

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΡΟΤΥΠΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ
ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία
Της σπουδάστριας **Καπουράνη Αριστέας**

Καλαμάτα, Δεκέμβριος 2002

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΡΟΤΥΠΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ
ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία
Της σπουδάστριας **Καπουράνη Αριστέας**

Επιβλέπων Καθηγητής Ιωάννης Καραμπέτσος

Καλαμάτα, Δεκέμβριος 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	
1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας	3
1.2 Τύποι υδροπονικών συστημάτων	5
1.2.1 Συστήματα χωρίς υποστρώματα	5
1.2.2 Συστήματα με υπόστρωμα	6
1.3 Περλίτης	9
1.3.1 Συσκευασία περλίτη	10
1.3.2 Ο υδροπονικός περλίτης σε σύγκριση με τα άλλα είδη αγροτικού περλίτη	11
1.3.3 Υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη	12
Α. Ανοικτά συστήματα	12
Β. Κλειστά συστήματα	13
1.4 Τρόποι διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος και του νερού	14
1.4.1 Το θρεπτικό διάλυμα	14
1.4.2 Ποιότητα νερού άρδευσης	18
1.4.3 Τρόποι διαχείρισης του νερού	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
ΤΟΜΑΤΑ	
2.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά	23
2.1.1 Ρίζα	24
2.1.2 Βλαστός	24
2.1.3 Φύλλα	25
2.1.4 Άνθη	25
2.1.5 Καρπός	27
2.1.6 Σπόροι	27
2.2 Ποικιλίες	27
2.3 Κλιματολογικές απαιτήσεις	30
2.3.1 Κλίμα	30
2.3.2 Έδαφος	31
2.4 Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε περλίτη	32
2.4.1 Προετοιμασία φυτών	32
2.4.2 Προετοιμασία εδάφους και υποστρώματος	33
2.4.3 Υπολογισμός της πυκνότητας φύτευσης	34
2.4.4 Περιγραφή θερμοκηπίου	35

2.4.5	Εσωτερικές κατασκευές	38
2.4.6	Θρεπτικά διαλύματα	40
	Τροφοδοσία	40
	Αρδευση	41
	Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος	43
	Μεταβολή των απαιτήσεων στις διάφορες φάσεις του φυτού	47
	Θρεπτικό διάλυμα στη ρίζα	47
	Διορθώσεις του διαλύματος	47
2.5	Καλλιεργητικές φροντίδες	51
2.5.1	Κλάδεμα	52
2.5.2	Περιβάλλον	55
2.6	Φυτοπροστασία	56
2.6.1	Εντομολογικοί εχθροί της τομάτας	56
	Θρίπας	56
	Αλευρώδης	57
	Λιριόμιζα	58
	Αφίδες	58
	Κάμπιες	59
	Βρωμούσες	59
2.6.2	Ακάρεα που προσβάλλουν την τομάτα	59
	Ο πράσινος τετράνυχος	60
	Το άκαρι της τομάτας	61
2.6.3	Μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας	61
	Αδρομυκώσεις	61
	Αλτερναρίωση	63
	Βοτρύτης ή τέφρα σήψη	64
	Περονόσπορος	65
	Ωίδιο	66
	Κλαδοσπορίωση	66
2.6.4	Βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας	67
	Βακτηριακό έλκος	67
	Βακτηριακή στιγμάτωση	68
	Βακτηριακή μάρανση	69
	Νέκρωση της εντεριώνης	69
2.6.5	Ιολογικές ασθένειες της τομάτας	70
	Ιός του μωσαϊκού του καπνού	70
	Κοινό μωσαϊκό της τομάτας	70
	Μαύρισμα των καρπών της τομάτας	70
	Εσωτερικός καστανός μεταχρωματισμός της τομάτας	71
	Καταπολέμηση του TMV	71
	Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας	71
	Ιός του θαμνώδους νανισμού της τομάτας	71
	Ιός του ίκτερου των νεύρων της τομάτας	72
	Ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας	72
2.6.6	Μη μεταδοτικές ασθένειες τις τομάτας	72
	Ξηρή κορυφή καρπών	72
	Τροφοπενίες	73
	Τοξικότητες	75

2.7 Συγκομιδή , αποδόσεις, αποθήκευση	75
Εποχή	75
Στάδιο	76
Αποδόσεις	76
Αποθήκευση	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	78
3.1 Ανακύκλωση	79
3.2 Σύστημα ελέγχου κλίματος	80
3.3 Ανεμιστήρες	81
3.4 Σύστημα θέρμανσης	83
3.5 Έλεγχος θρέψης	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	87
4.1 Κόστος εγκατάστασης της καλλιέργειας τομάτας σε περλίτη	87
4.2 Συμπεράσματα και προτάσεις για την καλλιέργεια της τομάτας σε περλίτη	89

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο, η πιο εξελιγμένη τεχνολογικά μέθοδος παραγωγής νωπών προϊόντων, αποκτά στις μέρες μας ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς ο σύγχρονος καταναλωτής στρέφεται όλο και περισσότερο στα φυσικά, μη μεταποιημένα τρόφιμα. Ο όρος "υδροπονία" χρησιμοποιείται διεθνώς για να προσδιορίσει την καλλιέργεια φυτών σε θρεπτικά διαλύματα. Οι όροι "ανέδαφος καλλιέργεια", "υδροκαλλιέργεια", "χημική καλλιέργεια" κ.α., είναι δυνατόν να συναντηθούν στην παγκόσμια βιβλιογραφία, υποδηλώνοντας την ίδια τεχνική που προσδιορίζει ο όρος "υδροπονία". Η αρχή στην οποία στηρίζεται η υδροπονία είναι η επαρκής τροφοδοσία του ριζικού συστήματος του φυτού με οξυγόνο και νερό στο οποίο είναι διαλυμένα όλα τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται το φυτό για να αναπτυχθεί. Η δυνατότητα δημιουργίας των κατάλληλων συνθηκών ανάπτυξης της καλλιέργειας, ελέγχου και ρύθμισης αυτών των συνθηκών σε συνδυασμό με τη γνώση των αναγκών της καλλιέργειας έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή προϊόντων σταθερά άριστης ποιότητας με ανταγωνιστικό κόστος.

Για τους λόγους αυτούς, τα τελευταία χρόνια οι υδροπονικές καλλιέργειες αναπτύσσονται θεαματικά σε όλο τον κόσμο. Το αρχικό ερέθισμα στην εφαρμογή της τεχνικής της υδροπονίας υπήρξε η έρευνα της δράσης των ανόργανων στοιχείων στη θρέψη των φυτών στις αρχές του αιώνα. Το επόμενο ερέθισμα ήταν η αξιοποίηση στις Η.Π.Α περιοχών με αμμώδη εδάφη.

Μόλις το 1966 αναπτύχθηκε στην Μεγ. Βρετανία από τον A.Cooper η τεχνική της καλλιέργειας σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (Nutrient Film technique N.F.T) η οποία εξαπλώθηκε γρήγορα και σε άλλες χώρες. Δέκα χρόνια αργότερα πάλι από την Μεγ. Βρετανία ξεκινάει η καλλιέργεια σε αδρανές υλικό, τον πετροβάμβακα, που πλέον είναι μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές. Σήμερα στη Β. Ευρώπη πάνω από το 60% των νωπών προϊόντων παράγεται με υδροπονική μέθοδο. Η έρευνα και οι εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας σε ότι αφορά τον έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος του θερμοκηπίου και της θρεπτικής κατάστασης των φυτών, βοήθησαν στην εξέλιξη των συστημάτων αυτών, τα οποία φαίνεται ότι στο μέλλον θα χρησιμοποιούνται σε πολύ μεγαλύτερη έκταση. Ομάδες ειδικών επιστημόνων, σε ινστιτούτα και ερευνητικά κέντρα, σε όλο τον κόσμο εργάζονται συστηματικά για την

ανάπτυξη και βελτίωση των μεθόδων υδροπονικής καλλιέργειας, ώστε να αντιμετωπισθούν επιμέρους προβλήματα τεχνικής φύσεως ή να μειωθεί το κόστος λειτουργίας, να απλουστευθεί η διαδικασία παραγωγής, να προστατευτεί το περιβάλλον κ.ο.κ. Η υδροπονική καλλιέργεια, απαιτεί τεχνική υποστήριξη εκμεταλλεύσεων αλλά και καταρτισμένους παραγωγούς στις μεθόδους αλλά και στον τεχνολογικά εξελιγμένο εξοπλισμό.

Στην Ελλάδα, εκτιμάται ότι σήμερα καλλιεργούνται περί τα 1000 στρέμματα, το μεγαλύτερο μέρος από τα οποία (75%) αφορά καλλιέργειες κηπευτικών και λιγότερο ανθοκομικές καλλιέργειες, κυρίως σε υποστρώματα πετροβάμβακα και περλίτη, ενώ υπάρχουν και υδροπονικές καλλιέργειες σε άλλα υποστρώματα. Οι εκτάσεις είναι προς το παρόν πολύ περιορισμένες σε σύγκριση με άλλες μεσογειακές χώρες.

Η περιορισμένη ανάπτυξη των υδροπονικών καλλιεργειών στην Ελλάδα οφείλεται, μεταξύ άλλων και στην έλλειψη εξειδικευμένων επιστημόνων και τεχνικών συμβούλων που θα μπορέσουν να ενημερώσουν τον παραγωγό και να παρέχουν την απαιτούμενη τεχνική στήριξη στην εκμετάλλευση. Επίσης στην πλειοψηφία τους οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις υστερούν από κατασκευαστική άποψη, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατός ο σωστός έλεγχος και η ρύθμιση των συνθηκών περιβάλλοντος, ενώ ελλείψεις υπάρχουν και σε εξειδικευμένα κέντρα και εργαστήρια αναλύσεων και ελέγχου για τις εν λόγω καλλιέργειες. Παρόλα αυτά γίνεται και στην Ελλάδα σημαντική έρευνα για τις υδροπονικές καλλιέργειες σε πανεπιστήμια και ινστιτούτα, τα αποτελέσματα της οποίας βρίσκουν εφαρμογή στην πράξη.

Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας η οποία είναι μια σύγχρονη μέθοδος, παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια. Η τομάτα αποτελεί σημαντικό μέρος της διατροφής του ανθρώπου γι' αυτό και η καλλιέργειά της εξαπλώνεται ταχύτατα. Η προοδευτική αυτή επέκταση της τοματοκαλλιέργειας συνδυάστηκε κατά την τελευταία προπαντός περίοδο με μια καλύτερη κατανομή της παραγωγής στις διάφορες εποχές του έτους κυρίως με την αύξηση των υπό κάλυψη καλλιεργειών (θερμοκήπια).

Οι ανάγκες της αγοράς του αυτού προϊόντος, ώθησε την τεχνολογία στην εύρεση νέων τρόπων καλλιέργειας στον πετροβάμβακα, την ελαφρόπετρα, την άμμο, άλλου είδους υποστρώματα όπως η αεροπονία και τέλος την καλλιέργεια στον περλίτη, την οποία και θα αναπτύξουμε παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας

Η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια προηγμένη και εξελιγμένη τεχνική καλλιέργειας με την οποία τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς τη χρησιμοποίηση εδάφους ή εδαφικών μιγμάτων. Η σωστή θρέψη των φυτών εξασφαλίζεται με κάποιο θρεπτικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα αποτελείται από νερό μέσα στο οποίο βρίσκονται διαλυμένα σε ισορροπία μεταξύ τους, όλα τα απαραίτητα οργανικά και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Η υδροπονία επιτρέπει τον απόλυτο έλεγχο της θρέψης των φυτών και όταν εφαρμόζεται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες με τον παράλληλο έλεγχο των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, καθιστά δυνατή την εντατικοποίηση και τον προγραμματισμό της καλλιέργειας.

Γενικά για την σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι αναγκαίο στην ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα άφθονο νερό που να περιέχει τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στη σωστή τους αναλογία. Στη συμβατική καλλιέργεια είναι δύσκολο να επιτευχθεί ο συνδυασμός αυτός. Όσο περισσότερο νερό υπάρχει τόσο λιγότερο οξυγόνο μένει και αντίθετα, με αποτέλεσμα τότε το ένα και τότε το άλλο να βρίσκεται σε έλλειψη. Στο έδαφος επίσης σημαντικό είναι και το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων για την ρίζα του φυτού. Μπορεί να προστίθενται θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αλλά αυτά δεν είναι άμεσα διαθέσιμα στην ρίζα, γιατί δεσμεύονται από τα συστατικά του εδάφους και μετακινούνται δύσκολα στην περιοχή της ρίζας. Με την υδροπονική καλλιέργεια τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση (σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται στερεό υπόστρωμα) υλικών χημικά αδρανών με πολύ υψηλό πορώδες.

Σήμερα η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα διότι με τη βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας που επιτυγχάνει αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των

παραγόμενων προϊόντων. Εκτός αυτών όμως παρέχει τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές όπου η ποιότητα του εδάφους τους είναι πολύ κακή (πολύ αλατούχα, πολύ συνεκτικά κ.λ.π) και σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος (πετρώδες), που ωστόσο η θέση και το κλίμα των περιοχών αυτών είναι ευνοϊκές για την κατασκευή θερμοκηπίων. Επίσης αυτός ο τρόπος καλλιέργειας επιτρέπει την εγκατάσταση της ίδιας καλλιέργειας για πολλά χρόνια στον ίδιο χώρο.

Η τεχνική της υδροπονίας είναι απαλλαγμένη από τις ασθένειες του εδάφους και του κόστους της απολύμανσης αυτού, πράγμα αρκετά σημαντικό. Με την μέθοδο αυτή επίσης διευκολύνεται η αυτοματοποίηση της άρδευσης και της λίπανσης, όπως και η εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων γιατί περιορίζονται οι απώλειες από επιφανειακές διαρροές και βαθιά διείσδυση του νερού στο έδαφος. Στην περίπτωση του νερού εξοικονόμηση πραγματοποιείται ακόμα, αφού επιτρέπει στον παραγωγό να εκμεταλλεύεται το βρόχινο νερό που συλλέγει ή να κάνει καλή διαχείριση των γεωτρήσεων, αντλώντας μικρότερες ποσότητες νερού.

Επιπλέον πλεονέκτημα της υδροπονίας αποτελεί η απλοποίηση του προγράμματος των εργασιών της παραγωγικής επιχείρησης, γιατί δεν απαιτείται η δημιουργία ειδικών εδαφικών μιγμάτων για την ανάπτυξη των νεαρών φυτών. Ο περιορισμός της σκληρής χειρωνακτικής εργασίας, που είναι αναγκαία στις καλλιέργειες εδάφους, (φύτεμα, ζιζανιοκτονία, κτλ.). Και τέλος η τεχνική είναι οικονομικά βιώσιμη ακόμα και σε περιοχές με υψηλό κόστος γης δεδομένου ότι είναι εφικτές μεγάλες αποδόσεις.

Αντίθετα, βασικά μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι το μεγάλο κόστος αρχικής εγκατάστασης του συστήματος, η ευαισθησία του συστήματος καλλιέργειας η οποία δεν έχει μεγάλες ανοχές σφαλμάτων και η απαίτηση περισσότερων γνώσεων από τον καλλιεργητή. Αυτό γιατί απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στους υπολογισμούς των αναγκών της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία. Το παραμικρό λάθος μπορεί να προκαλέσει το ίδιο εύκολα τοξικότητα ή τροφοπενία στα φυτά.

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

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

1.2 Τύποι υδροπονικών συστημάτων

Τα ποικίλα υδροπονικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα συστήματα στα οποία δεν υπάρχει κάποιο υπόστρωμα και η καλλιέργεια των φυτών λαμβάνει χώρα απευθείας επάνω στο θρεπτικό διάλυμα. Ενώ η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει υδροπονικά συστήματα στα οποία χρησιμοποιείται υπόστρωμα οργανικής ή ανόργανης φύσης (Πιν.1).

Πιν.1 Πίνακας υδροπονικών συστημάτων

ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ		
ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ		ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ
ΣΤΕΡΕΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ Ο ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ
Ανόργανα	Αεροπονία	N.F.T
Οργανικά		Επιπλέουσα υδροπονία
Μίγματα		

ΠΗΓΗ: Γεωργική τεχνολογία



Συστήματα ανοιχτά ή κλειστά

Συστήματα μόνο κλειστά

1.2.1 Συστήματα χωρίς υποστρώματα

Στα συστήματα αυτής της κατηγορίας (συστήματα χωρίς υπόστρωμα) οι ρίζες αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Ένα παράδειγμα συστήματος χωρίς υπόστρωμα με συνεχή ροή διαλύματος είναι το γνωστό N.F.T (Nutrient Film Technique – καλλιέργεια σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος), στο οποίο οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους, μέσα στα οποία ρέει μια λεπτή στρώση θρεπτικού διαλύματος. Τα κανάλια του N.F.T είναι συνήθως επενδυμένα με ειδικό πλαστικό το οποίο είναι λευκό από την εξωτερική πλευρά και μαύρο από την εσωτερική. Το N.F.T είναι ένα από τα πιο

διαδεδομένα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας στον κόσμο, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους εγκατάστασης που απαιτείται.

Στην περίπτωση που δεν έχουμε ροή του θρεπτικού διαλύματος, το υδροπονικό σύστημα διαθέτει μεγάλη αποθήκη διαλύματος, μέσα στην οποία αναπτύσσονται τα φυτά. Για τον εμπλουτισμό του διαλύματος με το απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών οξυγόνο, το σύστημα είναι εφοδιασμένο με ειδική αντλία η οποία διοχετεύει αέρα στο χώρο της δεξαμενής.

Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε μια τεχνική που αναπτύσσεται τελευταία στην Ιαπωνία και αλλού και ονομάζεται επιπλέουσα υδροπονία (Floated Hydroponics). Στην επιπλέουσα υδροπονία, διάφορα χαμηλά λαχανικά όπως για παράδειγμα το μαρούλι, τοποθετείται σε ειδικά διαμορφωμένες πλάκες φενιζόλ οι οποίες διαθέτουν οπές στις θέσεις των φυτών. Οι πλάκες αυτές επιπλέουν στην δεξαμενή που περιέχει το αεριζόμενο θρεπτικό διάλυμα. Κατ' αυτόν τον τρόπο τα φυτά καλύπτουν τις ανάγκες τους σε θρεπτικά στοιχεία.

1.2.2 Συστήματα με υποστρώματα

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία υδροπονικών συστημάτων περιλαμβάνει συστήματα στα οποία τα φυτά αναπτύσσονται σε υποστρώματα. Τα υποστρώματα αυτά μπορεί να είναι είτε στερεά είτε ο αέρας (αεροπονία).

Τα στερεά υποστρώματα αποτελούνται από τεχνητά υλικά τα οποία έχουν τέτοιες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ώστε να διατηρούν ιδανικές αναλογίες νερού και αέρα στην περιοχή της ρίζας, για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει το υπόστρωμα ώστε να είναι κατάλληλο για την υδροπονία είναι τα ακόλουθα: να είναι αδρανές (να μην αντιδρά με το θρεπτικό διάλυμα), να έχει ουδέτερο pH και υψηλό πορώδες, να έχει χαμηλή πυκνότητα (μικρού βάρους) και κυρίως να είναι υδρόφιλο. Τέλος θα πρέπει να έχει διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από 3 χρόνια, να έχει χαμηλό κόστος και να είναι απαλλαγμένο από φυτονόσους.

Τα διάφορα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία διακρίνονται σε ανόργανα, οργανικά και διάφορα άλλα μίγματα.

Τα ανόργανα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι ο πετροβάμβακας, η ελαφρόπετρα, η άμμος, ο περλίτης κ.α.

Ο πετροβαμβάκας είναι σήμερα το πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες για την παραγωγή τομάτας (Εικ.1), αγγουριού και άλλων φυτών, παρά το γεγονός ότι γίνονται προσπάθειες για εύρεση υποστρώματος το οποίο θα τον αντικαταστήσει. Οι προσπάθειες αυτές αποσκοπούν στην λύση του οικολογικού προβλήματος που δημιουργεί η διάθεση των χρησιμοποιημένων πλακών του πετροβάμβακα στο περιβάλλον. Ο πετροβάμβακας είναι διογκωμένο ανόργανο υλικό. Η πρώτη ύλη από την οποία αποτελείται είναι ο βασάλτης, ο ασβεστόλιθος και ο γαιάνθρακας σε αναλογία 4:1:1. Τα υλικά αυτά θερμαίνονται λιώνουν σε θερμοκρασία 1500-1600 °C και εξωθούνται έτσι ώστε να διαμορφωθούν ίνες. Ακολουθεί ψύξη των ινών, ενώ ταυτόχρονα προστίθεται μια φαινολική ρητίνη (βακελίτης) η οποία λειτουργεί σαν σύνδεσμος μεταξύ ινών. Έχει βάρος 75 κιλά ανά m^3 . Οι πόροι καταλαμβάνουν 96% του όγκου του. Στην αρχή της καλλιέργειας αντιδρά αλκαλικά ενώ μπορεί να τροφοδοτήσει τα φυτά με μικρές ποσότητες Ca, MgO, FeO και MnO.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αδρανών υλικών στήριξης όπως είναι και ο πετροβάμβακας είναι ότι η καλλιέργεια μπορεί να γίνει και με την μέθοδο της μη ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος. Έτσι περιορίζονται κατά πολύ οι τεχνικές εγκαταστάσεις που απαιτούνται για την ανακύκλωση, περιορίζοντας και το συνολικό κόστος της εφαρμογής.



Εικ.1 Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα

Η ελαφρόπετρα είναι μια εγχώρια πρώτη ύλη, χαμηλού κόστους, η οποία έχει δώσει πολύ καλά αποτελέσματα κατά την χρησιμοποίησή της σε υδροπονικές καλλιέργειες. Ωστόσο κατά την εφαρμογή της θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αξιοπιστία των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για την άρδευση γιατί λόγω

του ελάχιστου μικροπορώδους της δεν συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού και έτσι απαιτεί πολύ συχνά έως και συνεχή ποτίσματα. Ο όγκος του ανά φυτό υποστρώματος είναι μεγαλύτερος από τον πετροβάμβακα ή τον περλίτη. Επίσης χρειάζεται ειδική τεχνική κατά τη φύτευση.

Ο περλίτης είναι βιολογικώς και χημικώς αδρανές συστατικό με μηδενική ιοντοεναλλακτική ικανότητα. Αποτελείται από κόκκους διαμέτρου 0,50-2,2 mm είναι πολύ ελαφρύς (60-80 Kg/m³) και έχει υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Το ολικό πορώδες του περλίτη είναι 95%. Έχει ουδέτερο pH(7,0) που παραμένει σταθερό σε όλη την διάρκεια της ζωής του. Είναι απαλλαγμένος ασθενειών και σπόρων ζιζανίων ενώ λειτουργεί και σαν σταθεροποιητής θερμοκρασίας. Τέλος δεν σαπίζει, δεν λιώνει και έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής.

Από τα οργανικά υποστρώματα μπορούμε να αναφέρουμε την τύρφη, τη διογκωμένη άργιλο, το cocosoil κ.ά. τα οποία θεωρούνται ότι δίνουν καλύτερο περιβάλλον στην ρίζα (π.χ. ανάπτυξη ωφέλιμων μικροβίων), είναι λιγότερο επιζήμια για το περιβάλλον καθ' ότι αποδομούνται και ενσωματώνονται με το έδαφος. Αντιδρούν όμως με τα χημικά στοιχεία του διαλύματος, γι' αυτό η μέθοδος χρειάζεται παρακολούθηση και ρύθμιση.

Η τύρφη σχηματίζεται κατά την μερική αποδόμηση των φυτών κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Έχει χαμηλό pH και χαμηλά επίπεδα σε θρεπτικά στοιχεία. Οι τυρφώδεις εκτάσεις σχηματίζονται με κλιματικές συνθήκες υψηλής βροχόπτωσης, χαμηλής εξάτμισης, χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας και χαμηλών θερμοκρασιών. Το υψηλό κόστος της τύρφης είναι περιοριστικός παράγοντας για την χρήση της, ακόμα και ως συστατικό μιγμάτων ιδιαίτερα σε χώρες που δεν διαθέτουν πηγές τύρφης, όπως η Ελλάδα.

Στην αεροπονία (Εικ.2) τα φυτά καλλιεργούνται σε πλάκες φενιζόλ και οι ρίζες τους αναπτύσσονται σε διάκενο που υπάρχει κάτω από αυτές τις πλάκες. Στο διάκενο ψεκάζεται περιοδικά το νέφος του θρεπτικού διαλύματος, σε κατάσταση σκότους για την αποφυγή ανάπτυξης αλγών. Τέλος, η αεροπονία είναι μια τεχνική όπου βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.



Εικ.2 Καλλιέργεια τομάτας με αεροπονία

1.3 Περλίτης

Με την πάροδο του χρόνου η υδροπονική καλλιέργεια αποκτά όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον ως αποτέλεσμα των σύγχρονων απαιτήσεων για εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Όσο πλησιάζει μάλιστα η εποχή της κατάργησης του βρωμιούχου μεθυλίου τόσο και η ανάγκη για την εφαρμογή νέων μεθόδων καλλιέργειας γίνεται πιο επιτακτική. Η υδροπονία γίνεται ολοένα και πιο σημαντική, ως τεχνική καλλιέργειας λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για ποιοτικό παραγόμενο προϊόν απαλλαγμένο από υπολείμματα φαρμάκων.

Η επιλογή υποστρώματος υδροπονίας είναι πολύ βασική και έμφαση δίνεται στα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει ο υδροπονικός περλίτης. Η πρώτη ύλη για την παρασκευή του υδροπονικού περλίτη είναι ο ορυκτός ακατέργαστος περλίτης που εξορύσσεται στην Μήλο (Εικ.3). Ο ορυκτός ακατέργαστος περλίτης είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα το οποίο σχηματίστηκε από έκχυση επιφανειακής ή θαλάσσιας όξινης λάβας η οποία ψύχθηκε απότομα και περιέχει εγκλωβισμένο 3-4% κρυσταλλικό νερό.



Εικ.3 Η εξόρυξη του ορυκτού περλίτη στη Μήλο

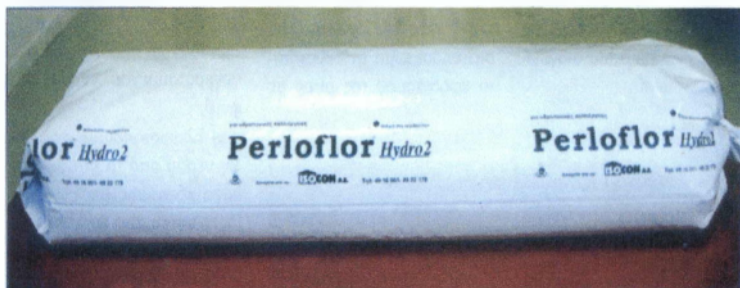
Η επεξεργασία του εξορυχθέντος περλίτη συνίσταται στο σπάσιμό του σε κόκκους, στην λειοτρίβηση και ξήρασή του, καθώς και στον διαχωρισμό των κόκκων αυτού κατά μεγέθη. Στην συνέχεια, με θέρμανση της πρώτης ύλης στους 1000 °C θερμοκρασία, διογκώνεται και υπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό την τελειοποίηση των ιδιοτήτων του ώστε να ακολουθήσει η συσκευασία του.

1.3.1 Συσκευασία περλίτη

Ο υδροπονικός περλίτης διατίθεται σε ειδικούς σάκους ανάπτυξης, έτοιμους προς απευθείας φύτευση, μήκους ενός μέτρου και όγκου 33 και 45 λίτρων ανάλογα (Εικ.4-5). Με τους δύο αυτούς τύπους σάκου είναι δυνατή η εγκατάσταση οποιασδήποτε καλλιέργειας σε οποιαδήποτε πυκνότητα φύτευσης.



Εικ.4 Σάκος 33 λίτρων υδροπονικού περλίτη



Εικ.5 Σάκος 45 λίτρων υδροπονικού περλίτη

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

Ο υδροπονικός περλίτης διατίθεται επίσης και στην απλή συσκευασία των 100 λίτρων, ώστε να διευκολύνει στην εγκατάσταση και άλλων συστημάτων καλλιέργειας (σε γλάστρες, σε κανάλια, κ.λ.π.) όπου απαιτείται η εφαρμογή του περλίτη χύδην.

1.3.2 Ο υδροπονικός περλίτης σε σύγκριση με τα άλλα είδη αγροτικού περλίτη

Ο υδροπονικός περλίτης (Εικ.6-7) είναι εξειδικευμένο υλικό πολύ υψηλής ποιότητας που χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο ως υπόστρωμα υδροπονίας. Παρουσιάζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον κοινό αγροτικό περλίτη. Ο χονδρόκοκκος αγροτικός περλίτης χρησιμοποιείται για την βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και των οργανικών υλικών όπως η τύρφη, δημιουργώντας συνθήκες στράγγισης και αερισμού, χάρη στο μέγεθος των κόκκων και το υψηλό του πορώδες. Ο υδροπονικός περλίτης αντίθετα είναι σχεδιασμένος για χρήση σε αμιγή μορφή με σκοπό να προσφέρει το ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη της ρίζας, τόσο ως προς την συγκράτηση της ιδανικής ποσότητας νερού όσο και ως προς το ιδανικό ποσοστό αέρα.



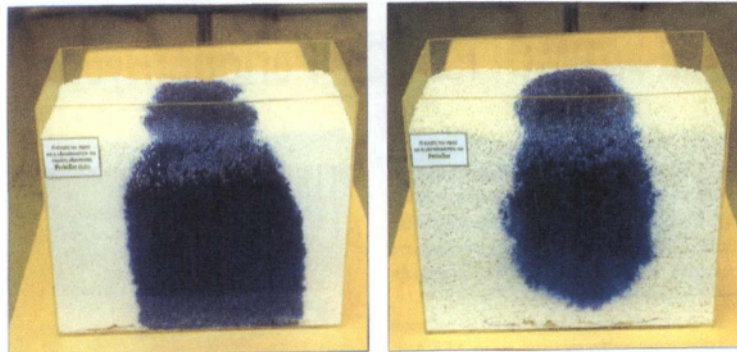
Εικ.6 Αγροτικός περλίτης



Εικ.7 Υδροπονικός περλίτης

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

Ένα άλλο πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του υδροπονικού περλίτη είναι το πολύ καλό τριχοειδές του που επιτρέπει την οριζόντια ταυτόχρονα με την κατακόρυφη κίνηση του νερού σε ολόκληρη την μάζα του (Εικ.8). Στον κοινό αγροτικό περλίτη αντίθετα δεν παρουσιάζεται οριζόντια κίνηση νερού παρά μόνο κατακόρυφη που οφείλεται στο μέγεθος των κόκκων του και στο μέγεθος των πόρων μεταξύ αυτών.



Εικ.8 Η κίνηση του νερού σε υδροπονικό και αγροτικό περλίτη αντίστοιχα

Η ιδιότητα αυτή του υδροπονικού περλίτη έχει ως συνέπεια την ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλο το μήκος του σάκου που συνεπάγεται την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση από το ριζικό σύστημα ολόκληρης της ποσότητας του περλίτη.

1.3.3 Υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη

Η διαμόρφωση της καλλιέργειας σε περλίτη μπορεί να γίνει είτε σε κανάλια όπου τοποθετούμε φυτά ανά 35-40 εκατοστά, είτε σε γλάστρες, είτε σε σάκους ανάλογα με την καλλιέργεια (Εικ.9-10). Στις μεθόδους αυτές η καλλιέργεια μπορεί να γίνει με ανακύκλωση του διαλύματος ή χωρίς ανακύκλωση ή αλλιώς με κλειστά ή ανοιχτά συστήματα αντίστοιχα.



Εικ.9 Καλλιέργεια τομάτας σε σάκους



Εικ.10 Κατακόρυφη καλλιέργεια φράουλας

A. Ανοιχτά συστήματα

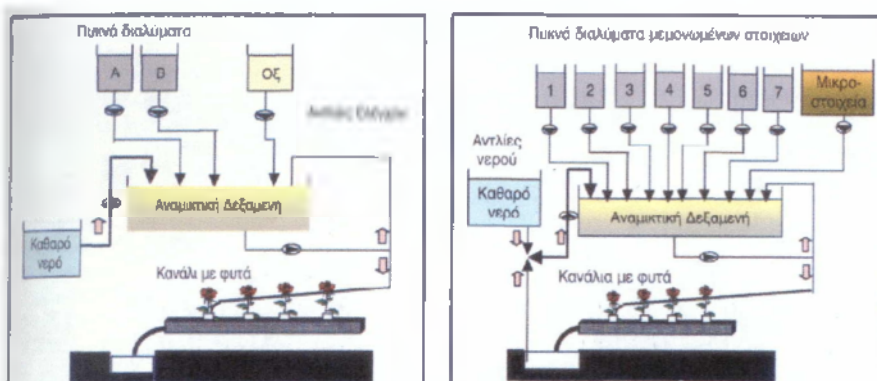
Τα ανοιχτά συστήματα είναι πιο απλά, χρονολογικά τα πρώτα που αναπτύχθηκαν, έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Στα συστήματα αυτά, τα υγρά της αποστράγγισης δεν ανακυκλώνονται αλλά απορρίπτονται. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή, ρύπανση του εδάφους και του υπογείου υδροφόρου

ορίζοντα. Αυτοί οι λόγοι οδήγησαν στην ανάπτυξη των κλειστών συστημάτων που θα διαδεχθούν τα ανοιχτά.

Β. Κλειστά συστήματα

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

Κατά την εφαρμογή του κλειστού συστήματος συνιστάται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων η χρησιμοποίηση μεμονωμένων δεξαμενών για κάθε θρεπτικό στοιχείο. Αυτό κρίνεται απαραίτητο γιατί σε κάθε κύκλο του θρεπτικού διαλύματος λόγω της διαφορετικής απορρόφησης κάθε στοιχείου από τα φυτά το ανακυκλωμένο διάλυμα χάνει την σωστή του σύσταση, ακόμα και αν εμπλουτίζεται με φρέσκο διάλυμα (που προέρχεται από σύστημα δεξαμενών Α, Β, Ο). Με το σύστημα όμως των μεμονωμένων δεξαμενών η ρύθμιση του ανακυκλούμενου διαλύματος είναι ακριβής γιατί βασίζεται στην απορρόφηση κάθε στοιχείου χωριστά. Στην πράξη αυτή η τεχνική δεν εφαρμόζεται ακόμα αλλά θα επικρατήσει στο εγγύς μέλλον (Εικ.11).



Εικ.11 α) Σχεδιάγραμμα ανοικτού (χωρίς ανακύκλωση) υδροπονικού συστήματος Α/Β δεξαμενών, με χρήση αναμικτικής μεταβολής.

β) Σχεδιάγραμμα κλειστού (με ανακύκλωση) υδροπονικού συστήματος δεξαμενών μεμονωμένων θρεπτικών στοιχείων, με χρήση αναμικτικής δεξαμενής

Τα κλειστά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα σε επιμολύνσεις του ριζικού συστήματος και ένα σημαντικό μειονέκτημα τους είναι η πιθανή εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης του διαλύματος που επανακυκλοφορεί είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες διάδοσης αυτού του τύπου υδροπονικών συστημάτων. Όταν όμως ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα αποφυγής επιμολύνσεων και διατήρησης καλών

συνθηκών στο σύστημα ανακύκλωσης είναι δυνατόν να αποφευχθεί η ανάγκη για απολύμανση του διαλύματος.

Η χρήση κλειστών υδροπονικών συστημάτων σε θερμοκήπια με σωστή διαχείριση της παροχής των θρεπτικών στοιχείων μπορεί να μειώσει σημαντικά τόσο την μόλυνση όσο και τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων γιατί το πρόβλημα με το νερό αποτελεί ίσως το σπουδαιότερο της σύγχρονης γεωργίας και είναι συνεχώς αυξανόμενο. Πιο συγκεκριμένα το πρόβλημα του νερού έγκειται στην αυξημένη αλατότητα. Ο καλλιεργητής έχει να αντιμετωπίσει τόσο την εξ αρχής υψηλή αλατότητα του νερού λόγω του ότι η υδροπονία δίνει την δυνατότητα χρησιμοποίησης τέτοιου νερού, αλλά και την αλατότητα που παρουσιάζεται εκ των υστέρων στο ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα κατά την λειτουργία του κλειστού συστήματος. Οι δυο αυτοί παράγοντες προκαλούν μια σταδιακή αύξηση της οσμωτικής πίεσης και της περιεκτικότητας του υδατικού διαλύματος σε τοξικά ιόντα, όπως θειικά και χλωριούχο νάτριο πράγμα που έχει επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών και την συνολική παραγωγή, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά.

1.4 Τρόποι διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος και του νερού

1.4.1 Το θρεπτικό διάλυμα

Ο προσδιορισμός των ανόργανων στοιχείων που χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχθούν περιλαμβάνει τις εξής εργασίες :

- Προσδιορισμός των στοιχείων που περιέχουν οι ιστοί φυτών που αναπτύσσονται κανονικά (π.χ φυλλοδιαγνωστική)
- Προσδιορισμός της μορφής στην οποία πρέπει να βρίσκονται αυτά τα στοιχεία στην ρίζα για να μπορούν να εισέλθουν στο φυτό. Αυτός γίνεται με δοκιμές χρησιμοποιώντας διαφορετικές χημικές μορφές των απαραίτητων στοιχείων.
- Προσδιορισμός των ποσοτήτων αυτών των στοιχείων που πρέπει να διατίθενται στη ρίζα για να μην εμφανίζονται προβλήματα έλλειψης (τροφοπενία) ή υπερβολικής δόσης (τοξικότητας). Αυτό πραγματοποιείται με σταδιακές μειώσεις ή αυξήσεις των ποσοτήτων των στοιχείων που περιέχονται στο θρεπτικό διάλυμα.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πιν.2) φαίνονται τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία τα οποία γνωρίζουμε ότι είναι απαραίτητα για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών. Αυτά διακρίνονται σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία. Τα μακροστοιχεία περιέχονται σε μεγάλες ποσότητες στους φυτικούς ιστούς ενώ τα μικροστοιχεία σε πολύ μικρότερες. Για κάθε στοιχείο παρουσιάζεται το εύρος των επιθυμητών συγκεντρώσεων στο φυτό επί τοις εκατό της ξηρής μάζας του (% ξ.ο) και κάποια ενδεικτικά συμπτώματα από την έλλειψη ή υπερβολική συγκέντρωση. Να σημειώσουμε ότι τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Δηλαδή μπορούμε να παρατηρήσουμε στην πράξη συμπτώματα έλλειψης ενός στοιχείου και να διαπιστώσουμε ότι δεν οφείλονται σε πραγματική έλλειψη του αλλά σε υπερβολική δόση κάποιου άλλου στοιχείου.

Πιν.2 Πίνακας ανόργανων θρεπτικών στοιχείων

Στοιχείο	Αρχική μορφή υπό την οποία το στοιχείο απορροφάται	Συνήθης συγκέντρωση σε υγιή φυτά (% ή ppm ξηρού βάρους)	Σπουδαιότερες λειτουργίες	Συμπτώματα έλλειψης
Μακροστοιχεία				
Ανθρακας	CO ₂	~44%	Συστατικό οργανικών ενώσεων	Μη οργανική ύλη
Οξυγόνο	H ₂ O ή O ₂	~44%	» »	Αναερόβιες συνθήκες και πολλά κύτταρα δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σ'αυτές
Υδρογόνο	H ₂ O	~6%	» »	Έλληψη του νερού
Άζωτο	NO ₃ ⁻ ή NH ₄ ⁺	1-4%	Συστατικό αμινοξέων, πρωτεϊνών, νουκλεοτιδίων, νουκλεϊνικών οξέων, χλωροφύλλης και συνενζύμων	Αναστολή αύξησης ή περιορισμένη αύξηση ή απώλεια φύλλων, κυανέρυθρος χρωματισμός σε μίσχους και κατά μήκος των νεύρων του ελάσματος.
Κάλιο	K ⁺	0,5-6%	Εμπλέκεται στην ώσμωση και ισορροπία ιόντων, το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων. Ενεργοποιητής πολλών ενζύμων.	Χλώρωση σε στίγματα, νέκρωση, αδύναμα στελέχη, ρίζες επιδεκτικές σε ασθένειες
Ασβέστιο	Ca ²⁺	0,2-3,5%	Συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων.	Παρεμπόδιση της ανάπτυξης της ρίζας, βαθμιαία νέκρωση

			Συνεργός ενζύμων. Εμπλέκεται στην διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών.	της κορυφής βλαστού και ρίζας
Φωσφόρος	$H_2PO_4^-$ ή PO_4^{2-}	0,1-0,8%	Συστατικό των «υψηλής ενέργειας» ουσιών (ATP και ADP), νουκλεϊνικών οξέων, πολλών συνενζύμων, φωσφολιπιδίων.	Νάνα φυτά σκούρου χρώματος, καθυστερημένη ωρίμανση
Μαγνήσιο	Mg^{2+}	0,1-0,8%	Μέρος του μορίου της χλωροφύλλης, ενεργοποιητής πολλών ενζύμων.	Φύλλα με στίγματα ή χλωρωτικά που μπορεί να κοκκινίζουν
Θείο	SO_4^{2-}	0,05-1%	Συστατικό μερικών αμινοξέων και πρωτεϊνών και του συνένζυμου A.	Χλώρωση των νεαρών φύλλων
Μικροστοιχεία				
Σίδηρος	Fe^{2+} ή Fe^{3+}	25-300 ppm	Απαραίτητο στη σύνθεση χλωροφύλλης.	Εμφάνιση μεσονεύριας χλώρωσης στους νεαρούς ιστούς
Χλώριο	Cl	100-10000 ppm	Εμπλέκεται στην ώσμωση και την ισορροπία ιόντων. Πιθανόν απαραίτητο σε φωτοσυνθετικές αντιδράσεις που παράγουν οξυγόνο.	Χαλκόχρους εμφάνιση φύλλων
Χαλκός	Cu^{2+}	4-30 ppm	Ενεργοποιητής ή συστατικό ορισμένων ενζύμων.	Τα φύλλα παρουσιάζουν περιορισμένη αύξηση, χλώρωση, νέκρωση
Μαγγάνιο	Mn^{2+}	15-800 ppm	Ενεργοποιητής ορισμένων ενζύμων. Απαραίτητο για την ακεραιότητα των μεμβρανών των χλωροπλαστών και την απελευθέρωση οξυγόνου κατά την φωτοσύνθεση.	Χλωρωτικά στίγματα στα νεότερα φύλλα, νέκρωση
Βόριο	$B(OH)_3$ ή $B(OH)_4$	5-75%	Επηρεάζει τη χρήση Ca^{+2} , την σύνθεση των νουκλεϊνικών οξέων και την	Θαμνώδη εμφάνιση, εύθραστοι μίσχοι και κεντρικές νευρώσεις, κίτρινο ή καφέ χρώμα

			ακεραιότητα των μεμβρανών.	στις ρίζες
Μολυβδαίνιο	MoO_4^{2-}	0,1-5%	Απαραίτητο στη δέσμευση αζώτου και την αναγωγή των νιτρικών	Στα κατώτερα φύλλα μεσονεύρια χλωρωτικά στίγματα ακολουθούμενα από νέκρωση, ανθόπτωση
Ψευδάργυρος	Zn^{2+}	15-100 ppm	Ενεργοποιητής ή συστατικό ορισμένων ενζύμων.	Μεσονεύρια χλώρωση, νεκρωτικές κυλίδες, σμίκρυνση φύλλων

ΠΗΓΗ: Καραμπέτσος Ι. 2001 Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας

Για όλα τα παραπάνω στοιχεία έχουν βρεθεί κατάλληλα χημικά σκευάσματα τα οποία προστιθέμενα στο έδαφος ή στο νερό ελευθερώνουν την μορφή η οποία είναι προσλήψιμη από τα φυτά.

Η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από το διάλυμα στο εσωτερικό του φυτού γίνεται κυρίως δια μέσου της ρίζας. Η ημιπερατή μεμβράνη των επιδερμικών κυττάρων της ρίζας επιτρέπει την διέλευση των θρεπτικών στοιχείων επιλεκτικά. Η διέλευση των στοιχείων μπορεί να είναι ενεργητική ή παθητική. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει κάποιος βιοχημικός μηχανισμός, συνήθως ανταλλαγής στοιχείων μεταξύ ρίζας και θρεπτικού διαλύματος, ο οποίος είναι πολύ επιλεκτικός, δηλαδή με την βοήθειά του μεταφέρονται μόνο ορισμένα στοιχεία. Η παθητική διέλευση διέπεται από το φαινόμενο της διάχυσης ή όσμωσης.

Όταν έχουμε ένα πυκνό και ένα αραιό υδατικό διάλυμα που διαχωρίζονται μεταξύ τους με μια ημιπερατή μεμβράνη, που επιτρέπει τη διέλευση διαμέσου αυτής μόνο του νερού τότε παρατηρείται μετακίνηση νερού από το αραιό στο πυκνό διάλυμα, μέχρι να εξισωθούν οι συγκεντρώσεις διαλυτών στα δύο διαλύματα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η κίνηση νερού και θρεπτικών στοιχείων στο εσωτερικό της ρίζας.

Η ρίζα είναι περατή στο νερό και σε κάποια θρεπτικά στοιχεία. Αν ο χυμός στο εσωτερικό των φυτών είναι πυκνότερος από το θρεπτικό διάλυμα τότε θα περάσει νερό και διαλυμένα σε αυτό θρεπτικά στοιχεία στο εσωτερικό της ρίζας μέχρι οι πυκνότητες του εσωτερικού και εξωτερικού διαλύματος να εξισωθούν. Αν ο χυμός στο εσωτερικό είναι αραιότερος τότε θα συμβεί το αντίθετο, δηλαδή οι ρίζες θα χάσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία και τα φυτά θα μαραθούν. Αυτό το φαινόμενο συνεπάγεται την ανάγκη ελέγχου και διατήρησης της πυκνότητας των θρεπτικών διαλυμάτων σε ανεκτά από τα φυτά επίπεδα.

Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος. Αποτελεί μια ένδειξη του πόσο πυκνό είναι το διάλυμα ή αλλιώς πόσα στοιχεία είναι διαλυμένα σε αυτό. Τα στοιχεία αυτά βρίσκονται υπό την μορφή θετικά ή αρνητικά φορτισμένων σωματιδίων. Με την εφαρμογή μιας διαφοράς ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ δύο σημείων του διαλύματος θα παρατηρηθεί μετακίνηση αυτών των σωματιδίων, δηλαδή θα περάσει από το διάλυμα ένα ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο ανάλογα με τον αριθμό των φορτισμένων σωματιδίων που υπάρχουν σε αυτό θα είναι μεγάλο ή μικρό.

Η αγωγιμότητα εκφράζει την ικανότητα του διαλύματος να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα και αποτελεί μια ένδειξη της πυκνότητας του διαλύματος σε διαλυμένα σωματίδια. Συμβολίζεται με EC και μετράται σε χιλιοστοσίμενες ανά εκατοστό (mS/cm). Πρακτικά ένα διάλυμα με αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 5ms/cm είναι ακατάλληλο για τα φυτά. Στα διαλύματα που χρησιμοποιούμε στην υδροπονία η αγωγιμότητα ρυθμίζεται μεταξύ 2,0-3,0 mS/cm.

1.4.2 Ποιότητα νερού άρδευσης

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

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

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) για το νερό άρδευσης είναι ένα μέσο μέτρησης της συνολικής ποσότητας των ιόντων που περιέχει. Δεν δίνει καμία ένδειξη για το ποια ιόντα βρίσκονται μέσα σ' αυτό. Συνήθως στο νερό η EC αφορά το νάτριο και το χλώριο.

Αν η συγκέντρωση των ιόντων στο νερό έχει κάποια ισορροπία, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εκτίμηση για την ποιότητα του νερού άρδευσης στο θερμοκήπιο (Πιν.3).

Πιν.3 Πίνακας ποιότητας νερού άρδευσης

ΠΟΙΟΤΗΤΑ	EC mS/cm (25°C)	Na ⁺ mmol/l	Cl ⁻ mmol/l
1	<0,5	<1,5	<1,5
2	0,5-1,0	1,5-3,0	1,5-3,0
3	1,0-1,5	3,0-4,5	2,0-4,5

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

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

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

Σχετικά με την σκληρότητα του νερού ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

Σκληρότητα: 2,8 mmol HCO₃⁻.

Συνολική σκληρότητα: 5,0 mmol (Ca⁺⁺+Mg⁺⁺).

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

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

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

Η επιθυμητή συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στο νερό αναφέρεται στον (Πιν.4).

Πιν.4 Επιθυμητές συγκεντρώσεις των σημαντικότερων θρεπτικών στοιχείων

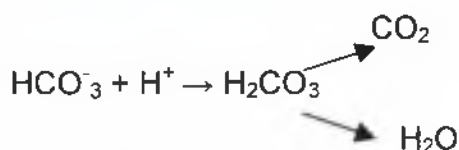
	Επιθυμητή συγκέντρωση		Ανεκτή συγκέντρωση αλλά με αρνητική επίδραση στην παραγωγή
Cl ⁻	<50 mg/l		50- 100 mg/l
Na ⁺	<30 mg/l		30- 60 mg/l
HCO ₃ ⁻	<4,0 mg/l	περισσότερο από	4,0 mg/l
Fe ⁺⁺	<1,0 mg/l	λιγότερο από	1,0 mg/l
Mn	<0,5 mg/l	" "	1,0 mg/l
B	<0,3 mg/l	" "	0,7 mg/l
Zn ⁺⁺	<0,5 mg/l	" "	1,0 mg/l

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος Γ. 1994

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

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

Η αντίδραση γίνεται :



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

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

1.4.3 Τρόποι διαχείρισης του νερού

Για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της αλατότητας στα κλειστά υδροπονικά συστήματα πρέπει να πάρουμε υπ' όψιν την διαχείριση του διαθέσιμου νερού. Τόσο

δηλαδή την αποδοτικότερη χρήση του νερού καλής ποιότητας όσο και την καλύτερη κατά το δυνατόν αξιοποίηση του νερού χαμηλής ποιότητας.

Η αποδοτικότερη χρήση του νερού καλής ποιότητας επιτυγχάνεται κυρίως με την χρησιμοποίησή του σε ευαίσθητες καλλιέργειες. Η ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα διαφέρει τόσο ανάλογα με το είδος του φυτού όσο και με το στάδιο ανάπτυξής του. Άρα γνωρίζοντας τα είδη που είναι ευαίσθητα στα υψηλά επίπεδα αλατότητας μπορούμε να αξιοποιήσουμε στο έπακρο το καλής ποιότητας νερό σε τέτοιες καλλιέργειες.

Αντίθετα, για να αξιοποιήσουμε χαμηλής ποιότητας νερό το χρησιμοποιούμε σε ανθεκτικότερες καλλιέργειες (ρυθμίζοντας ανάλογα την συνταγή του διαλύματος) ή σε θερμοκηπιακές υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες επιτυγχάνεται ο κατάλληλος έλεγχος του κλίματος (εμπλουτισμός με CO₂, σκίαση, αύξηση υγρασίας) έτσι ώστε με την μείωση της εξατμισοδιαπνοής να μειώνονται σε μεγάλο βαθμό οι δυσμενείς επιπτώσεις της χρησιμοποίησης νερού υψηλής αλατότητας.

Στην χώρα μας είναι απαραίτητη η ψύξη–σκίαση των θερμοκηπίων. Η μέθοδος υδρονέφωσης επιτυγχάνει συγχρόνως την μείωση της θερμοκρασίας και την αύξηση της υγρασίας. Επίσης ο σύγχρονος διαθέσιμος εξοπλισμός για τα θερμοκήπια δίνει τη δυνατότητα της συνεχούς αναπροσαρμογής του θρεπτικού διαλύματος ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες.

Δηλαδή με την χρησιμοποίηση συστημάτων αυτόματου ελέγχου, στην περίπτωση που π.χ. παρατηρείται αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας, η συνταγή του θρεπτικού διαλύματος τροποποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε παρά την αυξημένη εξατμισοδιαπνοή που θα παρατηρηθεί, η αγωγιμότητα του διαλύματος απορροής να μην υπερβεί τα επιτρεπτά όρια.

Μια άλλη τεχνική που εφαρμόζεται για την αποδοτικότερη χρήση του νερού χαμηλότερης ποιότητας είναι η ακόλουθη. Το καλό νερό χρησιμοποιείται σε μια καλλιέργεια με μικρή ανθεκτικότητα και η αλατότητα του ανακυκλούμενου διαλύματος αυξάνεται. Στην συνέχεια το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται σε άλλη καλλιέργεια με μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην αλατότητα από την πρώτη. Κατά την δεύτερη αυτή καλλιέργεια η αλατότητα στην απορροή αυξάνεται πάλι και το διάλυμα που προκύπτει από την απορροή χρησιμοποιείται για τρίτη καλλιέργεια πιο αυθεντική κ.ο.κ. έως ότου η συγκέντρωση των αλάτων στο διάλυμα αυξηθεί τόσο που να καθίσταται αδύνατη η περαιτέρω χρησιμοποίησή του ή τελική χρήση σε ανοικτό σύστημα ή σε υπαίθρια καλλιέργεια.

Τέλος υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μειώνεται η εξάρτηση των καλλιεργητών από το νερό καλής ποιότητας. Μπορούμε να αναφέρουμε ενδεικτικά τη συλλογή και χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού, την αφαλάτωση, τη βελτίωση με ανάστροφη ώσμωση ή ακόμα και τη χρήση των βιομηχανικών αποβλήτων, κατόπιν βέβαια κατάλληλης επεξεργασίας. Τα διάφορα βιομηχανικά απόβλητα είναι εμπλουτισμένα με θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά και γι' αυτό το λόγο είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση σε υδροπονικές καλλιέργειες, εφόσον η συνταγή του θρεπτικού διαλύματος ρυθμιστεί έτσι ώστε να υπάρχει ισορροπία.

Ωστόσο και οι τέσσερις προαναφερθείσες τεχνικές απαιτούν υψηλό κόστος εγκατάστασης, το οποίο θα πρέπει να δικαιολογείται από το οικονομικό αποτέλεσμα που αναμένεται από την χρησιμοποίησή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΤΟΜΑΤΑ

Η τομάτα είναι γνωστή στην Ευρώπη από τον 16^ο αιώνα, πιθανότατα κατάγεται από την Ν. Αμερική ή και το Μεξικό όπου άγριες ποικιλίες τις (*Lycopersicon pimpinellifolium* και *cerasiForme*) ευρίσκονται αυτοφυείς. Από τα άγρια αυτά φυτά φαίνεται ότι προέρχονται οι καλλιεργούμενες σήμερα ποικιλίες του *L. esculentum*.

Η χρήση της τομάτας στην διατροφή του ανθρώπου άρχισε μόλις από το 18^ο αιώνα. Μέχρι την εποχή εκείνη πίστευαν πως οι καρποί της ήταν επιβλαβείς στην υγεία, γι' αυτό και την καλλιεργούσαν μόνο ως φυτό καλλωπιστικό .

Στην Ελλάδα έχει εισαχθεί κατά το 1818 όπως αναφέρεται από το Γεννάδιο, σήμερα δε η καλλιέργειά της έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών αφού εκτείνεται επί 385.000 περίπου στρεμμάτων και δίνει παραγωγή η οποία φτάνει στους 1.900.000 τόνους.

Η προοδευτική επέκταση της τοματοκαλλιέργειας συνδυάστηκε κατά την τελευταία προ παντός περίοδο με μια καλύτερη κατανομή της παραγωγής στις διάφορες εποχές του έτους κυρίως με την αύξηση των υπό κάλυψη καλλιεργειών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την έκταση που καταλαμβάνουν έχουν οι καλλιέργειες των θερμοκηπίων στις περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου και της Κ. και Δ. Μακεδονίας.

2.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η τομάτα (Εικ.12) ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae*. Το βοτανικό της όνομα είναι *Lycopersicon esculentum*. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων του είδους στην διπλοειδή μορφή είναι $2n=24$, τον ίδιο δε αριθμό χρωμοσωμάτων έχουν και όλα τα είδη του γένους *Lycopersicum*. Υπό τις κλιματικές μας συνθήκες η τομάτα είναι φυτό ετήσιο, πώδης. Έχει στέλεχος διακλαδιζόμενο και το ύψος του κυμαίνεται από 0,50

μ. στους νάνους ή αυτοκλαδεύομενους τύπους έως 1,50 μ. και πλέον αναλόγως κυρίως της ποικιλίας.



Εικ.12 Τοματόφυτο

2.1.1 Ρίζα

Σε περίπτωση απευθείας σποράς η τομάτα σχηματίζει πασσαλώδη ρίζα η οποία αναπτύσσεται σε βάθος μέχρι και δύο μέτρα αν και το μεγαλύτερο μέρος του ριζοστρώματος (περίπου το 70%) βρίσκεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους. Βέβαια στα καλλιεργούμενα φυτά τομάτας τα οποία σχεδόν πάντοτε έχουν υποστεί μεταφύτευση, η πρωτογενής πασσαλώδης ρίζα τραυματίζεται και καταστρέφεται κατά την διαδικασία της μεταφοράς του φυτού από το ένα μέσο ανάπτυξης στο άλλο. Γι' αυτό το ριζικό σύστημα των προερχομένων από μεταφύτευση φυτών τομάτας αποκτά μια μάλλον θυσανώδη μορφή, σαν συνέπεια της ανάπτυξης πολλών δευτερογενών πλάγιων ριζών μετά τον τραυματισμό της πρωτογενούς κεντρικής ρίζας.

2.1.2 Βλαστός

Ο βλαστός της τομάτας είναι αρχικά εύθραυστος που σταδιακά γίνεται σκληρός χωρίς να ξυλοποιείται, αποκτά μεγάλο μήκος και πολλούς πλάγιους βλαστούς. Υπάρχουν ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη των βλαστών (αναρριχώμενες) και άλλες με περιορισμένη ανάπτυξη (αυτοκορυφολογούμενες). Κατά μήκος του ισχυρού στελέχους του σχηματίζονται οφθαλμοί στις μασχάλες των

φύλλων του που δίνουν πλάγιους βλαστούς, ενώ κάθε τρία συνήθως φύλλα εκπτύσσεται και μια ταξιανθία.

Στην πραγματικότητα όμως το στέλεχος της τομάτας συνίσταται από μια αλληλουχία συμποδιακά συνενωμένων βλαστών και επομένως αποτελεί ένα μονοχάζιο. Ο αρχικός βλαστός που αναπτύσσεται μετά το φύτεμα σχηματίζει 6-9 σύνθετα φύλλα και στην συνέχεια αναστέλλει την ανάπτυξη του με την έκπτυξη μιας κορυφαίας ταξιανθίας. Ο κεντρικός άξονας του φυτού συνεχίζεται τότε από έναν πλάγιο βλαστό που εκφύεται από τον οφθαλμό της μασχάλης του πλέον πρόσφατα εκπτυχθέντος φύλλου. Λόγω όμως της ισχυρής ανάπτυξής του, ο πλάγιος αυτός βλαστός λαμβάνει κατακόρυφη κατεύθυνση ενώ η ταξιανθία εξωθείται προς τα πλάγια. Ο βλαστός αυτός με την σειρά του, μετά τον σχηματισμό ενός ορισμένου αριθμού φύλλων, συνήθως τρία(3), σχηματίζει επίσης μια επάκρια ταξιανθία και αναστέλλει την ανάπτυξή του ενώ η αύξηση του φυτού συνεχίζεται και πάλι από πλάγιο βλαστό που εκφύεται κάτω από την νέα κορυφαία ταξιανθία κ.ο.κ. Με τον τρόπο αυτό, η αλληλουχία των συμποδιακά ενωμένων πλάγιων βλαστών σχηματίζει έναν συνεχή άξονα αύξησης που δίνει την εντύπωση ενός συνεχόμενου βλαστού.

2.1.3 Φύλλα

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

2.1.4 Άνθη

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται ανά 4 έως 12 και πλέον σε ταξιανθίες απλές, διχαλωτές ή διακλαδιζόμενες. Όμως σε ορισμένες ποικιλίες κερασόμορφης τομάτας, ο αριθμός τους μπορεί να ξεπεράσει τα 50. Τα άνθη της τομάτας ανοίγουν διαδοχικά από την βάση προς την κορυφή της ταξιανθίας. Γι' αυτό το λόγο, ο χρόνος από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της άνθησης σε μια ταξιανθία διαρκεί αρκετές εβδομάδες.

Τα άνθη της τομάτας είναι ακτινόμορφα, με πενταμερή κάλυκα ο οποίος συνίσταται από 5 ή περισσότερα σέπαλα (Εικ13). Η στεφάνη αποτελείται από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία πέφτουν μετά την γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες είναι 5 ή περισσότεροι, μερικώς ενωμένοι στην βάση με τη στεφάνη, αποτελούνται δε από νήματα βραχέα και ανθήρες επιμηκυμένους και ενωμένους μεταξύ τους κατά τρόπο ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, τον οποίο συνήθως καλύπτουν τελείως. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχρωρη ωθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρό στύλο, το στίγμα του οποίου στην τελευταία αυτή περίπτωση βγαίνει έξω από τον κώνο των ανθέρων. Μερικές φορές συναντώνται και άνθη μη ομαλά με σύνθετο περιάνθιο και ωθήκη παραμορφωμένη. Αυτών οι στήμονες συνήθως δεν καλύπτουν το στύλο.



Εικ.13 Άνθος τομάτας

Η άνθηση αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται καθ' όλη την ημέρα. Με το άνοιγμα της στεφάνης γίνεται η ωρίμανση του στίγματος οπότε τούτο είναι επιδεδκτικό επικονίασης και μόνο μετά 24-18 ώρες, αρχίζει η διάρρηξη των ανθέρων και διάχυση της γύρης (υστερανδρία). Κυρίως γίνεται αυτεπικονίαση και αυτογονιμοποίηση μερικές φορές όμως μπορεί να γίνει σταυρεπικονίαση με τα έντομα όπως συμβαίνει πολλάκις σε ποικιλίες με μακρύ στύλο. Το μήκος του στύλου επηρεάζεται και από το μήκος της ημέρας έτσι ώστε τα άνθη τα οποία σχηματίζονται υπό βραχεία φωτοπερίοδο να έχουν στύλους βραχείς, μακρούς δε υπό μακρά φωτοπερίοδο.

Η βλάστηση της γύρης είναι βραδεία και η γονιμοποίηση των ωαρίων γίνεται δύο περίπου ημέρες μετά την επικονίαση. Από την γονιμοποίηση του άνθους μέχρι την ωρίμανση του καρπού απαιτούνται αναλόγως της ποικιλίας και των καλλιεργητικών συνθηκών 45-60 ημέρες.

2.1.5 Καρπός

Ο καρπός είναι πολύχρωρη ράγα με σχήμα που ποικίλει στις διάφορες ποικιλίες, σφαιροειδής πιεσμένος στους πόλους ή επιμήκης με περικάρπιο (φλοιό) λείο και λεπτό, μεσοκάρπιο (σάρκα) χυμώδες, κόκκινος με πολυάριθμους σπόρους. Οι σπόροι αναπτύσσονται κατά ομάδες οι οποίοι περιβάλλονται από μια γλοιώδη ουσία. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται αναλόγως την ποικιλία από 50 έως 200 γραμμάρια. Το χρώμα του καρπού κυμαίνεται ανάλογα της περιεχόμενης σ' αυτόν καροτίνης (κίτρινο) και λικοπίνης (κόκκινο). Υπάρχουν όμως επίσης ποικιλίες με καρπούς χρώματος εντελώς κίτρινους. Η μέση σύνθεση του καρπού είναι σάρκα και χυμός 96-97%, σπόροι 2-3%, φλοιός 1-2%. Η χημική σύσταση του είναι περίπου 93,5% νερό, 1% Αζωτούχες ουσίες, 0,2% λιπαρές ουσίες, 1% κυτταρίνες, 3,5% σάκχαρα και 0,5% τέφρα. Η τομάτα είναι πλούσια σε Βιταμίνη C (25-30 χιλιοστά του γραμμαρίου σε 100 γραμμάρια καρπού) και σε βιταμίνες A, B1, B2, K κ.α.

2.1.6 Σπόροι

Οι σπόροι της τομάτας είναι πεπλατυσμένοι με σχήμα στρογγυλό έως ωοειδές, νεφροειδές. Η εξωτερική επιφάνεια του περιβλήματός τους έχει χρώμα κίτρινο έως καφέ και καλύπτεται από ένα γκριζο χνούδι. Το μέγεθός τους ανέρχεται σε 3-5mm μήκος και 2-3mm πλάτος. Η βλαστική τους ικανότητα διατηρείται μέχρι και 4 χρόνια σε κανονικές συνθήκες (θερμοκρασία κάτω από 20°C και υγρασία μικρότερη από 65%) ή και πάνω από 15 χρόνια σε χαμηλή θερμοκρασία (4°C) και υγρασία (όχι κάτω από 5,5%). Το ένα γραμμάριο περιέχει 280-450σπόρους (συνήθως 300-350) και για σπορά ενός στρέμματος απαιτούνται 15-25γρ.

2.2 Ποικιλίες

Είναι εκατοντάδες οι ποικιλίες και τα υβρίδια τομάτας που σήμερα υπάρχουν στα καταστήματα σπόρων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται κάποια υβρίδια και κάποιες ποικιλίες που έχουν διαδοθεί και καλλιεργούνται σε σημαντικές εκτάσεις θερμοκηπίων ή στην ύπαιθρο. Είναι κι αυτές αρκετές αλλά θα περιοριστούμε να αναφέρουμε μερικές μόνο, τις εξής :

Alma F₁. Είναι υβρίδιο πολύ παραγωγικό, μεσοπρώιμο, κατάλληλο για καλλιέργειες θερμοκηπίου και υπαίθρια πρώιμη-όψιμη. Καρπός μεγάλου μεγέθους, 250-300 γρ.,

σφαιροειδής, σφιχτός, διατηρούμενος καλά μετά τη συγκομιδή. Ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού, τις αδρομυκώσεις και τους νηματώδεις.

Arletta F₁. Υβρίδιο πρώιμο και πολύ παραγωγικό για πρώιμη καλλιέργεια σε θερμοκήπιο. Καρπός ευμεγέθης, 250 περίπου γραμμαρίων, σφαιροειδής και πολύ σφιχτός. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού και στις αδρομυκώσεις.

Baya F₁. Μεσοπρώιμο και πολύ παραγωγικό υβρίδιο, κατάλληλο για πρώιμη-όψιμη καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο. Φυτό εύρωστο, μεγάλης ανάπτυξης με κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Καρπός 250-300 γρ., σφαιροειδής και συνεκτικός. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού και στις αδρομυκώσεις.

Caruso F₁. Είναι υβρίδιο μέσης πρωιμότητας με φυτά μέτριας ζωηρότητας. Καρποί μεγάλου μεγέθους, 200 γρ. περίπου, στρογγυλοί. Έχει αντοχή στο μωσαϊκό του καπνού, στο κλαδοσπόριο και στις αδρομυκώσεις.

Dombo F₁. Φυτό εύρωστο με κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Καρπός σφαιροειδής, σφιχτός, 250 περίπου γραμμαρίων και ανθεκτικός στο κλαδοσπόριο και στις αδρομυκώσεις.

Dombito F₁. Υβρίδιο παραγωγικό και πρώιμο. Φυτά εύρωστα με κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Καρπός 200-250 γρ., σφιχτός και ανθεκτικός στις μεταφορές. Έχει αντοχή στο μωσαϊκό του καπνού, στο φουζάριο και στο κλαδοσπόριο.

Optima F₁. Υβρίδιο υψηλών αποδόσεων με ομοιόμορφους και σφιχτούς καρπούς, μεγάλου μεγέθους. Είναι μεσοπρώιμο, ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού.

Bongo F₁. Πρώιμο και παραγωγικό υβρίδιο, ζωηρής ανάπτυξης, είναι αυτοκλαδευόμενο και κατάλληλο για ανοιξιάτικη και καλοκαιρινή καλλιέργεια. Δίνει καρπό μεγάλου μεγέθους και παρουσιάζει αντοχή στις αδρομυκώσεις.

Club F₁. Υβρίδιο αυτοκλαδευόμενο, πολύ παραγωγικό, κατάλληλο για πρώιμη-όψιμη υπαίθρια καλλιέργεια με ή χωρίς υποστύλωση. Φυτό ζωηρό με καρπούς 200-250 γρ., ομοιόμορφους, σφαιροειδείς και σφιχτούς. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού και στις αδρομυκώσεις.

Dual large F₁. Μεσοπρώιμο υβρίδιο, αυτοκλαδευόμενο, ζωηρής ανάπτυξης, παραγωγικό με καρπό μεγάλου μεγέθους, σφαιροειδή. Είναι κατάλληλο για καλοκαιρινή και φθινοπωρινή καλλιέργεια και αντέχει στις αδρομυκώσεις.

Galli F₁. Υβρίδιο μεσοπρώιμο, αυτοκλαδευόμενο και πολύ παραγωγικό, κατάλληλο για πρώιμη υπαίθρια καλλιέργεια με ή χωρίς υποστύλωση. Φυτό ζωηρό, περιορισμένου ύψους με καρπούς σφαιροειδείς, 250 περίπου γραμμαρίων,

συνεκτικούς, κόκκινου στιλπνού χρώματος. Είναι ανθεκτικό στο μωσαϊκό του καπνού και στις αδρομυκώσεις.

Ζαπάτα.(Εικ.14) Η Ζαπάτα είναι ένα νέο υβρίδιο θερμοκηπιακής τομάτας, το οποίο όταν καλλιεργηθεί σωστά προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα σε σχέση με όλα τα καλλιεργούμενα υβρίδια. Για τον λόγο αυτό την επιλέξαμε και για την δική μας καλλιέργεια. Είναι φυτό με πολύ κοντά μεσογονάτια, με περισσότερους σταυρούς και έχει την δυνατότητα καλλιέργειας και σε χαμηλά τούνελ. Έχει πολύ καλό και ανθεκτικό ριζικό σύστημα, άριστη συμπεριφορά στις αδρομυκώσεις και σταθερή καρπόδεση 4-5 καρπών/ταξιανθία. Ο καρπός έχει ικανοποιητικό μέγεθος (250-260 γρ.), έχει έντονο κόκκινο και ομοιόμορφο χρώμα χωρίς πράσινες ράχες, τοιχώματα λεπτά αλλά πολύ συνεκτικά ενώ διατηρείται 15-20 μέρες (μια βδομάδα περισσότερο από τα κλασικά semi long life υβρίδια. Χάρη στην εξαιρετική γεύση της η Ζαπάτα θυμίζει τις παραδοσιακές τομάτες του παρελθόντος.



Εικ.14 Ποικιλία Ζαπάτα

Τα ανωτέρω και άλλα υβρίδια καλλιεργούνται για την παραγωγή προϊόντος νωπής κατανάλωσης. Κυρίως για τον ίδιο σκοπό καλλιεργούνται επίσης και σχεδόν μόνο σε υπαίθριες καλλιέργειες μερικές ποικιλίες όπως π.χ. είναι οι :

Ace 55. Μεσοπρώιμη ποικιλία, παραγωγική, κατάλληλη για υπαίθριες καλλιέργειες. Φυτό ζωηρό, μέτριας ανάπτυξης με καρπούς σχεδόν στρογγυλούς, λίγο πλατείς, μεγάλου μεγέθους, 200-250 γρ. Είναι ανθεκτικό στις αδρομυκώσεις.

Early Pack. Ποικιλία παραγωγική, μέσης πρωιμότητας, μετρίου ύψους, χρησιμοποιείται κυρίως σε πρώιμες υπαίθριες καλλιέργειες. Καρπός σφαιροειδής, 180 περίπου γραμμαρίων.

Pearson. Μέσης πρωιμότητας-όψιμη ποικιλία με φυτά εύρωστα μέτριας ανάπτυξης. Δίνει καρπό μέσου- μεγάλου μεγέθους, σφαιροειδή και σαρκώδη. Έχει μικρή αντοχή στις αδρομυκώσεις.

Οι επόμενες ποικιλίες είναι μικρόκαρπες και η παραγωγή τους εξυπηρετεί τη βιομηχανία.

Rio Grande. Ποικιλία μέσης πρωιμότητας-όψιμη, παραγωγική, κατάλληλη για μηχανική συγκομιδή, για τη βιομηχανία. Καρπός μέσου βάρους 100 γρ., ωοειδής με σάρκα συμπαγή. Φυτό μέτριας ανάπτυξης.

Roma VF. Ποικιλία μέσης πρωιμότητας, παραγωγική είναι κατάλληλη για υπαίθριες καλλιέργειες. Εξυπηρετεί κι αυτή τη βιομηχανία. Φυτό περιορισμένης ανάπτυξης με καρπό μικρό, 50-70 γρ., ωοειδή- απιοειδή. Παρουσιάζει αντοχή στις αδρομυκώσεις (τραχειομυκώσεις).

Sprint H11 F₁ . υβρίδιο μεσοπρώιμο για παραγωγή βιομηχανοποίησης. Οι καρποί ωριμάζουν ταυτόχρονα και συγκομίζονται συνήθως με μια κοπή. Φυτό εύρωστο και παραγωγικό με καρπούς πολύ συμπαγείς, ωοειδούς σχήματος και μέσου βάρους 80-110 γρ. Είναι ανθεκτικό στις αδρομυκώσεις.

2.3 Κλιματολογικές απαιτήσεις

2.3.1 Κλίμα

Είναι γνωστό ότι στη χώρα μας η υπαίθρια τομάτα εμφανίζεται στην αγορά από τις αρχές Ιουνίου περίπου και η προσφορά της συνεχίζεται μέχρι τέλη Νοεμβρίου, αρχές Δεκεμβρίου με αιχμή προσφοράς τους μήνες Ιούλιο έως Οκτώβριο. Η παραγωγή τομάτας στο θερμοκήπιο επομένως θα πρέπει να αποσκοπεί στον εφοδιασμό της αγοράς από τις αρχές Δεκεμβρίου έως τα τέλη Ιουνίου περίπου (δεδομένου ότι η παραγωγή πρώιμης υπαίθριας τομάτας τον Ιούνιο είναι ακόμη μικρή και δεν καλύπτει επαρκώς την αγορά). Στην Ελλάδα έχουν διαμορφωθεί δύο κυρίως περίοδοι καλλιέργειας της τομάτας στο θερμοκήπιο. Στην πρώτη περίοδο καλλιέργειας η σπορά πραγματοποιείται κατά τα τέλη Αυγούστου-αρχές Σεπτεμβρίου ενώ στη δεύτερη η σπορά γίνεται κατά τα μέσα Νοέμβρη-αρχές Δεκέμβρη.

Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη των νεαρών σπορόφυτων από την ημέρα της σποράς μέχρι το στάδιο της μεταφύτευσης είναι έξι έως οκτώ

εβδομάδες, ενώ απαιτούνται άλλες έξι έως οκτώ εβδομάδες από τη μεταφύτευση έως την ημέρα που θα συγκομιστούν οι πρώτοι καρποί.

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

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

Στη φωτοπερίοδο το φυτό φαίνεται να είναι ουδέτερο αν και ένας έντονος φωτισμός επηρεάζει την πρωιμότητα παραγωγής ευνοώντας την πρώιμη εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας. Έτσι η διατήρηση των υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων καθαρών, πρέπει να αποτελεί μία από τις φροντίδες του καλλιεργητή.

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

2.3.2 Έδαφος

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

Τα ελαφρά, αμμώδη εδάφη είναι άριστα για πρώιμες καλλιέργειες εάν βελτιώνονται με άφθονη οργανική λίπανση και ποτίζονται κανονικά. Τέτοιες καλλιέργειες σε αμμώδη εδάφη βρίσκει κανείς σε διάφορες περιοχές, στη Ρόδο κ.ά., στην Ιεράπετρα δε συνηθίζουν να καλύπτουν τους αγρούς που προορίζονται για καλλιέργεια τομάτας με ένα παχύ στρώμα άμμου.

Περισσότερο πλούσια των αμμωδών είναι τα αργιλώδη, συνεκτικά εδάφη τα οποία όμως είναι δύσκολα στην καλλιέργεια και συγκρατούν περίσσεια υγρασίας, επιβλαβούς στα φυτά της τομάτας. Τα εδάφη αυτά είναι γενικώς ψυχρά και τα φυτά κατά την πρώτη περίοδο της ζωής τους δεν αναπτύσσονται γρήγορα.

Η εναλλαγή των καλλιεργειών, η αμειψισπορά, επιβάλλεται και εδώ όπως για όλα τα είδη, κυρίως για την αποφυγή σοβαρών προσβολών από ασθένειες (αδρομυκώσεις κ.λ.π.), τα αίτια των οποίων διατηρούνται στο έδαφος επί αρκετά συνήθως έτη. Για το λόγο αυτό η τομάτα είναι σκόπιμο να μην επανέρχεται στον ίδιο αγρό πριν περάσουν 4-5 έτη. Φυσικά λαμβάνεται υπ' όψιν πως και άλλα φυτά και κυρίως τα άλλα σολανώδη προσβάλλονται από τις ίδιες ασθένειες. Αυτά δεν πρέπει να παίρνουν μέρος στην αμειψισπορά. Για τυπικό λαχανόκηπο μπορεί να εφαρμοστεί π.χ. η αμειψισπορά τομάτα+ λάχανο, φασόλι+ σπανάκι, πεπόνι+ μαρούλι, κρεμμύδι+ αρακάς. Στη μεγάλη καλλιέργεια μπορεί να ακολουθήσει την τομάτα σίτος το δεύτερο έτος και αυτόν τριφύλλι ή μηδική, αναλόγως της διάρκειας της αμειψισποράς, η οποία θα κλείσει το τέταρτο ή πέμπτο έτος με σίτο.

2.4 Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε περλίτη

2.4.1 Προετοιμασία φυτών

Οι σπόροι της τομάτας τοποθετούνται σε πλαστικές παλέτες των 64 έως 70 θέσεων με διαστάσεις 6Χ5 cm ή 6Χ6 cm, όπου βλαστάνουν και αναπτύσσουν τα πρώτα κανονικά φύλλα τους (Εικ.15). Τα φυτά στις 42 περίπου μέρες έχουν αποκτήσει 3-4 πραγματικά φύλλα, 2 κοτυλιδόφυλλα και κορυφή. Σε αυτό το στάδιο μπορούν να μεταφυτευθούν. Σε περίπτωση που θέλουμε να εξοικονομήσουμε χώρο ή ενέργεια μπορούμε να μεταφυτεύσουμε σε μεγαλύτερο στάδιο (πριν την πλήρη ανάπτυξη της πρώτης ταξιανθίας). Τόσο οι παλέτες με τους κύβους προβλάστησης, όσο και οι σάκοι ανάπτυξης (περλίτης), πριν την χρησιμοποίησή τους υπερπληρώνονται με θρεπτικό διάλυμα (EC 2-2,5 mS/cm).



Εικ.15 Σπορά σε παλέτες

Στόχος μας είναι η παραγωγή δυνατών και υγιών φυταρίων. Στην συνέχεια τα φυτάρια τοποθετούνται στους σάκους ανάπτυξης από περλίτη 3-5 ανά υπόστρωμα, ανάλογα με την καλλιέργεια και το μέγεθος του υποστρώματος). Οι σάκοι ανάπτυξης (πριν την μεταφύτευση) γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα (PH 5,0 και EC 2,5 mS/cm) και μετά από 24 ώρες γίνονται οι σχισμές απορροής. Οι υπόλοιπες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (θερμοκρασία, φυτοπροστασία, καλλιεργητική τεχνική, κ.λ.π) είναι ίδιες όπως και στην καλλιέργεια στο χώμα.

2.4.2 Προετοιμασία εδάφους και υποστρώματος

Τα στάδια που περνάει μια καλλιέργεια πριν την εγκατάστασή της είναι πολλά και εξίσου σημαντικά. Αρχικά γίνεται χημική ανάλυση του νερού άρδευσης διότι η ποιότητα του νερού άρδευσης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Η χημική ανάλυση είναι απαραίτητη αφού αποτελεί βάση για την «συνταγή» λίπανσης και περαιτέρω επιτυχία της καλλιέργειας.

Στην συνέχεια διαμορφώνεται το έδαφος του θερμοκηπίου. Η ισοπέδωση του εδάφους αποτελεί προϋπόθεση για να υπάρχουν άριστα αποτελέσματα. Μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 1,5% ενώ η ιδανική είναι 0,5%.

Άλλο ένα βήμα που θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε είναι οι υπολογισμοί υποστρωμάτων και φυταρίων και η επιλογή του καλύτερου κατά περίπτωση σχήματος της καλλιέργειας. Ο υπολογισμός του αρδευτικού συστήματος (μια θέση ποτίσματος ανά φυτό). Όπως και ο υπολογισμός των άλλων εγκαταστάσεων (δοσομετρικών αντλιών κ.λ.π.).

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

Κατόπιν γίνεται τοποθέτηση και γέμισμα του υποστρώματος (περλίτη) με το θρεπτικό διάλυμα. Μετά το χρονικό διάστημα των 24 ωρών γίνονται οι σχισμές οι οποίες εξυπηρετούν την απορροή (αποστράγγιση) του υποστρώματος μετά από κάθε πότισμα (10-20% νερού ποτίσματος).

Τέλος πραγματοποιείται έλεγχος του pH και της EC. που αποτελεί αναγκαία τεχνική της υδροπονικής καλλιέργειας. Μετρώντας το pH και την EC., ελέγχεται η

αποτελεσματικότητα του αρδευτικού συστήματος και το περιβάλλον της ρίζας, ώστε να γίνονται διορθώσεις όταν και όποτε χρειάζεται.

2.4.3 Υπολογισμός της πυκνότητας φύτευσης

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

Η πυκνότητα φύτευσης υδροπονικών καλλιεργειών σε περλίτη που εφαρμόζεται με επιτυχία στον ελληνικό και μεσογειακό χώρο ενδεικτικά φαίνονται στον (Πιν.5).

Πιν.5 Πυκνότητα φύτευσης

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

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

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

2.4.4 Περιγραφή θερμοκηπίου

Η κατασκευή με την οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω, αφορά το θερμοκήπιο στο οποίο θα εγκαταστήσουμε την καλλιέργεια της τομάτας με υδροπονικό σύστημα χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η καλλιέργεια δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε άλλου τύπου θερμοκήπιο. Γενικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ένα θερμοκήπιο πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε : **α)** το μέρος που βρίσκεται πάνω από το έδαφος να αντέχει σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ μέγιστης 60⁰C και ελάχιστης -10⁰C **β)** να φέρει ασφαλώς όλα τα φορτία, συμπεριλαμβανομένου του βάρους του, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων αντοχής των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο και **γ)** μια ζημιά που τυχόν θα προκληθεί σ' ένα μικρό τμήμα του, δεν θα πρέπει να έχει γενικότερη επίπτωση στη στερεότητα του συνόλου.

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους από κατασκευαστική πλευρά, στο σχήμα και τις διαστάσεις της βασικής τους μονάδας, τα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού και κάλυψης καθώς και στο σύστημα εξαερισμού.

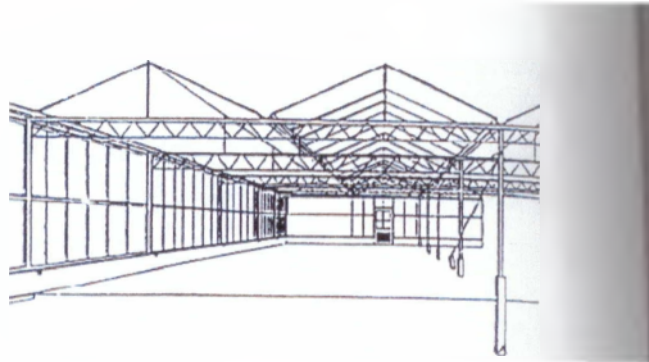
Το θερμοκήπιο έχει επιλεγεί για την καλλιέργεια με βάση το σχήμα το οποίο είναι αμφικλινές και πλεονεκτεί έναντι των τοξοτών στο ότι προσφέρει δυνατότητα για καλό παθητικό εξαερισμό οροφής και πλευρικό. Διευκολύνεται περισσότερο ο αυτοματισμός στα συστήματα παθητικού εξαερισμού, διότι αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα και επίπεδες επιφάνειες. Ακόμα τα διάφορα στοιχεία του σκελετού τους είναι σχετικά ομοιόμορφα και γι' αυτό τυποποιούνται εύκολα και είναι ευρύχωρα.

Η διάκριση των θερμοκηπίων σε σχέση με τις διαστάσεις της κατασκευαστικής μονάδας γίνεται ανάμεσα στα χαμηλά και υψηλά θερμοκήπια. Επιλέγουμε για την καλλιέργεια υψηλό θερμοκήπιο όπου η χαμηλή πλευρά του έχει ύψος 2,60μ και άνω.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου θερμοκηπίων είναι ότι : **α)** παρέχουν καλό παθητικό εξαερισμό, **β)** ικανοποιούν τις ανάγκες των περισσότερων καλλιεργειών από πλευράς χώρου και **γ)** είναι φωτεινότερα.

Τα αμφικλινή υψηλά θερμοκήπια μπορούν να διακριθούν σε θερμοκήπια υψηλής και χαμηλής οροφής. Στα υψηλής οροφής αμφικλινή θερμοκήπια η οροφή της κατασκευαστικής μονάδας δημιουργείται από δύο κεκλιμένες επιφάνειες. Έτσι αποκτούν χώρο μεγάλου όγκου. Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται διεθνώς με το όνομα wide span. Στα χαμηλής οροφής αμφικλινή θερμοκήπια η οροφή της κατασκευαστικής μονάδας δημιουργείται από δύο ζεύγη κεκλιμένων επιφανειών που

δημιουργούν μικρότερο όγκο θερμοκηπίου (Εικ.16). Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται διεθνώς με το όνομα venlo. Τα χαμηλής οροφής θερμοκήπια είναι πιο διαδεδομένα για την καλλιέργεια λαχανικών ενώ τα υψηλής οροφής για την καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών. Τα χαμηλής οροφής συγκριτικά με τα υψηλής οροφής θερμοκήπια έχουν μειωμένες απώλειες θερμότητας λόγω μικρότερου όγκου και είναι φθηνότερα. Παρόλα αυτά η κίνηση του αέρα μέσα σ' αυτά δυσχεραίνεται περισσότερο ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλης έκτασης θερμοκήπια και εντός αυτών καλλιεργούνται μεγάλου ύψους φυτά.



Εικ.16 Θερμοκήπιο με χαμηλή αμφικλινή οροφή (venlo type)

Στην δική μας περίπτωση διαλέγω το χαμηλής οροφής θερμοκήπιο αφού η καλλιέργειά μου μπορεί να αντεπεξέλθει λόγω της διάστασής της. Επίσης επιλέγω πολλαπλής γραμμής θερμοκήπιο (Εικ.17), το οποίο αποτελείται από απλά που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους στην πλευρά. Στην ένωση των πλευρών της οροφής των θερμοκηπίων κατασκευάζεται υδρορροή, απ' όπου απομακρύνεται το νερό της βροχής ή του λιωμένου χιονιού. Το κατασκευαστικό στοιχείο επομένως σ' αυτά τα θερμοκήπια επαναλαμβάνεται κατά μήκος και κατά πλάτος.



Εικ.17 Πολλαπλής γραμμής θερμοκήπιο μεγάλης έκτασης.

Τα παραπάνω θερμοκήπια έχουν μεγάλο συνεχόμενο χώρο, χρήσιμο στην εκμηχάνιση. Παρουσιάζουν οικονομία στη θέρμανση, διότι έχουν μικρότερη επιφάνεια καλύμματος ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους. Παρόλα αυτά όταν καλύπτουν μεγάλη συνεχόμενη έκταση δεν έχουν καλό παθητικό εξαερισμό, γι' αυτό σε θερμές περιοχές θα πρέπει να αποφεύγονται πολλαπλά θερμοκήπια πολύ μεγάλης έκτασης. Ακόμα πρέπει να αποφεύγεται σε περιοχές με μεγάλες χιονοπτώσεις γιατί συγκρατείται στην οροφή του μεγάλη ποσότητα χιονιού. Στην περίπτωση μας τέτοιου είδους προβλήματα δεν υπάρχουν λόγω του ότι η μελέτη μας αφορά την περιοχή της Αττικής όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι ήπιες.

Όσον αφορά το σκελετό του θερμοκηπίου επιλέγω ως υλικό στήριξης το αλουμίνιο λόγω του ότι παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μετάλλων και ξύλου). Είναι ανθεκτικό στην επιφανειακή διάβρωση και δεν έχει ανάγκη σχεδόν καθόλου συντήρησης. Οι διατομές των διαφόρων στοιχείων είναι μικρότερες, γεγονός που αν συνδυασθεί με το μικρό ειδικό βάρος, δίνει πολύ μικρού βάρους κατασκευή επομένως η κατασκευή αυτή απαιτεί επίσης μικρότερης διατομής φέροντα στοιχεία ή παρέχει την δυνατότητα χρησιμοποίησης λιγότερων τέτοιων στοιχείων. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια την μειωμένη σκίαση του θερμοκηπίου και την επίτευξη μεγαλύτερων ανοιγμάτων από στύλο σε στύλο. Τα διάφορα στοιχεία, επειδή διαμορφώνονται με εξώθηση, μπορούν να κατασκευασθούν σε πολύπλοκες διατομές, ικανές να δώσουν πολύ καλή στεγανότητα και αποκομιδή του νερού της συμπύκνωσης. Ακόμα προσφέρεται πολύ για την κατασκευή των ανοιγμάτων εξαερισμού γιατί δίνει ελαφρότερα πλαίσια που δεν δημιουργούν προβλήματα λειτουργίας.

Τέλος ως υλικό κάλυψης διαλέξαμε τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα τα οποία πλεονεκτούν λόγω της χαμηλής τους τιμής, του μικρού τους βάρους, της εύκολης προσαρμογής τους σε διάφορα τμήματα του σκελετού, της δυνατότητας που δίνουν για χρησιμοποίηση ελαφρότερου και φθηνότερου σκελετού και κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους της αρχικής επένδυσης που επιτυγχάνεται στο σύνολο του θερμοκηπίου.

2.4.5 Εσωτερικές κατασκευές

Τα περισσότερα λαχανοκομικά φυτά στην χώρα μας καλλιεργούνται απευθείας στο έδαφος του θερμοκηπίου. Στην υδροπονία όμως απαιτείται η κατασκευή κτιστών υπερυψωμένων λεκανών όπου εγκαθίσταται η καλλιέργεια. Η καλλιέργεια επίσης μπορεί να εγκατασταθεί απευθείας σε σάκους περλίτη ή σε γλάστρες αφού δημιουργηθεί το κατάλληλο αρδευτικό σύστημα.

Στο θερμοκήπιο μας εγκαταστήσαμε την καλλιέργεια της τομάτας σε κτιστές υπερυψωμένες λεκάνες διότι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ενώ τα φυτά δεν θα κινδυνεύουν σε περίπτωση τεχνικού προβλήματος στο αρδευτικό μας σύστημα.

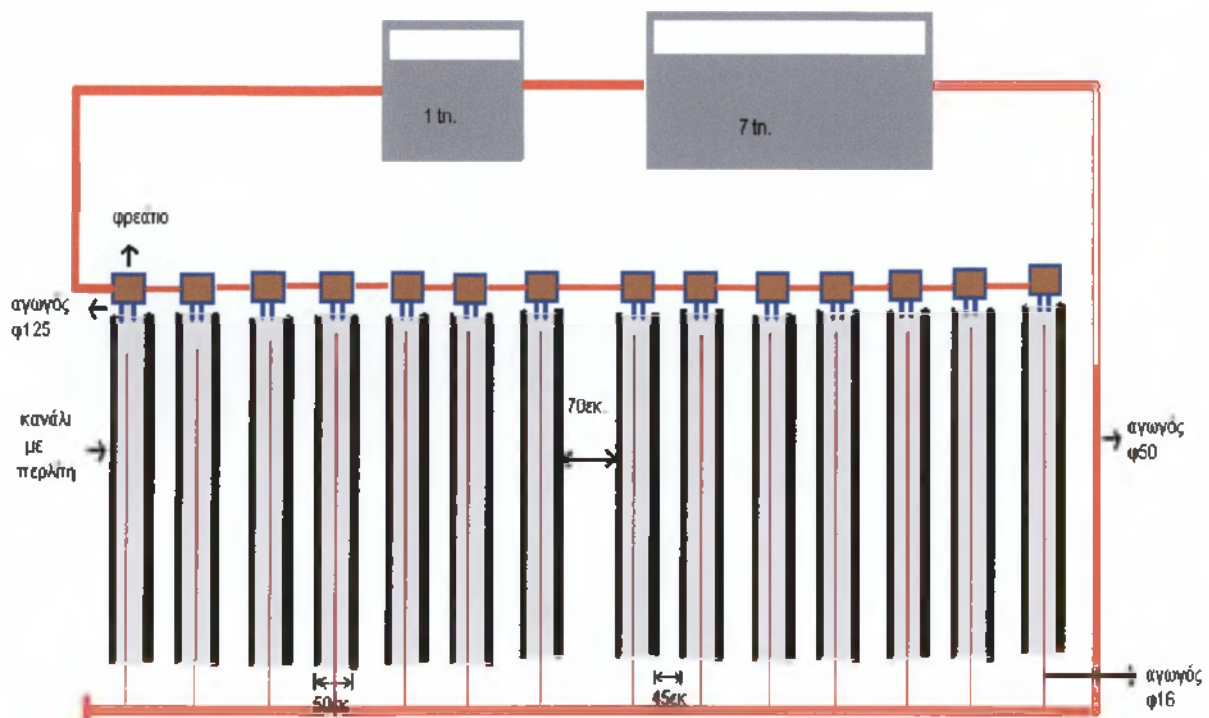
Δεδομένου ότι το θερμοκήπιο μας είναι ενός στρέμματος και έχει διαστάσεις 20μ x 50μ πλάτος και μήκος αντίστοιχα, δημιουργούμε δεκατέσσερις κτιστές λεκάνες οι οποίες εκτείνονται κατά μήκος και έχουν πλάτος εσωτερικά 50εκ. Η απόσταση της κάθε λεκάνης από την άλλη είναι 45εκ. ενώ ο κεντρικός διάδρομος που δημιουργείται είναι 70εκ. Από τα άκρα του θερμοκηπίου οι λεκάνες ξεκινούν στα 65εκ. Η κατασκευή τους γίνεται με τσιμεντόλιθους και το βάθος τους κυμαίνεται στα 20εκ.-30εκ. Κάτι ακόμα που λαμβάνουμε υπ' όψιν για την κατασκευή αυτών των κτιστών αυλακιών είναι η κλίση για καλή αποστράγγιση που ανέρχεται στα 6 εκ.

Μετά την κατασκευή των αυλακιών τοποθετήσαμε στο εσωτερικό τους φύλλο πλαστικού, διπλής όψεως, λευκό επάνω και μαύρο στην κάτω επιφάνεια και μετά γεμίσαμε με περλίτη. Το γέμισμα των αυλακιών γίνεται σταδιακά αφού πρέπει να ποτίζουμε τον περλίτη, να τον αφήνουμε για μια ημέρα ώστε να συμπιέζεται και μετά να προσθέτουμε περλίτη και να ξαναβρέχουμε.

Όταν σκεπάσαμε τα γεμάτα πλέον περλίτη αυλάκια με τις άκρες του νάilon που εξείχε από τα πλάγια, τα στεγανοποιήσαμε με ταινία απ' όλες τις πλευρές ώστε να έχουμε στα αυλάκια μας ένα επιμήκη ενιαίο σάκο από περλίτη. Στην άκρη των αυλακιών όπου θα γίνεται η στράγγιση, εκεί δηλαδή που θα καταλήγουν τα νερά του ποτίσματος, ανοίγουμε οπή στο νάilon και τοποθετούμε μέσα στον περλίτη αγωγό Φ125 ο οποίος έχει σήτα μπροστά ώστε να εμποδίζεται η έξοδος του περλίτη. Τους αγωγούς αυτούς τους γεμίζουμε στην συνέχεια με χαλίκι για τον ίδιο λόγο και τους συνδέουμε τον κάθε ένα σε ξεχωριστό φρεάτιο. Τα φρεάτια συνδέονται με αγωγούς, σε σειρά (Εικ.18) και βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Στο τελευταίο φρεάτιο υπάρχει σωλήνας που με ελαφριά κλίση καταλήγει σε δεξαμενή ενός τόνου που ονομάζεται δεξαμενή επιστροφών. Ακριβώς δίπλα της έχουμε την δεξαμενή του θρεπτικού

διαλύματος χωρητικότητας επτά τόνων. Από την δεξαμενή των επιστροφών με αντλία μεταφέρουμε το διάλυμα των επιστροφών στο θρεπτικό διάλυμα και αφού γίνουν οι κατάλληλες μετρήσεις και βελτιώσεις του διαλύματος, με την βοήθεια πιεστικού ποτίζουμε την καλλιέργεια.

Το αρδευτικό δίκτυο που έχουμε δημιουργήσει αποτελείται από σωληνώσεις που εκτείνονται περιμετρικά του θερμοκηπίου και διακλαδίζονται με σωλήνες $\Phi 16$ εξωτερικά πάνω στον περλίτη που έχουν τα αυλάκια. Δηλαδή έχουμε δεκατέσσερις σωλήνες $\Phi 16$ που διακλαδίζονται από την κεντρική, στο τέλος οι σωλήνες έχουν στοπ (δυόφθαλμο). Στις σωλήνες αυτές τοποθετούμε σταλάκτες ανά 30εκ.- 40εκ. όπου θα τοποθετήσουμε τα φυτά. Στις γωνίες του κεντρικού αγωγού υπάρχουν φίλτρα. Με το σύστημα αυτό το θρεπτικό διάλυμα που ποτίζουμε επιστρέφει στα φρεάτια, από εκεί στην δεξαμενή των επιστροφών στην συνέχεια στην δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος και πίσω πάλι στην καλλιέργεια.



Εικ.18 Σχεδιάγραμμα του αρδευτικού συστήματος της καλλιέργειας

Στις εσωτερικές κατασκευές ακόμα, του θερμοκηπίου μας ανήκουν και οι πάγκοι εργασίας όπου θα δημιουργήσουμε τα σπορόφυτά μας. Δεδομένου ότι η φύτευση στον περλίτη θα γίνεται ανά 35εκ. και το μήκος των καναλιών που διαθέτουμε γεμισμένα είναι 16μ. απαιτείται η προετοιμασία 640 σπορόφυτων και

πάνω σε περίπτωση που κατά την καλλιέργεια στο σπορείο καταστραφούν κάποια από αυτά. Πάνω σε σιδερένια τραπέζια λοιπόν τοποθετούμε παλλέτες 64 θέσεων όπου θα γίνει η φύτευση της τομάτας. Γεμίζουμε τις παλέτες με χώμα Compost και σπέρνουμε 2-3 σπόρους σε κάθε θέση. Αρκετές ημέρες μετά το φύτευμα αραιώνουμε τα φυτά αφήνοντας μόνο ένα, το πιο εύρωστο, σε κάθε θέση. Η κανονική υγρασία του εδάφους επιτυγχάνομενη με έγκαιρα ποτίσματα και διατήρηση της θερμοκρασίας του μεταξύ 16-25 °C παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχία φυτρώματος και ανάπτυξης των φυτών. Η κύρια πηγή ενέργειας για την θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία, όταν όμως είναι περιορισμένη και η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα, χρησιμοποιείται το σύστημα θέρμανσης. Κατά την διάρκεια της νύχτας, όλη η απαιτούμενη ενέργεια για την διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα προέρχεται από το σύστημα θέρμανσης το οποίο θα αναλύσουμε και παρακάτω.

2.4.6 Θρεπτικά διαλύματα

Τροφοδοσία

Στα συστήματα με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, το διάλυμα που τροφοδοτεί τα φυτά βρίσκεται σε μια δεξαμενή προστατευμένη στο εσωτερικό της από οξυάντοχο υλικό. Όσο μικρότερη είναι η δεξαμενή, τόσο συντομότερα πρέπει να ελέγχεται η σύνθεση του διαλύματος της δεξαμενής ή συχνότερα να απορρίπτεται και να αντικαθίσταται από νέο. Η δεξαμενή γεμίζει αυτόματα με νερό και η στάθμη της διατηρείται σταθερή με διακόπτη στάθμης.

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

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

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

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

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

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

Άρδευση

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

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

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

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

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

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

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

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

Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

Για την παρασκευή ενός θρεπτικού διαλύματος ακολουθούνται τα εξής βήματα:

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

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

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

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

Για τις κυριότερες καλλιέργειες έχουν συνταχθεί πίνακες που δίνουν τις επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα, τους οποίους αποκαλούμε <<συνταγές>>. Στους παρακάτω πίνακες (Πιν.β.α,β) παρατίθενται μερικές συνταγές.

Στις συνταγές συνηθίζεται οι επιθυμητές συγκεντρώσεις να δίνονται σε γραμμομόρια ανά λίτρο (mol l^{-1}). Στη συνέχεια θα δούμε ότι για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε πόσο λίπασμα να ρίξουμε στο νερό για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο να μετατραπούν τα mol l^{-1} σε μονάδες βάρους ανά μονάδα όγκου νερού, κιλά ή γραμμάρια ανά λίτρο για παράδειγμα. Γι' αυτή τη μετατροπή είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε το γραμμομοριακό βάρος μίας ένωσης ή

ενός στοιχείου. Για παράδειγμα η αμμωνία συμβολίζεται με NH_4 και αυτό σημαίνει ότι έχει ένα άτομο αζώτου και τέσσερα άτομα υδρογόνου. Γνωρίζοντας ότι το ατομικό βάρος του αζώτου ισούται με 14 και του υδρογόνου με 1 τότε το μοριακό βάρος της αμμωνίας θα είναι $14+3 \times 1=17$. Άρα το γραμμομόριο της αμμωνίας (NH_4) είναι 17 γραμμάρια.

Πιν.6.α) Επιθυμητές μέσες και οριακές τιμές στοιχείων στο ριζικό σύστημα της τομάτας

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδες	Μέση Τιμή	Ελάχιστο	Μεγιστο
Αγωγιμότητα	EC	mS cm^{-1}	2.5	2	3
Οξύτητα	pH	-	5.5	5	6
Αμμωνιακό άζωτο	NH_4^+	mmol l^{-1}	< 0,5	-	-
Κάλιο	K^+	mmol l^{-1}	5	4	7
Νάτριο	Na^+	mmol l^{-1}	<1	-	4
Ασβέστιο	Ca^{++}	mmol l^{-1}	5	4	7
Μαγνήσιο	Mg^{++}	mmol l^{-1}	2	1	3
Νιτρικό άζωτο	NO_3	mmol l^{-1}	9	5	-
Χλώριο	Cl^{-1}	mmol l^{-1}	<1	-	4
θειικά	SO_4	mmol l^{-1}	2	1	5
Ανθρακικό Οξύ	HCO_3	mmol l^{-1}	<1	-	1
Φωσφόρος	P	mmol l^{-1}	1	0.5	1,5
Σίδηρος	Fe	$\mu\text{mol l}^{-1}$	15	7	20
Μαγνήσιο	Mn	$\mu\text{mol l}^{-1}$	7	3	15
Ψευδάργυρος	Zn	$\mu\text{mol l}^{-1}$	5	3	10
Βόριο	B	$\mu\text{mol l}^{-1}$	40	20	70
Χαλκός	Cu	$\mu\text{mol l}^{-1}$	0.6	0.3	1

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

Πιν.6.β) Σύνθεση θρεπτικών διαλυμάτων για καλλιέργεια αγγουριού, τομάτας κ.α.

Στοιχείο	Περιεκτικότητα σε mmol Γ ⁻¹					
	Αγγούρι	Τομάτα	Μελιτζάνα	Φράουλα	Πιπεριά	Μαρούλι
Μακροστοιχεία						
NO ₃ ⁻	11.75	10.5	12.0	9.25	12.25	9.5
H ₂ PO ₄ ⁻	1.25	1.5	1.5	1.25	1.25	1.0
SO ₄ ⁻	1.0	2.5	1.0	1.0	1.0	0.5
H ₃ O ⁺	-	-	-	-	-	-
Στοιχείο Περιεκτικότητα σε mmol Γ ⁻¹	Αγγούρι	Τομάτα	Μελιτζάνα	Φράουλα	Πιπεριά	Μαρούλι
NH ₄ ⁺	0.5	0.5	0.5	0.5	-	0.5
K ⁺	5.5	7.0	6.0	4.5	6.5	5.0
Ca ⁺⁺	3.5	3.75	3.0	2.75	3.5	2.25
Mg ⁺⁺	1.0	1.0	1.5	1.0	1.25	0.75
Ιχνοστοιχεία σε mg/l			Ιχνοστοιχεία σε μmol Γ ⁻¹			
Fe	0,5	0,5	30	20	30	35
Mn	0,5	0,5	10	10	20	5
Zn	0,25	0,25	4.0	4	4	3
B	0,20	0,20	20	20	25	20
Cu	0,03	0,03	0.5	0.5	0.5	0.5

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994 και εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μία συνταγή η οποία υποδεικνύει να έχουμε στο διάλυμα 2,5 mmol l⁻¹ φωσφορικών, H₂PO₄⁻. Αυτό περιέχει δύο άτομα υδρογόνου ένα άτομο φωσφόρου και τέσσερα άτομα οξυγόνου. Το ένα γραμμομόριό του συνεπώς θα είναι 2x1+1x31+4x16=97 γραμμάρια και το ένα χιλιοστομόριο (mmol) 97χιλιοστόγραμμα (mg). Άρα τα 2,5 mmol θα αντιστοιχούν σε 2,5x97 mg =242,5 mg. Θα πρέπει συνεπώς να βρεθεί ο κατάλληλος συνδυασμός λιπασμάτων για να έχω τελικά 242,5 χιλιοστόγραμμα H₂PO₄⁻ για κάθε λίτρο διαλύματος.

Στη περίπτωση της υδροπονίας χρησιμοποιούνται σκευάσματα υδατοδιαλυτά και προτιμώνται τα λιπάσματα που περιέχουν μόνο ένα στοιχείο ή όσο το δυνατόν

λιγότερα στοιχεία. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται στοιχεία σύνθεσης για μερικά λιπάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υδροπονία (Πιν.7).

Πιν.7 Σύσταση εμπορικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία

Όνομασία	Χημικός Τύπος	Καθαρότητα	Σύσταση % κατά βάρος	Βιομηχανία παρασκευής ή εμπορικό όνομα
Νιτρική Αμμωνία	NH_4NO_3	0.335	50.0 % NO_3 50.0 % NH_4	Βιομηχανία Φωσφορικών Λιπασμάτων
Νιτρικό Ασβέστιο	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1.00	54.3 % Ca 65.0 % NO_3 1.1 % NH_4	Hydro
Νιτρικό Κάλιο	KNO_3	1.00	38.2 % K 13.5 % NO_3	Συνεταιριστική Βιομηχανία Λιπασμάτων
Νιτρικό Οξύ	HNO_3	0.65	100.0 % NO_3	Merck
Φωσφορικό Οξύ	H_3PO_4	0.85	100.0 % NH_4	Riedel de Haen

Όνομασία	Χημικός Τύπος	Καθαρότητα	Σύσταση % κατά βάρος	Βιομηχανία παρασκευής ή εμπορικό όνομα
Θεικό Κάλιο	K_2SO_4	1.00	41.0 % K 51.0 % SO_4	Λιπάσματα Βελεστίνο
Μονοφωσφορικό αμμώνιο	$\text{NH}_4 \text{H}_2\text{PO}_4$	1.00	12.0 % NH_4 86.7 % PO_4	Rhone Poulenc
Πεντοξείδιο του Φωσφόρου	P_2O_5	0.54	142.0 % PO_4	Greenphos-Greene
Θεικός Σίδηρος	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.195	20.0 % Fe 34.7 % SO_4	Melchemie Holland
Θεικός Ψευδάργυρος	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22	22.6 % Zn 33.4 % SO_4	W.D.S. Taiwan
Θεικός Χαλκός	CuSO_4	1.00	25.0 % Cu 51.0 % SO_4	
Χειλικός Σίδηρος	Fe-EDDHA	1.00	6.0 % Fe 17.0 % Cl 12.4 % K 3.0 % N	SequestreneO Ciba-Geigy S.A.
Οξείδιο του Καλίου	K_2O	1.00	43.6 % K 4.3 % N	Fertiriganti
Θεικό Μαγνήσιο	MgSO_4	0.49	4.4 % Mg 36.0 % SO_4	BITTERSACS
Μολυβδαινικό Νάτριο	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	40.0 % Mo	
Βόρακας	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1	11.0 % B	
Θεικό Μαγγάνιο	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1	32.0 % Mn	

ΠΗΓΗ: Διαδύκτιο <http://www.viasub.net/IUWF>

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων που θα προσθέσουμε στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων γίνεται σε δύο βήματα. Το πρώτο προσδιορίζονται οι ποσότητες λιπασμάτων που θα χρησιμοποιήσουμε για τα

μακροστοιχεία και στη συνέχεια υπολογίζονται τα ιχνοστοιχεία. Για τη βασική σύνθεση εισάγουμε πρώτα την σύνθεση του νερού που θα χρησιμοποιήσουμε και μετά προσθέτουμε τα λιπάσματα το ένα μετά το άλλο αρχίζοντας από το στοιχείο με τη μεγαλύτερη επιθυμητή συγκέντρωση και λαμβάνοντας υπόψη κάθε φορά που προσθέτουμε ένα λίπασμα πόσα μέρη προστίθενται στο διάλυμα από τα άλλα στοιχεία.

Μεταβολή των απαιτήσεων στις διάφορες φάσεις του φυτού

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

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

Αργότερα όταν αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα, προστίθεται μικρή ποσότητα NH_4 για να σταθεροποιηθεί καλύτερα το pH του θρεπτικού διαλύματος.

Κατά την καρποφορία επειδή συνήθως οι καρποί απορροφούν περισσότερο κάλιο από τους συνήθεις ιστούς, στην αρχή της καρποφορίας είναι χρήσιμο να αυξάνεται στο θρεπτικό διάλυμα η αναλογία του καλίου σε σχέση με το άζωτο.

Κατά το τέλος της παραγωγικής ζωής που έχει μειωθεί σημαντικά η ζωηρότητα των φυτών πρέπει να αυξάνεται λίγο η ποσότητα του αζώτου ώστε να βελτιωθεί η ζωηρότητα του φυτού.

Θρεπτικό διάλυμα στη ρίζα

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

Διορθώσεις του διαλύματος

Για τον υπολογισμό ενός θρεπτικού διαλύματος η βασική σύνθεση δίδεται σε mmol/lit και τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

KNO_3 , $MgSO_4$. Γνωρίζοντας το μοριακό βάρος μπορούμε πολύ εύκολα να μετατρέψουμε σε mg/l για ένα θρεπτικό διάλυμα ή για 100 φορές συμπυκνωμένο διάλυμα. Συχνά το θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να διορθώνεται ως προς την περιεκτικότητά του σε HCO_3^- , Ca^{++} και Mg^{++} , γιατί αυτά τα στοιχεία συνήθως περιέχονται στο νερό, όταν χρησιμοποιείται υπόγειο νερό για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων. Για την εξουδετέρωση του HCO_3^- προστίθενται ίσες ποσότητες H_3O^+ . Συνήθως όταν το νερό περιέχει HCO_3^- , περιέχει και ανάλογες ποσότητες Ca^{++} ή Mg^{++} και επομένως θα πρέπει να αφαιρεθούν οι ποσότητες αυτές από το βασικό διάλυμα.

Στον πίνακα 8 δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμού ενός θρεπτικού διαλύματος για την καλλιέργεια τομάτας. Στους υπολογισμούς έχει ληφθεί υπόψη ότι το νερό περιέχει 3 mmol HCO_3^- , 1 mmol Ca^{++} και 0,5 mmol Mg^{++} /l. Αν το νερό περιέχει SO_4^- , συχνά αφαιρείται μια ποσότητα $MgSO_4$

Πιν.8 Σχήμα για τον υπολογισμό θρεπτικού διαλύματος για νερό που περιέχει 3 mmol HCO_3^- , 1 mmol Ca^{++} και 0,5 mmol Mg^{++} /l

Βασική σύνθεση									
Λίπασμα	mol/l ⁻¹	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^-	H_3O^+	NH_4^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
		10,5	1,5	2,5	-	0,5	7,0	3,75	1,0
Διόρθωση									
					+3,0			-1,0	-0,5
Προσθήκη									
		10,5	1,5	2,5	3,0	0,5	7,0	2,75	0,5
H_3PO_4	1,5	-	1,5		1,5				
HNO_3	1,5	1,5			1,5				
NH_4NO_3	0,5	0,5				0,5			
$Ca(NO_3)_2$	2,75	5,5						2,75	
KNO_3	3,0	3,0					3,0		
K_2SO_4	2,0			2,0			4,0		
$MgSO_4$	0,5			0,5					0,5

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

Όταν η ανάλυση του διαλύματος στην περιοχή του ριζοστρώματος δείξει ότι η συγκέντρωση των στοιχείων διαφέρει από την επιθυμητή (π.χ. αυτή των ορίων που αναφέρεται στον πίνακα 6, τότε το διάλυμα θα πρέπει να διορθώνεται ανάλογα.

Στον παρακάτω πίνακα 10 δίνονται ορισμένες τιμές των στοιχείων του διαλύματος, για την περίπτωση της τομάτας, όταν απαιτείται υψηλότερη ή χαμηλότερη συγκέντρωση διαφόρων στοιχείων, με την βοήθεια του πίνακα 9(α,β).

Πιν.9 α) Συντελεστές μετατροπής οξέων και αλάτων από mmol/l στο θρεπτικό διάλυμα σε Kg/m³ σε 100 φορές συμπυκνωμένο διάλυμα.

A	HNO ₃ (47%)*		H ₂ PO ₄ (32%)**		KNO ₃		NH ₄ NO ₃		KH ₂ PO ₄	
	mmol/l	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0.5	8.5	6.9	13.2	10.6	5.1	4.0	6.8			
1	17.0	13.8	26.5	21.2	10.1	8.0	13.6			
1.5	25.5	20.8	39.7	31.8	15.2	12.0	20.4			
2	34.1	27.7	53.0	42.4	20.2	16.0	27.2			
2.5	42.6	34.6	66.2	53.0	25.3	20.0	34.0			
3	51.1	41.5	79.5	63.6	30.3	24.0	40.8			
3.5	59.6	48.5	92.7	74.2	35.4	28.0	47.6			
4	68.1	55.4	106.0	84.8	40.4	32.0	54.4			
4.5	76.6	62.3	119.2	95.4	45.5	36.0	61.2			
5	85.2	69.2	132.4	106.0	50.6	40.0	68.0			
5.5	93.7	76.2	145.7	116.6	55.6	44.0	74.9			
6	102.2	83.1	158.9	127.1	60.7	48.0	81.7			
6.5	110.7	90.0	172.2	137.8	65.7	52.0	88.5			
7	119.2	96.9	185.4	148.3	70.8	56.0	95.3			
7.5	127.7	103.8	198.7	159.0	75.8	60.0	102.1			
8	136.2	110.7	211.9	169.5	80.9	64.0	108.9			
8.5	144.8	117.7	225.2	180.2	85.9	68.0	115.7			
9	153.3	124.6	238.4	190.7	91.0	72.0	122.5			
9.5	161.8	131.5	251.7	211.9	101.1	80.0	136.1			

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

*Ειδικό βάρος 1,23 Kg/l

** Ειδικό βάρος 1,25 Kg/l

Πιν.9 β) Συντελεστές μετατροπής αλάτων από mmol/l στο θρεπτικό διάλυμα σε Kg/m³ σε 100 φορές συμπυκνωμένο διάλυμα.

A	Ca(NO ₃) ₂	Mg(NO ₃) ₂	K ₂ SO ₄	MgSO ₄
	(15.5% N)	6 H ₂ O	kg	7H ₂ O
mmol	kg	kg	kg	kg
0.25	4.5	6.4	4.4	6.2
0.50	9.0	12.8	8.7	12.3
0.75	13.6	19.2	13.1	18.5
1.00	18.1	25.6	17.4	24.6
1.25	22.6	32.0	21.8	30.8
1.50	27.2	38.4	26.1	37.0
1.75	31.7	44.9	30.5	43.1
2.00	36.2	51.3	34.9	49.3
2.25	40.7	57.7	39.2	55.4
2.50	45.2	64.1	43.6	61.6
2.75	49.8	70.5	47.9	67.8
3.00	54.3	76.9	52.3	73.9
3.25	58.8	83.3	56.6	80.1
3.50	63.4	89.7	61.0	86.2
3.75	67.9	96.1	65.4	92.4
4.00	72.4	102.5	69.7	98.6
4.25	76.9	108.9	74.1	104.7
4.50	81.4	115.3	78.4	110.9
4.75	86.0	121.7	82.8	117.0
5.00	90.5	128.2	87.2	123.2

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

Συνήθως δεν συνιστάται η εφαρμογή διορθωμένων διαλυμάτων για πάνω από δύο εβδομάδες. Εξαιρέση γίνεται για το διάλυμα Β που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για 4-6 εβδομάδες, ιδιαίτερα όταν αναπτύσσονται τα φυτά το χειμώνα, μέχρι την εμφάνιση των πρώτων καρπών.

Μια δεύτερη εξαίρεση είναι το διάλυμα F με αυξημένο άζωτο και κάλιο. Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται προς το τέλος της καλλιέργειας.

Πιν.10 Διορθωμένα θρεπτικά διαλύματα σε mmol/l

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
NO ₃ ⁻	10.5	13.5	12.5	10.5	10.5	13.5	11.0	10.5	10.5	10.5
H ₂ PO ₄ ⁻	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	2.0	1.5	1.5
SO ₄ ⁻	2.5	2.5	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.25	2.25	2.75
NH ₄ ⁺	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
K ⁺	7.0	7.0	7.0	6.0	8.0	9.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Ca ⁺⁺	3.75	5.25	3.75	3.75	3.25	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Mg ⁺⁺	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.75	1.25

ΠΗΓΗ: Μαυρογιαννόπουλος 1994

- Βασική σύνθεση θρεπτικού διαλύματος της τομάτας σε 1m³ νερό.
- Αυξημένο άζωτο και ασβέστιο. Το Β διάλυμα γίνεται με την προσθήκη 27,2 kg νιτρικού ασβεστίου στο βασικό διάλυμα Α.
- Αυξημένο άζωτο. Το C διάλυμα γίνεται με την προσθήκη 20,2 kg νιτρικού καλίου και την αφαίρεση 17.4 κιλών θειϊκού καλίου από το βασικό διάλυμα.
- Μειωμένο κάλιο. Το D διάλυμα περιέχει 8,7 kg λιγότερο θειϊκό κάλιο από το βασικό διάλυμα.
- Αυξημένο κάλιο. Το E διάλυμα περιέχει 10,1 kg περισσότερο νιτρικό κάλιο και 9 kg λιγότερο νιτρικό ασβέστιο από το βασικό διάλυμα.
- Αυξημένο άζωτο και κάλιο. Το F διάλυμα περιέχει 30.3 kg περισσότερο νιτρικό κάλιο και 8,7 kg λιγότερο θειϊκό κάλιο από το βασικό διάλυμα.
- Μειωμένος φώσφορος. Το G διάλυμα περιέχει 6,8 kg μονοφωσφορικό κάλιο λιγότερο και 5,1 kg νιτρικό κάλιο περισσότερο. Αν η σύνθεση δεν περιλαμβάνει μονοφωσφορικό κάλιο αλλά φωσφορικό οξύ τότε περιλαμβάνει 13,2 kg (10,6lt) λιγότερο φωσφορικό οξύ από το βασικό διάλυμα και 8.5 kg (6,9lt) περισσότερο νιτρικό οξύ.
- Αυξημένος φώσφορος. Το διάλυμα H περιέχει 6,9 kg μονοφωσφορικό κάλιο περισσότερο του βασικού διαλύματος και 4.4 kg λιγότερο θειϊκό κάλιο.

- I. Μειωμένο μαγνήσιο. Το διάλυμα I περιέχει 6,2 kg λιγότερη μαγνησία από ό,τι το βασικό διάλυμα.
- K. Αυξημένο μαγνήσιο. Το διάλυμα K περιέχει 6,2 kg περισσότερη μαγνησία από το βασικό διάλυμα.

Οι μεταβολές στα ιχνοστοιχεία επιτυγχάνονται με την αύξηση ή μείωση κατά 25 % των αντίστοιχων στοιχείων.

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Στις υδροπονικές καλλιέργειες οι καλλιεργητικές φροντίδες αφορούν τις διάφορες περιποιήσεις που δέχεται το φυτό προκειμένου να έχει σωστή ανάπτυξη και κατά συνέπεια υψηλή παραγωγή. Στις φροντίδες αυτές περιλαμβάνεται η υποστύλωση των φυτών η οποία είναι απαραίτητη στις αναρριχώμενες ή ημιαναρριχώμενες ποικιλίες, είτε κλαδεύονται ως μονοστέλεχες είτε ως διστέλεχες. Χρησιμοποιούνται ξύλινοι πάσσαλοι, γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο σύρμα, σπάγκος, ράφια, μεταλλικά ή πλαστικά κλιπς, άγκιστρα κ.α. ώστε τα φυτά να υποστυλώνονται και να δένονται από την οροφή, για να μην έρπουν στο έδαφος. Στην καλλιέργειά μας λοιπόν δένουμε τα τοματόφυτα από την οροφή με σπάγκο και αφαιρούμε τους πλευρικούς βλαστούς, ενώ τυλίγουμε τα φυτά στο σπάγκο στήριξης προσέχοντας ώστε το επάκριο μερίστωμα των φυτών να μην υπερβαίνει σε ύψος το σύρμα στήριξης του σπάγκου. Αυτό επιτυγχάνεται με το χαμήλωμα και το γύρισμα των φυτών. Πριν το χαμήλωμα των φυτών γίνεται αφαίρεση των χαμηλών φύλλων, ώστε τα φυτά να διατηρούν φύλλα μέχρι την ταξικαρπία που πρόκειται να συλλεγθεί. Έτσι διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου και αποφεύγεται η ανάπτυξη ασθενειών, επίσης διευκολύνεται και η συλλογή των καρπών. Καλλιεργητικές φροντίδες επίσης αποτελούν το κλάδεμα και οι επεμβάσεις φυτοπροστασίας. Η άρδευση και η λίπανση είναι καλλιεργητικές τεχνικές μείζονος σημασίας για την υδροπονία οι οποίες έχουν αναφερθεί παραπάνω και δεν τις εξετάζουμε σ' αυτό το κεφάλαιο. Η γονιμοποίηση των ανθέων είναι ουσιώδους σημασίας για το μέγεθος της παραγωγής, αλλά και την ποιότητα των καρπών. Την περίοδο του χειμώνα και όταν η ένταση του φωτός είναι μικρή, είναι απαραίτητο να γίνεται προσεκτική δόνηση των ανθοταξιών με ηλεκτρικό δονητή τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα στην καλλιέργειά μας. Την περίοδο αυτή όταν εμφανιστούν ηλιόλουστες μέρες, γίνεται δόνηση πέραν των προγραμματισμένων. Όταν το φως

είναι επαρκές αραιώνουν οι δονήσεις, ενώ η χρησιμοποίηση εντόμων, όπως οι Bumble Bees (μέλισσες) για γονιμοποίηση, δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα στα υβρίδια Ζαπάτα της καλλιέργειας μας, στα θερμαινόμενα θερμοκήπια και το χειμώνα και μετά.

2.5.1 Κλάδεμα

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

Πιο αναλυτικά το κλάδεμα θεωρείται απαραίτητο για τους εξής λόγους :

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

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

α) Αφαίρεση βλαστών . Αν η τομάτα αφεθεί να αναπτυχθεί τελείως φυσικά χωρίς να κλαδευτεί θα λάβει θαμνώδη μορφή, με συνέπεια το ύψος της να μην αυξηθεί σημαντικά λόγω των πολλών πλάγιων βλαστών 1^{ης},2^{ης} και 3^{ης} τάξεως που

θα σχηματισθούν. Τέτοια φυτά όμως δεν είναι παραγωγικά και σχηματίζουν πολλούς μικρούς καρπούς κακής ποιότητας. Γι' αυτό οι πλάγιοι βλαστοί αφαιρούνται με στόχο τα φυτά να αναπτυχθούν κατακόρυφα και να φέρουν μόνο έναν ή δυο άξονες αύξησης (στελέχη). Οι αφαιρούμενοι πλάγιοι βλαστοί προέρχονται από οφθαλμούς που φέρονται στις μασχάλες των φύλλων.

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

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

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

Μερικές φορές, κάποιοι πλάγιοι βλαστοί δεν αφαιρούνται αλλά αφήνονται να αναπτυχθούν σε ορισμένο μήκος και στη συνέχεια συντέμνονται (κορυφολογούνται). Ο σκοπός αυτής της μεταχείρισης είναι απλώς η αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του

φυτού, διατηρώντας όμως αμετάβλητο το σχήμα διαμόρφωσης και τον αριθμό των κορυφών αύξησής του.

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

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

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

Ο έλεγχος της καρποφορίας μπορεί να γίνει στο στάδιο του άνθους με αποκοπή και απομάκρυνση του ακραίου μέρους της ταξιανθίας. Συνήθως όμως το

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

2.5.2 Περιβάλλον

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

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

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

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

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

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

Γενικά η θερμοκρασία ημέρας επιδιώκεται να είναι 20-26⁰C, ενώ η θερμοκρασία νύχτας 12-16⁰C .

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

2.6 Φυτοπροστασία

Στην παράγραφο αυτή θα ασχοληθούμε με έντομα, ακάρεα, μυκητολογικές-βακτηριολογικές-ιολογικές ασθένειες και άλλες μη παρασιτικές ασθένειες που προσβάλουν την θερμοκηπιακή τομάτα. Οι προσβολές αυτές αφορούν και την υδροπονία αφού η καλλιέργεια μας εγκαθίσταται σε σπορείο όπου είναι πιθανή η ανάπτυξη πολλών από τις παραπάνω ασθένειες. Ενώ και στον χώρο του θερμοκηπίου μας είναι πιθανόν να αναπτυχθούν εστίες μόλυνσεως για τα φυτά μας από διάφορα υπολείμματα και άλλες πηγές. Λόγω της μη ύπαρξης εδάφους στην καλλιέργειάς μας δεν έχουμε ανάπτυξη νηματωδών οι οποίοι ακόμα και σε περίπτωση προσβολής του ριζικού συστήματος των τοματόφυτων στο σπορείο δεν μπορούν να έχουν εξέλιξη στον περλίτη

2.6.1 Εντομολογικοί εχθροί της τομάτας

Θρίπες

Frankliniella occidentalis (θρίπας της Καλιφόρνιας)

Thrips tabaci (θρίπας του καπνού)

Αποτελούν το μεγαλύτερο εντομολογικό πρόβλημα. Μειώνουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή σε μεγάλο βαθμό έως και ολοκληρωτικά. Ακόμη είναι φορείς ορισμένων σοβαρών ιώσεων.

Εναποθέτουν τα αυγά τους στα φύλλα, στα πέταλα των λουλουδιών και σε τρυφερά τμήματα του στελέχους. Οι προνύμφες απομυζούν την κάτω επιφάνεια των φύλλων και όλα τα εναέρια μέρη του φυτού. Τα ακμαία προκαλούν χαρακτηριστικό ασημογκρίζο μεταχρωματισμό στα φύλλα. Σε σοβαρές περιπτώσεις προσβάλλονται και οι μικροί καρποί οι οποίοι αργότερα παρουσιάζουν εσχάρωση και παραμόρφωση.

Οι πρώτες προσβολές στα θερμοκήπια παρατηρούνται στα ζεστά μέρη, κοντά στα συστήματα θέρμανσης.

Η καταπολέμηση στα θερμοκήπια γίνεται με μαζική παγίδευση αφού η χρήση εντομοκτόνων δεν είναι αποτελεσματική. Χρησιμοποιούνται μπλε παγίδες επιφάνειας 15 μ²/στρ. ή διπλής όψεως οι οποίες τοποθετούνται σε ύψος 40 εκ. από το έδαφος και από την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου.

Μείωση της προσβολής δίνουν και τα εξής μέτρα:

Η χρήση διασυστηματικών εντομοκτόνων εδάφους στα φυτοχώματα των σπορειών, η τήρηση κανόνων καθαριότητας, η καταστροφή των ζιζανίων στον περιβάλλοντα χώρο και ο ψεκασμός των κατασκευών στο θερμοκήπιο πριν την έναρξη της καλλιέργειας, με διάλυμα φορμόλης 2%.

Αλευρώδεις

Trialeurodes vaporariorum (αλευρώδης θερμοκηπίων)
Bemisia tabaci (αλευρώδης του καπνού)

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

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

Η οικονομικά αποδεκτή πυκνότητα του αλευρώδη στην τομάτα θεωρείται εκείνη των 20 νυμφών 4^{ου} σταδίου ανά τετραγωνικό μέτρο.

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

Η καταπολέμηση γίνεται με την τήρηση κανόνων καθαριότητας, καταστροφή των ζιζανίων στον περιβάλλοντα χώρο και χρήση εντομολογικού δικτύου στα θερμοκήπια και ιδιαίτερα στα σπορεία.

Η χημική καταπολέμηση γίνεται στην έναρξη της προσβολής με εντομοκτόνα, 2-3 ψεκασμοί ανά δεκαήμερο. Αν υπάρχουν τέλεια έντομα πρέπει να χρησιμοποιείται μαζί με ένα ακμαιοκτόνο.

Λιριόμυζα (Υπονομευτές)

Liriomyza bryoniae, *L. trifoliae*, *L. huidobrensis*

Είναι μικρές μυίγες μήκους περίπου 2 χλ. με μεγάλη κινητικότητα. Διαχειμάζουν σαν νύμφες στο έδαφος, γι' αυτό και οι πρώτες προσβολές αρχίζουν από τα κατώτερα φύλλα, ενώ στις επόμενες γενεές νυμφώνονται και στα φύλλα.

Ανοίγουν χαρακτηριστικές στοές στα φύλλα ενώ στην κάτω επιφάνεια τα θηλυκά δημιουργούν στρογγυλές διατροφικές κηλίδες ή οβάλ διατροφικές κηλίδες ωθοεσίας από τις οποίες τρέφονται και τα αρσενικά. Οι κηλίδες αυτές μπορεί να προκαλέσουν έμμεσες ζημιές γιατί αποτελούν πηγή εισόδου για μύκητες ή βακτήρια. Μπορούν ακόμα να μεταφέρουν ιούς.

Η καταπολέμηση γίνεται προληπτικά με άμεση αφαίρεση των φύλλων όταν η προσβολή είναι στο αρχικό της στάδιο, απολύμανση του εδάφους για θανάτωση των νυμφών και χρήση εντομοκτόνων εδάφους-φυλλώματος στα φυτοχώματα των σπορείων.

Αφίδες

Myzus persicae (πράσινη αφίδα της ροδακινιάς),
Macrosiphum euphorbiae (ροζ αφίδα της πατάτας)

Οι παραπάνω αφίδες έχουν ίδιο βιολογικό κύκλο. Διαχειμάζουν υπό την μορφή χειμέριου αυγού από το οποίο προκύπτει η θεμελιωτική γενεά την άνοιξη. Ακολουθούν 2-3 παρθενογενετικές άπτερες γενεές. Στο τέλος Μαΐου εμφανίζονται πτερωτά παρθενογενετικά άτομα, τα οποία μεταναστεύουν και σε άλλα φυτά – ξενιστές διαφόρων οικογενειών.

Οι αφίδες προσβάλουν την τρυφερή βλάστηση την οποία εξασθενίζουν με τα συνεχή νύγματα τους και την απομύζηση θρεπτικών στοιχείων. Τα φύλλα κατασρώνουν και πέφτουν. Η αφίδες επιπλέον μεταφέρουν ιώσεις ενώ παράλληλα δημιουργούν καπνιά.

Η αντιμετώπιση γίνεται με χρήση εντομοκτόνων εδάφους στα φυτοχώματα, χρήση κίτρινων παγίδων, αφαίρεση προσβεβλημένων βλαστών στην αρχή ,κλάδεμα φυτών κ.α..

Κάμπιες

Heliothis armigera (πράσινο σκουλήκι)
Spodoptera littoralis (αιγυπτιακό σκουλήκι)

Τα παραπάνω έντομα έχουν παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά και ανάλογο βιολογικό κύκλο. Ορισμένα χαρακτηριστικά του βιολογικού τους κύκλου είναι ότι ωτοκοούν σε όλα τα τμήματα του φυτού τόσο των καλλιεργούμενων όσο και των ζιζανίων. Νυμφώνονται στο έδαφος όπου και διαχειμάζουν σαν νύμφες. Έχουν έντονη δραστηριότητα την νύχτα. Τα θηλυκά γεννούν περισσότερα από 1000 αυγά το καθένα. Προσβάλουν καρπούς, βλαστούς, και φύλλα. Ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί 25-50 μέρες. Το πράσινο σκουλήκι έχει 3-4 γενεές ενώ το αιγυπτιακό τουλάχιστο 5 γενεές.

Η αντιμετώπιση γίνεται με κοκκώδη εντομοκτόνα εδάφους και χρήση φωτοπαγίδων τη νύχτα.

Βρωμούσες

Nezara viridula κ.α.

Οι προνύμφες των τελευταίων σταδίων και τα ακμαία τσιμπούν τους καρπούς προκαλώντας σ' αυτούς νεκρωτικές κηλίδες. Αποτέλεσμα αυτών είναι οι άγουροι πράσινοι καρποί να μένουν υπανάπτυκτοι και οι ώριμοι να παρουσιάζουν έντονους μεταχρωματισμούς και να έχουν δυσάρεστη γεύση χάνοντας κάθε εμπορική αξία.

Οι βρωμούσες προκαλούν και έμμεση ζημιά επειδή μεταφέρουν διάφορα παθογόνα π.χ. (βακτηριακή κηλίδωση) κ.ά. Έχουν δύο γενεές το χρόνο, ωτοκοούν το Μάιο και τον Αύγουστο, ενώ περνάει από πέντε προνυμφικά στάδια και τα ακμαία εμφανίζονται τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο.

Η αντιμετώπιση γίνεται με καταστροφή των ζιζανίων και άλλων φυτών ξενιστών και με χημική καταπολέμηση, όπου υπάρχει πρόβλημα με πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα.

2.6.2 Ακάρεα που προσβάλουν την τομάτα

Μεταξύ των ζωικών εχθρών που προσβάλλουν την τομάτα είναι τα ακάρεα και ιδιαίτερα τα είδη *Tetranychus urticae* της οικογένειας *Tetranychidae* και *Aculus lycopersici* της οικογένειας *Eriophyidae* αποτελούν τους πλέον επιζήμιους εχθρούς. Οι προσβολές τους μπορούν να επιφέρουν αλλοίωση στα φύλλα και στους καρπούς

και αν δεν ληφθούν «σωστά» μέτρα προστασίας, η καλλιέργεια μπορεί να φτάσει μέχρι καθολική ξήρανση και την τέλεια καταστροφή. Αυτό οι παραγωγοί μας το γνωρίζουν καλά, ιδιαίτερα κατά την περίοδο του καλοκαιριού, όπου οι πληθυσμοί δύνανται να φτάσουν σε μεγάλα ύψη λόγω των ιδανικών συνθηκών υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας.

Ο πράσινος τετράνυχος

Ο τετράνυχος *T. urticae*, γνωστός στους παραγωγούς ως «πράσινος τετράνυχος», στην χώρα μας θεωρείται ένα από τα πρώτα είδη που διαπιστώθηκε πριν από πολλά χρόνια και όπως αναφέρεται πιο πάνω μπορεί να αποβεί πολύ επιζήμιος στην γεωργία με σημαντικές επιπτώσεις.

Το ακμαίο θηλυκό άτομο έχει μήκος μόλις 0,5 χιλ. δύσκολα ξεχωρίζει με γυμνό μάτι και έχει χρώμα πρασινοκίτρινο με μια ταινία ανοικτότερου χρώματος στη μέση και δύο σκοτεινόχροες κηλίδες στα πλευρικά μέρη του ιδιοσώματός του. Τα θηλυκά άτομα το φθινόπωρο μεταβάλλουν το χρώμα τους σε πορτοκαλόχρουν μέχρι και ερυθρό, χωρίς να χάνουν τις δύο σκοτεινόχροες κηλίδες. Τα ωά είναι μικρά, σφαιρικά, λεία χωρίς μίσχο και μοιάζουν με μικρά μαργαριτάρια τα οποία με την ωρίμανση του εμβρύου γίνονται ροδόχροα.

Η βιοοικολογία του έχει ως εξής:

Την άνοιξη με την άνοδο της θερμοκρασίας τα ακμαία, που διαχείμασαν σε διάπαυση σε διάφορα προφυλαγμένα σημεία, δραστηριοποιούνται και ωτοκοούν. Ο αριθμός των αυγών κυμαίνεται από 90-110 κατ' άτομο. Έχει 5-8 γενεές το χρόνο ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την ύπαρξη κατάλληλου ξενιστή. Η διάρκεια κάθε γενεάς είναι σύντομη 10-25 ημέρες.

Ο *T. urticae* διατρέφεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων κοντά στην κεντρική νεύρωση και στα σημεία διακλάδωσης των νεύρων, όπου και ωτοκεύ. Στα σημεία αυτά κατασκευάζουν αραιό μετάξινο ιστό και τα φύλλα εμφανίζουν κίτρινες κηλίδες.

Εκτός από τα φύλλα προσβάλλονται και οι καρποί, στους οποίους σχηματίζονται κηλίδες που κατά την ωρίμανση έχουν σκούρο χρώμα και μπορεί να καλύψουν μεγάλο τμήμα του καρπού.

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

Σημαντική συμβολή στην καταπολέμησή τους μπορεί να έχουν οι φυσικοί εχθροί τους που είναι αρπακτικά ακάρεα της οικογένειας *Phytoseiidae*, κολεόπτερα της οικογένειας *Coccinellidae* και το νευρόπτερο *Chrysopa carnea*.

Οι χημικές επεμβάσεις γίνονται εφόσον διαπιστωθεί στο 10% τουλάχιστον των φύλλων με ειδικά ακαρεοκτόνα. Συνιστάται να γίνεται συνδυασμός ενός ωοκτόνου με προνυμφοκτόνο-ακμαιοκτόνο.

Το άκαρι της τομάτας

Το είδος αυτό (*Aculus lycopersici*) σημειώθηκε για πρώτη φορά στην χώρα μας το 1964 σήμερα θεωρείται ένας από τους σοβαρότερους εχθρούς της υπαίθρια και θερμοκηπιακής τομάτας. Είναι γνωστό ως "rust mite" της τομάτας και δύναται να προσβάλλει και άλλα είδη της οικογένειας *Solanaceae* όπως η πιπεριά, η μελιτζάνα, η πατάτα κ.ά.

Οι καλύτερες συνθήκες ανάπτυξής αυτού του είδους είναι θερμοκρασία 26,5 °C και η σχετική υγρασία 30-45%. Στις συνθήκες αυτές ο βιολογικός του κύκλος ολοκληρώνεται μέσα σε 6-7 ημέρες. Το κάθε θηλυκό άτομο δύναται να γεννήσει 50-60 ωά, ενώ το φως και η φωτοπερίοδος επιδρούν ελάχιστα στην ανάπτυξή του.

Τα ακάρεα αυτά ζουν και τρέφονται κυρίως πάνω στα στελέχη, στους μίσχους και στα φύλλα των φυτών της τομάτας προκαλώντας υπόφαιες κηλίδες, συστροφή των μίσχων και των φύλλων (άνω και κάτω επιφάνεια), ενώ τα φυτά αποκτούν μια στιλπνή όψη μαρασμού. Όταν η προσβολή είναι μεγάλη, οι υπόφαιες κηλίδες γίνονται νεκρωτικές με αποτέλεσμα το φυτό να ξεραίνεται. Τα άνθη όταν προσβάλλονται δεν δίνουν καρπούς και οι προσβεβλημένοι καρποί αποκτούν μια υπόφαια όψη, δεν αναπτύσσονται σωστά και δεν ωριμάζουν.

Η αντιμετώπιση των προσβολών γίνεται με την χρήση ακαρεοκτόνων.

2.6.3 Μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας

Αδρομυκώσεις

Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici
Verticillium dahliae

Πρόκειται για καταστροφικές ασθένειες που προκαλούν σοβαρές ζημιές σε πολλές καλλιέργειες χωρίς να θεραπεύονται

Τα παθογόνα φουζάριο, βερτισιλλίου, που προκαλούν τις ασθένειες αυτές ζουν στο έδαφος και εγκαθίστανται στα αγγεία του ξύλου των φυτών παρεμποδίζοντας την κυκλοφορία του νερού, με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι καχεκτικά ή να παθαίνουν αποπληξία και να ξηραίνονται. Η διάγνωση των ασθενειών αυτών είναι δύσκολη λόγω του ότι πολλά άλλα παθογόνα προκαλούν παρόμοια συμπτώματα. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η εργαστηριακή εξέταση για την επιβεβαίωση της διάγνωσης.

Τα συμπτώματα των ασθενειών στα αρχικά στάδια είναι μαρασμός ή μεταχρωματισμός του μισού φύλου, μεσονεύριες χλωρώσεις στα κατώτερα φύλα και καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου σε τομή του στελέχους που μπορεί να φτάσει από τη ρίζα μέχρι και τον καρπό (Εικ.19).

Τα παθογόνα μεταδίδονται με το έδαφος, με το σπόρο, τα μολυσμένα φυτάρια. Η μόλυνση γίνεται από το ριζικό σύστημα και ευνοείται από πληγές του. Στη περίπτωση του βερτισιλλίου η μόλυνση είναι δυνατή και από τα φύλα. Η θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα είναι σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη της ασθένειας. Η έλλειψη ασβεστίου ή καλίου, η περίσσεια αζώτου, η μικρή φωτοπερίοδος και η έλλειψη φωτισμού καθιστούν τα φυτά πιο ευαίσθητα στις αδρομυκώσεις.

Για την αντιμετώπιση συνιστάται απολύμανση του εδάφους στα θερμοκήπια με ατμό, βρωμιούχο μεθύλιο ή ηλιοαπολύμανση, η χρήση ανθεκτικών υβριδίων τομάτας και η ισορροπημένη λίπανση κατά προτίμηση νιτρικών έναντι των αμμωνιακών.



Εικ.19 Καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων στελέχους τομάτας λόγω προσβολής από *Verticillium dahliae*

Αλτερναρίωση

Alternaria alternata f.sp. *lycopersici*

Alternaria solani

Τα παθογόνα είναι παράσιτα αδυναμίας γι' αυτό και σε εύρωστες καλλιέργειες η ασθένεια είναι ασήμαντη. Το πρώτο είδος (*A. alternata*) προσβάλλει το λαιμό και το στέλεχος στα οποία προκαλεί το σχηματισμό ελκών. Δεν αποτελεί πλέον πρόβλημα γιατί όλα τα καλλιεργούμενα υβρίδια τομάτας είναι ανθεκτικά. Το δεύτερο είδος (*A. solani*) προσβάλλει τα μέρη του φυτού της τομάτας, σε όλα τα στάδια (Εικ.20).



Εικ.20 Προσβολή *A. solani* σε καρπό και φύλλα τομάτας

Πηγές μόλυνσεως είναι το έδαφος ο μολυσμένος σπόρος, τα ζιζάνια ξενιστές και οι γειτονικές προσβεβλημένες καλλιέργειες. Η μόλυνση των φυτών γίνεται με σπόρια του μύκητα (κονίδια) που μεταφέρονται με τον άνεμο, την βροχή, τα καλλιεργητικά εργαλεία και το νερό ποτίσματος. Τα κονίδια ελευθερώνονται με ξηρό καιρό. Για την μόλυνση των φυτών, αυτά πρέπει να είναι βρεγμένα, γι' αυτό η ασθένεια ευνοείται με υγρό καιρό (μετά από βροχόπτωση).

Για την αντιμετώπιση συνιστάται η χρήση υγιούς σπόρου και υγιών φυταρίων, η χρήση ανθεκτικών υβριδίων, η βελτίωση της εδαφικής γονιμότητας και η εφαρμογή ισορροπημένης λίπανσης για την καλή ευρωστία των φυτών και η χημική αντιμετώπιση με διθειοκαρβαμιδικά, Ντακονίλ, Εουπαρέν και άλλα κατάλληλα μυκητοκτόνα.

Βοτρύτης ή τεφρά σήψη*Botrytis cinerea*

Προσβάλλει πολλά κηπευτικά και άλλες καλλιέργειες. Είναι κυρίως ασθένεια των θερμοκηπίων. Προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, σ' όλα τα στάδια ενώ προκαλεί και μετασυλλεκτικές σήψεις.

Στο στέλεχος προκαλεί μαλάκωμα και υδαρότητα των ιστών, σε οποιοδήποτε ύψος από το έδαφος. Στη συνέχεια η προσβεβλημένοι ιστοί συρρικνώνονται, νεκρώνονται και καλύπτονται από τη χαρακτηριστική πυκνή γκρι εξάνθηση. Η προσβολή στο λαιμό ή το στέλεχος εξελίσσεται κυκλικά και το φυτό ξηραίνεται (Εικ.21α).

Στα φύλλα και στις πληγές του βλαστού έχουμε κηλίδες παρόμοιες με εκείνες της αλτερναρίωσης αλλά διαφορετικού χρωματισμού. Στους καρπούς η προσβολή αρχίζει από τα σέπαλα και μέσω αυτών προχωρεί στον καρπό προκαλώντας μαλάκωμα, υδαρότητα, πλούσια εξάνθηση (Εικ.21β). Πολλές φορές η σήψη αρχίζει από το κάτω μέρος του καρπού όταν προηγείται αισθητή η ανεπαίσθητη νέκρωση του σημείου αυτού από διάφορα αίτια (χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, “ξηρή κορυφή”, χρήση ορμόνης, φυτοτοξικότητες κ.ά.).

Στους καρπούς η προσβολή μπορεί να εκδηλωθεί και με την μορφή κηλίδων “φάντασμα” (ghost spot). Αν περάσει ορισμένος χρόνος από τον σχηματισμό τους δημιουργείται νεκρωτικό στίγμα στο κέντρο της κηλίδας όμοιο με νύγμα εντόμου (Εικ.21γ).

Για την ανάπτυξη της ασθένειας απαραίτητες συνθήκες είναι η υψηλή σχετική υγρασία και ο σχετικά ψυχρός καιρός (θερμοκρασία 15-20°C). Για τη μόλυνση χρειάζεται επιπλέον ένα λεπτό στρώμα νερού στους φυτικούς ιστούς για 15 τουλάχιστον ώρες.

Αντιμετώπιση γίνεται με μείωση της σχετικής υγρασίας στον εσωτερικό χώρο, με κανονική θρέψη και χημική αντιμετώπιση με συνδυασμό μυκητοκτόνων.



α)

β)

γ)

Εικ.21 α) Έλκη στο στέλεχος τομάτας από Βοτρύτη, β) καρποί προσβεβλημένοι από Βοτρύτη, γ) κηλίδα “φάντασμα” σε καρπούς τομάτας από προσβολή Βοτρύτη.

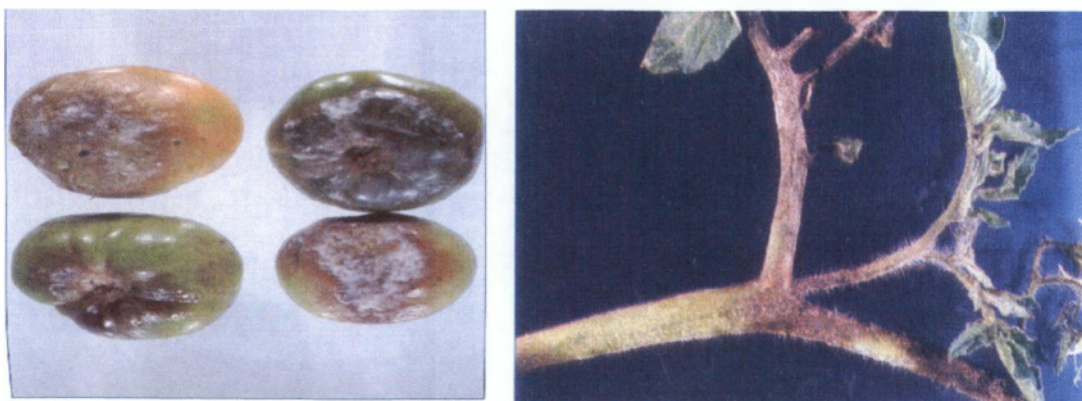
Περονόσπορος

Phytophthora infestans

Προσβάλλει την τομάτα και προκαλεί και μετασυλλεκτική σήψη των καρπών. Χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι υποκίτρινες κηλίδες στα κατώτερα φύλλα, που γρήγορα γίνονται καστανόμαυρες (Εικ.22).

Οι ευνοϊκότερες συνθήκες για τη διάδοση του περονοσπόρου είναι υγρές νύχτες με ανέμους και μειωμένης ηλιοφάνειας ημέρες.

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



Εικ.22 Προσβολή περονόσπορου σε καρπούς και τρυφερούς βλαστούς τομάτας.

Ωίδιο*Leveillula taurica*

Είναι ασθένεια των ξηρών περιοχών και προσβάλλει μόνο τα πλήρως αναπτυγμένα ώριμα φύλλα. Εμφανίζει στη κάτω επιφάνεια των φύλλων λεπτή εξάνθηση, ανοικτού καστανού χρώματος και στο αντίστοιχο μέρος της πάνω επιφάνειας έχουμε κίτρινες ακανόνιστες κηλίδες (Εικ.23).

Ευνοϊκές συνθήκες για την εκδήλωση επιδημιών ωιδίου είναι χαμηλή σχετική υγρασία (52-75%) και θερμοκρασία γύρω στους 25 °C.

Για την αντιμετώπιση συνιστώνται φυλλοψεκασμοί με τα κλασικά ωιδιοκτόνα και κυρίως το Αφουγκάν, Μορεστάν, Καραθείν και ορισμένα ωιδιοκτόνα της ομάδος παρεμποδιστών της εργοστερόλης.



Εικ.23 Συμπτώματα ωιδίου σε φύλλα τομάτας.

Κλαδοσπορίωση*Fulvia fulva (Cladosporium fulvum)*

Η ασθένεια προσβάλλει μόνο την τομάτα, κυρίως τα φύλλα και σπανιότερα τα άλλα μέρη. Στις υπό κάλυψη καλλιέργειες η ασθένεια παρουσιάζεται κυρίως το χειμώνα. Επιβιώνει στα υπολείμματα της καλλιέργειας σαπροφυτικά στο έδαφος και σε διάφορα μέρη του θερμοκηπίου (παράθυρα, πάγκοι, κ.ά.). το παθογόνο μεταδίδεται και με το σπόρο.

Τα συμπτώματα πρωτοεμφανίζονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων με βελούδινο χνούδι διάφορων χρωματισμών. Ενώ στην επάνω επιφάνεια έχουμε κίτρινες ακανόνιστες κηλίδες οι οποίες μεγαλώνουν συνενώνονται και προκαλούν ξήρανση των φύλλων (Εικ.24). Η ασθένεια είναι γνωστή στους παραγωγούς ως φυλλοξήρα.

Συνιστάται για την αντιμετώπιση μείωση της σχετικής υγρασίας στα θερμοκήπια, καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, απολύμανση των εσωτερικών χώρων με φορμόλη εμπορίου 2% και προληπτικοί ψεκασμοί με κατάλληλα μυκητοκτόνα (Ντακονίλ, διθειοκαρβαμιδικά, κ.ά.).



Εικ.24 Προσβολή του *Fulvia fulva* σε φύλλα τομάτας.

2.6.4 Βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας

Βακτηριακό έλκος

Clavibacter michiganensis subsp. *Michiganensis*

Πρόκειται για μία προσβολή των αγγείων του ξύλου η οποία εκδηλώνεται όπως και στην περίπτωση των αδρομυκώσεων. Σε προχωρημένο στάδιο, σχίζεται η επιδερμίδα και σχηματίζονται επιμήκη ανοικτά έλκη στο φλοιό των βλαστών (Εικ.25).

Το παθογόνο μεταδίδεται με το σπόρο, τα υπολείμματα της καλλιέργειας, τα υλικά υποστύλωσης, το σκελετό του θερμοκηπίου κ.λ.π. Η διασπορά του γίνεται με το νερό του ποτίσματος και με τα καλλιεργητικά εργαλεία. Η ασθένεια ευνοείται από θερμοκρασίες 24-28 °C.

Για την αντιμετώπιση συνιστάται αποφυγή δημιουργίας πληγών στα φυτά, απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος, καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, απολύμανση του σπόρου και χημική καταπολέμηση με χαλκούχα μυκητοκτόνα.



Εικ.25 Χαρακτηριστικό έλκος σε βλαστό τομάτας

Βακτηριακή στιγμάτωση

Pseudomonas syringae p.v. tomato

Προσβάλλονται όλα τα μέρη του φυτού. Στους βλαστούς και τους μίσχους εμφανίζονται κηλίδες καστανές διαμέτρου 1- 3 χιλ. Στους καρπούς παρατηρούνται κηλίδες ανοικτού καστανού χρώματος οι οποίες στη συνέχεια σχίζονται στο κέντρο και έχουν σπογγώδη σύσταση (Εικ.26).

Η ασθένεια μεταδίδεται με τη βροχή ιδίως όταν συνοδεύεται από άνεμο. Εκτός από την τομάτα προσβάλει και την πιπεριά.

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



Εικ.26 Κηλίδωση καρπού και φύλλων τομάτας. Οφειλόμενη *Pseudomonas syringae p.v. tomato*

Βακτηριακή μάρανση

Pseudomonas solanacearum

Η ασθένεια στην αρχή εκδηλώνεται με μερικό ή καθολικό μαρασμό του φυτού κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, ο οποίος υποχωρεί κατά τη νύχτα. Ο μαρασμός σύντομα γίνεται μόνιμος και το φυτό τελικά ξηραίνεται. Διαγνωστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου κυρίως στο κατώτερο τμήμα του στελέχους.

Το παθογόνο, το οποίο επιβιώνει στο έδαφος για πολλά χρόνια, μολύνει τα φυτά από πληγές των ριζών. Μεταδίδεται από μολυσμένο σπόρο και εργαλεία. Η ασθένεια ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία.

Συνιστάται προληπτικά η εκρίζωση και καύση υπολειμμάτων της καλλιέργειας, η καταστροφή των ασθενών φυτών, οι ανθεκτικές καλλιέργειες κ.ά.

Νέκρωση της εντεριώνης

Pseudomonas viridiflava

Η ασθένεια εμφανίζεται συνήθως στα αναπτυγμένα φυτά τομάτας, με χλώρωση των φύλλων της βάσης που στη συνέχεια εξελίσσεται σε μαρασμό του φυλλώματος, σπάσιμο βλαστών και τελικά ξήρανση των φυτών. Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι η καστανή νέκρωση της εντεριώνης των βλαστών αλλά και μίσχων φύλλων και ποδίσκων καρπών.

Τα παθογόνα βακτήρια εισέρχονται στους ιστούς κυρίως από τομές κλαδέματος, πληγές των βλαστών και πιθανόν από τις ρίζες. Για την αντιμετώπιση συνιστάται απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος και ψεκασμός των φυτών με χαλκούχα μετά το κλάδεμα.

2.6.5 Ιολογικές ασθένειες της τομάτας

Ιός του μωσαϊκού του καπνού.

Tobacco mosaic virus (TMV)

Μεταδίδεται με μηχανικό τρόπο, δεν έχει τυπικό φυσικό φορέα, και ο κύκλος των φυσικών του ξενιστών είναι ευρύς. Τα προκαλούμενα συμπτώματα ομαδοποιούνται σε ορισμένους τύπους, οι οποίοι χαρακτηρίζουν και τις ομώνυμες ασθένειες. Όλες οι κύριες ασθένειες που προκαλούνται από τον TMV εμφανίζονται στην Ελλάδα και περιγράφονται στη συνέχεια.

Κοινό μωσαϊκό της τομάτας

Προκαλείται από τις κοινές φυλές του ιού. Η ασθένεια χαρακτηρίζεται από χλώρωση των νευρώσεων, μωσαϊκό, χλωρώσεις, παραμορφώσεις, ακόμα και νεκρώσεις των φύλλων. Επίσης από μειωμένη ανάπτυξη του φυτού, μειωμένη ανθοφορία και καρπόδεση, παραμόρφωση και ποικιλόχρωση των καρπών.

Οι παραμορφώσεις των φύλλων περιλαμβάνουν καρούλιασμα, κατσάρωμα, στένωση και νημάτωση.

Μαύρισμα των καρπών της τομάτας

Προκαλείται από φυλές του TMV. Στη χώρα μας, σοβαρή προσβολή σημειώθηκε σε θερμοκήπια, σε διάφορες περιοχές όπως η Μεσσηνία, η Ηλεία και η Αττική.

Τα φυτά εμφανίζουν έντονη ποικιλοχλώρωση, νανισμό και νεκρώσεις, ενώ στους καρπούς έχουμε μεγάλες κυκλικές ή δακτυλιοειδείς βεβυθισμένες νεκρωτικές κηλίδες, συνήθως με χλωρωτική άλω.

Εσωτερικός καστανός μεταχρωματισμός της τομάτας

Τα συμπτώματα εμφανίζονται στους καρπούς, ενώ το φυτό είναι δυνατόν να μην εμφανίζει άλλα συμπτώματα. Οι πράσινοι καρποί που πλησιάζουν το στάδιο της ωρίμανσης παρουσιάζουν διαφανείς τεφροκάστανες σκληρές διάχυτες περιοχές, συνήθως στους ώμους του καρπού. Η αλλοίωση περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τις αγγειώδεις δεσμίδες, αλλά σε σοβαρότερες περιπτώσεις και το παρέγχυμα, περιορίζεται δε συνήθως στην περιοχή του τοιχώματος του καρπού.

Καταπολέμηση του TMV

Σύμφωνα με τις βασικές αρχές καταπολέμησης των ιώσεων, ο TMV είναι δυνατόν να καταπολεμηθεί με την αποφυγή των μολύνσεων και με τη μείωση της έντασης των συμπτωμάτων.

Η αποφυγή γίνεται με καταστροφή των εστιών μόλυνσης, απολύμανση του εδάφους και απομάκρυνση τυχόν ασθενών φυτών, ενώ η μείωση της έντασης των συμπτωμάτων γίνεται με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας

Η μετάδοση του ιού γίνεται με τους θρίπες. Η πρόσληψη του ιού από τα ασθενή φυτά γίνεται αποκλειστικά από τις προνύμφες του θρίπα, οι οποίες πρέπει να τραφούν στο ασθενές φυτό για τουλάχιστον πέντε λεπτά.

Η ασθένεια αρχίζει με την εμφάνιση μικρών κυκλικών κηλίδων ορειχάλκινου χρώματος στα νεαρά κυρίως φύλλα. Οι κηλίδες είναι διάσπαρτες ή ενώνονται και καλύπτουν μεγάλο μέρος ή και ολόκληρο το έλασμα του φύλλου. Στους καρπούς των ασθενών φυτών εμφανίζονται χαρακτηριστικές κηλίδες από ομόκεντρους κύκλους.

Βασικό μέτρο αντιμετώπισης της ίωσης αυτής είναι η συστηματική και έγκαιρη καταπολέμηση των θριπών ώστε οι πληθυσμοί τους να διατηρούνται χαμηλοί σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας. Επίσης συνιστάται η άμεση εκρίζωση και καύση των ασθενών φυτών τομάτας, καθώς και η καταπολέμηση των ζιζανίων.

Ιός του θαμνώδους νανισμού της τομάτας

Tomato bushy stunt virus (TBSV)

Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο θαμνώδης νανισμός των φυτών ο οποίος οφείλεται σε νέκρωση του κορυφαίου μεριστώματος των

βλαστών. Παρατηρούνται επίσης χλωρωτικοί δακτύλιοι στα νεαρά φύλλα και στους καρπούς.

Ο ιός μεταδίδεται εύκολα μηχανικά με το χυμό, ενώ σε μικρό ποσοστό (γύρω στο 5%) μπορεί να μεταδοθεί και με το σπόρο. Φαίνεται επίσης ότι μεταδίδεται και με το έδαφος αλλά δεν έχει βρεθεί ακόμα κάποιος φυσικός φορέας.

Ιός του ίκτερου των νεύρων της τομάτας

Tomato vein yellowing virus (TVUV)

Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι η εμφάνιση στους ώριμους καρπούς κηλίδων, περίπου κυκλικών, διαμέτρου 3-6 χιλ., λαμπερού κίτρινου χρώματος. Οι κηλίδες είναι λίγο βυθισμένες και έχουν σαφή όρια. Το περικάρπιο, κάτω από τις κηλίδες, είναι αλλοιωμένο και εμφανίζει ξηρή σπογγώδη υφή και λευκό ή λευκοκίτρινο χρώμα. Συμπτώματα εμφανίζονται επίσης και στα φύλλα της τομάτας ως κιτρίνισμα νεύρων, κιτρίνισμα και νεκρώσεις του ελάσματος.

Πρόκειται για ένα βακιλλόμορφο ιό διαστάσεων 66x220 nm ο οποίος μεταδίδεται μηχανικά με το χυμό. Ο φυσικός φορέας του είναι ακόμη άγνωστος.

Ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας

Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV)

Τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν έντονο νανισμό και χλώρωση, με φυλλίδια μικρά εύθραυστα και καρουλιασμένα προς τα πάνω. Τα φυτά αυτά επίσης παρουσιάζουν έντονη ανθόρροια και μικρή ή καθόλου καρπώδεση.

Η μετάδοση του ιού γίνεται με τον αλευρώδη του καπνού, όχι όμως με τον αλευρώδη των θερμοκηπίων. Ο ιός δεν μεταδίδεται μηχανικά (επαφή) ούτε με το σπόρο.

2.6.6 Μη μεταδοτικές ασθένειες τις τομάτας

Ξηρή κορυφή καρπών

Η προσβολή εντοπίζεται πάντοτε στην κορυφή του καρπού δηλαδή στο τμήμα του καρπού που ευρίσκεται στο αντίθετο μέρος του σημείου προσφύσεως του

ποδίσκου. Αρχίζει με την εμφάνιση μικρών, περίπου κυκλικών, υδατωδών ή ελαιωδών περιοχών στην κορυφή των πράσινων καρπών, οι οποίες γρήγορα αποκτούν εντονότερο χρώμα και αυξάνονται σε μέγεθος (Εικ.27). Οι κηλίδες ενώ αυξάνονται ακόμη αποκτούν χρώμα καστανόμαυρο, σαφή όρια και γίνονται νεκρωτικές, βυθισμένες και δερματώδους υφής και ξηρής συστάσεως. Αργότερα με την πάροδο της ωριμάνσεως των καρπών επί των νεκρών ιστών αναπτύσσονται συχνά διάφοροι σαπροφυτικοί μικροοργανισμοί που σχηματίζουν ανάλογες εξανθήσεις και προκαλούν μαλακή επιφανειακή σήψη.



Εικ.27 Ξηρή κορυφή σε καρπούς τομάτας

Η ασθένεια οφείλεται σε ανεπαρκή (τοπικώς) εφοδιασμό των καρπών με ασβέστιο κατά την ταχεία ανάπτυξή τους. Πρόκειται ουσιαστικά για τροφοπενία ασβεστίου στην εκδήλωση της οποίας συντελούν και διάφοροι εδαφικοί και περιβαλλοντολογικοί παράγοντες. Στην υδροπονία οι προσβολές τέτοιου είδους είναι μειωμένες αφού η θρέψη είναι ελεγχόμενη.

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας συνιστώνται ψεκασμοί του φυλλώματος με διάλυμα CaCl_2 πυκνότητας 0,4%, αν το άλας είναι καθαρότητας 96% ή 0,5% αν είναι καθαρότητας 78%. Το CaCl_2 δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερες δόσεις γιατί υπάρχει κίνδυνος εγκαυμάτων.

Τροφοπενίες

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

α) Φωσφόρου: Τα φύλλα έχουν βαθύ πράσινο χρώμα με ερυθρές ή πορφυρές κηλίδες στην κάτω επιφάνεια. Αργότερα το φύλλωμα γίνεται ερυθρό ή πορφυρό και παρατηρείται φυλλόπτωση στα κατώτερα φύλλα. Οι βλαστοί είναι λεπτοί και ερυθρωπού ή πορφυρού χρώματος. Παρατηρείται βραδεία ωρίμανση των καρπών.

β) Καλίου: Χλώρωση στο έλασμα των φύλλων μεταξύ των κύριων νεύρων, ενώ τα νεύρα διατηρούνται πράσινα. Τα φύλλα καρουλιάζουν προς τα κάτω αποκτούν μπρούτζινο χρώμα με περιφέρεια κιτρινοπράσινη και σε σοβαρές περιπτώσεις εμφανίζουν περιφερειακή νέκρωση του ελάσματος. Τα συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα.

Οι βλαστοί είναι λεπτοί, ξυλώδεις και σκληροί. Οι καρποί είναι λίγοι, παρουσιάζουν ακανόνιστη ωρίμανση, είναι μαλακοί και έχουν αλλοιωμένο σχήμα.

γ) Μαγνησίου: Κατώτερα φύλλα με μεγάλες χλωρωτικές κηλίδες, συνήθως με διάχυτα όρια, μεταξύ εντόνων πρασίνων νεύρων. Περιφέρεια του ελάσματος συνήθως πράσινη. Τα συμπτώματα επεκτείνονται βαθμιαίως και τα νεώτερα φύλλα του φυτού. Σε προχωρημένο στάδιο παρατηρούνται μικρές καστανές νεκρωτικές κηλίδες και αποξήρανση των φύλλων

δ) Σιδήρου : Νεότερα φύλλα με μεσονεύριο χλώρωση. Τα νεύρα ακόμη και τα πολύ λεπτά παραμένουν πράσινα. Κορυφές βλαστών έντονα χλωρωτικές ανάσχεση βλαστήσεως.

ε) Μαγγανίου: Στα νεώτερα φύλλα παρατηρείται χλωρωτική κηλίδωση που αργότερα γενικεύεται σε όλο το φυτό. Η χλώρωση δεν είναι έντονη όσο στην τροφοπενία σιδήρου. Στα προχωρημένα στάδια μπορεί να σχηματισθούν και μικρές, καστανές νεκρωτικές κηλίδες. Μικρή ανάπτυξη βλαστών. Περιορισμένη άνθηση και παραγωγή καρπών.

στ) Ψευδαργύρου: Φύλλα μικρά, με παχύ έλασμα, ελαφρά μεσονεύριο χλώρωση και που τείνουν να καρουλιάζουν προς τα κάτω. Τα παλαιότερα φύλλα έχουν χρώμα ορείχαλκου και εμφανίζουν νεκρωτικές κηλίδες κυρίως πλησίον της βάσεως των φυλλαρίων. Βραδεία ανάπτυξη των φυτών.

ζ) Μολυβδαίνιου: Χλώρωση του φυλλώματος και κάμψη του ελάσματος προς τα επάνω. Περιφερειακή ξήρανση. Τα συμπτώματα αρχίζουν από τα παλαιότερα φύλλα και αργότερα εμφανίζονται και στα νεότερα.

Τοξικότητες

α) Τοξικότητα μαγγανίου: Η συσσώρευση μαγγανίου στους φυτικούς ιστούς πέραν ορισμένων ορίων προκαλεί συμπτώματα τοξικότητας. Η τοξικότητα μαγγανίου παρατηρείται ιδίως υπό συνθήκες ανεπαρκούς στράγγισης.

Η τοξικότητα προκαλεί περιφερειακή ή μεσονεύρια χλώρωση στα κατώτερα κυρίως φύλλα καθώς επίσης νέκρωση ιστών υπό μορφή μικρών κηλίδων ή εκτεταμένων θέσεων, στα φύλλα, τους μίσχους και τους βλαστούς. Η τοξικότητα συνυπάρχει συνήθως με τροφοπενίες σιδήρου, μαγνησίου, ασβεστίου ή μολυβδανίου.

β) Ζημιά από φυτοφάρμακα, λιπάσματα, άλατα: Διάφορες χλωρώσεις και νεκρώσεις στο φύλλωμα. Καθυστέρηση της αναπτύξεως των φυτών. Μεταχρωματισμός και νέκρωση των ριζών.

2.7 Συγκομιδή , αποδόσεις, αποθήκευση

Εποχή

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

Στην καλλιέργειά μας η φύτευση πραγματοποιήθηκε αρχές Σεπτεμβρη πράγμα που σημαίνει ότι κατά τα μέσα Δεκεμβρίου όπου οι απαιτήσεις της αγοράς σε τομάτα θα είναι αυξημένες θα αρχίσουμε την συγκομιδή. Αυτό για να προλάβουμε καλές τιμές στην αγορά αλλά και να μην έχουμε μεγάλη κατανάλωση καυσίμων θέρμανσης του θερμοκηπίου μας δεδομένου ότι στην Αττική οι συγκεκριμένοι μήνες είναι ευνοϊκοί από πλευράς θερμοκρασίας.

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

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

Η διάρκεια των συγκομιδών εξαρτάται κυρίως από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Υπάρχουν ποικιλίες συνεχούς παραγωγής στις οποίες η συγκομιδή διαρκεί επί 3-5 μήνες όπως στην περίπτωση μας και άλλες, οι οποίες δίνουν όλη την παραγωγή τους μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα (αυτοκλαδευόμενες, βιομηχανίας).

Κατά τα τελευταία χρόνια, για την επιτάχυνση της ωρίμανσης πάνω στο φυτό χρησιμοποιείται το Ethephon ψεκάζοντας τα φυτά με 100-200 γρ./στρ., όταν αρχίζει η φυσιολογική ωρίμανση των καρπών.

Στάδιο

Το στάδιο συγκομιδής επηρεάζει αποφασιστικά την ποιότητα και καθορίζεται από τον χρόνο και τον τρόπο μεταφοράς του προϊόντος στην αγορά, την εποχή (την άνοιξη οι καρποί συγκομίζονται ρόδινοι ή κόκκινοι, το καλοκαίρι όμως νωρίτερα, όταν αλλάζει το χρώμα από πράσινο σε ρόδινο ή κίτρινο) και τα χαρακτηριστικά του καλλιεργούμενου υβριδίου/ποικιλίας. Σε καλλιέργειες υβριδίων long self life, οι ώριμοι καρποί μπορούν να παραμείνουν πάνω στο φυτό και να συγκομιστούν μετά από 10-15 μέρες, ανάλογα με το υβρίδιο, το καλοκαίρι ή και περισσότερο (15-20 μέρες), αν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες όπως και στην δική μας περίπτωση. Στην δική μας καλλιέργεια οι καρποί μπορούν να παραμείνουν πάνω στο φυτό μέχρι και είκοσι μέρες αφού οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές αλλά τους συλλέγουμε ρόδινους έως κόκκινους.

Αποδόσεις

Οι αποδόσεις ποικίλλουν αρκετά στις διάφορες ποικιλίες και στις διάφορες μορφές καλλιέργειας. Έτσι στις καλλιέργειες βιομηχανικής τομάτας μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 3.000-7.000 Kg./στρ., στις υπαίθριες καλλιέργειες με ποικιλίες επιτραπέζιες από 5.000-10.000 και σε εκείνες των θερμοκηπίων από 10.000-20.000 ανάλογα με την ποικιλία. Οι καλλιεργητικές περιποιήσεις παίζουν ασφαλώς πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχία της κάθε καλλιέργειας και επομένως στην απόδοση της. Οι αποδόσεις της ποικιλίας Ζαπάτα κυμαίνονται σε 15.000-20.000 Kg./στρ. με καρπούς ικανοποιητικού μεγέθους 250-260 γρ. άριστης ποιότητας.

Αποθήκευση

Οι ώριμοι καρποί αποθηκεύονται σε θερμοκρασία 10-13 °C και σχετική υγρασία 85-90%, ενώ οι πιο άγουροι σε θερμοκρασία 15-17 °C, για να ωριμάσουν. Ο χρόνος αποθήκευσης είναι γύρω στις 4-7 ημέρες, ανάλογα και με το υβρίδιο/ποικιλία (τα υβρίδια long self life μπορούν να διατηρηθούν πολύ περισσότερο 4-7 εβδομάδες σε θερμοκρασία 10-13 °C και 2-4 εβδομάδες σε θερμοκρασία 15-17 °C, ανάλογα πάντα με το υβρίδιο). Η ποικιλία Ζαπάτα ανήκει στα υβρίδια long self life άρα διατηρείται 15-20 ημέρες παραπάνω από τα κλασικά semi long life υβρίδια. Ενώ τεχνητή ωρίμανση πράσινων καρπών μπορεί να γίνει με προσθήκη αιθυλενίου στο χώρο αποθήκευσης και σε θερμοκρασία 20 °C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

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

Οι ανάγκες λοιπόν μιας νέας μονάδος υδροπονικής καλλιέργειας είναι σημαντικές και πολυσύνθετες και γι' αυτό θα πρέπει να επιλέξουμε προσεκτικά τόσο το σύστημα καλλιέργειας, όσο και τον προμηθευτή του εξοπλισμού, γιατί αυτός θα πρέπει να καλύπτει όλες τις ανάγκες της μονάδας σε εξοπλισμό και τεχνική υποστήριξη.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα υδροπονίας περιλαμβάνει:

- Σύστημα υδρολίπανσης (κεφαλή υδρολίπανσης, δοχεία πυκνών διαλυμάτων, αεραντλία ανάδευσης των λιπασμάτων, φίλτρα).
- Υπόστρωμα καλλιέργειας.
- Υδρορροές - πάγκους στήριξης υποστρώματος.
- Αρδευτικό σύστημα υδροπονίας.
- Σύστημα αποχέτευσης - συλλογής του νερού στράγγισης.
- Πλαστικό ύφασμα εδαφοκάλυψης.

Το σύστημα υδροπονίας συμπληρώνεται απαραίτητα από τον κατάλληλο εξοπλισμό για τον έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος (συστήματα ελέγχου κλίματος, αερισμού, δροσισμού, υδρονέφωσης, θερμοκουρτίνες), συστήματα αφαλάτωσης, συστήματα έλεγχου θρέψης κ.ά.

Εξοπλίζουμε λοιπόν με τα παραπάνω το θερμοκήπιο ενός στρέμματος που διαθέτουμε στην περιοχή της Αττικής ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι θα εξασφαλίσουμε τις καλύτερες συνθήκες για να επιτύχουμε την καλύτερη δυνατή ποιοτική και ποσοτική παραγωγή.

3.1 Ανακύκλωση

Για τα κλειστά συστήματα υδροπονίας (ανακυκλούμενου νερού), απαιτείται ο εξής εξοπλισμός, (Πιν.11) :

1. Σύστημα συλλογής διαλύματος στράγγισης και δεξαμενή αποθήκευσης του.
2. Σύστημα απολύμανσης του διαλύματος στράγγισης.
3. Σύστημα ανάμιξής του με καθαρό νερό.
4. Σύστημα εμπλουτισμού του με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία.

Πιν.11 Συστήματα για την επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος της ανακύκλωσης

Εάν το διάλυμα στράγγισης περιέχει :	Θα χρειαστεί για επαναχρησιμοποίησή του:
1. Νερό	Σύστημα συλλογής και αποθήκευσης
2. Στερεά στοιχεία (άμμος λάσπη)	Σύστημα φίλτρων
3. Υπολείμματα καλλιέργειας, άλγη, μικροοργανισμοί	Σύστημα απολύμανσης
4. Χημικά στοιχεία (θρεπτικά και συσσωρευμένα)	Σύστημα μίξης ή και διόρθωση αναλογίας στοιχείων

ΠΗΓΗ: Γεωργική τεχνολογία 2001

Τα στοιχεία που επηρεάζουν την ανακύκλωση είναι τα παρακάτω:

- Νερό

Δεν είναι εφικτό να ανακυκλωθούν όλα τα είδη νερού. Εάν το διαθέσιμο νερό είναι κακής ποιότητας, ο παραγωγός πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα αφαλάτωσης, ώστε να βελτιώσει την ποιότητα του νερού του σε επίπεδα αποδεκτά για την ανακύκλωση. Δύο παράγοντες επηρεάζουν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του νερού: η συσσώρευση των αλάτων στο νερό και η ανεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα.

- Υποστρώματα

Τα υποστρώματα πρέπει να είναι ανθεκτικά στη διάλυση και βιοαποσύνθεση, η οποία μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση του νερού στράγγισης. Τα υποστρώματα που προέρχονται από ορυκτά ή τα τεχνητά υποστρώματα είναι αδρανή και δε δημιουργούν τέτοια προβλήματα. Τα οργανικά όμως υποστρώματα συνήθως απαιτούν ειδική μεταχείριση και αυστηρότερο έλεγχο.

- θρεπτικά διαλύματα

Στην υδροπονία απαιτείται η ακριβής ποσότητα των θρεπτικών μακρο- και μικροστοιχείων, αλλά κυρίως βασικό ρόλο παίζει η μεταξύ τους αναλογία για την επιτυχή έκβαση της καλλιέργειας. Εάν η ποιότητα του νερού δεν είναι καλή, τότε τα πράγματα γίνονται ακόμα πιο δύσκολα. Επίσης είναι σχεδόν αδύνατο να διατηρήσουμε σταθερές τις αναλογίες του θρεπτικού διαλύματος σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, εάν αναλογιστούμε τον αριθμό των παραγόντων που επιδρούν σε όλο αυτό το διάστημα.

Τα μέρη που χρειάζονται για την εγκατάσταση ενός πλήρους συστήματος ανακύκλωσης σε καλλιέργεια υδροπονίας είναι τα εξής:

- Ένας δίσκος στράγγισης υποστρώματος, σύστημα που ρυθμίζει τη συχνότητα άρδευσης και βασίζεται στην ηλιακή ακτινοβολία και το ποσοστό στράγγισης.
- Το σύστημα Mix 7, το οποίο έχει την ικανότητα να αναμιγνύει τρία διαφορετικά διαλύματα. Δηλαδή μίξη καθαρού νερού και διαλύματος της στράγγισης, ενώ προστίθενται και οι απαιτούμενες ποσότητες μητρικών λιπασμάτων,
- Σύστημα ασφαλίτωσης του νερού.
- Σύστημα απολύμανσης του νερού
- Ηλεκτρικό και υδραυλικό δίκτυο.

3.2 Σύστημα ελέγχου κλίματος

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

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

Υπάρχουν κάποιοι μηχανισμοί, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπως και στην καλλιέργειά μας και ρυθμίζουν με ακρίβεια το κλίμα του θερμοκηπίου. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι μοτέρ ανοιγοκλεισίματος παραθύρων, καυστήρες θέρμανσης, ανεμιστήρες, σύστημα δροσισμού, θερμοκουρτίνες, σύστημα φωτισμού κ.λ.π. Η μονάδα αυτή έχει τη δυνατότητα να μετρά τις εξωτερικές

και τις εσωτερικές συνθήκες και να ελέγχει τις επιδράσεις τους, τόσο στην καλλιέργεια όσο και στο θερμοκήπιο.

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

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

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

Το σύστημα ελέγχου κλίματος θερμοκηπίου συνδέεται με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, ενώ μπορεί ταυτόχρονα να ελέγξει ως και 12 διαφορετικούς θαλάμους, καταγράφοντας και όλα τα ιστορικά στοιχεία για καθέναν από αυτούς.

Ο σκοπός της τοποθέτησης ενός τέτοιου συστήματος στην καλλιέργειά μας είναι για να επιτύχουμε όσο το δυνατόν λιγότερα σφάλματα κατά την καλλιεργητική περίοδο ώστε να εξασφαλίσουμε άριστη παραγωγή και κατά συνέπεια το μεγαλύτερο κέρδος που της αντιστοιχεί.

3.3 Ανεμιστήρες

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

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

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

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

Οι ανεμιστήρες κυκλοφορίας (Εικ.28) είναι μικρού μεγέθους, οι οποίοι τοποθετούνται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και κινούν (ανακυκλοφορούν) συνεχώς τον αέρα. Έτσι, μειώνονται οι θερμοκρασιακές διαφορές και ρυθμίζεται ικανοποιητικά η σχετική υγρασία του αέρα.

Τύποι αερισμού

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

- Σύμφωνα με τον παράλληλο αερισμό, οι ανεμιστήρες τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο και φυσούν από τον κεντρικό διάδρομο προς την άκρη του θερμοκηπίου ή ανάποδα. Ενδείκνυται για καλλιέργειες με μεγάλο ύψος. Ρυθμίζει σε μεγάλο βαθμό τις διαφορές θερμοκρασίας μέσα στην καλλιέργεια.
- Σύμφωνα με το σειριακό αερισμό, οι ανεμιστήρες τοποθετούνται ο ένας πίσω από τον άλλο (σε σειρά). Δηλαδή ο ένας τοποθετείται στο σημείο που τελειώνει το ρεύμα αέρα που δημιουργεί ο προηγούμενος. Έτσι η κίνηση του αέρα γίνεται πάνω από την

καλλιέργεια. Ενδείκνυται για καλλιέργειες με μικρό ύψος όπου χρησιμοποιούμε ανεμιστήρες χαμηλής ή ελεγχόμενης ταχύτητας.

Στην δική μας καλλιέργεια τοποθετούμε ανεμιστήρες κυκλοφορίας παράλληλα ώστε να μειώσουμε τις θερμοκρασιακές διαφορές. Η επιλογή μας έγινε αφού πήραμε υπ' όψιν μας το ύψος των τοματόφυτων.



Εικ.28 Ανεμιστήρας ανακυκλοφορίας του αέρα

3.4 Σύστημα θέρμανσης

Όπως έχει προαναφερθεί, ο έλεγχος του κλίματος με ηλεκτρονικό υπολογιστή αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην επιτυχία μιας υδροπονικής καλλιέργειας, καθώς δίνει τη δυνατότητα ελέγχου των διαφόρων παραγόντων που συνθέτουν το κλίμα.

Επιλέξαμε το πλήρες σύστημα ελέγχου κλιματολογικών συνθηκών από την GREEN TECH τύπου LCC 900 της DGT VOLMATIC το οποίο, σε συνδυασμό με εξελιγμένα υπολογιστικά προγράμματα, ελέγχει και ρυθμίζει τις κλιματολογικές συνθήκες της θερμοκηπιακής μονάδας τελείως αυτόνομα. Καθώς επίσης και όλες τις παραμέτρους στο σύστημα άρδευσης - λίπανσης, προσφέροντας ταυτόχρονα μια σειρά από δυνατότητες για συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία όλων των κλιματολογικών δεδομένων, εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής LCC-900 ελέγχει και τα δύο συστήματα θέρμανσης που έχουμε τοποθετήσει στο θερμοκήπιό μας, το περιφερειακό (αερόθερμα) και το επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Έτσι εξασφαλίζεται μια σταθερή σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών και των ριζών τους. Για παράδειγμα, ακόμα και αν η θερμοκρασία χώρου του θερμοκηπίου ξαφνικά ελαττωθεί, το επιδαπέδιο σύστημα θα κρατήσει τα φυτά ζεστά. Τα συστήματα θερμοκρασίας δουλεύουν μαζί, έτσι ώστε, αν ζητηθεί μεγαλύτερη θερμοκρασία, το δευτερεύον σύστημα να ενεργοποιηθεί πριν το

πρωτεύον φτάσει στη μέγιστη ροή θερμότητας. Όλες οι θερμοκρασιακές ρυθμίσεις διαφέρουν για την ημέρα και την νύχτα.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό ασφαλείας που στοχεύει και στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι οι θερμοκουρτίνες. Αυτές μπορούν, μέσω του Η/Υ, να κλείσουν όταν η εσωτερική και η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή. Οι θερμοκουρτίνες μπορούν επίσης να κλείνουν εντελώς ή να μένουν λίγο ανοιχτές όταν οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές. Υπάρχει ηχητικό σήμα και ένδειξη για την ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία του θερμοκηπίου, καθώς επίσης και για την ελάχιστη και μέγιστη ροή θερμότητας. Οι θερμοκουρτίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου μας, στην εξασφάλιση άριστων συνθηκών ανάπτυξης της καλλιέργειας και στη θετική οικονομική εκμετάλλευση της εγκατάστασης. Αρχικά οι κουρτίνες εφαρμόστηκαν στα θερμοκήπια για εξοικονόμηση ενέργειας, σήμερα όμως έχει διαπιστωθεί ότι οι κουρτίνες εξυπηρετούν και άλλους ε-ξίσου σημαντικούς σκοπούς. Συνοπτικά αναφέρουμε:

- Σκίαση ή δροσισμός της καλλιέργειας την ημέρα.
- Αύξηση ή μείωση της σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο.
- Σε ορισμένες καλλιέργειες ανθέων είναι απαραίτητες για τον έλεγχο της φωτοπεριόδου.

Οι κουρτίνες θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη ρύθμιση της έντασης του φωτός κατά τη θερμή περίοδο. Αυτό θα πρέπει να γίνεται με κάποιο υλικό το οποίο αντανακλά μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. αλουμίνιο που χρησιμοποιούμε στην περίπτωση μας) και έτσι, με το άνοιγμα των κουρτινών, μειώνεται η θερμική ακτινοβολία. Εκτός από τη σκίαση και το δροσισμό το καλοκαίρι, θα πρέπει να εξασφαλίζουν υψηλότερες θερμοκρασίες μέσα στο θερμοκήπιο το χειμώνα, μειώνοντας τις θερμικές απώλειες. Η μείωση των θερμικών απωλειών γίνεται με τη χρήση σύγχρονων υλικών στην κουρτίνα, που εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας, θα πρέπει να υπάρχει έλεγχος της κουρτίνας με Η/Υ ελέγχου κλίματος, για το άνοιγμα και το κλείσιμο αυτής πράγμα για το οποίο έχουμε φροντίσει στην καλλιέργειά μας. Ο έλεγχος της κουρτίνας γίνεται με αισθητήρια τοποθετημένα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του θερμοκηπίου. Οι αισθητήρες αυτοί ελέγχουν τη θερμοκρασία και την υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και ανάλογα με το επίπεδο που βρίσκεται αυτή ανοίγουν ή κλείνουν την κουρτίνα, σε συνδυασμό βέβαια με τα παράθυρα και τη θέρμανση. Οι εξωτερικοί αισθητήρες ελέγχουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας

και εξασφαλίζουν στην καλλιέργεια τη σκίαση, τη στιγμή ακριβώς που τη χρειάζεται (π.χ. όχι νωρίς το πρωί ή κατά τη διάρκεια μιας συνεφιασμένης μέρας).

3.5 Έλεγχος θρέψης

Η θρέψη των φυτών σε συστήματα υδροπονίας αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα που επηρεάζει την ποιότητα και την παραγωγή της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μηχάνημα αυτόματης άρδευσης - λίπανσης αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος υδροπονίας και η επιλογή του είναι καθοριστική για την επιτυχία της καλλιέργειας. Για να γίνει η επιλογή του μηχανήματος χρησιμοποιήσαμε κριτήρια όπως, αξιοπιστία σε ό,τι αφορά τη ρύθμιση και τον έλεγχο του θρεπτικού διαλύματος, καθώς και τη σωστή και εύρυθμη λειτουργία του μηχανήματος, ποιότητα κατασκευής τόσο των μηχανικών όσο και των ηλεκτρονικών μερών, ποιότητα - ακρίβεια των αισθητήρων pH και EC, διασφαλίσεις (συναγερμοί) που θα μας ενημερώνουν σε περίπτωση αποκλίσεων και βλαβών.

Η επιλογή των μηχανημάτων άρδευσης – λίπανσης για την καλλιέργειά μας έγινε ανάμεσα στα: AMIX, AMI 90, AMI 900, AMI 1000, AMI 5000, από την Green tech ανάλογα με την έκταση και τον αριθμό των διαφορετικών καλλιεργειών που διαθέτουν. Στην δική μας περίπτωση λόγω της μικρής έκτασης του θερμοκηπίου μας τις ανάγκες για τον έλεγχο της θρέψης καλύπτει ο AMIX. Οι αναμίκτες αυτοί μπορούν και εξασφαλίζουν την ακριβή τροφοδότηση του θρεπτικού διαλύματος, ρυθμίζοντας αυτόματα τη δοσολογία λιπάσματος και οξέος για την εξασφάλιση των επιθυμητών τιμών pH και αγωγιμότητας. Στο γεωγραφικό χώρο της χώρας μας, όπου η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνεται αρκετά τους καλοκαιρινούς μήνες, μεγάλη σημασία για την οικονομία της μονάδας σε λιπάσματα, αλλά και για την τελειότερη θρέψη των φυτών, παίζει η δυνατότητα της αυτόματης ρύθμισης της αγωγιμότητας με βάση την ηλιακή ακτινοβολία. Ο ενσωματωμένος υπολογιστής των AMI, μέσω ενός ειδικού αισθητήρα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας, επεμβαίνει και ελαττώνει την αγωγιμότητα που ζητάμε όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι αυξημένη, γιατί τότε τα φυτά της καλλιέργειας έχουν περισσότερο ανάγκη νερού και λιγότερη ανάγκη λιπασμάτων, λόγω φωτοσύνθεσης, και συνεπώς η χορήγηση της ίδιας ποσότητας των λιπασμάτων αποτελεί αλόγιστη σπατάλη. Ένα ακόμα σημείο υπεροχής των AMI είναι η δυνατότητα καθορισμού των αρδευτικών αναγκών των φυτών πράγμα που συμβαίνει με την βοήθεια ενός αισθητήρα του αναμίκτη ο οποίος διαβάζει τις

ανάγκες των φυτών σε θρεπτικό διάλυμα και επεμβαίνει αυτόματα, όταν διαπιστωθεί ότι υπάρχει ανάγκη θρέψης.

Από τα παραπάνω λοιπόν διαπιστώνουμε ότι οι σύγχρονες τάσεις των εντατικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών είναι η αξιοποίηση της υψηλής τεχνολογίας, με απώτερο σκοπό αφενός την εξοικονόμηση ενέργειας και αφετέρου την προστασία του περιβάλλοντος, αποβλέποντας σε βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο**4. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ****4.1 Κόστος εγκατάστασης της καλλιέργειας τομάτας σε περλίτη**

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

Γενικά μια υδροπονική καλλιέργεια ενός στρέμματος τομάτας σε περλίτη μπορεί να διαφέρει από την δική μας όσον αφορά το κόστος της εγκατάστασης της αλλά και τις ίδιες της καλλιέργειας. Αυτό εξαρτάται από τις επιλογές του οποιουδήποτε παραγωγού σχετικά με τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσει. Με την βοήθεια κατάλληλα εκπαιδευμένου τεχνικού προσωπικού μια υδροπονική μονάδα μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά και με πιο απλό εξοπλισμό απ' αυτόν που χρησιμοποιήσαμε εμείς.

Λόγω του ότι η δική μας καλλιέργεια γίνεται σε καθαρά ερευνητικό επίπεδο επιλέξαμε ένα πολύ εξελιγμένο τεχνολογικά εξοπλισμό, παρόλο που θα αυξανόταν έτσι το κόστος της αρχικής μας εγκατάστασης σημαντικά. Με αυτόν τον τρόπο η καλλιέργειά μας θα γινόταν πλήρως ελεγχόμενη με ελάχιστες πιθανότητες λάθους, ώστε να παρατηρήσουμε τα μέγιστα της παραγωγής μας σε ποιότητα και ποσότητα με την υδροπονική μέθοδο.

Παρακάτω θα αναφέρουμε περιληπτικά τις δαπάνες για την εγκατάσταση της θερμοκηπιακής μονάδας ενός στρέμματος αλλά και για την καλλιέργεια της τομάτας που εγκαταστήσαμε.

Αρχικά για την δημιουργία της κατασκευής του θερμοκηπίου από αλουμίνιο και την κάλυψή του με πλαστικό σε διαστάσεις που έχουμε προαναφέρει δαπανήθηκαν περίπου 14.673,51 Ευρο. Ενώ στην συνέχεια δόθηκε εργολαβικά η εργασία εγκατάστασης του εξοπλισμού του θερμοκηπίου μας σε κατασκευαστική εταιρία για τον έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος έναντι 6.309,6 Ευρο. Εσωτερικά για το

κτίσιμο των δεξαμενών των επτά και του ενός τόνου αλλά και για τα δεκατέσσερα αυλάκια από τσιμεντόλιθους δαπανήθηκαν 1.320,65 Euro. Αμέσως μετά δημιουργήσαμε το αρδευτικό μας σύστημα, το σύστημα αποχέτευσης και το σύστημα υδρολίπανσης τα οποία κόστισαν 2.040 Euro. Συνολικά λοιπόν η εγκατάσταση της θερμοκηπιακής μας μονάδας με τον εξοπλισμό που τοποθετήσαμε κόστισε 24.343,76 Euro. Διατηρώντας το θερμοκήπιο αυτό για 15 έτη θα έχουμε τοκοχρεολύσιο περίπου 2.934 Euro ετησίως με το επιτόκιο της τάξεως του 10% κυμαινόμενο το οποίο είναι και αρκετά υψηλό.

Στην εγκατάσταση της καλλιέργειας μας για τα υλικά του σπορείου μας παλέτες και χώμα Compost δαπανήθηκαν 162 Euro. Για τους σπόρους μας 20 Euro, για τον περλίτη 117 Euro, για τα λιπάσματα 1.262 Euro και για τα φάρμακα 293 Euro. Ενώ τα καύσιμα και το νερό που καταναλώθηκε δεν ξεπέρασαν τα 1.320 Euro. Τέλος τα εργατικά και τα διάφορα γενικά ή απρόβλεπτα έξοδα κόστισαν 1.468 Euro και 587 Euro αντίστοιχα. Συνολικά 5.229 Euro.

Ένα θερμοκήπιο των παραπάνω προδιαγραφών ξεπερνά τα προβλήματα των άλλων υπαίθριων η θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως είναι η αγρανάπαιση και οι αντίξοες καιρικές συνθήκες, ως εκ τούτου μπορούμε να το εκμεταλλευόμαστε συνεχώς. Επίσης λόγω ότι η ποικιλία μας είναι long life θα έχουμε καρπούς άριστης ποιότητας μέχρι και τον έβδομο μήνα της. Πράγμα που σημαίνει ότι μπορούμε να επιτύχουμε καλύτερες τιμές στην αγορά ιδιαίτερα σε περιόδους έλλειψης του προϊόντος και ταυτόχρονα μεγάλης ζήτησης αυτού.

Η απόδοση της παραγωγής μας είναι γύρω στα 20.000 Kg/στρ., αν την πωλήσουμε με 1,5 Euro το κιλό μέσον όρο θα έχουμε 30.000 Euro έσοδα. Για να δούμε το καθαρό μας κέρδος ετησίως θα πρέπει να αφαιρέσουμε τα παραπάνω έξοδά μας. Το καθαρό μας κέρδος θα είναι 21.837 Euro και θα έχουμε κάνει απόσβεση των χρημάτων μας για την θερμοκηπιακή μας εγκατάσταση περίπου σε λιγότερο από 3 χρόνια.

4.2 Συμπεράσματα και προτάσεις για την καλλιέργειας της τομάτας σε περλίτη

Στη σύγχρονη γεωργία τα δεδομένα του ανταγωνισμού των αναπτυσσόμενων γεωργικά χωρών σε σχέση με τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπαγορεύουν τη μέγιστη απόδοση των εντατικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών, οι οποίες συγχρόνως απαιτούν υψηλό κόστος παραγωγής.

Η εξασθένηση των εδαφών και τα προβλήματα που προέρχονται από τις ασθένειες του εδάφους εξαναγκάζουν τους παραγωγούς να στραφούν πλέον σε εναλλακτικούς τρόπους καλλιέργειας, είτε προς την κατεύθυνση της βιολογικής γεωργίας, είτε προς την κατεύθυνση των υδροπονικών καλλιεργειών. Στον ελληνικό χώρο η υποδομή για την ανάπτυξη βιολογικής γεωργίας βρίσκεται σε αρχικό στάδιο. Οι Έλληνες παραγωγοί στρέφονται με μεγάλο ενδιαφέρον στις υδροπονικές καλλιέργειες που δίνουν λύση για την αντιμετώπιση τόσο των προβλημάτων που προέρχονται από τα καταπονημένα εδάφη όσο και στην αύξηση της παραγωγής με την άμεση ρύθμιση του περιβάλλοντος της ριζόσφαιρας άρα και της θρέψης του φυτού. Ωστόσο η υδροπονική καλλιέργεια απαιτεί τον κατάλληλο εξοπλισμό για την επιτυχημένη λειτουργία της και αυτό αυξάνει το κόστος σημαντικά. Οι οικονομικοί λόγοι λοιπόν παίζουν σπουδαίο ρόλο στο ότι δεν έχει εξαπλωθεί ακόμα στην χώρα μας η υδροπονία.

Ο κύριος λόγος όμως που η υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας δεν έχει προωθηθεί ικανοποιητικά στη Ελλάδα είναι η έλλειψη τεχνικής υποστήριξης των παραγωγών. Παρόλο που η γνώση υπάρχει, δε μεταφέρεται στους παραγωγούς και γι' αυτό δεν ευθύνεται μόνο η πολιτεία. Ο παραγωγός μπορεί να ενημερωθεί και να στηριχθεί τεχνικοοικονομικά από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς. Απαιτείται επομένως πρώτα απ' όλα εκπαίδευση των παραγωγών με την βοήθεια ειδικών σεμιναρίων. Η αναγκαιότητα της ύπαρξης και λειτουργίας συμβούλων που θα παρέχουν κάθε είδους υποστήριξη από επιστημονική, τεχνική, οικονομική άποψη είναι γεγονός και η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να προχωρήσει διαφορετικά. Η συμβουλευτική ομάδα που θα γνωρίζει το τεχνικοοικονομικό μέρος θα έχει υποχρέωση να αυξήσει την παραγωγικότητα της μονάδας και το ποιοτικό επίπεδο των προϊόντων. Από τα κέρδη που θα αποκομίσει ο παραγωγός από την αύξηση της παραγωγικότητας, ένα ποσοστό μπορεί να διατεθεί για την αμοιβή των συμβούλων του. Ενώ παράλληλα επιδοτήσεις από το κράτος θα μπορούσαν να δώσουν το

κίνητρο στους παραγωγούς μας να στραφούν στις υδροπονικές καλλιέργειες και να τις γνωρίσουν καλύτερα.

Περιβάλλον και υδροπονία

Η προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας του καταναλωτή είναι γεγονός ότι απασχολεί πλέον σοβαρά κάθε μορφή εντατικής γεωργίας, πόσο μάλλον τις υδροπονικές καλλιέργειες, όπου όλες οι παράμετροι ελέγχονται από τον ίδιο τον άνθρωπο. Δε θα μπορούσε επομένως να αφήσει ανεπηρέαστη την έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο.

Δύο είναι τα κυριότερα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει η χρήση της υδροπονίας στο περιβάλλον. Το πρώτο αφορά τα ανοιχτά συστήματα υδροπονίας, δηλαδή τα συστήματα εκείνα όπου το νερό με τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει (το θρεπτικό διάλυμα δηλαδή), μετά τη χρήση του στην καλλιέργεια δε συλλέγεται αλλά απορρέει στη φύση. Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι το νερό αυτό είναι επιβαρημένο με διάφορα στοιχεία, όπως π.χ νιτρικά, είναι δυνατό να φτάσει και στον υδροφόρο ορίζοντα και συνεπώς να επηρεάσει αρνητικά όχι μόνο το περιβάλλον, αλλά και την υγεία του ίδιου του ανθρώπου. Ο κίνδυνος αυτός είναι ιδιαίτερα αυξημένος για περιοχές που ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Το πρόβλημα ξεπερνιέται με τη συλλογή και ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, με τη χρήση δηλαδή κλειστών συστημάτων υδροπονίας. Αυτή είναι άλλωστε σήμερα και η τάση κυρίως στις χώρες της Β. Ευρώπης. Συγκεκριμένα στην Ολλανδία μέχρι στιγμής πάνω από το 50% των συστημάτων υδροπονίας είναι κλειστά και ο στόχος είναι το ποσοστό αυτό κάθε χρόνο να αυξάνει μέχρι να καλύψει το 100% των υδροπονικών καλλιεργειών.

Το δεύτερο πρόβλημα που μπορεί να προκαλέσει στο περιβάλλον η υδροπονία, αφορά το χειρισμό των υποστρωμάτων μετά την παρέλευση του χρόνου χρήσης τους. Η λύση σ' αυτό το πρόβλημα έγκειται στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών στη κατασκευή του νέου υποστρώματος. Στην Ευρώπη οι εταιρείες παρασκευής υποστρωμάτων είναι υποχρεωμένες μετά το τέλος της διάρκειας ζωής αυτών, να τα παραλαμβάνουν από τους παραγωγούς για ανακύκλωση, να ενσωματώνουν δηλαδή αυτά τα υλικά στα νέα υποστρώματα. Με τον τρόπο αυτό ένα ποσοστό, περίπου 30%, του νέου υποστρώματος προέρχεται από ανακυκλωμένα υλικά. Το κέρδος έτσι είναι διπλό, γιατί το περιβάλλον δε

ρυπαίνεται, οι φυσικοί πόροι δεν εξαντλούνται και το κόστος παραγωγής ελαττώνεται.

Επομένως τα οποιαδήποτε περιβαλλοντικά προβλήματα που ανακύπτουν, μέχρι σήμερα τουλάχιστον, από τη χρήση της υδροπονίας, δεν είναι ανυπέρβλητα, μπορούν να ξεπεραστούν με λογικό κόστος και αυτό είναι εφικτό και στην Ελλάδα.

Στην χώρα μας άλλωστε η προστασία του περιβάλλοντος αφορά τον κάθε πολίτη και αυτό είναι δυνατόν να κινητοποιήσει τους παραγωγούς μας, να στραφούν σε καλλιέργειες οι οποίες θα μας παρέχουν υψηλής ποιότητας προϊόντα με την μικρότερη δυνατή συνέπεια για το περιβάλλον.

Υδροπονία και αρχιτεκτονική τοπίου

Μια άλλη διάσταση της υδροπονίας στην χώρα μας, θα μπορούσε να αποτελέσει η δημιουργία και η συντήρηση κήπων πάνω σε υποστρώματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η υδροπονική εγκατάσταση που υπάρχει στους εξωτερικούς χώρους του ξενοδοχείου του Casino στο Λουτράκι, στην οποία έχουν τοποθετηθεί καλλωπιστικά φυτά, γκαζόν, δέντρα σε ποικίλες διαστάσεις. Λόγω του ότι η υδροπονική εγκατάσταση δεν απαιτεί βάθος έχει γίνει δενδροφύτευση εσπεριδοειδών στην επιφάνεια και υπογείως λειτουργεί χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων (πάρκιν) προκειμένου να εξοικονομηθεί χώρος.

Επίσης σημαντικό είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης οποιουδήποτε φυτού ανεξαρτήτως των απαιτήσεων που έχει σε έδαφος και γι' αυτό συναντά κανείς αρκετά σπάνια είδη. Αξιοσημείωτη είναι ακόμα η μεταφύτευση αιωνόβιων ελαιόδενδρων για καλλωπιστικούς σκοπούς σε περλίτη. Η χρήση της υδροπονίας λοιπόν είναι αξιοθαύμαστη εκτός από τις παραγωγικές καλλιέργειες και σε εγκαταστάσεις για καλλωπιστικούς σκοπούς. Έτσι στο μέλλον η υδροπονία είναι δυνατόν να εξαπλωθεί στην χώρα μας και με τις δύο μορφές και η χρήση της τεχνολογίας να γίνει αναπόσπαστο μέρος των παραγωγικών διαδικασιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗ Α. (1996), *Εργαστηριακές σημειώσεις ανθοκομίας II*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Α. και ΜΠΡΑΤΗ Ν. (2001), Φαρμ consulting, Γεωργική τεχνολογία, τεύχος 1^ο, Αθήνα (71-85)
- ΓΚΡΙΛΛΑΣ Ε., (1999) «Υδροπονικές καλλιέργειες σε *PerloflorHydro*», Market Agri Inputs, Γεωργική τεχνολογία, τεύχος 1^ο (28-35)
- COOPER A., (1977), "The ABC of NFT-Nutrient film technique", Grawer books
- DHOYTE A.M., KALE VR (1989), Hydroponics and plant nutrition, Useful techniques for plant sciences (edited by Dhopte A.M., Livera-Muroz M.) 39-77
- DOUGLAS J.S. (1985), Advanced guide to hydroponics , New edition , 368
- HALL D. A., HITCHON G.M., SZMIDT R.A.K (1988). Perlite culture : a new development in hydroponics. Proceedings International Congress on Soilless Culture, International Society for Soilless Culture 177-183
- ΚΑΡΑΜΠΕΤΣΟΣ Ι. Χ (2001), Φυσιολογία φυτών (Βοτανική II), Τ.Ε.Ι Καλαμάτας
- ΚΑΤΣΑΝΟΣ Χ.Δ. (2000), Το σύστημα υδροπονίας Grodan για καλλιέργεια κηπευτικών, Market Agri inputs, Γεωργική Τεχνολογία, Αθήνα 64-78
- ΚΟΛΟΤΟΥΡΟΣ Κ. (2000) , Κηπευτικά, Γεωργική Τεχνολογία, Αθήνα 76-79, 142
- ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Γ.Ν. (1994), *Υδροπονική καλλιέργεια και θρεπτικά διαλύματα*, Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιας.
- ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Γ.Ν.(1984), Υδροπονικές καλλιέργειες στη Ελλάδα, Γεωργική Τεχνολογία, 28-31
- ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Γ.Ν. (1986), Υδροπονική καλλιέργεια λαχανικών σε σάκους με περλίτη και η επίδραση του μεγέθους του σάκκου στην παραγωγή τομάτας στο θερμοκήπιο, Γεωργική Έρευνα, τεύχος 10, 15-12
- ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Γ.Ν, (1999), *Εξελίξεις στον τομέα της υδροπονίας*, Συμπόσιο, Αγρο Business, Γεωργική τεχνολογία , τεύχος 12, Αθήνα.28-32
- ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Γ.Ν. (1994), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

- ΜΠΟΥΡΝΑΚΑΣ Β. (2000), Κηπευτικά, Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 2, Αθήνα, 26-31
- RICHARDSON S. (1991), Hydroponics and nutrient film culture, Fertiliser science and technology, (edited by Plagrove, D.A), 353-374
- ΣΑΒΒΑΣ. Δ (1998), Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος στις υδροπονικές καλλιέργειες, ΓΕΩΡΓΙΑ-κτηνοτροφία, τεύχος 4, Αθήνα, 56-68
- ΤΣΑΠΙΚΟΥΝΗΣ Φ. (1993) *Θρέψη- λίπανση των φυτών*, μέρος 2^ο , Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.
- ΧΟΥΔΑΛΗΣ Π. ΚΑΙ ΤΣΑΜΑΛΗΣ Π. (2001), Φαρμ consulting, Γεωργική τεχνολογία, τεύχος 1, Αθήνα 71-85
- ΧΡΙΣΤΟΦΙΛΟΠΟΥΛΟΣ Ν.Ι. (1997), Σημειώσεις Λαχανοκομίας, ΤΕΙ Καλαμάτας.

INTERNET

- ΓΙΑΓΛΑΡΑΣ Π. (2000), Υδροπονικές τεχνικές, Γεωπονικό τμήμα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, <http://Lacec.agr.uth.gr>
- Dr JENSEN M. & Dr RORABOUGH P. (1998), "Growing Tomatoes Hydroponically", [www. ag.arizona.edu/hydroponictomatoes](http://www.ag.arizona.edu/hydroponictomatoes),
- SEVENER S. (2000), "All Your Growing Needs", www.atlantishydroponics.com