι τα τέλη φθινοπώρου. Σε περιοχές, στις οποίες οι παγετοί της άνοιξης είναι συνηθισμένοι, η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σε συνθήκες υπαίθρου μόνο από τον τέλους Μαρτίου ή αρχές Απριλίου. Η καλλιέργεια στη διάρκεια του χειμώνα πραγματοποιείται σε θερμαινόμενα ή μη θερμοκήπια (καλλιέργειες εκτός εποχής) ανάλογα με την περιοχή (Δημητράκης, 1998).

1.4.1.1.Θερμοκρασία

Πολύ σημαντικός κλιματικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών γιατί το χειμώνα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και το καλοκαίρι σε υψηλά. Και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται ειδικοί χειρισμοί και πολλά έξοδα για να διατηρηθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων είναι 20-30°C ενώ σε θερμοκρασίες μικρότερες από 9-10°C ή μεγαλύτερες από 35-40°C οι σπόροι δεν φυτρώνουν.

Η βλαστική ανάπτυξη του φυτού ευνοείται από θερμοκρασίες ημέρας 20-28°C και νύχτας 13-18°C. Για την καρπόδεση επιθυμούνται θερμοκρασίες μεταξύ 17-32°C. Σε θερμοκρασίες μικρότερες από 8-10°C ή μεγαλύτερες από 30-35°C παρατηρούνται διαταραχές στο φυτό χωρίς να το καταστρέφουν αλλά οι βασικές λειτουργίες του περιορίζονται στο ελάχιστο και χρειάζεται προσοχή στους καλλιεργητικούς χειρισμούς (πότισμα, λίπανση κλπ) για ν' αποφευχθούν ζημιές, δεδομένου ότι οι ανάγκες του φυτού είναι αισθητά μειωμένες. Σε θερμοκρασίες μικρότερες από 0-2°C ή μεγαλύτερες από 48-50°C τα φυτά καταστρέφονται.

Η άριστη θερμοκρασία στο έδαφος κυμαίνεται στους 18-22°C ενώ η ελάχιστη δεν πρέπει να βρίσκεται κάτω από τους 13-14°C. Χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούν δυσχέρειες στην ανάπτυξη, στην ανανέωση του ριζικού συστήματος, στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Οι απαιτήσεις της τομάτας σε θερμοκρασία αυξάνονται με την ηλικία του φυτού. Για την ανάπτυξη χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες απ' ότι για την άνθηση (Κομνάκου, 2000).

1.4.1.2. Φωτισμός

Η τομάτα δεν θεωρείται από τα πλέον φωτόφιλα λαχανικά. Ο κορεσμός των φύλλων της επέρχεται σε ένταση φωτισμού της τάξης των 2000-3000fc. Αν και το φυτό είναι ουδέτερο ως προς την φωτοπερίοδο ωστόσο ο φωτισμός (ένταση και διάρκεια) που δέχονται τα φυτά τομάτας σε πολύ νεαρό στάδιο της ανάπτυξης τους, επηρεάζει την πρωιμότητα της παραγωγής ευνοώντας την πρόωμη εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας (Δημητράκης, 1998).

Σε πολύ υψηλή ένταση φωτισμού παρατηρείται ανάσχεση της φωτοσύνθεσης, αύξηση της θερμοκρασίας των φυτών και προκαλούνται εγκαύματα στους καρπούς. Ο ψεκασμός των φυτών με νερό περιορίζει τις δυσμενείς αυτές επιδράσεις. Η χαμηλή ένταση φωτισμού σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες νύχτας προκαλούν ανθόρροια, καθυστέρηση εμφάνισης ανθέων και ελάττωση της ποσότητας των παραγόμενων σακχάρων (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

Στην Ελλάδα πρόβλημα χαμηλής έντασης φωτισμού μπορεί να παρατηρηθεί κυρίως κατά τη φθινοπωρινή - χειμωνιάτικη σπορά και αφορά περισσότερο την ανάπτυξη των νεαρών σποροφύτων στο σπορείο. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται είτε με πρόσθετο φωτισμό που αυξάνει σημαντικά το κόστος είτε με καθαρισμό των υλικών κάλυψης και αραίωμα των φυταρίων ώστε να αποφεύγεται η αλληλοσκίαση (Ολύμπιος, 2001).

Το καλοκαίρι αντίθετα δημιουργούνται προβλήματα από τον υπερβολικό φωτισμό. Αυτό αντιμετωπίζεται με σκίαση του θερμοκηπίου. Χρειάζεται προσοχή όμως στην εποχή εφαρμογής και στο ποσοστό σκίασης για να μην παρουσιαστούν ανωμαλίες στους καρπούς (π.χ. κούφωμα) (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986; Ολύμπιος, 2001).

1.4.1.3. Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία επηρεάζει τη γονιμοποίηση. Έτσι όταν είναι μεγαλύτερη από 90% εμποδίζει την μεταφορά των γυρεόκοκκων ενώ όταν είναι μικρότερη από 50% ξηραίνεται το στίγμα. Γενικά πάντως σε συνθήκες πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη σοβαρών παθογόνων της τομάτας, και ιδιαίτερα του βοτρυτή.

Η άριστη ατμοσφαιρική υγρασία είναι 60-70%. Για να διατηρήσουμε την σχετική υγρασία σε χαμηλά επίπεδα στο θερμοκήπιο θα πρέπει να το αερίζουμε καλά και σωστά. Συνιστάται ο αερισμός να ξεκινά νωρίς το πρωί

και να σταματά σχετικά αργά το απόγευμα, με σκοπό να απομακρυνθεί έγκαιρα η υγρασία το πρωί, αλλά και να διατηρηθεί κατά το δυνατό σταθερή η θερμοκρασία σ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986).

1.4.1.4. Διοξείδιο του Άνθρακα

Η περιεκτικότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) κυμαίνεται περίπου στα 300ppm. Σήμερα, στα σύγχρονα θερμοκήπια γίνεται τεχνητός εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα (συγκέντρωση 1000-1200ppm) για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αύξηση μέχρι και 50% του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών, πρωίμιση της άνθησης και της καρποφορίας κατά 7-10 ημέρες.

Ο εμπλουτισμός συνιστάται να ξεκινά μετά από τη μεταφύτευση των φυταρίων στα ατομικά γλαστράκια και να συνεχίζεται μέχρι τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο. Στο σπορείο το CO₂ έχει πιο θεματικά αποτελέσματα και συνιστάται σε συγκεντρώσεις 1000-1500ppm.

Η παροχή CO₂ πρέπει να γίνεται όταν οι υπόλοιποι παράμετροι που επηρεάζουν την φωτοσύνθεση (φως, υγρασία, λίπανση, θερμοκρασία) βρίσκονται σε ευνοϊκά επίπεδα. Οι καλύτερες ώρες για τον εμπλουτισμό με CO₂ είναι από 10π.μ.-4μ.μ., την ώρα αυτή το θερμοκήπιο πρέπει να είναι κλειστό για την αποφυγή απωλειών σε CO₂. Στην Ελλάδα η χρησιμοποίηση του είναι δυνατή κατά τις πρωινές ώρες μετά την ανατολή του ηλίου και μέχρι να ανοίξουν τα παράθυρα (Καραταράκη, 1987; Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Ολύμπιος, 2001).

1.4.2. Έδαφος

Η τομάτα αναπτύσσεται και προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών. Καλύτερα αναπτύσσεται και παράγει σε εδάφη βαθιά, γόνιμα με σταθερή δομή, καλή στράγγιση, καλό αερισμό, υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη είναι ιδανικά για πρώιμες καλλιέργειες εάν βελτιώνονται με άφθονη οργανική λίπανση και ποτίζονται καλά.

Σε ότι αφορά τη χημική αντίδραση (pH), τα περισσότερα ενδεικνυόμενα εδάφη είναι τα σχεδόν ουδέτερα ή ελάχιστα όξινα (pH 6-6,8), ωστόσο η τομάτα αναπτύσσεται εξίσου καλά σε ελαφρώς όξινα εδάφη (pH έως 5,5) ή ελαφρώς αλκαλικά (pH έως 7,9). Συνεπώς η πλειοψηφία των εδαφών της χώρας μας είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια της τομάτας, σε ότι αφορά την χημική τους αντίδραση (Δημητράκης, 1998).

Για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων, τη βελτίωση της ποιότητας και την αποφυγή των προβλημάτων που οφείλονται σε εδαφικές παραμέτρους έχουν υιοθετηθεί οι υδροπονικές καλλιέργειες (καλλιέργειες εκτός εδάφους) στις οποίες θα αναφερθούμε παρακάτω.

1.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.5.1. Πολλαπλασιασμός

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Ο σπόρος πριν από την αποθήκευση ή πριν από τη σπορά πρέπει να έχει απολυμανθεί έτσι ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθeneιών και παθογόνων. Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001), η απολύμανση του σπόρου γίνεται με τους εξής τρόπους:

(α) εβάπτιση του σπόρου σε νερό θερμοκρασίας 50°C για 25min, για την καταπολέμηση της βακτηριακής στιγματώσης (*Xanthomonas vesicatoria*), και του βακτηριακού καρκίνου (*Corynebacterium michiganense*),

(β) εβάπτιση του σπόρου σε διάλυμα 10% τριφωσφορικού νατρίου για 15-20 λεπτά, για την απολύμανση από τον ιό, μωσαϊκό του καπνού (TMN),

(γ) επίπαση των σπόρων με σκόνη του μυκητοκτόνου thiram, σε αναλογία 12g/kg σπόρου, για προστασία από τα παθογόνα που βρίσκονται στην επιφάνεια του σπόρου ή στο εδαφικό υπόστρωμα.

1.5.2. Σπορά

Η σπορά της τομάτας γίνεται συνήθως με δύο τρόπους:

(α) σπορά σε κιβώτια σποράς και στη συνέχεια τα φυτά μεταφυτεύονται σε σακουλάκια ή δίσκους με ατομικές θέσεις ανάπτυξης,

(β) σπορά απευθείας στην μόνιμη θέση του φυτού στον αγρό.

Σπάνια γίνεται απευθείας σπορά στη μόνιμη θέση του φυτού στον αγρό. Σήμερα στην πράξη προτιμάται ο πρώτος τρόπος. Με αυτόν τον τρόπο

επιτυγχάνεται καλύτερο και ομοιόμορφο φύτευμα των σπόρων, είναι εύκολη η επιλογή για μεταφύτευση των καλύτερων, υγιέστερων φυτών, ελέγχονται και περιποιούνται τα νεαρά φυτά αποτελεσματικότερα, περιορίζονται στο ελάχιστο οι απώλειες σε σπόρο.

Κάθε κιβώτιο σποράς είναι γεμάτο με υπόστρωμα απολυμασμένο που αερίζεται καλά, όπως μίγμα εδάφους ή τύρφης με άμμο. Η σπορά μπορεί να γίνει στα πετακτά σε απόσταση περίπου 0,5-1cm μεταξύ των σπόρων ή σε γραμμές που απέχουν περίπου 5cm και επί της γραμμής 0,5cm. Το κατάλληλο βάθος είναι περίπου το διπλάσιο ή τριπλάσιο της διαμέτρου του σπόρου. Συνήθως 1g σπόρου δίνει περίπου 100 φυτά. Μετά την σπορά ακολουθεί ελαφρά πίεση του υποστρώματος να γίνει καλή επαφή σπόρου και υποστρώματος και ακολουθεί πότισμα.

Στη συνέχεια το κιβώτιο καλύπτεται με γυαλί ή πλαστικό. Τοποθετείται πάνω στους πάγκους του φυτωρίου και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του χώρου για να βλαστήσουν οι σπόροι. Κατά διαστήματα γίνονται έλεγχοι, για να διαπιστωθεί τυχόν έλλειψη υγρασίας, καθώς και η έναρξη του φυτώματος. Με το φύτευμα απομακρύνονται τα υλικά κάλυψης. Αν αυτό δεν γίνει έγκαιρα, τα φυτά θα γίνουν ασθενικά και προβληματικά για παραπέρα χρήση (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία 1986; Ολύμπιος, 2001).

Η σπορά της τομάτας για καλλιέργεια στο θερμοκήπιο γίνεται συνήθως (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992):

- τον Αύγουστο - Σεπτέμβριο
- το Δεκέμβριο
- του Ιουνίου

Για τις θερμές συνθήκες της 1ης και 3ης περίπτωσης, θέλουμε 25-30 ημέρες από τη σπορά έως τη μεταφύτευση στον αγρό. Το χειμώνα ο χρόνος αυτός είναι μεγαλύτερος περίπου 1,5-2 μήνες ανάλογα με τις θερμοκρασίες και το φωτισμό, αν αυτές δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν.

Για υπαίθριες καλλιέργειες οι εποχές σποράς είναι ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τον Ιανουάριο - Φεβρουάριο (πρώιμη), τον Μάρτιο - Απρίλιο (κανονική) και τον Ιούνιο - Ιούλιο (όψιμη).

1.5.3. Μεταφύτευση

Η μεταφύτευση των φυταρίων στα γλαστράκια ή τις ατομικές θέσεις σε δίσκους γίνεται μόλις τα φυτά σχηματίσουν τα 1-2 πρώτα πραγματικά φύλλα.

Τα φυτά θα παραμείνουν στα γλαστράκια αυτά μέχρι τη μεταφύτευση στο χώρο του θερμοκηπίου.

Η μεταφύτευση πραγματοποιείται με το χέρι και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Τα γλαστράκια με το υπόστρωμα ποτίζονται 1-2 ημέρες πριν τη μεταφύτευση για να μπορεί να ανοίγεται στη μέση τρύπα που θα υποδεχθεί το ριζικό σύστημα του νεαρού φυταρίου. Στο κιβώτιο σποράς εφαρμόζεται πότισμα την προηγούμενη ημέρα από την μεταφύτευση, 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 μετάδοση και εγκατάσταση ασθενειών.

Με τη βοήθεια ξύλινης ή μεταλλικής σπάτουλας ανασηκώνονται με προσοχή από το κιβώτιο σποράς. Κατά τη μεταφύτευση, το φυτό μεταφέρεται στο γλαστράκι, με όσο το δυνατόν περισσότερο από το ριζικό του σύστημα, σε τρύπα που έχει ανοιχτεί με ένα «φυτευτήρι» που έχει σχήμα όπως το μολύβι.

Το βάθος της φύτευσης, θα πρέπει να είναι ελαφρώς πιο πάνω από το σημείο που ξεκινά να διακλαδίζεται η ρίζα. Μετά την τοποθέτηση του φυτού γεμίζεται η τρύπα με μίγμα χώματος και ακολουθεί ελαφρά πίεση του υποστρώματος, για να έρθουν σε επαφή ρίζα και υπόστρωμα και στην συνέχεια ακολουθεί πότισμα. Η μεταφύτευση γίνεται κατά προτίμηση τις απογευματινές ώρες και με συνεφιά (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία 1986; Ολύμπιος 2001).

Η μεταφύτευση από τα γλαστράκια στο αγρό γίνεται όταν έχουν σχηματιστεί 6-8 πραγματικά φύλλα και πάντοτε πριν ανοίξουν τα άνθη της πρώτης ταξιανθίας. Στο θερμοκήπιο έχουν καθιερωθεί δύο τρόποι φύτευσης:

- Σε μονές σειρές: η απόσταση ανάμεσα στις γραμμές είναι 1m ενώ πάνω στη γραμμή 50cm άρα έχουμε 2.000 φυτά/στρέμμα.
- Σε διπλές γραμμές: ανάμεσα στις δύο σειρές υπάρχει απόσταση 50-70cm ενώ ο διάδρομος έχει πλάτος 1m και τα φυτά πάνω στη γραμμή τοποθετούνται στα 50cm.

Το έδαφος συμπιέζεται για να πετύχουμε καλή επαφή των ριζών. Το βάθος φύτευσης, πρέπει να είναι στο ίδιο επίπεδο αυτό του στους δίσκους γιατί αν προεξέχει υπάρχει κίνδυνος να αφυδατωθούν οι ρίζες και να ξεραθεί το φυτό. Αντίθετα αν τοποθετηθεί βαθύτερα υπάρχει κίνδυνος προσβολής του λαιμού. Τα ασθενή φυτά πρέπει να καταστρέφονται αμέσως. Μετά την

φύτευση, που γίνεται συνήθως απογευματινές ώρες ακολουθεί ριζοπότισμα με νερό που περιέχει λιπάσματα χαμηλής περιεκτικότητας σε άζωτο.

Για την προετοιμασία δυνατών και υγιών φυτών τομάτας θα πρέπει: το υπόστρωμα να περιέχει ή να δέχεται υψηλά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων, τα φυτά να βρίσκονται σε αποστάσεις που να μην αλληλοσκιάζονται, οι βλαστοί να έχουν μεγάλη διάμετρο, με μικρά μεσογονάτια διαστήματα και οι ανθοφόροι οφθαλμοί να εμφανίζονται νωρίς επί των φυτών και να είναι καλοσχηματισμένοι, τα φύλλα να έχουν βαθύ πράσινο χρώμα. Η λίπανση θα πρέπει να γίνεται τακτικά και όταν χρειαστεί να αναχαιτιστεί η βλάστηση, θα πρέπει να περιορίσουμε το νερό άρδευσης και όχι τις ποσότητες των λιπασμάτων (Ολύμπιος, 2001).

1.5.4. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα

Οι μέθοδοι εμβολιασμού που εφαρμόζονται σήμερα στην τομάτα είναι κυρίως τρεις:

1. μέθοδος της γεφυρωτής προσέγγισης
2. μέθοδος της πλάγιας προσέγγισης
3. μέθοδος με χρήση βελόνας

Συνήθως εφαρμόζεται η μέθοδος της γεφυρωτής προσέγγισης.

Ο εμβολιασμός στην τομάτα εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών που προσβάλλουν τις ρίζες ή / και το αγγειακό σύστημα των φυτών. Τέτοιες ασθένειες οφείλονται στους μύκητες *Verticillium sp.* (Βερτισιλίωση), *Fusarium oxysporum* (Φουζαρίωση), *Pyrenochaeta lycopersici* (Πυρηνοχαίτη). Με τη χρήση εμβολιασμένων φυτών μπορεί να αντιμετωπιστεί και το πρόβλημα των νηματωδών (*Meloidogyne*).

Η σπορά του υποκειμένου γίνεται σε πλαστικούς δίσκους όπου τοποθετείται ένας σπόρος σε κάθε θέση. Όταν η διάμετρος του φυτού (υποκείμενο) είναι 3mm και αποκτήσει 2-3 πραγματικά φύλλα, το βγάζουμε από το δίσκο και με ένα κοφτερό ξυραφάκι κόβεται υπό γωνία 45°, σε απόσταση περίπου 1cm κάτω από τις κοτυληδόνες.

Η σπορά του εμβολίου γίνεται επίσης σε πλαστικούς δίσκους και όταν το φυτάριο αποκτήσει την ίδια διάμετρο με το υποκείμενο (περίπου 3mm), κόβεται επίσης υπό γωνία 45° 1-2 περίπου εκατοστά κάτω από τις κοτυληδόνες.

Αφού ετοιμαστούν το υποκείμενο και το εμβόλιο στη συνέχεια γίνεται η συγκόλλησή τους. Για την συγκόλληση χρησιμοποιείται ειδικό εργαλείο και εισάγεται βελόνα κατά το ήμισυ αρχικά στο εμβόλιο και στη συνέχεια το άλλο ήμισυ της βελόνας, σπρώχνεται στο υποκείμενο, έτσι ώστε να ταυτίζονται πλήρως υποκείμενο και εμβόλιο. Μετά, τα εμβολιασμένα φυτά τοποθετούνται σε πλαστικούς και μεταφέρονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο με σταθερή θερμοκρασία 25°C και σχετική υγρασία 95% όπου παραμένουν για 4-5 ημέρες περίπου.

Στη συνέχεια, μεταφέρονται στο κυρίως θερμοκήπιο - φυτώριο, και όταν φτάσουν στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης (4-6 πραγματικά φύλλα ή και αργότερα) μεταφυτεύονται στο έδαφος του θερμοκηπίου.

Τα υποκείμενα τομάτας που είναι ανθεκτικά σε παθογόνα του εδάφους και στα οποία εφαρμόζεται εμβολιασμός είναι:

(α) **KVFN**: ανθεκτικό υποκείμενο στα τέσσερα πιο συνηθισμένα παθογόνα εδάφους

K: Πυρηνοχαίτη (*Pyrenochaeta lycopersici*)

V: Βερτισιλλίωση (*Verticillium albo-atrum*)

F: Φουλαρίωση (*Fusarium oxysporum*)

N: Νηματώδεις

(β) **KVFN - απαλλαγμένο ιώσεων**: εκτός από τα παθογόνα του εδάφους είναι ανθεκτικό στις ιώσεις. Χρησιμοποιείται με την προϋπόθεση ότι και το εμβόλιο είναι ανθεκτικό στις ιώσεις.

(γ) «**MM**»: ανθεκτικό στη φουζαρίωση και βερτισιλλίωση.

Υπάρχουν και άλλα υποκείμενα στο εμπόριο γενικά όμως το υποκείμενο επιλέγεται ανάλογα με το πρόβλημα (παθογόνο) που πρέπει να αντιμετωπιστεί (Ολύμπιος, 2001).

1.5.5. Υποστύλωση

Η υποστύλωση γίνεται όταν τα φυτά έχουν μεγαλώσει και χρειάζονται υποστήριξη για να κρατηθούν όρθια. Η υποστύλωση είναι απαραίτητη γιατί βοηθά στην καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, διευκολύνει τις διάφορες εργασίες (καταπολέμηση ασθενειών, πότισμα και λίπανση, συγκομιδή καρπών κλπ), διευκολύνει το φυσικό και τεχνητό αερισμό, βοηθά στο καλύτερο φωτισμό των φυτών, και διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου της παραγωγής (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Ολύμπιος, 2001).

Γι' αυτούς τους λόγους τα φυτά αναπτύσσονται υποστυλωμένα με διάφορα υλικά. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι ο σπάγκος από νάilon και μεταλλικά σύρματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις και σε μικρή κλίμακα, η υποστύλωση γίνεται με χρήση καλάμων ή λεπτών πασσάλων πάνω στα οποία δένονται τα φυτά με σπάγκο ή πλαστική ταινία (Σπάρτσης, 1998).

Η χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων εφαρμόζεται σε όλα τα νέου τύπου θερμοκήπια, όπου ο σκελετός είναι στέρεος και μπορεί να σηκώσει το βάρος της φυτομάζας και της καρποφορίας. Τα μεταλλικά σύρματα στερεώνονται στο σκελετό του θερμοκηπίου ή σε ανεξάρτητους πασσάλους. Τοποθετούνται οριζόντια πάνω από την κάθε γραμμή φύτευσης των φυτών σε ύψος 1,8-2m ανάλογα με την κατασκευή του θερμοκηπίου.

Ο σπάγκος δένεται από τη μια άκρη του στη βάση του φυτού με διάφορους τρόπους. Οι πιο συνηθισμένοι είναι:

(α) η άκρη δένεται στο κάτω μέρος του κορμιού του φυτού με χαλαρή θηλιά ή τοποθετούνται ειδικά κλιπς που προσαρμόζονται στο βλαστό για να αποφευχθεί το σφίξιμο και τελικά το κόψιμο του στελέχους ή διακοπή κυκλοφορίας κατά την αύξηση του πάχους του

(β) η άκρη δένεται σε πασσαλάκι που τοποθετείται δίπλα από το φυτό

(γ) η άκρη δένεται σε ειδικό πλαστικό εξάρτημα όπου στη συνέχεια στερεώνεται στον κορμό του φυτού (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986; Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Ολύμπιος, 2001).

Το άλλο άκρο του σπάγκου δένεται ελαφρά τεντωμένο στο οριζόντιο σύρμα είτε απευθείας είτε σε διάφορα άλλα εξαρτήματα που έχουν τοποθετηθεί στο οριζόντιο σύρμα όπως καρούλι, γάντζος κ.α., όπου δίνουν τη δυνατότητα μετακίνησης του φυτού προς τα δεξιά ή αριστερά όταν αναπτυχθεί αρκετά (Χριστοφιλόπουλος, 2000).

Ο σπάγκος περιελίσσεται γύρω από το βλαστό του φυτού κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού.

1.5.6. Κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι πολύ σημαντική καλλιεργητική φροντίδα που συμβάλλει:

- στην εξισορρόπηση της βλάστησης και της καρποφορίας,

- στον περιορισμό της παραγωγής σε ένα κεντρικό βλαστό (μονοστέλεχο) ή δύο βλαστούς (διστέλεχο) και σε ορισμένη χρονική περίοδο,
- στη βελτίωση της ποιότητας και του χρώματος των καρπών, και
- στο σχηματισμό ομοιόμορφων καρπών.

Στην Ελλάδα η τομάτα κλαδεύεται συνήθως σε μονοστέλεχο σύστημα και πολύ σπάνια σε διστέλεχο (Ολύμπιος, 2001).

Βλαστολόγημα: Στο μονοστέλεχο σύστημα διατηρείται μόνο ο κεντρικός βλαστός και αφαιρούνται με το χέρι όλοι οι πλάγιοι, όταν έχουν μήκος 5-10cm. Όταν ο βλαστός μεγαλώσει, η αφαίρεση δεν είναι εύκολη και θα χρειαστεί η χρήση εργαλείου (μαχαίρι). Εάν όμως κάποιοι πλάγιοι βλαστοί δεν απομακρυνθούν έγκαιρα και μεγαλώσουν αρκετά, είναι προτιμότερο να κορυφολογηθούν και να αφαιρεθούν οι πλάγιοί τους, παρά να αφαιρεθούν τελείως. Τούτο γιατί θα δημιουργηθούν μεγάλες πληγές, με κίνδυνο μετάδοσης παθογόνων οργανισμών (Καραταράκη, 1987; Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Ολύμπιος, 2001).

Το διστέλεχο σύστημα δεν προτιμάτε γιατί δίνει μεγάλη πυκνότητα φυτών μέσα στο θερμοκήπιο, με αποτέλεσμα να γίνεται εντονότερο το πρόβλημα εμφάνισης ασθενειών το χειμώνα. Στο σύστημα αυτό διατηρείται ένας κεντρικός και ένας πλάγιος βλαστός, στους οποίους γίνονται οι ίδιες επεμβάσεις όπως και στον κεντρικό βλαστό του μονοστέλεχου συστήματος ή κορυφολογείται ο κεντρικός βλαστός σε ύψος 30-40cm από το έδαφος και διατηρούνται οι δύο ανώτεροι πλάγιοι βλαστοί (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Ολύμπιος, 2001).

Κορυφολόγημα: κορυφολόγημα του κεντρικού βλαστού γίνεται 1,5-2 μήνες πριν το τέλος της συγκομιδής. Το κορυφολόγημα εφαρμόζεται για να σταματήσει το φυτό να παράγει νέα φύλλα και ταξικαρπίες που δεν θα προλάβουν να ωριμάσουν και παράλληλα να αναγκαστεί να επιταχύνει την ωρίμανση των υπαρχόντων καρπών. Η κορυφή αφαιρείται μετά από 2-3 τουλάχιστον φύλλα πάνω από την τελευταία ταξιανθία του φυτού.

Αφαίρεση φύλλων: η αφαίρεση φυλλώματος είναι μια εργασία που γίνεται με μεγάλη προσοχή και όταν χρειάζεται. Γιατί το φύλλωμα είναι το εργαστήριο που παρασκευάζονται οι απαραίτητες για το φυτό θρεπτικές ουσίες. Η υπερβολική αποφύλλωση επιδρά δυσμενώς στην ανάπτυξη του φυτού, στο μέγεθος και στην ποιότητα του καρπού. Το ίδιο και το υπερβολικό

φύλλωμα, δημιουργεί προβλήματα κακού αερισμού, φωτισμού και κινδύνους ανάπτυξης εχθρών και ασθενειών.

Όταν αρχίζει να ωριμάζει η πρώτη ταξικαρπία, αρχίζει η διαδικασία της αποφύλωσης, δηλαδή αφαιρούνται τα φύλλα που βρίσκονται κάτω από αυτή. Επίσης αφαιρούνται τα κίτρινα και προσβεβλημένα από παθογόνα φύλλα καθώς και όσα φύλλα έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Αφαίρεση καρπών: η αφαίρεση καρπών αποσκοπεί, κυρίως, στην παραγωγή καρπών ποιότητας με την αποκατάσταση της ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και παραγωγής και στην καλύτερη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων τροφοδοσίας σε θρεπτικά στοιχεία και νερό του ριζικού συστήματος, από τα διάφορα μέρη του φυτού. Υπεράριθμοι καρποί στην ταξιανθία θα έχουν σαν αποτέλεσμα την πτώση της παραγωγής, την υποβάθμιση της ποιότητας και το πρόωρο γέρασμα του φυτού. Οι πολλοί καρποί δεν θα τραφούν σωστά. Θα γίνουν μικρότεροι, ανομοιόμορφου μεγέθους, κούφιοι, κακοχρωματισμένοι και γενικά ποιοτικά υποβαθμισμένοι.

Το αραίωμα των καρπών γίνεται αμέσως μετά το δέσιμο της ταξιανθίας όταν δηλαδή οι καρποί είναι πολύ μικροί. Αραίωμα μεγάλων καρπών δεν έχει ουσιαστικό αποτέλεσμα. Διατηρούνται οι καρποί που έχουν ομοιόμορφο μέγεθος και σχήμα. Αφαιρούνται οι υπεράριθμοι, οι μεγάλοι ή οι πολύ μικροί και όσοι δείχνουν ότι η ποιότητά τους θα είναι υποβαθμισμένη (Χριστοφιλόπουλος, 2000; Ολύμπιος, 2001).

1.5.7. Άρδευση

Στα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται συνήθως δύο διαφορετικές μέθοδοι εφαρμογής του νερού άρδευσης:

(α) Μέθοδος του καταιονισμού από ψηλά, που είναι χρήσιμη για:

- 1) την εγκατάσταση των φυτών μετά την μεταφύτευση
- 2) την γονιμοποίηση των ανθέων (δόνηση)
- 3) την προετοιμασία του εδάφους πριν την μεταφύτευση
- 4) την διαβροχή φυτών και διαδρόμων όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, και
- 5) την εφαρμογή διαφυλλικών λιπάνσεων

(β) Μέθοδος εφαρμογής του νερού στο έδαφος, που είναι χρήσιμη για:

- 1) πότισμα

2) την υγρή λίπανση της καλλιέργειας σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Και οι δύο μέθοδοι μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα καλλιεργητικό σύστημα με στόχο τη μείωση του κόστους των εργατικών (Ολύμπιος, 2001).

Η εφαρμογή του νερού στο έδαφος, μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

(α) με αυλάκια

(β) με πλαστικούς σωλήνες από λεπτό μαύρο πολυαιθυλένιο, σύστημα «viaflo»

(γ) με εκτοξευτήρες χαμηλού ύψους, ή

(δ) με τη μέθοδο στάγδην (είναι το πλέον διαδεδομένο σύστημα ποτίσματος στα θερμοκήπια).

Το πότισμα είναι εργασία που χρειάζεται εμπειρία και ικανότητα σωστής καθημερινής εκτίμησης των αναγκών του φυτού σε νερό. Πολλά προβλήματα στις καλλιέργειες στο θερμοκήπιο οφείλονται στην κακή χρήση του νερού ποτίσματος και των λιπασμάτων.

Όταν έχουμε έλλειψη νερού τα φυτά καθυστερούν να αναπτυχθούν, έχουν αδύνατα στελέχη με μικρά σκούρα πράσινα φύλλα, παρατηρείται πτώση ανθέων και παραγωγή καρπών μικρότερου μεγέθους. Ενώ αντίθετα σε περίσσεια νερού έχουμε φυτά με πλούσια φυλλική επιφάνεια ανοικτοπράσινου χρώματος με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα και υδαρείς ιστούς. Επίσης, καθυστερεί η εμφάνιση των πρώτων ταξιανθιών και υπάρχει δυσμενής επίδραση στη γονιμοποίηση και την καρπόδεση (Καραταράκη, 1987; Ολύμπιος, 2001).

Η τομάτα αντέχει σε υψηλό ποσοστό αλάτων νερού (μέχρι 3-4mmhos/cm, με άριστο τα 2,5mmhos/cm). Υψηλές αποδόσεις και καλής ποιότητας καρποί παράγονται όταν εφαρμόζονται στην καλλιέργεια συχνά ποτίσματα με μικρές ποσότητες νερού. Αρχικά γίνονται ένα με δύο ποτίσματα μετά τη φύτευση και στη συνέχεια τα ποτίσματα γίνονται εμπειρικά, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, την ανάπτυξη των φυτών και την υγρασία του εδάφους (Ολύμπιος, 2001).

Σύμφωνα με την Καραταράκη (1987), οι γενικές αρχές ποτίσματος είναι:

- το πότισμα πρέπει να γίνεται το πρωί ή το απόγευμα και ποτέ τις μεσημβρινές ώρες, (το χειμώνα προτιμάται το πρωινό πότισμα),
- να μην εφαρμόζονται ακανόνιστα ποτίσματα,

- όταν έχουμε συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας τα ποτίσματα πρέπει να γίνονται συχνότερα,
- να αποφεύγεται το πολύ νερό όταν τα άνθη είναι επιδεικτικά για γονιμοποίηση, γιατί τα άνθη μπορεί να τιναχθούν;
- να μην έρχεται σε επαφή το νερό με το στέλεχος των φυτών,
- να αποφεύγεται το πότισμα με πολύ κρύο ή σε πολύ υγρό έδαφος, και
- το πότισμα να γίνεται όταν το έδαφος έχει φτάσει στο 50% της υδατοϊκανότητάς του.

1.5.8. Λίπανση

Η λίπανση εξαρτάται από τη γονιμότητα του εδάφους, το σύστημα καλλιέργειας, την ποικιλία, και τους κλιματικούς παράγοντες. Ο καλλιεργητής πρέπει να διακρίνει τις ανάγκες των φυτών από την όψη τους, το στάδιο ανάπτυξης και τις κλιματικές συνθήκες και έτσι να δημιουργεί την αντίστοιχη φόρμουλα. Ο επιστημονικός τρόπος απαιτεί την ανάλυση του εδάφους και ανάλυσης φύλλων (φυλλοδιαγνωστική). Έχει βρεθεί, ότι για παραγωγή 10tn τομάτας απορροφά από το έδαφος περίπου 23-36Kg N, 6-13Kg P₂O₅, 15-70Kg K₂O, 3-56Kg CaO και 4-9Kg MgO (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986; Σπάρτης, 1998).

Αφού εξεταστούν όλοι αυτοί οι παράγοντες, καθορίζεται το πρόγραμμα λίπανσης.

Η βασική λίπανση, κατά την οποία προστίθεται οργανική ουσία και ανόργανα στοιχεία, στοχεύει στη δημιουργία εδάφους που να έχει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά πριν από την μεταφύτευση:

- υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας,
- ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο,
- αρκετά αποθέματα καλίου, για να επιτευχθεί καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και ανάσχεση της ζωηρής βλάστησης των φυτών,
- αρκετό άζωτο, αναγκαίο για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών, και
- pH= 6-6,5.

1.5.8.1. Προσθήκη οργανικής ουσίας

Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας γίνεται με γρήγορο ρυθμό, γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται τακτική προσθήκη οργανικής ουσίας (μια φορά τον χρόνο ή μια φορά κάθε δύο χρόνια), για να διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η οργανική ουσία ενσωματώνεται στο έδαφος πριν από την απολύμανση του και σε βάθος 30-40cm. Η οργανική ουσία μπορεί να προστεθεί στο έδαφος με διάφορες μορφές όπως π.χ. κοπριά, τύφρη, υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών, κλπ.

Η κοπριά είναι η πιο συνηθισμένη μορφή οργανικής ουσίας που προστίθεται, παρά το γεγονός ότι το κόστος αγοράς είναι υψηλό και η εξεύρεσή της δύσκολη. Ενσωματώνεται στο έδαφος καλά χωνεμένη, σε ποσότητα περίπου 5tn/στρ. (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

Η τύφρη παρά το υψηλό κόστος αγοράς, θεωρείται κατάλληλο υλικό για την αύξηση ή τη διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Όταν προστίθεται για πρώτη φορά στο έδαφος της καλλιέργειας με σκοπό την αύξηση περιεκτικότητας, χρησιμοποιούνται περίπου 70m³/στρ. ενώ όταν προστίθεται ετησίως για διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα, χρησιμοποιούνται 17m³/στρ. (Ολύμπιος, 2001).

1.5.8.2. Ανόργανη λίπανση

Όσον αφορά τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, η αναλογία N:P:K:Mg πρέπει να κυμαίνεται στο 1:1:2:0,5 ώστε το Mg να βρίσκεται στο 1/4 της ποσότητας του K (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

Άζωτο: Τα υψηλά επίπεδα αζώτου οδηγούν το φυτό σε βλαστομανία. Κατά την μεταφύτευση θα πρέπει η ποσότητα του αφομοιώσιμου αζώτου να είναι περιορισμένη. Όταν το φυτό εγκατασταθεί στην μόνιμη θέση, τότε η τροφοδοσία αζώτου γίνεται συστηματικά μέσω του συστήματος άρδευσης. Συνήθως τα εδάφη του θερμοκηπίου είναι εφοδιασμένα με άζωτο από την προηγούμενη καλλιέργεια, και οπότε δεν χρειάζεται προσθήκη με την βασική λίπανση (Ολύμπιος, 2001).

Φώσφορος: ο φώσφορος προστίθενται κυρίως με την βασική λίπανση γιατί με την επιφανειακή λίπανση δημιουργούνται συχνά προβλήματα με το σύστημα άρδευσης.

Κάλιο και μαγνήσιο: τα επιθυμητά επίπεδα καλίου στο έδαφος πριν την μεταφύτευση είναι 600-1000mg/l. Μεγαλύτερες ποσότητες καλίου στο

έδαφος μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης μαγνησίου από τα φυτά δηλαδή θα πρέπει η σχέση K: Mg στο έδαφος να είναι 2:1 ώστε να αποφευχθούν τροφοπενίες μαγνησίου.

1.5.8.3. Επιφανειακή λίπανση

Η επιφανειακή λίπανση είναι συμπληρωματική της βασικής λίπανσης και καλύπτονται με αυτή οι θρεπτικές ανάγκες του φυτού μέχρι το τέλος του παραγωγικού του κύκλου.

Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία με τα οποία το φυτό εφοδιάζεται κατά την επιφανειακή λίπανση είναι: άζωτο, κάλιο, μαγνήσιο και φυσικά φώσφορος εφ' όσον δεν χορηγήθηκε με τη βασική λίπανση. Σπανιότερα ή σε ειδικές περιπτώσεις χρειάζεται να χορηγηθούν και άλλα, όπως σίδηρος, ασβέστιο κ.α.

Τα λιπάσματα χορηγούνται με διάφορους τρόπους. Η υδρολίπανση με τη στάγδην άρδευση θεωρείται ο καλύτερος τρόπος.

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται κυρίως από την αρχή ως το τέλος της καλλιέργειας είναι: νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία ή ουρία και θειικό μαγνήσιο (Καραταράκη, 1987; Ολύμπιος, 2001).

1.5.8.4. Τροφοπενίες

Σύμφωνα με τους Καραταράκη (1987) και Ζαρμπούτης και Γιακνή (1992), οι σημαντικότερες τροφοπενίες που παρατηρούνται σε φυτά τομάτας είναι:

-Τροφοπενία μαγνησίου: Εμφανίζεται στα παλαιότερα φύλλα της βάσης του φυτού, τα κυριότερα συμπτώματα της είναι περιφερειακή και μεσονεύρια χλώρωση. Σε πολύ προχωρημένο στάδιο κιτρινίζει όλο το φυτό.

Τα αίτια που οδηγούν σε συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου είναι η περιορισμένη ανάπτυξη των ριζών, το χαμηλό pH και το υψηλό επίπεδο καλίου στο έδαφος σε σχέση με το μαγνήσιο.

Για την αντιμετώπιση της είναι αποτελεσματικοί οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειικό μαγνήσιο σε συγκέντρωση 20-100g/l.

-Τροφοπενία Σιδήρου: Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στα φύλλα της κορυφής. Τα φύλλα αυτά παρουσιάζουν μεσονεύρια χλώρωση και σε προχωρημένο στάδιο γίνονται λευκοκίτρινα.

Η έλλειψη σιδήρου είναι συχνή σε περιοχές με ασβεστούχα εδάφη και όταν η δομή του εδάφους δεν επιτρέπει την ικανοποιητική αποστράγγιση.

Η αντιμετώπιση της τροφοπενίας σιδήρου γίνεται με διαφυλλική λίπανση με Fe-EDTA σε συγκέντρωση 0,2g/lit.

-Τροφοπενία Ασβεστίου: Εμφανίζεται στα φύλλα της κορυφής, όπου σε πολύ προχωρημένο στάδιο η ανάπτυξη της κορυφής σταματά. Πιο συχνά και σοβαρά είναι τα προβλήματα που δημιουργούνται από την εμφάνιση ξηρής κορυφής (μαύρη βούλα) στην άκρη του καρπού.

Για την αντιμετώπισή της συνιστάται να γίνεται εμπλουτισμός του εδάφους με ασβέστιο ή με διαφυλλικό ψεκασμό 7,5g/lit.

-Τροφοπενία Αζώτου: Η τροφοπενία πρωτοεμφανίζεται στα παλαιότερα φύλλα του φυτού. Τα κύρια συμπτώματα είναι η καχεκτική ανάπτυξη του φυτού, στελέχη λεπτά και ξυλώδη, φύλλα στενά, σκληρά, μικρά, κιτρινωπού χρώματος.

Η αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων γίνεται με αύξηση της παροχής αζώτου με το νερό ποτίσματος ή με διαφυλλικούς ψεκασμούς με ουρία σε συγκέντρωση 12,5g/lit.

-Τροφοπενία Φωσφόρου: Παρουσιάζεται συχνά, κυρίως σε εδάφη φτωχά, ασβεστούχα, με υψηλό ή χαμηλό pH, με ελλιπή αποστράγγιση ανεπαρκή αερισμό καθώς και όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι πολύ χαμηλή.

Τα πιο εμφανή συμπτώματα της τροφοπενίας είναι η καθυστερημένη ανάπτυξη του φυτού και ο έντονος μοβ χρωματισμός του στελέχους και των φύλλων. Τα στελέχη γίνονται λεπτά και ξυλώδη, η καρποφορία οψιμίζει και η γονιμοποίηση δεν είναι καλή.

Η τροφοπενία φωσφόρου αντιμετωπίζεται με προσθήκη στο έδαφος διαλυτών φωσφορικών αλάτων.

-Τροφοπενία Καλίου: Τα κύρια συμπτώματα είναι η καχεκτική ανάπτυξη του φυτού και χλώρωση των φύλλων. Με την πάροδο του χρόνου, η χλώρωση ακολουθείται από η ξήρανση. Οι άκρες των φύλλων στρίβουν προς τα πάνω. Τα συμπτώματα αρχίζουν από τα παλαιότερα φύλλα στη βάση του φυτού και μπορούν να επεκταθούν ταχύτατα σε ολόκληρο το φυτό.

Η τροφοπενία θεραπεύεται με παροχή καλίου υπό υγρή μορφή ή με διαφυλλικούς ψεκασμούς με συγκέντρωση 20g/lit.

-Τροφοπενία Μαγγανίου: Εμφανίζεται πρώτα στα μεσαία και παλιότερα φύλλα και αργότερα στα νεότερα. Παρατηρείται μια ελαφρώς κίτρινη απόχρωση, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα.

Η αντιμετώπισή της είναι αποτελεσματική με διαφυλλικούς ψεκασμούς με θειικό μαγγάνιο σε συγκέντρωση 10g/lι.

-Τροφοπενία Βορίου: Τα φύλλα της κορυφής συστρέφονται προς τα κάτω και παίρνουν κίτρινο – πορτοκαλί χρωματισμό. Σε προχωρημένο στάδιο η κορυφή μαραίνεται. Οι καρποί παραμορφώνονται και εμφανίζουν καστανό μεταχρωματισμό στην επιφάνειά τους.

Η αντιμετώπισή του γίνεται με προσθήκη βόρακα στο νερό άρδευσης και σε συγκέντρωση 0,5ppm.

1.6. ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ

Ο σχηματισμός καταβολών ανθέων όσο και η γονιμοποίηση (δέσιμο καρπών) επηρεάζονται από το συνδυασμό αρκετών παραγόντων που σχετίζονται με το περιβάλλον ή τη θρεπτική κατάσταση των φυτών.

Γενικά, η μικρή ένταση φωτισμού, η περίσσεια αζώτου, οι ψηλές θερμοκρασίες, οι πολλές αρδεύσεις και η υψηλή σχετική υγρασία έχουν σαν αποτέλεσμα την υπερβολική ανάπτυξη του φυλλώματος σε βάρος της ανθοφορίας.

Κατά τη χρονική περίοδο μεταξύ της εμφάνισης και της άνθισης της πρώτης ταξιανθίας, θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 18°C την ημέρα και 16°C τη νύχτα αυξάνουν τον κίνδυνο πτώσης των ανθέων και κακής καρπόδεσης.

Για να επιτευχθεί καλή καρπόδεση η ταξιανθία πρέπει να είναι εύρωστη, με παχύ και κοντό ποδίσκο κλίση προς τα κάτω και τα άνθη να φαίνονται (Καραταράκη, 1987; Ολύμπιος, 2001).

1.6.1. Επικονίαση

Για να εξασφαλίσουμε υψηλή απόδοση της καλλιέργειας της τομάτας στο θερμοκήπιο θα πρέπει τα άνθη να καρποδέσουν ικανοποιητικά και αυτό προϋποθέτει μια ολοκληρωμένη επικονίαση. Σημαντικό ρόλο στη διάρρηξη των ανθών και εκτίναξη της γύρης παίζει η θερμοκρασία. Η άριστη θερμοκρασία είναι άνω των 21°C ενώ σε θερμοκρασίες άνω των 32°C παρατηρείται μείωση της καρπόδεσης, και κάτω των 18°C καθυστερεί την εκτίναξη της γύρης (Ολύμπιος, 2001).

1.6.2. Γονιμοποίηση

Η τομάτα είναι φυτό αυτογονιμοποιούμενο. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από το άνοιγμα του άνθους μέχρι τη γονιμοποίηση είναι περίπου 3-4 ημέρες.

Σημαντικό ρόλο για καλή γονιμοποίηση παίζει η θερμοκρασία, ο καλός φωτισμός, η ισορροπημένη λίπανση και η σχετική υγρασία (άριστη 60-70%) (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986).

Η θερμοκρασίες πάνω και κάτω από το άριστο (21°C) επηρεάζουν αρνητικά την γονιμοποίηση. Ενώ κάτω από 13°C εμφανίζονται προβλήματα λόγω αγονίας της γύρης (Ολύμπιος, 2001).

Στην περίπτωση που οι συνθήκες γονιμοποίησης δεν είναι ικανοποιητικές τότε ο παραγωγός μπορεί να παρέμβει χρησιμοποιώντας ορμόνες ή μηχανικά μέσα ή έντομα - επικονιαστές. Η μηχανική παρέμβαση έχει σκοπό στο να μεταφερθεί η γύρη από τους ανθήρες στο στίγμα (εκτίναξη της γύρης). Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος για εκτίναξη της γύρης είναι η δόνηση και μπορεί να εφαρμοστεί με τους εξής τρόπους:

- δόνηση των σπάγκων που είναι δεμένα τα φυτά ή των οριζοντίων συρμάτων όπου στηρίζονται οι σπάγκοι. Η δόνηση γίνεται με κοντάρι ή λοστό,
- δόνηση της κάθε ταξιανθίας με τη βοήθεια ενός φορητού ηλεκτρικού δονητή. Η ράβδος του δονητή ακουμπά απαλά πάνω στον ποδίσκο της ταξιανθίας για σύντομο χρονικό διάστημα,
- δόνηση ανθέων με ρεύμα αέρα που προέρχεται από ψεκαστήρα, ή
- δόνηση με αυτόματο μηχανικό τρόπο των οριζοντίων συρμάτων στήριξης (Ολύμπιος, 2001).

Η καλύτερη μέθοδος είναι ο ηλεκτρικός δονητής. Οποιαδήποτε μέθοδος κι αν εφαρμοστεί, για να έχει επιτυχία θα πρέπει να γίνεται κάθε μέρα ή δεύτερη μέρα, όταν τα άνθη είναι ανοιχτά και η γύρη ελευθερώνεται πιο εύκολα, κατά προτίμηση τις ώρες από 10π.μ. έως 4μ.μ., όταν η ημέρα είναι ηλιόλουστη (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Δημητράκης, 1998).

Οι ορμόνες χρησιμοποιούνται σε μη ευνοϊκές συνθήκες (μέσα Δεκεμβρίου - μέσα Μαρτίου) για το σχηματισμό καρπού. Όταν οι θερμοκρασίες κυμαίνονται κάτω από 13-14°C και σε μη θερμαινόμενα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται ορμόνες, ενώ η δόνηση εφαρμόζεται σε θερμαινόμενα. Σύμφωνα πάντως με τον Δημητράκη (1998), οι ορμόνες

χρησιμοποιούνται σαν συμπλήρωμα της δόνησης και όχι σαν κύριο μέσο καρπόδεσης.

Οι καρποδετικές ορμόνες είναι διάφορες χημικές ουσίες που έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη του καρπού χωρίς επικονίαση - γονιμοποίηση (παρθενοκαρπία). Ανήκουν συνήθως στη κατηγορία των αυξινών όπως είναι το Β-ναφθοξυοξικό οξύ (B-NAA), U-παραχλωροφαινοξυοξικό οξύ (U-CPA), 2,4-διχλωροφαινοξυοξικό οξύ (2,4-D κλπ).

Η εφαρμογή γίνεται σε μικροποσότητες, είτε με εμβάπτιση της ταξιανθίας σε δοχείο που περιέχει την ορμόνη ή ψεκάζοντας τις ταξιανθίες. Η επέμβαση γίνεται όταν το 50% των ανθέων της ταξιανθίας έχουν ανοίξει, κατά προτίμηση της απογευματινές ώρες μετά το πότισμα. Δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε ώρες με δρόσο ή με πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Τα αποτελέσματα από τη χρήση καρποδετικών ορμονών είναι η αύξηση της παραγωγής κατά μέσο όρο 30% και η προίμιση της παραγωγής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις ορμονών σχηματίζονται καρποί κατώτερης ποιότητας, παραμορφωμένοι, κούφιοι, ευαίσθητοι στις μεταφορές με κακοχρωματισμένη σάρκα και υδαρείς. Γι' αυτό χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά τη χρήση και θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνο όταν είναι απόλυτα απαραίτητο και κατά προτίμηση να συνδυάζεται με τη δόνηση (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986; Δημητράκης, 1998).

Η χρησιμοποίηση εντόμων για την επικονίαση της τομάτας, είναι μια μέθοδος κατά την οποία γίνεται εισαγωγή εντόμων στο θερμοκήπιο, τα οποία συμβάλλουν στην φυσική επικονίαση όπως και η δόνηση.

Το είδος εντόμου που χρησιμοποιείται σήμερα σε εμπορική κλίμακα είναι ο βομβύνος (*Bombus terrestris*), είδος που ανήκει στα υμενόπτερα της υπεροικογένειας των Apoidea, της οικογένειας Apidae και υποοικογένειας Bombinae.

Οι βομβύνοι εισάγονται στο χώρο του θερμοκηπίου σε μορφή «αποικίας» μέσα σε ειδικές κυψέλες όταν ανοίγουν τα πρώτα άνθη στα φυτά.

Η εισαγωγή και τοποθέτηση της κυψέλης στο θερμοκήπιο συνιστάται να γίνεται το απόγευμα και να μένει κλειστή για 1-2 ώρες ώστε να ηρεμήσουν οι βομβύνοι. Μετά, αφού κλειστούν όλα τα ανοίγματα του θερμοκηπίου ανοίγονται οι κυψέλες. Η χρήση των βομβύνων για την παραγωγή της τομάτας στο θερμοκήπιο έχει αρκετά πλεονεκτήματα καθώς και μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα μοιάζουν με αυτά από τη χρήση του δονητή. Οι παραγόμενοι

καρποί είναι καλής ποιότητας, καλοσηματισμένοι, σφικτοί, καλής γεύσης, πλήρεις εσωτερικά και ωραίου χρώματος. Τα μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος αγοράς των κυψελών, η ανάγκη εξασφάλισης ευνοϊκών συνθηκών για τον πολλαπλασιασμό και λειτουργία της αποικίας, η ανάγκη ύπαρξης θερμοκηπίου υψηλής τεχνολογίας. Σημαντικές προϋποθέσεις για την επιτυχία της μεθόδου είναι να ρυθμίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες και να εξασφαλίζονται τα ελάχιστα όρια για την παραγωγή και βιωσιμότητα της γύρης, και τέλος να περιορίζεται η χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών μόνο όταν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα (Ολύμπιος, 2001).

Γενικά, από όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως για να έχουμε μεγάλες αποδόσεις και ταυτόχρονα καλής ποιότητας καρποί θα πρέπει τους δύσκολους για φυσική καρπόδεση μήνες (Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο) να γίνεται συνδυασμένη χρήση δονητή και ορμόνης στη συγκέντρωση και συχνότητα που έχουν καθοριστεί. Τους μήνες Νοέμβριο, Μάρτιο, Απρίλιο ή όταν εφαρμόζεται θέρμανση στο θερμοκήπιο ή οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για παραγωγή γύρης τότε συνιστάται η χρήση του δονητή και του βομβύνου (Ολύμπιος, 2001).

1.7. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται σε δύο χρωστικές τη λυκοπίνη και την καροτίνη. Η λυκοπίνη δίνει το κόκκινο χρώμα του καρπού και η σύνθεση της ευνοείται στους 10-30°C σε διάχυτο φως. Η καροτίνη δίνει το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα και η σύνθεση της ευνοείται σε θερμοκρασίες επίσης από 10-30°C αλλά για να συντεθεί χρειάζεται την άμεση ακτινοβολία. Καλύτερο χρώμα αποκτούν οι καρποί σε θερμοκρασίες 21-22°C ενώ κάτω από 10°C οι καρποί παραμένουν πράσινοι γιατί δεν συντίθεται καμία από τις δύο χρωστικές (Ολύμπιος, 2001).

Ο χρόνος που απαιτείται από τη γονιμοποίηση μέχρι την ωρίμανση είναι 1,5-2 μήνες, ανάλογα με την εποχή (Χριστοφιλόπουλος, 2000). Η συγκομιδή των καρπών αρχίζει μόλις ξεκινήσει η αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε ελαφρώς κόκκινο χρώμα.

Το στάδιο ακριβώς που θα γίνει η συγκομιδή εξαρτάται από το χρόνο που χρειάζεται για τη μεταφορά στον τόπο κατανάλωσης. Για την βιομηχανία οι καρποί συγκομίζονται τελείως ώριμοι, για εξαγωγή και μεταφορά σε

μεγάλες αποστάσεις στο στάδιο του ωρίμου πρασίνου χρώματος και για την τοπική αγορά μόλις ωριμάσουν στο στάδιο ροδίσματος (Σπάρτης, 1998; Δημητράκης, 1998).

Η συλλογή γίνεται κυρίως τις πρωινές ώρες ή αργά το απόγευμα, όταν η θερμοκρασίες είναι χαμηλές. Οι καρποί συλλέγονται μαζί με τον κάλυκα και όταν προορίζονται για εξαγωγή εκτός από τον κάλυκα φέρουν και μέρος του ποδίσκου.

Η συχνότητα συγκομιδής είναι 1-2 φορές την εβδομάδα το χειμώνα, ενώ την άνοιξη, καλοκαίρι και φθινόπωρο 3 φορές την εβδομάδα ή κάθε μέρα. Για επιτάχυνση της ωρίμανσης των καρπών, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούν το etherpon ψεκάζοντας τα φυτά, σε συγκέντρωση 500ppm, όταν αρχίζει η φυσιολογική ωρίμανση των καρπών (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

Η απόδοση σε καλλιέργειες τομάτας είναι το αποτέλεσμα συνδυασμού πολλών παραγόντων. Καθοριστικό ρόλο παίζουν οι εξής παράγοντες:

- η ύπαρξη ή όχι θέρμανσης,
- η καλλιεργητική τεχνική,
- το μικροκλίμα της περιοχής που βρίσκεται το θερμοκήπιο,
- η λίπανση,
- η εμφάνιση ασθενειών,
- η εποχή καλλιέργειας, και
- η ποικιλία.

Στην Ελλάδα θεωρείται αρκετά ικανοποιητική μια παραγωγή με μέση απόδοση 12-15tn/στρ. Η απόδοση όμως εξαρτάται και από τις διάφορες μορφές καλλιέργειας. Έτσι για υπαίθριες καλλιέργειες με ποικιλίες επιτραπέζιες είναι 5-10tn/στρ. σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες από 10-15tn/στρ. και για καλλιέργειες βιομηχανικής τομάτας οι αποδόσεις κυμαίνονται από 3-7tn/στρ. (Δημητράκης 1998; Χριστοφιλόπουλος, 2000).

1.8. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Η τυποποίηση και η συσκευασία για την ελληνική αγορά είναι σχεδόν εμπειρική και υποτυπώδης. Όταν πρόκειται να μεταφερθούν στην αγορά συνήθως συσκευάζονται χύμα μέσα σε χάρτινα κιβώτια ή σε τελάρα και σπάνια σε μικροσυσκευασίες. Όταν όμως προορίζεται για εξαγωγή θα πρέπει να τηρούν προδιαγραφές ποιότητας και τυποποίησης με βάση τα πρότυπα της

Ε.Ε. Η μεταφορά σε μακρινές αγορές γίνεται με αυτοκίνητα ψυγεία (Ολύμπιος, 2001).

Οι τομάτες αποθηκεύονται για σχετικά μικρό διάστημα. Όταν είναι ώριμες οι θερμοκρασίες που πρέπει να αποθηκεύονται είναι 10-13°C (όχι μικρότερη θερμοκρασία γιατί θα ζημιωθεί ο καρπός) και όταν είναι άγουρες σε 15-17°C έτσι ώστε να μπορέσουν να ωριμάσουν.

Η άριστη υγρασίας αποθήκευση είναι 85-90%. Ο χρόνος αποθήκευσης είναι περίπου 4-7 ημέρες και δεν πρέπει να παρατείνεται, γιατί υποβαθμίζεται η ποιότητα και η αντοχή του καρπού (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986; Δημητράκης, 1998; Σπάρτης, 1998).

1.9. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

Υπάρχουν εκατοντάδες ποικιλίες και υβρίδια που κυκλοφορούν στην αγορά. Η κατάταξη των ποικιλιών γίνεται με βάση τον προορισμό διάθεσης των καρπών σε:

- 1) Ποικιλίες νωπής κατανάλωσης, για θερμοκηπιακή και υπαίθρια καλλιέργεια και
- 2) Σε ποικιλίες για βιομηχανική πρώτη ύλη, υπαίθριας καλλιέργειας.

Οι ποικιλίες και τα υβρίδια που καλλιεργούνται διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

(α) Σε αυτές που η ανάπτυξη τους διακόπτεται από μόνη της όταν φθάσουν σ' ένα ορισμένο στάδιο (determinate) και

(β) τις ποικιλίες ή υβρίδια (F1) που αναπτύσσονται συνέχεια όσο διαρκεί η καλλιέργεια (indeterminate). Στην χώρα μας καλλιεργούνται κυρίως ποικιλίες και υβρίδια (F1) της δεύτερης κατηγορίας στην οποία διακρίνουμε 4 υποκατηγορίες, ανάλογα με το μέγεθος του καρπού.

α) πολύ μικρός καρπός βάρους 10-20g (cherry)

β) μικρόκαρπες σε βάρος καρπού μεταξύ 60-100g καλλιεργούνται κυρίως σε θερμοκήπια και προορίζονται για νωπή κατανάλωση

γ) μεσόκαρπες με βάρος καρπού 100-150g και

δ) μεγαλόκαρπες με βάρος καρπού 150g και άνω, καλλιεργούνται σαν υπαίθριες ή σε θερμοκήπια και προορίζονται για νωπή κατανάλωση, αλλά και για βιομηχανική πρώτη ύλη.

Η σωστή επιλογή για να υβρίδιο ή μια ποικιλία που θα καλλιεργηθεί, θα πρέπει ύλη.

Η σωστή επιλογή για ένα υβρίδιο ή μια ποικιλία που θα καλλιεργηθεί, θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά: υψηλή απόδοση, πρωιμότητα, καλή ποιότητα καρπού, αντοχή στις ασθένειες, αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες (Καραταράκη 1987; Δημητράκης, 1998; Χριστοφίλοπουλος, 2000).

Στην χώρα μας ανάλογα με το μέγεθος του καρπού καλλιεργούνται οι εξής ποικιλίες - υβρίδια:

- **Μεγαλόκαρπα:** Dombof1, Dombito, GC204, Larma, Athens, Gloty, Lotus, Robin, Jollyf1, Carusof1, Fantasticf1
- **Μεσόκαρπα:** Duranto, Meltine, Prelator
- **Μικρόκαρπα:** Angella, Grenadier, Marathon, Marcanto.

1.10. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1.10.1. Εχθροί της τομάτας

Οι σημαντικότεροι εχθροί της τομάτας είναι:

1. **Θρίπας (*Thrips tabaci*).** Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα και μπορεί να μεταδώσει ιώσεις. Η καταπολέμησή του γίνεται με εντομοκτόνα Rufast 15EC (Acrinathrin 15%) σε συγκέντρωση 30-40ml/100 l νερό, Trigand 75WP (Cyramazine 75) σε συγκέντρωση 30g./100 l νερό κ.α.

2. **Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*).** Ονομάζεται και αλλιώς κόκκινος τετράνυχος. Προσβάλλει το φυτό όταν οι θερμοκρασίες αρχίζουν να αυξάνονται. Προκαλεί σοβαρές ζημιές στην καλλιέργεια, ιδιαίτερα στα φύλλα. Η καταπολέμηση του γίνεται με ακαρεοκτόνα ή εντομοκτόνα όπως το Vendex 55SC (Fenbutatin oxide 55%) σε συγκέντρωση 40-50ml/100 l νερό και το Rufast 15EC (Acrinathrin 15%) σε συγκέντρωση 30-40ml/100 l νερό ή με βιολογικό τρόπο (παράσιτο *Phytoseiulus persimillis*).

3. **Νηματώδεις (*Meloidogyne spp.*, *Heterodera rostochiensis*).** Προσβάλλουν τις ρίζες προκαλώντας το σχηματισμό φυματίων-κονδυλωμάτων και οδηγούν στην καταστροφή τους. Καταπολεμούνται με απολύμανση, αμειψισπορά, ανθεκτικές ποικιλίες και με ανθεκτικό υποκείμενο. Επίσης χρησιμοποιούνται νηματοδοκτόνα όπως το Vydate 24SL (Oxamul

24%) σε συγκέντρωση 1200-1500g/100 l νερό και το Nemaicur 40EC (Fenamiphos 40%) σε συγκέντρωση 1,5-2 l /100 l νερό.

4. Αλευρώδης (*Trialeuroides vaporariorum*). Προσβάλλει τα φύλλα του φυτού. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα (π.χ. το Driver 10ES, δραστική ουσία Alfa cypermethrin 10% σε συγκέντρωση 50ml/100 l νερό), με παγίδες και με ωφέλιμα έντομα όπως το παράσιτο *Encarsia formosa* και το αρπακτικό *Macrolophus caliginosus*.

5. Φυλλορόκτης της τομάτας (*Liriomyza solani*). Προσβάλλει τα φύλλα, προκαλώντας στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα όπως το Carbaryl 85% σε συγκέντρωση 150-300g/100 l νερό καθώς και με το σκεύασμα Bactospreine (*Bacillus thuringiensis*).

6. Σιδηροσκώληκας (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλει τα νεαρά φυτά της τομάτας κοντά στη βάση του στελέχους (λαιμός). Η καταπολέμηση γίνεται με απολύμανση και ριζοπότισμα του εδάφους. Χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα όπως το Chlorpyrifos 5ER (Chlorpyrifos 5%) σε ποσότητα 5-6 Kg/ στρέμμα, το οποίο εφαρμόζεται στο έδαφος πριν από την σπορά.

7. Αφίδες (*Aphis fabae*). Προσβάλλουν τα φύλλα και τους καρπούς. Αντιμετωπίζονται με ωφέλιμα έντομα όπως το *Aphidius colemani* (παράσιτο), *Chrysoperla carnea* (προνύμφες αρπακτικών), *Aphidoletes aphidimyza* (αρπακτικό) καθώς και με εντομοκτόνα, όπως το Pirimor 50WP (Pirimicard 50%) σε συγκέντρωση 50g/100 l νερό και το Confidor (Imidacloprid) σε συγκέντρωση 50g/100 l νερό.

8. Πράσινη κάμπια (*Heliothis armigera*) και Σποντόπτερα (*Spondoptera* sp.). προκαλούν ζημιές τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς και καταπολεμούνται με εντομοκτόνα όπως το Match (Futenuron 5%) σε συγκέντρωση 40-60ml/100 l νερό και το Steward 30WP (Indoxacarb 30%) σε συγκέντρωση 12,5g/100 l νερό.

1.11. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Οι σημαντικότερες ασθένειες της τομάτας:

1. Περονόσπορος. Οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans* που προσβάλλει αρχικά τα φύλλα του φυτού και στη συνέχεια τους βλαστούς και τους καρπούς. Η διάδοση της ασθένειας ευνοείται υπό συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας 18-25°C. Αντιμετωπίζεται με προληπτικούς και

θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της θερμοκρασίας και υγρασίας στον χώρο του θερμοκηπίου. Ορισμένα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του περονόσπορου είναι το Alliete 80WP (Fosetyl 80%) σε συγκέντρωση 200-300g/100 l νερό και το Daconil 75WP (Chlorothanoniol 75%), σε συγκέντρωση 250g/100 l νερό.

2. Αδρομυκώσεις. Οφείλονται στους μύκητες *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*, και *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Το σημαντικότερο σύμπτωμα είναι ο μαρασμός των φυτών τις ζεστές ώρες της ημέρας, ενώ τις νύχτες ή τις δροσερές ώρες επανέρχονται. Σε προχωρημένο στάδιο ο μαρασμός είναι μόνιμος. Καταπολεμούνται με απολύμανση του εδάφους, με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα και με ριζοποτίσματα με μυκητοκτόνα όπως το Thiophanate methyl 70WP (Thiophanate methyl 70%) σε συγκέντρωση 60g/100 l νερό και το Carberplus 50WP (Carbendazim 50%) σε συγκέντρωση 60g/100 l νερό.

3. Ωίδιο. Οφείλεται στο μύκητα *Leveillula taurica* που προσβάλλει τα φύλλα και τους βλαστούς. Ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες και το υγρό περιβάλλον. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς με θειάφι ή μυκητοκτόνα σκευάσματα όπως είναι το Karathen 35,04EC (Dinocap 35,04%) σε συγκέντρωση 35-50ml/100 l νερό και το Rimidin 4EC (Fenarimol 4%) σε συγκέντρωση 100ml/100 l νερό.

4. Καστανή σήψη των ριζών ή φυελλώδης σηψιρριζία. Οφείλεται στο μύκητα *Pyrenochaeta lycopersici*. Τα φυτά παρουσιάζουν περιορισμένη ανάπτυξη, ανοιχτό πράσινο χρώμα στα φύλλα και μαραίνονται από την κορυφή προς τα κάτω. Καταπολεμούνται με απολύμανση και εμβολιασμό σε ανεκτικό υποκείμενο (KVFN).

5. Φαιά σήψη. Οφείλεται στο μύκητα *Botrytis cinerea*. Η εμφάνιση της ασθένειας ευνοείται από χαμηλή θερμοκρασία (<18°C) και υψηλή σχετική υγρασία. Οι προσβολές παρατηρούνται σε στελέχη, καρπούς, άνθη και φύλλα. Καταπολεμάται με θεραπευτικούς και προληπτικούς ψεκασμούς και με βελτίωση των συνθηκών στο θερμοκήπιο. Μυκητοκτόνα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της ασθένειας είναι το Sumilex 50WP (Procymidone 50%) σε συγκέντρωση 80-125g/100 l νερό και το Rovrol 50SC (Iprodione 50%) σε συγκέντρωση 150g/100 l νερό.

6. Μωσαϊκό του καπνού (TMV). Προκαλεί μικροφυλλία και το φυτό παρουσιάζει καθυστερημένη ανάπτυξη, περιορισμένη ανθοφορία και μειωμένη

καρποφορία. Αντιμετωπίζεται με απολύμανση σπόρου, απολύμανση εδάφους και χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

7. Βακτηριακός καρκίνος. Οφείλεται στο βακτήριο *Corynebacterium michiganense*, που μπορεί να προκαλέσει ολοκληρωτική καταστροφή της καλλιέργειας. Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί καρκίνο. Αντιμετωπίζεται με απολύμανση των σπόρων, καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και ψεκασμό με χαλκούχα μυκητοκτόνα (Δημητράκης 1998, Ολύμπιος, 2001).

1.11.1. Μη μεταδοτικές ασθένειες της τομάτας

Οι σημαντικότερες μη μεταδοτικές ασθένειες της τομάτας είναι:

1. Ξηρή κορυφή. Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται στους καρπούς σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Οι ιστοί της άκρης του κάλυκα του καρπού σχηματίζουν νεκρωτική διάβρωση, βυθισμένη, στρογγυλή, συνήθως ξερή και δερματώδης. Οφείλεται στις προσωρινές υδατικές ανισορροπίες του εδάφους και στις δυσλειτουργίες του ριζικού συστήματος, στις οποίες αντιστοιχούν σοβαρές ελλείψεις ασβεστίου στους καρπούς.

Για την αντιμετώπισή της απαιτείται μείωση αζώτου και καλίου για την διευκόλυνση της απορρόφησης ασβεστίου, μείωση της αλατότητας των εδαφών, συχνά και ελαφρά ποτίσματα, ψεκασμός των φυτών με χλωριούχο ασβέστιο ή χημικές μορφές ασβεστίου και βελτίωση του pH του εδάφους.

2. Σχίσσιμο καρπού. Εμφανίζεται γύρω από το ποδίσκο σαν ομόκεντρα ή σαν κάθετα σχισίματα. Για την αντιμετώπιση του λαμβάνονται προληπτικά μέτρα, όπως συχνά και ελαφρά ποτίσματα, συγκομιδή πριν την πλήρη ωρίμανση κ.α.

3. Ηλιόκαυμα. Όταν έχουμε έντονη ηλιοφάνεια, οι εκτεθειμένοι καρποί εμφανίζουν τοπικά μόνιμα εγκαύματα με μορφή αποχρωματισμένων κηλίδων (Ολύμπιος 2001, Καραταράκη, 1987).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

2.1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

Το θερμοκήπιο είναι μια κατασκευαστική μονάδα στην οποία μπορούμε να ελέγχουμε τις κυριότερες κλιματικές συνθήκες, που επηρεάζουν την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, όπως:

- θερμοκρασία
- υγρασία
- φως
- CO₂

Με αυτό τον τρόπο η παραγωγή μπορεί να βελτιωθεί ποιοτικά, να προγραμματισθεί χρονικά και να αυξηθεί ποσοτικά. Επίσης, στο θερμοκήπιο καλλιεργούνται κυρίως φυτά εκτός εποχής που λόγω των κακών συνθηκών δεν μπορούν να καλλιεργηθούν στην ύπαιθρο (Ζαρμπούτης και Γκακνή 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.2.1. Υλικά σκελετού

Ένα θερμοκήπιο σύγχρονης τεχνολογίας θα πρέπει να πλήρη τις παρακάτω προϋποθέσεις, ως προς το σκελετό του:

- να έχει αντοχή στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες (άνεμος – χιόνι – βροχές κ.λ.π.),
- να έχει διάρκεια ζωής τουλάχιστον 10 χρόνια,
- να εξασφαλίζει κανονικό αερισμό και να έχει τη δυνατότητα ρυθμίσεως του, με αυτόματο ή χειροκίνητο σύστημα, και
- να είναι τυποποιημένο.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για να κατασκευασθεί ο σκελετός του θερμοκηπίου είναι συνήθως το ξύλο, ο σίδηρος και το αλουμίνιο.

Στη χώρα μας, τα περισσότερα θερμοκήπια έχουν ξύλινο σκελετό λόγω του χαμηλού κόστους κατασκευής. Το ξύλο δεν υπερθερμαίνεται όπως το

μέταλλο άρα δεν προκαλεί σημαντικές φθορές στο πλαστικό, επεξεργάζεται εύκολα και μπορεί να κατασκευαστεί από τον ίδιο τον παραγωγό.

Το ξύλο που χρησιμοποιεί συνήθως για την κατασκευή του θερμοκηπίου προέρχεται από καστανιά, κυπαρίσσι, πεύκο και σπάνια από έλατο και λεύκα.

Εκτός από τα παραπάνω όμως πλεονεκτήματα έχει ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα που οδήγησαν τους κατασκευαστές στην χρήση άλλων υλικών για την κατασκευή του σκελετού των θερμοκηπίων. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα του ξύλου είναι:

- σαπίζει εύκολα,
- παραμορφώνεται,
- έχει μικρή μηχανική αντοχή απ' το μέταλλο,
- προσβάλλεται από έντομα και μικροοργανισμούς,
- απαιτεί μεγαλύτερες διατομές ξύλου ή περισσότερα στοιχεία για την ασφαλή μεταφορά των φορτίων, με αποτέλεσμα περισσότερη σκίαση στο χώρο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

Ο σίδηρος διαμορφώνεται ευκολότερα σε διάφορα σχήματα (π.χ. Γ, Π, Η, C E, Π κ.τ.λ.). σε σύγκριση με το ξύλο έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, δεν προσβάλλεται από έντομα, προκαλεί μικρότερη σκίαση (μικρότερο σκελετό) και δεν σαπίζει. Τα μειονεκτήματα του σιδήρου είναι ότι σκουριάζει εύκολα (γι' αυτό θα πρέπει να γαλβανίζεται ή να βάφεται με αντισκουριακές ουσίες όπως το μίνιο και η λαδομπογιά), το υψηλό του κόστος, η προσβολή από οξέα και τα οξειδία του θείου και η δύσκολη διαμόρφωση του σε προφίλ (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

Το αλουμίνιο πλεονεκτεί έναντι του ξύλου και του σιδήρου για τους παρακάτω λόγους:

- α) δεν χρειάζεται συντήρηση γιατί είναι ανθεκτικό στη διάβρωση
- β) οι κατασκευές από αλουμίνιο είναι μικρότερου βάρους
- γ) επιτρέπουν περισσότερη είσοδο ηλιακής ακτινοβολίας
- δ) λιγότερο κόστος συναρμολόγησης
- ε) σχηματίζονται πολύπλοκες δεξαμενές οι οποίες εξασφαλίζουν καλή στεγανότητα και απομάκρυνση της υγρασίας δρόσου.

ζ) λόγω της ελαφριάς κατασκευής προσφέρεται για τα ανοίγματα εξαερισμού.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα του αλουμινίου είναι ότι οξειδώνεται όταν υπάρξει τριβή μεταξύ τεμαχίων αλουμινίου, καθώς επίσης και όταν έρθει

σε επαφή με λιπάσματα, με το έδαφος και το σίδηρο. Για το λόγω αυτό επαλείφουμε τα αλουμίνα με προϊόντα σιλικόνης ή τεφλόν (Μαυρογιαννόπουλος, 1994α; Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

2.2.2. Υλικά κάλυψης

Τα υλικά κάλυψης του θερμοκηπίου θα πρέπει να έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

- καλή διαφάνεια και να επιτρέπουν να περνάει μεγαλύτερο φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας,
- μεγάλη διάρκεια ζωής,
- μηχανική αντοχή,
- αντοχή στην παραμόρφωση,
- θερμοπερατότητα,
- περατότητα στη μεγάλου μήκους ακτινοβολία,
- αποφυγή συμπύκνωσης υγρασίας, και
- αντοχή στις διάφορες χημικές ουσίες.

Τα υλικά κάλυψης που χρησιμοποιούνται είναι το γυαλί, τα εύκαμπτα φύλλα πλαστικού και πλαστικές πλάκες.

Γυαλί

Τα πλεονεκτήματα του γυαλιού είναι τα εξής:

- μεγάλη διάρκεια ζωής και διατηρεί της ιδιότητές του
- μεγάλη περατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία
- αδιαπέραστο στα αέρια και τους υδρατμούς.

Τα μειονεκτήματα του γυαλιού, είναι (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α):

- Σπάσιμο του γυαλιού από χαλάζι ή απροσεξία του παραγωγού
- Κακή στεγανότητα
- Συγκράτηση σκόνης με αποτέλεσμα μείωση της περατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία που μπορεί να φτάσει και στο 10%.

Εύκαμπτα φύλλα πλαστικού

Τα πλαστικά φύλλα παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων υλικών, όπως:

- χαμηλότερο κόστος άρα φθηνότερη κατασκευή
- μικρότερο βάρος άρα ελαφρότερη κατασκευή

- δυνατότητα προσαρμογής σε διάφορα σχήματα σκελετού (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της χρήσης των εύκαμπτων πλαστικών φύλλων:

- σχίζονται εύκολα από πολύ ισχυρούς ανέμους εξαιτίας της φθοράς τους από τις υπεριώδεις ακτίνες
- έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής και
- παραμορφώνονται.

Τα κυριότερα φύλλα πλαστικού είναι (Becket, 1998):

- φύλλο πολυαιθυλενίου (PE)
- φύλλο πολυβινυλοχλωριδίου (PVC), και
- πολυεστερικά φύλλα.

Πλαστικές πλάκες

Οι πλαστικές πλάκες προέρχονται από ενισχυμένο πολυεστέρα στον οποίο έχουν προστεθεί 20-34% γυάλινες κλωστές. Οι πλαστικές πλάκες πλεονεκτούν έναντι των εύκαμπτων πλαστικών φύλλων στη διάρκεια ζωής, στη μηχανική αντοχή, στην καλύτερη διάχυση του φωτός στο θερμοκήπιο, στην ευκολία συντήρησης και στην ανθεκτικότητα του στις χαλαζοπτώσεις, βανδαλισμούς κ.α. Το σημαντικότερο μειονέκτημα τους είναι η διάβρωση που υφίστανται με το χρόνο στην εξωτερική τους επιφάνεια.

Η μορφή τους είναι επίπεδη ή κυματοειδής. Οι σημαντικότερες πλαστικές πλάκες είναι (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α):

- Fider glass
- PMMA
- Πλάκες πολυβινυλοχλωριδίου (PVC)
- Πολυκαρβονικές πλάκες (PVC)
- Ακρυλικές πλάκες

2.3. ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Υπάρχουν αρκετοί τύποι θερμοκηπίων οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το σχήμα, τον τύπο της στέγης, τις διαστάσεις της βασικής τους μονάδας, τα υλικά κάλυψης και σκελετού, καθώς και στον εξοπλισμό που αφορά τη θέρμανση, τον αερισμό κλπ.

Από τα διάφορα σχήματα των θερμοκηπίων (τοξωτό, γοθικό, αμφίριχτο, ετερόριχτο, ημισφαιρικό κ.τ.λ.) τα πιο επικρατέστερα είναι το τοξωτό και το αμφίριχτο (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

2.4. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Οι παράγοντες που καθορίζουν την θέση (τόπο) που θα κατασκευαστεί το θερμοκήπιο είναι:

- 1) Η Ηλιοφάνεια: Θα πρέπει να υπάρχει η μέγιστη φωτεινότητα μέσα στο θερμοκήπιο ιδίως κατά το χειμώνα που η διάρκεια της ημέρας είναι μικρή.
- 2) Το έδαφος: Τα ιδανικά εδάφη είναι τα βαθιά, καλά στραγγιζόμενα μέσης σύστασης, γόνιμα και με χαμηλά υπόγεια νερά. Τα καταλληλότερα είναι τα αμμοπηλώδη επίπεδα εδάφη με καλή στράγγιση (δίκτυο στράγγισης).
- 3) Ο Άνεμος: Οι δυνατοί άνεμοι το χειμώνα έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια ενέργειας στα θερμαινόμενα θερμοκήπια, ενώ το καλοκαίρι ευνοούν τον εξαερισμό του. Επίσης οι ισχυροί άνεμοι μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του θερμοκηπίου, γι' αυτό χρησιμοποιείται ο φυσικός ή τεχνητός ανεμοθραύστης (συνήθως από δέντρα).
- 4) Νερό: Είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί μια κύρια πηγή νερού μέσα στο θερμοκήπιο. Το νερό μπορεί να προέρχεται από αβαθές πηγάδι ή επιφανειακή δεξαμενή. Το νερό που απαιτείται για μια καλλιεργητική περίοδο (ανάλογα με την καλλιέργεια) είναι περίπου $600 - 1000 \text{ m}^3$ νερό/ στρέμμα. Οι απαιτήσεις είναι συνήθως μεγαλύτερες αν πρόκειται για υδροπονικές καλλιέργειες.
- 5) Θερμοκρασία: Η εξασφάλιση της φυσικής θέρμανσης του θερμοκηπίου επιτυγχάνεται καλύτερα στις παραθαλάσσιες περιοχές είναι προτιμότερες από τις ηπειρωτικές.
- 6) Ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμα για θέρμανση είναι απαραίτητα για ένα θερμοκήπιο.

Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου εξαρτάται από τους ισχυρούς ανέμους της περιοχής και την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία (κατά τους χειμερινούς μήνες) της περιοχής.

Όταν έχουμε ισχυρούς ανέμους το θερμοκήπιο τοποθετείται με τη μικρή του πλευρά κάθετα στον αέρα (προσανατολισμός Βορράς - Νότος). Όταν δεν επικρατούν ισχυροί άνεμοι μπορεί το θερμοκήπιο να έχει προσανατολισμό Α-Δ αλλά παρατηρείται ανομοιομορφία στην κατανομή της θερμοκρασίας. Συνήθως επιλέγεται ο προσανατολισμός Β-Ν (Ζαμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α; Becket, 1998).

2.5. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.5.1. Θέρμανση

Στα θερμοκήπια που βρίσκονται σε περιοχές όπου επικρατούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και παγετοί το χειμώνα (Βόρεια Ελλάδα), χρησιμοποιείται σύστημα θέρμανσης, για να αυξηθεί η θερμοκρασία μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου. Αντίθετα σε ορισμένες περιοχές της Νότιας Ελλάδας η χρήση συστημάτων θέρμανσης είναι περιορισμένη, ανάλογα βέβαια και με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Τα συστήματα θέρμανσης του θερμοκηπίου ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς θερμότητας, διακρίνονται σε:

- 1) Τοπικά συστήματα θέρμανσης
 - (α) Θερμάστρες συναγωγής
 - (β) Θερμάστρες παραφίνης
 - (γ) Συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας
 - (δ) Αερόθερμα
- 2) Κεντρικά συστήματα θέρμανσης
 - (α) Λέβητες παραγωγής θερμού νερού
 - (β) Λέβητες παραγωγής ατμού.

Οι θερμάστρες συναγωγής χρησιμοποιούνται σε θερμοκήπια πολύ μικρά ή ερασιτεχνικά. Έχουν μικρό κόστος αλλά δεν αυτοματοποιούνται ικανοποιητικά.

Οι θερμάστρες παραφίνης χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει κίνδυνος παγετού για να κρατήσουν τη θερμοκρασία λίγο πάνω από τους 0°C (αντιπαγετική προστασία).

Η θέρμανση με υπέρυθρη ακτινοβολία είναι ένα σύστημα όπου η θερμότητα μεταφέρεται απ' ευθείας από την πηγή με το μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που μεταδίδονται σε ευθεία γραμμή στα φυτά ή στο έδαφος. Η πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας, είναι σωλήνες που τοποθετούνται ψηλά κατά μήκος του θερμοκηπίου, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί κάποιο ρευστό υψηλής θερμοκρασίας, για να ακτινοβολεί θερμότητα. Με αυτό το σύστημα η θερμοκρασία των φύλλων και του εδάφους συνήθως είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα.

Η θέρμανση με αερόθερμα έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) Μικρότερο κόστος εγκατάστασης,
- β) Ψυκτική αποδοτικότητα,
- γ) Δεν παρατηρείται αδράνεια στην αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου,
- δ) Αυτοματοποιείται εύκολα και η λειτουργία του ρυθμίζεται από θερμοστάτη.

Το μειονέκτημα των συστημάτων θέρμανσης με αερόθερμα είναι ότι σε πολύ ψυχρά κλίματα δεν θερμαίνεται ικανοποιητικά το έδαφος του θερμοκηπίου.

Τα αερόθερμα ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται διακρίνονται στις παρακάτω ομάδες:

- α) Ηλεκτρικά αερόθερμα.
- β) Αερόθερμα ατμού ή ζεστού νερού.
- γ) Αερόθερμα πετρελαίου, αερίου ή στερεών καυσίμων.

Τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης με θερμό νερό ή ατμό είναι συστήματα όπου η θερμότητα παράγεται στον καυστήρα και μεταφέρεται με νερό που θερμαίνεται ή με ατμό που παράγεται στο λέβητα. Το θερμό νερό ή ο ατμός μεταφέρεται στο θερμοκήπιο με σωληνώσεις.

Η κεντρική θέρμανση, όταν σχεδιαστεί σωστά, θερμαίνει ικανοποιητικά και το έδαφος και τον αέρα του θερμοκηπίου, μειονεκτεί όμως στο ότι έχει μεγάλη αδράνεια.

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται συνήθως στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης είναι το υγραέριο, κάρβουνο βιομάζα, μαζούτ και το πετρέλαιο.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στα καλόφρακτα θερμοκήπια μεγάλης έκτασης, ενώ σε θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με φύλλο πολυαιθυλενίου αποφεύγεται η χρησιμοποίησή του (Μαυρογιαννόπουλος, 1994α; Becket, 1998).

2.5.2. Εξαερισμός

Ο εξαερισμός έχει σκοπό τη μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, την ανανέωση του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο και τον έλεγχο της υγρασίας.

Ο εξαερισμός διακρίνεται σε:

- Φυσικό ή στατικό, όταν ο αέρας κινείται από διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, που προκαλούνται λόγω του ανέμου και της διαφοράς θερμοκρασίας.
- Δυναμικό, όταν οι διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου δημιουργούνται με μηχανικά μέσα (ανεμιστήρες).

Ο φυσικός εξαερισμός του θερμοκηπίου γίνεται μέσω των ανοιγμάτων (παράθυρα) στην οροφή και στις πλαϊνές πλευρές του θερμοκηπίου.

Στα περισσότερα θερμοκήπια ο φυσικός εξαερισμός γίνεται με παράθυρα στις πλαϊνές πλευρές και την οροφή που ανοιγοκλείνουν με χειροκίνητο ή αυτοματοποιημένο τρόπο.

Στην Ελλάδα απαιτούνται την ώρα περίπου 40 αλλαγές του αέρα του θερμοκηπίου, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ωστόσο μπορεί τα ανοίγματα να αποδειχτούν ανίκανα να μειώσουν την θερμοκρασία, οπότε είναι απαραίτητη η εφαρμογή δυναμικού εξαερισμού, σε συνδυασμό ίσως και με σύστημα δροσισμού (Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

Ο δυναμικός εξαερισμός εφαρμόζεται όταν δεν επαρκεί ο φυσικός εξαερισμός και γίνεται με την χρήση ηλεκτροκίνητων ανεμιστήρων ή εξαεριστήρων.

Οι ανεμιστήρες αναρροφούν και εξάγουν τον αέρα από το εσωτερικό του θερμοκηπίου, ο οποίος αναπληρώνεται με εξωτερικό αέρα που εισέρχεται μέσω ανοιγμάτων που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά από τους ανεμιστήρες.

Ο εξωτερικός αέρας, που είναι ζεστός και ξηρός, δεν πρέπει να πέφτει κατευθείαν πάνω στα φυτά, αλλά να κατανέμεται ομοιόμορφα σ' όλο το χώρο του θερμοκηπίου. Γι' αυτό το λόγω χρησιμοποιούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου που τοποθετούνται κατά μήκος της οροφής.

Για να είναι αποτελεσματικό ένα σύστημα εξαερισμού πρέπει να πληρεί τους παρακάτω κανόνες:

- 1) να έχει ικανοποιητική ισχύ,

- 2) να έχει χαμηλό κόστος αγοράς, εγκατάστασης και λειτουργίας,
- 3) να είναι απλό και αξιόπιστο,
- 4) να δημιουργεί ομοιομορφία συνθηκών μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου, και
- 5) να είναι αυτόματο και να απαιτεί όσο το δυνατό μικρότερη συντήρηση (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

2.5.3. Δροσισμός

Όταν η θερμοκρασία του θερμοκηπίου είναι πολύ υψηλή, ειδικά το καλοκαίρι, ακόμα και ο δυναμικός εξαερισμός αδυνατεί να μειώσει τη θερμοκρασία του θερμοκηπίου σε επίπεδο μικρότερο από την εξωτερική θερμοκρασία, γι' αυτό χρησιμοποιείται το σύστημα δροσισμού.

Η μείωση της θερμοκρασίας γίνεται με εξάτμιση νερού στο χώρο του θερμοκηπίου και μετατροπή έτσι ενός μεγάλου μέρους της αισθητής θερμότητας σε λανθάνουσα. Η μείωση της θερμοκρασίας με εξάτμιση νερού γίνεται με τους εξής τρόπους:

- α) με διαβροχή φυτών και εδάφους,
- β) με εκτόξευση νερού σε λεπτές σταγόνες (ομίχλη - υδρονέφωση), και
- γ) ροή του αέρα ανανέωσης μέσα από υγρό τοίχωμα και ύπαρξη ανεμιστήρα εσωτερικό του θερμοκηπίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992; Μαυρογιαννόπουλος, 1994α).

2.5.4. Φωτισμός

Την περίοδο του καλοκαιριού, την άνοιξη ή νωρίς το φθινόπωρο, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες των φυτών που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια. Αντίθετα, το χειμώνα που η διάρκεια της ημέρας είναι μικρή και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μικρότερη δεν καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες των φυτών. Έτσι το χειμώνα, για να καλύψουμε τις ανάγκες των φυτών σε φωτισμό, μπορούμε να επέμβουμε με δυο τρόπους:

- α) αυξάνοντας το φυσικό φωτισμό,
- β) χρησιμοποιώντας τεχνητό φωτισμό.

Οι παράγοντες που ευνοούν την είσοδο του φυσικού φωτισμού στο χώρο του θερμοκηπίου είναι:

- 1) καθαρά τζάμια του θερμοκηπίου, τα σκονισμένα ή βρώμικα τζάμια μειώνουν το φωτισμό έως 70%,
- 2) λεπτός σκελετός, που επιτρέπει περισσότερο φως να περνά στο χώρο του θερμοκηπίου,
- 3) χρήση υλικού κάλυψης με μεγάλη περατότητα είναι σε ηλιακή ακτινοβολία (π.χ. γυαλί αντί φύλλων πλαστικού).

Ο συμπληρωματικός φωτισμός (τεχνητός φωτισμός) γίνεται με λαμπτήρες πυρακτώσεως και με λαμπτήρες φθορισμού (Ζαρμπούτης και Γκακνή, 1992).

2.5.5. Σκίαση

Η σκίαση χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με δυναμικό αερισμό για τη μείωση της θερμοκρασίας.

Η σκίαση γίνεται με δυο κυρίως τρόπους, βάφοντας ή ψεκάζοντας το υλικό κάλυψης με ασβέστη τη χρήση κουρτινών σκίασης.

Κατά τον ψεκασμό με ασβέστη και προστίθεται και στερεωτικό έτσι ώστε να μην ξεπλένεται με την πρώτη βροχή.

Μειονεκτήματα αυτού του τρόπου είναι ότι όλες οι βαφές σκίασης μπορούν να ξεπλυθούν από δυνατή βροχή ενώ σε ημέρες με συννεφιά παρατηρείται έλλειψη φωτισμού.

Οι κουρτίνες σκίασης μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά ή εσωτερικά του θερμοκηπίου. Οι εξωτερικές κουρτίνες είναι πιο αποτελεσματικές, ιδίως το καλοκαίρι, γιατί αποτρέπουν τη θέρμανση του θερμοκηπίου. Ενώ οι εσωτερικές κουρτίνες περιορίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας πριν φτάσει στα φυτά, αλλά η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνεται.

Η χρήση κουρτινών σκίασης αποτελεί πιο αποτελεσματική μέθοδο γιατί ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα, ανάλογα με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και την εξωτερική θερμοκρασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η υδροπονική καλλιέργεια φυτών είναι μια προηγμένη και εξελιγμένη τεχνική καλλιέργειας, σύμφωνα με την οποία τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς χρησιμοποίηση εδάφους ή εδαφικών μυγμάτων. Στα περισσότερα υδροπονικά συστήματα, τα φυτά αναπτύσσονται σε τεχνητά υποστρώματα, τα οποία έχουν τέτοιες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ώστε να διατηρούν ιδανικές αναλογίες νερού και αέρα για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Τα θρεπτικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χορηγούνται με το νερό άρδευσης.

Η υδροπονία επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο της θρέψης των φυτών, και όταν εφαρμόζεται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, με τον απαιτούμενο έλεγχο των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, γίνεται δυνατή η εντατικοποίηση και η αύξηση της αποδοτικότητας της καλλιέργειας (Banton and Jones, 2000; Πετροπούλου, 2003).

Η καλλιέργεια φυτών εκτός του φυσικού εδάφους (υδροπονία) ξεκίνησε περίπου τον 17^ο αιώνα. Τα φυτά προσλάμβαναν τα απαραίτητα για την ανάπτυξη τους θρεπτικά στοιχεία από το νερό του ποτίσματος, το οποίο όπως είναι γνωστό περιέχει διαλυμένα διάφορα ανόργανα άλατα σε ή μικρές ή μεγάλες συγκεντρώσεις, ανάλογα με την προέλευσή του.

Η υδροπονία μπορεί να θεωρηθεί ότι γεννήθηκε όταν για πρώτη φορά καλλιεργήθηκαν φυτά μέσα σε τεχνητό θρεπτικό διάλυμα από τους γερμανούς φυσιολόγους Sachs και Knor γύρω στα 1800. Το 1940 οι Arnon και Hoagland βελτίωσαν την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων.

Ο καθηγητής Gericke του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας, ήταν εκείνος ο οποίος πρώτο πρότεινε δημόσια τον όρο υδροπονία (hydroponics) για να περιγράψει την καλλιέργεια φυτών σε τεχνητά θρεπτικά διαλύματα με στόχο την παραγωγή σε επαγγελματικό επίπεδο (Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος, 2004).

3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Σύμφωνα με το Μαυρογιαννόπουλο (1994β) τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας των φυτών είναι:

- Περιορισμός έως και εξάλειψη των ασθενειών της ρίζας, διότι τα υποστρώματα είναι απαλλαγμένα μολυσμάτων.
- Σημαντική αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας, λόγω της ελεγχόμενης θρέψης των φυτών.
- Έλεγχος και προγραμματισμός της παραγωγής.
- Περιορισμός της χειρωνακτικής εργασίας.
- Συνεχής καλλιέργεια λόγω μείωσης του χρόνου διαδοχής της μιας καλλιέργειας από την επόμενη.
- Εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων.
- Δυνατότητα καλλιέργειας των φυτών σε περιοχές με πολύ κακής ποιότητας εδάφη ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό περιβάλλον.
- Διευκόλυνση της αυτοματοποίησης της άρδευσης και της λίπανσης.
- Δεν χρειάζεται καταπολέμηση ζιζανίων και κατεργασία του εδάφους.

3.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της υδροπονίας είναι (Μαυρογιαννόπουλος, 1994β):

- Απαιτείται προσωπικό με εξειδικευμένες γνώσεις πάνω στο αντικείμενο
- Καλή ποιότητα νερού άρδευσης
- Συνέπεια στον έλεγχο του θρεπτικού διαλύματος (έλεγχος pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ανάλυση διαλύματος του υποστρώματος σε τακτά χρονικά διαστήματα) και άμεσες διορθώσεις στα διαλύματα, προκειμένου να αποφευχθούν οι απώλειες, ή και η καταστροφή της καλλιέργειας.
- Αυξημένο αρχικό κόστος, λόγω υψηλού κόστους εγκατάστασης αλλά και υψηλής τιμής των υποστρωμάτων.

3.4. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροπονικών συστημάτων. Σε γενικές γραμμές διαχωρίζονται σε ανοικτά και σε κλειστά συστήματα.

Στα ανοιχτά συστήματα το διάλυμα της αποστράγγισης δεν ανακυκλώνεται αλλά απορρίπτεται. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

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

Τα κλειστά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα και σημαντικό μειονέκτημα τους είναι η πολύ εύκολη εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας και το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης της ανακυκλοφορίας.

Επίσης ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι η επαναχρησιμοποίηση του νερού αποστράγγισης οδηγεί σε συσσώρευση θρεπτικών ουσιών και ιόντων με αποτέλεσμα αλλαγές των θρεπτικών αναλογιών. Γι' αυτό χρειάζονται ακριβά συστήματα που χρησιμοποιούν υγρό λίπασμα, ευαίσθητους ιονικούς αισθητήρες και μονάδες ελέγχου (Μαυρογιαννόπουλος, 1994β).

3.5. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από αυτό, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Μόνο όταν εκπληρώνεται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος αντί της καλλιέργειας στο έδαφος.

Ανάλογα με το είδος του υποστρώματος η υδροπονία χωρίζεται στην καθαρή υδροπονία (συστήματα χωρίς τη χρησιμοποίηση υποστρωμάτων) και στην καλλιέργεια σε οργανικά ή ανόργανα υποστρώματα.

Στην καθαρή υδροπονία ολόκληρο το ριζικό σύστημα του φυτού ή μέρος του βρίσκεται στο νερό ή σε ατμόσφαιρα κορεσμένη από υδρατμούς. Οι κυριότερες παραλλαγές αυτής της μεθόδου είναι (Κουσούρη, 2004):

α) Η αεροπονία, όπου οι ρίζες των φυτών αιωρούνται στον αέρα και το διάλυμα των θρεπτικών ουσιών ψεκάζεται με ακροφύσια στις ρίζες κατά διαστήματα.

β) Η Ν.Φ.Τ. (Nutrient Film Technique), στην οποία μόνο από ένα μέρος της ρίζας βρίσκεται μέσα στο θρεπτικό διάλυμα, το οποίο στην συνέχεια ανακυκλώνεται.

γ) Η Δ.Ε.Τ. (Deep Film Technique), στην οποία όλο το ριζικό σύστημα βρίσκεται μέσα στο νερό, το οποίο ανακυκλώνεται συνέχεια.

Η καλλιέργεια σε οργανικά ή ανόργανα υποστρώματα, περιλαμβάνει υλικά που χρησιμοποιούνται σαν στερεό υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες. Η χρήση οργανικών υλικών (π.χ. τύρφη, άχυρο) σαν υπόστρωμα δεν χρησιμοποιείται πολύ, διότι μπορούν να μεταφέρουν ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνα εδάφους. Ενώ τα ανόργανα υλικά (περλίτης, βερμικουλίτης, άμμος, ελαφρόπετρα κ.α.) είναι απαλλαγμένα από ασθένειες και λόγω της χημικής τους αδράνειας επιτρέπουν τον πλήρη έλεγχο της θρέψης των φυτών.

Πίνακας 3.1. Ταξινόμηση στερεών υλικών για υδροπονικές καλλιέργειες με βάση την προέλευσή τους.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΛΙΚΩΝ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	ΤΥΠΟΙ
	<u>ΑΝΟΡΓΑΝΑ</u>	
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	Υλικά φυσικά	Χαλίκια, άμμος, πουζολάνη, σχιστες, ελαφρόπετρα
	Υλικά κατεργασμένα	Περλίτης, βερμικουλίτης, άργιλος διογκωμένος, πετροβάμβακος
	Απόβλητα εργοστασίων	Σκωριές, τεμάχια τούβλων, απόβλητα σιδηροβιομηχανιών
	<u>ΟΡΓΑΝΙΚΑ</u>	
ΦΥΤΙΚΑ	Φυσικά προϊόντα	Άχυρα, τύρφη, φύλλα ελιάς, φλοιοί ρυζιού, φλοιοί δέντρων, σπόροι και στέμφυλα σταφυλιών, ροκανίδια, φύλλα ελιάς, απόβλητα ελαιουργείων, διάφορα απόβλητα
ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ	Πλαστικά διογκωμένα	Πολυστερίνη, πολυουρεθάνη

(πηγή: Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, 1986)

3.5.1. Περλίτης

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό, καλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα λευκού χρώματος, το οποίο περιέχει και κρυσταλλικό νερό σε ποσοστό 2-6%. Το πρωτογενές ορυκτό όταν θερμανθεί για σύντομο χρόνο στους 1200 – 1300°C, διογκώνεται και σχηματίζει μια αφρώδη μάζα δεκαπλασίου έως εικοσαπλάσιου περίπου όγκου από τον αρχικό. Η ιδιότητα του αυτή χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία για τη δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκρότησης του νερού. Το νερό συγκρατείται κυρίως στους μικρούς πόρους, ενώ στους μεγαλύτερους παραμένει αέρας και μετά τη διαβροχή του υλικού. Η ιδιότητά του αυτή, παράλληλα με την χημική του αδράνεια (απουσία ανταλλακτικής ικανότητας), κάνουν τον περλίτη ιδιαίτερα κατάλληλο για χρήση ως υπόστρωμα καλλιέργειας.

Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα περλίτη στα νησιά Μήλο, Αντίπαρο, Κω, Νίσυρο. Σήμερα ο ελληνικός διογκωμένος περλίτης προέρχεται κυρίως από τη Μήλο. Το μέγεθος των κόκκων που συνιστάται για υδροπονία είναι 0,5 – 2,5mm (διάμετρος). Το ολικό πορώδες ανέρχεται στο 95%, η ικανότητα συγκράτησης νερού σε 200-450% του βάρους και το ειδικό βάρος στα 60-80 kg/m³ έχει ουδέτερο pH (7,0) που παραμένει σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα του περλίτη είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δεύτερη καλλιέργεια γιατί οι κόκκοι του γρήγορα θρυμματίζονται. Αυτό έχει σαν συνέπεια να υποβαθμίζεται το πορώδες του και να μειώνεται έτσι η υδατοχωρητικότητα και η αεροπερατότητά του. Το μεγάλο όμως πλεονέκτημα του περλίτη σε σχέση με τα άλλα υποστρώματα είναι το φθινό κόστος του (Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία 1984; Χαρίτος, 1989; Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος 2004).

3.5.2. Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι πυριτικό αλουμίνιο (ινώδες ανόργανο υλικό). Παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μίγματος που αποτελείται κατά 60% από διαβάση, 20% από ασβεστόλιθο και 20% από άνθρακα. Το μείγμα αυτό θερμαίνεται στους 1600°C. Σ' αυτή τη θερμοκρασία, το μείγμα ρευστοποιείται και οδηγείται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο από το χώρο του οποίου εξέρχεται σε μορφή λεπτών βελόνων πάχους 0,005mm και μήκους 3mm. Στη

συνέχεια οι λεπτές αυτές βελόνες συμπλέκονται και ενώνονται μεταξύ τους σε μια χαλαρή πλέξη με τη βοήθεια μιας συνδετικής ρυτινικής ουσίας που ονομάζεται βακελίτης, οπότε προκύπτει ένα προϊόν ελαφρύ και πορώδες με βαμβακώδη εμφάνιση το υλικό αυτό έχει περίπου 92-96% πορώδες, ειδικό βάρος γύρω στα 60-100 kg/m³ και παίρνει οποιαδήποτε σχήμα.

Για χρήση στη γεωργία σαν υπόστρωμα καλλιέργειας συνήθως χρησιμοποιούνται είτε κύβοι (για προβλάστηση και παραγωγή σποροφύτων για μεταφύτευση) είτε ορθογώνιες πλάκες (για καλλιέργειες των φυτών μετά την μεταφύτευση).

Τα πλεονεκτήματα του πετροβάμβακα είναι η υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού, σε συνδυασμό με την επίτευξη αρίστης αναλογίας μεταξύ αέρα και νερού στο πορώδες του, η πλήρης απουσία παθογόνων, εχθρών και ζιζανίων. Η χημική αδράνεια που δίνει τη δυνατότητα να ελέγχεται πλήρως η θρέψη των φυτών και το ότι μπορεί να παίρνει οποιοδήποτε σχήμα.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα είναι το κόστος του (Κουσούρη, 2004).

3.5.3. Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα είναι το κοινό όνομα του ορυκτού κιζιρίτης. Πρόκειται για ένα αργιλλοπηριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό, το οποίο δεν έχει τη συμπαγή υφή άλλων πετρωμάτων, αλλά φέρει εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα. Η ύπαρξη ενός τόσο εκτεταμένου πορώδους καθιστά την ελαφρόπετρα ένα πέτρωμα με χαμηλό ειδικό βάρος.

Ο σχηματισμός των πόρων στην ελαφρόπετρα οφείλεται στη διαφυγή ηφαιστειακών αερίων μέσα από τη μάζα κατά τον χρόνο που ελάμβανε χώρα η ψύξη της λάβας. Στη φύση η ελαφρόπετρα συναντάται σε μορφή μεγάλων πλακών ή τεμαχίων. Για να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια φυτών θα πρέπει να θρυμματίζεται σε λατομεία σε μικρούς κόκκους μεγέθους μέχρι 3mm.

Στην Ελλάδα υπάρχουν εκτεταμένα κοιτάσματα ελαφρόπετρας στα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα) από τα οποία τα σημαντικότερα είναι στη Νίσυρο.

Το μεγάλο πλεονέκτημα που έχει η ελαφρόπετρα είναι η πολύ χαμηλή τιμή της καθώς και ότι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί αρκετές φορές (Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος 2004).

3.5.4. Cocosoil

Το Cocosoil είναι ένα φυτόχωμα που προέρχεται από την αποσύνθεση των περιβλημάτων της ινδικής καρύδας. Είναι πλούσιο σε οργανική ουσία και παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά στις φυσικές του ιδιότητες (αεροπερατότητα, ικανότητα συγκράτησης του νερού κ.τ.λ.) καθώς και στην θρέψη των φυτών (Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος 2004).

3.5.5. Άμμος

Η άμμος δεν έχει επίδραση στις χημικές ιδιότητες (pH, E.C.) στα οποία συμμετέχει, εφόσον είναι απαλλαγμένη από ανθρακικό ασβέστιο, άργιλλο και χλωριούχα άλατα. Τα πλεονεκτήματα της καλλιέργειας σε άμμο είναι ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής και το φθινό κόστος. Το σημαντικότερο μειονέκτημα της άμμου είναι ότι έχει χαμηλό πορώδες άρα μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (Κουσούρη, 2004; Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος, 2004).

3.5.6. Άργιλος

Η χρησιμοποίηση της σε διάφορα μείγματα ρυθμίζει την απορρόφηση των ιχνοστοιχείων και του φωσφόρου. Η διογκωμένη άργιλος χρησιμοποιείται ως αδρανές υπόστρωμα. Τα πλεονεκτήματα της είναι μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και η σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής. Το σημαντικότερο μειονέκτημα είναι το υψηλό σχετικά κόστος (Κουσούρη, 2004).

3.6. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Η ποιότητα του θρεπτικού διαλύματος, εκτός από την περιεκτικότητα στα θρεπτικά στοιχεία, εξαρτάται από το pH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα του (E.C.). Τα δυο αυτά μεγέθη χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τον καθημερινό έλεγχο της ποιότητας του διαλύματος χάρις στην δυνατότητα που υπάρχει να μετρώνται εύκολα και γρήγορα με απλά φορητά όργανα.

3.6.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Whiductivity – E.C.) αποτελεί μέτρο της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων στο διάλυμα και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του βαθμού επάρκειας θρεπτικών στοιχείων σε αυτό.

Σαν φυσικό μέγεθος, είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρονικής αντίστασης ενός υλικού, έχει δηλαδή διαστάσεις ηλεκτρικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σε αυτό. Έτσι στην περίπτωση του νερού άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα ανόργανα άλατα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.) μετράται σε μονάδες ds/m (ms/cm). Ισχύει ότι $1\text{ms/cm} = 1\text{mmhos/cm}$ (Μαυρογιαννόπουλος, 1994β).

3.6.2. pH

Το pH είναι μέτρο της σύγκρισης ιόντων υδρογόνου (H^+) στο διάλυμα και η τιμή του επηρεάζει καθοριστικά την διαλυτότητα και συνεπώς την διαθεσιμότητα των περισσοτέρων ιόντων θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια.

Όταν το pH είναι ψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία που είναι ευδιάλυτα μέσα σε ένα σχετικά στενό εύρος τιμών pH, παύουν να είναι διαθέσιμα για τα φυτά, ενώ άλλα απορροφώνται ταχύτερα από ότι συνήθως, γιατί αυξάνεται η διαλυτότητα τους. Οι παραπάνω καταστάσεις έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση διαταραχών στη θρέψη των φυτών όπως τροφοπενίες και τοξικότητες (Μαυρογιαννόπουλος, 1994β).

3.7. ΣΥΝΘΕΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Τα φυτά για την ανάπτυξή τους έχουν ανάγκη από 16 χημικά στοιχεία. Από αυτά τα 9 είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και ονομάζονται μακροστοιχεία ενώ τα υπόλοιπα 7 είναι απαραίτητα μόνο σε ίχνη και ονομάζονται ιχνοστοιχεία. Τα μακροστοιχεία είναι: ο άνθρακας (C), το

υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O), το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το θείο (S), το Κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg). Τα ιχνοστοιχεία είναι ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός, το Βόριο (B), το μολυβδαίνιο (Mo) και το χλώριο (Cl) (Χαρίτος, 1989).

Όλα τα συστήματα της χωρίς εδάφους καλλιέργειας έχουν κοινό παρανομαστή, ότι τα φυτά τρέφονται συνεχώς ή σε τακτά χρονικά διαστήματα με ένα πλήρες σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία θρεπτικό διάλυμα, που προέρχεται από βιομηχανικά άλατα ή λιπάσματα διαλυμένα στο νερό της άρδευσης και παρέχεται μέσω δοσομετρικού αυτοματοποιημένου συστήματος (Δρίμτζιας, 1997).

Η συμπύκνωση των στοιχείων διαφέρει ανάλογα με το καλλιεργούμενο είδος, τις κλιματικές συνθήκες, την εποχή και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, αφού κάθε φυτό έχει τις δικές του απαιτήσεις.

Για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1) Τα στοιχεία που περιέχει το νερό άρδευσης (Cl, Mg, NO_3 , Ca) ύστερα από ανάλυση καθώς και το pH του.

2) Αποφυγή ανάμειξης λιπασμάτων που προκαλούν κατακρήμνιση αλάτων, όπως τα φωσφορικά, θειικά και αμμωνιακά, με αυτά που έχουν σαν βάση το ασβέστιο.

3) Πρέπει να επιλέγονται λιπάσματα ολικής διαλυτότητας για να μην αφήνουν ιζήματα.

Τα λιπάσματα λοιπόν χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων επιλέγονται με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, όπως διαλυτότητα και καθαρότητα καθώς και το κόστος τους. Έτσι από τα λιπάσματα, στην υδροπονία χρησιμοποιούνται κυρίως τα απλά υδατοδιάλυτα που αποτελούνται από μια χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), η οποία συνοδεύεται και από το νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή, είτε ως διαλύτη. Χρησιμοποιούνται επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων. Ο άνθρακας προσλαμβάνεται από την ατμόσφαιρα, μέσω του διοξειδίου του άνθρακα, το οξυγόνο επίσης από το ατμοσφαιρικό αέρα (με τη διαδικασία της αναπνοής). Το χλώριο περιέχεται στο νερό, που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος (Χαρίτος, 1989).

3.8. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας επιτρέπει την εκμετάλλευση όλων των πλεονεκτημάτων αυτής της μεθόδου αλλά απαιτεί ορισμένες προϋποθέσεις και προσαρμογές ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τα περισσότερα υποστρώματα, όπως ο περλίτης και ο πετροβάμβακας, δεν επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή, η τελική επιλογή εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως το κόστος αγοράς και η τεχνική άρδευσης – λίπανσης που θα εφαρμοστεί. Μια σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία της καλλιέργειας είναι η ανάλυση του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση των φυτών, κυρίως όσον αφορά το pH, συγκεντρώσεις θείου, μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Σύμφωνα με τον Papadopoulos (1999) το νερό που θα χρησιμοποιηθεί, κυρίως όταν χρησιμοποιείται ο πετροβάμβακας, πρέπει να περιέχει μέχρι 50ppm Na ή 70ppm Cl και σε περιπτώσεις που ξεπερνά τα 100ppm και 140ppm, αντίστοιχα δεν πρέπει να χρησιμοποιείται.

Η ποσότητα του νερού διαφέρει όπως είναι αναμενόμενο ανάλογα με την εποχή της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Σε αυτές τις περιπτώσεις επιπλέον, απαιτείται και προσαρμογή με μικρές αλλαγές στην αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος αλλά και τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων. Τέτοιες αλλαγές αφορούν κατά κύριο λόγο τα μακροστοιχεία που παρέχονται στα φυτά και επομένως μεταβάλλουν τις ποσότητες των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων, όπως είναι το νιτρικό ασβέστιο, η νιτρική αμμωνία, το θειικό κάλιο, το θειικό μαγνήσιο και το νιτρικό μαγνήσιο. Αντίθετα οι αλλαγές που αφορούν τη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων δεν είναι συνήθως σημαντικές.

Τόσο η συγκέντρωση των λιπασμάτων όσο και το pH (5,8-6,2) στο θρεπτικό διάλυμα δεν επηρεάζεται σημαντικά από το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται (πετροβάμβακας, περλίτης, NFT). Όσον αφορά την επίδραση των στοιχείων ένα σύνηθες λάθος είναι η υψηλή συγκέντρωση αζώτου κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών που έχει σαν αποτέλεσμα να ευνοείται υπερβολικά η βλαστική ανάπτυξή τους (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, η συγκέντρωση του αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να κυμαίνεται στα 60-70ppm. Επίσης σημαντική είναι η επίδραση της συγκέντρωσης του καλίου, η οποία όταν κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα μπορεί να προκαλέσει προβλήματα

στην απορρόφηση του ασβεστίου και του μαγνησίου με αποτέλεσμα να παρατηρείται τροφοπενία μαγνησίου στα κατώτερα φύλλα του φυτού και συμπτώματα εμφάνισης ξηρής σήψης της κορυφής των καρπών (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Επιπλέον ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στη συγκέντρωση του θείου στο θρεπτικό διάλυμα το οποίο μπορεί σε υψηλές συγκεντρώσεις να μειώσει τη δραστηριότητα του ασβεστίου και να προκαλέσει προβλήματα στην ανάπτυξη των καρπών (Lopez et al., 2002).

Πίνακας 3.2. Παράδειγμα θρεπτικού διαλύματος που χρησιμοποιείται για υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε περλίτη, πετροβάμβακα ή NFT στη Φλόριντα των Η.Π.Α.

Στάδιο ανάπτυξης					
	1	2	3	4	5
Θρεπτικό στοιχείο	Μεταφύτευση έως 1 ^η ταξιανθία	1 ^η ταξιανθία έως 2 ^η ταξιανθία	2 ^η ταξιανθία έως 3 ^η ταξιανθία	3 ^η ταξιανθία έως 4 ^η ταξιανθία	4 ^η ταξιανθία έως τέλος καλλιέργειας
Τελική παραδοθείσα συγκέντρωση θρεπτικού διαλύματος (ppm)					
N	70	80	100	120	150
P	50	50	50	50	50
K	120	120	150	150	150
Ca	150	150	150	150	200
Mg	40	40	40	50	50
S	50	50	50	60	60
Fe	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Cu	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mn	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Zn	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
B	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Mo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

(πηγή: <http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>)

Παρά το γεγονός ότι στις υδροπονικές καλλιέργειες μειώνονται σημαντικά οι κίνδυνοι εμφάνισης μυκητολογικών προσβολών που προκαλούν ασθένειες εδάφους, όπως ο μύκητας *Fusarium oxysporum*, η παρουσία τους στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα αποτυχίας της καλλιέργειας τομάτας. Σε πολλές περιπτώσεις προστίθενται προληπτικά

μυκητοκτόνα που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των μυκήτων. Έτσι η παρουσία του μύκητα *Fusarium oxysporum* μπορεί να περιοριστεί αποτελεσματικά με την προσθήκη, για 2 εβδομάδες, prochloraz ή carbendazim σε συγκεντρώσεις 0,019 ή 0,235mg/ml (Weitang et al., 2004).

Πίνακας 3.3. Παράδειγμα προτεινόμενου διαλύματος για υδροπονική καλλιέργεια τομάτας στην Ελλάδα.

Αρχικό διάλυμα Λιπάσματα	Μητρικό διάλυμα (ποσότητα στα 100 lt)	Συγκέντρωση (ppm) ιόντων σε διάλυμα 1:100
<u>A. ΔΙΑΛΥΜΑ</u>		
Ca (NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	5,9 kg	Ca 100 NO ₃ (N) 70
<u>B. ΔΙΑΛΥΜΑ</u>		
KNO ₃	3,5 kg	K 133 NO ₃ (N) 46
K ₂ SO ₄	3,7 kg	K 167
NH ₄ H ₂ PO ₄	1,67 kg	NO ₄ (N) 20, P 45
MgSO ₄ · 7H ₂ O	2,5 kg	Mg 25
Ιχνοστοιχεία	0,30 kg	
FeNaEDTA	72,0 kg	
MnSO ₄ · 4H ₂ O	12,4 kg	
H ₃ BO ₃	5,0 kg	
CuSO ₄ · 5H ₂ O	1,2 kg	
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	1,2 kg	
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0,5 kg	
Fe	3,2 kg	
Mn	1,0 kg	
B	0,35 kg	
Cu	0,1 kg	
Zn	0,1 kg	
Mo	0,06 kg	

(πηγή: Χαρίτος, 1989)

Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας επιτρέπει την εκμετάλλευση όλων των πλεονεκτημάτων αυτής της μεθόδου αλλά απαιτεί ορισμένες προϋποθέσεις και προσαρμογές ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τα περισσότερα υποστρώματα, όπως ο περλίτης και ο πετροβάμβακας, δεν επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή η τελική επιλογή

εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως το κόστος αγοράς και η τεχνική άρδευσης-λίπανσης που θα εφαρμοστεί. Μια σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία της καλλιέργειας είναι η ανάλυση του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση των φυτών, κυρίως όσον αφορά το pH, συγκεντρώσεις θείου, μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Σύμφωνα με τον Papadopoulos (1999) το νερό που θα χρησιμοποιηθεί, κυρίως όταν χρησιμοποιείται ο πετροβάμβακας, πρέπει να περιέχει μέχρι 50ppm νατρίου ή 70ppm χλωρίου και σε περιπτώσεις που ξεπερνά τα 100ppm και 140ppm, αντίστοιχα δεν πρέπει να χρησιμοποιείται.

Η ποσότητα του νερού διαφέρει όπως είναι αναμενόμενο ανάλογα με την εποχή της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Σε αυτές τις περιπτώσεις επιπλέον, απαιτείται και προσαρμογή με μικρές αλλαγές στην αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος αλλά και τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων. Τέτοιες αλλαγές αφορούν κατά κύριο λόγο τα μακροστοιχεία που παρέχονται στα φυτά και επομένως μεταβάλουν τις ποσότητες των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων, όπως είναι το νιτρικό ασβέστιο, η νιτρική αμμωνία, το θειϊκό κάλιο, το θειϊκό μαγνήσιο και το νιτρικό μαγνήσιο. Αντίθετα οι αλλαγές που αφορούν τη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων δεν είναι συνήθως σημαντικές.

Τόσο η συγκέντρωση των λιπασμάτων όσο και το pH (5,8-6,2) στο θρεπτικό διάλυμα δεν επηρεάζεται σημαντικά από το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται (πετροβάμβακας, περλίτης, NFT). Όσον αφορά την επίδραση των στοιχείων ένα σύννηθες λάθος είναι η υψηλή συγκέντρωση αζώτου κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών που έχει σαν αποτέλεσμα να ευνοείται υπερβολικά η βλαστική ανάπτυξη τους (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, η συγκέντρωση του αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να κυμαίνεται στα 60-70ppm. Επίσης σημαντική είναι η επίδραση της συγκέντρωσης του καλίου, η οποία όταν κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην απορρόφηση του ασβεστίου και του μαγνησίου με αποτέλεσμα να παρατηρείται τροφοπενία μαγνησίου στα κατώτερα φύλλα του φυτού και συμπτώματα εμφάνισης ξηρής σήψης της κορυφής των καρπών (<http://edis.ifas.ufl.edu/cv216>). Επιπλέον ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στη συγκέντρωση του θείου στο θρεπτικό διάλυμα το οποίο μπορεί σε υψηλές συγκεντρώσεις να μειώσει τη δραστηριότητα του ασβεστίου και να προκαλέσει προβλήματα στην ανάπτυξη των καρπών (Lopez et al., 2002).

Παρά το γεγονός ότι στις υδροπονικές καλλιέργειες μειώνονται σημαντικά οι κίνδυνοι εμφάνισης μυκητολογικών προσβολών που προκαλούν ασθένειες εδάφους, όπως ο μύκητας *Fusarium oxysporum*, η παρουσία τους στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα αποτυχίας της καλλιέργειας τομάτας. Σε πολλές περιπτώσεις προστίθονται προληπτικά μυκητοκτόνα που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των μυκήτων. Έτσι η παρουσία του μύκητα *Fusarium oxysporum* μπορεί να περιοριστεί αποτελεσματικά με την προσθήκη, για 2 εβδομάδες, prochloraz ή carbendazim σε συγκεντρώσεις 0,019 ή 0,235 µg/ml (Weitang et al., 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας στο νομό Μεσσηνίας είναι περιορισμένη. Μια από τις λίγες γεωργικές εκμεταλλεύσεις αυτού του τύπου βρίσκεται στην περιοχή Φίλιατρά, της επαρχίας Τριφυλλίας, όπου ο κ. Μυλωνάς Γεώργιος, καλλιεργεί από το 1998, τομάτα στο θερμοκήπιο εφαρμόζοντας την τεχνική της υδροπονίας. Η συγκεκριμένη γεωργική εκμετάλλευση αποτελείται από μια ιδιόκτητη έκταση 9 στρεμμάτων στην οποία αυτήν υπάρχουν 8 θερμοκήπια έκτασης 1 στρέμματος περίπου, το καθένα.

4.1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

4.1.1. Θερμοκήπια

Ο τύπος των θερμοκηπίων είναι αμφίρικοτο πολλαπλό, με σκελετό ξύλινο (τύπου ΑΒΕΞ) και υλικό κάλυψης πολυαιθυλενίου (P.V.C.). Τα θερμοκήπια βρίσκονται εγκατεστημένα σε μικρές αποστάσεις το ένα από το άλλο (εικόνα 1) και έχουν προσανατολισμό Β – Ν. Το έδαφος παρουσιάζει μικρή κλίση προς το Νότο.

4.1.2. Εξοπλισμός των θερμοκηπίων

Κάθε θερμοκήπιο είναι εξοπλισμένο με σύστημα θέρμανσης το οποίο αποτελείται από επιδαπέδιο αερόθερμο (εικόνα 2). Ο θερμός αέρας μεταφέρεται στο χώρο του θερμοκηπίου μέσω σωληνώσεων από πολυαιθυλένιο κατά μήκος των οποίων υπάρχουν οπές (εικόνα 3). Μα αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται πιο ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας και ταχύτερη θέρμανση των περιοχών που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το αερόθερμο. Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου μέσω των οποίων μεταφέρεται ο ζεστός αέρας βρίσκονται σε ύψος περίπου 2m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του καυστήρα είναι το πυρηνόξυλο (πυρήνας ελιάς) και το ζεστό νερό μεταφέρεται στα

αερόθερμα μέσω χαλύβδινων σωληνώσεων. Ο κυκλοφορητής τίθεται αυτόματα σε λειτουργία όταν η θερμοκρασία στο χώρο των θερμοκηπίου βρεθεί κάτω από 10°C.

Σε όλη την επιφάνεια του εδάφους του θερμοκηπίου έχει τοποθετηθεί λευκό πλαστικό (εικόνα 8) έτσι ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση ζιζανίων και η επαφή των φυτών με το έδαφος που θα μπορούσε να οδηγήσει στην διάδοση ασθενειών. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση ενέργειας αφού το λευκό πλαστικό έχει την ιδιότητα να αντανακλά ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας το οποίο χρησιμοποιείται για θέρμανση του θερμοκηπίου, ιδίως κατά τους χειμερινούς μήνες επιτρέποντας την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

Για τον αερισμό των θερμοκηπίων εφαρμόζονται δύο διαφορετικοί τρόποι ανάλογα με τα κατασκευαστικά μέρη του θερμοκηπίου. Σε ορισμένα λοιπόν θερμοκήπια υπάρχουν μόνο πλαϊνά παράθυρα (εικόνα 1) ενώ σε άλλα μόνο παράθυρα οροφής. Τα πλαϊνά παράθυρα ανοιγοκλείνουν χειροκίνητα και έχουν τοποθετηθεί σήτες έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να μένουν ανοικτά κατά τη διάρκεια της μέρας και ενώ πετούν τα έντομα που χρησιμοποιούνται για την υποβοήθηση της καρπόδεσης από το θερμοκήπιο. Τα παράθυρα οροφής είναι ηλεκτροκίνητα και όταν είναι ανοικτά λόγω της μη ύπαρξης σιτών ο παραγωγός είναι υποχρεωμένος να περιορίζει τους βομβύνους στην κυψέλη, κάτι το οποίο προκαλεί πρόβλημα στην ταυτόχρονη εφαρμογή του αερισμού του θερμοκηπίου και της υποβοήθησης της καρπόδεσης.

Ανεξάρτητα από το που βρίσκονται τα παράθυρα και με ποιο τρόπο ανοίγουν, ο παραγωγός αποφασίζει το άνοιγμά τους όταν η θερμοκρασία στο χώρο του θερμοκηπίου υπερβαίνει τους 25-27°C περίπου. Λόγω της μη ύπαρξης αυτοματισμού για την εφαρμογή του αερισμού είναι απαραίτητη η παρουσία του παραγωγού στο χώρο των θερμοκηπίων.

Η προστασία των φυτών από την ηλιακή ακτινοβολία και την υψηλή θερμοκρασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες επιτυγχάνεται με τη σκίαση των θερμοκηπίων. Αυτό γίνεται με τον ψεκάσμό της εξωτερικής επιφάνειας του υλικού κάλυψης με διάλυμα ασβεστίου και ξεκινά από τον Μάιο - Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

4.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Για την καλλιέργεια των φυτών χρησιμοποιείται ένα κλειστό σύστημα υδροπονίας κατά το οποίο το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από το χώρο του υποστρώματος συλλέγεται και ανακυκλώνεται όπως θα περιγραφεί παρακάτω.

Η συλλογή του θρεπτικού διαλύματος απορροής γίνεται μέσω ενός συστήματος αποστράγγισης το οποίο αποτελείται από σωλήνες διαμέτρου Φ32 οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο έδαφος και συγκεκριμένα κάτω από κάθε κανάλι καλλιέργειας φυτών. Σε κάθε κανάλι, ανά 6m, έχουν ανοιχθεί οπές από τις οποίες το διάλυμα απορροής οδηγείται στους σωλήνες διαμέτρου Φ32. Στην επιφάνεια των οπών αυτών έχουν τοποθετηθεί σήτες ώστε να μην απομακρύνεται και υπόστρωμα μαζί με το διάλυμα. Από τους σωλήνες διαμέτρου Φ32, το διάλυμα απορροής οδηγείται με φυσική ροή σε σωλήνες διαμέτρου Φ62 από όπου οδηγούνται έξω από το χώρο των θερμοκηπίων.

Το θρεπτικό διάλυμα απορροής μεταφέρεται από όλα τα θερμοκήπια και συγκεντρώνεται σε μια υπόγεια δεξαμενή (εικόνα 6), η οποία βρίσκεται στο χώρο ενός από τα θερμοκήπια. Η μεταφορά του διαλύματος σε αυτή την δεξαμενή γίνεται μέσω της φυσικής ροής η οποία επιτυγχάνεται από την μικρή κλίση που παρουσιάζει το έδαφος. Μέσα στην δεξαμενή έχει τοποθετηθεί φλοτέρ, έτσι ώστε όταν φτάσει η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος σε συγκεκριμένο ύψος, να μεταφέρεται συγκεκριμένη ποσότητα διαλύματος σε άλλη δεξαμενή που βρίσκεται στην επιφάνεια εδάφους. Η μεταφορά του διαλύματος σε αυτή την περίπτωση γίνεται με την χρήση αντλίας.

Η παροχή του διαλύματος για την υδρολίπανση των φυτών γίνεται μέσω σωλήνων διαμέτρου Φ20 (εικόνα 9) στους οποίους έχουν τοποθετηθεί σταλάκτες παροχής 4l/h, οι οποίοι βρίσκονται σε αποστάσεις 30cm περίπου.

4.3.1. Σύνθεση και παροχή θρεπτικών διαλυμάτων

Για τη δημιουργία των θρεπτικών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται τρεις δεξαμενές (Α, Β, Γ) στις οποίες περιέχονται θρεπτικά διαλύματα στα οποία τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις από αυτές οι οποίες παρέχονται στα φυτά.

Στη δεξαμενή Α που έχει όγκο 1.000 l διαλύονται χαλκός, σίδηρος, νιτρικό ασβέστιο, νιτρικό κάλιο και νιτρική αμμωνία.

Η δεξαμενή Β που έχει όγκο 1.000 l διαλύονται νιτρικό καλίο, θειικό μαγνήσιο, φωσφορικό μονοκάλιο, θειικό κάλιο, θειικό μαγνήσιο, θειικός ψευδάργυρος, θειικός χαλκός, βόρακας και μολυβδαίνιο νάτριο.

Η δεξαμενή Γ που έχει όγκο 500 l προστίθεται νιτρικό οξύ.

Με σύνδεση ειδικών βαλβίδων ρυθμίζονται αυτόματα (μέσω προγραμματιστή (LOGO) (εικόνα 5) και με μεγάλη ακρίβεια τόσο οι αναλογίες των λιπασμάτων για να επιτευχθεί η επιθυμητή αγωγιμότητα E.C. (2.500) όσο και του οξέως για να επιτευχθεί το επιθυμητό pH (5,5). Για κάθε συνταγή λίπανσης ελέγχεται η ποσότητα των διαλυμάτων που θα περάσουν από κάθε δεξαμενή μέσω ηλεκτροβαλβίδων, οι οποίες ρυθμίζουν την ποσότητα που απορροφάται μέσω ενός συστήματος Ventouri. Στη συνέχεια, τα διαλύματα οδηγούνται στην δεξαμενή ανάμειξης (8 tn) (εικόνα 4) όπου προστίθονται νερό και θρεπτικό διάλυμα απορροής.

Σε κάθε περίπτωση το διάλυμα στη δεξαμενή ανάμειξης αποτελείται από καθαρό νερό (30%), θρεπτικό διάλυμα απορροής (70%) και ποσότητες διαλυμάτων από τις δεξαμενές Α, Β και Γ τέτοιες ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αγωγιμότητα και το επιθυμητό pH.

4.3.2. Υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων

Οι υποδοχείς υποστρωμάτων (εικόνα 8) που χρησιμοποιούνται, είναι κανάλια που βρίσκονται τοποθετημένα στην επιφάνεια του εδάφους πάνω από το λευκό πλαστικό. Κάθε κανάλι είναι κατασκευασμένο από σκληρό πλαστικό μαύρου χρώματος που διαμορφώνεται σε σχήμα ανάποδο Π. Οι πλαϊνές πλευρές του καναλιού έχουν ύψος 10cm και η βάση του έχει πλάτος 20cm. Κάθε κανάλι περιέχει το υπόστρωμα, ελαφρόπετρα, και στη συνέχεια καλύπτεται με λευκό πλαστικό.

4.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

4.4.1. Ποικιλίες – Υβρίδια

Στη συγκεκριμένη γεωργική εκμετάλλευση καλλιεργούνται τα υβρίδια τομάτας θερμοκηπίου: Formula F₁, Belladonna F₁, Elpida F₁, Garnet F₁ και Tamaris F₁, τα χαρακτηριστικά των οποίων περιγράφονται παρακάτω.

Formula F₁: Το φυτό είναι ζωηρής ανάπτυξης και πολύ παραγωγικό (εικόνα 16γ). Είναι ανθεκτικό υβρίδιο στους νηματώδεις, στο φουζάριο, στο βερτισίλλιο και στον TMV. Σχηματίζει καρπούς με μέσο βάρος 280-320g, σχήματος πεπαλτυσμένου, με σκληρή σάρκα.

Belladonna F₁: Είναι φυτό μέτριας ζωηρότητας, που σχηματίζει μεγάλου μεγέθους καρπούς με σχήμα ωοειδές και χρώμα έντονο κόκκινο. Είναι ανθεκτικό υβρίδιο στους νηματώδεις, στο φουζάριο, στο βερτισίλλιο και στον TMV.

Elpida F₁: Είναι φυτό ζωηρής ανάπτυξης (εικόνα 16α), με καρπούς μέσου μεγέθους (έως 250g βάρος). Είναι ανθεκτικό στους νηματώδεις, στο φουζάριο, στην πυρηνόχαιτη και στον TMV.

Garnet F₁: Το φυτό είναι ζωηρής ανάπτυξης, μεσοπρώιμο και πολύ παραγωγικό, κατάλληλο για καλλιέργειας στο θερμοκήπιο. Είναι ανθεκτικό υβρίδιο στο βερτισίλλιο και στον TMV. Οι καρποί είναι ομοιόμορφοι όσον αφορά το χρώμα και αρκετά συνεκτικοί.

Tamaris F₁: Είναι πολύ παραγωγικό υβρίδιο (εικόνα 16β) με καρπούς μέσου βάρους 200-300g και αρκετά συνεκτικούς. Είναι υβρίδιο ανθεκτικό στο φουζάριο, στο βερτισίλλιο και στον TMV.

4.4.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό-Αποστάσεις φύτευσης

Οι σπόροι των υβριδίων – ποικιλιών σπέρνονται σε δίσκους 45 θέσεων (εικόνα 7) και μετά από περίπου 40 ημέρες τα νεαρά σπορόφυτα μεταφυτεύεται στην μόνιμη θέση (υπόστρωμα από ελαφρόπετρα), όταν έχουν περίπου 4 πραγματικά φύλλα. Η σπορά γίνεται συνήθως τον Ιούνιο και τον Δεκέμβριο

Η μεταφύτευση των σπορόφυτων στα κανάλια-υποδοχείς γίνεται σε γραμμές φύτευσης που απέχουν 1,60m, μεταξύ τους και πάνω στην γραμμή τα φυτά απέχουν 35cm, το ένα από το άλλο (εικόνα 10). Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται πυκνότητα φύτευσης περίπου 1800 φυτών ανά στρέμμα.

4.4.3. Υποστύλωση-Κλάδεμα

Τα φυτά υποστυλώνονται με σπάγκο ο οποίος περιελίσσεται γύρω από το φυτό, αφού έχει σχηματιστεί χαλαρή θηλιά στη βάση-λαιμό του φυτού. Στη συνέχεια ο σπάγκος περιελίσσεται σε ειδική κατασκευή (εικόνα 12) η οποία

κρέμεται από σύρμα που βρίσκεται στην οροφή του θερμοκηπίου και σε ύψος 2,20m από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα σύρματα υποστύλωσης βρίσκονται δεξιά και αριστερά των γραμμών φύτευσης και σε απόσταση περίπου 50cm (εικόνα 11). Έτσι, γειτονικά φυτά υποστυλώνονται με σπάγκο ο οποίος κρέμεται για το ένα από το σύρμα που βρίσκεται δεξιά της γραμμής φύτευσης και για το άλλο αριστερά της φύτευσης. Με αυτό του τρόπο τα φυτά αποκτούν αρκετά μεγαλύτερο ύψος από 2,20m και επιπλέον επιτρέπεται ο καλύτερος φωτισμός και αερισμός τους.

Εφαρμόζεται αφαίρεση των πλάγιων βλαστών με το χέρι όταν οι βλαστοί έχουν μικρό μήκος και είναι ακόμα τρυφεροί. Με αυτό τον τρόπο τα φυτά μορφώνονται ακολουθώντας το μονοστέλεχο σύστημα (εικόνα 12) και όταν ξεπεράσουν το ύψος του σύρματος κατά 50cm περίπου, κορυφολογούνται.

Κατά το φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη η επικονίαση υποβοηθάται με την χρήση βομβύνων (εικόνα 13) που κυκλοφορούν στο χώρο του θερμοκηπίου την ημέρα και με την προϋπόθεση ότι τα παράθυρα είτε έχουν σήτες, είτε είναι κλειστά.

4.4.4. Λίπανση – Πότισμα

Η λίπανση γίνεται ταυτόχρονα με την άρδευση. Το νερό της άρδευσης προέρχεται από γεώτρηση και έχει υψηλή αγωγιμότητα. Συγκεκριμένα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο και μαγνήσιο, γι' αυτό κατά την λίπανση δεν χρησιμοποιείται καθόλου μαγνήσιο.

Η διάρκεια κάθε ποτίσματος είναι αμέσως μετά τη μεταφύτευση ανά 2h για 3min και όταν εμφανιστεί η πρώτη ταξιανθία ανά 1h για 3min. Ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν καθώς και με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, η άρδευση μεταβάλλεται και μπορεί να εφαρμόζεται ανά 30min με διάρκεια και πάλι 3min κάθε φορά. Η άρδευση ξεκινά από τις 6π.μ. και διακόπτεται στις 8μ.μ.

Κάθε μήνα γίνεται ανάλυση του διαλύματος απορροής και με βάση το αποτέλεσμα της ανάλυσης εφαρμόζεται το κατάλληλο πρόγραμμα λίπανσης, αφού με αυτό τον τρόπο προσδιορίζονται οι ανάγκες των φυτών και η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων την προηγούμενη χρονική περίοδο.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ανάλυσης του θρεπτικού διαλύματος απορροής στη συγκεκριμένη γεωργική εκμετάλλευση.

Πίνακας 4.1. Παράδειγμα ανάλυσης διαλύματος απορροής στη συγκεκριμένη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας.

Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$) : 2.500			pH : 5,23		
Κατιόντα	ppm	meq/l	Ανιόντα	ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	209,90	10,50	Χλωριόντα (Cl^-)	100,00	2,82
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	60,90	5,08	Διττανθρακικά (HCO_3^-)	36,60	0,60
Κάλιο (K^+)	197,20	5,06	Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	33,52	1,08
Νάτριο (Na^+)	61,00	2,65	Θειικά (SO_4^{2-})	218,26	4,54
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,47	0,03	Νιτρικά (NO_3^-)	827,66	13,35
Σύνολο		23,30	Σύνολο		22,39
Ιχνοστοιχεία	ppm	meq/l			
Ψευδάργυρος (Zn)	0,490	7,49			
Σίδηρος (Fe)	2,290	40,97			
Μαγγάνιο (Mn)	0,320	5,83			
Χαλκός (Cu)	0,520	8,18			
Βόριο (B)	0,320	29,63			

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 4.1. και τις παρακάτω οδηγίες επιλέγονται οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν όπως αναφέρονται στον πίνακα 4.2.

- Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Α: 100:1
- Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Β: 100:1
- Όγκος πυκνού διαλύματος Α: 1000 λίτρα
- Όγκος πυκνού διαλύματος Β: 1000 λίτρα
- Όγκος πυκνού διαλύματος Γ (οξέως): 1000 λίτρα
- Αγωγιμότητα διαλύματος τροφοδοσίας: 2,60 mS/cm
- Αγωγιμότητα μείγματος απορροής-νερού: 1,25 mS/cm
- pH διαλύματος τροφοδοσίας: 5,60

Πίνακας 4.2. Παράδειγμα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος με βάση την ανάλυση του θρεπτικού διαλύματος απορροής που παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1.

ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΩΣ
Νιτρικό ασβέστιο 34,575 Kg	Νιτρικό κάλιο 13,094 Kg	Νιτρικό οξύ 22,075 L
Νιτρική αμμωνία 2,841 Kg	Θευκό μαγνήσιο 3,390 Kg	
Νιτρικό κάλιο 19,640 Kg	Φωσφορικό μονοκάλιο 24,009 Kg	
Χηλικός σίδηρος 2,302 Kg	Θευκό κάλιο 21,432 Kg	
	Θευκό μαγγάνιο 149,84 g	
	Θευκός ψευδάργυρος 84,27 g	
	Θευκός χαλκός 13,63 g	
	Βόρακας 267,90 g	
	Μολυβδαινικό νάτριο 8,47 g	

Στο θρεπτικό διάλυμα προστίθενται και μυκητοκτόνα Aliette και Gasamin σε ποσότητες 3Kg και 6Kg, αντίστοιχα, στην δεξαμενή 8tn.

4.4.5. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών

Με ασθένειες γενικά δεν παρατηρείται σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια. Παρόλα αυτά εφαρμόζονται προληπτικοί ψεκασμοί με Koside 101WP (χαλκού 50%) σε συγκέντρωση 120-400ml/100 l νερό για την αποφυγή της εμφάνισης ασθενειών όπως η ανθράκωση και προσβολών από βακτήρια, με Bayfidan 250E (triadimethol) σε συγκέντρωση 30-40ml/ 100 l νερό για την αποφυγή προσβολής από οίδιο. Οι ψεκασμοί γίνονται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες π.χ. το καλοκαίρι εφαρμόζονται 3 έως 4 ψεκασμοί. Για την καταπολέμηση της κάμπιας (πράσινο σκουλήκι) που παρουσιάζει έξαρση κυρίως κατά το φθινόπωρο εφαρμόζονται ψεκασμοί με Bactospreine 3,2%WP (*Bacillus thuringiensis*) σε συγκέντρωση 80-100g/100 l νερό. Η προσβολή παρατηρείται τόσο στους καρπούς (τρύπες - στοές) (εικόνα 15) όσο και στην κορυφή του φυτού όπου σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να προκαλέσει ξήρανση της κορυφής.

Για την αντιμετώπιση της λιριόμυζας- φυλλορύκτης (*Liriomyza solani*) χρησιμοποιείται το ωφέλιμο *Diglyphus isaea*, ενώ για την καταπολέμηση του

αλευρώδη των θερμοκηπίων (*Trialeuroides vaporariorum*) χρησιμοποιείται το ωφέλιμο *Encarsia formosa* (εικόνα 14).

Για την καταπολέμηση του τετράνυχου (*Tetranychus urticae*) εφαρμόζονται ψεκασμοί των φυτών (από μικρό στάδιο ανάπτυξης) ανά 15 ημέρες. Όταν στον χώρο του θερμοκηπίου υπάρχουν ωφέλιμα οι ψεκασμοί γίνονται με Vendex 55SC ενώ όταν δεν υπάρχουν χρησιμοποιείται το Verdimec.

4.4.6. Συγκομιδή-Διάθεση

Η συγκομιδή ξεκινά περίπου 2,5-3 μήνες μετά τη μεταφύτευση των φυτών και γίνεται σε συχνότητα που εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η διάρκεια είναι περίπου 3 μήνες ανάλογα με την εποχή της καλλιέργειας.

Οι καρποί τοποθετούνται σε πλαστικά τελάρα (κλούβες) οι οποίες βρίσκονται επάνω σε καρότσι (εικόνα 17α) το οποίο μετακινείται ανάμεσα στις γραμμές των φυτών με στόχο την ολοκλήρωση της συγκομιδής σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα, κάτι που επηρεάζει σημαντικά τη μείωση του κόστους παραγωγής. Οι καρποί συγκομίζονται όταν έχουν αποκτήσει κόκκινο χρώμα (εικόνα 17β) και η διάθεσή τους γίνεται άμεσα τόσο σε λαϊκή αγορά από τον ίδιο τον παραγωγό όσο και σε μεγάλα καταστήματα οπωροκηπευτικών του νομού Μεσσηνίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρά το γεγονός ότι η υδροπονική καλλιέργεια τομάτας είναι περιορισμένη στο νομό Μεσσηνία, στη συγκεκριμένη μονάδα έχει γίνει μια ικανοποιητική προσπάθεια και επιτυγχάνει καλή παραγωγή που κυμαίνεται περίπου 10-12tn/στρέμμα. Αν και η απόδοση αυτή δεν θεωρείται υψηλή τόσο για τα συγκεκριμένα υβρίδια – ποικιλίες που καλλιεργούνται όσο και για ένα υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας φαίνεται ότι ο παραγωγός αυτός χρησιμοποιώντας παλαιού τύπου θερμοκήπια επιτυγχάνει ικανοποιητικές αποδόσεις κυρίως λόγω της εφαρμογής της υδροπονίας.

Η καλλιέργεια σε θερμοκήπια με ξύλινο σκελετό αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα λόγω της σκίασης που επηρεάζει αρνητικά τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών.

Η χρήση αερόθερμων που στέλνουν το ζεστό αέρα ψηλά στο χώρο του θερμοκηπίου αυξάνει τις απώλειες σε θερμότητα και δεν επιτρέπει την ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας κυρίως κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών. Παρόλα αυτά επειδή το υλικό κάλυψης που χρησιμοποιείται είναι φύλλα από πολυαιθυλένιο, η χρήση περιφερειακής θέρμανσης δεν προτείνεται. Επιπλέον, επειδή στο νομό Μεσσηνίας, κατά το χειμώνα δεν παρατηρούνται υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες, η θέρμανση περισσότερο έχει σαν στόχο να προστατέψει τα φυτά από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και τα αερόθερμα λόγω της ταχύτερης θέρμανσης του χώρου μπορούν να καλύψουν ικανοποιητικά τις ανάγκες της καλλιέργειας. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την επιλογή του παραγωγού να ξεκινά η θέρμανση στο θερμοκήπιο όταν η θερμοκρασία είναι κοντά στους 10°C.

Παρ' όλα αυτά η χρήση πυρηνόξυλου που αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα βρίσκεται σε αφθονία στο νομό Μεσσηνίας, αποτελεί ενθαρρυντικό βήμα προς τον εκσυγχρονισμό της επιχείρησης.

Επιπλέον απαραίτητος θεωρείται και ο εκσυγχρονισμός των θερμοκηπίων κυρίως όσον αφορά το σύστημα αερισμού όπου θα πρέπει τουλάχιστον να εξασφαλίζεται με το συνδυασμό ύπαρξης πλαϊνών παραθύρων και παραθύρων οροφής (με σήτες) που λειτουργούν ηλεκτροκίνητα. Σε αυτά

θα πρέπει να προστεθεί αισθητήρας μέτρησης της θερμοκρασίας ώστε το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων να γίνεται των παραθύρων να γίνεται αυτόματα.

Η χρήση τόσο των βομβύνων για την υποβοήθηση της καρπόδεσης όσο και ωφελίμων εντόμων για την αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών της καλλιέργειας αποτελεί επίσης σημαντικό βήμα προς την εφαρμογή πιο σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και το ωφέλιμο *Phytoseiulus persimillis* για την αντιμετώπιση του τετράνυχου, ώστε να περιοριστεί η χρήση εντομοκτόνων ή ακαρεοκτόνων. Επίσης για τον έλεγχο των πληθυσμών εντόμων, όπως ο αλευρώδης και ο θρίπας, προτείνεται η χρήση παγίδων η οποία βοηθά στην έγκαιρη εξαπόλυση των ωφέλιμων εντόμων και αυξάνει την αποτελεσματικότητα της χρήσης τους.

Οι παραπάνω προτάσεις βελτίωσης αν και απαιτούν την επένδυση χρημάτων μπορεί να εφαρμοστούν σταδιακά στην επιχείρηση έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από την εφαρμογή της υδροπονίας.

Είναι λοιπόν φανερό ότι η χρήση νέων και σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας (ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών και υδροπονικά συστήματα) αποτελεί μια διέξοδο για την Ελληνική Γεωργία και θα πρέπει να συνδυαστεί με τη συνεχή ενημέρωση των παραγωγών ώστε να κατανοήσουν τα οφέλη και τον τρόπο εφαρμογής τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Becket K.A. (1998). Θερμοκήπια. Εκδόσεις Ψυχάλου. σελ. 150-156.
2. Benton J. and Jones J. (2000). A practical Guide for the soilless Grower. Edition Boca Raton, Florida. pp. 23-26.
3. Δημητράκης Κ.Γ. (1998). Λαχανοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε., σελ. 224-247.
4. Δρίμτζιας Ε. (1987). Υδροπονικές καλλιέργειες - Ετήσια έκδοση. Εκδόσεις ΖΕΥΣ Α.Ε. σελ. 50-62.
5. Ζαρμπούτης Γ. και Γκακνή Α. (1992). Καλλιέργειες σε θερμοκήπια. Εκδόσεις ΙΩΝ. σελ. 9-96.
6. Καραταράκη Α. (1987). Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία 42: 10-41.
7. Κομνάκου Ι. (2000). Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς, σελ. 159.
8. Κουσούρη Ε. (2004). Υδροπονική καλλιέργεια Μαρουλιού. Πτυχιακή Μελέτη, ΤΕΙ Καλαμάτας.
9. Lopez J., Parent L.E., Tremblay N. and Gosselin A. (2002). Sulfate accumulation and calcium balance in the hydroponic tomato culture. *Journal of Plant Nutrition* 25: 1585-1597.
10. Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ. (1994α). Θερμοκήπια. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς, σελ. 444.
11. Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ. (1994β). Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς, σελ. 80-111.
12. Ολύμπιος Χ. (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς, σελ. 39-203.
13. Papadopoulos P.A. (1999). Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication.
14. Παναγιωτόπουλος Α.Π. και Σπυρόπουλος Β.Σ. (2004). Επίδραση υποστρωμάτων στην ανάπτυξη και παραγωγή Μαρουλιού CV PARIS ISLAND και GREAT LAKES σε υδροπονική καλλιέργεια. Πτυχιακή Μελέτη, ΤΕΙ Καλαμάτας.
15. Παρασκευόπουλος Κ.Π. (2000). Σύγχρονη Λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψυχάλου. σελ. 122-126.

16. Πετροπούλου Ι. (2003). Η επίδραση της αζωτούχου λιπάνσεως στην αύξηση των φυτών μαρουλιού. Πτυχιακή Μελέτη, ΤΕΙ Καλαμάτας.
17. Σπάρτσης Ν.Ι. (1998). Γενική και ειδική Λαχανοκομία. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων. σελ. 329-350.
18. Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία (1984). Υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Τεύχος 41: 22.
19. Σύγχρονη Γεωργία Τεχνολογία (1986). Η καλλιέργεια της τομάτας. Τεύχος 34: 58-64.
20. Χαρίτος Ν.Κ. (1989). Υδροπονικές καλλιέργειες σε θερμοκήπιο-Ετήσια Έκδοση. Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία. σελ. 58-79.
21. Χριστοφιλόπουλος Ν.Ι. (2000). Σημειώσεις Εργαστηρίου Λαχανοκομίας ΙΙ. Εκδόσεις ΤΕΙ Καλαμάτας. σελ.21-32.
22. Weitang S., Ligang Z., Chengzong Y., Xiaodong C., Ligun Z. and Xili L. (2004). Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. Crop Protection 23: 243-247.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



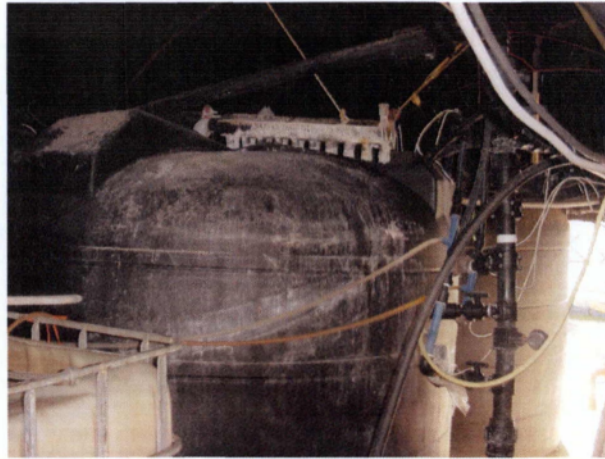
Εικόνα 1. Εξωτερική όψη των θερμοκηπίων όπου παρατηρούνται τα πλαϊνά παράθυρα στα οποία έχουν τοποθετηθεί σήτες.



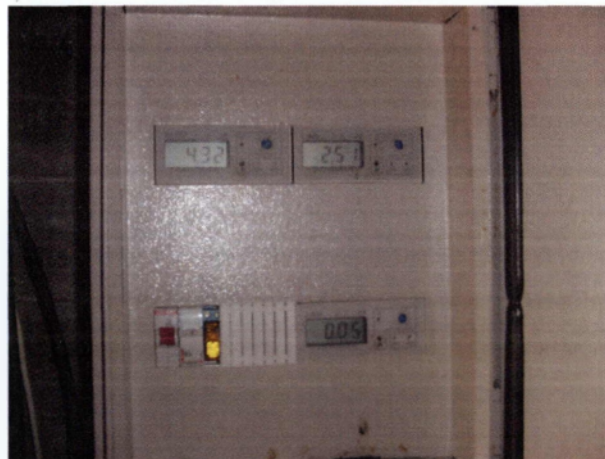
Εικόνα 2. Επιδαπέδιο αερόθερμο σε ένα από τα θερμοκήπια.



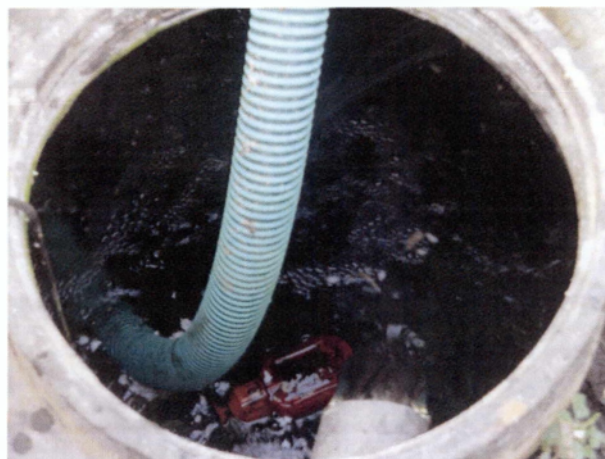
Εικόνα 3. Επιδαπέδιο αερόθερμο στο οποίο φαίνονται προσαρμοσμένοι οι σωλήνες πολυαιθυλενίου μέσω των οποίων μεταφέρεται ο ζεστός αέρας στο χώρο του θερμοκηπίου.



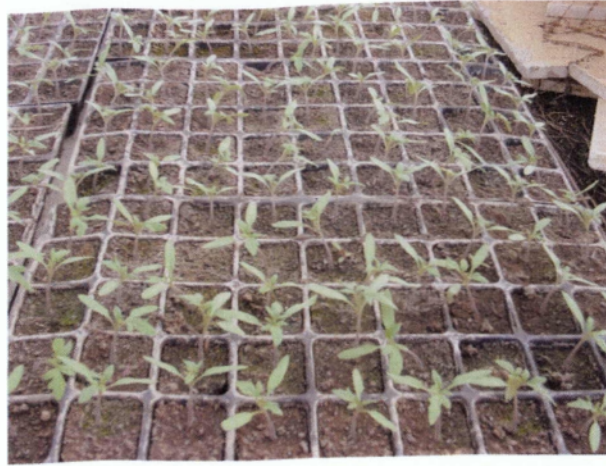
Εικόνα 4. Δεξαμενή 8tn στην οποία αραιώνονται τα πυκνά διαλύματα και παρασκευάζεται το θρεπτικό διάλυμα παροχής στα φυτά.



Εικόνα 5. Ο προγραμματιστής (LOGO) μέσω του οποίου ελέγχεται το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος παροχής στα φυτά.



Εικόνα 6. Υπόγεια δεξαμενή συγκέντρωσης του θρεπτικού διαλύματος απορροής (φαίνεται η αντλία αναρρόφησης του διαλύματος και το φλοτέρ).



Εικόνα 7. Νεαρά φυτάρια τομάτας σε δίσκους με ατομικές θέσεις ανάπτυξης για κάθε φυτό.



Εικόνα 8. Κανάλι υποδοχής του υποστρώματος, όπου φαίνεται η απόσταση (35cm) μεταξύ των φυτών.



Εικόνα 9. Κανάλι υποδοχής υποστρώματος (ελαφρόπετρα) καθώς και ο σωλήνας Φ20 άρδευσης των φυτών.



Εικόνα 10. Σε κάθε βασική μονάδα του θερμοκηπίου βρίσκονται 3 γραμμές φύτευσης των φυτών.



Εικόνα 11. Μέθοδος υποστύλωσης των φυτών όπου διακρίνεται ότι τα φυτά υποστυλώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να βρίσκονται εναλλάξ, δεξιά και αριστερά, της γραμμής φύτευσης.



Εικόνα 12. Η υποστύλωση των φυτών γίνεται με σπάγκο ο οποίος είναι τυλιγμένος σε ειδική κατασκευή που κρέμεται από τα σύρματα.



Εικόνα 13. Κυψέλη με έντομα *Bombus terrestris*.



Εικόνα 14. Καρτέλα στην οποία φέρεται το ωφέλιμο έντομο *Encarsia formosa*.



Εικόνα 15. Προσβολή του καρπού από την πράσινη κάμπια.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 16. Ανάπτυξη των φυτών των υβριδίων Elpida (α), Tamara (β) και Formula (γ).



(α)



(β)

Εικόνα 17. Καρότσι και κλούβα που χρησιμοποιούνται για τη συγκομιδή των καρπών (α) και καρποί κατά τη συγκομιδή (β).