

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ: ΣΤΕΓ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**



ΚΑΜΑΡΕΤΣΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2006

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ: ΣΤΕΓ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

ΚΑΜΑΡΕΤΣΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:
ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΛΙΝΑΡΔΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
<u>ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ</u>	
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	7
3.ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΦΥΤΟΥ	8
4.ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	
4.1 ΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ	11
4.2 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	12
4.3 ΑΡΔΕΥΣΗ	14
4.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	15
4.5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	17
4.6 ΕΚΠΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	18
<u>ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ</u>	
5.ΛΙΠΑΝΣΗ	
5.1. ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ	20
5.2. ΑΝΘΡΑΚΟΛΙΠΑΝΣΗ	21
5.3. ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	22
5.3.1 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ	23
5.3.1.1 ΚΟΠΡΙΑ	23
5.3.1.2 ΤΥΡΦΗ	23
5.3.2 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	24
5.3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ	24
5.3.2.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ	25
5.3.2.3 ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΣΙΟ	26
5.3.2.4 ΑΖΩΤΟ	27
6. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	28
6.1 ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΙΘΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	31
6.1.1 ΑΖΩΤΟ	31
6.1.2 ΚΑΛΙΟ	32
6.1.3 ΦΩΣΦΟΡΟΣ	33
6.1.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ	33
6.1.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ	34
6.1.6 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	34

6.1.7 ΣΙΔΗΡΟΣ	35
6.1.8 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	35
6.1.9 ΧΑΛΚΟΣ	36
6.2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΜΑΤΑ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	38
6.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	39
6.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	40
6.5 ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ	42
6.5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	43
6.5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ ΥΓΡΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	
6.5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	44
6.5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	44
6.5.5 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	45
7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	48
7.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΣΩΣΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	49

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

8. ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	50
8.1 ΓΕΝΙΚΑ	50
8.2 ΑΖΩΤΟ	50
8.3 ΚΑΛΙΟ	50
8.4 ΦΩΣΦΟΡΟΣ	51
8.5 ΑΣΒΕΣΤΙΟ	51
8.6 ΜΑΓΝΗΣΙΟ	51
8.7 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	51
8.8 ΣΙΔΗΡΟΣ	52
8.9 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	52
9. ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ	54
9.1 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΑΖΩΤΟΥ	54
9.2 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	55
9.3 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΚΑΛΙΟΥ	56
9.4 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ	59
9.5 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ	60
9.6 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	61
9.7 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ	62
10. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΕΣ	64

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	66
12. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	67
13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω από την θέση μου τον Δρ. Γεωπόνο Αναστάσιο Κώτσιρα για τον πολύτιμο χρόνο, την βοήθεια και για την συλλογή των στοιχείων που εμπεριέχονται στην πτυχιακή μου εργασία.

Επίσης θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο κ. Χρήστο Σαρέλλα για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου πρόσφερε από την πρακτική του εξάσκηση στην τομάτα θερμοκηπίου στο Πανεπιστήμιο **Wagenigen** της Ολλανδίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την συμφοιτήτριά μου Κτιστάκη Βασιλική που με βοήθησε στη συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ τον Καθηγητή Χρήστο Λιναρδόπουλο για το ενδιαφέρον και την υποστήριξή του ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία αλλά και την συμβολή του στην αρτιότερη παρουσίασή της.

ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2006

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση και καταγραφή της επίδρασης της λίπανσης στην ποιότητα και παραγωγή τομάτας θερμοκηπίου.

Η επιλογή του συγκεκριμένου είδους έγινε διότι ο καρπός της τομάτας αποτελεί είδος ευρείας κατανάλωσης, ενώ παράλληλα η καλλιέργειά της στο θερμοκήπιο έχει μεγάλη οικονομική σημασία.

Το ενδιαφέρον του παραγωγού συνίσταται στην ποσότητα και την ποιότητα των προϊόντων που παράγει ως αποτέλεσμα της γεωργικής πράξης. Μια σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την καλλιέργεια και ρυθμίζεται από τον παραγωγό για την αριστοποίηση της παραγωγής είναι τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών της ανόργανης διατροφής των φυτών.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τομάτα είναι κατά κανόνα ετήσιο λαχανικό, αρκετά διαδεδομένο και πολύ δημοφιλές. Σε διεθνή κλίμακα, η καλλιέργεια της τομάτας καταλαμβάνει την τρίτη σε έκταση θέση μετά την πατάτα και γλυκοπατάτα, ενώ στην Ελλάδα η επιτραπέζια τομάτα καταλαμβάνει τη δεύτερη σε έκταση θέση μετά την πατάτα.

Οι λόγοι που καθιστούν την τομάτα δημοφιλές λαχανικό είναι πολλοί. Οι σπουδαιότεροι είναι, ότι εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες, και ιδίως τη βιταμίνη C, έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα, γεγονός που την καθιστά αρεστή στην διατροφή. Ποικιλίες της έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλίματος, αν και θα πρέπει να τονιστεί ότι το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση. Σήμερα η καλλιέργεια της τομάτας εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι και μερικές μοίρες από τον αρκτικό κύκλο και στις μεν περιοχές όπου η διάρκεια της θερμής περιόδου το επιτρέπει, η τομάτα καλλιεργείται στο υπαίθρο ενώ σε άλλες περιοχές και σε περιόδους εκτός εποχής καλλιεργείται σε θερμοκήπια. Η μορφή καλλιέργειας της τομάτας ποικίλει από την εντατική (μεγάλες εκτάσεις σε γραμμική καλλιέργεια πλήρως μηχανοποιημένη, με εφάπαξ συγκομιδή με μηχανικά μέσα), έως την εντατική (καλλιέργεια σε θερμοκήπια, υποστύλωση, κλάδεμα, επαναλαμβανόμενη συγκομιδή με το χέρι κ.λπ.).

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η τομάτα είναι ένα από τα 8-10 πολύ συγγενικά είδη του γένους *Lycopersicon* , το οποίο ξεχωρίζει από το πολύ συγγενικό είδος *Solanum* από τα χαρακτηριστικά διάρρηξης των ανθών και απελευθέρωσης της γύρης. Τα πλείστα είδη του γένους *Lycopersicon* είναι θάμνοι ετήσιοι, βραχείας διάρκειας, με βιολογικό κύκλο 5 ή και λιγότερους μήνες.

Αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας ήταν το Περού, σήμερα, με τις πληροφορίες που έδωσε ο Jenkins, 1948, γίνεται δεκτό ότι καταγωγή της καλλιεργούμενης τομάτας είναι το Μεξικό και μάλιστα η περιοχή Vera Cruz-Puebla, απ' όπου αρχικά μεταφέρθηκε τον 16^ο αιώνα στην Ευρώπη και στη συνέχεια διασκορπίστηκε σε αρκετές περιοχές της γης. Στην Ελλάδα η εισαγωγή της έγινε αρχικά στην Αθήνα περίπου το 1818.

Το *lycopersicon esculentum* και οι στενοί συγγενείς, είναι γενικά αυτογονιμοποιούμενα είδη. Όπως αναφέρει ο Rick (1950), σταυρογονιμοποιούνται στις περιοχές που αυτοφύονται και σε μερικές άλλες υποτροπικές περιοχές , αλλά σε άλλα μέρη αυτογονιμοποιούνται πλήρως.

3. ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae*. Η βοτανική της ονομασία είναι *Lycopersicon esculentum*. Ο αριθμός χρωμοσωμάτων της είναι $2n=24$ όπως και των περισσότερων ειδών του γένους *Lycopersicon*.

A) ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ. Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στην μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα τουλάχιστον, στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο η τομάτα μεταφυτεύεται μια ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται, καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες ρίζες, ακόμη και από το λαιμό του φυτού γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει την μεταφύτευση του φυτού, ακόμη και με γυμνή ρίζα ή μπάλα χώματος, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτή είναι και η ενδεδειγμένη τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας.

B) ΒΛΑΣΤΟΣ. Κατά το φύτεμα και μετά την οριζοντιοποίηση των κοτυληδονόφυλλων από το αρχέφυτρο που βρίσκεται μεταξύ τους, και που μπορεί να το δει κανείς σε τομή στο μικροσκόπιο, παράγεται ο κεντρικός βλαστός. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Σε μερικές περιπτώσεις ο βλαστός εμφανίζεται με κενό στο εσωτερικό του, κατάσταση που δεν είναι φυσιολογική. Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξής του ή, καλύτερα αμέσως κάτω από το αρχέφυτρο, είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται, και είναι γενικά εύθραυστος. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά το μήκος, καθορίζεται από

γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών ή με καθορισμένο μήκος.

Γ) ΦΥΛΛΑ. Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα. Κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία, και από την θέση του φύλλου επί του βλαστού. Είναι δυνατόν να απαντηθούν ποικιλίες με 3,4 ή και 5 ζεύγη φυλλαρίων. Τα πρώτα πραγματικά φύλλα μιας συγκεκριμένης ποικιλίας, έχουν μικρότερο αριθμό ζευγών. Εκτός από τον αριθμό των ζευγών και το μέγεθος των φύλλων που είναι και το χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, επηρεάζεται και από τις συνθήκες καλλιέργειας. Συνήθως οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες έχουν πιο μακριά και πιο πλατιά φύλλα, ενώ στις μικρόκαρπες ποικιλίες οι διαστάσεις των φύλλων είναι μικρότερες. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Η επάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο.

Δ) ΑΝΘΟΣ. Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3/ταξιανθία μέχρι 20 ή και περισσότερα. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί

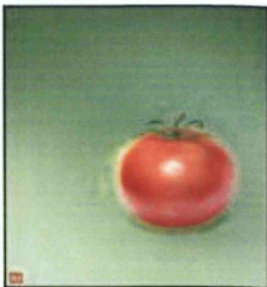


Εικόνα 1: Άνθος τοματιάς

σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, ανάλογα με την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ή

περισσότερα ενωμένα πέταλα και 5 ή περισσότερους στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωθήκη είναι πολύχρωμη και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια.

Ε) ΚΑΡΠΟΣ. Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα, με ποικίλα σχήματα. Ο καρπός ποικιλιών με δύο χωρίσματα είναι συνήθως στρογγυλός, ενώ αυτών με 3, 4, 5, ή και περισσότερα χωρίσματα είναι πεπλατυσμένος και πιθανόν ακανόνιστος.



Εικόνα 2: Καρπός τομάτας

4. ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ

Η σπορά της τομάτας στο σπορείο γίνεται ομαδικά σε κιβώτια σποράς. Από εκεί τα σπορόφυτα, είτε αφήνονται να αναπτυχθούν κανονικά για 6-8 εβδομάδες και μετά μεταφυτεύονται στην οριστική τους θέση στο θερμοκήπιο, είτε σε ατομικό μέσο ανάπτυξης αμέσως μόλις εκπτυχθούν πλήρως οι δυο κοτυληδόνες και αργότερα στο κατάλληλο στάδιο μεταφυτεύονται στο έδαφος του θερμοκηπίου. Το υπόστρωμα σποράς που χρησιμοποιείται συνήθως, είναι κάποια εγγυημένη κομπόστα (compost) του εμπορίου.

Ο χρόνος σποράς καθορίζεται από το πρόγραμμα καλλιέργειας (φθινοπωρινό, χειμωνιάτικο, ανοιξιάτικο), αρκεί να υπολογιστεί ότι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη σπορά μέχρι την οριστική εγκατάσταση των φυτών στο θερμοκήπιο είναι περίπου 50-60 ημέρες.



Εικόνα 3: Σπορά στο σπορείο

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα στο φύτεμα των σπόρων, γιατί επηρεάζει σχεδόν αποκλειστικά το χρόνο φυτρώματος. Η ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείτε για το φύτεμα της τομάτας είναι περίπου 9⁰ C, όμως ο χρόνος φυτρώματος σ' αυτήν την θερμοκρασία είναι πάνω από 60 ημέρες. Η άριστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι γύρω στους 23-25⁰ C, όπου το φύτεμα γίνεται μέσα σε 3-4 ημέρες. Μόλις οι σπόροι

φυτρώσουν η θερμοκρασία μειώνεται στους 18-20⁰ C την ημέρα και 16-18⁰ C τη νύχτα. Θερμοκρασίες κάτω από 18⁰ C την ημέρα και 14⁰ C τη νύχτα, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, συνήθως αποφεύγονται.

Υγρασία

Η σχετική υγρασία στο σπορείο κυμαίνεται γύρω στο 60-75 % περίπου. Δίνεται ιδιαίτερη προσοχή από τους παραγωγούς, έτσι ώστε να μην υπερβεί το 85 %, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος των προσβολών από βοτρυτή και άλλες μυκητολογικές ασθένειες.

Φωτισμός

Οι σπόροι της τομάτας βλαστάνουν καλύτερα σε σκοτάδι παρά σε φως και μάλιστα σε μερικές ποικιλίες οι σπόροι δε βλαστάνουν καθόλου στο φως. Από την βλάστηση όμως και μετά, η μεγάλη ένταση του φωτισμού παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην ευρωστία των φυτών όσο και στην πρωίμηση της παραγωγής, μέσω της πρώιμης έκπτυξης της πρώτης ταξιανθίας. Έτσι, από τη στιγμή μάλιστα που δεν τίθεται θέμα χαμηλής ηλιοφάνειας στην Ελλάδα, οι παραγωγοί απλώς εστιάζουν την προσοχή τους στην εύρεση ηλιόλουστης θέσης για την τοποθέτηση του σπορείου.

4.2 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Αποστάσεις φύτευσης-πληθυσμός- διάταξη φυτών

Οι αποστάσεις φύτευσης και η διάταξη των φυτών στο θερμοκήπιο καθορίζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η εποχή φύτευσης, η κατασκευή του θερμοκηπίου (πλάτος αψίδων), το σύστημα άρδευσης, η ποικιλία τομάτας που καλλιεργείται (συνήθειες ανάπτυξης), το σύστημα μόρφωσης που εφαρμόζεται κ.α

Όσον αφορά την εποχή φύτευσης, εφαρμόζονται μεγαλύτερες αποστάσεις (μικρότερος αριθμός φυτών/στρ 2.125-2.250), όταν η φύτευση γίνεται το φθινόπωρο, γιατί οι συνθήκες φωτισμού και υγρασίας τον επερχόμενο χειμώνα θα γίνουν διαρκώς χειρότερες, γεγονός που θα επιδεινώνει την κατάσταση με πιο πυκνή φύτευση. Επίσης, το τελικό μέγεθος των φυτών στην περίπτωση αυτή θα είναι μεγάλο, γιατί η καλλιεργητική περίοδος είναι μακρά. Αντίθετα, φύτευση νωρίς την άνοιξη μπορεί να γίνει σε πιο κοντινές αποστάσεις (μεγαλύτερος αριθμός φυτών/στρ 2.300-3.000), γιατί οι συνθήκες στο θερμοκήπιο θα βελτιώνονται συνεχώς.

Η ποικιλία ή υβρίδιο τομάτας που θα καλλιεργηθεί, επηρεάζει τις αποστάσεις φύτευσης, λόγω του ότι παρουσιάζουν διαφορές στην ανάπτυξή τους και συγκεκριμένα, στο μήκος και μέγεθος των φύλλων.

Σε όλες όμως τις περιπτώσεις έχει επικρατήσει η γραμμική φύτευση, με τα φυτά πιο πυκνά επί της γραμμής και σε μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών. Η απόφαση για την απόσταση φύτευσης μεταξύ των γραμμών και επί των γραμμών, πρέπει να στηρίζεται και στην «αρχή», ότι όλος ο χώρος του θερμοκηπίου πρέπει να αξιοποιείται πλήρως, χωρίς όμως να υπάρχει υπερπληθυσμός φυτών που ευνοεί ανάπτυξη ασθενειών του φυλλώματος και παραγωγή καρπών μικρού μεγέθους.



Εικόνα 4: Μεταφύτευση φυτών τομάτας

Στάδιο μεταφύτευσης

Τα φυτά θα παραμείνουν στο σπορείο μέχρι τη μεταφύτευσή τους στο θερμοκήπιο. Όταν οι συνθήκες και περιποιήσεις στο

σπορείο είναι ικανοποιητικές, τότε η ανάπτυξη των φυτών θα είναι καλή, χωρίς υπέρμετρη αύξηση των φυτών σε ύψος. Τα κοτυληδονόφυλλα πρέπει να είναι μεγάλα, ο βλαστός χοντρός, τα φύλλα με βαθύ πράσινο χρώμα και πυκνά τοποθετημένα πάνω στο βλαστό και από τις μασχάλες των φύλλων να αναπτύσσονται δυνατοί πλευρικοί βλαστοί. Σκληραγώγηση γίνεται σε περιορισμένη κλίμακα, με περιορισμό του νερού άρδευσης, χωρίς να φτάσει σε επίπεδο μάρανσης, ενώ η λίπανση μέσω του νερού άρδευσης θα πρέπει να παραμένει σε υψηλά επίπεδα.

Η μεταφύτευση γίνεται το αργότερο όταν στα φυτά γίνει εμφανής αλλά κλειστή η πρώτη ταξιανθία, δηλαδή 10-12 ημέρες περίπου πριν ανοίξουν τα άνθη. Άλλο κριτήριο που μπορεί να λαμβάνεται υπόψη για το στάδιο της μεταφύτευσης είναι η χρονική στιγμή κατά την οποία τα φυτά θα αποκτήσουν 6-8 πραγματικά φύλλα. Όταν παρατηρηθούν συμπτώματα αδυναμίας (=έλλειψη θρεπτικών στοιχείων) στα φυτά, ενώ βρίσκονται στα γλαστράκια και πλησιάζουν το επιθυμητό στάδιο μεταφύτευσης, είναι προτιμότερο να γίνει η μεταφύτευση πιο νωρίς, παρά να γίνει προσπάθεια διόρθωσης του κακού στο γλαστράκι.

4.3. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση στο σπορείο, τόσο κατά την διάρκεια του φυτρώματος όσο και κατά τη μετέπειτα ανάπτυξη των φυτών μέχρι τη μεταφύτευση, θα πρέπει να γίνεται τακτικά, όχι όμως υπερβολικά συχνά. Το υπόστρωμα δεν θα πρέπει να ξηραίνεται, δεν επιτρέπεται όμως ούτε να είναι τελείως κορεσμένο με νερό.

Είναι γνωστό ότι η ύπαρξη επαρκούς υγρασίας στο υπόστρωμα σποράς του φυτρώματος είναι προϋπόθεση για την επιτυχία της. Εξίσου σημαντική όμως είναι η τροφοδότηση των σπορόφυτων τομάτας με νερό και μετά το φύτευμα. Αν τα νεαρά δεν αρδεύονται αρκετά συχνά, ο ρυθμός αύξησης τους μειώνεται σημαντικά με συνέπεια να γίνονται καχεκτικά και αδύναμα. Τα

σπορόφυτα που υποφέρουν από έλλειψη νερού σχηματίζουν λεπτά και ασθενή στελέχη και μικρά, έντονου χρώματος φύλλα.

Επιβλαβές όμως είναι και το υπερβολικά συχνό πότισμα. Όταν το υπόστρωμα σποράς των φυτών είναι συνεχώς κορεσμένο με νερό, το ριζικό τους σύστημα δεν αναπνέει επαρκώς, με συνέπεια να αποδιοργανώνεται σιγά σιγά, να χάνει το λευκό του χρώμα και την συνεκτική του εμφάνιση και να καταστρέφεται.

4.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι (μέθοδοι) προσδιορισμού των κύριων θρεπτικών στοιχείων και ιχνοστοιχείων στο έδαφος. Επίσης η έκφραση της περιεκτικότητας σε διάφορες μονάδες μέτρησης προκαλεί σύγχυση.

α) Μια απλοποιημένη μορφή ανάλυσης, βασίζεται στην περιεκτικότητα των στοιχείων σε μέρη στο εκατομμύριο (ppm) αεροξηροθέντους εδάφους. Με βάση αυτή τη μέθοδο οι επιθυμητές τιμές των στοιχείων δίνονται στον πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Επιθυμητά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων εδάφους θερμοκηπίου σε ppm (*Wittwer and Homma, 1979*)

Διαθέσιμο στοιχείο ή μέτρηση	Επιθυμητές τιμές
Αζωτο (NO ₃)	12-40 ppm
Φωσφόρος	40-150 ppm
Κάλιο	200-600 ppm
Ασβέστιο	Πάνω από 600 ppm
Μαγνήσιο	Πάνω από 100 ppm
Διαλυτά άλατα	50-90 ppm
pH	6,5-7,2 ppm

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, υπάρχει μεγάλο εύρος στην περιεκτικότητα του κάθε στοιχείου, πάνω από την οποία εξασφαλίζονται υψηλές αποδόσεις και τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι η περιεκτικότητα που θεωρείται άριστη, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

β) Μέθοδος ανάλυσης σε κορεσμένο με νερό εδαφικό μίγμα (SSE = Saturated Soil Extract Method). Πρόσφατα έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία αυτή η μέθοδος για τον προσδιορισμό των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους του θερμοκηπίου. Προσδιορίζονται τόσο τα κύρια στοιχεία όσο και το νάτριο, χλώριο και άλλα ιχνοστοιχεία. Ο προσδιορισμός των στοιχείων γίνεται στο εδαφικό διάλυμα (extract solution) και εκφράζεται στη συγκέντρωση των στοιχείων στο διάλυμα αυτό, σε αντίθεση με τη προηγούμενη μέθοδο που εκφράζεται με βάση το ξηρό βάρος του εδάφους. Η μέθοδος SSE έχει επίσης το πλεονέκτημα ότι τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα σε 24 ώρες, ενώ με την άλλη μέθοδο απαιτούνται 5 ημέρες.

Οι άριστες επιθυμητές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος του θερμοκηπίου δίνονται στον πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Άριστα επιθυμητά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων εδάφους θερμοκηπίου, για καλλιέργεια τομάτας σε ppm, που έχουν προσδιοριστεί με την μέθοδο SSE (*Lucas et al.,1972*)

Διαθέσιμο στοιχείο ή μέτρηση	Επιθυμητές τιμές
pH	5,8-6,8
Άζωτο (NO ₃)	125-200 ppm
Φωσφόρος	8-13 ppm
Κάλιο	175-275 ppm
Ασβέστιο	>250 ppm
Μαγνήσιο	>60 ppm
Διαλυτά άλατα	1,5-3 ppm

4.5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η καλλιέργεια για προετοιμασία του εδάφους ξεκινά αμέσως μετά το πέρας της προηγούμενης καλλιέργειας με ένα βαθύ όργωμα με άροτρο ή καλλιεργητές ή ακόμη καλύτερα με περιστρεφόμενους δίσκους, γιατί εξασφαλίζεται πιο ομοιόμορφη κατεργασία με λιγότερο κίνδυνο καταστροφής του εδάφους με συμπίεση. Στη συνέχεια, αφού αφηθεί το έδαφος για κάποιο χρονικό διάστημα, γίνεται η προσθήκη κοπριάς και ακολουθεί η απολύμανση. Κατά την τελική προετοιμασία γίνεται και η ομοιόμορφη ενσωμάτωση με φρέζα, σε βάθος 20-25 εκ. των χημικών λιπασμάτων.

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία σε ποικιλία εδαφών, αλλά αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με σταθερή δομή, με υψηλό βαθμό υδατοικανότητας, με καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Για πρώιμη παραγωγή μπορεί να χρησιμοποιούνται και τα ελαφρά αμμώδη εδάφη, αλλά όπως αναφέρεται και στη γενική λαχανοκομία, τα εδάφη αυτά είναι φτωχά, με χαμηλή εναλλακτική ικανότητα, χαμηλό βαθμό υδατοικανότητας, φτωχή διαβροχή κατά το πότισμα με το σύστημα στάγδην. Τα αμμώδη πλεονεκτούν, όσον αφορά το χρόνο παραγωγής και όχι το ύψος παραγωγής. Επίσης, όχι πολύ κατάλληλα είναι τα βαριά πηλώδη εδάφη, γιατί στραγγίζουν δύσκολα, είναι προβληματικά όταν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων, γιατί το ξέπλυμα τους γίνεται δύσκολα και η δομή τους καταστρέφεται όταν καλλιεργούνται κάπως υγρά.



Εικόνα 5: Έδαφος θερμοκηπίου έτοιμο για μεταφύτευση

Το ριζικό σύστημα της τομάτας αναπτύσσεται μέχρι το βάθος των 75 cm , και θα πρέπει, όταν η φυσική στράγγιση του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική, να προβλέπεται εγκατάσταση συστήματος στράγγισης στο θερμοκήπιο.

Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες του εδάφους, η πιο κατάλληλη αντίδραση για την καλλιέργεια της τομάτας θεωρείται η περιοχή μεταξύ $pH = 6-6.5$, αν και μέχρι 7.5 δίνει καλά αποτελέσματα.

4.6 ΕΚΠΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Όταν η ανάλυση του εδάφους δείξει ότι υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων, τότε είναι ανάγκη να γίνει έκπλυση του εδάφους με αρκετές ποσότητες νερού (μέχρι 130 l/m^2), με σκοπό τη διάλυση και μεταφορά των αλάτων σε βαθύτερα στρώματα. Η εργασία αυτή γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους πριν τη μεταφύτευση. Η ακριβής ποσότητα του νερού που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί έχει σχέση με το ύψος της συγκέντρωσης των αλάτων και με τον τύπο του εδάφους. Προτιμάται, η εφαρμογή να γίνεται με το σύστημα καταιονισμού σε 4-5 δόσεις, μια κάθε ημέρα, για να μην καταστρέφεται η επιφανειακή δομή του εδάφους.

Είναι βέβαια αναγκαίο, όπως πριν και μετά την έκπλυση του εδάφους, να γίνεται μέτρηση της αγωγιμότητας, για να διαπιστώνεται ο βαθμός μείωσης της συγκέντρωσης των αλάτων που έχει επιτευχθεί.

Στις ποσότητες νερού που αναφέρονται θα πρέπει να προστεθεί και η ποσότητα νερού που απαιτείται για να φέρει το έδαφος σε πλήρη υδατοικανότητα, και που είναι περίπου 50 l/m^2 . Επίσης, πρέπει να σημειωθεί, ότι οι ποσότητες του νερού που αναφέρονται υπολογίζονται με το σύστημα καταιονισμού σε 4-5 δόσεις, μια κάθε ημέρα. Σε περιπτώσεις που το νερό εφαρμόζεται με άλλες μεθόδους, που είναι και λιγότερο αποτελεσματικές, θα χρειαστούν μεγαλύτερες ποσότητες νερού. Επίσης σημειώνεται ότι είναι δύσκολη η έκπλυση των αλάτων από τα βαριά πηλώδη εδάφη.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

5. ΛΙΠΑΝΣΗ

5.1 ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ

Όταν το υπόστρωμα (εδαφικό ή συνθετικό μίγμα) είναι εξαρχής εμπλουτισμένο με όλα τα απαραίτητα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, δεν δίδεται καμία πρόσθετη λίπανση στα κιβώτια σποράς, ούτε στην αρχή μετά την μεταφύτευση στα ατομικά γλαστράκια. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται λίπανση μαζί με το νερό ποτίσματος αργότερα (υδρολίπανση), όταν μεγαλώσουν λίγο τα φυτά.

Αν όμως το υπόστρωμα είναι φτωχό σε θρεπτικά στοιχεία (άμμος, τύρφη, περλίτης, βερμικουλίτης) πρέπει να προστίθενται συνέχεια θρεπτικά στοιχεία στο νερό ποτίσματος.

Η αντίδραση του υποστρώματος (pH) πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6,2-7,0 και να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται λιπάσματα που να έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε χλώριο, νάτριο και να μην προκαλούν τη συγκέντρωση διαλυτών αλάτων.

Ένα καλό πρόγραμμα λίπανσης που προωθεί την γρήγορη ανάπτυξη των νεαρών φυτών τομάτας, είναι η ανάμιξη σε ίσες ποσότητες βάρους (50:50) μονοαμμωνιακού (12-61-0) και διαμμωνικού φωσφόρου (21-53-0). Το λίπασμα εφαρμόζεται με το νερό ποτίσματος σε αναλογία 2-8gr/l νερού, ανάλογα με το μέγεθος των φυτών και την συχνότητα εφαρμογής του λιπάσματος. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί υδατοδιαλυτό λίπασμα, που περιέχει και τα τρία κύρια στοιχεία σε αναλογία 10-52-17 ή 9-45-15, δηλαδή και με παρουσία ποσότητας καλίου, αν και δεν έχει παρουσιαστεί έλλειψη καλίου σε τόσο νεαρά φυτά τομάτας. (*Larsen et al, 1968*)

Για το πότισμα φυτών στα κιβώτια σποράς, εφαρμόζεται 2g/l νερού. Μετά τη μεταφύτευση των φυταρίων σε ατομικά γλαστράκια εφαρμόζεται πότισμα κάθε 5-10 ημέρες με το ίδιο διάλυμα. Όταν τα φυτά μεγαλώσουν, τις τελευταίες 2-3 εβδομάδες πριν την μεταφύτευση, ποτίζονται κάθε 4-5 ημέρες με διάλυμα που περιέχει 8g/l νερού.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι για την προετοιμασία δυνατών και υγιών φυτών τομάτας, το υπόστρωμα πρέπει να περιέχει ή να δέχεται υψηλά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων. Ιδιαίτερα από τα κύρια στοιχεία, το άζωτο και ο φώσφορος σε υψηλές ποσότητες επηρεάζουν θετικά, όχι μόνο την ανάπτυξη των φυτών αλλά και τον αριθμό των ανθέων και καρπών στις ταξιανθίες.

5.2 ΑΝΘΡΑΚΟΛΙΠΑΝΣΗ

Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του σπορείου με CO₂ σε επίπεδα γύρω στα 900 ppm (ανθρακολίπανση) συνιστάται εφόσον είναι εφικτός, ασκεί ευεργετική επίδραση στην ταχύτητα ανάπτυξης των νεαρών σποροφύτων της τομάτας, με συνέπεια να επισπεύδεται η εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας και να αυξάνεται το μέγεθος και η ευρωστία τους. Στην Ελλάδα βέβαια ανθρακολίπανση μπορεί να εφαρμοστεί για περιορισμένο χρόνο και μόνο σε περίπτωση που η ανάπτυξη των νεαρών σποροφύτων λαμβάνει χώρα το χειμώνα. Αντίθετα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο η ανάγκη εξαερισμού του σπορείου κατά τις θερμές ώρες της ημέρας με στόχο την αποφυγή υπερβολικής ανόδου της θερμοκρασίας είναι συχνή και επομένως είναι δύσκολο να διατηρηθούν συγκεντρώσεις CO₂ υψηλότερες από αυτές του εξωτερικού ατμοσφαιρικού αέρα.

5.3 ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Η βασική λίπανση πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία εδάφους, που να έχει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά πριν από την μεταφύτευση:

- A) Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας.
- B) Ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.
- Γ) Αρκετά αποθέματα καλίου, ώστε να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, να ενθαρρύνεται η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και να προκαλείται ανάσχεση της ζωηρής βλάστησης των φυτών.
- Δ) Αρκετό άζωτο, αναγκαίο για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών, αλλά όχι τόσο πολύ που να προκαλεί ζωηρή βλάστηση στα φυτά.
- E) Αντίδραση εδάφους γύρω στο $pH=6-6,5$ (εκτός από τα ασβεστώδη εδάφη, όπου αυτό είναι αδύνατον).

Οι ποσότητες των κύριων θρεπτικών στοιχείων που θα προστεθούν με τη βασική λίπανση για τη συμπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους του θερμοκηπίου πρέπει να υπολογίζονται με βάση την ανάλυση του εδάφους. Ενδεικτικά μια φυτεία τομάτας της οποίας η παραγωγή σε καρπούς ανέρχεται στους 10τον/στρ. απορροφά από το έδαφος περίπου 23-36 κιλά N, 6-13 κιλά P_2O_5 , 15-70 κιλά K_2O , 3-56 κιλά CaO και 4-9 κιλά MgO. Το μεγάλο εύρος τιμών απορρόφησης του κάθε στοιχείου που παρουσιάζεται, οφείλεται στο ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα δεδομένα βιβλιογραφίας. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία και ανόργανα στοιχεία με τη βασική λίπανση.

5.3.1 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας στο έδαφος του θερμοκηπίου συμβάλλουν στη διατήρηση σταθερής δομής στο έδαφος και βελτιώνουν την υδατοικανότητα του, καταστάσεις που συμβάλλουν στην ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή της τομάτας. Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας γίνεται με ταχύ ρυθμό στο θερμοκήπιο, γι' αυτό πρέπει να γίνεται τακτική προσθήκη οργανικής ουσίας (μια φορά το χρόνο ή το αργότερο μια φορά κάθε δύο χρόνια), για να διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Οργανική ουσία μπορεί να προστεθεί με διάφορες μορφές, όπως κοπριά, τύρφη, υποστρώματα καλλιεργειών μανιταριών.

5.3.1.1 ΚΟΠΡΙΑ: Αποτελεί την πιο συνηθισμένη μορφή οργανικής ουσίας που προστίθεται στην Ελλάδα, παρά το γεγονός ότι σήμερα το κόστος αγοράς είναι μεγάλο και η εξεύρεσή της προβληματική. Όταν υπάρχει, θα πρέπει να προστίθεται χωνεμένη και σε ποσότητες 5 περίπου τον/στρ. Παρ' όλα τα πλεονεκτήματα που εξασφαλίζει η προσθήκη κοπριάς έχει και μειονεκτήματα, όπως: την δυσκολία που παρουσιάζει στη χρήση της, την αστάθεια στη μηχανική και χημική της σύνθεση, τον κίνδυνο να περιέχει υπολείμματα ζιζανιοκτόνων, υψηλά επίπεδα αλάτων, σπόρους ζιζανίων, απελευθέρωση αμμωνιακού αζώτου κατά την απολύμανση με ατμό. Θα πρέπει να αποφεύγεται η ενσωμάτωση στο έδαφος αχώνευτης κοπριάς λίγο πριν τη μεταφύτευση, γιατί όπως είναι γνωστό δημιουργεί περισσότερα προβλήματα. Η κοπριά πρέπει να προστίθεται πριν από την απολύμανση του εδάφους.

5.3.1.2 ΤΥΡΦΗ: Θεωρείται κατάλληλο υλικό για αύξηση και διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, αλλά και το κόστος της είναι αρκετά υψηλό. Όταν προστίθεται στο έδαφος για πρώτη φορά, συνιστώνται δόσεις μέχρι 70 m³/στρ. χαλαρής τύρφης, ενώ όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είναι

ικανοποιητική, για σκοπούς συντήρησης προστίθεται $17\text{m}^3/\text{στρ.}$ ετησίως. Η τύρφη έχει όξινη αντίδραση $\text{pH}=4$ και όταν τα εδάφη δεν είναι αλκαλικά θα πρέπει παράλληλα να προστίθεται και ασβέστιο σε αναλογία $6\text{κιλά}/\text{m}^3$ τύρφης. Η τύρφη, όπως και η κοπριά, προστίθεται κατά την κατεργασία του εδάφους και ενσωματώνεται σε βάθος 30 cm. Επειδή, όπως ελέχθη, το κόστος της τύρφης είναι υψηλό, αντί να ενσωματωθεί σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου, θα μπορούσε, για σκοπούς οικονομίας να τοποθετηθεί σε γραμμές πλάτους 70 cm, περίπου όσο δηλαδή το πλάτος μεταξύ του ζεύγους των γραμμών φύτευσης, διευρυμένο κατά 10 εκ. από κάθε πλευρά.

Υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών. Όπου υπάρχουν, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αλλά χρειάζονται προσοχή γιατί περιέχουν θρεπτικά στοιχεία σε υψηλά επίπεδα, και μπορεί να προκαλέσουν αύξηση της αγωγιμότητας του εδάφους.

Μη αποσυντεθειμένο άχυρο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται, γιατί προκαλεί δυσκολίες στην ενσωμάτωση, και κίνδυνο πρόκλησης τροφopenίας αζώτου στα φυτά, λόγω του ανταγωνισμού από τους μικροοργανισμούς.

5.3.2 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

5.3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Δίνονται στοιχεία υπολογισμού των ποσοτήτων φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου και αζώτου, που πρέπει να προστεθούν στο έδαφος και που βασίζονται στην περιεκτικότητα του εδάφους στα στοιχεία αυτά, όπως έχει καθοριστεί με τη χημική ανάλυση. Σημειώνεται ότι ανάλογα με τη μέθοδο χημικού προσδιορισμού των στοιχείων, τα άριστα επιθυμητά επίπεδα εκφράζονται και διαφορετικά.

5.3.2.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Όπως ελέγχθει και πιο πάνω, όλες οι ανάγκες των φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πρέπει να ικανοποιούνται από τα αποθέματα του εδάφους και από τις ποσότητες που προστίθενται κατά τη βασική λίπανση. Με την επιφανειακή λίπανση αποφεύγεται η προσθήκη φωσφόρου, γιατί συχνά προκαλεί προβλήματα στο σύστημα άρδευσης.

Σαν λιπαντικό στοιχείο των φυτών ο φώσφορος, επιδρά θετικά στην ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος της τομάτας, στην μεγάλη καρποφορία και επιτάχυνση της ωρίμανσης καρπών και φυτών. Συμμετέχει στην αποταμίευση και μεταφορά της μεταβολικής ενέργειας του κυττάρου και βρίσκεται στον πυρήνα των κυττάρων που πολλαπλασιάζεται.

Για το λόγο αυτό, μεγαλύτερη ανάγκη φωσφόρου έχουν τα φυτά στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξής τους.

Το φυτό προσλαμβάνει το φώσφορο ως ιόν H_2PO_4^- από το έδαφος. Η σχέση του H_2PO_4^- , επηρεάζεται από το pH του εδάφους. Το pH 4,5-6,5 είναι ευνοϊκό για το H_2PO_4^- , ενώ σε pH 8-10 κυριαρχεί το HPO_4^{2-} .

Για την πρόσληψη των φωσφορικών του εδάφους από τις καλλιέργειες παίζει ρόλο η περιεκτικότητά του σε μαγνήσιο. Το μαγνήσιο δρα σαν φορέας του φωσφορικού μέσα στο φυτό. Η υπερβολική υγρασία, ο κακός αερισμός του εδάφους, με χαμηλές θερμοκρασίες και η υπερβολική λίπανση σε άζωτο και κάλιο, επηρεάζουν δυσμενώς την πρόσληψη του φωσφόρου από το φυτό.

5.3.2.3 ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Τα επιθυμητά επίπεδα ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος πριν τη μεταφύτευση, είναι μεταξύ 175-275 mg/l. Έχει βρεθεί ότι τα επίπεδα αυτά προκαλούν κάποιον έλεγχο στη ζωηρότητα βλάστησης των φυτών μετά τη μεταφύτευση και είναι αρκετά για την παραγωγή καλής ποιότητας καρπών, νωρίς την παραγωγική περίοδο. Το κάλιο απαντάται στο πρωτόπλασμα, στο χυμοτόπιο και σε πολύ μικρές ποσότητες στον πυρήνα. Ο ρόλος του στην τομάτα έχει σχέση και με την ποιότητα της παραγωγής. Η κανονική πρόσληψη καλίου από την τομάτα, δημιουργεί καρπούς καλής ποιότητας, σε μέγεθος, χρώμα, γεύση και αντοχή.

Μεγαλύτερες ποσότητες καλίου στο έδαφος μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης μαγνησίου από τα φυτά και, για να αποφευχθούν τροφοπενίες μαγνησίου, θα πρέπει η σχέση καλίου-μαγνησίου στο έδαφος, να διατηρείται γύρω στο 2:1. Με βάση τα πιο πάνω, θα πρέπει όταν εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες καλίου να εφαρμόζονται και οι ανάλογες ποσότητες μαγνησίου, αλλά οι ολικές ποσότητες που προστίθενται από τα δύο στοιχεία πρέπει να ρυθμίζονται, ώστε η αγωγιμότητα του εδάφους να μην ξεπερνά τα 2800μs/cm ή 2700μs/cm στα αμμώδη εδάφη.

Για να ελεγχθεί κατά πόσο η βασική λίπανση θειικού καλίου και κιζερίτη επιφέρει υψηλή αγωγιμότητα στο έδαφος, θα πρέπει να γίνει σύγκριση της ολικής ποσότητας θειικού καλίου και κιζερίτη, με τη μέγιστη επιτρεπτή προσθήκη. Εάν το συνιστώμενο άθροισμα K_2SO_4 και κιζερίτη ξεπερνά το μέγιστο επιτρεπτό, θα πρέπει να μειωθεί το ποσό της βασικής λίπανσης, και μάλιστα εκείνο το στοιχείο που θα μειωθεί περισσότερο, θα πρέπει να είναι το μαγνήσιο, γιατί η μικρή περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο έχει μεγαλύτερη αρνητική επίδραση στην ποιότητα των καρπών απ' ό τι η έλλειψη μαγνησίου.

5.3.2.4 ΑΖΩΤΟ

Το άζωτο είναι συστατικό όλων των ζωντανών κυττάρων. Συμμετέχει στο μόριο των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων, των ενζύμων και συνενζύμων καθώς και της χλωροφύλλης. Βρίσκεται στην ατμόσφαιρα και μέσα στο έδαφος, από την φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Το άζωτο επηρεάζει ευμενώς την επιμήκυνση των ριζών και τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών.

Η απορρόφηση και η κατανομή του σε διάφορα όργανα του φυτού μπορεί να θεωρηθεί ως μια δυναμική κατάσταση η οποία επηρεάζεται:

- α) από το ρυθμό απορρόφησης της ρίζας, επομένως από την συγκέντρωση των επιπέδων θρέψης ,
- β) από τον ρυθμό διακίνησης που πάλι επηρεάζεται από την θερμοκρασία, από την ανάπτυξη της ρίζας, και στη συνέχεια από την ζήτηση των αυξανόμενων οργάνων, κυρίως του φορτίου των καρπών που έχει αποφασιστική σημασία.

Η ποσότητα του αφομοιώσιμου αζώτου που πρέπει να υπάρχει στο έδαφος κατά τη μεταφύτευση, πρέπει να είναι κάπως περιορισμένη, γιατί τα υψηλά επίπεδα αζώτου οδηγούν τα φυτά σε βλαστομανία. Όταν το φυτό «εγκατασταθεί», τότε η τροφοδοσία με άζωτο θα γίνεται συστηματικά μέσω του συστήματος άρδευσης και επομένως η βασική λίπανση με άζωτο θα πρέπει να περιορίζεται στον εφοδιασμό των φυτών τις πρώτες εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση. Συνήθως τα εδάφη του θερμοκηπίου έχουν αρκετό άζωτο από την προηγούμενη καλλιέργεια, ώστε να μην χρειάζεται καθόλου προσθήκη με τη βασική λίπανση.

Θα μπορούσε βέβαια και στην περίπτωση του αζώτου να γίνει ανάλυση του εδάφους και με βάση τα αποτελέσματα, να αποφασιστεί η εφαρμογή ή μη αζωτούχου λίπανσης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: (Needhan, 1973)

Περιεκτικότητα NO ₃	εδάφους σε	Προσθήκη Νιτρικής αμμωνίας
mg/l	g/m ²	Κιλά/στρ.
Κάτω από 20	36	36
20-35	18	18
Πάνω από 35	0	0

Μια άλλη προσέγγιση υπολογισμού των αναγκών της τομάτας σε θρεπτικά στοιχεία είναι και η πιο κάτω: Λαμβάνοντας υπόψη το αναμενόμενο ύψος παραγωγής (τον/στρ) και το σύστημα άρδευσης με τη μέθοδο στάγδην, θα πρέπει να προστεθούν συνολικά: 39,6 κιλά N, 10,8 κιλά P (ή 24,8 P₂O₅) και 45,9 κιλά K (ή 71,0 K₂O). Για κάθε δε αναμενόμενη αύξηση της παραγωγής κατά 1τον/στρ αυξάνονται οι ποσότητες κατά 2,3κιλά/στρ N, 0,5κιλά/στρ P και 3,7κιλά/στρ K.

Για τη βασική λίπανση συνήθως χρησιμοποιούνται απλά λιπάσματα, γιατί ο υπολογισμός των αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία για συμπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους γίνεται πιο εύκολα. Εκτός από τα απλά λιπάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σύνθετα, εφόσον γίνει ο υπολογισμός για ισότιμο εφοδιασμό, αν και στις περιπτώσεις που απαιτείται ακρίβεια είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί, ιδίως όταν ο καλλιεργητής έχει περισσότερα από ένα θερμοκήπια και επομένως περισσότερες αναλύσεις εδάφους με διαφορετική περιεκτικότητα κύριων στοιχείων.

6. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Εκτός από τη βασική λίπανση, που γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους, επιβάλλεται και η εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης κατά την διάρκεια της ανάπτυξης και καρποφορίας των φυτών. Βασικό στοιχείο επιτυχίας μιας καλλιέργειας τομάτας στο θερμοκήπιο, που είναι οι υψηλές

αποδόσεις και η καλή ποιότητα του καρπού, αποτελεί η ορθολογική λίπανση σε συνδυασμό με το πότισμα. Η διατήρηση του φυτού της τομάτας σε διαρκή υψηλά επίπεδα παραγωγής προϋποθέτει όχι μόνον την προσθήκη των λιπαντικών στοιχείων και του νερού σε κάποιες ποσότητες, αλλά η προσθήκη να γίνεται την κατάλληλη στιγμή και στις σωστές αναλογίες (σχέση μεταξύ των στοιχείων). Η εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης μπορεί να γίνει είτε με την απευθείας χρήση των στερεών λιπασμάτων (διασκορπισμός στην επιφάνεια-πότισμα ή ενσωμάτωση-πότισμα) ή μαζί με το νερό ποτίσματος. Η πιο επιθυμητή και εύκολη προσέγγιση σήμερα της επιφανειακής λίπανσης είναι η τροφοδοσία πυκνών διαλυμάτων των λιπαντικών στοιχείων μέσα στο νερό ποτίσματος με την βοήθεια ειδικών «λιπαντήρων». Η υγρή μορφή λίπανσης (Liquid Feeding Fertigation) παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την εφαρμογή της στερεάς μορφής, όπως:

(α) εφοδιάζονται τα φυτά συνεχώς με τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία των οποίων οι ποσότητες μπορούν να αυξομειώνονται σταδιακά, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και τις αλλαγές των καιρικών συνθηκών.

(β) τα φυτά απορροφούν σε σύντομο χρονικό διάστημα τα θρεπτικά στοιχεία και αντιδρούν γρήγορα σε αυτά.

(γ) είναι πιο αποτελεσματική η αξιοποίηση του λιπάσματος.

(δ) γίνεται πιο ακριβής έλεγχος της βλάστησης, καρποφορίας και ποιότητας του καρπού.

(ε) εξοικονομούνται εργατικά. Το μόνο ίσως μειονέκτημα είναι το αρχικό κόστος της αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος εφαρμογής της υγρής λίπανσης. Η υγρή λίπανση, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, εφαρμόζεται με ειδικές συσκευές που συνδέονται με το σύστημα άρδευσης των θερμοκηπίων. Οι

συσκευές αυτές μπορεί να είναι πολύ απλές στην κατασκευή τους και με χαμηλό κόστος (απλό δοχείο με εισαγωγή-εξαγωγή, με μεμβράνη) ή μεγαλύτερης ακρίβειας, με δοσομετρικές αντλίες, που εργάζονται με ηλεκτρικό ρεύμα ή με υδραυλική πίεση. Σε όλες τις περιπτώσεις το λίπασμα διαλύεται σε νερό για την προετοιμασία πυκνού διαλύματος (Stock Solution), και στη συνέχεια γίνεται αραίωση με την βοήθεια της συσκευής (dilution rate=βαθμός αραίωσης), ανάλογα με την τελική επιθυμητή ποσότητα και αναλογία που θα φθάσει στα φυτά.

Με την επιφανειακή λίπανση τα φυτά εφοδιάζονται κυρίως με άζωτο και κάλι, αλλά και με ιχνοστοιχεία.

Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της υδρολίπανσης είναι η χρησιμοποίηση λιπασμάτων που είναι πλήρως διαλυτά στο νερό (υδατοδιαλυτά) και ο συνδυασμός λιπασμάτων που δεν αντιδρούν μεταξύ τους για δημιουργία ιζήματος. Είναι γνωστό ότι τα ιζήματα προκαλούν κλείσιμο των σταλακτήρων με καταστρεπτικές συνέπειες στην καλλιέργεια. Η τακτική που ακολουθείται στην πράξη είναι η διάλυση των λιπασμάτων στο νερό για προετοιμασία του πυκνού διαλύματος από την προηγούμενη ημέρα, και η παραλαβή του διαλύματος τη επομένη, καθώς επίσης και η διήθηση του διαλύματος κατά το γέμισμα του λιπαντήρα. Ένα άλλο σημείο που πρέπει να τονιστεί, είναι ότι δεν συνιστάται η επιλογή και η χρήση λιπασμάτων που περιέχουν άλατα χλωρίου, νατρίου και θείου. Τα λιπάσματα που συνιστάται η χρήση τους για επιφανειακή λίπανση είναι η νιτρική αμμωνία, το νιτρικό κάλι, η ουρία, ο διαμμωνικός φωσφόρος κ.λπ.. Το νιτρικό κάλιο δεν διαλύεται τόσο εύκολα στο ψυχρό νερό και για διευκολυνθεί η διαλυτότητά του μπορεί να εφαρμοσθεί θέρμανση.

Για εξειδικευμένα μικροστοιχεία, όταν παρουσιάζεται κάποιο πρόβλημα (τροφοπενία), τότε μπορεί και να εφαρμοσθούν διαφυλλικοί ψεκασμοί με το κατάλληλο σκεύασμα που περιέχει το συγκεκριμένο στοιχείο (χηλικός σίδηρος, χηλικό μαγνήσιο κ.α.)

6.1. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΙΘΕΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι ποσότητες των λιπασμάτων που πρέπει να εφαρμόζονται επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, που δεν είναι άλλοι από τις συνθήκες που επηρεάζουν την θρέψη των φυτών, όπως:

(α) συνθήκες του περιβάλλοντος που επηρεάζονται από την εποχή του έτους (ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, συγκέντρωση CO₂, σχετική υγρασία, διαθεσιμότητα σε νερό (*Doss et al.*, 1975)

(β) χαρακτηριστικά του εδάφους (χημική σύσταση εδάφους, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, υφή, δομή, βάθους, εναλλακτική ικανότητα, υδατοϊκανότητα) το pH του εδάφους, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος. Η ολική εναλλακτική ικανότητα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη συχνότητα εφαρμογής και την ποσότητα από αυτά με χαμηλότερη εναλλακτική ικανότητα (*Lucas et al.*, 1972) και

(γ) ο παράγων φυτό, για παράδειγμα το στάδιο της ανάπτυξης (προχωρημένο στάδιο απαιτεί περισσότερο λίπασμα), η ζωνρότητα του φυτού, το μέγεθος του φορτίου, την ποικιλία κ.λπ. Επομένως, οι ποσότητες των λιπασμάτων θα πρέπει να αποφασίζονται λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα φυτό και με βάση τις αναλύσεις εδάφους και φυτών (φυλλοδιαγνωστική). Στη συνέχεια γίνεται ευρύτερη αναφορά στους δύο αυτούς παράγοντες.

6.1.1 ΑΖΩΤΟ

Κατά τις υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, το N απορροφάται σε μεγαλύτερες ποσότητες από την ρίζα, και διακινείται με εντονότερο ρυθμό από την ρίζα προς το υπέργειο μέρος συγκριτικά με το χειμώνα. Σύμφωνα με τους Papadopoulos, Tiessen (1987), (1983), εφόσον η θερμοκρασία της ρίζας στην τομάτα δεν είναι τόσο χαμηλή, ώστε να εμποδίζει την

απορρόφηση του N από την ρίζα. Η θερμοκρασία του αέρα παίζει αποφασιστικό ρόλο στην διακίνηση, αλλά και στην κατανομή του στα διάφορα όργανα του φυτού. Έτσι παρατηρούν ότι στα φυτά της τομάτας οι χαμηλές θερμοκρασίες του αέρα, αλλά και της ρίζας, προκαλούν ανασχεση της διακίνησης του N προς το υπέργειο μέρος, με αποτέλεσμα να μειώνεται και η αύξηση των φυτών.

Τα περισσότερα βιβλιογραφικά δεδομένα (*Papadopoulos* 1987, *Tiesen* 1983 et.al) συμφωνούν ότι έχουμε καλύτερη απόδοση στα φυτά τομάτας, όταν η συγκέντρωση του NO_3 στο διάλυμα είναι περίπου 15-20 meq/l. Διαπιστώνεται ύστερα από πειραματική διαδικασία ότι σε συγκέντρωση 1,5 meq/l NO_3 , τα φυτά της τομάτας εμφανίζουν συμπτώματα τροφопενίας, και σε συγκέντρωση 12 meq/l τα φυτά είχαν 2.5 φορές μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρή μάζα, καθώς επίσης και ότι η στάθμη του αζώτου στο φυτό αυξάνεται με την αύξηση του NO_3 στο διάλυμα.

6.1.2 ΚΑΛΙΟ

Η περιεκτικότητα του καλίου μπορεί να θεωρηθεί ότι παρέχει την εικόνα της δυναμικής κατάστασης του K στο φυτό, κάθε στιγμή στην πορεία του χρόνου, διότι το K διακινείται έντονα εντός του φυτού, και περισσότερο από τα παλαιότερα προς τα νεότερα όργανα και προς την αυξανόμενη κορυφή.

Η απορρόφηση του K είναι συνάρτηση της συγκέντρωσης του στο εξωτερικό διάλυμα και της θερμοκρασίας, ενώ η ανακατανομή του K είναι συνάρτηση της ζήτησης από τις καταβόθρες των καρπών η οποία επηρεάζεται από το μέγεθος του φορτίου των καρπών. Πρέπει να δεχθούμε ότι η ποσότητα του K στο σύνολο του βλαστικού μέρους θα πρέπει να αυξάνεται στην πορεία του χρόνου σε όλα τα όργανα. Η ποσότητα του K στο σύνολο των φύλλων αυξάνεται στην πορεία του χρόνου και είναι μεγαλύτερη το θέρος συγκριτικά με το χειμώνα. Το ίδιο παρατηρείται και στη ρίζα, με την διαφορά ότι η ποσότητα αυτή του K ήταν σημαντικά μικρότερη το θέρος από ότι το χειμώνα. Το

γεγονός αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι συμβαίνει όχι λόγω μεγαλύτερης απορρόφησης του Κ κατά το χειμώνα, αλλά λόγω μικρότερης διακίνησης του Κ από την ρίζα προς το υπέργειο μέρος.

Ο Besford (1978) παρατήρησε ότι στα φυτά τομάτας η σταδιακή αύξηση του Κ στο θρεπτικό διάλυμα από 0,28-10,2 meq/l προκαλεί σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας του Κ στα υπέργεια όργανα, ειδικότερα στα φύλλα. Επίσης, παρατηρείται ότι η αύξηση του Κ στο διάλυμα πάνω από 2 meq/l δεν προκαλεί αύξηση της ξηράς μάζας των φυτών. Έτσι διαπιστώνεται ότι η άριστη παραγωγή καρπών στην τομάτα πραγματοποιείται όταν η συγκέντρωση του Κ στο διάλυμα είναι 5 meq/l.

6.1.3 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Από τα ευρήματα του Besford (1979) προκύπτει ότι η σταδιακή αύξηση του Ρ στο θρεπτικό διάλυμα από 2,2-41 mg/l προκαλεί στα φυτά τομάτας αύξηση του αριθμού των ανθέων/ταξιανθία και αύξηση της παραγωγής καρπών. Στα νεαρά στάδια ανάπτυξης (φυτάρια) δίνουν καλύτερη αύξηση, όταν η συγκέντρωση του Ρ στο θρεπτικό διάλυμα είναι 50 mg/l.

6.1.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Το Ca, αντίθετα με τα άλλα μακροστοιχεία, βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία στα κυτταρικά τοιχώματα, και αυτό είναι αποτέλεσμα της ισχυρής δέσμευσης του στα κυτταρικά τοιχώματα κυρίως από RCOO⁻ των πηκτινών. Η τομάτα έχει μεγάλη απαίτηση σε Ca και έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο (ως 5.5%) διότι έχει μεγάλη ανταλλαγή κατιόντων, λόγω της παρουσίας σημαντικής αναλογίας πηκτινών στα κυτταρικά τοιχώματα της ρίζας.

Η στάθμη του Ca στον ανιόντα χυμό είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι συγκριτικά με το χειμώνα. Οι διαφορές αυτές μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα κλιμακώνονται όσο προχωρούμε προς την κορυφή του βλαστού. Έτσι ενώ στη βάση του βλαστού οι

διαφορές αυτές ήταν μικρές, στην κορυφή η στάθμη του Ca γίνεται διπλάσια το καλοκαίρι συγκριτικά με το χειμώνα.

6.1.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Το Mg, αντίθετα με το Ca βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο κυττόπλασμα, κυρίως στους χλωροπλάστες και στα μιτοχόνδρια. Το κυττόπλασμα περιέχει περίπου 10-20% από το ολικό Mg. Επίσης το 10-20% του Mg των φύλλων βρίσκεται στους χλωροπλάστες. Στους χλωροπλάστες ένα ποσοστό είναι δεσμευμένο στις χλωροφύλλες. Το περισσότερο από το υπόλοιπο Mg 60-85% βρίσκεται με μορφή χαλαρού δεσμού κυρίως μεταξύ ενζύμων και κυτταρικών οργανιδίων.

Οι μεγάλες αυτές συγκεντρώσεις ενδεχομένως μαζί με το K στο κυτόπλασμα και τους χλωροπλάστες, θεωρείται ότι συμβάλλουν στην διατήρηση του pH των κυττάρων σε επίπεδα μεταξύ 6.5-7.5. Γενικώς είναι δυνατόν να λεχθεί ότι το Mg επηρεάζει μεγάλο φάσμα των μεταβολικών αντιδράσεων των κυττάρων. (*Bergman*, 1983).

6.1.6 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Ο ρόλος του Zn, ως θρεπτικού στοιχείου σχετίζεται με τη συμμετοχή του σε μεγάλο αριθμό ενζύμων είτε ως δομικό στοιχείο στο μόριο των ενζύμων (αλκοολική αφυδρογονάση) είτε ως ρυθμιστής της καταλυτικής δραστηριότητας των ενζύμων, όπως αφυδρογονάσες, πολυμεράσες DNA και RNA.

Στα φυτά του καλοκαιριού αφενός μεν η αρχική μικρή αύξηση και στη συνέχεια η δε βραδύ ρυθμό σημειούμενη ελάττωση της στάθμης του Zn στα φύλλα καθ' όλη τη πορεία της αύξησης των καρπών και το ελάχιστο που σημειώνεται όταν το βάρος των καρπών φτάνει στο μέγιστο, και αφ'ετέρου η μετά την τελική συγκομιδή καρπών παρατηρούμενη αύξηση του Zn, δείχνουν καθαρά τη δράση των καρπών ως ισχυρών καταβοθρών, που προκαλούν την ελάττωση του Zn στα φύλλα με ρυθμό που είναι ανάλογος με την ισχύ της καταβόθρας. Έτσι η πτώση αυτή

του Zn ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που είχαν μεγαλύτερο φορτίο καρπών και ήταν μικρότερη στα φυτά που είχαν μικρότερο φορτίο καρπών.

6.1.7 ΣΙΔΗΡΟΣ

Ο σίδηρος είναι γνωστό ότι αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα κυρίως ενζύμων της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης, και είναι θεμελιώδες συστατικό των κυτοχρωμάτων και της φερρεδοξίνης . Επίσης είναι γνωστό ότι ο Fe βρίσκεται σε μεγάλο ποσοστό (περίπου 80%) στους χλωροπλάστες. Το μεγαλύτερο μέρος από τον υπόλοιπο Fe στα φύλλα, βρίσκεται αποταμιευμένο υπό μορφή σιδηρο-φωσφορο πρωτεΐνης 'φυτοφερριτίνης' (Mengel and Kirkby 1987).

Η σαφώς μεγαλύτερη στάθμη του Fe στα φυτά του καλοκαιριού συγκριτικά με το χειμώνα, και στα φύλλα και στη ρίζα, θα πρέπει να θεωρηθεί σαν ένδειξη ότι κατά το καλοκαίρι πραγματοποιείται μεγαλύτερη απορρόφηση από τη ρίζα, καθώς επίσης και μεγαλύτερη διακίνηση Fe από τη ρίζα προς το υπέργειο μέρος. Αυτό θα πρέπει να σχετίζεται με τη θετική επίδραση της θερμοκρασίας στη διακίνηση εντός του φυτού, αλλά και με τη μορφολογία της ρίζας που παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του Fe.

6.1.8 ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Οι Papadopoulos και Tiesen (1987) επισημαίνουν ότι το Mn επιρρεάζεται σημαντικά από την εποχή του έτους, και ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν σημαντική πτώση της στάθμης του Mn στα φυτά. Αυτό κατά τους ίδιους ερευνητές, οφείλεται στη μείωση της μεταβολικής ενέργειας κατά το χειμώνα, που επηρεάζει σημαντικά την απορρόφηση του Mn από τη ρίζα. Επίσης οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν σημαντική αύξηση της στάθμης του Mn στα φυτά, σε τέτοιο βαθμό, που ορισμένες φορές μπορεί να οδηγήσουν σε τοξικά επίπεδα. Αντίθετα οι χαμηλές

θερμοκρασίες υπό ορισμένες συνθήκες, μπορούν να οδηγήσουν σε τροφопενία Mn.

6.1.9 ΧΑΛΚΟΣ

Η επίδραση της εποχής του έτους, κυρίως της θερμοκρασίας, φαίνεται από τις διαφορές μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα. Έτσι κατά το καλοκαίρι, η στάθμη του Cu, και στα φύλλα και στη ρίζα, είναι πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με το χειμώνα. Αυτό θα πρέπει να σχετίζεται με τη θετική επίδραση της θερμοκρασίας στην απορρόφηση και στη διακίνηση του Cu από τη ρίζα προς τα υπέργεια όργανα.

Ο Cu θεωρείται σημαντικό στοιχείο, περισσότερο για την αναπαραγωγική φάση των φυτών από ότι για την βλαστική φάση, διότι είναι απαραίτητος για την παραγωγή γύρης, για την παραγωγή καρπών και για την ανθοφορία (Dell 1981, Reute *et al* 1981).

Στους κάτωθι πίνακες αναφέρονται οι ακριβείς συγκεντρώσεις των στοιχείων ανάλογα με την εποχή φύτευσης και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Επιθυμητές συγκεντρώσεις στοιχείων (σε ppm) σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια. (Papadopoulos, 1994)

Εβ/δες	N- NO ₃	N- NH ₄	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	EC (μs/cm)
1	110	8	230	285	114	25	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	1400
2-4	87	4	64	776	99	60	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	3500
5-8	104	3	54	653	89	53	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	3000
9-11	121	4	50	509	84	50	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2500
12-13	191	4	67	412	103	63	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2300
14-15	192	5	57	351	126	55	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2200
16-17	192	14	46	284	136	47	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2100
18-20	178	28	38	233	117	41	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2000
21-25	155	31	31	187	100	36	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	1800
26- έλος	134	26	26	157	89	32	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	1600

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Επιθυμητές συγκεντρώσεις στοιχείων (σε ppm) σε φθινοπωρινή καλλιέργεια. (Papadopoulos, 1994)

Εβ/δες	N- NO ₃	N- NH ₄	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	EC (μs/cm)
	110	8	230	285	114	25	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	1400
-4	159	11	38	229	115	41	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	1800
-8	170	6	50	306	114	50	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2000
-10	181	4	63	389	98	60	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2200
1-12	121	4	50	509	84	50	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2500
3-14	97	4	50	600	84	50	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2800
5- έλος	58	2	36	435	69	40	0,7	0,2	0,04	0,01	0,13	0,006	2200

6.2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΜΑΤΑ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ

Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Α: 100:1

Αναλογία αραιώσης πυκνού διαλύματος Β: 100:1

Όγκος πυκνού διαλύματος Α: 1000 λίτρα

Όγκος πυκνού διαλύματος Β: 1000 λίτρα

Όγκος πυκνού διαλύματος Γ (οξέως): 1000 λίτρα

Αγωγιμότητα διαλύματος τροφοδοσίας: 2,40ms/cm

pH διαλύματος τροφοδοσίας: 6,0

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Ενδεικτική συνταγή υδρολίπανσης τομάτας θερμοκηπίου

ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΩΣ
Νιτρικό ασβέστιο 6,493 κιλά	Νιτρικό κάλιο 21,765 κιλά	Νιτρικό οξύ 25,944 λίτρα
Νιτρικό κάλιο 34,746 κιλά	Θεικό μαγνήσιο 0,661 κιλά	
Νιτρική αμμωνία 6,226 κιλά	Νιτρικό μαγνήσιο 10,079 κιλά	
Χηλικός σίδηρος 1,304 κιλά	Θεικό κάλιο 0,000 κιλά	
	Θεικό μαγγάνιο 169,0 γρ.	
	Θεικός ψευδάργυρος 143,75 γρ.	
	Θεικός χαλκός 18,73 γρ.	
	Βόρακας 238,25 γρ.	
	Μολυβδαινικό νάτριο 12,10 γρ	
	Φωσφορικό μονοκάλιο	

	16,264 κιλά	
--	-------------	--

6.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Διάλυμα εφαρμογής στην τομάτα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 2,6 ms/cm (Sonneveld and Straver, 1994)

	mmol/l	Ppm	meq/l
N-NH ₄	1.20	16.8	0.93
K	9.50	370.5	9.50
Ca	5.40	216	10.80
Mg	2.40	57.6	4.80
N-NO ₃	16.00	224	16.00
S-SO ₄	4.40	140.8	2.93
P-H ₂ PO ₄	1.50	46.5	1.50

	μmol/l
Fe	15.00
Mn	10.00
Zn	5.00
B	30.00
Cu	0.75

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Διάλυμα απορροής στην τομάτα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 3,7 ms/cm (Sonneveld and Straver, 1994).

	mmol/l	ppm	meq/l
N-NH ₄	0,50	7	0,39
K	8,00	312	8,00
Ca	10,00	400	20,00
Mg	4,50	108	9,00

N-NO ₃	23,00	322	23,00
S-SO ₄	6,80	217,6	4,53
P-H ₂ PO ₄	1,00	31	1,00

	μmol/l
Fe	15,00
Mn	7,00
Zn	7,00
B	50,00
Cu	0,70

6.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων θα πρέπει να είναι καλής ποιότητας. Είναι απαραίτητο να γίνονται συχνές αναλύσεις λόγω της πιθανής μεταβολής της ποιότητάς του σε σχέση με την εποχή. Σε περίπτωση μεταβολής, θα πρέπει να διορθώνεται η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος. Σε περιπτώσεις που η ποιότητα του νερού είναι μέτρια, καλό θα είναι να γίνεται χρήση του βρόχινου νερού, με ανάλογες διορθώσεις στη σύσταση του θρεπτικού διαλύματος.

Τα σταθερότυπα με βάση τα οποία προσδιορίζεται η καταλληλότητα του νερού άρδευσης είναι τα παρακάτω (Παπαστελλάτος, 1995) :

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Η ολική συγκέντρωση αλάτων (TDS)
- Το pH
- Η συγκέντρωση των κυριότερων ιόντων και οι σχέσεις μεταξύ τους
- Η παρουσία κάποιων ιχνοστοιχείων (κυρίως του B και του Zn)

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Τα κυριότερα ιόντα ανόργανων αλάτων που περιέχονται στα περισσότερα νερά άρδευσης.

ΚΑΤΙΟΝΤΑ	ΑΝΙΟΝΤΑ
Ca ²⁺	Cl ⁻
Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻
K ⁺	SO ₄ ²⁻
Na ⁺	NO ₃ ⁻
NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Επιθυμητά επίπεδα ποιότητας νερού σε ανοιχτά και κλειστά υδροπονικά συστήματα (Gohler and Drews, 1989)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΝΟΙΧΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΚΛΕΙΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
EC	mS/cm	<1.0	<0.4
pH		5-6	5-6
TDS	mg l ⁻¹	<500	<250
HCO ₃ ⁻	mg l ⁻¹	<610	<305
Na	mg l ⁻¹	<69	<29.9
Cl	mg l ⁻¹	<99.4	<35.5
S-SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	<149.2	<49.7
Zn	μmol l ⁻¹	<10	<5
Fe	μmol l ⁻¹	<17.9	<8
Cu	μmol l ⁻¹		<4
Mn	μmol l ⁻¹	<20	<6
B	μmol l ⁻¹	<40	<23

Στην πράξη τα επίπεδα αυτά είναι πολλές φορές υψηλότερα χωρίς να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στη θρέψη των φυτών. Γενικά, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην αγωγιμότητα και στις συγκεντρώσεις των ιόντων Na, Cl, B. Οι συγκεντρώσεις Ca, Mg, K, NO₃ και NH₄ δεν αναφέρονται λόγω του ότι είναι στοιχεία χρήσιμα στην θρέψη των φυτών. Υψηλές συγκεντρώσεις K, NO₃ και NH₄ είναι σπάνιες στα συνήθη νερά άρδευσης.

Οι περιπτώσεις υψηλών συγκεντρώσεων των Ca, Mg ή SO₄ στο νερό άρδευσης είναι αρκετά συχνές και αντισταθμίζονται με ανάλογη αύξηση των συγκεντρώσεων των υπολοίπων μακροστοιχείων (διατηρώντας τις σημαντικές αναλογίες όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις άριστες) και συνεπώς με αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος.

6.5 ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

6.5.1 Υπολογισμός ποσοτήτων στερεών λιπασμάτων μακροστοιχείων.

Αφού καθορισθούν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στο νερό της άρδευσης, υπολογίζονται οι απαιτούμενες ποσότητες λιπασμάτων για την επίτευξή τους. Τα λιπάσματα αυτά διαλύονται στον κάδο του λιπαντήρα για την παρασκευή πυκνού διαλύματος. Από το σημείο αυτό, γνωρίζοντας το ύψος άρδευσης της καλλιέργειας μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες των λιπασμάτων εφαρμόζοντας τον τύπο (Πιστόλης, 1996)

$$Λ = Σ \times N/10 \times \Pi$$

Όπου: Λ= η ζητούμενη ποσότητα λιπάσματος σε Kgr

Σ= η επιδιωκόμενη συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου στο νερό άρδευσης σε ppm

N = ο όγκος του νερού που θα χορηγηθεί στα φυτά κατά την συγκεκριμένη ημερομηνία άρδευσης σε m^2

Η περιεκτικότητα (Π) του λιπάσματος σε θρεπτικά στοιχεία θα πρέπει να αναφέρεται:

1. Σε οξείδια των στοιχείων, οπότε σ' αυτή την περίπτωση και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων θα αναφέρονται σε οξείδια.
2. Σε καθαρά στοιχεία, οπότε και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων θα αναφέρονται σε καθαρά στοιχεία.

Η μετατροπή των οξειδίων σε καθαρά στοιχεία γίνεται ως εξής:

$$P_2O_5 = P / 0,44$$

$$K_2O = K / 0,83$$

$$MgO = Mg / 0,60$$

$$CaO = Ca / 0,71$$

$$SO_4 = S / 0,33$$

6.5.2 Υπολογισμός όγκου υγρών λιπασμάτων

Όταν πρόκειται για υγρά λιπάσματα (κυρίως οξέα), η απαιτούμενη ποσότητά τους υπολογίζεται συνήθως σε όγκο. Πρέπει βέβαια να ληφθεί υπόψη το ειδικό τους βάρος. Εφαρμόζεται ο τύπος:

$$\Lambda = \Sigma \times X \times A \times O / 10 \times E \times \Pi$$

Όπου: Λ = ο όγκος του υγρού λιπάσματος σε λίτρα

E = το ειδικό βάρος (Kgr/L) του λιπάσματος σε καθαρή μορφή

Π = η περιεκτικότητα σε καθαρό υγρό λίπασμα

X = το χημικό ισοδύναμο του λιπάσματος

A = η αναλογία αραίωσης των πυκνών διαλυμάτων

O = ο όγκος των πυκνών διαλυμάτων σε m^2

(δηλ. $A \times O$ = ο συνολικός όγκος του διαλύματος που θα προκύψει μετά την αραίωση των πυκνών διαλυμάτων).

6.5.3 Υπολογισμός ποσοτήτων λιπασμάτων ιχνοστοιχείων

Όταν η επιζητούμενη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων εκφράζεται σε ppm τότε για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ιχνοστοιχείων εφαρμόζεται ο εξής τύπος:

$$\Lambda = \Sigma \times N \times 100/\Pi$$

Όπου: Λ = η ποσότητα του λιπάσματος σε gr

Σ = η συγκέντρωση του λιπάσματος σε ppm

N = ο όγκος του διαλύματος που θα παρασκευαστεί σε m^3

Π = η περιεκτικότητα του λιπάσματος σε καθαρό ιχνοστοιχείο

(δηλ. $N = A \times O$ όπου A = η αναλογία αραιώσης και O = ο όγκος του πυκνού διαλύματος).

6.5.4 Υπολογισμός με την χρήση δοσομετρικών αντλιών

Οι αραιώσεις με την χρήση των δοσομετρικών αντλιών κυμαίνονται συνήθως από 1:200 έως 1:400 (με τοποθέτηση του δείκτη αραιώσης της αντλίας).

Οι υπολογισμοί γίνονται με την βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\Lambda = \Sigma \times A \times O/100 \times \Pi$$

Όπου: Λ = η ποσότητα του λιπάσματος σε Kgr

Σ = η συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου σε ppm

O = η χωρητικότητα του δοχείου σε m^3

Π = η περιεκτικότητα (%) του λιπάσματος στο θρεπτικό στοιχείο

A = η αραιώση (ποσότητα αρδευτικού νερού με την οποία αναμιγνύεται 1L πυκνού διαλύματος (π.χ τα 500L πυκνού διαλύματος με αραιώση 1:200 διαλύονται σε 100 m^3 (100.000L) αρδευτικού νερού (500 x 200 = 100.000 L).

6.5.5 Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα

Η προσθήκη των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα επιβάλλει την εφαρμογή απλών υδατοδιαλυτών λιπασμάτων και οξέων, ενώ για την κάλυψη των αναγκών σε σίδηρο, χρησιμοποιούνται οργανομεταλλικά σύμπλοκα (χημικές ενώσεις). Η χρήση σύνθετων λιπασμάτων καθιστά ανέφικτη την προσαρμογή της θρέψης στα δεδομένα της κάθε καλλιεργητικής συγκυρίας (ποσότητα νερού, στάδιο ανάπτυξης των φυτών, απαιτούμενες αναλογίες μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων, κ.λ.π). Όλα σχεδόν τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων αποτελούνται από δύο ιόντα θρεπτικών στοιχείων (ένα κατιόν και ένα ανιόν). Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση λιπασμάτων των οποίων μόνο το ένα ιόν είναι θρεπτικό στοιχείο (π.χ KCl). Αντιθέτως, για τα λιπάσματα ιχνοστοιχείων δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα, δεδομένου ότι οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται είναι πολύ χαμηλές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων στις υδροπονικές και συμβατικές καλλιέργειες (Sonneveld, 2002, Σάββας, 1998).

Λίπασμα	Χημικός τύπος	Θρεπτικά στοιχεία %	Μοριακό βάρος	Χημικό ισοδύναμο	Διαλυτότητα (Kg/l, 0°C)
Νιτρική αμμωνία	NH_4NO_3	N:34,5	80,0	80,0	1,18
Νιτρικό ασβέστιο	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]\text{NH}_4\text{NO}_3$	N:15,5 Ca:19	1080,5	108,05	1,02
Νιτρικό κάλιο	KNO_3	N:13, K:38	101,1	101,1	0,13
Νιτρικό μαγνήσιο	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Mg:9, N:11	256,3	128,1	-
Νιτρικό οξύ	HNO_3	N:22	63,0	63,0	-
Φωσφορικό ιονοκάλιο	KH_2PO_4	P:23, K:28	136,1	136,1	1,67
Φωσφορικό οξύ	H_3PO_4	P:32	98,0	98,0	-
Θειικό κάλιο	K_2SO_4	K:45, S:18	174,3	87,1	0,12
Θειικό μαγνήσιο	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg:9,7 S:18	246,3	123,1	0,26
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDDHA	Fe:5	1118	-	-
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDTA	Fe:13	430	-	-
Χηλικός σίδηρος	Fe-DTPA	Fe:6	932	-	-
Θειικό μαγγάνιο	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mn:32	169,0	-	1,05
Θειικός γευδάργυρος	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn:23	287,5	-	0,62
Θειικός χαλκός	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu:25	249,5	-	0,32
Βορικό οξύ	H_3BO_3	B:17,5	61,8	-	0,050
Βόρακας(Τετραβορικό νάτριο)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	B:11,0	381,2	-	0,016
Βολυβο(Οκταβορικό νάτριο)	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	B:20,5	412,4	-	0,045
Επταμολυβδαινικό μολυβδαινικό	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	Mo:58	1163,3	-	0,43
Μολυβδαινικό	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mo:40	241,9	-	0,56

7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται σε δύο κυρίως χρωστικές, τη λυκοπίνη και την καροτίνη. Για την σύνθεση των δύο αυτών χρωστικών θα πρέπει στο θερμοκήπιο να επικρατούν ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού. Έχει βρεθεί ότι το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας για μέγιστη σύνθεση χρώματος κυμαίνεται γύρω στους 21-22°C. Το χρώμα είναι πολύ φτωχό όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από 13°C, και επίσης η σύνθεση του χρώματος περιορίζεται όταν η θερμοκρασία ανέρχεται πέραν των 24°C. (Ολύμπιος, 2001)

Ειδικότερα η λυκοπίνη, δίνει το κόκκινο χρώμα στον καρπό της τομάτας και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες από 10-30°C. Όσον αφορά τις συνθήκες φωτός, η λυκοπίνη σχηματίζεται και με την επίδραση του διάχυτου φωτός υπό σκιά.

Η καροτίνη δίνει το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα στον καρπό και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται επίσης σε θερμοκρασίες από 10-30°C, αλλά για να συντεθεί χρειάζεται απαραίτητα την άμεση ακτινοβολία.

Όταν οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες από 10°C, οι καρποί παραμένουν πράσινοι, γιατί δεν συντίθεται καμιά από τις δύο χρωστικές.

Η μη ισορροπημένη λίπανση δημιουργεί προβλήματα στην ποιότητα του καρπού της τομάτας και πιο συγκεκριμένα στο χρώμα του καρπού, στο σχήμα και στο μέγεθος, στη συνεκτικότητα και τέλος στην ευπάθειά του στις ασθένειες.

1. Ανωμαλίες στο γρώμα του καρπού κατά την ωρίμανση

Πολλές φορές παρατηρούνται ανωμαλίες στο χρωματισμό του καρπού, όπως πρασίνισμα της βάσης του καρπού γύρω από τον ποδίσκο, κηλιδώσεις πράσινες και κίτρινες κ.α

Τα αίτια μπορεί να οφείλονται σε κλιματικούς παράγοντες, αλλά και σε ανισορροπίες στη θρέψη του φυτού. Έλλειψη καλίου και μαγνησίου, προκαλεί ανομοιομορφίες στο χρωματισμό και επομένως πρέπει να αυξηθεί η χορηγούμενη ποσότητα. Ο φώσφορος δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε μεγάλες ποσότητες, ούτε και σε μειωμένες. Το άζωτο έχει πολύπλοκη δράση και το ασβέστιο μικρή επίδραση στο χρωματισμό.

2. Επίδραση στο σχήμα και μέγεθος του καρπού

Είναι γνωστό ότι το σχήμα και το μέγεθος του καρπού εξαρτώνται από την ποικιλία, το περιβάλλον, το ποσοστό καρπόδεσης αλλά και από τη λίπανση. Μικρές και υπερβολικές ποσότητες αζώτου και μαγνησίου, όπως και υπερβολικές ποσότητες καλίου, προκαλούν το σχηματισμό μικρών καρπών, αντίθετα μικρές ποσότητες καλίου και μέση συγκέντρωση αζώτου προκαλεί το σχηματισμό μεγάλων καρπών, αλλά μειωμένης ποιότητας.

3. Επίδραση στη συνεκτικότητα του καρπού

Αύξηση του καλίου αυξάνει τη συνεκτικότητα και την οξύτητα των καρπών (βελτίωση γεύσης) και μειώνει το ποσοστό των κενών χώρων στον καρπό. Αυξημένες δόσεις φωσφόρου αυξάνουν τα κενά στο εσωτερικό των καρπών και μειώνουν την οξύτητά τους, δηλαδή υποβαθμίζεται η ποιότητα. Το ασβέστιο συμβάλλει στην αύξηση της συνεκτικότητας του καρπού.

4. Η προσβολή του καρπού από βοτρυτή και περονόσπορο. φαίνεται ότι περιορίζεται με υψηλές δόσεις αζωτούχου λιπάσματος.

7.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΣΩΣΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Ένα ικανοποιητικό πρόγραμμα επιφανειακής λίπανσης πρέπει να εξασφαλίζει στα φυτά τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Ο βλαστός του φυτού να είναι γενικότερα χονδρός και ειδικότερα το πάχος του βλαστού σε απόσταση 15-20εκ. από την κορυφή να είναι μεγαλύτερο από 13χλστ.
2. Το χρώμα των φύλλων πρέπει να είναι σκούρο πράσινο.
3. Οι ταξιανθίες πρέπει να είναι μεγάλες και πυκνά τοποθετημένες πάνω στο βλαστό και να έχουν το χαρακτηριστικό αριθμό ανθέων της ποικιλίας.
4. Οι νέες ταξιανθίες υπό κανονικές συνθήκες, πρέπει να καρποδένουν ικανοποιητικά.

Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να καρποδένουν μερικές ταξιανθίες και μετά οι επόμενες 1-2 ταξιανθίες να μην καρποδένουν ικανοποιητικά ή και καθόλου, λόγω μη κανονικής λίπανσης. Μόλις συγκομιστούν οι καρποί και ο ανταγωνισμός σε θρεπτικά στοιχεία μειωθεί, τότε το φυτό καρποδένει. Αυτό βέβαια έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. (Ολύμπιος, 2001)

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

8. ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Προσδιορίζονται με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής, όπως επικράτησε να λέγεται ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία. Στην περίπτωση της τομάτας, ο προσδιορισμός γίνεται στο μίσχο των φύλλων και η περιεκτικότητα εκφράζεται τόσο επί τη βάση του νωπού όσο και του ξηρού βάρους του μίσχου. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά της επιθυμητής περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων στον ξηρό μίσχο, γιατί θεωρείται σαν πιο ακριβής μέθοδος αξιολόγησης της θρεπτικής κατάστασης της καλλιέργειας και βάση για διόρθωση τυχόν προβλημάτων διατροφής.

8.2 ΑΖΩΤΟ

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικό N στην τομάτα θεωρείται ικανοποιητική, σύμφωνα με τους Adams.P, Graves.C, Winsor.W 1978, όταν αυτή κυμαίνεται από 4,5%- 5,2% του ξηρού βάρους. Επίσης σύμφωνα με τον Oswiecimski W. (1981) θεωρείται τροφοπενική όταν είναι χαμηλότερη από 270 ppm Ξ.Β.

8.3 ΚΑΛΙΟ

Σύμφωνα με τον Oswiecimski W. (1981) η περιεκτικότητα της τομάτας σε K θεωρείται ικανοποιητική όταν αυτή κυμαίνεται από 4%-5,5%, και θεωρείται ανεπαρκής όταν αυτή είναι κάτω από 2%. Τα συμπτώματα τροφοπενίας φαίνονται στα φύλλα όταν το K στα φύλλα είναι 0,8%.

8.4 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Η περιεκτικότητα του P θεωρείται σαν δείκτης της θρεπτικής κατάστασης των φυτών. Έτσι σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η περιεκτικότητα των φύλλων σε P θεωρείται ικανοποιητική όταν αυτή κυμαίνεται μεταξύ 0,4%- 0,8% Ξ.Β.

8.5 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε Ca, ως δείκτης της θρεπτικής κατάστασης των φυτών της τομάτας, σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, θεωρείται ικανοποιητική, όταν αυτή κυμαίνεται από 1,5%-3% (*Oswiecimski W.* 1981), 3%-4% (*Bergman* 1983).

8.6 ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Η τομάτα θεωρείται από τα φυτά που έχουν σημαντικές απαιτήσεις σε Mg και διακρίνεται από μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Mg συγκριτικά με άλλα φυτά. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε Mg, ως δείκτης της θρεπτικής κατάστασης φυτών της τομάτας θεωρείται ικανοποιητική όταν αυτή είναι τουλάχιστον 0,45% (*Kolota, Orłowski* 1984), η οποία όμως, σύμφωνα με άλλα δεδομένα (*Oswiecimski W.* 1981, *Papadopoulos and Tiessen* 1987), μπορεί να φτάσει μέχρι 1%. Θεωρείται ότι η πτώση της περιεκτικότητας του Mg στα φύλλα της τομάτας κάτω από 0,3% προκαλεί στην τομάτα συμπτώματα τροφοπενίας. Τα φυτά της τομάτας έχουν ικανοποιητική απόδοση, όταν η συγκέντρωση του Mg στο θρεπτικό διάλυμα είναι 50mg/l.

8.7 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Η περιεκτικότητα των φύλλων της τομάτας σε Zn, θεωρείται ικανοποιητική, όταν είναι 30-80ppm ξηρού βάρους (*Bergman* 1983). Όταν ο Zn είναι πάνω από 500ppm ξ.β. στα φύλλα της τομάτας, θεωρείται τοξικός, και μη επαρκής όταν είναι κάτω από 15-21ppm ξ.β.

8.8 ΣΙΔΗΡΟΣ

Η περιεκτικότητα των φύλλων θεωρείται ικανοποιητική όταν στα νέα φύλλα είναι 107ppm ξ.β., και στα ώριμα φύλλα 250ppm ξ.β. Σύμφωνα με τα ευρήματα των Blaylock A.D et all (1985), η πτώση της στάθμης του Fe στα φύλλα της τομάτας κάτω από 50ppm ξ.β., προκαλεί έντονη πτώση της στάθμης των χλωροφυλλών, ενώ πάνω από τη στάθμη αυτή δεν επηρεάζεται η στάθμη των χλωροφυλλών στα φύλλα. Επίσης όταν η συγκέντρωση του Fe στο θρεπτικό διάλυμα είναι λιγότερο από 20μmole, τότε τα φυτά της τομάτας εμφανίζουν συμπτώματα τροφοπενίας, με αποτέλεσμα έτσι να ελαττώνεται σημαντικά η στάθμη των χλωροφυλλών στα φύλλα.

8.9 ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Σύμφωνα με τον Bergman (1983), στην τομάτα, η στάθμη του Mn στα ώριμα φύλλα θεωρείται επαρκής, όταν αυτή κυμαίνεται μεταξύ 40-150ppm ξ.β. Η στάθμη του Mn στα φύλλα της τομάτας κάτω από 25ppm ξ.β. προκαλεί τροφοπενία. Η συγκέντρωση του Mn στο διάλυμα για την τομάτα θεωρείται επαρκής, όταν είναι 0,58mg/lit, και τοξική όταν είναι 5,8mg/lit.

Γίνεται δειγματοληπτικά συλλογή μίσχων και από το πρώτο φύλλο που βρίσκεται αμέσως κάτω από την τελευταία ανοικτή ταξιανθία, που θεωρείται σαν το πιο πρόσφατο πλήρες αναπτυγμένο φύλλο. Οι μίσχοι ξηραίνονται στους 71°C και στη συνέχεια γίνεται προσδιορισμός των στοιχείων. Η ολική ποσότητα αζώτου, καλίου και των άλλων στοιχείων που βρίσκονται στον ξηρό μίσχο, αποτελούν τον πιο αξιόπιστο τρόπο επίλυσης προβλημάτων θρέψης και εκτίμησης της θρεπτικής κατάστασης μιας αναπτυγμένης καλλιέργειας. Ο πίνακας 12 δίνει την περιεκτικότητα του μίσχου σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία φυτών τομάτας, που έχουν ικανοποιητική ανάπτυξη και υψηλές αποδόσεις. Οι ποσότητες αυτές θεωρούνται οι άριστες δυνατές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Εύρος τιμών περιεκτικότητας ξηρών μίσχων σε θρεπτικά στοιχεία φυτών τομάτας που βρίσκονται σε στάδιο καρποφορίας στο θερμοκήπιο. (Lukas και Wittwer, 1963)

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΙΣΧΟΥ (ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ)	
	ΠΟΣΟΣΤΟ %	(PPM)
Άζωτο	2,50-3,50	25.000-35.000
Φώσφορος	0,50-1,00	5.000-10.000
Κάλιο	6,00-10,00	60.000-100.000
Ασβέστιο	1,25-3,00	12.500-30.000
Μαγνήσιο	0,30-1,00	3.000-10.000
Νάτριο	0,02- 0,40	200-4.000
Μαγγάνιο	0,005-0,0025	50-100
Σίδηρος	0,002-0,01	20-100
Χαλκός	0,0005-0,0025	5-25
Βόριο	0,002- 0,004	20-40
Ψευδάργυρος	0,002-0,02	20-200
Μολυβδαίνιο	0,0001-0,0005	1-5

9. ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ

Τροφοπενία είναι η ανεπάρκεια ή η έλλειψη κάποιου ή κάποιων θρεπτικών στοιχείων στο φυτό, απαραίτητα για την ανάπτυξη και παραγωγή τους,

Οι τροφοπενίες αντιμετωπίζονται εύκολα και δεν δημιουργούν προβλήματα στο φυτό, αν διαγνωστούν και αντιμετωπιστούν εγκαίρως.

9.1 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΑΖΩΤΟΥ

Παρατηρείται σπάνια λόγω της συχνής χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων. Εμφανίζεται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα τα οποία αποκτούν κιτρινοπράσινο χρώμα. Οι κύριες νευρώσεις αποκτούν μοβ χρώμα και οι καρποί παραμένουν μικροί. Αργότερα όλο το φυτό αποκτά αχνοπράσινο χρώμα

Τα αίτια της τροφοπενίας αυτής οφείλονται αποκλειστικά στην έλλειψη του στοιχείου, εφόσον το ριζικό σύστημα λειτουργεί κανονικά.



Εικόνα 6: Έλλειψη αζώτου



Εικόνα 7: Έλλειψη αζώτου

9.2 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Το φυτό παρουσιάζει μειωμένη βλάστηση και αδύνατο στέλεχος. Τα φύλλα είναι μικρά και δύσκαμπτα. Στην πάνω επιφάνεια έχουν γαλαζοπράσινο χρώμα ενώ στην κάτω γίνονται μοβ. Μοβ χρώμα έχουν επίσης τα νεύρα και οι μίσχοι. Οι καρποί έχουν μικρότερο μέγεθος από το κανονικό.

Παρουσιάζεται σε εδάφη με πολύ υψηλό ή πολύ χαμηλό pH, σε εδάφη που δεν στραγγίζουν και δεν αερίζονται καλά και σε εδάφη όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή.



Εικόνα 8: Έλλειψη φωσφόρου



Εικόνα 9: Έλλειψη φωσφόρου

9.3 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΚΑΛΙΟΥ

Τα συμπτώματα αρχίζουν από τα παλαιότερα φύλλα τα οποία παρουσιάζουν περιφερειακή χλώρωση η οποία επεκτείνεται στις περιοχές ανάμεσα από στα κύρια νεύρα. Αργότερα τα χλωρωτικά σημεία ξηραίνονται και τα φύλλα στρίβουν προς τα κάτω.

Τα συμπτώματα επεκτείνονται με μεγάλη ταχύτητα σε όλο το φυτό.

Οι καρποί παρουσιάζουν ανομοιόμορφη ωρίμανση, μειωμένη αντοχή στις μεταφορές και υδαρότητα.

Παρουσιάζεται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο, μαγνήσιο και άζωτο, πολύ κρύα και κακώς αεριζόμενα.

Εμφανίζεται η ανομοιόμορφη κηλιδωτή ωρίμανση. Η ανωμαλία αυτή εμφανίζεται στον ώριμο ή σχεδόν ώριμο καρπό της τομάτας και έχει σαν αποτέλεσμα την ανομοιομορφία στον χρωματισμό του καρπού.

Τα αίτια που προκαλούν τις φυσιολογικές ανωμαλίες, τόσο τα «γκρίζα τοιχώματα» όσο και την «ανομοιόμορφη ωρίμανση στους καρπούς» είναι αρκετά και δρουν μεμονωμένα ή σε συνδυασμούς και οφείλονται κυρίως στο αέριο και εδαφικό περιβάλλον των φυτών. Αυτά περιλαμβάνουν χαμηλή ένταση φωτισμού, χαμηλές θερμοκρασίες, υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, υψηλή εδαφική υγρασία, υψηλά επίπεδα αζώτου, χαμηλά επίπεδα καλίου. Οι διάφορες ποικιλίες παρουσιάζουν και διαφορετική ευπάθεια στις ανωμαλίες αυτές.

Προς αποφυγή των ανωμαλιών αυτών του καρπού, συνίσταται να χρησιμοποιούνται ποικιλίες που έχουν γενετική ανθεκτικότητα στην ανομοιόμορφη ωρίμανση του καρπού, προσπάθεια διατήρησης ικανοποιητικών επιπέδου καλίου στο έδαφος, διατήρηση θερμοκρασίας πάνω από 27°C, προσοχή στο πότισμα, εμπλουτισμό με CO₂ και προσπάθειες εξασφάλισης ικανοποιητικού φωτισμού κατά τους χειμερινούς μήνες.

Ο καρπός παρουσιάζει αλλαγή του χαρακτηριστικού σχήματος της ποικιλίας, εμφανίζεται περισσότερο γωνιώδης και είναι πιο ελαφρύς σε σχέση με το μέγεθος του. Επίσης, το ζελατινώδες υγρό που περιβάλλει τους σπόρους είναι περιορισμένο και παρουσιάζονται κενά μεταξύ της εσωτερικής σάρκας και των εξωτερικών τοιχωμάτων του καρπού.

Πιστεύεται ότι τα αίτια, είναι μειωμένες ποσότητες καλίου στο έδαφος.

Ο έλεγχος του προβλήματος επιτυγχάνεται με τη μείωση της βλαστομανίας του φυτού στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του με καλλιεργητικά μέσα, όπως με την αύξηση του επιπέδου του καλίου για τον έλεγχο της απορρόφησης του αζώτου.



Εικόνα 10: Έλλειψη καλίου



Εικόνα 11: Έλλειψη καλίου



Εικόνα 12: Έλλειψη καλίου



Εικόνα 13: Έλλειψη καλίου

9.4 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

Εμφανίζεται στα παλαιότερα και μεσαία φύλλα των φυτών. Στην αρχή εμφανίζεται περιφερειακή χλώρωση στα φύλλα, η οποία προχωρεί στις μεσονεύριες περιοχές. Σε πολύ προχωρημένο στάδιο τα κεντρικά νεύρα παραμένουν πράσινα ενώ το υπόλοιπο φύλλο έχει έντονο κίτρινο χρώμα. Αργότερα παρατηρούνται στο φύλλο, μικρές, καστανές νεκρωτικές κηλίδες και το φυτό τελικά ξηραίνεται.

Οι παράγοντες που προκαλούν έλλειψη μαγνησίου στο φυτό είναι οι εξής: περιορισμένη ανάπτυξη των ριζών, χαμηλό pH και υψηλό επίπεδο καλίου στο έδαφος σε σχέση με το μαγνήσιο.



Εικόνα 14: Έλλειψη μαγνησίου



Εικόνα 15: Έλλειψη μαγνησίου

9.5 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ

Είναι συχνή τροφοπενία, συνήθως ελαφριάς μορφής και δεν δημιουργεί προβλήματα.

Τα πρώτα συμπτώματα παρουσιάζονται στα ανώτερα φύλλα. Το έλασμα παρουσιάζει χλώρωση άλλα οι κύριες και δευτερεύουσες νευρώσεις παραμένουν πράσινες. Η βλάστηση είναι φτωχή, τα καινούρια φύλλα πολύ μικρά, ενώ επίσης παρατηρείται και περιορισμένη καρποφορία.

Τα κύρια αίτια της τροφοπενίας αυτής είναι τα εξής: μικρή περιεκτικότητα σιδήρου στο έδαφος, υψηλό pH εδάφους, μεγάλη περιεκτικότητα φωσφόρου ή αζώτου στο έδαφος, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, υπερβολική υγρασία και κακός αερισμός.



Εικόνα 16: Έλλειψη σιδήρου



Εικόνα 17: Έλλειψη σιδήρου

9.6 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Προκαλείται στεγνή ξήρανση στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο οφειλόμενη σε απορρόφηση νερού που αφαιρούν τα φύλλα από τους καρπούς. Η ξήρανση αυτή επίσης μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη ασβεστίου στο έδαφος ή δυσκολίες στην απορρόφηση και διακίνησή του από το φυτό, καθώς και σε κάθε αίτιο που προκαλεί δυσκολίες στις υδατικές σχέσεις φυτού-εδάφους, όπως για παράδειγμα, ζημιά στο ριζικό σύστημα, ανεξάρτητα από το αίτιο που την προκαλεί και που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της απορρόφησης νερού από το φυτό και επομένως και της ποσότητας του ασβεστίου που απορροφάται. Επίσης συνθήκες ξηρασίας καθώς και πολύ υψηλά επίπεδα αλατότητας στο έδαφος αποτελούν συχνά αιτίες που προκαλούν το φαινόμενο της σήψης της κορυφής.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος συνιστώνται: διατήρηση ικανοποιητικών ποσοτήτων ασβεστίου στο έδαφος, αποφυγή περίσσειας αμμωνιακού αζώτου, καλίου και άλλων υδατοδιαλυτών αλάτων στο ριζόστρωμα, γιατί δυσκολεύουν την απορρόφηση του ασβεστίου, εφαρμογή ποτισμάτων με μεγαλύτερη συχνότητα και ψεκασμός του φυλλώματος με διάλυμα 1% CaCl_2 . Το τελευταίο απορροφάται αμέσως από τα φύλλα και τους καρπούς και συχνά δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σύντομο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 18: Έλλειψη ασβεστίου



Εικόνα 19: Έλλειψη ασβεστίου



Εικόνα 20: Έλλειψη ασβεστίου

9.7 ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

Είναι παρόμοια με την τροφοπενία του σιδήρου και γι' αυτό το λόγο είναι δύσκολο να ξεχωριστεί από αυτήν. Διαφέρουν στο ότι η χλώρωση δεν είναι τόσο έντονη σε ολόκληρο το φύλλο, όπως η τροφοπενία του σιδήρου.

Εμφανίζεται στα παλαιότερα και μεσαία φύλλα, ενώ παρουσιάζεται κυρίως σε ασβεστούχα, πηλώδη και αργιλώδη εδάφη.



Εικόνα 21: Έλλειψη μαγνητίου

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΕΣ

Παρουσιάζονται οι κυριότερες και πιο συνηθεις τοξικότητες σε καλλιέργεια τομάτας με το κάτωθι φωτογραφικό υλικό.



Εικόνα 22: Τοξικότητα αργίλου



Εικόνα 23: Τοξικότητα βορίου



Εικόνα24: Τοξικότητα μαγνησίου



Εικόνα25: Τοξικότητα αμμωνίου

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μπορεί να λεχθεί ότι ο τελικός δείκτης των αναγκών σε λίπανση, είναι το ίδιο το φυτό και συγκεκριμένα: το πάχος του βλαστού κοντά στην αναπτυσσόμενη κορυφή, η ζωηρότητα και ο αριθμός των τελευταίων ανθέων που αναπτύχθηκαν, ο βαθμός της καρπόδεσης, το μέγεθος και το χρώμα των φύλλων. Τα προηγούμενα, σε συνδυασμό με περιοδικές αναλύσεις εδάφους και φυτικών ιστών, η εποχή του έτους και το μέγεθος της ηλιοφάνειας αποτελούν το τελικό κριτήριο, όχι μόνο της ποσότητας και σύνθεσης της λίπανσης, αλλά και της άρδευσης.

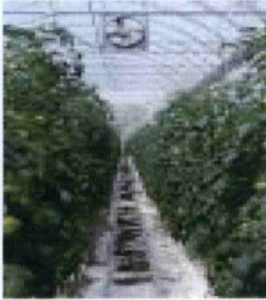
Είναι ευρέως γνωστό ότι οι παραγωγοί υπερλιπαίνουν τις καλλιέργειες, με αποτέλεσμα την εναλάτωση των εδαφών, με καταστρεπτικά αποτελέσματα. Πρέπει να γίνεται σωστή εφαρμογή λιπασμάτων ανάλογα της εποχής καλλιέργειας, της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανικά και ανόργανα στοιχεία και βέβαια ανάλογα της ποικιλίας που καλλιεργείται. Έτσι πραγματοποιείται σωστή προσθήκη λιπαντικών στοιχείων και κατάλληλη ποσότητα νερού άρδευσης την κατάλληλη χρονική περίοδο και σε σωστές αναλογίες.

Είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται ορθολογική λίπανση για να υπάρχει επιτυχία στην καλλιέργεια τομάτας όπου δεν είναι άλλη από τις ικανοποιητικές αποδόσεις και καλής ποιότητας καρπούς.

Η ποιότητα και παραγωγή της τομάτας είναι άμεσο αποτέλεσμα της λίπανσης της καλλιέργειας και επηρεάζει:

- Το χρώμα του καρπού
- Το σχήμα
- Το μέγεθος
- Την συνεκτικότητα
- Την ευπάθεια στις ασθένειες

13. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 26: Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας



Εικόνα 27: Υδροπονία τομάτας



Εικόνα 28: Σύγχρονο σύστημα θέρμανσης



Εικόνα 29: Νεαρά φυτάρια τομάτας



Εικόνα 30: Γραμμές φύτευσης τομάτας

14. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bergmann W., 1983: Nutritional problems with crops, development and diagnosis. VEB Fischer Verlag, Jena, 1983
- Besford R.T. (1978): Effect of Potassium nutrition of three Tomato varieties on incidence of Blossom-end. Plant and Soil, 50:179-191/517-524
- Besford R.T. (1979): Effect of Phosphorus nutrition in Peat on Tomato plant growth and fruit development. Plant and Soil, 51:341-352.
- Botany Department, Lucknow University, Lucknow , India
- Δημητράκης Γ.Κ., 1998 Λαχανοκομία. Εκδόσεις + Αγρότυπος Α.Ε Αθήνα
- Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, Netherlands
- Department of Vegetable Crops, University of California, Davis.
- Doss, B.d., C.E. Evans and W.A. Johnson. 1975. Rates of nitrogen and irrigation for tomatoes. J.Am. Soc. Hortic. Sci., 100:435-437.
- Gohler, F., and M. Drews, 1989. Hydroponische Verfahren bei der Gemueseproduktion in Gewachshausern. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Jenkins, J.A. 1948. The origin of the cultivated tomato. Econ.Bot., 2:379-392.
- Horticulture Department, Agriculture Faculty, University of Harran, Turkey
- Κανάκης Α.Γ., 1997 Λαχανοκομία II, Θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας, Σημειώσεις του ΤΕΙ Καλαμάτας
- Καραταράκη Αγγελική, 1987. Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία

- Κορνάκου Ιωάννου, 2000. Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Σταμούλης
- Kolota E., Orłowski M., 1984: The influence of potassium and magnesium on growth, yield and mineral nutrition greenhouse tomatoes. *Biuletyn Warzywczy* 27:301-315 (from abstracts).
- Κριάρη Αριστ., 1958. Η τομάτα. Εκδόσεις Αγροτικός Οίκος Σπ. Σπύρου. Αθήνα
- Larsen, J.E., C.O. Welch and C. Gray. 1968. A new Approach to Fertilizing Greenhouse Tomatoes. Texas. Agr. Ext. Service Inf. Report 16.
- Lucas, R.E. and S.H. Wittwer. 1963. Soil and plant tissue nutrient levels as indices of fertilizer requirement for the production of greenhouse tomatoes. *Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bul.*, 45:214-218.
- Lucas, R.E., P.E. Rieke and E.C. Doll. 1972. Soil saturated extract method for determining plant nutrient levels in peat and other mixes. *Proc. 4th International. Peat Congr.*, 3:221-230.
- Needham, P. 1973. Cultivation manuring and base dressing, pp.86-93. From the U.K. Tomato Manual. Grower Books, London. Edited by H.G.Kingham. pp.223
- Ολύμπιος Χ. Μ. , 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, Εκδόσεις Σταμούλης
- Oswiecimski W. (1981) : Fertilization of greenhouse Tomatoes with solutions of mineral fertilizers. *Warszawie, Ogrodnictwo*, No, 11: 7-24. (Abstract information, ref, 20.)
- Παναγιωτόπουλος Λ. Λίπανση θερμοκηπιακών καλλιεργειών Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας Πατρών

- Papadopoulos A., Tiessen H.(1983): Root temperature effects on the flowering and yield of Tomato, J.Amer.Soc.Hort.Sci.108(5):805-809
- Papadopoulos A.p., Tiessen H. (1987): Root temperature effects on the elemental composition of Tomato. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 112(6):988-93
- Παπαστελλάτος Χ., 1995. Ποιότητα αρδεύσιμου νερού. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, ΠΕΓΕΑΑ Ευλοκάστρου.
- Πιστόλης Λ. , 1996. Οδηγός Λίπανσης – Θρέψης των καλλιεργειών. Μέρος πρώτο. ΓΕΩΒΕΤ ΕΛΛΑΣ ΑΕΒΕ
- Rick, C.M 1950. Pollination relations of *Lycopersicon esculentum* in native and foreign regions. Evolution, 4:110-122.
- Sonneveld. C. , Straver N. , 1994. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water on substrates. Proefstation voor tuinbouw ONDER Glas te Naaldwijk.
- Wittwer, S.H. and S. Homma. 1979. Greenhouse Tomatoes, Lettuce and Cucumbers. Michigan State University Press, pp. 225