

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: "ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ
ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΟΧΕΙΩΝ"**

**Του σπουδαστή:
ΚΑΠΕΡΩΝΗ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ
Επιβλέπων Καθηγητής:
Δρ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2001**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	3
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	5
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	
<u>ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ</u>	9
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	
<u>Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΜΑΤΑΣ</u>	13
ΑΖΩΤΟ (N)	14
ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)	15
ΚΑΛΙΟ (K)	16
ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca)	17
ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg)	18
ΘΕΙΟ (S)	19
ΧΛΩΡΙΟ (Cl)	19
ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)	20
ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn)	20
ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)	21
ΧΑΛΚΟΣ (Cu)	21
ΒΟΡΙΟ (B)	22
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ (Mo)	23
ΑΝΘΡΑΚΑΣ (C)	23
ΥΔΡΟΓΟΝΟ (H)	24
ΟΞΥΓΟΝΟ (O)	24
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	
<u>Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ</u>	25
3.1. ΜΟΡΦΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ	25
3.2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ	27

3.3. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ NO_3^-	28
3.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ (NO_3^- ΚΑΙ NH_4^+)	29
3.5. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ NO_3^- ΣΤΑ ΦΥΤΑ	30
3.6. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ NH_4^+	31
3.7. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΑΖΩΤΟΥ	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ **33**

4.1. ΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ	33
4.1.1. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΠΟΡΕΙΟΥ	34
4.1.2. ΦΡΟΝΤΙΔΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ	38
4.2. ΕΔΑΦΟΣ	39
4.2.1. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ – ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	39
4.2.2. ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	40
4.3. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	41
4.4. ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	42
4.5. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	43
4.6. ΑΛΛΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	47
4.7. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ	48
4.8. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ – ΖΩΙΚΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ **53**

5.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	53
5.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	56
5.3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **72**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- Η πτυχιακή εργασία αποβλέπει στην μελέτη της επίδρασης των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού τομάτας στην συσσώρευση της ξηράς ουσίας, στην περιεκτικότητα των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό σε συνθήκες ανάπτυξης της καλλιέργειας σε δοχεία μέσα σε θερμοκήπιο μη θερμαινόμενο.

Το θέμα παρουσιάζει μεγάλο θεωρητικό και πρακτικό ενδιαφέρον διότι σε συνθήκες θερμοκηπίου εμφανίζονται πολλές ιδιαιτερότητες και προβλήματα που έχουν να κάνουν με τις συνθήκες καλλιέργειας (σωστός έλεγχος του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, χρήση λιπασμάτων, καρποδετικής ορμόνης, εκλογή καλύτερης ποικιλίας). Ιδιαίτερα πρέπει να επισημανθεί η αλόγιστη χρησιμοποίηση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων κατά την καλλιέργεια της τομάτας.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων λίπανσης της καλλιέργειας τομάτας σε συνθήκες θερμοκηπίου απαιτούνται ειδικές γνώσεις και εμπειρία που αφορούν τα λιπάσματα, τη φυσιολογία του φυτού και την τεχνική λίπανσης.

Η εργασία αποτελείται από δυο μέρη, το γενικό και το πειραματικό.

Το γενικό μέρος αναφέρεται στην περιγραφή του φυτού της τομάτας, στο ρόλο των θρεπτικών στοιχείων και ιδιαίτερα του αζώτου, στις τεχνικές και συνθήκες ανάπτυξης του φυτού στο θερμοκήπιο. Το πειραματικό μέρος αναφέρεται στα υλικά και μεθόδους και στα αποτελέσματα – συμπεράσματα των πειραμάτων.

Η εργασία αυτή ολοκληρώνεται με την αναφορά στη σχετική βιβλιογραφία.

Με την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή ΤΕΙ Καλαμάτας κύριο Πασχαλίδη Χρήστο για την παρότρυνσή του να ασχοληθώ με τη διεξαγωγή του συγκεκριμένου πειράματος καθώς επίσης τον κύριο Κότσιρα Αναστάσιο επιστημονικό συνεργάτη του Τ.Ε.Ι., τον

κύριο Καλογερόπουλο Παναγιώτη προϊστάμενο στην υπηρεσία αγροκτήματος,
τον κύριο Καβαδία Βίκτωρα Ερευνητού Ινστιτούτου Ελαιάς της Καλαμάτας
και την Δήμητρα Παναγιωτοπούλου σπουδάστρια ΘΕΚΑ για την άψογη
συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. —

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες στη χώρα μας αποτελούν έναν από τους δυναμικότερους κλάδους της γεωργίας.

Στην χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική εξάπλωση των θερμοκηπίων άρχισε το 1961 και με τη χρήση πλαστικού πολυαιθυλενίου για υλικό κάλυψης. Έτσι σήμερα στη χώρα μας τα θερμοκήπια καλύπτουν συνολική έκταση περίπου 50.000 στρεμμάτων και συνεχώς αυξάνονται. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συντελούν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα είναι οι εξής:

- Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας.
- Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος.
- Η αύξηση της ζήτησης θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.
- Η γεωργική πολιτική του κράτους που ενθαρρύνει την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων.

Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων και καλλιεργειών στη χώρα μας παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας: Κατανομή θερμοκηπιακών εκτάσεων στη χώρα μας

Περιοχές της χώρας	Έκταση θερμοκηπίων (σε στρέμματα)				Είδος καλλιεργειών		Λοιπά
	Πλαστικά	Υαλόφρακτα	Σύνολο	%	Λαχανοκομικά	Καλλωπιστικά	
Κρήτη	20.111	174	20.285	45,7	16.200	860	3.225
Πελοπόννησος	9.922	390	10.312	23,3	8.750	443	1.119
Κεν. Μακεδονία	6.358	170	6.528	14,7	6.200	258	70
Λοιπές περιοχές	6.148	1.072	7.220	16,3	5.605	1.530	85
Σύνολο χώρας	42.539	1.806	44.345	100,0	36.755	3.091	4.499
Ποσοστό %	95,9	4,1	100,0		82,9	7,0	10,1

(Πηγή: Πτυχιακή εργασία Βάρδακα Φ. 2000)

Ο εντατικός τρόπος καλλιέργειας, όπως και τα είδη των φυτών που καλλιεργούνται δίνουν στον παραγωγό τη δυνατότητα να αποκομίσει σημαντικά οφέλη από μια σχετικά μικρή έκταση γης.

Η προσπάθεια του ανθρώπου να αυξήσει τις αποδόσεις των καλλιεργειών με την εφαρμογή των λιπασμάτων είναι πολύ παλιά.

Όσον αφορά τη χώρα μας, η χρήση των λιπασμάτων άρχισε βασικά από το 1909. Τα τελευταία 20 – 30 χρόνια η κατανάλωσή τους έχει υπερπολλαπλασιαστεί.

Η χρήση των χημικών λιπασμάτων συμβάλλει αποτελεσματικά στην ποιοτική και ποσοτική αύξηση της παραγωγής.

Οι νέες βελτιωμένες τεχνικές και τα υψηλοαποδοτικά υβρίδια και οι ποικιλίες, που είναι κατ' εξοχήν χαρακτηριστικό των θερμοκηπιακών καλλιεργειών καθώς και η εντατικοποίηση των καλλιεργειών αυτών συντελούν στην γρήγορη εξάντληση των θρεπτικών μειώνοντας έτσι τη γονιμότητα του εδάφους και υποβαθμίζοντας την παραγωγικότητά του.

Γι' αυτό δημιουργείται η ανάγκη της συμπλήρωσης και αναπλήρωσης των απομακρυσμένων θρεπτικών με την προσθήκη λιπασμάτων ώστε οι

καλλιέργειες να έχουν πάντοτε στη διάθεσή τους τα αναγκαία θρεπτικά για την κανονική ανάπτυξη και άριστη απόδοσή τους.

Η ορθολογική λίπανση έχει ως σκοπό να διατηρήσει τη γονιμότητα του εδάφους. Για να γίνει όμως αυτό εφικτό απαιτείται η έρευνα για τις ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά καθώς και η άριστη πληροφόρηση για τη συμπεριφορά των θρεπτικών στο έδαφος παίρνοντας υπόψη την ύπαρξη των οριακών τιμών δια των οποίων θα μπορεί να γίνεται η πρόβλεψη της άριστης δόσης του λιπάσματος.

Έτσι απαιτείται εφαρμογή σύγχρονων γνώσεων για τη θρέψη του φυτού. Η αρχή της ολοκληρωμένης θρέψης των φυτών [Integrated Plant Nutrition (IPN)] αναγνωρίζει και λαμβάνει υπόψη της διάφορες πηγές θρεπτικών και στοχεύει στη χρησιμοποίηση των πηγών αυτών προς όφελος του φυτού. Επιπλέον αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος από τη φόρτιση του με υπερβολικές ποσότητες θρεπτικών (Νοδάρα Αιμιλία, 2000, Πτυχιακή εργασία).

Επομένως η ορθολογική λίπανση αποσκοπεί όχι μόνο στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής αλλά δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων και καλής ποιότητας προϊόντων.

Η καλλιέργεια των φυτών στο θερμοκήπιο παρέχει σήμερα τη δυνατότητα της προγραμματισμένης και με προβλέψιμα αποτελέσματα παραγωγής.

Τα προϊόντα που παράγουμε στο θερμοκήπιο ανήκουν σε δυο μεγάλες κατηγορίες: α) τα τρόφιμα (κυρίως λαχανικά, φρούτα) και β) τα καλλωπιστικά φυτά (κυρίως γλάστρες, δρεπτά άνθη). Τα προϊόντα αυτά συνιστούν έναν από τους δυναμικότερους τομείς της ελληνικής γεωργίας.

Η τομάτα είναι ετήσιο λαχανικό, το οποίο καλλιεργείται για την παραγωγή των βρώσιμων καρπών του. Οι καρποί του καταναλώνονται νωποί, ενώ μπορούν να μεταποιηθούν για να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων.

Η τομάτα (*Lucopersicon esculentum* Mill), οικογένεια *Solanaceae* (Σολανίδες) είναι στην Ευρώπη από τον 16^ο αιώνα. Πιθανότατα κατάγεται από

την Ν. Αμερική ή και το Μεξικό, όπου άγριες μορφές της (*L. pimpinellifolium* και *cerasiforme*) βρίσκονται αυτοφυείς. Από τις άγριες αυτές μορφές φαίνεται ότι προέρχονται οι καλλιεργούμενες σήμερα ποικιλίες του *L. esculentum*.

Η χρησιμοποίηση της τομάτας στη διατροφή του ανθρώπου άρχισε μόλις από τον 18^ο αιώνα. Μέχρι την εποχή εκείνη πίστευαν πως οι καρποί της ήταν επιβλαβής στην υγεία, γι' αυτό και την καλλιεργούσαν μόνο ως φυτό καλλωπιστικό. Στην Ελλάδα έχει εισαχθεί κατά το 1818 όπως αναφέρεται από τον Γεννάδιο.

Η ταχύτητα εξάπλωσης της καλλιέργειας γίνεται καταφανής από το γεγονός ότι το 1935-38 καλλιεργήθηκαν στη χώρα μας κατ' έτος (Μ.Ο.) 116.000 στρέμματα που έδωσαν παραγωγή 110.000 τόνων, κατά το 1950 η έκταση αυξήθηκε στα 176.000 στρέμματα και η παραγωγή σε 302.000 τόνους και κατά το 1960 σε 255.000 στρέμματα, η δε παραγωγή σε 426.000 τόνους για να φτάσει στα αναφερόμενα σημερινά επίπεδα.

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

Σήμερα δε η καλλιέργεια της έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών, αφού εκτείνεται επί 385.000 περίπου στρεμμάτων και δίνει παραγωγή η οποία φτάνει τους 1.900.000 τόνους.

Γενικώς, για νωπή κατανάλωση καλλιεργήθηκαν κατά τα τελευταία χρόνια περίπου 20.000 στρέμματα υπό κάλυψη που έδωσαν παραγωγή 190.000 τόνων και 145.000 στρέμματα σε υπαίθριες εκτάσεις με παραγωγή 560.000 τόνων. Για τις βιομηχανίες τοματοπολτού, κονσερβών ολόκληρων καρπών, χυμού τομάτας κ.λ.π. καλλιεργήθηκαν ακόμα 220.000 στρέμματα, των οποίων η παραγωγή έφτασε τους 1.150.000 τόνους (Λαχανοκομία, Δημητράκης Κ., 1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

α) **Φυτό:** Ποώδες, ετήσιο, διετές και σπανίως πολυετές. Σε συνθήκες υπαίθριας καλλιέργειας στις χώρες της Μεσογείου ή θερμοκηπιακών εκμεταλλεύσεων το φυτό είναι μονοετές.

β) **Ρίζα:** Το σπορόφυτο της τομάτας φέρει πασσαλώδες ριζικό σύστημα αποτελούμενο από την κεντρική ρίζα (ως προέκταση της ρίζας του εμβρύου), αρκετές δευτερεύουσες ρίζες και ριζικά τριχίδια. Σε συνθήκες θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπου το φυτό υφίσταται μια η και περισσότερες μεταφυτεύσεις, η κεντρική ρίζα καταστρέφεται, ενώ παράλληλα αναπτύσσονται με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες. Έτσι το ριζικό σύστημα παίρνει τη «θυσανώδη» μορφή. Αυτό διευκολύνεται και από το γεγονός ότι δευτερεύουσες ή «επίκτητες» ρίζες αναφύονται ακόμη και από το κατώτερο μέρος. (λαιμός του βλαστού κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ιδιαίτερα όταν αυτό καλυφθεί με έδαφος ή άλλο υπόστρωμα). Η ευκολία με την οποία αναφύονται οι δευτερογενείς ρίζες και τα ριζικά τριχίδια καθιστά την τομάτα ικανή να ξεπερνά εύκολα τη μεταφυτευτική διαταραχή (μεταφυτευτικό σοκ) και να παρουσιάζει μεγάλη επιτυχία στις μεταφυτεύσεις. Στην περίπτωση όμως που παρατηρηθούν εναέριες ρίζες λίγο πάνω από το λαιμό τότε υπάρχει το ενδεχόμενο αυτό να οφείλεται σε προβληματική κατάσταση των ριζών όπως π.χ. σήψη ριζών, ασφυξία ριζών υπερβολικής υγρασίας ή συμπίεσης του εδάφους κ.τ.λ.

γ) **Βλαστός:** Ο κεντρικός βλαστός είναι προέκταση του εμβρυακού άξονα (αρχέφυτρο) και καθίσταται ορατός με γυμνό μάτι ως εκφυόμενος στην κορυφή του σπορόφυτου, ανάμεσα από τα κοτυληδονόφυλλα. Ο βλαστός αμέσως κάτω από την κορυφή του (κορυφαίος οφθαλμός) είναι τρυφερός, χυμώδης, μαλακός και εύθραυστος, ενώ σταδιακά και απόμακρα της κορυφής γίνεται σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή χωρίς να ξυλοποιείται και εξακολουθεί να είναι εύθραυστος.

Ο βλαστός σ' όλο το μήκος του φέρει τεφροπράσινο χνούδι, έχει σχήμα κυλινδρικό και είναι εσωτερικά πλήρης. Βλαστός με κενό στο εσωτερικό του συνιστά μη φυσιολογική κατάσταση, η οποία εκτός των άλλων αιτιών πιθανόν να οφείλεται και σε προσβολή από βακτήρια. Επί του βλαστού και σε ελικοειδή διάταξη (φυλλοταξία 2/5) βρίσκονται τα φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί από τους οποίους προέρχονται οι πλάγιοι βλαστοί. Η τομάτα χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά της να παράγει πολλούς και μάλιστα ζωνηρούς πλάγιους βλαστούς. Το μήκος του βλαστού καθορίζεται πρωταρχικά από γενετικούς παράγοντες. Έτσι διακρίνουμε ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών και ποικιλίες με περιορισμένη ανάπτυξη βλαστών, αποκαλούμενες και αυτοκλάδευτες ποικιλίες. Έτσι το μήκος του βλαστού μπορεί να κυμανθεί από 0,50 μ. έως 1,50 μ. ανάλογα την ποικιλία. Όμως στις ποικιλίες απεριόριστης ανάπτυξης και σε καλλιέργειες θερμοκηπίου, όπου παρέχονται ευκολότερες περιβαλλοντικές συνθήκες, το ολικό μήκος ενός φυτού μπορεί να φτάσει και τα 10 μ. ιδιαίτερα όταν εφαρμοστεί το μονοστέλεχο σύστημα κλαδέματος, κατά το οποίο αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί.

δ) **Φύλλα:** Είναι σύνθετα, ακανόνιστα πτεροσχιδή. Κάθε φύλλο ανάλογα με την ποικιλία, έχει 3, 4 ή 5 ζεύγη φυλλαρίων και καταλήγει σε ένα φυλλάριο στην κορυφή. Ο αριθμός των ζευγών των φυλλαρίων εκτός από την ποικιλία επηρεάζεται και από τη θέση του φύλλου πάνω στο βλαστό. Τα πρώτα φύλλα μιας συγκεκριμένης ποικιλίας έχουν μικρότερο αριθμό ζευγών φυλλαρίων απ' ότι τα φύλλα του ίδιου φυτού σε υψηλότερες θέσεις του βλαστού. Τα φυλλάρια είναι οδοντωτά ή έλλοβα, συνήθως με αυλακωτή δικτύωση και στην επιφάνειά τους φέρουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες όταν σπάσουν αναδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού. Το μέγεθος των φύλλων (πλάτος, μήκος) είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της κάθε ποικιλίας και συνήθως οι μεγαλόκαρπες έχουν πιο μακριά και φαρδιά φύλλα απ' ότι οι μικρόκαρπες. Το χρώμα της πάνω επιφάνειας των φύλλων είναι βαθύ σταχτοπράσινο, ενώ της κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο. Όπως προαναφέρθηκε η διάταξη των φύλλων επί του βλαστού είναι ελικοειδής

αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη. Μερικοί ερευνητές διατείνονται ότι ανάλογα με την ποικιλία, η παραγωγικότητα των φυτών εξαρτάται από τη φορά της στροφής της διάταξης. Έτσι σε μερικές ποικιλίες τα φυτά με δεξιόστροφη διάταξη είναι περισσότερο παραγωγικά εκείνων με αριστερόστροφη διάταξη φύλλων, ενώ σε άλλες ποικιλίες συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο.

ε) **Άνθη:** Είναι ερμαφρόδιτα και διατεταγμένα σε ομάδες των 4 έως 20 και πλέον, επί ταξιανθιών απλών, διχαλωτών ή διακλαδιζόμενων. Ένας μέσος αριθμός 6-8 ανθέων ανά ταξιανθία, εάν εξελιχθεί σε καρπούς, προδικάζει μια καλή παραγωγή και είναι επιθυμητός. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών σε αντιμετρική θέση εκείνης των φύλλων. Ανάλογα με την ποικιλία διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετροι και φέρουν στο άκρο κάθε διακλάδωσης ένα άνθος. Ο κάλυκας είναι δερματώδης με 5 ή περισσότερα σέπαλα, η στεφάνη είναι κίτρινη με 5 ή περισσότερα πέταλα τα οποία πέφτουν μετά τη γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες, 5 ή περισσότεροι, στη βάση τους είναι ενωμένοι με τη στεφάνη και αποτελούνται από βραχέα νήματα και επιμηκυσμένους ανθήρες οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους ώστε να αποτελέσουν έναν κώνο γύρο από το στύλο. Ο ύπερος αποτελείται από την πολύχρωμη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από το στύλο ο οποίος, ανάλογα της ποικιλίας και των συνθηκών που τον επηρεάζουν, μπορεί να είναι κοντός και το στίγμα του να εγκλωβίζεται από τον κώνο των ανθέρων ή να είναι μακρύς και το στίγμα του να εξέχει από τον κώνο των ανθέρων. Υπάρχουν μερικές φορές και άνθη ανώμαλα με σύνθετο περιάνθιο και παραμορφωμένη ωοθήκη. Στις περιπτώσεις αυτές οι στήμονες συνήθως δεν καλύπτουν το στύλο. Η άνθηση αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται όλη την ημέρα. Η ωρίμανση του στίγματος γίνεται με το άνοιγμα της στεφάνης και είναι συνεπώς επιδεκτικό επικονίασης, ενώ η διάρρηξη των ανθέρων και η διάχυση της γύρης αρχίζει 24-28 ώρες μετά το άνοιγμα της στεφάνης. Παρατηρείται έτσι το φαινόμενο της υστερανδρίας. Λόγω της κατασκευής του άνθους λαμβάνει χώρα κυρίως αυτεπικονίαση και αυτογονιμοποίησή τους. Μερικές όμως φορές παρατηρείται και σταυρεπικονίαση με έντομα και αυτό συμβαίνει στις ποικιλίες με μακρύ στύλο. Το μήκος του στύλου, εκτός από την ποικιλία

επηρεάζεται από το μήκος της ημέρας. Έτσι τα άνθη που παράγονται σε συνθήκες μικρής φωτοπεριόδου (χειμώνας) έχουν στύλους βραχείς, ενώ εκείνα που παράγονται σε συνθήκες μακράς φωτοπεριόδου (Απρίλης – Σεπτέμβριος) έχουν μακρύς στύλους.

Η βλάστηση της γύρης είναι διαδικασία μικρής ταχύτητας και για να φθάσει ο γυρεοσωλήνας να γονιμοποιήσει τα ωάρια απαιτούνται δυο περίπου ημέρες μετά την επικονίαση. Από τη γονιμοποίηση μέχρι και την ωρίμανση του καρπού απαιτούνται ανάλογα με την ποικιλία και τις καλλιεργητικές και κλιματικές συνθήκες 40-60 ημέρες.

Ο αριθμός των χρωματισωμάτων στη διπλοειδή μορφή είναι $2n = 24$ την τριπλοειδή $3n = 36$ και την τετραπλοειδή $4n = 48$.

ζ) **Καρπός:** Είναι πολύχωρος ράγα διαφόρων σχημάτων. Ανάλογα με την ποικιλία είναι σφαιροειδής, πεπλατυσμένος, επιμήκης ή κυλινδροειδής. Ο φλοιός (περικάρπιο) είναι λείος και λεπτός, ενώ η σάρκα (μεσοκάρπιο) είναι χυμώδες, ερυθρός με σπόρους πολυάριθμους. Η ένταση του χρώματος επηρεάζεται από την αναλογία δυο χρωστικών δηλαδή της λυκοπίνης (κόκκινο χρώμα) και της καροτίνης (κίτρινο χρώμα). Ο καρπός μπορεί να είναι δίχωρος ή πολύχωρος.

η) **Σπόρος:** Κάθε καρπός φέρει στις σπερμοβλάστες του μεγάλο αριθμό σπόρων, οι οποίοι στην ωρίμανσή τους είναι ωοειδείς, πεπλατισμένοι – δισκοειδείς, χρώματος κιτρινοκαφέ – χρυσαφένιου. Η επιφάνειά τους είναι τραχιά και φέρει τριχοειδής αποφύσεις που την καθιστούν μεταξώδη. Οι σπόροι είναι μικρού μεγέθους (διαμέτρου 3-5 χιλιοστών) ελαιούχοι και περικλείουν εσωτερικά το σπειροειδές έμβρυο και το ενδοσπέρμιο (αποθηκευτικός ιστός).

Σε ένα γραμμάριο περιέχονται 280-450 σπόροι, η βλαστικότητα των οποίων μπορεί να διατηρηθεί σε κανονικές συνθήκες αποθήκευσης μέχρι 4 έτη.

Σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών και χαμηλής περιεκτικότητας των σπόρων σε υγρασία η βλαστική τους ικανότητα μπορεί να διατηρηθεί πάνω από 15 χρόνια (Κανάκης Α., 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΜΑΤΑΣ

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες της ανάπτυξης των φυτών είναι και ο εφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα στα φυτά.

Από τα στοιχεία του εδάφους, εκείνα που χρησιμοποιούνται από τα φυτά σε σημαντικά ποσά, παρουσιάζουν ιδιαίτερη σημασία. Στα βασικά αυτά θρεπτικά στοιχεία (ή μακροστοιχεία) περιλαμβάνονται τα N, P, K, Ca, Mg και S. Επίσης, σημασία για τη θρέψη του φυτού έχουν και ορισμένα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την κανονική ανάπτυξη των φυτών, αν και απαιτούνται σε μικρές ποσότητες. από τα ιχνοστοιχεία αυτά, τα σπουδαιότερα είναι: Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo και Cl.

Αφού είναι γνωστά τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών στοιχεία, είναι αναγκαίο, να εξακριβωθεί η μορφή υπό την οποία τα στοιχεία αυτά προσλαμβάνονται από τα φυτά και να μελετηθούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες τα θρεπτικά αυτά στοιχεία βρίσκονται στο έδαφος.

Από τα μακροστοιχεία (N, P, K, Ca, Mg, S) τα K, Ca και Mg προσλαμβάνονται ως κατιόντα (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) ο P και ο S ως ανιόντα (HPO_4^- ή $H_2PO_4^-$ και SO_3^{--} ή SO_4^{--} αντίστοιχα) και το N προσλαμβάνεται τόσο ως νιτρικό ανιόν (NO_3^-), όσο και ως αμμωνιακό κατιόν (NH_4^+), σε μικρά δε ποσά ως νιτρώδες (NO_2^-).

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία τα μεν Fe, Cu, Zn, Mn προσλαμβάνονται ως κατιόντα (Fe^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , Mn^{++}), ενώ τα B, Mo και Cl ως ανιόντα (BO_3^{--} , MoO_4^{--} και Cl^- αντίστοιχα).

Σχετικά με τις απαιτήσεις των καλλιεργούμενων φυτών, στα μακροστοιχεία (N, P, K, Ca και S) αναφέρουμε ενδεικτικά τις παρακάτω αναλογίες:

N : P : K₂O : CaO : S 10 : 1 : 3 – 4 : 2 : 1 (Τσίτσιας Κ., 1995)

ΑΖΩΤΟ (N)

Είναι πρωταρχικό στοιχείο της βιοσύνθεσης και παίζει ζωτικό ρόλο στις βιολογικές διεργασίες.

Συστατικό πρωτεϊνών και παραγώγων (πεπτόνες, πολυπεπίδια, αμινοξέα, λεκιθίνη), πορφυρινών (κυτόχρωμα, χλωροφύλλη), βιταμινών (ανευρίνη, ριβοφλαβίνη, πυριδοξίνη, βιοτίνη, παυθοθενικό οξύ, νικοτινικό οξύ), νουκλεϊκών οξέων, αλκαλοειδών, αμιδίων, αμινών.

Μετακινείται εύκολα μέσα στα φυτά της τομάτας. Αυξάνει τη βλάστηση αλλά παρατείνει τον κύκλο της. Σε περίσσεια επιβραδύνει των ωρίμανση και προκαλεί αύξηση αμιδίων και αμινοξέων μειωμένης βιολογικής αξίας (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995).

Εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης και φτωχά σε οργανική ουσία, επειδή τα πρώτα υφίστανται έντονη έκπλυση και τα δεύτερα είναι φτωχά σε νιτρικό άζωτο, απαιτούν έντονη αζωτούχο λίπανση.

Όμως η ποσότητα και η μορφή παίζουν καθοριστικό ρόλο. Η χορήγηση αμμωνιακού αζώτου (NH₄ – N) σχετίζεται (μειώνει) με τη μειωμένη απορρόφηση και συγκέντρωση των Ca και Mg με σημαντικές επιπτώσεις στην απόδοση. Η έλλειψη Ca είναι γνωστή σαν «σήψη κορυφής» και «Blossom and rot», ενώ η μη κανονική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος οφείλεται, μάλλον, στην αύξηση της οξύτητας του εδάφους λόγω της παραγωγής ιόντων υδρογόνου κατά τη νιτροποίηση των αμμωνιακών ιόντων. Σε αυτή την περίπτωση συνιστάται η αυξημένη χορήγηση νιτρικού αζώτου.

Το $\text{NH}_4 - \text{N}$ έχει βρεθεί ότι μειώνει τη συγκέντρωση του P στα φύλλα, ενώ σε χαμηλό επίπεδο Mg και με χορήγηση $\text{NO}_3 - \text{N}$ δεν υπήρχαν περιοριστικά προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών, με την χορήγηση $\text{NH}_4 - \text{N}$ προκλήθηκε δραστική μείωση του μαγνησίου. Η χορήγηση του $\text{NH}_4 - \text{N}$ θα πρέπει να λαμβάνει χώρα μόνο σε $\text{pH} > 7$ ή ελλείψει $\text{NO}_3 - \text{N}$, οπότε και θα πρέπει να συνοδεύεται από υλικό ασβέστωσης.

Η αζωτούχος λίπανση έχει βρεθεί να σχετίζεται θετικά με την αντοχή των φυτών στη Βοτρύτιδα (*Botrytis cinerea*) και τη φυτόφθορα (*Phytophthora infestans*), με τη συνολική παραγωγή και την αύξηση του μέσου βάρους των καρπών και με την ποσοστιαία έκπτυξη των λουλουδιών. Κατά τη χορήγηση 100 ppm N άνθισαν μόνο το 19% των φυτών που δέχθηκαν 250 ppm N (Κουκουλάκης, 1994). Σύμφωνα με τον Fisher (1971), η συνολική ποσότητα του αζώτου που χορηγείται πριν την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας είναι αποφασιστικής σημασίας για τον καθορισμό των μέγιστων αποδόσεων (Τσαλικούνης Φ., 1997).

ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)

Είναι συστατικό νουκλεοπρωτεϊνών αδενόσων (μονο, δι, τρι) φωσφορικών οξέων (AMT, ADT, ATP) φωσφολιπιδίων, φωσφορυλιωμένων σακχάρων, συνενζύμων A, φυτίνης, προσθετικής ομάδας ενζύμων. Ο φώσφορος παίζει πρωταρχικό ρόλο στη σύνθεση υδαταθράκων (φωτοσύνθεση, συμπύκνωση απλών σακχάρων, προς άμυλο και υδρόλυσή του), λιπών, πρωτεϊνών – μεταβίβαση των κληρονομικών χαρακτηριστικών (DNA, RNA). Γενικά δρα σαν μεταφορέας ενέργειας.

Με συνεχείς φωσφορολιώσεις, ελευθερώνεται ενέργεια που δεσμεύεται σε ωφέλιμη βιολογική μορφή σαν ATP. Μετακινείται εύκολα στα φυτά (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995).

Σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), υπάρχουν θερμοκήπια με διαθέσιμο φώσφορο >170 ppm. Η ποσότητα αυτή είναι αντικοινομική και επιζήμια λόγω του ανταγωνισμού με άλλα θρεπτικά στοιχεία (Zn, Ca, Fe κ.α.) αλλά κυρίως λόγω της ανισόρροπης θρέψης με συνέπειες στην απόδοση και την ποιότητα. Η οριακή τιμή για την επίτευξη μέγιστων αποδόσεων είναι 20–25 ppm (κατά Olsen) και σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, η φωσφορική λίπανση θα πρέπει να αποσκοπεί στη δημιουργία διαθέσιμης παρακαταθήκης φωσφόρου και στη διατήρησή της καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του θερμοκηπίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή υψηλών ποσοτήτων φωσφόρου κατά την πρώτη φάση λειτουργίας του θερμοκηπίου, μεταξύ 35-40 kg/στρ. (P_2O_5), και στη συνέχεια με την προσθήκη των δόσεων συντήρησης κατόπιν αναλύσεως του εδάφους (Τσαπικούνης Φ., 1997).

ΚΑΛΙΟ (K)

Το κάλιο υπεισέρχεται στη δομή οργανικών ενώσεων, αλλά βρίσκεται στα φυτά με μορφή ιόντων. Βρίσκεται κυρίως στα μεριστώματα και νεαρά φύλλα. Επιδρά στη φυσικοχημική ισορροπία των κολλειδών του πρωτοπλάσματος και παίζει ρόλο στην κίνηση του νερού μέσα στα φυτά.

Αυξάνει την ικανότητα του κυτοπλάσματος να συγκρατεί νερό, την ένταση της φωτοσύνθεσης και παίρνει μέρος στη λειτουργία των στοματίων. Επεμβαίνει καταλυτικά σ' όλες σχεδόν τις βιοχημικές αντιδράσεις ενεργοποιώντας τα ένζυμα (μεταβολισμό υδατανθράκων και μεταφορά αμύλου, μεταβολισμό N και σύνθεση πρωτεϊνών). Ελέγχει και ρυθμίζει τη δραστηριότητα διαφόρων απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων – εξουδετερώνει οργανικά οξέα και προκαλεί τη γένεση και μετάδοση του νευρικού ρεύματος στα ζώα. Μετακινείται εύκολα και γρήγορα μέσα στα φυτά. Αντίθετα προς το νάτριο, το κάλιο συγκεντρώνεται κυρίως μέσα στα κύτταρα, ενώ το εξωτερικό μέσο περιέχει σημαντικά λιγότερο κάλι. (Γεωργία – κτηνοτροφία, 9, 1995)

Η τομάτα είναι καλιόφιλο φυτό, πράγμα που σημαίνει υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο. Σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), 180-200 ppm εναλλακτικού καλίου εξασφαλίζουν υψηλές αποδόσεις, όμως καρποί επιθυμητού χρώματος, σχήματος και μεγέθους προϋποθέτουν 200-500 ppm εναλλακτικού καλίου στο έδαφος. Παράλληλα με την αύξηση του καλίου στα φύλλα μειώνεται σημαντικά το ποσοστό των καρπών που ωριμάζει ανομοιόμορφα (Adams et al. 1978).

Ο Σιμώνης (1981) αναφέρει ότι η δέσμευση του καλίου μπορεί να φθάσει το 80-90%, ενώ για την αύξηση του διαθέσιμου καλίου κατά 1 mg $K_2O/100$ gr. εδάφους πρέπει να προστεθούν 1,7 mg $K_2O/100$ gr. εδάφους ή 3.4 kg K_2O ανά στρέμμα ή 7 kg θεικού καλίου ανά στρέμμα.

Ο Perrenoud (1977 (από Κουκουλάκη 1994) αναφέρει ότι το κάλι συσχετίζεται θετικά με τη φυτοϋγεία όσον αφορά το *Fusarium oxysporum*, το *Cladosporium fulvum*, το *Diplodia lycopersici*, το *Verticillium albo – atrum* και την *Alternaria solani*. (Τσαπικούνης Φ., 1997)

ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca)

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη διαίρεση και επιμήκυνση των κυττάρων. Συντελεί στη δημιουργία αποταμιευτικών ουσιών (πυκτινικού Ca). Η βασική λειτουργία του ασβεστίου συνίσταται στη σταθεροποίηση των κυτταρικών δομών. Τα ιόντα Ca^{++} (γέφυρα ασβεστίου) συνδέουν μεταξύ τους τα μόρια των λιπιδίων, εξασφαλίζοντας την κανονική τους θέση στις κυτταρικές μεμβράνες. Οι ενώσεις του ασβεστίου με πυκτινικές ουσίες συγκολλούν τα τοιχώματα των γειτονικών κυττάρων. Επιδρά στη διόγκωση του πρωτοπλάσματος όπως και στη διαπερατότητα των κυττάρων των ριζών. Ρυθμίζει τη πρόσληψη K, Na, Mg. Δρα αντιοξεικικά, (ενώνεται με οξέα – κιτρικό, οξαλικό, τρυγικό – και σχηματίζει αδιάλυτα άλατα προφυλάσσοντας το κύτταρο από την τοξική επίδρασή του). Δραστηριοποιεί ορισμένα ένζυμα. Δεν μετακινείται εύκολα μέσα στο φυτό. (Γεωργία – κτην., 9, 1995)

Η αντιμετώπιση της έλλειψης Ca, σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), είτε αυτή οφείλεται στο χαμηλό επίπεδο Ca είτε στην περιοριστική δράση του αμμωνιακού αζώτου, εφόσον αυτό χορηγείται, στηρίζεται στην ασβέστωση ή στον ψεκασμό με διάλυμα 0,2% χλωριούχου ασβεστίου.

Σε pH 6,3 και ισχυρή φωσφοροκαλιούχο λίπανση είχαμε την «ξηρή κορυφή», ενώ σύμφωνα με τους Μπούρμπο και Σκουντριδάκη (1990), όταν η συγκέντρωση Ca στα φύλλα είναι < 3% και στους καρπούς < 0,15 – 0,20%, τότε αναμένεται η εμφάνιση του φαινομένου.

Η εμφάνιση της ξηρής κορυφής γίνεται πιο έντονη όταν η αλατότητα του εδάφους είναι υψηλή και η σχετική υγρασία χαμηλή, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη διαπνοή των φυτών (Παναγιωτόπουλος 1995), (Γσαπικούνης Φ., 1997)

ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg)

Το μαγνήσιο αποτελεί συστατικό της χλωροφύλλης και επιδρά στο σχηματισμό της ξανθοφύλλης και του καροτινίου. Δρα καταλυτικά στο σχηματισμό του ATP και παίζει βασικό ρόλο στο μεταβολισμό του P. Ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα που δρουν στις διάφορες πλούσιες σ' ενέργεια φωσφορικές ενώσεις κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των υδατανθράκων και το μετέπειτα μεταβολισμό τους μέσα στα φυτά. Ενεργοποιεί τα ένζυμα του τρικαρβοξυλικού κύκλου και το μεταβολισμό των λιπιδίων. Έλλειψή του επηρεάζει τα μιτοχόνδρια και τα ριβοσώματα. (Γεωργία – κτηνοτρ. 9, 1995)

Σε φυτά με έντονη έλλειψη το Mg ήταν 0,14% και το N = 3,10%, ενώ σε κανονικά φυτά οι αντίστοιχες τιμές ήταν 0,63% και 4,67%. Διαφυλλική χορήγηση MgSO₄ 20 – 100 gr/lit είναι περισσότερο αποτελεσματική σε κατάσταση τροφopenίας, όμως θα πρέπει να επαναληφθεί αρκετές φορές.

Σύμφωνα με τον Παναγιωτόπουλο (1995), εφόσον τα φυτά εμφανίζουν συμπτώματα έλλειψης θα πρέπει να γίνουν μερικοί εβδομαδιαίοι ψεκασμοί με 2% θεικό μαγνήσιο (Epsom Salt) και προσκολλητικό, ενώ παράλληλα

χορηγούνται με την υδρολίπανση 30 ppm MgO. Επίσης η σχέση K/Mg στο έδαφος θα πρέπει να διορθωθεί σε 2:1 και το ποσοστό κορεσμού της I.A.Κμε Mg να είναι 10%. (Τσαπικούνης Φ., 1997)

ΘΕΙΟ (S)

Είναι συστατικό θειούχων αμινοξέων μεγάλης βιολογικής αξίας (κυστεΐνη, κυστίνη, μεθειονίνη) γλουταθειονίνης, βιταμινών (θειαμίνη, ανευρίνη, βιοτίνη), συνενζύμου A (το οποίο διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στο μεταβολισμό υδατανθράκων, λιπιδίων, πρωτεϊνών). Ενεργοποιεί ορισμένα πρωτεολυτικά ένζυμα και αυξάνει των σε έλαια περιεκτικότητα μερικών φυτών (λίνου, σόγια, πίσσο). Δρα καταλυτικά στη μεγάλη συγκέντρωση νιτρικών και βοηθά στην ανάπτυξη των φυματίων των ψυχανθών. Το SO_4^- ιόν στα κύτταρα ανάγεται και σχηματίζει δισουλφιδικές ($-S-S-$) και σουλφυδρικές ($-SH$) ομάδες που σχηματίζουν δεσμούς που ενισχύουν τη μορφή των μεγάλων μορίων των πρωτεϊνών. (Γεωργία – κτην. 9, 1995)

ΧΛΩΡΙΟ (Cl)

Λίγα είναι γνωστά για το ρόλο του χλωρίου. Φαίνεται ότι συνδέεται με μια θεμελιώδη φάση της φωτοσύνθεσης και με την κανονική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος της τομάτας κ.α. (Γεωργία – κτην. 9, 1995)

Σύμφωνα με τους Μπούρμπο και Σκουντριδάκη (1990), η περιεκτικότητα, όταν είναι μικρότερη από 500-1.000 ppm, θεωρείται χαμηλή, ενώ η εμφάνιση τροφοπενίας αναμένεται κάτω από τα 70 ppm. (Τσαπικούνης Φ., 1997)

ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)

Είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της χλωροφύλλης, αν και δεν υπεισέρχεται στη δομή του μορίου της. Ο σίδηρος αποτελεί το ενεργό στοιχείο οξειδωτικών ενζύμων (καταλάση, υπεροξειδάση, κυτόχρωμα). Δρα σαν ηλεκτρονικός φορέας (χάρη στην εναλλαγή του σθένους του $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$ στις οξειδο-αναγωγικές αντιδράσεις των φυτών.

Επίσης ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα και παίζει κάποιο ρόλο στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου. (Γεωργία – κτην. 9, 1995)

Για τη διόρθωση τροφοπενίας χορηγούμε 5-10 gr Fe EDDHA ή 15-20 gr Fe DTPA ανά m^2 ή χορηγούμε διαφυλλικά 0,2 gr Fe DTPA ανά λίτρο. (Τσαπικούνης Φ., 1997)

ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn)

Το μαγγάνιο ενεργοποιεί ολόκληρη σειρά ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις διαφόρων τύπων (τρικαρβοξυλικού κύκλου, μεταβολισμό φωσφόρου, υδατανθράκων, αζωτούχων ουσιών, λιπιδίων – φωτοχημικές αντιδράσεις φωτοσύνθεσης). Επίσης ρυθμίζει τη διαθέσιμη ποσότητα δισθενούς σιδήρου μέσα στο φύλλο. Παίζει ρόλο στο φωτοσύστημα II, στις αντιδράσεις που απελευθερώνουν O_2 . (Γεωργία – κτην. 9, 1995)

Σε ασβεστούχα εδάφη οι χημικές ενώσεις από το έδαφος δεν είναι αποτελεσματικές. Διαφυλλική εφαρμογή $MnSO_4$ 1-2% ή χημικού 0,1-1% δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Παράλληλα θα πρέπει να ληφθούν μακροπρόθεσμα μέτρα με στόχο την επαναφορά του pH σε κανονικές τιμές. Οι van Eysinga and Smilde (1981) αναφέρουν ότι διαφυλλικές εφαρμογές με 1-10 gr/lit $MnSO_4$ δίνουν καλύτερα αποτελέσματα.

Έλλειψη θα εμφανιστεί (συμπτώματα) όταν $Mn < 10$ ppm (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1990).

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)

Είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της τρυποφάνης (πρόδρομος IAA), είναι συστατικό των μεταλλοενζύμων και των αφυδρογονασών (αλκοολική αφυδρογονάση, αφυδρογονάση του γλουταρικού οξέος, αφυδρογονάση του 1-γαλακτικού οξέος κ.τ.λ.). Από τα φυτά προσλαμβάνεται ως Zn^{+2} . (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995)

- Διαφυλλική χορήγηση $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ με 0,2 – 1,0% + 0,25% $Ca(OH)_2$, όπως και οι χημικές μορφές δίνουν γρήγορα αποτελέσματα σε περίπτωση τροφοπενίας.
- Ανάλογα με την τιμή του PH και τη σύσταση του εδάφους χορηγούμε 0,3 – 1,5 kg $ZnSO_4$ /στρ. (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης, 1990).
- Όταν η συγκέντρωση στα φύλλα φθάσει στα 450 ppm, τότε έχουμε μείωση της παραγωγής κατά 20%. (Τσαπικούνης Φ., 1997).

ΧΑΛΚΟΣ (Cu)

Αποτελεί ενεργό κλάσμα πολλών οξειδωτικών ενζύμων (χάρη στην εναλλαγή του σθένους του χαλκού $Cu^{++} \leftrightarrow Cu^{+++}$), που η φυσιολογική τους σημασία δεν έχει ακόμα κατανοηθεί πλήρως. Δρα καταλυτικά στη σύνθεση της χλωροφύλλης και στον μεταβολισμό υδατανθράκων και πρωτεϊνών (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995).

- Σε περιπτώσεις τροφοπενίας χορηγούμε 1 – 2gr $CuSO_4$ συν 5gr $Ca(OH)_2$ ανά λίτρο νερού διαφυλλικά (Τσαπικούνης Φ., 1997).

ΒΟΡΙΟ (B)

Σχετίζεται προς τα φαινόμενα μεταφοράς των υδατανθράκων και την οικονομία του νερού στα φυτά, τη σύνθεση πρωτεϊνών, το μεταβολισμό N και υδατανθράκων, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και τη διαίρεση των κυττάρων, την ανθοφορία και καρποφορία καθώς και την κίνηση των ορμονών μέσα στο φυτό (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995).

- Παρατεταμένη χρήση νερού με $B > 100 \text{ ppm}$ προκαλεί μείωση της ανάπτυξης, ενώ θα οδηγήσει πιθανόν σε τοξικότητα. Νερά με $B > 12 \text{ meq/l}$ θεωρούνται ακατάλληλα. Σε pot trial με 10 ppm ακολούθησε νέκρωση των παλαιότερων φύλλων καθώς η συγκέντρωση του στοιχείου αυξάνει στα παλαιά φύλλα και οι νεκρώσεις ξεκινούν από εκεί. Σύμφωνα με τους Μπούρμπο και Σκουντριδάκη (1990), όταν $B > 30 \text{ ppm}$ τότε θα σημειωθεί έλλειψη.
- Τα όρια επάρκειας του στοιχείου είναι:

τροφοπενία	επάρκεια
$< 25 \text{ ppm}$	$30 - 60 \text{ ppm}$ (επί της ξηρής ουσίας)
- Πιθανή φυτοτοξικότητα μπορεί να σημειωθεί όταν:

αμμώδη	αμμοπηλώδη	πηλοαμμώδη	πηλώδη/αργιλλώδη
$> 0,8 \text{ ppm}$	$> 1,0 \text{ ppm}$	$1,2 \text{ ppm}$	$2,0 \text{ ppm}$
- Σε περιπτώσεις έλλειψης χορηγούμε βορικό νάτριο $1 - 2 \text{ g/l}$ σε ψεκασμό ή 2 g/m^2 στο έδαφος. Η τοξικότητα αντιμετωπίζεται με έκπλυση, ιδίως με ασβεστόχο νερό, και μέτρα που οδηγούν σε αύξηση του PH (Τσαπικούνης Φ., 1997).

ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ (Mo)

Παίζει σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία του ενζυμικού μηχανισμού της αναγωγής των νιτρικών (αποτελεί συστατικό του ενζύμου ρεδουκτάση των νιτρικών) και της συμβιωτικής και μη συμβιωτικής δέσμευσης του αζώτου της ατμόσφαιρας. Απουσία αυτού, παρεμποδίζονται οι πρώτες αντιδράσεις που επιτρέπουν στο φυτό να χρησιμοποιεί τα νιτρικά του εδάφους για τη σύνθεση των αζωτούχων ενώσεων του. Διεγείρει τη βιοσύνθεση νουκλεϊκών οξέων και πρωτεϊνών και αυξάνει την περιεκτικότητα χλωροφύλλης και βιταμινών (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995).

- Είναι δυνατή η παρουσία του σε μεγάλες ποσότητες χωρίς να προκαλέσει τοξικότητα. Για τη διόρθωσή του σε κατάσταση τροφοπενίας χορηγούμε 5kg μολυβδαινικό αμμώνιο και νάτριο ανά στρέμμα ή 0,5gr/ℓ διαφυλλικά.
- Φυτά με συμπτώματα έλλειψης, βρέθηκε να έχουν $Mo = 0,02 - 0,2 \text{ ppm}$ επί της ξηράς ουσίας (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης, 1990).

(Τσαπικούνης Φ., 1997)

ΑΝΘΡΑΚΑΣ (C)

Αποτελεί τη βάση της ζωής στη γη, δομική μονάδα του τεράστιου αριθμού των οργανικών ενώσεων. Σημαντικό μέρος της απαραίτητης για τους οργανισμούς ενέργειας παράγεται στα κύτταρα με την οξείδωση του άνθρακα. Ο μοναδικός ρόλος του για τη ζωντανή ύλη οφείλεται στις ιδιότητές του.

Μεταξύ των ατόμων του, καθώς και μεταξύ του και των άλλων στοιχείων, σχηματίζονται σταθεροί χημικοί δεσμοί (απλός, διπλός, τριπλός), που ωστόσο μπορούν να σπάσουν σε συγκριτικά ήπιες φυσιολογικές συνθήκες. Είναι ενδεικτικό, ότι μόνο τρία στοιχεία – C, O και H – αποτελούν το 94% της

συνολικής μάζας των ζωντανών οργανισμών. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ορισμένη οικονομία στη ζωντανή ύλη, δηλαδή ο μικρός αριθμός των τύπων χημικών δεσμών (λαμβάνοντας υπ' όψη την άπειρη ποικιλία των ανθρακούχων ενώσεων), επιτρέπει τη μέγιστη μείωση του αριθμού των ενζύμων που χρειάζονται για τη διάσπαση και σύνθεση των οργανικών ουσιών. (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995)

ΥΔΡΟΓΟΝΟ (H)

Το υδρογόνο έχει ένα όμοιο ρόλο στο μεταβολισμό των φυτών όπως και ο άνθρακας. Εναλλάσσεται στην επιφάνεια των ριζών με άλλα κατιόντα κατά τη διάρκεια της προσρόφησης των ανόργανων ιόντων από το εδαφοδιάλυμα. (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995)

ΟΞΥΓΟΝΟ (O)

Παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στις βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες και πάνω απ' όλα στην αναπνοή. Τα φυτά (εξάίρεση ορισμένοι αναερόβιοι μικροοργανισμοί), δέχονται την απαιτούμενη ενέργεια για τις διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες από τη βιολογική οξείδωση διαφόρων ουσιών με οξυγόνο στα κύτταρα. (Γεωργία – Κτηνοτροφία τευχ. 9, 1995)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

3.1. ΜΟΡΦΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ

Το άζωτο είναι συστατικό οργανικών ενώσεων μικρού μοριακού βάρους, όπως τα αμινοξέα, τα αμιδία και οι αμίνες, μεγάλου μοριακού βάρους όπως πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα, καθώς και πολλών συνενζύμων. Το πρωτεϊνικό άζωτο ανέρχεται στο 80–85% του ολικού αζώτου των πράσινων μερών του φυτού και παίζει επομένως βασικό ρόλο στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Θεωρείται ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες της ανάπτυξης των φυτών.

Η έλλειψη αζώτου δυσχεραίνει τη σύνθεση χλωροφύλλης και τα φύλλα κιτρινίζουν. Η σημαντική μείωση της φωτοσύνθεσης που προκαλείται από την έλλειψη αζώτου έχει σαν επακόλουθο όχι μόνο τη μείωση των αμινοξέων, αλλά και αδυναμία λειτουργίας του μηχανισμού σύνθεσης των υδατανθράκων. Πριν εκδηλωθεί η χλώρωση στα φύλλα μπορεί να παρατηρηθεί συσσώρευση υδατανθράκων, επειδή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση πρωτεΐνης από την έλλειψη αμινοξέων. Μια τέτοια κατάσταση, μεγάλη δηλαδή περιεκτικότητα υδατανθράκων και μικρή αζώτου στα φυτά, στο στάδιο της άνθησης και καρπόδεσης έχει σαν επακόλουθο τη μειωμένη καρποφορία (καρπόδεση).

Όταν ο εφοδιασμός με άζωτο του φυτού από το ριζικό σύστημα είναι ανεπαρκής, οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στα παλιά φύλλα υδρολύονται (πρωτεόλυση) και τα αμινοξέα που ελευθερώνονται, μεταφέρονται στις κορυφές και τα νεαρά φύλλα του φυτού.

Η πρωτεόλυση έχει σαν επακόλουθο την αποδιοργάνωση των χλωροπλαστών και τη μείωση της χλωροφύλλης που γίνεται αντιληπτή από

την ομοιόμορφη χλώρωση του ελάσματος των παλιών φύλλων, όπου και εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα της τροφοπενίας αζώτου.

Τα φυτά που υποφέρουν από έλλειψη αζώτου, χαρακτηρίζονται από στάδιο βλάστησης μικρής διάρκειας, μικρό ρυθμό αύξησης, καχεκτικότητα και μικρά φύλλα. Ο πράσινος χρωματισμός των παλιών φύλλων πρώτα εξασθενίζει σταδιακά και τελικά τα φύλλα γίνονται κίτρινα ή σχεδόν λευκά σε έντονη έλλειψη N και πέφτουν πρόωρα.

Η περίσσεια αζώτου στα φυτά έχει σαν επακόλουθο την έντονη χρησιμοποίηση των υδατανθράκων για τη σύνθεση οργανικών αζωτούχων ενώσεων στα φύλλα, που στη συνέχεια μεταφέρονται στα αυξανόμενα μέρη του φυτού (κατά το στάδιο της βλάστησης), όπως είναι οι κορυφές και τα νεαρά φύλλα που είναι οι μεγάλοι καταναλωτές πρωτεϊνών. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη ζωηρή ανάπτυξη του φυτού και τη μειωμένη άνθηση και καρπόδεση.

Η ιδανική κατάσταση για την επίτευξη μεγάλων αποδόσεων είναι η ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ υδατανθράκων και αζώτου στα φυτά. Για τη δημιουργία ανθικών καταβολών και την καρπόδεση απαιτείται μια ορισμένη ελάχιστη συγκέντρωση υδατανθράκων (κρίσιμη συγκέντρωση) για να κινητοποιηθούν οι σχετικοί μηχανισμοί. Οι συνθήκες που ευνοούν το γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης των φυτών κατά τα αρχικά στάδια (σπορόφυτα, άνθηση, καρπόδεση), όπως είναι οι μεγάλες δόσεις κοπριάς και αζωτούχων λιπασμάτων, άφθονο νερό άρδευσης και ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος έχει σαν αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση του μεγαλύτερου ποσού υδατανθράκων για σχηματισμό νέων ιστών (αύξηση επάκριων τμημάτων, νέα φύλλα) και για τις ανάγκες της αναπνοής με επακόλουθο τη μειωμένη καρπόδεση και την οψίμηση της παραγωγής.

Τα φυτά αυτά παρουσιάζουν μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, λεπτό στέλεχος και τα πρώτα άνθη εμφανίζονται ψηλά στο στέλεχος. Αυτή η κατάσταση είναι συχνή στα θερμοκήπια, γι' αυτό πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην αζωτούχο λίπανση σ' αυτό το στάδιο του φυτού. Ιδιαίτερα όταν

η φύτευση γίνεται τον Ιανουάριο, επειδή η ένταση του φωτός είναι μειωμένη, η σύνθεση υδατανθράκων είναι μικρή (χαμηλός ρυθμός φωτοσύνθεσης) και εάν έχουν χορηγηθεί μεγάλες ποσότητες αζώτου στη βασική λίπανση η συγκέντρωση αζώτου στα φυτά θα είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση των υδατανθράκων με επακόλουθο τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Στα στάδια που ακολουθούν το δέσιμο των πρώτων καρπών, η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ υδατανθράκων και αζώτου έχει μικρότερους κινδύνους. Τα φυτά έχουν αναπτύξει αρετή φυλλική επιφάνεια και οι συνθήκες φωτισμού έχουν βελτιωθεί με επακόλουθο την αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης υδατανθράκων. Ακόμη τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης των φύλλων διοχετεύονται στους γειτονικούς καρπούς για την κάλυψη των αναγκών της αύξησης, της ωρίμανσης και της αναπνοής τους. Επομένως, σ' αυτό το στάδιο η συνεχής και σύμφωνα με τις ανάγκες των φυτών χορήγηση αζώτου είναι επιβεβλημένη, αλλά και εάν ακόμη παρουσιαστεί πρόσκαιρη αδυναμία του εδάφους να εφοδιάσει επαρκώς με άζωτο τα φυτά μπορεί να αναπληρωθεί από την κινητοποίηση αποθεμάτων από διάφορα φυτικά μέρη προς εκείνα που έχουν ανάγκη (καρπούς κυρίως).

3.2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ

Το άζωτο απορροφάται από τα φυτά σαν $N-NH_4$ ή $N-NO_3$. Στις συνθήκες του θερμοκηπίου που ευνοείται η γρήγορη νιτροποίηση το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών του φυτού σε άζωτο καλύπτεται από την απορρόφηση $N-NO_3$ ανεξάρτητα από τη μορφή χορήγησής του.

Η πιο σημαντική διαφορά μεταξύ $N-NO_3$ και $N-NH_4$ είναι η διαφορετική τους συμπεριφορά στο pH κοντά στην επιφάνεια των ριζών και κατ' επέκταση μετά σε αυτό της μάζας του υποστρώματος. Το $N-NH_4$ απορροφάται καλύτερα σε ουδέτερο περίπου pH και μειώνεται η απορρόφηση του όσο το pH χαμηλώνει.

Το αντίθετο συμβαίνει με το $N-NO_3$ που απορροφάται περισσότερο σε χαμηλές τιμές pH. Η μείωση της απορρόφησης του NO_3 στις μεγάλες τιμές pH πιθανόν να οφείλεται στον ανταγωνισμό του OH . Σε $pH \approx 6,8$ η απορρόφηση των δύο μορφών αζώτου είναι περίπου ίση. Σε $pH 4-4,5$ η απορρόφηση του $N-NO_3$ είναι μεγαλύτερη. Πειράματα σε θρεπτικά διαλύματα έχουν δείξει ότι το $N-NH_4$ σε μεγάλες τιμές pH μπορεί να είναι τοξικό επειδή ελευθερώνεται NH_3 που διαλύεται στο νερό και επηρεάζει ιδιαίτερα το ριζικό σύστημα (αποδιοργάνωση κυτταρικών μεμβρανών). Έχει βρεθεί πάντως ότι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου απορροφώνται όταν συνυπάρχουν και οι δύο μορφές αζώτου.

Σε περιορισμένο εύρος συγκεντρώσεων, η απορρόφηση ιόντων ακολουθεί την κλασική κινητική των ενζύμων. Η κινητική της απορρόφησης K^+ και NH_4^+ είναι ομοιόμορφη.

Γενικά η βιβλιογραφία δείχνει ομοιομορφία ανάμεσα στην απορρόφηση NH_4^+ και την απορρόφηση των λοιπών μονοσθενών κατιόντων και κυρίως του K^+ . Το NH_4^+ φαίνεται ότι ανταγωνίζεται το K^+ , αν και η συγγένεια για τον κοινό μηχανισμό μεταφοράς είναι μόνο 1/10, σε σχέση με τα αλκαλικά κατιόντα.

3.3. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ NO_3^-

Η απορρόφηση NO_3^- αναστέλλεται με 2,4 δινιτροφαινόλη, CN^- και αντιμυκίνη A, καθώς και από αναστολείς της σύνθεσης πρωτεΐνης, και RNA. Η ταχύτητα απορρόφησης NO_3^- από τα φυτά που έχουν εξαντληθεί σε N έχει αρχικά μια περίοδο υστέρησης (Lag period) και ακολουθείται από περίοδο με μεγάλη ταχύτητα απορρόφησης. Η αύξηση της ταχύτητας απορρόφησης NO_3^- είναι παράλληλη με το σύστημα αναγωγής NO_3^- σε NO_2^- . Μετά το στάδιο της ταχείας απορρόφησης παρατηρείται σταδιακά μείωση της απορρόφησης

NO_3^- για 1-2 ημέρες. Κατά την περίοδο της μειωμένης απορρόφησης NO_3^- τα φυτά είναι ικανά για αναγωγή και μεταφορά NO_2^- . Στο φως η παρουσία NO_3^- οδηγεί σε μεγαλύτερη απορρόφηση NO_2^- και ενεργοποίηση (induction) της νιτρικής αναγωγής. Επίσης, κάτω από κανονικές συνθήκες απορρόφησης NO_3^- και η δραστηριότητα του ενζύμου νιτρική αναγωγή σχετίζονται στενά. Αμφότερες οι διεργασίες είναι αντικείμενο ρύθμισης από τις ίδιες ενώσεις, ήτοι παραγωγή με NO_3^- ή NO_2^- και αναστολή με NO_4^- και αμινοξέα. Η αυξημένη απορρόφηση NO_3^- μετά από επίδραση φωτός μπορεί να οφείλεται σε αυξημένο εφοδιασμό ενέργειας για μεταφορά ιόντων μέσω της ATP που παράγεται με φωτοφωσφορυλίωση. Η απορρόφηση NO_3^- μειώνεται, όταν εμποδίζεται η μη κυκλική μεταφορά ηλεκτρονίων. Ενδέχεται η ATP, που παράγεται με κυκλική φωτοφωσφορυλίωση στο χλωροπλάστη να μεταφέρεται λιγότερο εύκολα κατά μήκος του χλωροπλάστη απ' ό,τι, όταν η μη κυκλική μεταφορά e^- λαμβάνει χώρα. Η απορρόφηση NO_3^- πέραν του φωτός μπορεί να ρυθμίζεται από μηχανισμό οπισθοτροφοδότησης, από την εσωτερική συγκέντρωση NO_3^- .

3.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ (NO_3^- ΚΑΙ NH_4^+)

α) pH. Κατά την απορρόφηση NH_4^+ παρατηρείται μείωση του pH του θρεπτικού διαλύματος λόγω της απέκκρισης ιόντων H^+ . Με το NO_3^- γίνεται απέκκριση OH^- και το pH αυξάνεται. Η απέκκριση OH^- κατά την απορρόφηση NO_3^- μπορεί να εξηγηθεί στοιχειομετρικά με βάση τον έλεγχο του pH μέσα στο κύτταρο.

β) Θερμοκρασία. Η απορρόφηση NO_3^- παρεμποδίζεται από χαμηλή θερμοκρασία περισσότερο από ότι η απορρόφηση NH_4^+ . Ο συντελεστής Q_{10}

για τα NO_3^- είναι υψηλότερος από ότι για το NH_4^+ . Η απορρόφηση NH_4^+ είναι μεγαλύτερη από ότι του NO_3^- σε 8°C και έφτασε το μέγιστο σε 25°C . Αντίθετα η απορρόφηση NO_3^- γίνεται μεγαλύτερη απ' ότι του NH_4^+ σε 23°C και αυξάνει ως 35°C .

γ) **Εφοδιασμός υδατανθράκων.** Υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ του εφοδιασμού υδατανθράκων και της απορρόφησης NO_3^- και NH_4^+ . Τα αμμωνιακά ιόντα μόλις απορροφηθούν άμεσα να χρησιμοποιηθούν για σύνθεση οργανικών ενώσεων και αυτό είναι μια ενέργεια ενεργοποίησης, διότι το υψηλό NH_4^+ δρα τοξικά.

3.5. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ NO_3^- ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Στην εποχή μας, η τροφή και το πόσιμο νερό είναι τα βασικότερα αγαθά για την επιβίωση του ανθρώπου, βρίσκονται σε επάρκεια, κυρίως, όμως στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά κοινωνίες.

Η ζήτηση αυτή των τροφών, είχε σαν αποτέλεσμα την εντατικοποίηση των καλλιεργειών που πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή των συνθετικών λιπασμάτων, για μια καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη παραγωγή των καλλιεργειών.

Με την εντατική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων, άρχισαν σιγά – σιγά να εμφανίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις των νιτρικών, τόσο στην υγεία του ανθρώπου, όσο και στο περιβάλλον, κυρίως μετά τα μέσα της δεκαετίας του '60.

Η συγκέντρωση NO_3^- εξαρτάται από το γενότυπο, την περιεκτικότητα του εδάφους σε NO_3^- και τις κλιματικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά.

Μερικά λαχανικά συγκεντρώνουν πολλά NO_3^- στους ιστούς τους. Τα φυτά αυτά δεν έχουν την ικανότητα να ανάγουν τα NO_3^- στη ρίζα ή ανάγουν μικρό μέρος στις ρίζες και μεταφέρουν τα περισσότερα NO_3^- στα φύλλα.

Τα NO_3^- μπορεί να συγκεντρώνονται στα φύλλα όταν η αναγωγή υστερεί σε σχέση με τη μεταφορά NO_3^- στα φύλλα. Υψηλά επίπεδα NO_3^- στα φύλλα μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα και ιδιαίτερα όταν η συσσώρευση αυτών των προϊόντων αυξάνει τα επίπεδα NO_3^- .

Η αναγωγή NO_3^- σε NO_2 και οι δυσμενείς δράσεις αυτής της αναγωγής στον άνθρωπο και τα ζώα είναι υπεύθυνες για αυτό το ενδιαφέρον.

Ανάμεσα στις τροφές που καταναλώνονται από τον άνθρωπο, τα νωπά και τα κονσερβοποιημένα λαχανικά είναι οι κύριες πηγές NO_3^- στον άνθρωπο.

3.6. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ NH_4^+ (ΑΜΜΩΝΙΟΥ)

Οι ρίζες των φυτών που αναπτύσσονται σε διάλυμα με NH_4^+ έχουν μικρή ανάπτυξη και καφέ χρώμα. Προσθήκη CaCO_3 ανατρέπει αυτό το δυσμενές αποτέλεσμα. Επίσης οι ρίζες γίνονται κοντές και χοντρές. Γενικά η τοξικότητα NH_4^+ χαρακτηρίζεται από περιορισμένη αύξηση, μάρανση, περιφερειακή νέκρωση, μεσονεύρια χλώρωση των επάκριων φύλλων και τελικός την καταστροφή του φυτού. Τα συμπτώματα δεν εμφανίζονται όταν μαζί με NH_4^+ έχει προστεθεί CaCO_3 .

3.7. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΑΖΩΤΟΥ

Τα φυτά τομάτας που αναπτύσσονται σε NH_4^+ χωρίς καθόλου NO_3^- περιέχουν μικρότερες συγκεντρώσεις Ca, Mg, K και υψηλότερες συγκεντρώσεις P και S.

Τα φυτά που δέχθηκαν μόνο NH_4^+ είχαν υψηλότερο ολικό N ελεύθερα αμινοξέα, αμίδια και NH_4^+ . Χορήγηση NH_4^+ σε τομάτα κατά την άνθιση οδηγεί στο σύμπτωμα blossom end rot, λόγω ανταγωνισμού από το NH_4^+ της απορρόφησης Ca. Το περιεχόμενο σε οργανικά οξέα ήταν σημαντικά χαμηλότερο σε φυτά που διατράφηκαν με NH_4^+ . Πιστεύεται ότι για τα περισσότερα είδη φυτών η κανονική θρέψη περιλαμβάνει την απορρόφηση υψηλής αναλογίας N στη μορφή NO_3^- . Έτσι η θρέψη με NH_4^+ είναι μια τεχνητή και εξαιρετική περίπτωση, αν και υπάρχουν μερικά φυτά όπως του γένους *Pinus* που προτιμούν αμμωνιακό N και μπορούν να αναπτύσσονται σε εδάφη όπου οι συνθήκες είναι δυσμενείς για νιτροποίηση. Στα είδη που έχουν προσαρμοστεί να αναπτύσσονται κάτω από υψηλό NH_4^+ δεν παρατηρήθηκε τροφopenία Ca και Mg.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

4.1. ΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ

Όταν ο σπόρος δεν τοποθετείται απευθείας στην οριστική του θέση στο θερμοκήπιο, αλλά προορίζεται για την παραγωγή σπορόφυτων που θα μεταφτευτούν, τότε είναι απαραίτητη η στρωμάτωσή του. Η στρωμάτωση του σπόρου γίνεται δια της σποράς του: i) σε αλέες (βραγιές – πρασιές), υπό συνθήκες ψυχρού σπορείου, για την παραγωγή σπορόφυτων που θα μεταφτευθούν γυμνόριζα ή με μπάλα χώματος και ii) σε εδαφικά ή οργανικά μείγματα σε συνθήκες θερμοσπορείου. Στη δεύτερη περίπτωση οι σπόροι τοποθετούνται είτε απευθείας σε ατομικά γλαστράκια ή κύβους όπου τα παραγόμενα σπορόφυτα παραμένουν μέχρι την οριστική τους μεταφύτευση στο θερμοκήπιο είτε τοποθετούνται σε κιβώτια σποράς. Από εκεί, τα παραγόμενα σπορόφυτα μεταφτεύονται σε γλαστράκια, σακουλάκια και κύβους, είτε πολύ νωρίς, όταν δηλαδή αποκτήσουν ριζίδιο μήκους 5 χιλιοστών, χωρίς ακόμα να εκπτυχθούν οι κοτυληδόνες (ουσιαστικά έχουμε προβλάστηση του σπόρου), είτε αργότερα όταν εκπτυχθούν πλήρως σε οριζόντια θέση οι κοτυληδόνες και πριν εκπτυχθεί το πρώτο πραγματικό φύλλο.

Η σπορά του σπόρου στις βραγιές γίνεται στα πεταχτά, ενώ στα κιβώτια σποράς γίνεται στα πεταχτά, ή σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 5 εκ. Η απόσταση των σπόρων επί των γραμμών είναι 0,5 εκ. Στη σπορά στα πεταχτά η διανομή του σπόρου είναι περισσότερο ομοιόμορφη στο χώρο και έτσι γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση του υποστρώματος, αλλά δυσκολεύει τη διαδικασία της μεταφύτευσης ιδιαίτερα όταν η σπορά είναι πυκνή επειδή γίνεται δυσκολότερος ο διαχωρισμός των διαπλεκόμενων ριζών. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο σποράς εκείνο που έχει μεγάλη σημασία είναι το βάθος της σποράς, το οποίο κυμαίνεται από 0,5-1 εκ. Το βάθος αυτό επιτυγχάνεται

ευκολότερα όταν χρησιμοποιούνται σπαρτικές μηχανές. Μετά την κάλυψη του σπόρου ακολουθεί ελαφρά πίεση του υποστρώματος με σανίδα, χαρτόνι ή άλλο υλικό, προκειμένου να επιτευχθεί καλή επαφή του σπόρου και του υποστρώματος. Η στρωμάτωση ολοκληρώνεται με ελαφρό πότισμα με ποτιστήρι. Για την αποφυγή του κινδύνου να παρασυρθεί το επιφανειακό στρώμα του εδαφικού μείγματος από το νερό καλό είναι στο πρώτο πότισμα να καλύπτεται το έδαφος ή το υπόστρωμα με λινάτσα ή εφημερίδα.

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. (Κανάκης Α., 1997)

4.1.1. Ατμοσφαιρικές συνθήκες σπορείου

α) Υγρασία

Το επίπεδο της σχετικής υγρασίας του σπορείου παίζει μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη των σπορόφυτων, αλλά και στην υγιεινή κατάστασή τους. Υπέρκορη ατμόσφαιρα, όπου σταγόνες νερού στάζουν από το υλικό κάλυψης επί των φυτών, ευνοεί την ανάπτυξη και διάδοση των ασθενειών και πρέπει να αποφεύγεται. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η ξηρή ατμόσφαιρα επειδή επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών. Επίπεδο σχετικής υγρασίας μεταξύ 60 και 70% είναι το επιθυμητό και πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια να διατηρείται στο σπορείο.

β) Θερμοκρασία

Μετά τη βλάστηση του σπόρου και τη μεταφύτευση των σπορόφυτων σε γλαστράκια ή σακουλάκια η θερμοκρασία του χώρου του σπορείου πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα:

14-16°C τη διάρκεια της νύχτας και

18-23°C τη διάρκεια της ημέρας.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες (ημέρας και νύχτας) εφαρμόζονται τις νεφοσκεπείς ημέρες και νύχτες, οι δε υψηλές θερμοκρασίες σε ηλιόλουστες ημέρες ή ξάστερες νύχτες.

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των ανθέων. Η πρώτη ανθική καταβολή (πρώτη ταξιανθία) λαμβάνει χώρα μέσα στις 3 πρώτες εβδομάδες μετά την πλήρη έκπτυξη των κοτυληδόνων και συμπίπτει με το χρόνο που το τρίτο πραγματικό φύλλο έχει αποκτήσει μήκος 10 mm (Hurd & Cooper, 1970). Στην περίοδο αυτή και μάλιστα τις 9 πρώτες ημέρες μετά την έκπτυξη των κοτυληδόνων (η πλέον ευαίσθητη χρονική περίοδος), οι συνθήκες περιβάλλοντος όπως η θερμοκρασία, η ένταση και η διάρκεια του παρεχόμενου φωτισμού, η συγκέντρωση του CO₂, η υγρασία και η θρεπτική κατάσταση των σπορόφυτων επηρεάζουν αποφασιστικά τόσο το χρόνο σχηματισμού της πρώτης ταξιανθίας, όσο και το βλαστικό στάδιο (αριθμός φύλλων) κατά το οποίο θα εμφανιστεί η ταξιανθία. Σ' αυτή τη βλαστική περίοδο έχει αποδειχθεί ότι χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (10-13°C), τόσο τη νύχτα, όσο και την ημέρα, ευνοούν το σχηματισμό των ανθέων και σε σύγκριση με επίπεδο θερμοκρασίας 25°C, προωμίζουν την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας κατά 13 ημέρες. (Κανάκη Α., 1997).

γ) Ένταση και διάρκεια φωτισμού

Έχει αποδειχθεί ότι χαμηλής έντασης φωτισμός κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης των σπορόφυτων τομάτας έχει ως αποτέλεσμα των καθυστέρηση της έντασης της ανθοφορίας. Η καθυστέρηση αυτή επιμηκύνεται περισσότερο αν η χαμηλή ένταση φωτισμού συνδυάζεται με υψηλές (25°C) θερμοκρασίες. Ο συνδυασμός αυτός εκτός από την επίδραση επί της ανθοφορίας έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση του αριθμού των φύλλων πριν την πρώτη ταξιανθία. Έτσι, χαμηλός φωτισμός και θερμοκρασία 25°C προσθέτει μέχρι 7 επιπλέον φύλλα σε σύγκριση με χαμηλό φωτισμό και χαμηλή (15°C) θερμοκρασία (Κανάκη Α., 1997).

Φαίνεται ότι ο χρόνος ανοίγματος των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας της τομάτας συσχετίζεται με τη συνολική προσλαμβανόμενη ακτινοβολία. Την περίοδο από Μάιο μέχρι Οκτώβριο η ηλιακή ακτινοβολία φθάνει τα επίπεδα κορεσμού των φυτών τομάτας και έτσι επηρεάζει την ανθοφορία κατά δύο τρόπους και μέσω της έναρξης της ανθοφορίας και μέσω του ρυθμού ανάπτυξης των ανθέων. Κάτω από συνθήκες κορεσμού των φυτών με ηλιακή ενέργεια, η περίοδος μεταξύ της πλήρους και οριζόντιας έκπτυξης των κοτυληδόνων και του ανοίγματος των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας είναι 40 περίπου ημέρες. Στις νότιες περιοχές της χώρας μας, πολλές φορές τη χειμερινή περίοδο ο συνδυασμός επαρκούς ηλιοφάνειας με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (15-18°C) ικανοποιεί τις ανάγκες των σπορόφυτων της τομάτας, έτσι που και το άνοιγμα των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας να συντελείται γρήγορα και ο αριθμός των φύλλων πριν την πρώτη ταξιανθία να είναι μικρότερος από 8. Στα θερμοκήπια της βόρειας Ελλάδας, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των σπορόφυτων, το χειμώνα είναι αναγκαία η συμπληρωματική παροχή τεχνητού φωτισμού, έντασης μεταξύ 5.000-10.000 lux, διάρκειας 3-4 εβδομάδων.

δ) Εμπλουτισμός του σπορείου με CO₂

Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα του σπορείου είναι από τους παράγοντες που επηρεάζουν, μέσω της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φύλλων, καθοριστικά το ρυθμό ανάπτυξης των σπορόφυτων τομάτας. Είναι πλέον απόλυτα τεκμηριωμένο ότι ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του σπορείου με CO₂ στα επίπεδα 1.000-1.200 ppm έχει ως αποτέλεσμα:

- την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών μέχρι και 50%.
- την προώθηση της άνθισης και της καρποφορίας κατά 7-10 ημέρες.
- την ενίσχυση της ανάπτυξης των ριζών, γεγονός που συμβάλλει στην ευκολότερη μετεγκατάσταση των φυτών στην οριστική τους θέση στο θερμοκήπιο (Κανάκη Α., 1997).

Τα ευεργετικά αποτελέσματα των υψηλών συγκεντρώσεων CO₂ εκδηλώνονται σε ένα μεγάλο εύρος έντασης φυσικού ή τεχνητού φωτισμού και ως εκ τούτου εμπλουτισμός του θερμοσπορείου με CO₂ την περίοδο των μικρών και νεφосκεπών ημερών του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη μπορεί να υποκαταστήσει τη χαμηλή ένταση φωτισμού. Συνδυασμός εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας με CO₂ και παροχής συμπληρωματικού τεχνητού φωτισμού εξασφαλίζει μέγιστο κέρδος στα φυτά των πρώιμων καλλιεργειών της άνοιξης. Στα νεαρά φυτά τομάτας το άριστο επίπεδο CO₂, για την ικανοποίηση των φωτοσυνθετικών τους αναγκών, είναι αρκετά υψηλότερο απ' ό τι στα γηρασμένα φυτά και ως εκ τούτου αυτά ανταποκρίνονται καλύτερα στις παρεχόμενες υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στα θερμοσπορεία. Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας σε CO₂ πρέπει να παρέχεται συνεχώς στα νεαρά σπορόφυτα τομάτας, από τη στιγμή της μεταφύτευσής τους στα ατομικά γλαστράκια μέχρι και την ημέρα μεταφοράς τους στην οριστική θέση στα θερμοκήπια. Εκτός από τη σχέση CO₂ και φωτισμού, συσχετισμός υπάρχει και ανάμεσα στο CO₂ και τη θερμοκρασία. Έχει αποδειχθεί ότι ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας με CO₂ επιδρά περισσότερο θετικά στην ανάπτυξη των φυτών σε καθεστώς υψηλότερων θερμοκρασιών.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες ο εμπλουτισμός των θερμοσπορείων με CO₂ είναι περισσότερο αναγκαίος, επειδή σε τέτοιες συνθήκες λείπει το CO₂ που παράγεται στο έδαφος από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης.

Με την παροχή του αερίου CO₂ στο θερμοσπορείο πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα και μικρός ανεμιστήρας για την καλύτερη διασπορά του CO₂ στο χώρο (Ολύμπιος, 1994).

4.1.2. Φροντίδα των φυτών στο σπορείο

Κατά την παραμονή των σπορόφυτων στο σπορείο πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την καλύτερη εκμετάλλευση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας, έτσι που σε συνδυασμό με τις κατάλληλες θερμοκρασίες αέρα και υποστρώματος να μετουσιωθούν σε παραγωγή πρώιμων και μεγάλου αριθμού ανθέων στην πρώτη ταξιανθία. Ταυτόχρονα πρέπει να παρέχονται στα φυτά συνθήκες υγρασίας του υποστρώματος και της ατμόσφαιρας παρόμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν αμέσως προηγουμένως (κεφ. 4,5 και 4,6).

Κανόνα για μια καλή ανάπτυξη των σπορόφυτων συνιστά το γεγονός ότι ποτέ δεν πρέπει το ύψος τους να είναι μεγαλύτερο από το πλάτος τους. Αυτό προϋποθέτει ότι η αραιώση των φυτών είναι μία από τις κύριες φροντίδες του παραγωγού, ότι τα φυτά δεν θα στερηθούν τα θρεπτικά στοιχεία τους και ότι ο έλεγχος της ανάπτυξης γίνεται μόνο με την αυξομείωση των ποσοτήτων του νερού άρδευσης. Η παροχή τέτοιων συνθηκών έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φυτών με μεγάλες και καλοσχηματισμένες κοτυληδόνες, ισχυρά και χονδρά στελέχη και βαθυπράσινα και καλοσχηματισμένα φύλλα, των οποίων η μεταξύ τους απόσταση επί του βλαστού είναι μικρή. Η αραιώση των φυτών γίνεται κάθε φορά που τα φύλλα του ενός προσεγγίζουν τα φύλλα του άλλου. Η εργασία αυτή καθίσταται περισσότερο αναγκαία δύο ή τρεις εβδομάδες πριν τη μεταφύτευσή τους στο θερμοκήπιο. Σ' όλη τη διάρκεια παραμονής των φυτών στο σπορείο καταβάλλονται προσπάθειες, ώστε αυτά να προστατευθούν από προσβολές από ασθένειες ή εχθρούς. Συνεπώς είναι απαραίτητη η χρήση φυτοφαρμάκων ή βιολογικής προστασίας των φυταρίων ή συνδυασμός των δύο μεθόδων. (Κανάκης Α., 1997).

4.2. ΕΛΑΦΟΣ

Η τομάτα ευδοκίμει σε ποικιλία εδαφών, αλλά αποδίδει καλύτερα σε μέτριας σύστασης, βαθιά, στραγγερά, μεγάλης υδατοχωρητικότητας και πλούσια σε οργανική ύλη εδάφη. Τέτοια εδάφη είναι κυρίως τα αμμοπηλώδη και τα αμμοαργιλώδη. Τα αμμώδη και τα ελαφρώς κροκκαλώδη εδάφη είναι φτωχά, έχουν χαμηλή υδατοχωρητικότητα και μικρή ανταλλακτική ικανότητα και ως εκ τούτου η αναμενόμενη στρεμματική απόδοση είναι μικρή.

4.2.1. Κατεργασία – Απολύμανση εδάφους

Σε θερμοκηπιακές κατασκευές, όπου είναι δύσκολη η κατεργασία με ελκυστήρες, χρησιμοποιούνται άροτρα που σύρονται από άλογα. Σ' αυτή την περίπτωση το βάθος άροσης δεν ξεπερνά τα 20 εκατοστά. Έτσι ή αλλιώς η τελική επεξεργασία διενεργείται με περιστρεφόμενο σκαπτικό μηχάνημα (φρέζα), οπότε γίνεται και η ενσωμάτωση των αζωτούχων και καλιούχων λιπασμάτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που το χωράφι βρίθεται από πολυετή ζιζάνια, τα οποία πολλαπλασιάζονται με ριζώματα και υπόγειους βλαστούς, το φρεζάρισμα όχι μόνο δε συμβάλλει στον έλεγχό τους, αλλά μάλλον ευνοεί το γρηγορότερο πολλαπλασιασμό τους και την ταχύτερη διασπορά τους στο χωράφι.

Προκειμένου να αποδώσουν τα αναμενόμενα, οι επεμβάσεις για την κατεργασία του εδάφους πρέπει να γίνονται όταν αυτό βρίσκεται στο ρώγο του.

Συνήθως το φρεζάρισμα ακολουθεί απολύμανση του εδάφους. Αυτή επιτυγχάνεται με υδρατμό (μέθοδος που χρησιμοποιείται στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής), με βρωμιούχο μεθύλιο (τελευταία έχει απαγορευτεί η χρήση του στις χώρες της Ε.Ε.), ή με άλλα καπνογόνα φάρμακα (π.χ. βαττάμ, χλωροπικρίνη, vortex κ.τ.λ.). Για καλλιέργειες του φθινοπώρου, απολύμανση του εδάφους σε ικανοποιητικό

βαθμό μπορεί να επιτευχθεί με την ηλιακή ακτινοβολία, εάν το έδαφος καλυφθεί με φύλλο πολυαιθυλενίου τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο (Vizantinopoulos & Katranis, 1993). Η τεχνική της απολύμανσης, που στοχεύει στην καταστροφή των παθογόνων οργανισμών του εδάφους (μύκητες, βακτήρια, νηματώδεις και έντομα), ζιζάνια και σπόρους ζιζανίων και ιούς των υπολειμμάτων των καλλιεργειών, ανεξάρτητα από τη μέθοδο επιλογής, δικαιολογεί σε μεγάλο βαθμό την εφαρμογή του φρεζαρίσματος, η οποία σε μια συμβατική αντιμετώπιση των ζιζανίων θα ήταν προτιμότερο να αποφεύγεται.

4.2.2. Βασική λίπανση

Κατά τον Ολύμπιο (1994), η βασική λίπανση πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία εδάφους που να διαθέτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά πριν από τη μεταφύτευση:

1. Υψηλά επίπεδα οργανικής ύλης.
2. Ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου που να ικανοποιεί τις ανάγκες των φυτών όλη την καλλιεργητική περίοδο.
3. Αρκετά αποθέματα καλίου, έτσι που να διασφαλίζεται η καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, να ενθαρρύνεται η ταχεία ανάπτυξη των καρπών και να επιτυγχάνεται ανασχεση της ζωνής βλάστησης των φυτών.
4. Αρκετό άζωτο ώστε να διασφαλίζεται η αρχική ανάπτυξη των σπορόφυτων, χωρίς να προκαλεί ζωνή βλάστηση στα φυτά.
5. Αντίδραση του εδάφους σε τιμές pH κυμαινόμενες μεταξύ 6 και 6,5 (στα ασβεστώδη εδάφη αυτό είναι δύσκολο αν όχι αδύνατο να επιτευχθεί).

Οι ποσότητες των λιπασμάτων, που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη βασική λίπανση, καθορίζονται με μεγαλύτερη προσέγγιση μετά από ανάλυση

του εδάφους του θερμοκηπίου και έχοντας υπόψη τις ανάγκες της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι μια παραγωγή τομάτας 20 τόνων το στρέμμα αφαιρεί από το έδαφος 16 kg

N, 12 kg P₂O₅, 36 kg K₂O, 17 ασβεστίου και 4,5 kg μαγνησίου (Γραφιαδέλλης, 1980). Η συμπλήρωση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος γίνεται όχι μόνο με χημικά λιπάσματα, αλλά και με άλλες μορφές λιπασμάτων (π.χ. κοπριά, γλωρή λίπανση, πυρηνόξυλο, άλλα υπολείμματα καλλιεργειών κ.τ.λ.).

4.3. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Ουσιαστικά υπάρχουν δύο περίοδοι φύτευσης της τομάτας στα θερμοκήπια, χωρίς βεβαίως να αποκλείονται φυτεύσεις και σε άλλες χρονικές περιόδους, ως εξαίρεση του κανόνα.

1. Φθινοπωρινή καλλιέργεια

Μεταφύτευση στο θερμοκήπιο: μέσα Σεπτεμβρίου – μέσα Νοεμβρίου.

Συγκομιδή: από μέσα Δεκεμβρίου – μέσα Φεβρουαρίου έως τέλος Ιουνίου.

Διάρκεια συγκομιδής: 4,5-6,5 μήνες.

2. Πρώιμη καλλιέργεια άνοιξης

Μεταφύτευση στο θερμοκήπιο: μέσα Ιανουαρίου – μέσα Φεβρουαρίου.

Συγκομιδή: από τέλος Μαρτίου – αρχές Απριλίου μέχρι τέλος Ιουνίου.

Διάρκεια συγκομιδής: 3-3,5 μήνες.

Το πρώτο πρόγραμμα καλλιέργειας απασχολεί το θερμοκήπιο σχεδόν 9 μήνες μόνο με τομάτα και προσαρμόζεται στις περιοχές με τους πλέον ήπιους χειμώνες ή σε παραγωγούς που είναι αποφασισμένοι να ξοδεύουν αρκετά χρήματα για θέρμανση κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Το δεύτερο πρόγραμμα ακολουθείται από παραγωγούς της Πελοποννήσου και άλλων περιοχών της ηπειρωτικής Ελλάδας. Με αυτό

παρέχεται στα φυτά κυρίως αντιπαγετική προστασία ή ελάχιστη θέρμανση που να εξασφαλίζει τα κατώτερα επίπεδα θερμοκρασίας για την επίτευξη μικρών μόνο ρυθμών ανάπτυξης των φυτών. Έτσι δεν παρέχονται συνθήκες θερμοκρασίας που να ευνοούν την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα και τη φυσική γονιμοποίηση των ανθέων τις ψυχρές ημέρες. (Κανάκης Α., 1997).

4.4. ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Τα φυτά την ημέρα της μεταφύτευσης πρέπει να είναι απαλλαγμένα ασθενειών και εχθρών, καλά αναπτυγμένα και με πλούσιο ριζικό σύστημα. Το μέγεθος των φυτών εξαρτάται από τις επιμέρους διευκολύνσεις και στους στόχους της εκμετάλλευσης. Για παράδειγμα, αν το θερμοκήπιο δε θερμαίνεται και παρέχει μόνο αντιπαγετική προστασία, τότε λογικό είναι να καθυστερήσει η μεταφύτευση και συνεπώς το μέγεθος των φυτών θα είναι μεγαλύτερο. Ανεξάρτητα από το όλο μέγεθος και την ηλικία, τα θεωρούνται καλής κατάστασης όταν το πλάτος του φυλλώματος είναι ίσο ή μεγαλύτερο του ύψους τους.

Η μεταφύτευση διενεργείται όταν τα άνθη της πρώτης ταξιανθίας είναι αρκετά εμφανή αλλά κλειστά, πρόκειται δε να ανοίξουν σε 10 περίπου ημέρες (Κανάκης Α., 1997). Ο χρόνος μεταφύτευσης μπορεί να προσδιοριστεί και από τον αριθμό των φύλλων, που σημαίνει ότι τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση όταν αποκτήσουν 6-8 πραγματικά φύλλα, σκούρου πράσινου χρώματος και σε πυκνή διάταξη επί του βλαστού. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται καθυστέρηση στη μεταφύτευση των φυτών πέραν των ανωτέρω σταδίων, ιδιαίτερα δεν πρέπει να επιτραπεί στα φυτά να ανθίσουν στο σπορείο, γιατί τότε, χάρη στο μεταφυτευτικό σοκ, το μεγαλύτερο μέρος των ανθέων θα «πέσει» (ανθόρροια) και έτσι η πρώιμη παραγωγή καρπών θα είναι μειωμένη, με συνέπεια την οικονομική ζημιά της επιχείρησης.

Για την εγκατάσταση των φυτών τομάτας στο θερμοκήπιο, στις θέσεις φύτευσης ανοίγονται μικροί λάκκοι διαμέτρου 15 εκ. και βάθους 15 εκ.

περίπου, όπου τοποθετούνται οι «μπάλες χώματος» με το ριζικό σύστημα των φυτών, μετά την απομάκρυνσή τους από τα γλαστράκια ή τα σακουλάκια.

Προκειμένου να διατηρηθεί ανέπαφη η μπάλα χώματος και το ριζικό σύστημα να μην υποστεί ζημιά από πιθανή αποσάθρωση του υποστρώματος, πρέπει να ποτιστούν τα φυτά με άφθονο νερό την προηγούμενη ημέρα ή μερικές ώρες πριν τη μεταφύτευση.

Οι τρόποι φύτευσης των φυτών τομάτας στο θερμοκήπιο είναι:

1. Επί επιπέδου εδάφους.
2. Επί αναχώματος ύψους 10-15 εκ., το οποίο γίνεται είτε ως απλό «σαμάρι» κατά μήκος της γραμμής φύτευσης, είτε ως «παρτέρι» που καλύπτει τη μεταξύ των διπλών γραμμών λωρίδα εδάφους.
3. Εντός αυλακιού, βάθους το πολύ 10 εκ. κατά μήκος των γραμμών φύτευσης.

Αμέσως μετά τη μεταφύτευση και την εγκατάσταση των φυτών στις οριστικές θέσεις γίνεται ελαφρό πότισμα, ώστε να επέλθει συγκόλληση της μπάλας χώματος με το έδαφος του θερμοκηπίου. Μάλιστα, για να διευκολυνθεί η γρήγορη ανάπτυξη νέων ριζών από τα φυτά, συνιστάται το νερό του πρώτου ποτίσματος να περιέχει διαλυμένες υψηλές ποσότητες φωσφόρου και καλίου. Το διάλυμα αυτό καλείται «διάλυμα αφύπνισης» και προκύπτει αν σε 100 λίτρα νερού διαλυθούν 300 γρ. νιτρικού καλίου (KNO_3) και 500 γρ. τριπλού υπερφωσφορικού (0-48-0). Από το διάλυμα αυτό προστίθενται 0,5 έως 0,6 λίτρα ανά φυτό (Ολύμπιος, 1994).

4.5. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

α) Θερμοκρασία

Το καθεστώς της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο είναι στενά συνδεδεμένο με την ένταση και τη διάρκεια του φωτισμού, που και αυτά συνδέονται με την εποχή του έτους και τη διάρκεια της ημέρας και συνεπώς οι

συνιστώμενες θερμοκρασίες διαφέρουν ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας σε ένα τόπο (πίνακας).

**Συνιστώμενα καθεστώτα θερμοκρασίας στα θερμοκήπια της Ελλάδας,
ανάλογα με την εποχή (Ολύμπιος, 1994)**

Κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο, όταν η ένταση και η διάρκεια του ηλιακού φωτισμού είναι μειωμένες:		
	Θερμοκρασία	
τις ηλιόλουστες ημέρες	22,5°C	16,5°C
τις νεφοσκεπείς ημέρες	19,5°C	14,0°C
Κατά τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, όταν υπάρχει έντονη και αυξημένη ηλιοφάνεια:		
	Θερμοκρασία	
τις ηλιόλουστες ημέρες	26,5°C	19,5°C
τις νεφοσκεπείς ημέρες	21,0°C	15,5°C

Οι ανωτέρω συνιστώμενες θερμοκρασίες έχουν σχέση με το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου σε συνάρτηση με την ηλιοφάνεια, αλλά δε σχετίζονται με το βλαστικό στάδιο της τομάτας.

β) Αντιπαγετική προστασία

Σε περίπτωση που προβλέπεται ελαφρύς παγετός (-1° έως -3°C) και η διάρκειά του μικρή, τότε τα φυτά τομάτας στο θερμοκήπιο μπορούν να προστατευθούν και χωρίς την παροχή θερμότητας με τους ακόλουθους τρόπους:

1. Αφήνετε μικρό άνοιγμα των παραθύρων όλη τη νύχτα, το οποίο αυξάνεται σταδιακά αμέσως μετά το χάραμα ή εφόσον υπάρχουν

ανεμιστήρες στο θερμοκήπιο, αυτοί τίθενται σε λειτουργία σταδιακά αμέσως μετά το χάραμα.

2. Ψεκάζεται ελαφρά η καλλιέργεια με νερό, λίγο πριν τεθούν σε λειτουργία οι ανεμιστήρες.
3. Διατηρείται η ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου υγρή, για 2-3 ώρες, με επανάληψη των ελαφρών ψεκασμών, εφόσον αυτό είναι απαραίτητο.

Στα σύγχρονα θερμοκήπια, η προστασία των φυτών τομάτας, όχι μόνο από μικρής αλλά και από μεγάλης έντασης και σχετικά μεγαλύτερης διάρκειας παγετούς, μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση της θερμοκουρτίνας, χωρίς δηλαδή τη χρήση οποιουδήποτε μηχανισμού θέρμανσης. (Κανάκης Α., 1997).

γ) Θερμοκρασία εδάφους

Σε χαμηλή θερμοκρασία εδάφους (8°C), μολονότι παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση νιτρικών ιόντων (NO_3^-) και καλίου (K^+) στους ιστούς της ρίζας, η ανάπτυξη του βλαστού είναι ελάχιστη. Αυτό συμβαίνει επειδή, στις χαμηλές θερμοκρασίες, παρατηρείται δυσκολία στη μεταφορά των ανωτέρω ιόντων από τη ρίζα στα φύλλα, ιδιαίτερα αν όλο το άζωτο παρέχεται με τη νιτρική του μορφή. Αναφορικά με το φώσφορο, υπάρχει δυσκολία απορρόφησής του σε χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους ($10-13^{\circ}\text{C}$), ενώ αυξανόμενης της θερμοκρασίας του εδάφους αυξάνεται και ο ρυθμός απορρόφησης του φωσφόρου μέχρι και τους 21°C . Σε καθεστώς θερμοκρασίας εδάφους 13°C η ολική απορρόφηση του καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου μειώνεται δραστικά (Κανάκης Α., 1997).

δ) Σχετική υγρασία

Υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας (95%) της ατμόσφαιρας ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών τομάτας και το φαινόμενο ερμηνεύεται από το γεγονός ότι βελτιώνεται η αφομοίωση του CO_2 μέσω των στομάτων, τα οποία παραμένουν περισσότερο ανοιχτά σε συνθήκες υψηλής υγρασίας.

Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι τα υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας δεν επηρεάζουν άμεσα το ύψος της παραγωγής, αλλά αυξάνουν την ευαισθησία των φυτών στις ασθένειες, όπως π.χ. το βοτρυτή, και συνεπώς επιδρούν επί της ποιότητας των παραγόμενων καρπών. Το χειμώνα, υψηλή σχετική υγρασία πιθανόν να ευνοεί την πρωίμηση της παραγωγής και συνεπώς δεν είναι απαραίτητος ο εξαερισμός των θερμοκηπίων. Το καλοκαίρι, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών πολλές φορές μειώνεται αρκετά η σχετική υγρασία του αέρα και είναι αναγκαία η επέμβαση του παραγωγού, ώστε με ψεκασμό ή καταιονισμό καθαρού νερού να αυξήσει το επίπεδο της υγρασίας και ταυτόχρονα να μειώσει τις υψηλές θερμοκρασίες του θερμοκηπίου σε επίπεδα τέτοια που να ευνοούν την επικονίαση των ανθέων (Κανάκης Α., 1997).

ε) Εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Έχει διαπιστωθεί ότι τα πλέον θεαματικά αποτελέσματα προκύπτουν όταν η συγκέντρωση CO₂ στα θερμοκήπια ανέρχεται στα 1.000 – 1.200 ppm (μέρη στο εκατομμύριο), όπου παρατηρούνται αυξήσεις στην παραγωγή από 10-70%. Αυτό βέβαια μπορεί να συμβεί αν ταυτόχρονα και οι άλλοι συντελεστές της παραγωγής (π.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία, θρεπτικά στοιχεία) βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Οι εντυπωσιακές αυξήσεις στην απόδοση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών μπορούν να συγκριθούν με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση των χημικών λιπασμάτων στη γεωργία. Σήμερα σ' όλες τις προηγμένες χώρες ο εμπλουτισμός των θερμοκηπίων με CO₂ (ανθρακολίπανση) αποτελεί εργασία ρουτίνας, χάρη στα οφθαλμοφανή οφέλη που προκύπτουν από αυτόν. Στην Ελλάδα ακόμη συνιστά απόμακρη, άγνωστη στους καλλιεργητές και δύσκολα εφαρμοζόμενη τεχνική.

4.6. ΑΛΛΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Λίγες ημέρες μετά τη φύτευση είναι ανάγκη να γίνει συμπλήρωση των κενών θέσεων που δημιουργήθηκαν από αποτυχίες οφειλόμενες σε διάφορα αίτια. Αμέσως θα ακολουθήσει πότισμα των νεοφυτευμένων φυτών, το οποίο θα επαναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας με συχνότητα που θα εξαρτηθεί από την κατάσταση του εδάφους και την εποχή και το στάδιο ανάπτυξης της τομάτας. 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 ορισμένων ποικιλιών ιδιαίτερων ευαίσθητων στη σήψη της κορυφής του καρπού, που ευνοείται σε εδάφη μη διατηρούντα συνεχή κανονική υγρασία. Οποσδήποτε, η συχνότητα των ποτισμάτων μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 7 την εβδομάδα, αναλόγως των συνθηκών, έτσι ώστε να διατηρείται πάντοτε στο έδαφος ένα καλό επίπεδο υγρασίας.

Το πότισμα γίνεται με αυλάκια ή με σταγόνες κ.τ.λ., πάντως αποφεύγονται τρόποι ποτίσματος που βρέχουν το φύλλωμα των φυτών και προκαλούν την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών. Ως προς την ποιότητα του νερού, αναφέρεται ότι η τομάτα αντέχει σε νερό αρκετά υποβαθμισμένης ποιότητας από άποψη περιεκτικότητας σε άλατα.

Από τα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών είναι αναγκαία κάποια ελαφρά σκαλίσματα για τον αερισμό του εδάφους και κυρίως για την καταστροφή των ζιζανίων, η αντιμετώπιση των οποίων γίνεται επίσης με βοτανίσματα και φρεζαρίσματα, αλλά και με τη χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων, όπως ακριβώς σημειώθηκε και στη μελιτζάνα.

Όταν τα φυτά στις υπαίθριες καλλιέργειες έχουν αναλάβει από τη μεταφύτευση και έχουν ήδη αρκετά αναπτυχθεί, γίνεται συνήθως ένα παράχωμα των φυτών, το οποίο στην περίπτωση των ξηρικών καλλιεργειών (Θήρα, Κως κ.τ.λ.) είναι απαραίτητο αφού με αυτό και με τα σκαλίσματα επιδιώκεται η συγκράτηση της υγρασίας του εδάφους.

4.7. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ

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 με έναρξη 20 περίπου ημέρες μετά τη φύτευση. Επίσης είναι κάποτε σκόπιμο (στα ελαφρά εδάφη) να προστίθεται ένα μέρος του καλιούχου λιπάσματος κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών με επιφανειακή λίπανση.

Πέρα από τις λιπάνσεις που αναφέρθηκαν, συνιστάται να γίνονται στην καλλιέργεια της τομάτας – όπως εξάλλου και στο σπορείο – διαφυλλικές λιπάνσεις με υγρά ετοιμόχρηστα ή άλλα λιπάσματα που περιέχουν μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Συμπτώματα έλλειψης κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου παρατηρούνται πολλάκις στην τομάτα, γι' αυτό καλό είναι να γνωρίζει κανείς τις ανάγκες του χρησιμοποιούμενου εδάφους και να επιχειρεί εφοδιασμό του με τα στοιχεία αυτά πριν ακόμα από τη φύτευση κατά τη βασική λίπανση.

Η άμυνα κατά των ασθενειών και των ζωικών παρασίτων αρχίζει στις υπό κάλυψη καλλιέργειες από την προ της φύτευσης εποχή με την απολύμανση του εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο ή με άλλους τρόπους. Η τεχνική γενικώς της καλλιέργειας που αναφέρεται στην αποφυγή υπερβολικής υγρασίας, στον αερισμό των θερμοκηπίων, στην απολύμανση του σπόρου, στην εφαρμογή ψεκασμών κ.τ.λ., καθώς και στη χρησιμοποίηση ποικιλιών ανθεκτικών σε ορισμένες ασθένειες ή ποικιλίες εμβολιασμένων σε ανθεκτικά υποκείμενα, είναι ένα σύνολο φροντίδων απαραίτητων για την προστασία και επομένως για την επιτυχία ανάπτυξης και καρποφορίας των φυτών. (Κανάκης Α., 1997)

4.8. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ – ΖΩΙΚΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ

Όπως αναφέρει στο βιβλίο του ο κ. Δημητράκης Κ. 1998 ζημιές στις καλλιέργειες της τομάτας προξενούν οι **μολυσματικές ασθένειες**, από τις οποίες οι πιο συνήθεις είναι οι εξής:

Περονόσπορος: Οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος προκαλεί επί των φύλλων και των βλαστών το σχηματισμό κηλίδων μεγεθυνόμενων. Της προσβολής δεν διαφεύγουν επίσης οι καρποί με αποτέλεσμα τη σήψη τους. Η διάδοση της ασθένειας ευνοείται υπό συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας 18 – 25°C. Υπό τέτοιες συνθήκες συνιστώνται ψεκασμοί με κατάλληλα μυκητοκτόνα.

Αλτερναρίαση: Προκαλείται από το μύκητα *Alternaria solani* και εκδηλώνεται στα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς συνήθως κατά το θέρος. Επί των φύλλων εμφανίζονται κηλίδες με ομόκεντρους δακτύλιους σκοτεινού χρώματος, κυκλικές ή ακανόνιστου σχήματος. Παρόμοιες κηλίδες σχηματίζονται και στους καρπούς, των οποίων προκαλείται η σήψη. Συνιστώνται ψεκασμοί με κατάλληλα (χαλκούχα κ.λ.π.) φάρμακα.

Σεπτορίαση: Αιτία της ασθένειας είναι ο μύκητας *Septoria lycopersici*, ο οποίος προκαλεί επί των φύλλων το σχηματισμό μικρών, κυκλικών και συνήθως πολυάριθμων κηλίδων. Η ασθένεια παρατηρείται κατά τις θερμές περιόδους.

Κλαδοσπορίωση: Προκαλείται από το μύκητα *Cladosporium fulvum*. Η ασθένεια εκδηλώνεται με κηλίδες σκοτεινού χρώματος επί των φύλλων και μπορεί να προκαλέσει σοβαρή αποφύλλωση των φυτών. Πολλάκις συγγέεται με τον περονόσπορο και αντιμετωπίζεται όπως εκείνος.

Ωίδιο: Ο μύκητας στον οποίο οφείλεται η ασθένεια, ο *Erysiphe polygoni*, προσβάλλει τα φύλλα και τους βλαστούς επί των οποίων σχηματίζει υπόλευκο επίχρισμα. Καταπολεμείται με θειώσεις ή με ψεκασμούς ωιδιοκτόνων φαρμάκων.

Τραχειομύκωση: Ασθένεια προκαλούμενη από μύκητες *Fusarium* και *Verticillium*. Τα προσβαλλόμενα φυτά μαραίνονται και ξηραίνονται γρήγορα γιατί τα παθογόνα φράσσουν τα αγγεία του ξύλου. Χαρακτηριστικές της ασθένειας είναι οι καφέ γραμμές του ξύλου που διακρίνονται σε πλάγια τομή του κορμού κοντά στο έδαφος. Οι ζημιές από τις τραχειομυκώσεις ή αδρομυκώσεις μπορούν να περιοριστούν με την εφαρμογή κατάλληλης, πολυετούς αμειψισποράς και τη χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών ή φυτών εμβολιασμένων σε ανθεκτικά υποκείμενα (KVFN κ.λ.π.). Επίσης συνίσταται η χρησιμοποίηση ειδικών φαρμάκων με ριζοποτίσματα.

Σκληρωτινίαση: Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές προσβάλλοντας τα φυτά κυρίως στο λαιμό. Καταπολεμείται με απολύμανση του εδάφους και χρησιμοποίηση των κατάλληλων φαρμάκων.

Τήξη των σπορείων: Μερικοί μύκητες (*Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani* κ.α.) προσβάλλουν τα φυτά κυρίως στα σπορεία προκαλώντας την καταστροφή τους. Η ασθένεια προλαμβάνεται με την απολύμανση του εδάφους πριν από τη σπορά, την αποφυγή υπερβολικής υγρασίας στο έδαφος και την εφαρμογή κατάλληλων φαρμάκων.

Βοτρύτης: (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει τα στελέχη κυρίως αλλά και τα άνθη και τους καρπούς της τομάτας προκαλώντας τη σήψη τους. Ευνοείται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των 18°C). Αντιμετωπίζεται με χρησιμοποίηση των κατάλληλων φαρμάκων.

Βακτηριώσεις: Μερικά βακτήρια όπως το *Corynebacterium michiganense* και *Xanthomonas vesicatoria* προκαλούν μεταχρωματισμούς και κηλιδώσεις των καρπών. Προσβάλλουν επίσης τα φύλλα και τους βλαστούς επί των οποίων προκαλούν το σχηματισμό ελκών και καρκινωμάτων. Συνίσταται η απολύμανση των σπόρων και ψεκασμοί με χαλκούχα ή ειδικά βακτηριοκτόνα φάρμακα.

Ιώσεις: Οι ιοί προκαλούν αλλοιώσεις διαφόρου μορφής και σοβαρότητας αναλόγως του είδους των, της πρωιμότητας προσβολής, της καλλιεργούμενης ποικιλίας και των συνθηκών ανάπτυξης του φυτού. Εκδηλώνονται οι ιώσεις σαν μωσαϊκό στα φύλλα, καρούλιασμα και νεκρώσεις των φύλλων, ως νανισμός των φυτών κ.λ.π. με τελικό αποτέλεσμα μια μειωμένη απόδοση. Πρόκειται για ασθένειες μεταδιδόμενες είτε με τα χέρια κατά την εκτέλεση διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών είτε με μερικά έντομα και κυρίως τις αφίδες είτε με το σπόρο. Σε μεγάλο βαθμό μολύνουν τα φυτά οι καπνιστές με τα χέρια τους. Τα συνιστώμενα μέτρα πρόληψης είναι κυρίως η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, η καταπολέμηση των αφίδων, η έγκαιρη εκρίζωση και καύση των προσβεβλημένων φυτών και η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών. Τα υβρίδια που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι στην πλειονότητά τους ανθεκτικά στον ιό του μωσαϊκού του καπνού.

Τα σπουδαιότερα ζωικά παράσιτα που συνήθως προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες τομάτας είναι:

Έντομα εδάφους: (*Gryllotalpa Agrotis*, *Melolontha*, *Agriotes*) τα οποία ζουν σε βάρος του υπόγειου τμήματος των φυτών, προκαλούν δε πολλάκις σοβαρές ζημιές κόβοντας τα φυτά στο σπορείο ή στον αγρό. Καταπολεμούνται με δηλητηριασμένα δολώματα ή με διασπορά και κάλυψη στο έδαφος πριν από τη φύτευση (ή τη σπορά) των κατάλληλων φαρμάκων.

Αφίδες: (*Aphis sp*). Μυζούν τους χυμούς των φυτών και μεταφέρουν τους ιούς από τα ασθενή στα υγιή φυτά. Καταπολεμούνται εύκολα με χρησιμοποίηση κατάλληλων φαρμάκων.

Αλευρώδης: (*Trialeurodes vaporariorum*). Είναι μικρό ημίπτερο μυζητικό, το οποίο γίνεται αντιληπτό όπως είναι λευκό και πετά όταν ταραξουμε το φύλλωμα των φυτών. Εναντίον του χρησιμοποιούνται ορισμένα

εντομοκτόνα, αλλά συνίσταται ιδιαίτερα η βιολογική καταπολέμησή του.

Heliothis armigera: Η κάμπη του λεπιδόπτερου αυτού τρέφεται από τους καρπούς της τομάτας ανοίγοντας μέσα σ' αυτούς στοές. Αντιμετωπίζεται με κατάλληλα εντομοκτόνα.

Τετράνυχος: (*Tetranychus telarius* και *urticae*). Το άκαρι αυτό ζει και μυζά τους χυμούς των φύλλων εγκαθιστάμενο στην κάτω επιφάνειά τους. Αναπτύσσεται κυρίως κατά τη θερμή και ξηρή εποχή και μπορεί να προκαλέσει σοβαρότατες ζημιές στην καλλιέργεια. Καταπολεμείται με ακαρεοκτόνα φάρμακα. Επίσης εφαρμόζεται και βιολογική καταπολέμηση.

Νηματώδεις: (*Heterodera sp.*). Μικροσκοπικοί σκώληκες οι οποίοι προσβάλλουν τις ρίζες προκαλώντας το σχηματισμό φυματίων – κονδυλωμάτων και την καταστροφή τους. Συνίσταται η εφαρμογή αμειψισποράς (στο υπαίθρο) με σιτηρά, η απολύμανση του εδάφους των θερμοκηπίων με βρωμιούχο μεθύλιο ή εφαρμογή νηματωδοκτόνων σε υπαίθριους αγρούς, επίσης δε η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών ή η χρησιμοποίηση φυτών εμβολιασμένων σε ανθεκτικά υποκείμενα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθεί η βιβλιογραφία σχετικά με την αζωτούχο λίπανση της καλλιέργειας τομάτας σε συνθήκες θερμοκηπίου. Επίσης να διερευνηθεί με τον πειραματισμό σε δοχεία ανάπτυξης φυτών η επίδραση διαφόρων επιπέδων αζώτου στην ανάπτυξη του φυτού, στη συσσώρευση ξηρής ουσίας, απόδοση και στην περιεκτικότητα του N, στο φυτό.

Για τη μελέτη της επίδρασης της λίπανσης με διάφορα επίπεδα αζώτου πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα: Το πρώτο τον Ιούλιο έως και Σεπτέμβριο και το δεύτερο Σεπτέμβριο έως Δεκέμβριο.

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάπτυξης φυτών σε δοχεία χωρίς οπές, χωρητικότητας το κάθε ένα 9 χιλιόγραμμα εδάφους.

Τα πειραματικά σχέδια Α και Β περιείχαν 8 μεταχειρίσεις σε 5 επαναλήψεις.

Πειραματικό σχέδιο Α

Μεταχειρίσεις	Δοχεία
1. Μάρτυρας (χωρίς λιπάσματα)	1, 2, 3, 4, 5
2. P ₁ K ₁ N ₀ (χωρίς άζωτο)	6, 7, 8, 9, 10
3. P ₁ K ₁ N ₁ (N 0,10)*	11, 12, 13, 14, 15
4. P ₁ K ₁ N ₂ (N 0,20)	16, 17, 18, 19, 20
5. P ₁ K ₁ N ₃ (N 0,30)	21, 22, 23, 24, 25
6. P ₁ K ₁ N ₄ (N 0,40)	26, 27, 28, 29, 30
7. P ₁ K ₁ N ₅ (N 0,50)	31, 32, 33, 34, 35
8. P ₁ K ₁ N ₆ (N 0,60)	36, 37, 38, 39, 40

* Γραμμάρια N ανά χιλιόγραμμα εδάφους

Πειραματικό σχέδιο Β

Μεταχειρίσεις	Δοχεία
1. Μάρτυρας (χωρίς λιπάσματα)	1, 2, 3, 4, 5
2. P ₁ K ₁ N ₀ (χωρίς άζωτο)	6, 7, 8, 9, 10
3. P ₁ K ₁ N ₁ (N 0,03)*	11, 12, 13, 14, 15
4. P ₁ K ₁ N ₂ (N 0,06)	16, 17, 18, 19, 20
5. P ₁ K ₁ N ₃ (N 0,09)	21, 22, 23, 24, 25
6. P ₁ K ₁ N ₄ (N 0,12)	26, 27, 28, 29, 30
7. P ₁ K ₁ N ₅ (N 0,15)	31, 32, 33, 34, 35
8. P ₁ K ₁ N ₆ (N 0,18)	36, 37, 38, 39, 40

* Γραμμάρια N ανά χιλιόγραμμο εδάφους

Το P και K αντιστοιχούν σε 0,20 γραμμάρια ανά χιλιόγραμμο εδάφους. Ο υπολογισμός του επιπέδου της λίπανσης έγινε σύμφωνα με την υπόδειξη της μεθοδολογίας πειραμάτων σε δοχεία (Milles M., 1973).

Το έδαφος πάρθηκε από τον υπαίθριο χώρο του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας από βάθος 0-30, το οποίο αεροξηράνθηκε και κοσκινίστηκε.

Προσδιορίστηκε υγρασία και υδατοχωρητικότητα του εδάφους.

Η μηχανική ανάλυση του εδάφους προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Βουγιούκου και έδειξε ότι το έδαφος περιέχει άμμο 39,2%, άργιλο 7,8%, ιλύς 53,0% και χαρακτηρίζεται ως ιλυοπυλώδης (SIL).

Η χημική ανάλυση του εδάφους έδειξε ότι το pH (εδαφική πάστα) είναι 7,27 με αγωγιμότητα 1,43 (ms/cm/25°C) με ολικά υδατοδιαλυτά άλατα 0,32%, απαλλαγμένο από άλατα. η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο ανέρχεται σε 15,8%. Το έδαφος περιέχει 1,41% οργανική ουσία, αφομοιώσιμο φώσφορο 6,71 ppm και ανταλλάξιμο κάλι 102 ppm.

Στο πείραμα εφαρμόστηκε η διάταξη τυχαιοποιημένων ομάδων μεταχειρίσεων σε 5 επαναλήψεις. Στην εγκατάσταση τα δοχεία ζυγίστηκαν. Σε κάθε δοχείο προστέθηκε συγκεκριμένη ποσότητα (500 gr) αποθρυμματισμένα

κεραμίδια, τα οποία αποτελούν μαζί με το σωλήνα ποτίσματος το ποτιστικό σύστημα.

Στις μεταχειρίσεις όπου προβλεπόταν η χρήση λιπασμάτων, η προσθήκη τους έγινε ως εξής: Ολόκληρη η ποσότητα του P, K και το 30% N αναμίχθηκαν με το έδαφος πριν την τοποθέτησή του σε κάθε δοχείο. Η υπόλοιπη ποσότητα N δόθηκε σε 5 έως 6 δόσεις μέχρι την περίοδο άνθισης.

Χρησιμοποιήθηκαν απλά χημικά λιπάσματα: το υπερφωσφορικό (0-20-0), το θειικό κάλι (0-0-48), θειική αμμωνία (21-0-0) και νιτρική αμμωνία (33,5-0-0).

Στα δοχεία η υγρασία του εδάφους διατηρούνταν σε σταθερά επίπεδα 60-70% της υδατοχωρητικότητάς του. Καλλιεργήθηκε το υβρίδιο τομάτας AGE.

Η σπορά της τομάτας έγινε 25 Ιουνίου για το πρώτο πειραματικό και 1 Σεπτεμβρίου για το δεύτερο. Σε δυο πλαστικούς δίσκους 40 θέσεων ο καθένας χρησιμοποιήθηκε φυτόχωμα DEGA, το οποίο δεν χρειάζεται άλλες προσμίξεις ή απολυμάνσεις. Μετά τη σπορά ακολούθησε πότισμα και οι δίσκοι καλύφθηκαν με σκοτεινό χαρτί.

Όταν οι κοτυληδόνες αναπτύχθηκαν πλήρως και το πρώτο πραγματικό φύλλο έκανε την εμφάνισή του, έγινε η μεταφύτευση των φυταρίων σε ατομικά σακκουλάκια.

Αφού αναπτύχθηκαν στο επιθυμητό μέγεθος (στάδιο 3-4 πραγματικών φύλλων) έγινε η μεταφορά και φύτευση στα δοχεία ανάπτυξης στις 20 Ιουλίου και 20 Σεπτεμβρίου στο πρώτο και δεύτερο πειραματικό αντίστοιχα.

Σε κάθε δοχείο αναπτυσσόταν ένα φυτό μέχρι το τέλος της βλαστικής περιόδου. Στο στάδιο έναρξης άνθισης έγινε δειγματοληψία φυτών για τον προσδιορισμό της ξηράς οργανικής μάζας.

Οι καλλιεργητικές φροντίδες και οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη συνηθισμένη μέθοδο πειραματισμού σε δοχεία. Όταν διαμορφώθηκε ο κεντρικός άξονας (στέλεχος τομάτας) δέθηκε σε καλάμι για υποστήλωση. Κατά την ανάπτυξη του φυτού πραγματοποιήθηκε αφαίρεση των μασχαλιαίων βλαστών.

Στο στάδιο άνθησης και καρπόδεσης των φυτών πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φυτών, για τον προσδιορισμό της ξηράς οργανικής μάζας και της περιεκτικότητας σε άζωτο.

Οι χημικές αναλύσεις έγιναν με τις μεθόδους που περιγράφονται στο βιβλίο «Εργαστήρια και φροντιστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας» (Τσιτσιάς Κ., 1998).

Τα στοιχεία των μετρήσεων της απόδοσης της τομάτας αναλύθηκαν στατιστικά με τη μέθοδο Duncan.

5.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στα σχεδιαγράμματα 1 και 4 δίνονται παραστατικά τα στοιχεία για την επίδραση των δόσεων αζώτου στο ύψος των φυτών τομάτας στα διάφορα στάδια ανάπτυξής τους.

Στα σχεδιαγράμματα 2, 3, 5 και 6 δίνονται αναλυτικά στοιχεία για τη συσσώρευση ξηρής μάζας κατά μεταχείριση.

Στα σχεδιαγράμματα 7 και 8 δίνονται παραστατικά οι ημερομηνίες της έναρξης άνθησης και καρπόδεσης της τομάτας.

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα στοιχεία της επίδρασης των διαφόρων δόσεων αζώτου στο χλωρό και ξηρό βάρος του φυτού κατά το στάδιο ωρίμανσης.

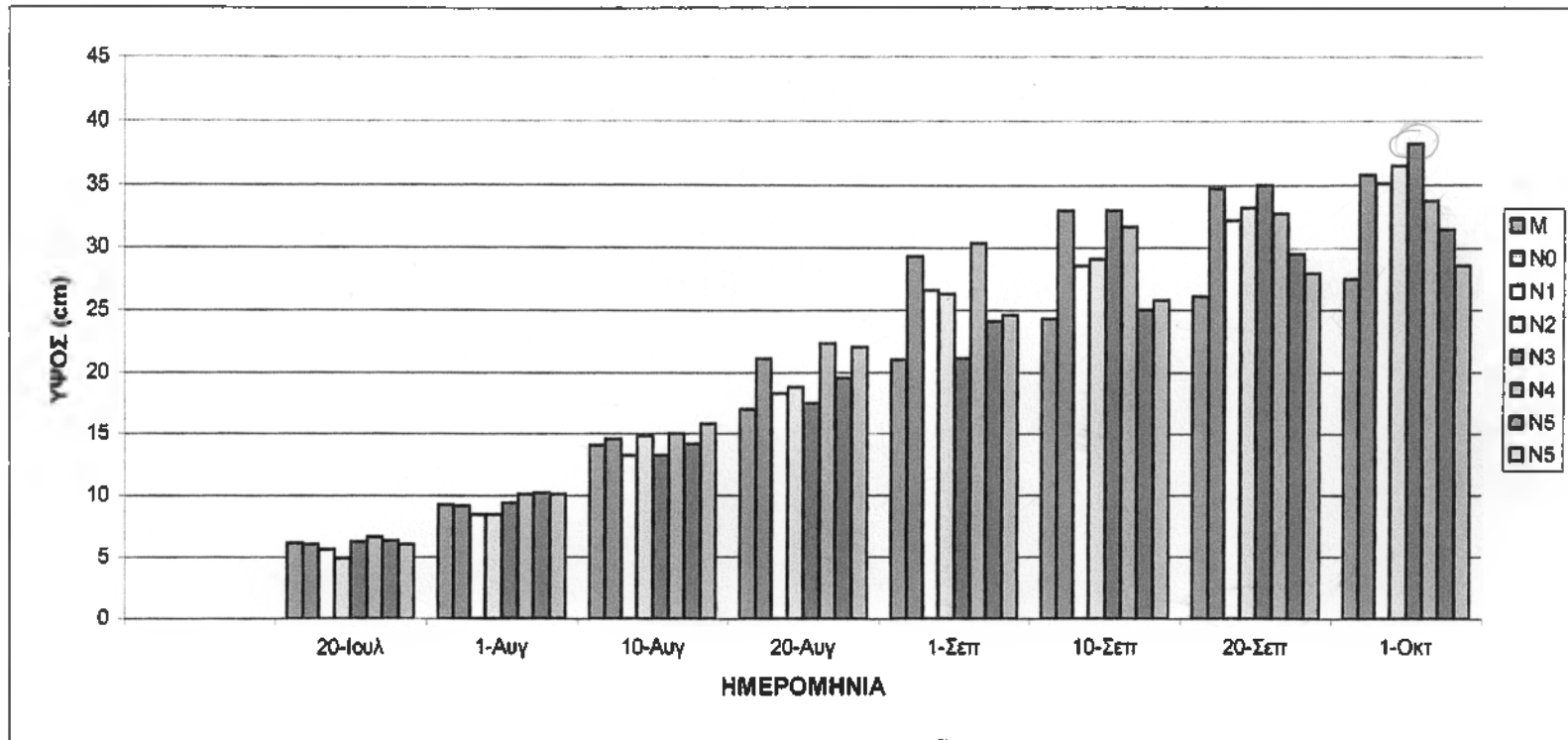
Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται τα στοιχεία για την επίδραση των διαφόρων δόσεων αζώτου στην απόδοση καρπού κατά μεταχείριση στις 3 επαναλήψεις.

Στον πίνακα 7 δίνονται στοιχεία για τις μετρήσεις της περιεκτικότητας του ολικού αζώτου στα διάφορα μέρη του φυτού (φύλλα, ρίζα, στέλεχος, καρπός) στο στάδιο ωρίμανσης. Τέλος, στο παράρτημα υπάρχουν πίνακες με αναλυτικά στοιχεία για τις διάφορες παρατηρήσεις και μετρήσεις που έχουν γίνει στο πειραματικό.

Ο προσδιορισμός των στοιχείων στο έδαφος έγινε με τις παρακάτω μεθόδους:

- Η μηχανική ανάλυση του εδάφους με τη μέθοδο Βουγιούκου.
- Ο προσδιορισμός CaCO_3 κατά BERNARD.
- Ο προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους κατά WALKLEY – BLACK.
- PH με αναλογία εδάφους : νερό 1:1.
- Ο αφομοιώσιμος φώσφορος προσδιορίστηκε με την μέθοδο OLSEN.
- Στους φυτικούς ιστούς προσδιορίστηκε το ολικό άζωτο κατά KJELDAHL (ΥΓΡΗ ΚΑΥΣΗ).

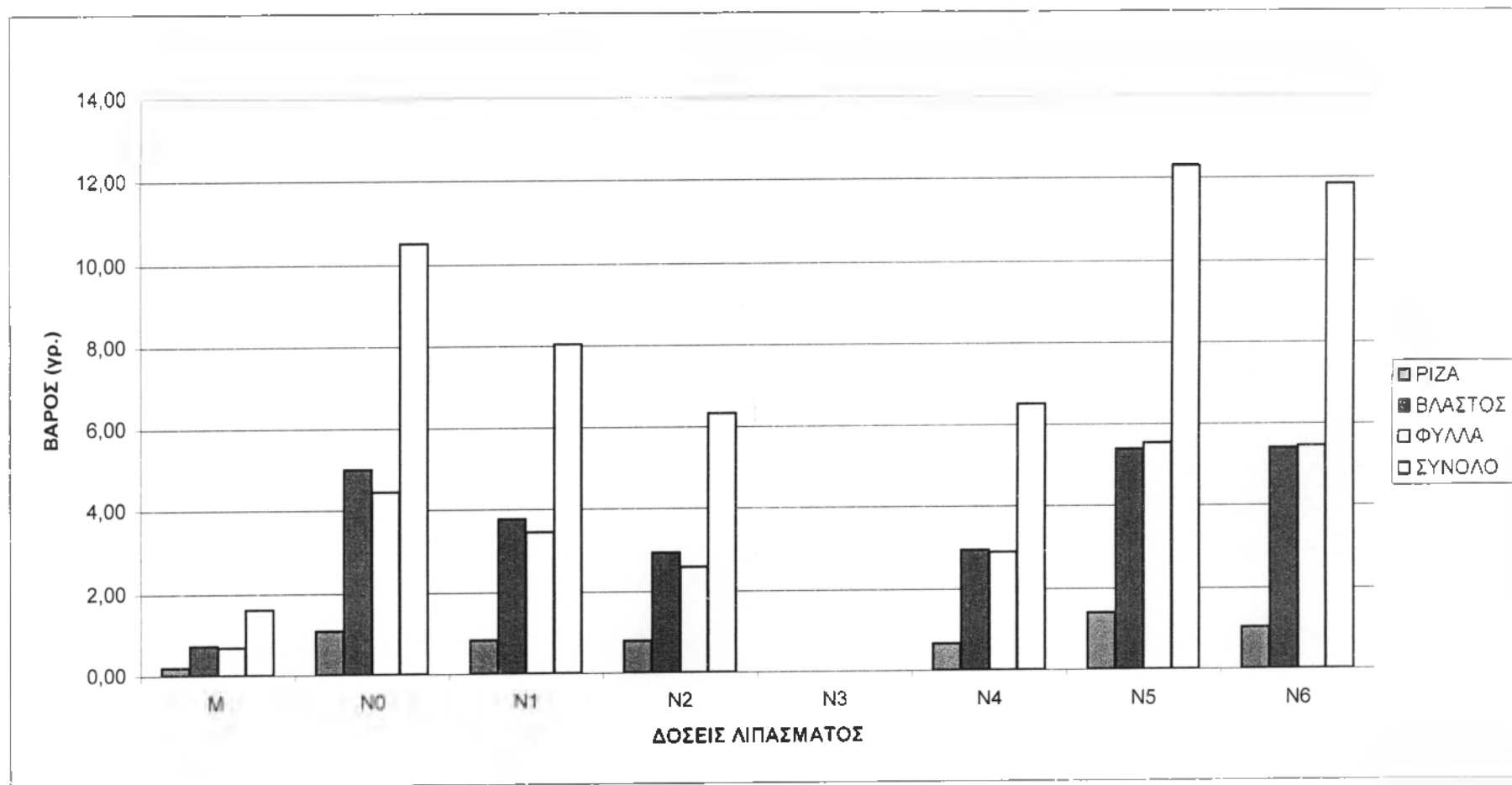
Σχ. 1. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ύψος της τομάτας (Πείραμα Α)



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,10)*, N2=(0,20)*, N3=(0,30)*, N4=(0,40)*, N5=(0,50)*, N6=(0,60)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

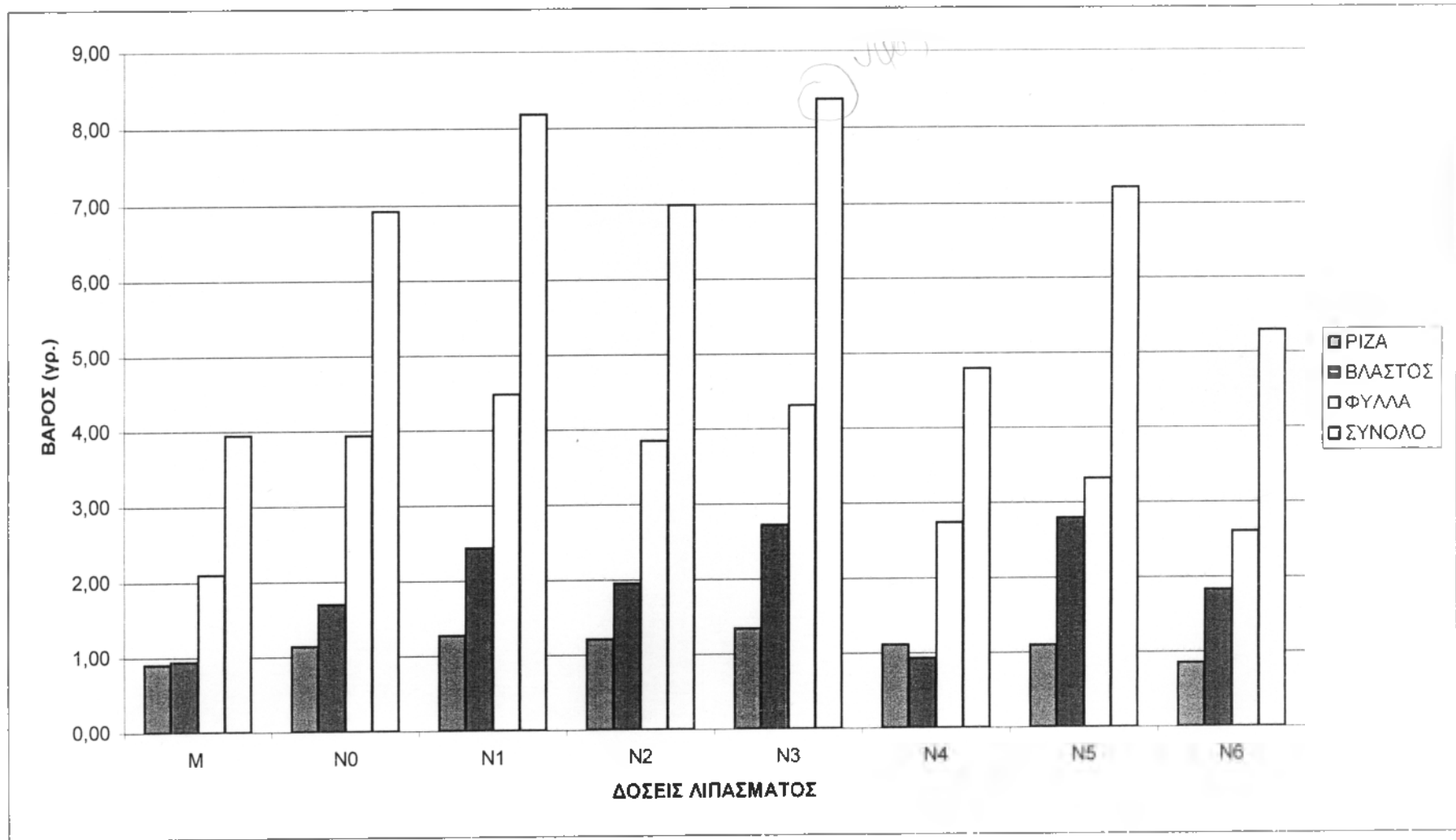
Σχ. 2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ (ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ) (Πείραμα Α)



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,10)*, N2=(0,20)*, N3=(0,30)*, N4=(0,40)*, N5=(0,50)*, N6=(0,60)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

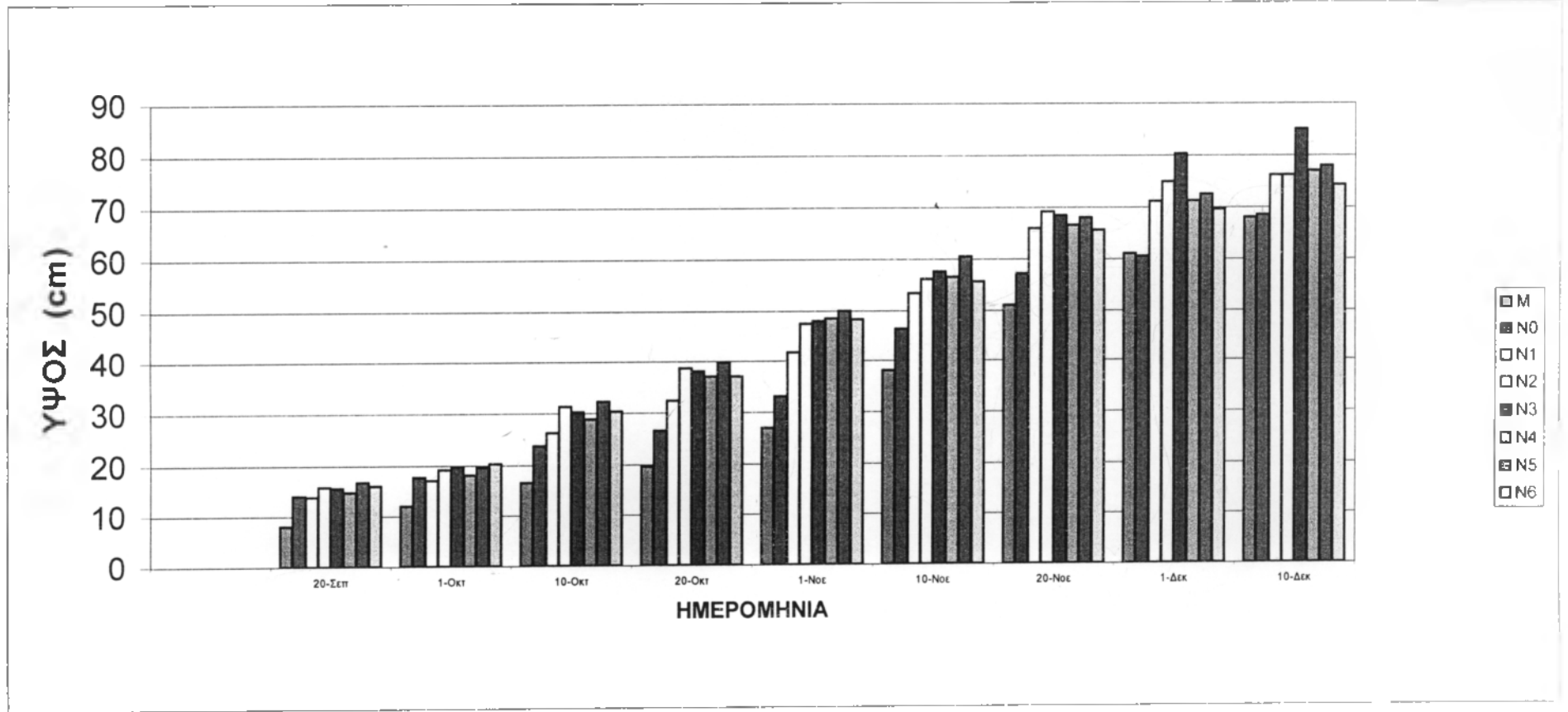
Σχ. 3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ (ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ) (Πείραμα Α)



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,10)*, N2=(0,20)*, N3=(0,30)*, N4=(0,40)*, N5=(0,50)*, N6=(0,60)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

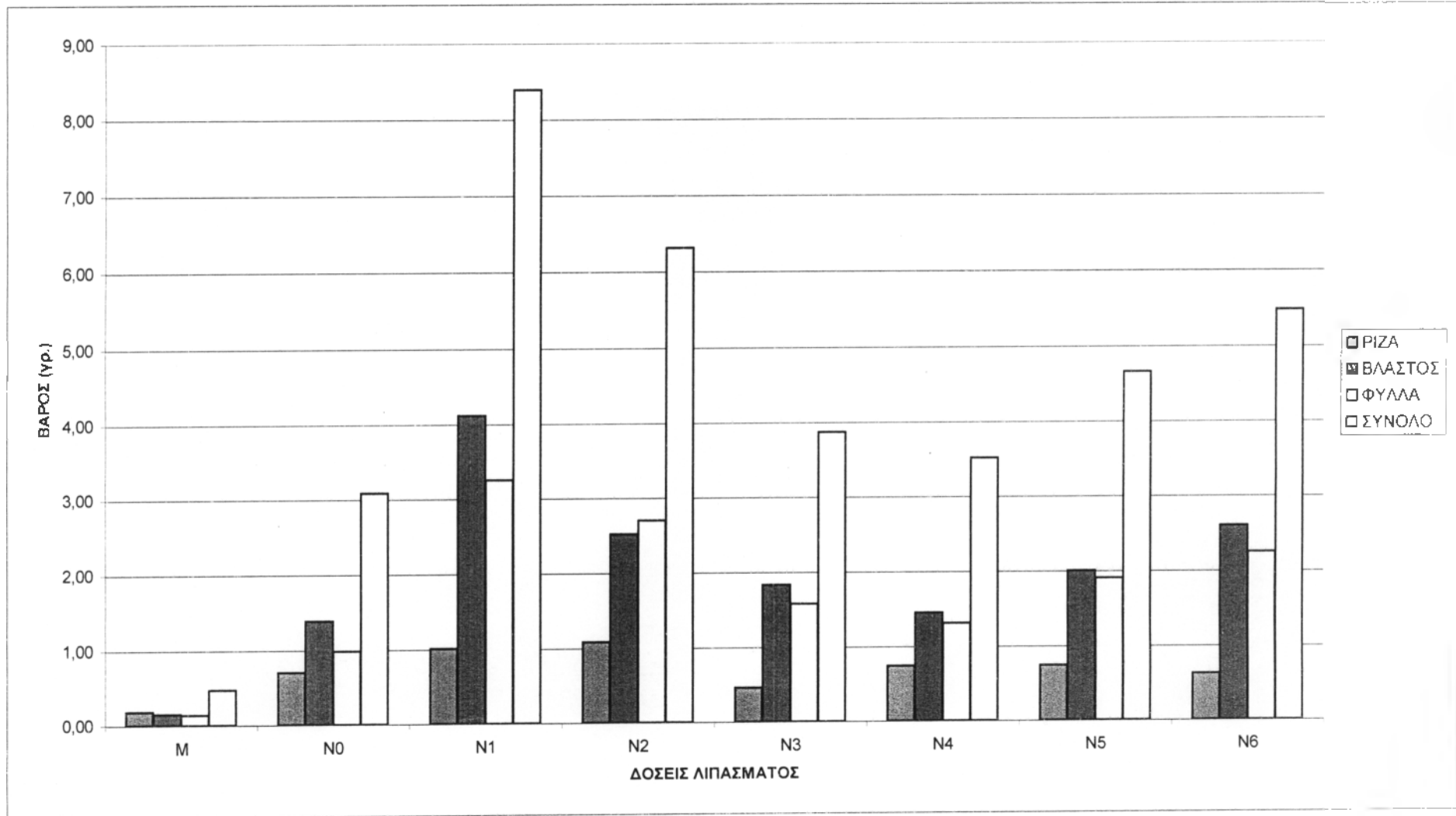
Σχ. 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ύψος της τομάτας (Πείραμα Β)



09

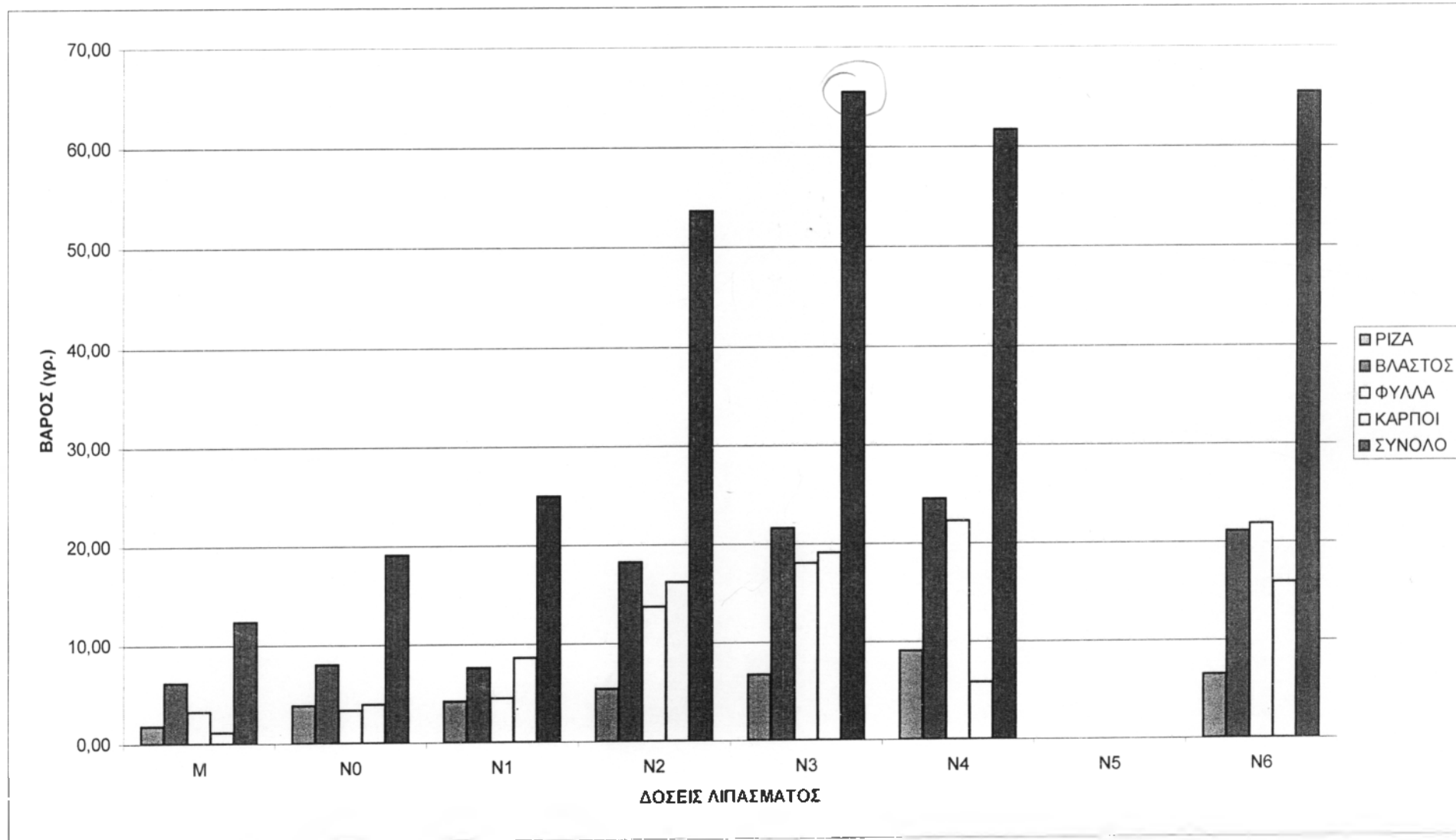
M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

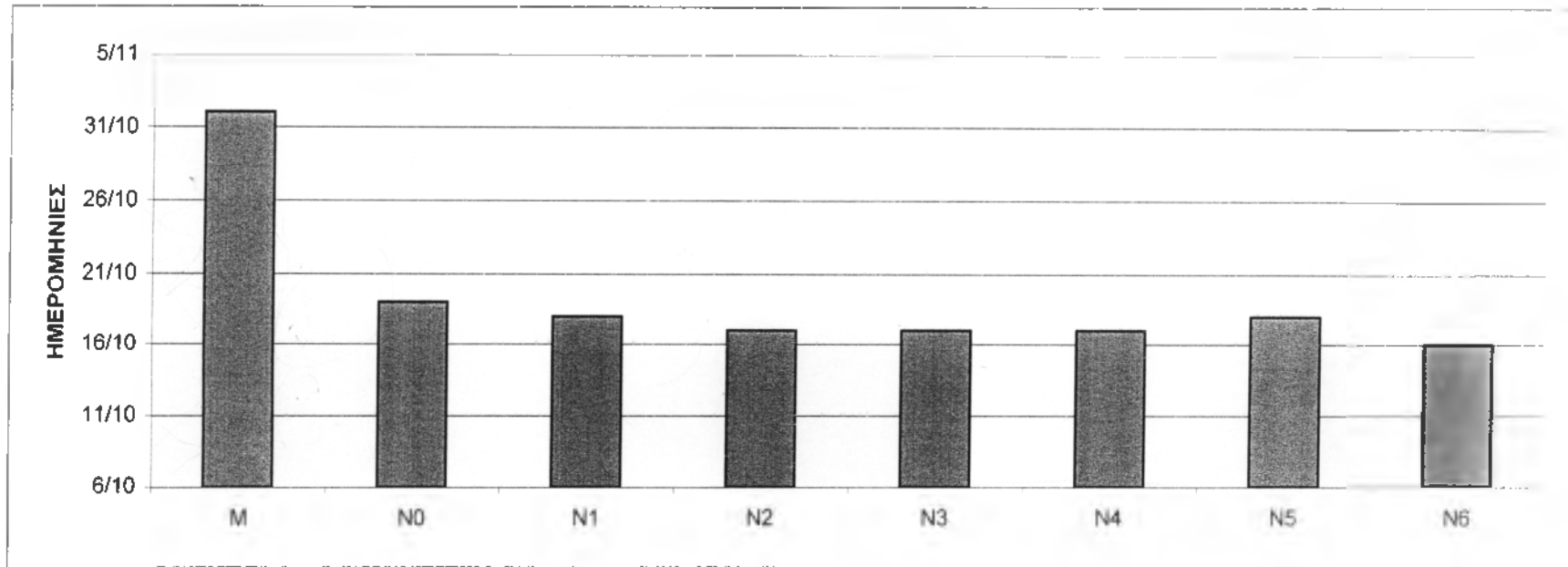
* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

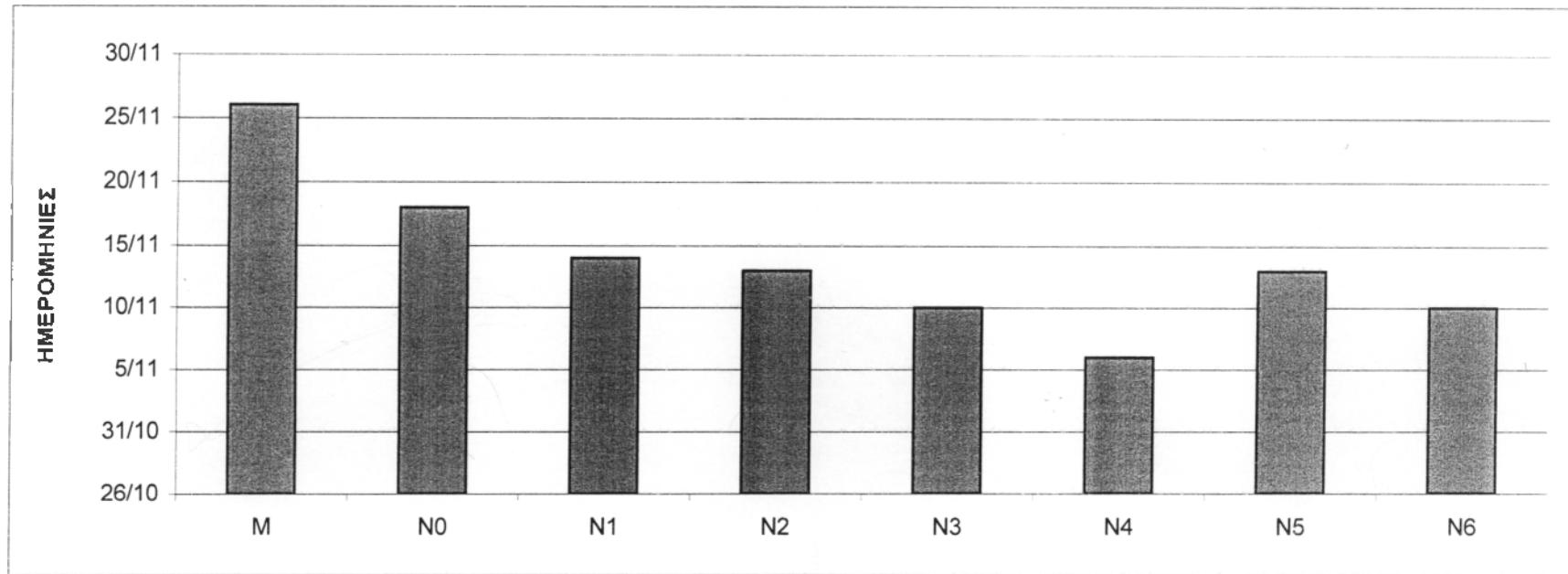
Σχ. 7. Επίδραση των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην έναρξη άνθησης του φυτού (Πείραμα Β)



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

Σχ. 8. Επίδραση των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην έναρξη καρπώδεσης (Πείραμα Β)



M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

Πίνακας 5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο χλωρό και ξηρό βάρος του φυτού στο στάδιο της ωρίμανσης (Πείραμα Β)

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	ΡΙΖΑ (γρ.)		ΒΛΑΣΤΟΣ (γρ.)		ΦΥΛΛΑ (γρ.)		ΚΑΡΠΟΙ (γρ.)		ΣΥΝΟΛΟ	
	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ
M	3,14	0,56	6,65	0,63	3,95	0,57	-	-	11,73	1,76
N0	17,83	2,27	30,71	4,96	8,60	1,63	35,20	2,33	92,33	11,19
N1	34,78	3,95	60,49	11,79	28,09	5,02	269,84	20,30	399,19	41,01
N2	63,22	8,75	101,16	18,45	53,78	11,14	344,05	24,85	562,20	63,19
N3	50,77	6,26	119,76	21,41	81,94	13,75	430,00	33,69	682,47	75,11
N4	46,73	6,64	119,28	20,93	88,74	10,57	340,00	31,83	594,75	69,96
N5	60,00	8,26	123,50	24,31	110,48	22,53	183,66	22,40	477,64	77,50
N6	41,78	7,29	127,33	24,24	101,84	22,34	246,02	28,25	516,97	82,12

Πίνακας 6. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση καρπού (Βάρος νωπού καρπού gr ανά φυτό ανά δοχείο)

ΠΕΙΡΑΜΑ Β

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ	Μ.Ο.
	1	2	3		
M2	24,21	35,20	46,30	105,71	35,26
M3	277,79	269,84	261,89	809,51	269,87
M4	356,10	344,05	332,00	1032,15	344,05
M5	460,00	430,00	400,00	1290,00	430,00
M6	340,00	380,00	300,00	1020,00	340,00
M7	137,32	183,00	230,00	550,98	183,60
M8	310,00	246,02	182,04	738,06	246,00

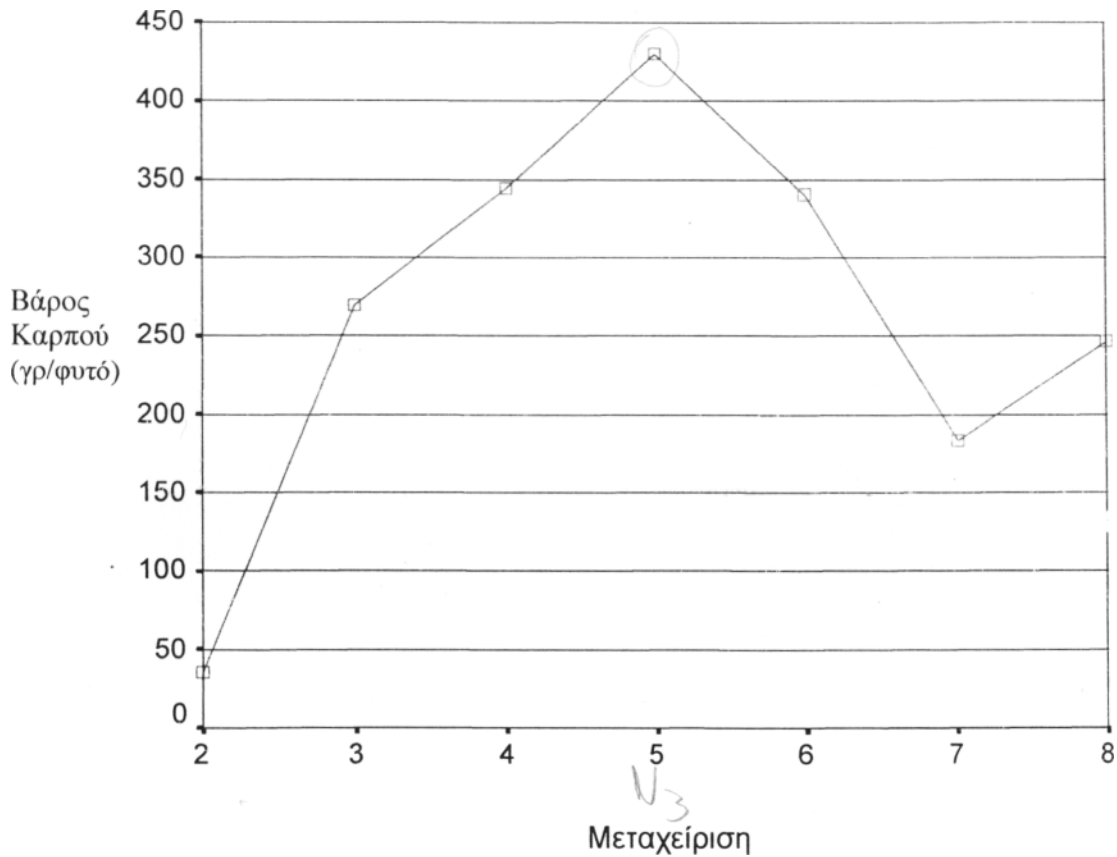
Η σύγκριση μεταξύ των μέσων όρων έγινε με τη μέθοδο Duncan (0,05)

Πίνακας 7. Επίδραση της λίπανσης στην περιεκτικότητα του N, % στο στάδιο ωρίμανσης

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΦΥΛΛΑ	ΣΤΕΛΕΧΟΣ	ΚΑΡΠΟΣ	ΡΙΖΑ
M	0,429	0,278	-	0,311
N0	1,555	0,182	1,488	0,995
N1	1,527	0,094	0,769	0,857
N2	1,395	1,264	1,190	1,212
N3	1,436	1,281	1,602	1,250
N4	2,348	1,619	2,425	1,763
N5	1,291	2,878	2,615	2,132
N6	2,583	2,222	2,684	2,580

Πίνακας 8. Ανάλυση παράλλαξης

	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο σφάλματος	F	Σημ.
Μεταξύ των μεταχειρίσεων	296654,245	6	49442,374	38,153	,000
Μεταξύ του βάρους των καρπών	18142,433	14	1295,888		
Σύνολο	314796,678	20			



Σχήμα 9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη απόδοση καρπών της ντομάτας κατά το στάδιο της ωρίμανσης (Πείραμα Β).

5.3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως παρατηρήθηκε στον πειραματισμό η διαφορά της επίδρασης των λιπασμάτων σε σχέση με τα μη λιπαινόμενα δοχεία φαινολογικά άρχισε να εκδηλώνεται πολύ νωρίς με την εμφάνιση 5 – 6 κανονικών φύλλων. Τα φυτά των μεταχειρίσεων που λιπάνθηκαν με άζωτο έχουν έντονο πράσινο χρωματισμό στα φύλλα τους σε σύγκριση με το μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας.

Το ύψος, σαν γνώρισμα ανάπτυξης των φυτών, αποτελεί σημαντικό στοιχείο σε κάθε αλλαγή των συνθηκών του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα στις συνθήκες θρέψης, οι οποίες σε μεγάλο βαθμό επηρεάζουν το χαρακτήρα και την κατεύθυνση των διεργασιών του αναπτυσσόμενου φυτικού οργανισμού.

Οι μετρήσεις έδειξαν ότι μέχρι τον Αύγουστο 1 – 20 /8 στο πείραμα Α, (Σχεδιάγραμμα 1) δεν υπήρξαν ουσιαστικές διαφορές στο ύψος των φυτών, τα οποία λιπάνθηκαν με χαμηλές δόσεις αζώτου σε σχέση με τα φυτά όπου εφαρμόστηκε η λίπανση με υψηλότερες δόσεις αζώτου. Με την ανάπτυξη των φυτών, το ύψος αυτών διαφοροποιείται, με καλύτερη την επέμβαση N3 (0,30 gr N/kgf εδάφους).

Ας σημειωθεί ότι στο πείραμα Α όπου εφαρμόστηκαν υψηλές δόσεις αζώτου, η επίδρασή τους ήταν ανασταλτική στην ανάπτυξη του φυτού, έτσι, στις μεταχειρίσεις 6, 7 και 8, όπου δόθηκαν υψηλές δόσεις αζώτου από 0,30 έως 0,60 gr N/kgf εδάφους και η αναλογία αζώτου προς φώσφορο ήταν 2:1 2,5:1 και 3:1 τα φυτά υστερούσαν έναντι των άλλων τόσο στην ανάπτυξη του ύψους όσο και γενικότερα ως προς το σχήμα του φυτού.

Στο πείραμα Β διαπιστώθηκε ότι η διαφοροποίηση στο ύψος του φυτού μεταξύ των επεμβάσεων N3 και N6 (αντίστοιχα 0,03 και 0,12 gr N/kgf εδάφους) γίνεται αισθητή ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια ανάπτυξης του φυτού (καρποφορία – ωρίμανση). Έτσι στις μετρήσεις που έγιναν στις 1 και 10 Δεκεμβρίου, στην μεταχείριση 5 (0,09 gr N/kgf εδάφους) τα φυτά είχαν το

μεγαλύτερο ύψος. Αντίθετα τα φυτά στις μεταχειρίσεις 1 και 2 (μάρτυρας χωρίς λιπάσματα και χωρίς άζωτο αντίστοιχα) έχουν το μικρότερο ύψος σ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης.

Σχετικά με την ανάπτυξη των σταδίων άνθησης και καρπόδεσης πρέπει να σημειωθεί ότι στις μεταχειρίσεις με τις δόσεις αζώτου δεν παρατηρήθηκε καθυστέρηση στην άνθηση ενώ στο μάρτυρα τα φυτά παρουσίασαν επιβράδυνση. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς λιπάσματα και άζωτο παρουσίαζαν καθυστέρηση στην καρπόδεση συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (σχεδιάγραμμα 8).

Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων (σχεδιαγράμματα 2, 3, 5 και 6) δείχνουν ότι η συσσώρευση της ξηρής φυτικής μάζας εξαρτάται από τις συνθήκες λίπανσης. Στις μεταχειρίσεις 3 και 4 παράλληλα με την αύξηση του ύψους δημιουργείται και μεγαλύτερη συσσώρευση φυτικής μάζας. Μεγαλύτερη αναλογία ξηρής φυτομάζας συσσωρεύτηκε στο στάδιο της καρποφορίας – ωρίμανσης. Ωστόσο η προσθήκη των υψηλών δόσεων αζώτου επέδρασε ανασταλτικά στη δημιουργία αναπαραγωγικών οργάνων ενώ ευνοούσε την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας και των ξυλοφόρων βλαστών. Η απόδοση σε καρπό τομάτας αποτελεί το βασικότερο κριτήριο και τελική εκτίμηση όλων των επεμβάσεων συμπεριλαμβανομένων και των λιπασμάτων. Από τον πίνακα 6 φαίνεται ότι η προσθήκη των δόσεων αζώτου και φωσφοροκαλιούχων λιπασμάτων στο επίπεδο $N \geq (0,09 \text{ gr N/kgf εδάφους})$ και $0,20 \text{ gr } P_2O_5$ και K_2O αντίστοιχως ανά δοχείο συνοδεύεται με την αύξηση της παραγωγής από 35,2 gr έως 430 gr καρπού ανά φυτό και δοχείο η οποία ήταν και η μεγαλύτερη αύξηση που επιβεβαιώνεται και στατιστικός.

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποδόσεων καρπού με τη μέθοδο Duncan διαπιστώθηκε ότι η διαφορά που υπάρχει στην απόδοση στην μεταχείριση 5 σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις είναι στατιστικά σημαντική. Η απόδοση καρπού στη μεταχείριση 2, όπου δεν δόθηκε άζωτο ήταν σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις όπου δόθηκε η αζωτούχος λίπανση.

Στο στάδιο ωρίμανσης, όταν τα φυτά βρίσκονται στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης και έχουν ήδη τη μεγαλύτερη συσσώρευση φυτομάζας η περιεκτικότητα του αζώτου μειώνεται στα φυτά.

Σε εξάρτηση από το επίπεδο του αζώτου βρίσκεται και η απορρόφηση του αζώτου από το φυτό. Με την προσθήκη υψηλών δόσεων αζώτου αυξάνεται και η συγκέντρωσή του σε διάφορα μέρη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams P., Davies J.N., Winsor G.W., 1978,** Effect of nitrogen potassium and magnesium on the quality and chemical composition of tomatoes growth in prat. Jour of Hort. Sci 53: 115-122
- Miller M., 1973,** Μεθοδολογία πειραμάτων στα δοχεία ανάπτυξης φυτών
- Vizantinopoulos S. and Kartranis N., 1993,** Soil solanization in Greece. Weed Res., 33Q 225-230
- Βάρδακα Φωτεινή,** Εφαρμογή της τηλεθέρμανσης στα θερμοκήπια του νομού Κοζάνης, Πτυχιακή εργασία, Καλαμάτα
- Γραφιαδέλλης Μ.Ι., 1980,** Οι καλλιέργειες του θερμοκηπίου. Στο: Σύγχρονα θερμοκήπια, Εκδόσεις Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 203-282
- Δημητράκης Κ.Γ., 1998,** Λαχανοκομία, εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα
- Κανάκης Ανδρ., 1997,** Μαθήματα Λαχανοκομίας II, Τόμος Α΄, Θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας, Καλαμάτα
- Καρακατσάνης Παναγιώτη, 2000,** Βιολογική καλλιέργεια τομάτας με χρήση διαφορετικών υποστρωμάτων, Καλαμάτα
- Κουκουλάκης Π., 1991,** Προβλήματα και προοπτικές της λίπανσης των καλλιεργειών στην Ελλάδα, Πρακτικά Ημερίδας, Λίπανση – γεωργία – Περιβάλλον, Βέροια, σελ. 127-151
- Κουκουλάκης Π., 1994,** Επίδραση της αλατότητας στην τομάτα και στην αγγουριά, Γεωργική τεχνολογία, Μάιος σελ. 58-61
- Κουκουλάκης Π., 1994,** Λίπανση της τομάτας θερμοκηπίου, Γεωργική τεχνολογία, Μάρτιος, σελ. 55-62
- Κουκουλάκης Π., Πασχαλίδης Χ., 1994,** Λίπανση της αγγουριάς θερμοκηπίου, Γεωργική τεχνολογία, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος, σελ. 55-58

- Μπουρμπος Β.Α., Σκουντριδάκης Μ.Θ., 1990, Εχθροί και ασθένειες της τομάτας θερμοκηπίου, Τόμος Η, Αγροτικές εκδόσεις, Αθήνα**
- Νοδará Αιμιλία, 2000, Έρευνά αγοράς λιπασμάτων, νομοθεσία και αξιολόγησή τους στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, πτυχιακή εργασία, Καλαμάτα 2000**
- Ολύμπιος Χ.Μ., 1994, Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στο θερμοκήπιο, Αθήνα**
- Παναγιωτόπουλος Α., 1995, Θρέψη και λίπανση της τομάτας, Γεωργία – Κτηνοτροφία, 9: 241-249**
- Παπαϊωάννου Ελευθέριος, 2000, Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης σε διάφορα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του αγγουριού σε υδροπονία, Καλαμάτα**
- Πασχαλίδης Χ., 1999, Εγχειρίδιο Καλλιεργητή, Αθήνα**
- Σιμώνης Α.Σ., 1995, Μέθοδοι και τεχνικές δειγματοληψίας φύλλων, Γεωργική τεχνολογία, Αφ. Λιπ. Θρ., σελ. 72-75**
- Σιμώνης Δ.Α., 1981, Δέσμευση καλίου στα εδάφη και βαθμός πρόσληψης του καλίου των λιπασμάτων από τα φυτά, Β΄ Παν. Συνέδριο Γεωτ. Ερευν., Χαλκιδική**
- Τσικάλας Ε.Π., Μανιός Ι.Β., 1985 α. Λίπανση τομάτας υπό κάλυψη σε καλλιέργεια growth bags, Ι. Επίδραση στην παραγωγή. Γεωργ. έρευνα 9: 279-289, ΙΙ. Επίδραση στην περιεκτικότητα σε στοιχεία των φύλλων της τομάτας, Γεωργ. έρευνα, 9: 291-299**
- Τσίτσιος Κ., 1995, Λιπασματολογία, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα 1998**
- Τσίτσιος Κ., 1998, Εργαστήρια και φροντιστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα 1999**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Πίνακας 1α. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ύψος τομάτας (Πείραμα Α)

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	20-Ιουλ	1-Αυγ	10-Αυγ	20-Αυγ	1-Σεπ	10-Σεπ	20-Σεπ	1-Οκτ
M	6,1	9,2	14	17	21	24,3	26,1	27,5
N0	6	9,1	14,5	21,1	29,3	33	34,75	35,8
N1	5,6	8,4	13,2	18,3	26,6	28,6	32,25	35,1
N2	4,9	8,4	14,8	18,8	26,3	29,1	33,25	36,5
N3	6,2	9,4	13,2	17,5	21,1	33	35	38,2
N4	6,6	10,1	15	22,3	30,4	31,75	32,75	33,75
N5	6,3	10,2	14,1	19,5	24,1	25	29,5	31,5
N6	6	10,1	15,8	22	24,6	25,8	28	28,6

Πίνακας 1β. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ύψος της τομάτας (Πείραμα Β)

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	20-Σεπ	1-Οκτ	10-Οκτ	20-Οκτ	1-Νοε	10-Νοε	20-Νοε	1-Δεκ	10-Δεκ
M	8	12	16,5	19,5	27	38	51	61	68
N0	14	17,7	23,7	26,6	33	46,3	57,2	60,5	68,6
N1	13,8	17	26,2	32,3	41,7	53,3	66	71,2	76,2
N2	15,8	19,1	31,3	38,7	47,5	56,1	69,2	75	76,25
N3	15,6	19,8	30,2	38,1	48	57,6	68,5	80,3	85
N4	14,7	18,1	28,8	37	48,5	56,6	66,6	71,3	77
N5	16,7	19,5	32,2	39,7	50	60,5	68	72,5	78
N6	16	20,3	30,3	37	48,3	55,6	65,6	69,6	74,3

Πίνακας 2. Συνσώρευση ξηρής οργανικής μάζας κατά τη διάρκεια ανάπτυξης τομάτας (Πείραμα Α) (στάδιο άνθησης, καρποφορίας)

ΜΕΤ/ΣΕΙΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ (γρ./φυτό/δοχείο)			ΣΥΝΟΛΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ (γρ./φυτό/δοχείο)			ΣΥΝΟΛΟ
	ΡΙΖΑ	ΒΛΑΣΤΟΣ	ΦΥΛΛΑ		ΡΙΖΑ	ΒΛΑΣΤΟΣ	ΦΥΛΛΑ	
M	0,20	0,73	0,69	1,61	0,91	0,94	2,09	3,94
N0	1,09	4,99	4,44	10,52	1,14	1,70	3,94	6,93
N1	0,83	3,77	3,45	8,05	1,28	2,43	4,48	8,18
N2	0,79	2,93	2,59	6,31	1,21	1,95	3,85	7,00
N3	-	-	-	-	1,34	2,71	4,31	8,37
N4	0,66	2,95	2,90	6,50	1,12	0,93	2,74	4,79
N5	1,40	5,38	5,52	12,30	1,10	2,79	3,32	7,21
N6	1,03	5,39	5,44	11,85	0,86	1,83	2,60	5,29

M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,10)*, N2=(0,20)*, N3=(0,30)*, N4=(0,40)*, N5=(0,50)*, N6=(0,60)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

Σημείωση: Στο πείραμα Α δεν πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπού γι' αυτό το λόγο δεν αναγράφονται τα σχετικά στοιχεία απόδοσης

Πίνακας 3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο χλωρό και ξηρό βάρος του φυτού στο στάδιο άνθησης (Πείραμα Β)

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	ΡΙΖΑ (γρ.)		ΒΛΑΣΤΟΣ (γρ.)		ΦΥΛΛΑ (γρ.)		ΣΥΝΟΛΟ (γρ.)	
	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ
M	0,23	0,19	0,38	0,15	0,30	0,14	0,90	0,48
N0	1,11	0,71	4,84	1,39	2,16	0,99	8,11	3,09
N1	1,89	1,02	15,57	4,12	9,11	3,26	26,57	8,39
N2	1,55	1,09	12,26	2,52	9,02	2,70	22,84	6,31
N3	1,36	0,47	8,80	1,83	5,69	1,58	15,85	3,88
N4	1,55	0,75	6,68	1,45	4,30	1,31	12,52	3,52
N5	2,09	0,75	7,82	2,00	6,37	1,91	16,28	4,66
N6	1,75	0,63	13,58	2,60	7,92	2,25	23,26	5,48

M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

Πίνακας 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο χλωρό και ξηρό βάρος του φυτού στο στάδιο καρποφορίας (Πείραμα Β)

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	ΡΙΖΑ (γρ.)		ΒΛΑΣΤΟΣ (γρ.)		ΦΥΛΛΑ (γρ.)		ΚΑΡΠΟΙ (γρ.)		ΣΥΝΟΛΟ (γρ.)	
	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ	ΧΛΩΡΟ	ΞΗΡΟ
M	5,24	1,77	36,54	6,21	14,53	3,24	12,53	1,16	68,84	12,37
N0	13,53	3,84	47,52	8,02	15,30	3,34	50,43	3,92	126,77	19,11
N1	17,16	4,19	48,03	7,62	24,21	4,51	115,10	8,63	204,50	24,95
N2	36,74	5,41	115,90	18,24	71,50	13,73	206,10	16,21	430,24	53,58
N3	62,74	6,72	138,53	21,59	151,00	18,07	203,76	19,09	556,03	65,46
N4	71,50	9,07	167,70	24,49	172,00	22,24	47,31	5,85	454,51	61,65
N5										
N6	54,25	6,55	145,85	21,07	170,60	21,82	137,67	15,90	508,37	65,34

M= Μάρτυρας, N0=χωρίς άζωτο, N1=(0,03)*, N2=(0,06)*, N3=(0,09)*, N4=(0,12)*, N5=(0,15)*, N6=(0,18)*

* Γραμμάρια αζώτου ανά χιλιόγραμμο εδάφους

