

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΜΗ ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ**

**Πτυχιακή εργασία  
της σπουδάστριας Μπότουλα Ανδρομάχη**



**Καλαμάτα 2008**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Πτυχιακή εργασία  
της σπουδάστριας Μπότουλα Ανδρομάχη

Επιβλέπουσα καθηγήτρια  
Ρεκούμη Κωνσταντίνα

Καλαμάτα 2008

## Πρόλογος

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας με θέμα τις «μη παρασιτικές ασθένειες στην τομάτα» γίνεται αναφορά σε βασικά θέματα που κυμαίνονται γύρω από αυτήν και επιδιώκεται μια σαφής και ολοκληρωμένη ανάλυση της καλλιέργειάς της ,των ασθενειών, των εχθρών, της ανόργανης θρέψης, των διάφορων τροφοπενιών αλλά και τοξικοτήτων που προκαλούνται. Η εργασία αυτή θεωρείται σημαντική ,καθότι η τομάτα αποτελεί βασικό λαχανοκομικό είδος της περιοχής μας αλλά και γιατί καταλαμβάνει την δεύτερη σε έκταση θέση στην Ελλάδα. Αποτελεί βασικό προϊόν της καθημερινής μας διατροφής και της μεσογειακής κουζίνας με πλούσιες θρεπτικές αξίες και επιδιώκεται η εκτίμηση της αλλά και παράλληλα η εξαγωγή όσο το δυνατόν ασφαλέστερων συμπερασμάτων. Η προτίμηση των καταναλωτών προς την τομάτα οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι ο καρπός της έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα. Επιθυμώντας να αναφερθούμε πιο συγκεκριμένα στα παραπάνω, στραφήκαμε στην αναλυτική μελέτη τους . Σε αυτό συνέβαλαν οι πληροφορίες που πήραμε από το διαδίκτυο και από βιβλιογραφικές αναφορές.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b>	
1.1. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	5
1.1.1. Βοτανική ταξινόμηση	5
1.1.2. Καταγωγή-Ιστορικό	5
1.1.3. Διαιτητική Αξία	5
1.1.4. Βοτανικοί Χαρακτήρες	5
1.1.5. Πολλαπλασιασμός	7
1.1.6. Κλίμα και Έδαφος	9
1.1.7. Καλλιεργητικές Περιποιήσεις	10
1.1.8. Συγκομιδή	15
1.1.9. Συντήρηση	15
1.1.10. Φυτοπροστασία	15
1.1.11. Μη Παρασιτικές Ασθένειες	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b>	
2.1. Ανόργανη Θρέψη	20
2.1.1. Γενικά	20
2.1.2. Άνθρακας (C)	21
2.1.3. Οξυγόνο (O)	21
2.1.4. Υδρογόνο (H)	21
2.1.5. Άζωτο (N)	22
2.1.6. Φώσφορος (P)	23
2.1.7. Κάλιο (K)	24
2.1.8. Ασβέστιο (Ca)	26
2.1.9. Μαγνήσιο (Mg)	27
2.1.10. Σίδηρος (Fe)	28
2.1.11. Μαγγάνιο (Mn)	29
2.1.12. Ψευδάργυρος (Zn)	30

2.1.13. Βόριο(B)	31
2.1.14. Μολυβδαίνιο (Mo)	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b>	
3.1. Τροφοπενίες της τομάτας	34
3.1.1. Τροφοπενία αζώτου (N)	34
3.1.2. Τροφοπενία φωσφόρου (P)	35
3.1.3. Τροφοπενία καλίου (K)	36
3.1.4. Τροφοπενία ασβεστίου (Ca)	36
3.1.5. Τροφοπενία μαγνησίου (Mg)	37
3.1.6. Τροφοπενία σιδήρου (Fe)	38
3.1.7. Τροφοπενία μαγγανίου (Mn)	38
3.1.8. Τροφοπενία ψευδαργύρου (Zn)	39
3.1.9. Τροφοπενία βορίου (B)	39
3.1.10. Τροφοπενία μολυβδαινίου (Mo)	39
3.2. Διάφορες τοξικότητες στην τομάτα	41
3.2.1. Τοξικότητα μαγγανίου	41
3.2.2. Τοξικότητα από ρυθμιστές ανάπτυξης	41
3.3. Φυσιολογικές ανωμαλίες στην τομάτα	42
3.3.1. Ξηρή κορυφή καρπών	42
3.3.2. Εσωτερική καστάνωση των καρπών	44
3.3.3. Γκρίζα τοιχώματα καρπών	44
3.3.4. Ανομοιόμορφη ωρίμανση καρπών	45
3.3.5. Ρωγμές ή σχισμές καρπών	46
3.3.6. Παραμόρφωση καρπών	47
3.3.7. Κενοί καρποί	48
3.3.8. Ηλιόκαυμα καρπών	48
3.3.9. Ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες	49
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	50

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

### 1.1.1. Βοτανική ταξινόμηση

**Άθροισμα:** Spermatophyta

**Υποάθροισμα:** Magnoliophytina (Angiospermae)

**Κλάση:** Magnoliopsida (Δικότυλα)

**Υπόκλαση:** Asteridae

**Υπέρταξη:** Lamiales

**Τάξη:** Solanales

**Οικογένεια:** Solanaceae

**Γένος:** *Lycopersicon* sp

**Είδος:** *Lycopersicon esculentum*

**Κοινό όνομα:** Τομάτα

### 1.1.2. Καταγωγή – Ιστορικό

Τα περισσότερα είδη του γένους *Lycopersicon* είναι θάμνοι ετήσιοι, με βιολογικό κύκλο έως 5 μήνες. Όλα τα είδη είναι ενδογενή φυτά της ΝΑ Αμερικής. Αν και αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, σήμερα γίνεται αποδεκτό ότι η καλλιεργούμενη τομάτα προέρχεται από το Μεξικό. Στην Ελλάδα η τομάτα εισάχθηκε το 1818 στην Αθήνα.

### 1.1.3. Διαιτητική Αξία

Η τομάτα είναι πλούσια σε βιταμίνες και κυρίως σε βιταμίνη C καθώς επίσης και στις βιταμίνες A και B. Η σύσταση του καρπού της τομάτας είναι: νερό 93,5%, πρωτεΐνες 1%, υδατάνθρακες 3,5%, λύπη 0,2%, κυτταρίνη 1% και ανόργανα στοιχεία 0,5% με κυριότερο κάλιο.

### 1.1.4. Βοτανικοί Χαρακτήρες

Η τομάτα είναι φυτό ποώδες, ετήσιο, διετές και σπανιότερα πολυετές. Έχει θαμνώδη μορφή, αναπτύσσει εκτός από τον κεντρικό βλαστό και πολλούς πλάγιους που θα φέρουν καρπούς.



## Φύλλα

Τα φύλλα είναι σύνθετα, χνουδωτά πράσινα και έχουν ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Στην επιφάνειά τους όπως και στους βλαστούς υπάρχουν αδενώδης τρίχες, οι οποίες όταν πιεστούν αναδίδουν την χαρακτηριστική οσμή του φυτού. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων έχει λαμπερό βαθύ πράσινο χρώμα και η κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο.

## Άνθη - Ταξιανθία

Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες. Κάθε ταξιανθία φέρει από 3 έως 20 άνθη. Ένας επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Η ταξιανθία της τομάτας εμφανίζεται πάνω στο βλαστό στη μασχάλη των φύλλων σε περίπου κάθε 3ο φύλλο.

## Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα, με ποικίλα σχήματα. Το σχήμα του καρπού είναι σφαιρικό για τις ποικιλίες νωπής κατανάλωσης και κυλινδρικό για τις ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας. Το μέγεθος του καρπού ποικίλει από πολύ μικρό (tomato cherry) έως πολύ μεγάλο. Γνωστή ποικιλία με πολύ μικρό καρπό είναι της Σαντορίνης που ευνοείται από τις ξηροθερμικές συνθήκες του νησιού και παράγει τόσο μικρούς καρπούς.

## Σπόρος

Είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, χρώματος κίτρινο-καφέ χρυσαφένιο και η επιφάνειά του καλύπτεται με τρίχες που του δίνουν χνουδωτή εμφάνιση (διαφορά από μελιτζάνα και πιπεριά). Το μέγεθος των σπόρων είναι μικρό διαμέτρου 3-5 χλστ. Ο σπόρος της τομάτας διατηρεί υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης τη βλαστικότητα του για τουλάχιστον 4 χρόνια μετά την συγκομιδή του.

### **1.1.5. Πολλαπλασιασμός**

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο και ανήκει στα παραδοσιακά μεταφύτευόμενα φυτά. Ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να έχει απολυμανθεί για να αποφευχθεί η μετάδοση διαφόρων ασθενειών (βακτηριακή στιγματώση, βακτηριακός καρκίνος, μωσαϊκό του καπνού). Η τομάτα είναι



φυτό θερμής εποχής. Φυτεύεται όταν η θερμοκρασία της νύχτας έχει ανέλθει πάνω από 5-6°C.

### Σπορά- Μεταφύτευση

Για την σπορά της τομάτας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι 'όπως:

- 1) Σπορά σε αλία και μεταφύτευση στο χωράφι γυμνόριζων φυτών ή με μπάλα χώματος
- 2) Σπορά σε ατομικά γλαστράκια ή δίσκους από φελιζόλ ή από σκληρό πλαστικό (μια μεταφύτευση)
- 3) Στρωμάτωση σε κιβώτια σποράς και μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια, όταν το νεαρό φυτό εκπτύξει πλήρως τις κοτυληδόνες του (δύο μεταφυτεύσεις)

Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες μέθοδοι σήμερα είναι οι δύο τελευταίες. Στη συνέχεια περιγράφεται εν συντομία η τεχνική της στρωμάτωσης σε κιβώτια σποράς και η εν συνεχεία μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια.

Η στρωμάτωση των σπόρων γίνεται σε κιβώτια σποράς (ξύλινα ή από φελιζόλ), μέσα σε καλά απολυμασμένο εδαφικό ή συνθετικό μίγμα (τύρφη+άμμος, τύρφη+βερμικουλιτης,, έδαφος+τύρφη). Η σπορά μπορεί να γίνει στα πεταχτά ή σε γραμμές σε αποστάσεις 5Χ0,5 εκ. το βάθος σποράς πρέπει να είναι γύρω στα 0,5-1 εκ. μετά τη σπορά ακολουθεί ελαφρά πίεση του υποστρώματος για να γίνει καλή επαφή του σπόρου με το υπόστρωμα και ακολουθεί πότισμα. Η κανονική υγρασία του εδάφους και η διατήρηση της θερμοκρασίας του στους 16-25°C θα παίξουν πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχία φυτρώματος και καλής ανάπτυξης των φυτών.

Στη συνέχεια γίνονται δύο μεταφυτεύσεις. Η πρώτη στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων σε ατομικά γλαστράκια διαφόρων τύπων και η δεύτερη όταν τα φυτά έχουν αναπτύξει 4-5 πραγματικά φύλλα στην οριστική θέση (εικόνα 5). Στο στάδιο αυτό τα φυτά έχουν αποκτήσει ύψος 15-20 εκ και έχουν περάσει περίπου 1,5-2 μήνες περίπου από την σπορά.. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 0,7-1,0 μέτρα μεταξύ των γραμμών και 0,5 μέτρα επί της γραμμής.

## Φύτευση των νεαρών φυτών

Κατά τη φύτευση των νεαρών φυτών ακολουθούνται διάφορα συστήματα πάνω στη γραμμή φύτευσης από τα οποία τα πιο διαδεδομένα είναι:

- Φύτευση σε επίπεδο έδαφος
- Φύτευση σε ανάχωμα ύψους 10-15 εκ
- Φύτευση σε αβαθές αυλάκι βάθους 10 εκ

Το ανάχωμα εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που το έδαφος είναι βαρύ για να στραγγίζει καλύτερα και να προωμίζει η παραγωγή, ενώ το αβαθές αυλάκι βοηθά στη συγκράτηση του νερού και του λιπάσματος κατά μήκος της γραμμής φύτευσης.

Τα φυτά φυτεύονται με μπάλα χώματος. Σε πολλές περιπτώσεις, η γραμμή φύτευσης καλύπτεται με πλαστικό (εδαφοκάλυψη) χρώματος μαύρου ή διαφανούς ή γαλακτώδους, με στόχο την αύξηση της θερμοκρασίας, τον περιορισμό των ζιζανίων (μαύρο και γαλακτώδες), την εξοικονόμηση νερού κ.λπ.

Το βάθος φύτευσης θα πρέπει να είναι 2 εκ περίπου πιο βαθιά από τη θέση του φυτού στα γλαστράκια.

### **1.1.6. Κλίμα και Έδαφος**

#### Κλίμα

Η τομάτα είναι φυτό θερμών – εύκρατων κλιμάτων. Ευδοκίμει σε όλα τα διαμερίσματα της χώρας. Σε μερικές περιοχές της Κρήτης η φύτευση μπορεί να γίνει στο ύπαιθρο από τον Οκτώβριο και η συγκομιδή να αρχίσει από τον Ιανουάριο – Φεβρουάριο. Σε περιοχές με συχνούς παγετούς η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί στο ύπαιθρο από το τέλος Μαρτίου με αρχές Απριλίου εφόσον σε θερμοκρασίες κάτω από 2°C καταστρέφεται.

Γενικά οι καλύτερες θερμοκρασίες για την καρποφορία και την ανάπτυξη του φυτού είναι 22-28°C την ημέρα και 15-16°C τη νύχτα. Σε θερμοκρασίες μικρότερες από 10°C δεν γίνεται γονιμοποίηση των ανθέων και επομένως καρπόδεση, ενώ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 32°C προκαλείται πτώση των ανθέων. Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων είναι 25°C.

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

Ως προς τη φωτοπερίοδο το φυτό φαίνεται να είναι ουδέτερο.

### Έδαφος

Η τομάτα δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα απαιτητική σε ότι αφορά το έδαφος. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ένα αρκετά μεγάλο εύρος εδαφών. Ιδανικό έδαφος για την καλλιέργεια της τομάτας θεωρείται το μέσης σύστασης, βαθύ, καλά στραγγιζόμενο, πλούσιο σε οργανική ουσία και γόνιμο. Επίσης τα εδάφη που καλλιεργείται η τομάτα πρέπει να είναι αρδευόμενα.

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

Η εναλλαγή καλλιεργειών και η αμειψισπορά επιβάλλεται κυρίως για την αποφυγή σοβαρών προσβολών από ασθένειες (κυρίως αδρομυκώσεις), τα αίτια των οποίων διατηρούνται στο έδαφος για αρκετά έτη. Ένα πρόγραμμα αμειψισποράς 4-5 ετών είναι επιθυμητό να γίνεται χωρίς την παρουσία άλλων σολανωδών φυτών. Για τοπικό λαχανόκηπο μπορεί να εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα αμειψισποράς ως εξής: τομάτα + λάχανο, φασόλια + σπανάκι, πεπόνι + μαρούλι, κρεμμύδι + αρακάς.

### **1.1.7. Καλλιεργητικές Περιποιήσεις**

#### Άρδευση

Αμέσως μετά τη μεταφύτευση ακολουθεί πότισμα των νεαρών φυταρίων, το οποίο θα επαναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Η συχνότητα των ποτισμάτων εξαρτάται από την κατάσταση του εδάφους, από την εποχή (κλιματολογικές συνθήκες) και από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην φάση που το φυτό αρχίζει να ανθίζει. Τα ποτίσματα θα πρέπει να είναι κανονικά. (συχνά ποτίσματα χωρίς να ξεραίνεται το έδαφος. Οι απαιτήσεις σε νερό είναι μεγαλύτερες κατά την περίοδο της καρποφορίας και ωρίμανσης των καρπών. Τα αμμώδη εδάφη απαιτούν συχνότερα ποτίσματα και είναι λιγότερο κατάλληλα για καλλιέργεια ποικιλιών που είναι ευαίσθητες στη σήψη της κορυφής του καρπού γιατί είναι

πιο δύσκολο να διατηρείται σταθερή η υγρασία τους. Ο αριθμός των ποτισμάτων κυμαίνεται από 1 έως 7 την εβδομάδα.

Το πότισμα γίνεται με αυλάκια με σταγόνες ή με καταιονισμό. Καλό είναι να αποφεύγονται τρόποι ποτίσματος που βρέχουν το φύλλωμα των φυτών και προκαλούν την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών. Ως προς την ποιότητα του νερού άρδευσης αναφέρεται πως η τομάτα αντέχει αρκετά σε νερό υποβαθμισμένης ποιότητας από άποψη περιεκτικότητας σε άλατα. Η τομάτα αντέχει σε σχετικά υψηλό ποσοστό ολικών αλάτων στο έδαφος και το νερό άρδευσης. Είναι το πιο ανθεκτικό λαχανικό από όλα όσα καλλιεργούνται στην Ελλάδα στο θερμοκήπιο.

### Λίπανση

Είναι φυτό απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία. Εκτός της οργανικής ουσίας πρέπει να παρέχεται και επιφανειακή λίπανση κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας με ιδιαίτερη προσοχή στην αναλογία αζώτου και καλίου. Κατά την καρποφορία το φυτό έχει περισσότερη ανάγκη σε κάλιο. Κατά το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης το φυτό έχει περισσότερη ανάγκη σε άζωτο.

Για τις υπαίθριες καλλιέργειες, γίνεται συνήθως μια βαθειά άροση του εδάφους το φθινόπωρο, σε βάθος 40 εκ περίπου, κατά την οποία μπορεί να ενσωματωθεί η κοπριά. Στο τέλος του χειμώνα με αρχές της άνοιξης με μια δεύτερη άροση ενσωματώνονται τα φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα. Τα αζωτούχα λιπάσματα προστίθενται στο έδαφος υπό νιτρική μορφή, μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, με επιφανειακές λιπάνσεις και κατά μηνιαία διαστήματα σε 3-5 δόσεις. Η αζωτούχος λίπανση ξεκινά 20 περίπου ημέρες μετά τη φύτευση. Σε βαριά αργιλώδη εδάφη μπορεί να γίνει προσθήκη ενός μέρους του αζώτου υπό αμμωνιακή μορφή κατά την περίοδο προσθήκης του φωσφόρου και του καλίου. Σε ελαφριά αμμώδη εδάφη σκόπιμο είναι να προστίθεται ένα μέρος του καλίου κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών.

Διαφυλλικές λιπάνσεις με υδατοδιαλυτά λιπάσματα που περιέχουν μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία μπορούν να εφαρμοστούν στην τομάτα γιατί έχουμε πιο γρήγορη αντίδραση των φυτών στην λίπανση.

Σε κάθε περίπτωση καλό είναι να έχει προηγηθεί ανάλυση του εδάφους για καλύτερο υπολογισμό των λιπαντικών αναγκών των φυτών. Οι ποσότητες των αναγκαίων λιπαντικών στοιχείων σε μια καλλιέργεια τομάτας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Παρακάτω δίνονται κατά προσέγγιση οι ανάγκες μιας καλλιέργειας τομάτας ανά στρέμμα στα κύρια λιπαντικά στοιχεία.

Κοπριά χωνεμένη 3000 – 4000 χγρ.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15-20 χγρ. = 75-100 χγρ 0-20-0

K<sub>2</sub>O 25-35 χγρ. = 50-70 χγρ 0-0-50

N 15-25 χγρ. = 60-100 χγρ 26-0-0

### Κλάδεμα

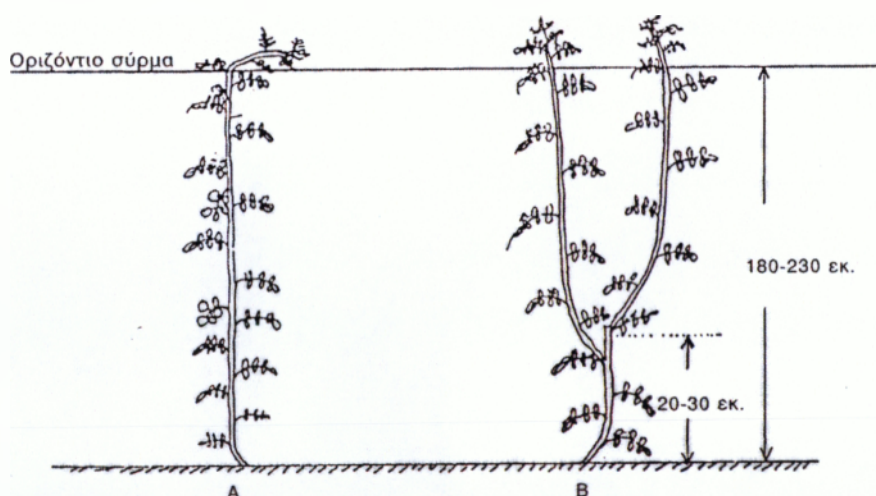
Το κλάδεμα όπως και η υποστύλωση είναι εργασίες επιβεβλημένες για την καλλιέργεια της τομάτας και γίνονται ταυτόχρονα. Με το κλάδεμα επιτυγχάνονται:

- Εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας.
- Περιορίζεται ο αριθμός των ταξιανθιών.
- Η παραγωγή συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Εξασφαλίζεται ομοιομορφία στους καρπούς.
- Βελτιώνεται η ποιότητα των καρπών (γεύση, συνεκτικότητα, χρώμα κ.α.).

**Βλαστολόγημα.** Αρχίζει περίπου από το σχηματισμό της πρώτης ταξιανθίας και συνίσταται στην αφαίρεση πλαγίων βλαστών με το χέρι όταν αυτοί έχουν μήκος 1-5 εκ. σε υπαίθριες καλλιέργειες επιτραπέζιας τομάτας αφήνονται να αναπτυχθούν από τη βάση του φυτού εκτός από το κεντρικό στέλεχος ακόμη δύο βλαστοί στους οποίους στη συνέχεια γίνεται βλαστολόγημα όλων ή μερικών τριτευόντων βλαστών. Επίσης στις υπαίθριες καλλιέργειες μπορεί να εφαρμοστεί αυστηρό κλάδεμα και τα φυτά να μορφωθούν σε μονοστέλεχα ή διστέλεχα σε συνδυασμό πάντα με την υποστύλωση. Επίσης στις υπαίθριες καλλιέργειες μπορεί στην αρχή να γίνει αφαίρεση των πλευρικών βλαστών που βρίσκονται στη μασχάλη των φύλλων για να δημιουργηθεί ισχυρό στέλεχος.

Στην τομάτα θερμοκηπίου επιβάλλεται το κλάδεμα γιατί το φυτό έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς πλάγιους βλαστούς από οφθαλμούς που

βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων. Κατά το μονοστέλεχο σύστημα αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί. Η αφαίρεση των πλαγίων θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες ουλές και τα μεγάλα τραύματα. Εάν εφαρμοστεί το διστέλεχο σύστημα, αρχικά κορυφολογούνται τα φυτά στο ύψος των 30 εκ περίπου και αφήνονται να αναπτυχθούν οι 2 ανώτεροι πλευρικοί βλαστοί, οι οποίοι υποστυλώνονται χωριστά, και στη συνέχεια ο καθένας δέχεται τις ίδιες μεταχειρίσεις όπως και στο μονοστέλεχο σύστημα.



**Εικόνα 1.2.** Μονοστέλεχο και διστέλεχο σύστημα μόρφωσης φυτών τομάτας (Ολύμπιος 2000).

**Κορυφολόγημα.** Το κορυφολόγημα εφαρμόζεται για να σταματήσει το φυτό να παράγει νέα φύλλα και ταξικαρπίες που δεν θα προλάβουν να ωριμάσουν και παράλληλα να αναγκαστεί να επιταχύνει την ωρίμανση των υπαρχόντων καρπών.

Για τις υπαίθριες καλλιέργειες και όταν μας ενδιαφέρει η πρόωμη παραγωγή, μπορεί να εφαρμοστεί κορυφολόγημα των φυτών πάνω από το φύλλο που ακολουθεί την τρίτη, τέταρτη ή ανώτερη ταξιανθία (σταυρό). Όταν υπάρχει υπερβολικά μεγάλος αριθμός βλαστών και ανθέων αυτά αφαιρούνται για να έχουμε καλύτερη ποιότητα καρπών και ταχύτερη ωρίμανση των ήδη υπαρχόντων καρπών.

Για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, η κορυφή του φυτού συνίσταται να αφαιρείται 1,5-2 μήνες πριν το τέλος της συγκομιδής. Κίνδυνος ανάπτυξης

πλαγίων βλαστών δεν υπάρχει γιατί αυτοί έχουν απομακρυνθεί με το βλαστολόγημα. Η κορυφή αφαιρείται μετά από 2-3 τουλάχιστον φύλλα πάνω από την τελευταία ταξιανθία του φυτού.

**Αποφύλλωση.** Καθώς τα φυτά μεγαλώνουν και όταν αρχίζει να ωριμάζει η πρώτη ταξικαρπία, αρχίζει η διαδικασία της αποφύλλωσης, δηλαδή της αφαίρεσης των φύλλων που βρίσκονται κάτω από αυτή. Η αποφύλλωση γίνεται για να έχουν καλύτερο φωτισμό και αερισμό οι καρποί. Αφαιρούνται τα παλαιά και γερασμένα φύλλα. Η αποφύλλωση γίνεται μετά τη συγκομιδή των καρπών της κατώτερης ταξικαρπίας και όταν αρχίζει να ωριμάζει η αμέσως επόμενη ταξικαρπία.

**Αφαίρεση καρπών.** Νεαροί καρποί που εμφανίζονται με ανωμαλίες θα πρέπει να αφαιρούνται όταν είναι ακόμη μικροί, ώστε τα προϊόντα του μεταβολισμού να διοχετεύονται στην παραγωγή και ανάπτυξη των υπολοίπων καρπών.

### Υποστύλωση

Η υποστύλωση σκοπό έχει να:

- διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου της παραγωγής
- διευκολύνει την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών
- διευκολύνει τον αερισμό και φωτισμό των φυτών

Η υποστύλωση στην τομάτα υπαίθρου είναι συνηθισμένη τεχνική. Τα μέσα που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι πάσσαλοι ή καλάμια. Μια εύκολη τεχνική είναι η ακόλουθη. Σε μια σειρά 10-15 φυτών τοποθετούνται στην άκρη δύο ισχυροί πάσσαλοι μήκους περίπου 2 μέτρων. Στερεώνονται πολύ καλά στο έδαφος. Σε ύψος 60-70 εκατοστά από το έδαφος δένουμε γύρω από τους πασσάλους ένα σύρμα γαλβάνιζε. Όταν τα φυτά μεγαλώσουν και φτάσουν στο σύρμα τα οδηγούμε ώστε να περάσουν μέσα από το σύρμα. Όταν τα φυτά ψηλώσουν και άλλο περνάμε ένα δεύτερο σύρμα 40 εκατοστά πάνω από το πρώτο και οδηγούμε τα φυτά ανάμεσα στο σύρμα. Τα φύλλα και οι βλαστοί που αναπτύσσονται ακουμπούν πάνω στο σύρμα.

Στο θερμοκήπιο η υποστύλωση γίνεται με σπάγκους, οι οποίοι με το ένα άκρο στερεώνονται στη βάση των φυτών και με το άλλο στο οριζόντιο σύρμα

που βρίσκεται πάνω από τη σειρά των φυτών. Με τον κάθε σπάγκο περιελίσσεται ένας βλαστός μέχρι το τέλος της καλλιέργειας.

### **1.1.8. Συγκομιδή**

Η συγκομιδή αρχίζει όταν οι τομάτες αρχίζουν και κοκκινίζουν επάνω στο φυτό και ανάλογα με την προτίμηση του καταναλωτή. Η παραμονή των καρπών για μεγάλο διάστημα πάνω στο φυτό έχει αρνητική επίπτωση στην μελλοντική παραγωγή. Λίγο πράσινη συγκομίζεται η τομάτα εάν πρόκειται να συντηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

### **1.1.9. Συντήρηση**

Η άριστη θερμοκρασία συντήρησης είναι 10°C. Αν είναι λίγο πράσινη μπορεί να συντηρηθεί και σε υψηλότερη θερμοκρασία από την κανονική και έτσι κοκκινίζει πιο γρήγορα. Για ώριμες τομάτες συνιστώνται θερμοκρασίες αποθήκευσης 10-13°C (όχι πιο χαμηλές) και για τις πιο άγουρες 15-17°C για να προωθηθεί η ωρίμανσή τους κατά την αποθήκευση. Η άριστη σχετική υγρασία συντήρησης είναι 85-90%. Σε αυτές τις συνθήκες συντηρείται για 7-10 ημέρες.

### **1.1.10. Φυτοπροστασία**

Εχθροί είναι κυρίως οι αφίδες και ο τετράνυχος. Οι κύριες ασθένειες που προσβάλλουν την τομάτα είναι το ωίδιο και ο περονόσπορος. Εμφανίζεται και μια ίωση που προκαλεί καρούλιασμα στα φύλλα.

#### Ασθένειες

**Όψιμος περονόσπορος.** Οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος προκαλεί στα φύλλα και στους βλαστούς το σχηματισμό κηλίδων. Στα φύλλα οι κηλίδες αρχικά είναι υποκίτρινες ή υδατώδεις ακανόνιστου σχήματος και στη συνέχεια γίνονται καστανές έως βαθύ καστανές ή μαύρες. Στην κάτω επιφάνεια των φύλλων σχηματίζονται λευκές εξανθήσεις από τις καρποφορίες του μύκητα. Στους καρπούς σχηματίζονται συνήθως γύρω από το σημείο προσφύσεως του ποδίσκου διάχυτες, γκριζοπράσινες, μέχρι καστανές και ελαφρά βυθισμένες περιοχές, οι οποίες μπορεί να εξαπλωθούν σε ολόκληρο τον καρπό. Τελικά ο καρπός σαπίζει. Η διάδοση της ασθένειας ευνοείται σε



συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας 18-25°C. Υπό τέτοιες συνθήκες συνιστώνται ψεκασμοί με κατάλληλα μυκητοκτόνα.

**Πρώιμος περονόσπορος.** Προκαλείται από τον μύκητα *Alternaria solani*. Όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού μπορεί να προσβληθούν από την ασθένεια και τα φυτά είναι ευπαθή σε όλα τα στάδια αναπτύξεώς τους. Στα ανεπτυγμένα φυτά, σχηματίζονται, πρώτα στα παλαιότερα φύλλα της βάσης, κυκλικές ή γωνιώδεις καστανές ή μαύρες κηλίδες με συγκεντρικούς κύκλους. Παρόμοιες κηλίδες σχηματίζονται στους βλαστούς, τους μίσχους και τους καρπούς. Οι κηλίδες στους καρπούς είναι συνήθως λίγο βυθισμένες. Η προσβολή στους καρπούς αρχίζει γύρω από τον κάλυκα ή κάποιο τραύμα και οι κηλίδες έχουν δερματώδη υφή. Πάνω στις κηλίδες σχηματίζεται μαύρη εξάνθηση. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με διάφορα μυκητοκτόνα.

**Ωίδιο.** Η ασθένεια προκαλείται από τον μύκητα *Leveillula taunica*. Προσβάλλει μόνο τα φύλλα και κυρίως τα ώριμα πλήρως ανεπτυγμένα. Στην πάνω επιφάνεια σχηματίζονται κιτρινοπράσινες ή κίτρινες, ακανόνιστες ή γωνιώδεις κηλίδες και στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος εμφανίζεται λευκή μέχρι ανοιχτή καστανή εξάνθηση. Στην πιπεριά η προσβολή προκαλεί επιπλέον κατσάρωμα του ελάσματος προς τα πάνω και φυλλόπτωση.

Η ασθένεια ευνοείται σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας (50-75%) και θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 15-25°C. Η άριστη θερμοκρασία για τη μόλυνση της τομάτας είναι 25°C και για την πιπεριά 20°C.

Για την καταπολέμηση της ασθένειας χρησιμοποιούνται το θείο και διάφορα μυκητοκτόνα.

**Αδρομυκώσεις.** Προκαλούνται από τους μύκητες *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* F. sp. *lycopersici*. Τα προσβεβλημένα φυτά μαραίνονται και ξηραίνονται γρήγορα γιατί τα παθογόνα φράζουν τα αγγεία του ξύλου. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι ο καφέ μεταχρωματισμός του ξύλου κοντά στο λαιμό του φυτού που φαίνεται μετά από πλάγια τομή του βλαστού.

Οι αδρομυκώσεις καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες, απολύμανση του εδάφους, εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα και εφαρμογή αμειψισποράς.

**Καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης σηψιρριζία.** Οφείλεται στον μύκητα *Pyrenochaeta lycopersici*. Τα φυτά παρουσιάζουν ασθενικό πράσινο χρώμα ή χλώρωση του φυλλώματος και καθυστέρηση της ανάπτυξής τους. Τα φύλλα συστρέφονται προς τα κάτω και συχνά νεκρώνονται. Αργότερα τα εντόνως προσβεβλημένα φυτά νεκρώνονται. Συχνότερα τα ασθενή φυτά δεν ξηραίνονται αλλά παραμένουν νάνα, καχεκτικά και ελάχιστα παραγωγικά. Στις ρίζες των φυτών παρουσιάζεται καστανός μεταχρωματισμός και σήψη.

Η ασθένεια καταπολεμείται με απολύμανση του εδάφους, χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα.

**Κλαδοσπορίαση.** Οφείλεται στο μύκητα *Cladosporium fulvum*. Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες 18-24°C και υγρασία 95%. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας.

**Σκληρωτινίαση.** Προκαλείται από τον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Έχει ανάγκη μεγάλης υγρασίας και αναπτύσσεται κυρίως στα κακώς αποστραγγιζόμενα καθώς και τα όξινα εδάφη. Ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες (29-35°C). Καταπολεμείται με απολύμανση του εδάφους και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα.

**Φαιά σήψη.** Προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis cinerea*. Προσβάλλει φυτά όλων των ηλικιών και όλα σχεδόν τα μέρη τους (άνθη, φύλλα, καρπούς, βλαστούς, ρίζες). Στους υδαρείς καρπούς και τρυφερούς βλαστούς (τομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα) η προσβεβλημένη περιοχή αρχικά έχει ανοιχτό πράσινο χρώμα και αργότερα ανοιχτό καστανό χρώμα. Η επιδερμίδα δεν σχίζεται αλλά οι ευρισκόμενοι κάτω από αυτήν ιστοί γίνονται μαλακοί και υδαρείς. Στο έλασμα των φύλλων αρχικά η προσβολή εμφανίζεται με το σχηματισμό πρασινοκαστανών μέχρι ανοιχτών καστανών κηλίδων, των οποίων οι ιστοί είναι μαλακοί.

Απαραίτητες συνθήκες για την ανάπτυξη της ασθένειας είναι η υψηλή σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (συχνές βροχοπτώσεις, ομίχλες, υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία λόγω ελλείψεως αερισμού κ.τ.λ.) και ο σχετικά ψυχρός καιρός.

Η αντιμετώπιση του παθογόνου γίνεται με μείωση της υγρασίας, τήρηση καλής υγιεινής στις φυτείες, χημική καταπολέμηση και συνδυασμένη καταπολέμηση.

**Βακτηριακός καρκίνος.** Οφείλεται στο βακτήριο *Corynebacterium michiganense*. Τα συμπτώματα ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, την ποικιλία και την ηλικία των φυτών. Τα φυτάρια στο σπορείο παρουσιάζουν συνήθως μαρασμό και αποξηραίνονται. Στα μεγαλύτερα φυτά παρατηρείται το σύνδρομο του βραδέως μαρασμού. Παλαιά φύλλα μαραίνονται βαθμιαία. Ο μαρασμός αρχικά είναι μονόπλευρος (ημιπληγία), η περιφέρεια του ελάσματος ξηραίνεται και συστρέφεται προς τα πάνω. Στους καρπούς σχηματίζονται κηλίδες κυκλικές, χρώματος αρχικά υπόλευκου αργότερα δε καστανού που περιβάλλονται από μία υπόλευκη άλω (κυκλικός δακτύλιος).

Η ασθένεια ευνοείται ιδιαίτερα σε θερμοκρασίες 24-28°C και είναι σοβαρότερη στα ελαφρά αμμώδη εδάφη. Καταπολεμάται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών μείωση της εξάπλωσης με ψεκασμό με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

**Μωσαϊκό του καπνού - TMV.** Προσβάλλει τα φυτά και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα του μωσαϊκού. Καταπολεμάται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση σπόρου, απολύμανση εδάφους.

**Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων – TYLCV.** Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό, αλλά κυρίως τη βλασάνουσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμείται άμεσα και δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδη που θεωρείται φορέας της ίωσης.

## Εχθροί

**Νηματώδεις.** *Meloidogyne spp.*, *Heterodera rostochiensis* Προσβάλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με απολυμάνσεις, ριζοποτίσματα, ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια και με ανθεκτικά υποκείμενα.

**Αφίδες – διάφορα είδη.** Προσβάλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς. Μεταδίδουν ιώσεις. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα. Βιολογική καταπολέμηση με ωφέλιμα παράσιτα.

**Θρίπας.** *Thrips tabaci* Προσβάλουν τα φύλλα. Μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα. Βιολογική καταπολέμηση με ωφέλιμα παράσιτα και παγίδες.

**Τετράνυχος.** *Tetranychus urticae*. Προσβάλλει τα φύλλα. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα και ειδικά ακαρεοκτόνα. Βιολογική καταπολέμηση με ωφέλιμα παράσιτα.

**Αλευρώδης.** *Trialeurodes vaporariorum*. Προσβάλλει τα φύλλα. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα. Βιολογική καταπολέμηση με ωφέλιμα παράσιτα και παγίδες.

**Φυλλορρύκτης της τομάτας.** *Liriomyza solani*. Προκαλεί στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα.

**Σιδηροσκώληκες.** *Agriotes obscurus*. Προσβάλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από τη επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με την απολύμανση και με ριζοπότισμα.

### **1.1.11. Μη Παρασιτικές Ασθένειες**

Οφείλονται είτε σε προβλήματα ανόργανης θρέψης όπως είναι οι τροφοπενίες και οι τοξικότητες διαφόρων στοιχείων ή σε προβλήματα που προκαλούν δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και διάφοροι καλλιεργητικοί χειρισμοί.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2.1. Ανόργανη Θρέψη

#### 2.1.1. Γενικά

Τα θρεπτικά στοιχεία ούτε δημιουργούνται ούτε χάνονται, αλλά αλλάζουν τη χημική τους μορφή ή εναλλάσσονται μέσα στα μεγαλομόρια και κυκλοφορούν από θέση σε θέση. Η συνεχής αυτή κυκλική κυκλοφορία (ανακύκλωση) των θρεπτικών στοιχείων στη φύση συνιστά τη μεγαλύτερη προϋπόθεση ύπαρξης της ζωής. Περίπου το 90% των εδαφών αποτελείται από οξυγόνο, πυρίτιο και αργίλιο και όλα τα υπόλοιπα μαζί συνθέτουν το 10%.

Στο έδαφος, τα θρεπτικά στοιχεία υπάρχουν σαν υδατοδιαλυτά (στο εδαφικό διάλυμα), ανταλλάξιμα και μη ανταλλάξιμα. Υπερβολικές ποσότητες ενός στοιχείου στο εδαφικό διάλυμα συνήθως συνεπάγεται ανταγωνισμό ή δέσμευση κάποιου άλλου, γι' αυτό είναι απαραίτητο να προηγείται ανάλυση του εδάφους, ώστε να προσδιορίζεται η άριστη συγκέντρωση καθενός από τα στοιχεία. Επίσης, το pH επηρεάζει τη διαλυτότητα κάθε στοιχείου, και για το λόγο αυτό θα πρέπει να προσδιορίζεται και να διορθώνεται κάθε φορά. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε ότι τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία εμφανίζουν μεγαλύτερη διαλυτότητα (και συνεπώς αφομοιωσιμότητα) σε  $pH=6 - 6.5$ .

Τέλος, πρέπει να γνωρίζουμε ότι ανάλογα με την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που προσλαμβάνουν (χρησιμοποιούν) τα φυτά, αυτά διακρίνονται σε μακροστοιχεία (N, P, K, Ca, Mg, S) και ιχνοστοιχεία (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl), ενώ ανάλογα με το ρόλο τους, διακρίνονται σε δομικά (P, N, S) και ρυθμιστικά (K, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl). Τα στοιχεία άνθρακας, υδρογόνο και οξυγόνο (C, H, O) είναι μακροστοιχεία και δομικά θρεπτικά στοιχεία.

Παρακάτω αναφέρεται ο ρόλος, η πρόσληψη και κινητικότητα των κυριοτέρων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, καθώς επίσης και τα συμπτώματα

που εμφανίζουν τα φυτά λόγω έλλειψής (τροφοπενίες) ή περίσσειας (τοξικότητες) αυτών, τόσο γενικά όσο και ειδικότερα στην τομάτα.

### **2.1.2. Άνθρακας (C)**

Αποτελεί το 45% το ξηρού βάρους των φυτών. Όλες οι ουσίες που παράγουν τα φυτά (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες ) είναι μικρές ή μεγάλες αλυσίδες ατόμων άνθρακα. Συνιστά, δηλαδή, τη βασική δομική μονάδα των οργανικών ενώσεων ή αλλιώς, τη βάση της ίδιας της ζωής. Μαζί με το οξυγόνο και το υδρογόνο αποτελεί το 94% των ζωντανών οργανισμών. Προσλαμβάνεται με τη μορφή του CO<sub>2</sub> από τα φύλλα των φυτών.

Πολύ γενικευμένα μπορούμε να πούμε ότι οι ενώσεις του άνθρακα εξυπηρετούν προς δύο κύριες κατευθύνσεις :

1. σαν δομική ύλη με την οποία χτίζονται τα κύτταρα και
2. σαν φορείς ενέργειας όπου αποθηκεύεται η ενέργεια και καταναλίσκεται όπου χρειάζεται (υδατάνθρακες, λίπη).

Φυσικά δεν είναι μόνο αυτά. Για παράδειγμα, μπορούν να αναφερθούν τα ένζυμα που αποτελούν τα βασικά εργαλεία του κυττάρου και που χωρίς αυτά δεν μπορούν να υπάρξουν βιοχημικές λειτουργίες.

### **2.1.3. Οξυγόνο (O)**

Μαζί με τον άνθρακα και το υδρογόνο συνιστούν το 94% των ζωντανών οργανισμών. Αποτελεί το 43% του ξηρού βάρους των φυτών και προσλαμβάνεται κυρίως σαν O<sub>2</sub> από τα φύλλα αλλά και σαν CO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> και OH. Ταυτίζεται με την λειτουργία της αναπνοής, όπου η απαιτούμενη ενέργεια για τις διάφορες λειτουργίες προκύπτει από την οξείδωση των αλυσίδων του άνθρακα με το οξυγόνο μέσα στο κύτταρο.

### **2.1.4. Υδρογόνο (H)**

Μαζί με τον άνθρακα και το οξυγόνο συνιστά το 94% των ζωντανών οργανισμών και αποτελεί το 6% του ξηρού βάρους των φυτών. Προσλαμβάνεται σαν ιόν (H<sup>+</sup>), αλλά με τα μόρια του νερού (H<sub>2</sub>O). Η κύρια

συμβολή του συνίσταται στο χτίσιμο των αλυσίδων ατόμων άνθρακα, ακολουθώντας τον άνθρακα στους μεταβολικούς δρόμους εντός του φυτού. Φυσικά επιτελεί και άλλους σημαντικούς ρόλους.

### 2.1.5. Αζωτο (N)

Είναι το τέταρτο πιο συχνά απαντώμενο στοιχείο. Οι πρωτεΐνες περιέχουν 18% N. Είναι συστατικό των αμινοξέων, πρωτεϊνών, συνενζύμων, νουκλεϊκών οξέων, πουρινών, πυριμιδινών και της χλωροφύλλης. Κάθε μόριο χλωροφύλλης φέρει ένα κεντρικό άτομο Mg, γύρω από το οποίο τοποθετούνται 4 δακτύλιοι πυρολίου, κάθε ένας από τους οποίους φέρει ένα άτομο N και 4 άτομα C. Το 70% του N των φύλλων βρίσκεται στους χλωροπλάστες.

Απορροφάται από το ριζικό σύστημα σαν  $\text{NO}_3^-$  ή  $\text{NH}_4^+$  ιόν. Η απορρόφηση της μιας ή της άλλης μορφής εξαρτάται από το είδος του φυτού, τον τύπο του εδάφους, τη θερμοκρασία και άλλους παράγοντες.

Σε πολύ όξινα εδάφη τα φυτά φαίνεται να προτιμούν το  $\text{NO}_3\text{-N}$ , ενώ σε αλκαλικά το  $\text{NH}_4\text{-N}$ . Πάνω από τους  $17^\circ\text{C}$  το αμμωνιακό άζωτο είναι η καλύτερη πηγή αζώτου. Η πρόσληψή του είναι, επίσης, δυνατή σαν ουρία, αμινοξέα και νουκλεϊκά οξέα.

Είναι ευκίνητο στοιχείο με αποτέλεσμα τα γηραιότερα και κατώτερα φύλλα να επηρεάζονται περισσότερο. Τα φύλλα αποκτούν ανοικτό πράσινο χρώμα και τα πιο ώριμα κιτρινίζουν και όταν ξηραίνονται, αποκτούν ανοικτό καφέ χρώμα. Στα ξινά οι κύριες νευρώσεις αποκτούν κίτρινο χρώμα. Γενικά οι καρποί αποκτούν έντονο ερυθρό χρώμα. Στον αραβόσιτο η έλλειψη δημιουργεί χλωρίωση χαρακτηριστικού V σχήματος. Η ανάπτυξη του φυλλώματος μειώνεται, ενώ τα στελέχη γίνονται αδύνατα.

Σε ελαφρά εδάφη, ύστερα από έντονες βροχοπτώσεις, είναι πιθανή η εμφάνιση έλλειψης του αζώτου. Έλλειψη του αζώτου συνεπάγεται μειωμένη ανάπτυξη του φυτού και της καρποφορίας.

Περίσσεια αζώτου ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη και τη δημιουργία τρυφερής βλάστησης. Καθυστερεί την ανθοφορία και ελαττώνει την αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ανταγωνίζεται το κάλιο ιδιαίτερα σαν αμμωνιακό.

Υψηλά επίπεδα αζώτου είναι αιτία για εμφάνιση τροφοπενιών K, Zn, Fe, Ca και B στα οπωροφόρα ( Στυλιανίδης 1991) .

Θεωρείται ως ρυθμιστής της βλάστησης και της καρπόδεσης.

### **2.1.6. Φώσφορος (P)**

Αποτελεί συστατικό των ενώσεων υψηλής ενέργειας (ATP, ADP, AMP), όπως και των νουκλεϊκών οξέων, φυτικών οξέων, συνενζύμων και των φωσφολιπιδίων. Παίζει σημαντικό ρόλο στην καταβολή των αναπαραγωγικών οργάνων, επηρεάζει την αύξηση της ρίζας και επιταχύνει την ωριμότητα του φυτού. Είναι σημαντική η παρουσία του στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Ενώσεις του P στο κύτταρο δρουν και σαν ρυθμιστές του pH. Το Mg δρα σαν φορέας του. Συμμετέχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών. Είναι συνηθισμένη η παρουσία του σε υδατάνθρακες (1,5-διφωσφορικός εστέρας της ριβουλόζης, 6-φωσφορικός εστέρας της γλυκόζης, 6-φωσφορικός αστέρας της φρουκτόζης), γιατί, όπως είναι γνωστό, οι υδατάνθρακες, πριν από τον μεταβολισμό τους, για να ενεργοποιηθούν, φωσφορυλιώνονται. Γενικά, είναι έντονος και σημαντικός ο ρόλος του στον ενεργειακό μεταβολισμό του φυτικού κυττάρου. Μεγάλες ποσότητες P θα αποταμιευτούν στους νεοαναπτυσσόμενους καρπούς και ιδιαίτερα στα σπέρματά τους, ενώ πολύ μικρότερες θα είναι οι ποσότητες του P στους ώριμους καρπούς.

Απορροφάται σαν  $H_2PO_4^-$  ή  $HPO_4^{2-}$ , ανάλογα με το pH. Έτσι, σε  $pH < 7$  προσλαμβάνεται σαν  $H_2PO_4^-$ , σε  $pH = 7$  προσλαμβάνεται και με τις δύο μορφές και σε  $pH > 7$  προτιμάται το τρισθενές ανιόν  $PO_4^{3-}$ . Η απορρόφησή του είναι ιδιαίτερα δύσκολη στην περίοδο των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα.

Ευκίνητο στοιχείο με συμπτώματα στα παλαιότερα φύλλα. Συχνά τα φύλλα αποκτούν βαθύ πράσινο χρώμα, ενώ πολλές φορές εμφανίζεται κόκκινο ή πορφυρό χρώμα, κυρίως περιφερειακά. Στα ξινά τα φύλλα αποκτούν χαρακτηριστικό μπρούτζινο χρώμα και φέρουν νεκρωτικές κηλίδες κυρίως στην περιφέρεια. Χαμηλά επίπεδα P ευνοούν το σχίσσιμο των καρπών σε πολλά είδη και κυρίως στα κεράσια και στα νεκταρίνια, ενώ ευνοούν την εκδήλωση



φυσιολογικών ασθενειών κυρίως στα γιγαρτόκαρπα, αλλά και σε ορισμένα πυρηνόκαρπα (εσωτερικό καφέτιασμα). Μπορεί να προκαλέσει νανισμό στα φυτά, ενώ οι ιστοί είναι πολύ μαλακοί και υδαρείς και παρουσιάζουν μικρή αντοχή σε ορισμένες ασθένειες. Ο κακός αερισμός του εδάφους ευνοεί την έλλειψη του στοιχείου.

Η περίσσεια είναι δυνατόν να οδηγήσει σε αδιαλυτοποίηση του Fe, Zn και Mn προκαλώντας έτσι συνθήκες τροφοπενίας αυτών των στοιχείων.

### 2.1.7. Κάλιο (K)

Συμμετέχει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και ιδιαίτερα στη σύνθεση και διάσπαση του αμύλου, στο μεταβολισμό του N και στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα και ρυθμίζει τη δράση των διαφόρων στοιχείων.

Ρυθμίζει το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματίων, καθώς και την υδατική οικονομία, γενικότερα του φυτού. Προάγει την αύξηση των μεριστωματικών ιστών, ενεργοποιεί ένα μεγάλο αριθμό ενζύμων, ενώ επηρεάζει τη δράση των ενζύμων ιμπερτάση, διαστάση, πεπτάση, καταλάση και πυρουβική κινάση. Επηρεάζει την ποιότητα του καρπού και την αντοχή του φυτού στις ασθένειες, ενώ η έλλειψή του μειώνει τη φωτοσύνθεση και αυξάνει την αναπνοή και τη συγκέντρωση μη πρωτεϊνικού αζώτου. Περισσότερα από 50 ένζυμα (του μεταβολισμού των υδατανθράκων, αμινοξέων, πρωτεϊνών, νουκλεοτιδίων, και νουκλεοξέων, ενζύμων, βιοσυνθέσης βιταμινών κ.ά.) είτε εξαρτώνται πλήρως είτε ενεργοποιούνται από τα ιόντα καλίου.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων  $K^+$  μέσα στο κυτόπλασμα και τους χλωροπλάστες χρειάζονται για να μετατρέπουν σε ουδέτερα τα διαλυτά (π.χ. ανιόντα οργανικών οξέων και ανόργανα ιόντα) και αδιάλυτα μακρομοριακά ανιόντα, έτσι ώστε να σταθεροποιείται το pH μεταξύ 7 και 8 σε αυτούς τους χώρους που, σημειωτέον, η τιμή αυτή του pH είναι η άριστη για τις περισσότερες ενζυμικές αντιδράσεις. Η επιμήκυνση των κυττάρων στα φύλλα είναι στενά συσχετισμένη με τα επίπεδα συγκεντρώσεων του K, ενώ αύξηση της περιεκτικότητας του καλίου στα φύλλα συνοδεύεται από αύξηση της

φωτοσύνθεσης της φωτοαναπνοής, της δράσης της καρβοξυδισμούτωσης και η έλλειψη του έχει σαν συνέπεια την αύξηση της αναπνοής. Τα ιόντα  $K^+$  δεν επηρεάζουν άμεσα το φωτοσύστημα I ή II, αλλά πιθανότατα διεγείρουν την δευτερογενή σύνθεση του ενζύμου καρβοξυδισμούτωση.

Το κάλιο παίζει έναν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της σπαργής των κυττάρων, στον έλεγχο των στοματιών και στη ρύθμιση της υδατικής οικονομίας στα φυτά γενικότερα (Hsiao and Launshli, 1986). Εκτελεί βιοχημικές λειτουργίες στο κυτόπλασμα ενεργοποιώντας πολυάριθμα ένζυμα (Wyn Jones and Pollard, 1983). Οι Leigh and Wyn Jones (1984) πρότειναν ότι η έναρξη της μείωσης της αύξησης εξαιτίας της μειωμένης παροχής του καλίου, είναι το αποτέλεσμα της μείωσης του κυτοπλασματικού καλίου, με συνέπεια τη διακοπή των βιοχημικών λειτουργιών.

Απορροφάται από το ριζικό σύστημα σαν ιόν καλίου ( $K^+$ ).

Ευκίνητο στοιχείο με συμπτώματα κυρίως στα παλαιότερα φύλλα. Το σύνηθες σύμπτωμα συνιστά περιφερειακή χλώρωση και νέκρωση των φύλλων, ακολουθούμενη από σχισίματα. Στα ξινά είναι χαρακτηριστικό το καρούλιασμα των κορυφαίων και όλων των φύλλων ενός κλαδίσκου που μοιάζει με το καρούλιασμα που προκαλούν οι αφίδες. Στις τομάτες η έλλειψη δημιουργεί χαρακτηριστικό πράσινο δακτύλιο στην περιοχή ποδίσκου. Φυτά φτωχά σε K παρουσιάζουν μεγάλη ευπάθεια στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ, αντίθετα τα σε υψηλά επίπεδα καλίου εκδηλώνουν πολλές φυσιολογικές ασθένειες. Από πολλούς, μάλιστα, υποστηρίζεται ότι το επίπεδο του καλίου στα φύλλα της μηλιάς δεν πρέπει να ξεπερνά το 1,6%. Από τα υποκείμενα της ροδακινιάς το GF677 φαίνεται ότι έχει την υψηλότερη ικανότητα απορρόφησης του K από το έδαφος.

Η έλλειψη του καλίου ευνοείται από περίσσεια Mg, Ca και  $NH_4-N$ . Ελλείψεις καλίου είναι συνηθέστερες σε αμμώδη, οργανικά και εδάφη όπου κυριαρχεί ο Ιλλίτης και ο Βερμικουλίτης (έχουν υψηλή ικανότητα δέσμευσης του  $K^+$ ).

Η περίσσεια καλίου προκαλεί λόγω ανταγωνισμού την τροφοπενία Ca, Mg και N.

### 2.1.8. Ασβέστιο (Ca)

Παίζει σημαντικό ρόλο στην επιμήκυνση και διαίρεση των κυττάρων, στο σχηματισμό της μιτωτικής ατράκτου, στην ανάπτυξη των μεριστωμάτων, τη βλάστηση της γύρης και την επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα και, γενικά, σε όλες τις μεριστωματικές ζώνες με αυξητικά φαινόμενα. Σε θρεπτικό διάλυμα χωρίς Ca η ανάπτυξη των ριζών σταματά και τα ακρορίζια γίνονται καφετί, ενώ σταδιακά καταστρέφονται. Συμμετέχει στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων, όπου και εντοπίζεται σαν πηκτινικό Ca, δρώντας σαν στερεωτικό, ενώ καθορίζει την ευπάθεια των ιστών στις μυκητιάσεις και στην ωρίμανση των καρπών. Αυξάνει τη δραστηριότητα των ενζύμων, επηρεάζει τη μεταφορά των υδατανθράκων, εξουδετερώνει τη δράση των υψηλών συγκεντρώσεων άλλων στοιχείων, ρυθμίζει το pH, διατηρεί την επιλεκτικότητα και ημιπερατότητα της κυτοπλασματικής μεμβράνης, ρυθμίζει το ηλεκτρικό δυναμικό των κυτταρικών μεμβρανών, συμβάλλει στην ενεργοποίηση των ΑΤΡασών των κυτταρικών μεμβρανών που συνδέονται με την ενεργό μεταφορά των ιόντων διαμέσου αυτών, ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι λαμβάνει μέρος στη διακίνηση των φυτικών ορμονών διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών.

Τα ιόντα  $Ca^{2+}$  συνδέουν μεταξύ τους μόρια των λιπιδίων (γέφυρα ασβεστίου), εξασφαλίζοντας την κανονική τους θέση στις κυτταρικές μεμβράνες. Το Ca ρυθμίζει την πρόσληψη των K, Na και Mg και ενώνεται με οξέα (όπως το οξαλικό, τρυγικό και κιτρικό οξύ), όπου σχηματίζει αδιάλυτα άλατα προστατεύοντας το κύτταρο από τοξικές επιδράσεις.

Εναποτιθέμενο στα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων σαν πηκτινικό ασβέστιο, λειτουργεί σαν στερεωτικό, ενώ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της αναπνοής και της παραγωγής αιθυλενίου στους καρπούς. Καρποί φτωχοί σε Ca δεν συντηρούνται επί μακρόν και εμφανίζουν πολλές φυσιολογικές ασθένειες (Bitter pit, Tree pit, Soft scald, Break down, Υάλωση).

Απορροφάται σαν κατιόν ασβεστίου ( $Ca^{2+}$ ).

Πλέον δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα στα νεαρά φύλλα και την κορυφή. Στα νεαρά φύλλα έχουμε νεκρώσεις στην κορυφή και στην

περιφέρεια. Επίσης, έχουμε νέκρωση της κορυφής. Στις τομάτες σχετίζεται με την εμφάνιση νέκρωσης στην περιοχή του κάλυκα και στα μήλα με το bitter pit (πικρή στιγμάτωση). Ο επάκριος οφθαλμός νεκρώνεται μετά την εμφάνισή του, ενώ παρατηρούνται παραμορφώσεις στις κορυφές ή τις βάσεις των νέων φύλλων. Στα νέα φύλλα προκαλεί συστροφή. Ελλείψη ασβεστίου είναι συνηθέστερη σε εδάφη ισχυρώς όξινα, αλκαλιωμένα, φτωχά σε οργανική ουσία και αμμώδη. Αμμωνιακό άζωτο, κάλιο και μαγνήσιο σε υψηλές συγκεντρώσεις οδηγούν σε συνθήκες έλλειψής του λόγω ανταγωνισμού.

Αυξημένη συγκέντρωση ασβεστίου θα οδηγήσει πιθανόν σε συνθήκες έλλειψης P, Fe, B και Mg, είτε λόγω δέσμευσης είτε λόγω ανταγωνισμού.

### **2.1.9. Μαγνήσιο (Mg)**

Αποτελεί μέρος του μορίου της χλωροφύλλης (2,7%), ενεργοποιεί τα ενζυμα του κύκλου του Crebs, παίζει ρόλο στη σύνθεση ελαίων, ενώ σαν δομικό συστατικό είναι καθοριστικό για την διατήρηση της οργάνωσης και της δραστηριότητας των εξής οργανιδίων: χλωροπλαστών, μιτοχονδρίων, ριβοσωμάτων, πυρήνων. Μαγνήσιο υπάρχει και στους αποθησαυριστικούς ιστούς, ιδιαίτερα στα σπέρματα, ενώ σημαντικά ποσά υπάρχουν και στη φυτίνη. Υπεισέρχεται στις διεργασίες της ενεργούς μεταφοράς, κατά την απορρόφηση κυρίως των μονοσθενών κατιόντων ( $K^+$ ,  $Na^+$  κ.α.), ενώ είναι απαραίτητο για την ενεργοποίηση όλων σχεδόν των ενζύμων που λαμβάνουν μέρος στην μεταφορά των φωσφορικών ριζών.

Είναι απαραίτητο συστατικό των ριβοσωμάτων, γιατί συντελεί στη σύνδεση των δύο υπομονάδων του. Με την μείωση της συγκέντρωσης του Mg αποχωρίζονται οι υπομονάδες με άμεσο αποτέλεσμα την παύση της πρωτεϊνοσύνθεσης. Είναι απαραίτητο στις RNA-πολυμεράσες και ως εκ τούτου, στο σχηματισμό πυρηνικού RNA. Για τη σύνθεση του ATP από ADP είναι απαραίτητη η παρουσία Mg, ενώ η ρύθμιση της συγκέντρωσης της καρβοξυλάσης της διφωσφορικής ριβουλόζης στο στρώμα των χλωροπλαστών γίνεται από το Mg. Ο ρόλος στο μεταβολισμό του P φαίνεται να είναι σημαντικός.

Απορροφάται από τα φυτά σαν κατιόν Μαγνησίου ( $Mg^{2+}$ ).

Ευκίνητο στοιχείο με συμπτώματα κυρίως στα παλαιότερα φύλλα. Συνήθως μεσονεύριες χλωρώσεις βαθύ κίτρινου χρώματος συνιστούν την τροφοπενία. Στη ροδακινιά η έλλειψη δημιουργεί χαρακτηριστικές νεκρωτικές κηλίδες και τρύπες κυρίως στην περιφέρεια, ενώ στον αραβόσιτο έχουμε τη δημιουργία χλωρωτικών γραμμών πολύ χαρακτηριστικών.

Η έλλειψή του ευνοείται σε αμμώδη εδάφη και εδάφη με χαμηλό pH με συνθήκες υπερβολικής υγρασίας, καθώς και σε εδάφη πλούσια σε **Ca**. Επίσης, λιπάνσεις πλούσιες σε κάλιο είναι δυνατόν, λόγω ανταγωνισμού, να οδηγήσουν σε συνθήκες έλλειψης Mg. Εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία και πλούσια σε οξείδια και άργιλο του τύπου 1:1 ευνοούν την έλλειψή του.

Η περίσσεια μαγνησίου προκαλεί, λόγω ανταγωνισμού, τροφοπενία Ca και K στα φυτά.

#### **2.1.10. Σίδηρος (Fe)**

Συμμετέχει στο σχηματισμό του μορίου της χλωροφύλλης χωρίς να αποτελεί μέρος του. Είναι συστατικό των σιδηροπρωτεϊνών, των κυτοχρωμάτων, της φερεδοξίνης, της καταλάσης, της περοξειδάσης, της νιτρικής και νιτρώδους αναγωγάσης. Ο ρόλος του είναι σημαντικός στις λειτουργίες της αναπνοής, της φωτοσύνθεσης και στα οξειδο-αναγωγικά συστήματα. Στις καταλάσεις και περοξειδάσεις, κάτω από συνθήκες έλλειψης Fe, η δραστηριότητα ελαττώνεται, αφήνοντας έτσι να φανεί ο σημαντικός ρόλος του Fe στις αντιδράσεις μετατροπής ενέργειας τόσο στη φωτοσύνθεση όσο και στην αναπνοή. Ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα και πιθανόν παίζει κάποιο ρόλο στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου.

Προσλαμβάνεται σαν δισθενές ή τρισθενές κατιόν ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ), αλλά συνηθέστερα σαν δισθενές.

Δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα στα νεαρά φύλλα. Γενικά παρατηρείται μεσονεύρια χλώρωση, με τις νευρώσεις να έχουν από ανοιχτό έως κανονικό πράσινο χρώμα. Σε προχωρημένο στάδιο το φύλλο κιτρινίζει ολόκληρο, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις γίνεται άσπρο. Όσον αφορά την αντοχή

στη χλώρωση του σιδήρου, υπάρχει μεγάλη διακύμανση μεταξύ των διαφόρων ειδών ποικιλιών και υποκειμένων.

Η έλλειψη σιδήρου ευνοείται σε εδάφη με υψηλό pH πλούσια σε Ca, ή σε εδάφη με χαμηλό pH πλούσια σε P. Αμμώδη και οργανικά εδάφη ευνοούν επίσης την έλλειψή του. Χαμηλές θερμοκρασίες, καταπονημένα φυτά, ελεύθερα ανθρακικά ή διανθρακικά, υψηλές τιμές νιτρικού αζώτου, υψηλές τιμές χαλκού, ψευδαργύρου και μαγγανίου, ευνοούν την έλλειψη σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις P εμποδίζουν την ομαλή τροφοδοσία των φυτών με Fe.

Περίσσεια σιδήρου ευνοεί την τροφοπενία μαγγανίου. Αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με ρύθμιση του pH (ασβέστωση).

### **2.1.11. Μαγγάνιο (Mn)**

Ενεργοποιεί τα ένζυμα του μεταβολισμού των υδατανθράκων, του κύκλου του Grebs, τα οξειδοαναγωγικά ένζυμα, ενώ παίζει σημαντικό ρόλο στο φωτοσύστημα II και στις αντιδράσεις που ελευθερώνουν οξυγόνο. Φαίνεται να ελέγχει το επίπεδο αυξίνης στο φυτό, ενώ αποτελεί σημαντικό παράγοντα του μηλικού ενζύμου στα C4 φυτά. Απαραίτητο για την σύνθεση των φωσφολιπιδίων των μιτοχονδριακών μεμβρανών και για τη σύνθεση των πρωτεϊνών μέσω του ενζύμου RNA πολυμεράση. Στο φωτοσύστημα II, όπου πραγματοποιείται η φωτόλυση του νερού, το Mn συμμετέχει σαν μεταφορέας ηλεκτρονίων. Το ένζυμο υπεροξειδική δισμουτάση (απομονώθηκε από εκχυλίσματα φύλλων αρακά) φέρει στο μόριό του ένα άτομο Mn. Το ένζυμο εντοπίζεται κυρίως στους χλωροπλάστες συμμετέχοντας στη φωτόλυση του νερού και έχοντας σαν βασική λειτουργία την προστασία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού από τις δηλητηριώδεις επιδράσεις του οξυγόνου. Τέλος, φαίνεται να ρυθμίζει τη διαθέσιμη ποσότητα δισθενούς σιδήρου μέσα στο φύλλο, ενώ είναι απαραίτητο για την αναγωγή των νιτρικών ρυθμίζοντας τη δραστηριότητα της νιτρικής ρεδοκτάσης.

Προσλαμβάνεται από το ριζικό σύστημα των φυτών σαν κατιόν ( $Mn^{2+}$ ).

Δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα κυρίως στα νεαρά φύλλα. Συνήθως έχουμε μεσονεύρια χλώρωση, ενώ σε πολλά φυτά παρατηρούνται νεκρωτικές

κηλίδες (στίγματα) στα φύλλα. Αυτή είναι και η σημαντικότερη διαφορά από τα συμπτώματα έλλειψης του Fe. Η έλλειψή του ευνοείται από υπερβολικές λιπάνσεις P, Fe, B και Ca και από συνθήκες υψηλής αλατότητας, υψηλού pH και κακής στράγγισης. Αμμώδη και οργανικά εδάφη ή εδάφη έντονης εκμετάλλευσης θα οδηγήσουν πιθανόν σε έλλειψη του εν λόγω στοιχείου.

Η περίσσεια μαγγανίου ευνοείται από την απολύμανση με ατμό. Ευνοεί την τροφοπενία Fe λόγω του ανταγωνισμού. Συχνά αντιμετωπίζουμε τοξικότητες μαγγανίου σε εδάφη με χαμηλό pH και συνήθως ύστερα από ισχυρές βροχοπτώσεις. Διορθώνεται με διόρθωση του pH .

### **2.1.12. Ψευδάργυρος (Zn)**

Δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα κυρίως στα νεαρά φύλλα. Χλωρωτικές κηλίδες παρατηρούνται μεταξύ των κυρίων νευρώσεων. Μικροφυλλία και βραχυγονάτωση μπορεί επίσης να προκληθεί. Είναι σημαντικός ο ρόλος του στη σύνθεση της τρυπτοφάνης, πρόδρομου μορίου της αυξίνης . Σε ιστούς με έλλειψη Zn η συγκέντρωση της αυξίνης μειώνεται λόγω της μειωμένης δράσης του ενζύμου συνθετάση της τρυπτοφάνης. Συμμετέχει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και το σχηματισμό χλωροφύλλης. Παίζει σημαντικό ρόλο στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, ενώ συμμετέχει στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και του RNA. Το ένζυμο καρβονική ανυδράση ενεργοποιείται μόνο από ιόντα Zn, ενώ ότι ο Zn είναι απαραίτητο συστατικό για τη σύνθεση της τρυφοπάνης έχει αποδειχθεί πειραματικά για το ρύζι (*Oryza sativa*), το καλαμπόκι (*Zea mays*) και τη τομάτα (*Lycopersicon esculentum*). Τέλος, είναι συστατικό ενός μεγάλου αριθμού μεταλλοενζύμων.

Προσλαμβάνεται σαν κατιόν ( $Zn^{2+}$ ).

Αμμώδη ή οργανικά εδάφη και εδάφη έντονης εκμετάλλευσης ευνοούν την έλλειψή του. Εδάφη αλκαλικής αντίδρασης και υψηλά επίπεδα αφομοιώσιμου φωσφόρου ευνοούν την εμφάνιση τροφοπενιών. Υψηλές συγκεντρώσεις Zn μπορεί να δράσουν τοξικά στα φυτά ενώ ανταγωνίζονται τον P και τον Fe (εντός του φυτού) και μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες έλλειψης P.

### 2.1.13. Βόριο (B)

Πλέον δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα στα νεαρά φύλλα και στην κορυφή. Παρατηρούνται νεκρώσεις στα νεαρά φύλλα, στο μίσχο και στην κορυφή. Στα τεύτλα και τα κουνουπίδια είναι πολύ χαρακτηριστικό το μαύρισμα της καρδιάς κι η δημιουργία κουφώματος στο στέλεχος. Στην άμπελο η έλλειψη βορίου δημιουργεί χαρακτηριστική αραιοραγία. Ανεπαρκή άνθιση και καρποφορία, στρέβλωση και συστρόφη των νεώτερων φύλλων είναι συνηθισμένα.

Συμμετέχει στη μεταφορά των σακχάρων κατά μήκος των κυτταρικών μεμβρανών. Τα ελεύθερα μόρια των σακχάρων, λόγω πολικότητας, δεν μπορούν να διαπεράσουν τις κυτταρικές μεμβράνες και σε αυτό εξυπηρετεί η δημιουργία χημικών ενώσεων με το βόριο. Παίζει σημαντικό ρόλο στην κυτταροδιαίρεση και τη σύνθεση πηκτίνης, ασκεί ρυθμιστικό ρόλο στη δραστηριότητα της πολυφαινόλης, ενώ είναι σημαντικός ο ρόλος του στη σύνθεση των RNA, DNA και στη γλυκόλυση.

Έχει δειχθεί ότι το B χρειάζεται για τη σύνθεση αζωτούχων βάσεων, μεταξύ των οποίων και η ουρακίλη, η οποία είναι βασικό συστατικό του RNA. Έτσι, η έλλειψη του B επηρεάζει τη σύνθεση RNA και, κατ'επέκταση, την πρωτεϊνοσύνθεση. Ο σχηματισμός της ριβόζης, η σύνθεση των ριβονουκλεϊκών οξέων και η σύνθεση των πρωτεϊνών είναι οι πιο βασικές διαδικασίες των μεριστωματικών ιστών. Έτσι, λοιπόν, σε συνθήκες έλλειψης B η όλη διαδικασία της μεριστωματικής αύξησης ελλατώνεται, γεγονός που οδηγεί σε ανάσχεση της επιμήκυνσης ρίζας και βλαστού. Όμως τα άριστα επίπεδα B στο έδαφος είναι πολύ κοντά στα τοξικά επίπεδα και αυτό απαιτεί προσοχή και ιδιαίτερα όσον αφορά το περιεχόμενο στο νερό της άρδευσης B.

Επηρεάζει την οικονομία ύδατος, το μεταβολισμό των σακχάρων, την ανθοφορία και την καρποφορία. Αυξάνει την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ευνοεί την άνθηση και την καρπόδεση και αυξάνει την βιωσιμότητα της γύρης.

Προσλαμβάνεται με τις εξής μορφές από τα φυτά:  $\text{BO}^+$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3^-$ ,  $\text{HBO}_3^{2-}$ , αλλά συνηθέστερα με τις δύο πρώτες μορφές. Η πρόσληψή



του παρεμποδίζεται από την πρόσληψη του Ca, ενώ διευκολύνεται από την πρόσληψη του Καλίου.

Υπερβολικές λιπάνσεις με K και Ca ευνοούν την εμφάνιση τροφοπενίας βορίου. Ελαφρά εδάφη και εδάφη υφιστάμενα έντονη έκπλυση ευνοούν την έλλειψή του. Υψηλά επίπεδα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{PO}_4^{3-}$  μειώνουν την απορρόφησή του από τα φυτά. Το pH, τα ορυκτά της αργίλου και οι οργανικές ουσίες επηρεάζουν την πρόσληψη του βορίου. Αύξηση του pH πέραν του 6,3-6,5 συνεπάγεται απότομη μείωση του διαθέσιμου στα φυτά βορίου. Τα οξείδια Al και Fe προσροφούν υψηλές ποσότητες βορίου. Η συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού B αυξάνει με την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC). Τα όρια επάρκειας βορίου στο έδαφος είναι σε πολύ χαμηλές τιμές, περίπου 0,5 ppm. Πάνω από 1 ppm η συγκέντρωσή του θεωρείται υψηλή και γενικά είναι πιθανό να δράσει τοξικά επί των φυτών.

#### **2.1.14. Μολυβδαίνιο (Mo)**

Δυσκίνητο στοιχείο με συμπτώματα κυρίως στα νεαρά φύλλα. Ως βασικό συστατικό της νιτρικής ρεζουκτάσις, η έλλειψή του έχει σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση νιτρικών. Στην αρχή έχουμε περιορισμένη ανάπτυξη με φύλλωμα ανοικτοπράσινο ή κιτρινωπό. Αργότερα εμφανίζεται περιφερειακή ξήρανση, συστροφή και κύρτωση των φύλλων.

Συστατικό των ενζύμων νιτρογενάση (δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου) και νιτρικής αναγωγάσης (αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη). Στα ανώτερα φυτά μόνο τα δύο παραπάνω ένζυμα φέρουν ενεργό ομάδα Mo. Όλα τα βιολογικά συστήματα αζωτοδέσμευσης απαιτούν την παρουσία νιτρογενάσης, το μόριο της οποίας περιέχει δύο άτομα Mo ενωμένα με Fe και S. Οι δεσμοί Fe και S είναι όμοιοι με αυτούς της φερρεδυξίνης. Το Mo, πιθανότατα, συμμετέχει άμεσα στην αναγωγή του N, ενώ ο Fe ενεργεί ως μεταφορέας ηλεκτρονίων. Κατά την αναγωγή των νιτρικών το Mo συμμετέχει σαν συμπαράγοντας της νιτρικής ρεδοκτάσης (αναγωγάσης). Το Mo παίζει σημαντικό ρόλο στα ενζυμικά εκείνα συστήματα που συμμετέχουν στη δέσμευση και μεταφορά του αζώτου. Διεγείρει, επίσης, τη βιοσύνθεση

νουκλειϊκών οξέων και πρωτεϊνών και αυξάνει την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και βιταμίνες. Ευνοεί τη δημιουργία φυματίων στα ψυχανθή και συμμετέχει στο μεταβολισμό του φωσφόρου.

Προσλαμβάνεται σαν μολυβδαινικό ανιόν ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ).

Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων Zn, Cu, Ni καθώς και θεικών, μειώνει την πρόσληψή του από τα φυτά. Αμμώδη και οργανικά εδάφη, καθώς και εδάφη έντονης εκμετάλλευσης, ευνοούν την έλλειψή του. Σύμφωνα με άλλη πηγή αφομοιώνεται μόνο παρουσία  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Έχουν αναφερθεί αρνητικές αλληλεπιδράσεις με S, Fe, Mn και Cu.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1. Τροφοπενίες της τομάτας

Οι διάφορες τροφοπενίες στην τομάτα μπορούν να προκληθούν είτε από την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος ή από παράγοντες οι οποίοι μειώνουν την ικανότητα του φυτού να απορροφήσει τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Τέτοιοι παράγοντες, που συμβάλλουν στην εκδήλωση συμπτωμάτων ελλείψεως στοιχείων στο φύλλωμα ή στους τους καρπούς είναι, η υπερβολική υγρασία του εδάφους, οι χαμηλές θερμοκρασίες και οι προσβολές των ριζών από ασθένειες. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται στις περιπτώσεις ελλείψεως θρεπτικών στοιχείων είναι βραδεία ανάπτυξη των φυτών, μικρή καρπόδεση, χλωρώσεις, κηλίδωση ή περιφερειακή νέκρωση του ελάσματος των φύλλων.

#### **3.1.1. Τροφοπενία αζώτου (N)**

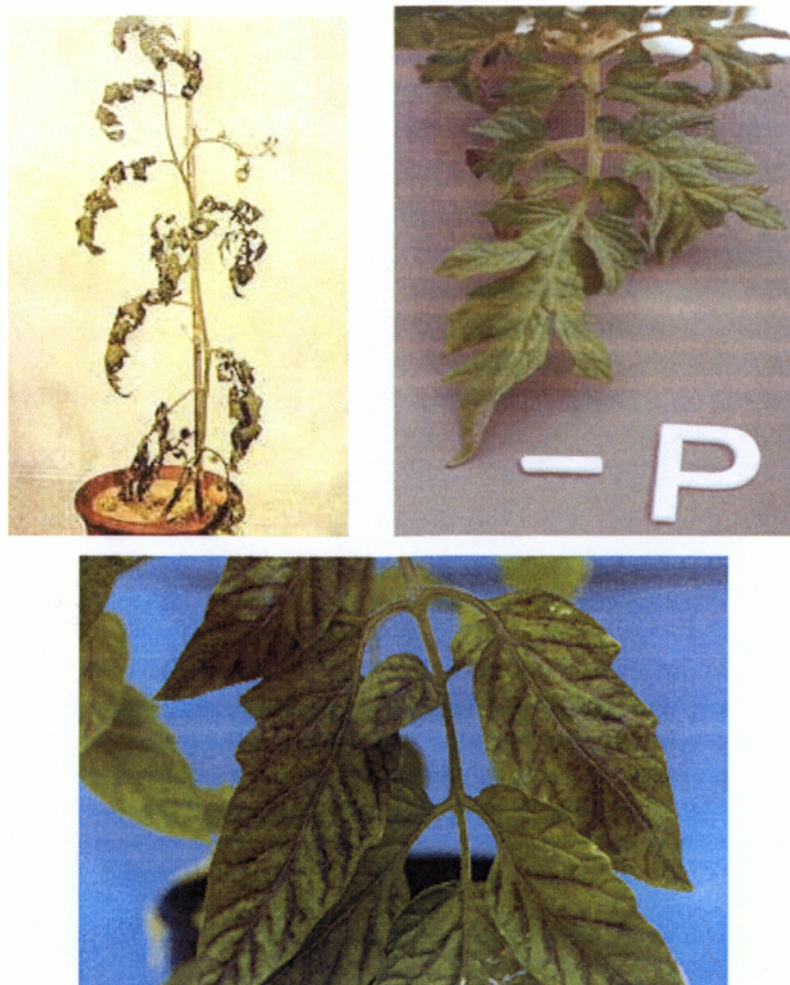
Τα γηραιότερα ή κατώτερα φύλλα επηρεάζονται περισσότερο. Τα συμπτώματα εντοπίζονται ή γενικά σε όλη την καλλιέργεια. Τα συμπτώματα παρατηρούνται κυρίως σε ολόκληρο το φυτό. Το χρώμα των φύλλων γίνεται ανοιχτό πράσινο, τα πιο ώριμα φύλλα κιτρινίζουν και όταν ξεραίνονται αποκτούν καφέ χρώμα. Οι καρποί αποκτούν έντονο ερυθρό χρώμα.



**Εικόνα 3.1.** Συμπτώματα έλλειψης N σε φυτό και φύλλο τομάτας.

### 3.1.2. Τροφοπενία φωσφόρου (P)

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. Φυτά με μικρή ανάπτυξη. Οι βλαστοί είναι λεπτοί και ερυθρωπού ή πορφυρού χρώματος. Παρατηρείται βραδεία ωρίμανση των καρπών. Η τροφοπενία φωσφόρου συχνά προκαλείται από τις χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες παρεμποδίζουν το εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Επίσης ευνοείται στα συμπιεσμένα εδάφη, στα όξινα ή αλκαλικά εδάφη, και από την ανεπάρκεια χορήγησης φωσφορικής λιπάνσεως.

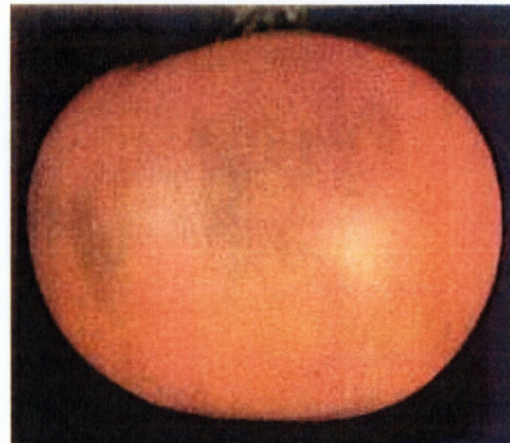


**Εικόνα 3.2.** Τροφοπενία P σε φυτό και φύλλα τομάτας.

### 3.1.3. Τροφοπενία καλίου (K)

Χλώρωση στο έλασμα των φύλλων μεταξύ των κυρίων νεύρων, ενώ τα νεύρα διατηρούνται πράσινα. Τα φύλλα ενίοτε 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. Ενίοτε εμφανίζουν στην επιφάνεια πρασινοκίτρινες περιοχές με ασαφή όρια. Η έλλειψη του καλίου προκαλεί την ελάττωση της οξύτητας στους καρπούς και μπορεί να προκαλέσει και εσωτερικό μεταχρωματισμό των ιστών. Ευνοείται στα ελαφρά αμμώδη εδάφη, στα εδάφη που έχουν εκπλυθεί συνέπεια υψηλών βροχοπτώσεων, τα όξινα εδάφη, τα οργανικά εδάφη, από την ανεπάρκεια χορήγησης καλιούχου λιπάνσεως.



Εικόνα 3.3. Συμπτώματα έλλειψης K σε φύλλο και καρπό τομάτας.

### 3.1.4. Τροφοπενία ασβεστίου (Ca)

Τα νεότερα φύλλα φέρουν συμπτώματα. Ο επάκριος οφθαλμός νεκρώνεται, μετά την εμφάνισή του. Επίσης παρατηρούνται παραμορφώσεις στις κορυφές ή τις βάσεις των νεαρών φύλλων. Τα νεαρά φύλλα του επάκριου οφθαλμού στην αρχή παρουσιάζουν μορφή άγκιστρου και ακολουθεί νέκρωση της κορυφής και του περιθωρίου των

φύλλων. Η αύξηση της ρίζας περιορίζεται. Κυρίως ιστοί επηρεάζονται περισσότερο από την έλλειψη ασβεστίου.



Εικόνα 3.4. Χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης Ca σε φύλλα και καρπούς τομάτας.

### 3.1.5. Τροφοπενία μαγνησίου (Mg)

Κατώτερα φύλλα με μεγάλες χλωρωτικές κηλίδες, συνήθως με διάχυτα όρια, μεταξύ εντόνως πρασίνων νεύρων. Περιφέρεια του ελάσματος συνήθως πράσινη. Τα συμπτώματα επεκτείνονται βαθμιαίως και στα νεώτερα φύλλα του φυτού. Σε προχωρημένο στάδιο παρατηρούνται μικρές καστανές νεκρωτικές κηλίδες και αποξήρανση. Ευνοείται στα όξινα εδάφη, τα αμμώδη εδάφη και από την υψηλή συγκέντρωση ιόντων  $K^+$ ,  $NH_4^+$ , και  $Ca^{2+}$  στο εδαφικό διάλυμα.



Εικόνα 3.5. Χαρακτηριστικά συμπτώματα τροφοπενίας Mg σε φύλλο και φυτό τομάτας.

### 3.1.6. Τροφοπενία σιδήρου (Fe)

Νεώτερα φύλλα με μεσονεύριο χλώρωση. Τα νεύρα ακόμη και τα πολύ λεπτά παραμένουν πράσινα. Κορυφές βλαστών έντονα χλωρωτικές. Ανάσχεση βλαστήσεως. Ευνοείται στα αλκαλικά εδάφη και στα συμπιεσμένα εδάφη.



Εικόνα 3.6. Τροφοπενία Fe σε φύλλα τομάτας.

### 3.1.7. Τροφοπενία μαγγανίου (Mn)

Στα νεώτερα (κορυφαία) φύλλα παρατηρείται χλωρωτική κηλίδωση (κυρίως χλώρωση μεταξύ των νευρώσεων) που αργότερα γενικεύεται σε ολόκληρο 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. Ευνοείται στα αλκαλικά εδάφη.



Εικόνα 3.7. Τροφοπενία Mn σε φύλλο και φυτό τομάτας.

### 3.1.8. Τροφοπενία ψευδαργύρου (Zn)

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. Ευνοείται στα οργανικά εδάφη, τα αλκαλικά εδάφη, τα όξινα εντόνως εκπλυμένα εδάφη και στα εδάφη που είναι πτωχά σε οργανική ουσία.



Εικόνα 3,8, Χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης Zn σε φύλλο τομάτας.

### 3.1.9. Τροφοπενία βορίου (B)

Οι αναπτυσσόμενες κορυφές ζημιώνονται. Τα φυτά παίρνουν στεγνή εμφάνιση. Ο φλοιός σχίζεται και γίνεται τραχύς. Τα νεαρά φύλλα του έπακρου οφθαλμού αποκτούν ανοιχτοπράσινο χρώμα στη βάση. Αργότερα τα φύλλα συστρέφονται και ο μίσχος τελικά νεκρώνεται. Η άνθηση περιορίζεται.

### 3.1.10. Τροφοπενία μολυβδαινίου (Mo)

Χλώρωση του φυλλώματος και κάμψη του ελάσματος προς τα επάνω. Περιφερειακή ξήρανση. Τα συμπτώματα αρχίζουν από τα παλαιότερα φύλλα και αργότερα εμφανίζονται και στα νεώτερα. Ευνοείται στα όξινα εδάφη. Μπορεί να εμφανισθεί και σε καλώς αποστραγγιζόμενα αλκαλικά εδάφη.





**Εικόνα 3.9.** Χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης Β σε φυτό, φύλλο και καρπούς τομάτας.



**Εικόνα 3.10.** Συμπτώματα τροφopenίας Mo, Cu και Cl σε φύλλα τομάτας.

## **3.2. Διάφορες τοξικότητες στην τομάτα**

### **3.2.1. Τοξικότητα μαγγανίου**

Η συσσώρευση μαγγανίου στους φυτικούς ιστούς πέραν ορισμένων ορίων τα οποία κυμαίνονται στα διάφορα φυτά, γίνεται επιβλαβής και προκαλεί εκδήλωση συμπτωμάτων τοξικότητας. Ως επί το πλείστον, η τοξικότητα μαγγανίου παρατηρείται σε πολύ όξινα εδάφη στα οποία δημιουργούνται υψηλά επίπεδα διαλυτού μαγγανίου, ιδίως υπό συνθήκες ανεπαρκούς στράγγισης. Από καλλιεργητικής πλευράς, οι παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωση τοξικότητας μαγγανίου είναι η αποστείρωση του εδάφους με ατμό και η υπερβολική χρήση λιπασμάτων, ιχνοστοιχείων ή γεωργικών φαρμάκων που περιέχουν μαγγάνιο, κυρίως σε καλλιέργειες τομάτας θερμοκηπίου.

Η τοξικότητα προκαλεί περιφερειακή ή μεσονεύρια χλώρωση στα κατώτερα κυρίως φύλλα καθώς επίσης νέκρωση ιστών υπό μορφή μικρών κηλίδων (στιγμάτων) ή εκτεταμένων θέσεων, στα φύλλα, τους μίσχους και τους βλαστούς. Πολλές φορές παρατηρείται παραμόρφωση των νεαρών φύλλων και ανώμαλη ανάπτυξη βλαστών. Η τοξικότητα συνυπάρχει συνήθως με τροφοπενίες σιδήρου, μαγνησίου, ασβεστίου ή μολυβδαίνιου.

Σε πολύ όξινα εδάφη αποτελεσματική αντιμετώπιση της τοξικότητας επιτυγχάνεται με ασβέστωση για τη διόρθωση της οξύτητας και εξασφάλιση καλής στράγγισης. Προληπτικά, πρέπει να αποφεύγεται η κατάχρηση εμπλουτισμένων με μαγγάνιο λιπασμάτων, κυρίως σε καλλιέργειες θερμοκηπίου οι οποίες, λόγω ειδικών συνθηκών (απολύμανση με ατμό, ανεπαρκής στράγγιση, χρήση φαρμάκων κλπ), επιβαρύνονται συχνά με σχετικά υψηλά επίπεδα μαγγανίου.

### **3.2.2. Τοξικότητα από ρυθμιστές ανάπτυξης (ορμόνες)**

Κύρτωση του ελάσματος προς τα πάνω. Έντονη παραμόρφωση της βλαστήσεως. Τα νεαρά φύλλα δεν εκπτύσσονται πλήρως, κάμπτονται στην περιφέρεια, είναι στενά, επιμήκη και έχουν οξύ άκρο. Οι νευρώσεις

προεξέχουν, είναι ανοικτού χρώματος και παράλληλοι. Οι καρποί παρουσιάζουν παραμορφωτική εσχάρωση, έχουν ελάχιστους σπόρους και εσωτερικώς η ωρίμασή τους είναι ανομοιόμορφη. Μερικά ζιζανιοκτόνα προκαλούν το σχηματισμό εναερίων ριζών στην επιφάνεια του στελέχους.

Ζημιές από άλλα ζιζανιοκτόνα εκδηλώνονται με διάφορα συμπτώματα, όπως νανισμός φυτών, χλώρωση γενική, των νεύρων ή της περιφέρειας του ελάσματος, διόγκωση βάσεως στελέχους. Τα συμπτώματα από ζιζανιοκτόνα μοιάζουν συχνά με αυτά που προκαλούνται από μερικές μεταδοτικές ασθένειες (κυρίως ιώσεις) ή από τροφοπενίες.

### **3.3. Φυσιολογικές ανωμαλίες της τομάτας**

#### **3.3.1. Ξηρή κορυφή καρπών**

Είναι μια πολύ σοβαρή πάθηση των καρπών που υπάρχει σε όλες τις χώρες του κόσμου και είναι γνωστή στην αγγλική ως blossom-end rot, black rot, blight και dry rot. Στη χώρα μας είναι πολύ συνήθης στις καλλιέργειες της τομάτας και προκαλεί συχνά σοβαρές ζημιές. Εκτός της τομάτας εμφανίζεται και στην πιπεριά.

Η προσβολή εντοπίζεται πάντοτε στην κορυφή του καρπού δηλαδή στο τμήμα του καρπού που ευρίσκεται στο αντίθετο μέρος του σημείου του ποδίσκου. Αρχίζει με την εμφάνιση μικρών, περίπου κυκλικών, υδατωδών ή ελαιωδών περιοχών στη κορυφή των πράσινων καρπών, οι οποίες γρήγορα αποκτούν εντονότερο χρώμα και αυξάνονται σε μέγεθος (διάμετρος 6-12mm). Οι κηλίδες ενώ αυξάνονται ακόμη (γίνονται συνήθως 2-3cm), αποκτούν χρώμα καστανόμαυρο, σαφή όρια και γίνονται νεκρωτικές, βυθισμένες και δερματώδους υφής και ξηρής συστάσεως. Αργότερα με την πρόοδο της ωριμάνσεως των καρπών επί των νεκρών ιστών αναπτύσσονται συχνά διάφοροι μικροοργανισμοί που σχηματίζουν ανάλογες εξανθήσεις (π.χ. *Stemphylium* κά.) και προκαλούν μαλακή επιφανειακή σήψη.

Η ασθένεια οφείλεται σε ανεπαρκή (τοπικώς) εφοδιασμό των καρπών με ασβέστιο κατά την ταχεία ανάπτυξή τους. Πρόκειται ουσιαστικά για την

τροφοπενία ασβεστίου στην εκδήλωση της οποίας συντελούν και διάφοροι εδαφικοί και περιβαλλοντολογικοί παράγοντες. Ιδίως συντελεί η ξηρασία κατά την περίοδο αναπτύξεως των καρπών. Άλλοι παράγοντες είναι η έλλειψη ασβεστίου στο έδαφος, το χαμηλό pH, υψηλές θερμοκρασίες, υψηλή αναλογία χορηγουμένων αζωτούχων λιπασμάτων, ιδιαιτέρως αμμωνιακών, σε σχέση με άλλα θρεπτικά στοιχεία, περίσσεια διαλυτών αλάτων στο έδαφος ( $\text{NH}_4$ , K, Mg ή Na ) ή νερό ποτίσματος. Οι συνθήκες που συντελούν στην ταχεία, ανάπτυξη των φυτών επίσης, φαίνεται ότι ευνοούν την ασθένεια, ή φύτευση σε ψυχρά εδάφη, η μικρή καρπόδεση, και τα πολύ υγρά εδάφη. Μερικές ποικιλίες τομάτας παρουσιάζουν μεγάλη ευπάθεια στη ξηρή κορυφή, σε σχέση με άλλες.



**Εικόνα 3.11.** Χαρακτηριστικά συμπτώματα ξηρής κορυφής σε καρπούς τομάτας.

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας, συνιστώνται ψεκασμοί του φυλλώματος με διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου ( $\text{CaCl}_2$ ) πυκνότητας 0,4%, αν το άλας είναι καθαρότητας 96% ή 0,5% αν είναι καθαρότητας 78%. Το χλωριούχο ασβέστιο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερες δόσεις γιατί υπάρχει κίνδυνος εγκαυμάτων.

Γίνονται ψεκασμοί μια ή δύο φορές την εβδομάδα κατά την περίοδο αναπτύξεως των φυτών και των καρπών (συνήθως επί 3-4 εβδομάδες). Πέραν των ψεκασμών πρέπει να λαμβάνονται και τα εξής προληπτικά μέτρα :

- I. Κανονικό πότισμα των φυτών ώστε να αποφεύγονται απότομες διακυμάνσεις στην υγρασία του εδάφους.
- II. Να μην χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες αζωτούχων, ιδίως αμμωνιακών λιπασμάτων, κυρίως κατά την φύτευση φυταρίων.
- III. Βελτίωση των εδαφών δηλ. προσθήκη ασβεστίου αν είναι πτωχό το έδαφος, προσθήκη γύψου σε αλατούχα εδάφη και απομάκρυνση της περίσσειας των αλάτων, καλή αποστράγγιση πολύ υγρών εδαφών, προσθήκη οργανικής ουσίας στα αμμώδη εδάφη.

### **3.3.2. Εσωτερική καστάνωση των καρπών**

Ο καρπός εμφανίζει εσωτερικά προς το μέρος του ποδίσκου πλατιές καφέ ραβδώσεις. Εξωτερικά η περιοχή αυτή του καρπού παρουσιάζεται σκληρή, ανώμαλη και συχνά καθιζάνουσα. Το πρόβλημα εμφανίζεται συνήθως σε μία ή δύο ταξιανθίες του φυτού. Τα συμπτώματα συχνά αποδίδονται σε προσβολή του φυτού και καρπού από τον ιό του μωσαϊκού του καπνού (TMV). Η εσωτερική καστάνωση του καρπού εμφανίζεται σε φυτά που έχουν υδαρή και υπερβολική βλάστηση. Για τον έλεγχο της ανωμαλίας αυτής συνιστώνται τα εξής μέτρα:

- χρήση ποικιλιών τομάτας ανθεκτικών στον TMV
- λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων υγιεινής για αποφυγή προσβολής και διάδοσης του TMV
- ισορροπημένη λίπανση και κανονικά ποτίσματα

### **3.3.3. Γκρίζα τοιχώματα καρπών**

Ο καρπός στο στάδιο του πράσινου ή μόλις αρχίζει να γυαλίζει παρουσιάζει γκρίζες ή γκριζοκαφέ ραβδώσεις στα εξωτερικά τοιχώματα και σε διάφορες θέσεις, κυρίως όμως στις πλευρές και τη βάση, ενώ η περιοχή κοντά

στον ποδίσκο είναι ομαλή χωρίς καθίζηση αντίθεση με εσωτερική καστάνωση).



A



B

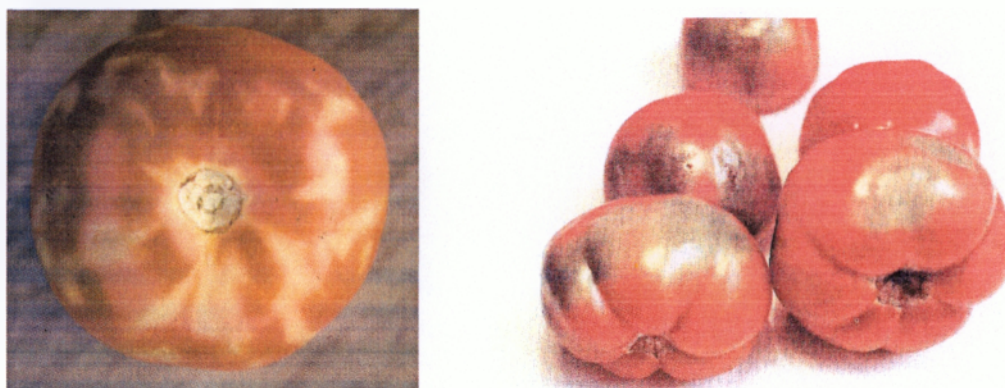
**Εικόνα 3.12.** Καρποί τομάτας με A) εσωτερική καστάνωση και B) γκριζα τοιχώματα.

### 3.3.4. Ανομοιόμορφη ωρίμανση καρπών

Η μη μεταδοτική, αυτή πάθηση των καρπών, που είναι διεθνώς γνωστή στην αγγλική γλώσσα ως blotchy ripening (ενίοτε γνωστή και ως graywall ή cloud ή waxy patch) εκδηλώνεται με συμπτώματα παρόμοια με εκείνα του εσωτερικού καστανού μεταχρωματισμού των καρπών (ίωση). Ανομοιόμορφος χρωματισμός της επιφάνειας των καρπών με αποτέλεσμα το σχηματισμό ανοικτοπράσινων ή σχεδόν άχρωων κηλίδων. Διαφέρει από την ιολογική πάθηση απ' το ότι στην επιφάνεια του καρπού δεν παρατηρούνται λακκίσκοι ή βύθιση των μεταχρωματισμένων θέσεων. Στην ανομοιόμορφη ωρίμανση οι προσβεβλημένοι καρποί μπορεί να εμφανίζουν και εσωτερική νέκρωση των ιστών.

Η ανομοιόμορφη ωρίμανση αποδίδεται σε ανεπαρκή εφοδιασμό των φυτών με κάλιο, σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες που προκαλούν την ανομοιόμορφη θέρμανση του καρπού και την έντονη αποφύλλωση, που οδηγεί στην έκθεση των καρπών στον ήλιο. Είναι γνωστό πως οι υψηλές θερμοκρασίες παρεμποδίζουν το σχηματισμό της κόκκινης χρωστικής στους καρπούς. Εν τούτοις σύμφωνα με άλλους συγγραφείς η αιτιολογία της ανομοιόμορφης ωρίμανσης δεν είναι πλήρως γνωστή. Θεωρείται όμως ότι ευνοείται από μειωμένη ένταση φωτισμού, χαμηλές θερμοκρασίες, υπερβολική

υγρασία εδάφους, υψηλά επίπεδα αζώτου στο έδαφος και χαμηλά επίπεδα καλίου.



**Εικόνα 3.13.** Ανομοιόμορφη ωρίμανση καρπών τομάτας.

Σε πρόσφατη του Boyle (1994) θεωρεί ότι για την εκδήλωση του συμπλόκου της ανομοιόμορφης ωρίμανσης συμμετέχει και ο MTV ή διάφορα βακτήρια. Εν τούτοις η ασθένεια εκδηλώνεται και σε φυτά απαλλαγμένα από TMV ή ανθεκτικά στον ιό αυτό.

Ορισμένες ποικιλίες είναι περισσότερο ευπαθείς από άλλες και συνεπώς το πρόβλημα μπορεί να σχετίζεται, μερικώς, με γενετικής φύσεως παράγοντες. Πάντως η ακριβής αιτιολογία της παθήσεως δεν είναι ακόμη γνωστή. Πλην όμως συνιστάται, για τον περιορισμό της, διατήρηση του K στο έδαφος σε υψηλά επίπεδα και η θερμοκρασία του αέρος να είναι μικρότερη των 29°C.

### **3.3.5. Ρωγμές ή σχισμές καρπών**

Στην περιοχή γύρω από το σημείο προσφύσεως του ποδίσκου παρατηρείται διάρρηξη, συχνά αρκετά βαθειά, του καρπού ακτινοειδώς ή κυκλοτερώς. Οι ρωγμές ή σχισμές αναπτύξεως (αγγλ. Growth cracks) προκαλούνται συχνά μετά από απότομες διακυμάνσεις της εδαφικής υγρασίας, ιδίως όταν συνοδεύονται από υψηλή θερμοκρασία και είναι συνήθεις μετά από πολλές βροχές οι οποίες διαδέχονται μια ξηρά περίοδο. Ορισμένες ποικιλίες παρουσιάζουν ευπάθεια στην πάθηση.



**Εικόνα 3.14.** Ρωγμές ή σχισμές καρπών τομάτας.

### **3.3.6. Παραμόρφωση καρπών**

Η πάθηση αυτή (αγγλ. Catface) εμφανίζεται συχνότερα στους πρωτοσχηματιζόμενους καρπούς και στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες.

Αποδίδεται σε παράγοντες που συντελούν στην μη κανονική εξέλιξη του υπέρου του άνθους μετά την γονιμοποίηση. Η ασθένεια πάντως ευνοείται από την επικράτηση παρατεταμένου ψυχρού καιρού (13-16°C) κατά την περίοδο της ανθήσεως. Αναφέρεται ακόμη ότι το κλάδεμα ευνοεί την ασθένεια κάτω από ορισμένες συνθήκες, καθώς επίσης το πολύ άζωτο. Παρόμοια συμπτώματα στους καρπούς προκαλούνται και από ζημιές 2,4-D και παρόμοιες ουσίες.



**Εικόνα 3.15.** Παραμορφωμένοι καρποί τομάτας.

Τα κυριότερα συμπτώματα της παθήσεως είναι: Αλλοίωση του σχήματος του καρπού. Το κορυφαίο του τμήμα παρουσιάζει προεξοχές και



βαθιές εσοχές. Ανάμεσα σε αυτές τις ανωμαλίες του κορυφαίου τμήματος αναπτύσσεται ζώνη ή ζώνες αποφελλωμένου επιφανειακού ιστού.

### 3.3.7. Κενοί καρποί

Οι καρποί (αγγλ. Puffiness, puffy fruits, rockets) είναι ασύνηθες ελαφροί και μαλακοί. Εσωτερικά εμφανίζουν κενούς χώρους στη θέση των σπερμάτων λόγω της πολύ μικρής αναπτύξεως του πολτώδους ιστού. Η πάθηση αποδίδεται στην κακή επικονίαση και γονιμοποίηση. Νυκτερινές θερμοκρασίες μικρότερες από 13°C και ημερήσιες μεγαλύτερες από 38°C παρεμποδίζουν την γονιμοποίηση. Επίσης η υπερβολική αζωτούχος λίπανση θεωρείται ότι ευνοεί την ασθένεια.



Εικόνα 3.16. Κενοί καρποί τομάτας.

### 3.3.8. Ηλιόκαυμα καρπών

Στον πράσινο καρπό και προς την ηλιαζόμενη πλευρά σχηματίζεται μεγάλη κίτρινη ή υπόλευκη κυκλική κηλίδα. Αργότερα μετατρέπεται σε είδος φλύκταινας και τελικά η επιφάνεια της κηλίδας συρρικνώνεται, γίνεται επίπεδη ή ελαφρά βυθισμένη με χρώμα τεφρό μέχρι λευκό, ξηραίνεται και έχει αφή χαρτιού.



Εικόνα 3.17. Ηλιόκαυμα σε καρπούς τομάτας.

### 3.3.9. Ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες

**Ψύξη καρπών:** Εμφανίζονται όταν οι καρποί υποστούν παρατεταμένη επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών (0-10°C) στον αγρό ή μετά τη συγκομιδή. Γενικώς, ζημιές από ψύξη αναμένονται όταν οι καρποί εκτεθούν επί 120 ώρες σε θερμοκρασίες κάτω των 15°C κατά την τελευταία εβδομάδα προς της συγκομιδής τους. Οι ζημιές δεν φαίνονται αμέσως.

Οι προσβαλλόμενοι καρποί δεν ωριμάζουν ομοιόμορφα. Προσβάλλονται εύκολα και σαπίζουν από ασθενή παράσιτα. Επίσης παρατηρείται σκληρότητα του τοιχώματος και καστανός μεταχρωματισμός των σπόρων.

**Παγετοπληξία καρπών:** Εμφανίζεται όταν σχηματίζονται κρύσταλλοι πάγου εντός των φυτικών ιστών, οπότε και προκαλείται νέκρωση των κυττάρων. Οι ζημιές από παγετό εμφανίζονται σε θερμοκρασίες μικρότερες από -1 ή -2°C. Οι ζημιωμένοι ιστοί εμφανίζονται υαλώδεις ή υδατώδεις. Όταν πρόκειται για ελαφρά ζημιά οι καρποί παρουσιάζουν υποκίτρινες κηλίδες στην επιφάνειά τους λίγες μέρες (1-4) μετά το παγετό. Εφ' όσον η ζημιά είναι σοβαρή οι ιστοί αφυδατώνονται, αποχρωματίζονται και βυθίζονται.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Δημητράκης Κ.Γ. 1988. λαχανοκομία. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα : 191-206.
- Ολύμπιος Μ.Χ. 2001. Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Κηπευτικών στα Θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- Ολύμπιος Μ.Χ. 1994. Στοιχεία Γενικής Λαχανοκομίας, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Αθήνα.
- Ολύμπιος Μ.Χ. 1996. Σημειώσεις Ειδικής Λαχανοκομίας, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Αθήνα.
- Παναγόπουλος Χ.Γ. 1995. Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα Πειρεάς.
- Θεριός Ν.Ιωάννης 1996. Ανόργανη Θρέψη και Λίπανση. Εκδόσεις Γ.Δεδούση, Θεσσαλονίκη

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ**

- <http://www.topveg.com>
- <http://www.shtblog.com>
- <http://www.waterloogardens.com>
- <http://www.hort.purdue.edu>
- <http://www.colostate.edu>