

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Π.Μ.Σ). ΒΟΛΟΣ, 1999 – 2000.  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: «ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΧΤΥΩΝ ΕΝΤΟΜΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ  
ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ

ΣΑΦΟΥΡΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ



Επιβλέπων Καθηγητής:

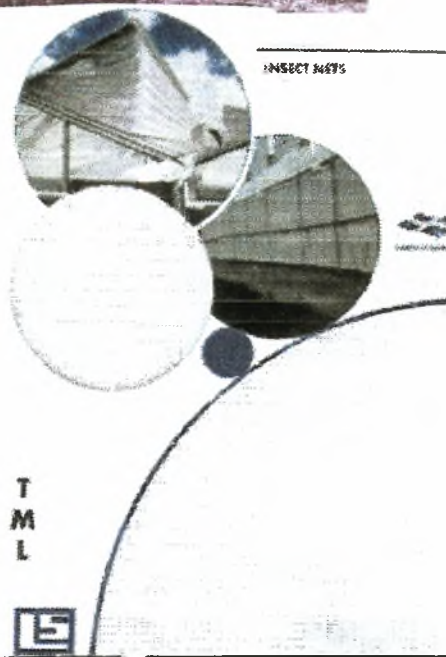
Κων/νος Κίττας, Καθηγητής

Μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Ι. Τσιτσιπής, Καθηγητής

Γ. Νάνος, Επίκουρος Καθηγητής

Βόλος, 1999.





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1054/1

Ημερ. Εισ.: 01-07-2003

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

581.7

ΣΑΦ

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνονται στον υπεύθυνο επιβλέποντα καθηγητή Κωνσταντίνο Κίττα, για την συνεργασία, την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράστασή του. Επιπλέον, στους Ιωάννη Τσιτσιπή, καθηγητή, και Γεώργιο Νάνο, Επίκουρο καθηγητή, μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για το ενδιαφέρον και τη συμβολή τους στην οργάνωση του πειράματος, και στον Δρα Παναγιώτη Γιαγλάρα για την καθοδήγηση, επίβλεψη και ενεργό συμμετοχή του σε όλη τη διαδικασία εκτέλεσης της μελέτης αυτής. Επίσης ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου και υποψήφιους διδάκτορες, Νίκο Κατσούλα και Θωμά Μπαρτζάνα, για την εγκατάσταση των οργάνων και τη λήψη μετεωρολογικών δεδομένων. Επιπλέον, απευθύνονται ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας είτε με την ενεργό τους συμμετοχή είτε με την ηθική τους συμπαράσταση. Τέλος, ευχαριστούμε την εταιρεία ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ, για την προσφορά του ενός εκ των δύο πειραματικών θερμοκηπίων.*

## Περίληψη

Πραγματοποιήθηκε μία μελέτη, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των δικτύων εντομοστεγανότητας (δ.ε.) στην ανάπτυξη καλλιέργειας υπό κάλυψη. Στο γενικό μέρος, γίνεται μία ανασκόπηση της μέχρι τώρα ερευνητικής δραστηριότητας που αφορά το θέμα «δίκτυα εντομοστεγανότητας – θερμοκηπιακή καλλιέργεια». Στο ειδικό μέρος, περιγράφεται πείραμα που έγινε στην περιοχή του Βελεστίνου, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση ενός δ. ε. 55x27mesh, στο κλίμα του θερμοκηπίου, στην ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας, καθώς και η αποτελεσματικότητά του να αποκλείει το θρίπα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο απλά τροποποιημένα τοξωτά θερμοκήπια, στο ένα από τα οποία τοποθετήθηκε το δίκτυ (NET), ενώ το άλλο αποτέλεσε το μάρτυρα (CONTROL). Κατά τη διάρκεια του πειράματος (Οκτώβριος – Νοέμβριος) γινόταν καταγραφή της θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα και της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα και έξω από το θερμοκήπιο. Επιπλέον, γινόταν καταγραφή της εξέλιξης της ανάπτυξης της καλλιέργειας με μετρήσεις του ύψους των φυτών, του αριθμού κόμβων, του αριθμού των ταξιανθιών και καρπών, και της φυλλικής επιφάνειας. Τέλος, γινόταν παρακολούθηση του πληθυσμού του θρίπα με την εγκατάσταση μπλε χρωματικών παγίδων, στο εσωτερικό και εξωτερικό των δύο θερμοκηπίων. Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων και την επεξεργασία των στοιχείων, παρατηρήθηκαν τα εξής: το δίκτυ αποδείχθηκε αποτελεσματικό στο να παρεμποδίζει τη είσοδο του θρίπα, όχι όμως και να τον αποκλείει εντελώς. Επίσης, το δίκτυ δεν προκάλεσε σημαντική διαφοροποίηση του κλίματος στο NET, σε σχέση με το CONTROL. Συγκεκριμένα το δίκτυ προκάλεσε μία μείωση του επιπέδου της ηλιακής ακτινοβολίας κατά 14% σε σχέση με το μάρτυρα. Διαφορές ως προς τη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των θερμοκηπίων. Επίσης, δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων ως προς την ανάπτυξη των φυτών, συνεπώς το δίκτυ δεν επέδρασε στη ανάπτυξη της καλλιέργειας την περίοδο και για τις συνθήκες της καλλιέργειας. Τέλος, δίνονται κάποιες ερευνητικές κατευθύνσεις, που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στο να αποκτηθεί ολοκληρωμένη γνώση σχετικά με τη χρήση των δικτύων.

## Abstract

A study was conducted in order to examine, the influence of insect – proof screens on plant growth. The general section includes a review of relevant literature that concerns the system “insect – proof screens – greenhouse cultivation”. The second section describes an experiment that took place in the Farm of University of Thessaly in Velestino region in order to examine the influence of an insect – proof screen (55 x 27 mesh) on the climate, the growth of a tomato crop, and the efficiency of the screen to exclude thrips. The experiment was carried out in two simple arch type greenhouses (20 x 8m) that were covered by plastic material (polyethylene). One greenhouse (NET) was equipped with the screen and the other was the CONTROL. During the experimentation, solar radiation, air temperature and relative humidity were measured inside both greenhouses and outdoors. Plant growth was measured in terms of height, number of nodes, trusses, fruits, and leaf area. The population of thrips was measured by blue chromatic sticky traps inside both greenhouses and outdoors. It was found that: the screen prevented, to a large extend, the entrance of thrips and kept greenhouse population at low levels but it did not exclude all thrips. No significant differences were observed between climatic parameters measured in the two greenhouses, NET and CONTROL, that could significantly influence plant growth. NET greenhouse radiation levels were 14% lower than the CONTROL greenhouse. Plant growth was not affected by the screen. Otherwise, this study should be repeated on a spring – summer cultivation and the effect of the internal climate on the pathogens should also be investigated.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Abstract .....	vi
Περιεχόμενα .....	vii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ -Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	3
Η σημασία της καλλιέργειας τομάτας στο θερμοκήπιο .....	4
Έντομα-εχθροί της τομάτας θερμοκηπίου.....	4
Θρίπες (τάξη Thysanoptera, υποτάξη Terebrantia, οικογένεια Thripidae) .....	5
Ασθένειες της τομάτας θερμοκηπίου .....	11
Επίδραση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου στην εμφάνιση εχθρών και.....	12
ασθενειών .....	12
Επίδραση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου στην ανάπτυξη της.....	15
καλλιέργειας.....	15
Ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με την φυτοπροστατευτική δράση των διχτύων εντομοστεγανότητας.....	16
Τεχνικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιούμενων διχτύων .....	20
Επιλογή του κατάλληλου διχτύου.....	21
Το περιβάλλον του θερμοκηπίου και η επίδραση των δ.ε. στη διαμόρφωσή .....	24
του.....	24
Επίδραση των διχτύων στην απόδοση της καλλιέργειας.....	25
Συμπεράσματα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	28
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	31
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	31
ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ .....	32

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
Κλιματικές Συνθήκες .....	35
Ηλιακή ακτινοβολία .....	35
Θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα.....	35
Καταμέτρηση Ατόμων Θρίπα.....	38
Ανάπτυξη Φυτού.....	39
ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΧΟΛΙΑ .....	41
Κλιματικές Συνθήκες.....	41
Αποτελεσματικότητα του δ.ε. στον αποκλεισμό του θρίπα .....	42
Ανάπτυξη Καλλιέργειας .....	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	54
Υπολογισμός επιφάνειας από μετρήσεις μήκους .....	54



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα φυτά καλλιεργούνται σε θερμοκήπια για να προστατεύονται από μη ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες. Παράλληλα όμως, οι συνθήκες που δημιουργούνται μέσα στο θερμοκήπιο, ευνοούν και την εμφάνιση και ανάπτυξη διαφόρων εντόμων-εχθρών των καλλιεργειών, τα οποία προκαλούν προβλήματα στους παραγωγούς. Τα περισσότερα από αυτά έχουν την ικανότητα να πολλαπλασιάζονται ταχύτατα σε ευνοϊκές συνθήκες, και να φτάνουν σε πολύ πυκνούς πληθυσμούς, προκαλώντας μεγάλη οικονομική ζημιά και συχνά γίνονται περιοριστικοί παράγοντες για κάθε είδους καλλιέργεια, όπως και για την παραγωγή της τομάτας στο θερμοκήπιο (Hussey *et al.*, 1969, cited by Berlinger, 1996).

Ο έλεγχος των εντόμων με χημικά μέσα στο εσωτερικό των θερμοκηπίων, γίνεται ολοένα και πιο δύσκολος. Το μειωμένο εύρος των εντομοκτόνων, το υψηλό κόστος δημιουργίας νέων καθώς και η ανθεκτικότητα των εντόμων σε αυτά, υποβαθμίζει το ρόλο τους στον αποτελεσματικό έλεγχο των εντομολογικών προσβολών (Baker *et al.*, 1996). Έχει αποδειχθεί επίσης ότι τα εντομοκτόνα έχουν καταστρεπτική επίδραση στα υλικά κάλυψης του θερμοκηπίου (Desriac, 1991).

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο προβληματισμό σχετικά με τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τις απαιτήσεις για τροφές χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων, το θέμα της προστασίας της υγείας των παραγωγών, καθώς και η ανάγκη μείωσης του κόστους παραγωγής, οδήγησαν σε μια νέα θεώρηση του τρόπου με τον οποίο πρέπει να γίνεται ο έλεγχος των εντόμων. Έτσι, την τελευταία δεκαετία εφαρμόζονται όλο και περισσότερο μέθοδοι ενσωματωμένες σε μια νέα προσέγγιση «ολοκληρωμένης διαχείρισης» των εντόμων. Πιο συγκεκριμένα, η ολοκληρωμένη διαχείριση των εντόμων περιλαμβάνει τη χρήση παρασιτοειδών, αρπακτικών, ανθεκτικών στα έντομα φυτών, καλλιεργητικών (κανονική λίπανση, άρδευση, υγιεινή των φυτών) και φυσικών μεθόδων, όπως είναι η χρήση **διχτύων εντομοστεγανότητας** (screening) (Baker *et al.*, 1996) τα οποία είναι διχτυωτά υλικά με ποικίλες διαστάσεις οπών, τα οποία τοποθετούνται στα ανοίγματα των θερμοκηπίων για την παρεμπόδιση εισόδου των εντόμων και έμμεσα για την αποφυγή μετάδοσης ιώσεων μέσω εντόμων – φορέων.

Σήμερα τα δίχτυα εντομοστεγανότητας χρησιμοποιούνται από το σύνολο σχεδόν των καλλιεργητών τομάτας στο Ισραήλ και από πολλούς καλλιεργητές άλλων λαχανοκομικών και



ανθοκομικών φυτών (Berlinger and Lebiush-Mordechi, 1995). Επιπλέον τα δίχτυα καθιστούν δυνατή, την οργανική και ολοκληρωμένη καλλιέργεια της τομάτας (π.χ. επικονίαση με βομβίνους, βιολογική καταπολέμηση εχθρών & ασθενειών, κ.α.) (Berlinger and Lebiush-Mordechi, 1995).

Πρόκειται λοιπόν για μία σύγχρονη μέθοδο που υπόσχεται να δώσει λύσεις στα φυτοπροστατευτικά προβλήματα των παραγωγών θερμοκηπιακών προϊόντων και που ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας, καθώς είναι φιλική προς το περιβάλλον και τους ανθρώπους, και πιο οικονομική σε σχέση με τη χημική μέθοδο.

Στη παρούσα εργασία, γίνεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις επιστημονικές γνώσεις που χρειάζονται για τη κατανόηση του συστήματος «δίχτυα εντομοστεγανότητας» – «ανάπτυξη καλλιέργειας». Γίνεται αναφορά στα επιτεύγματα της μέχρι τώρα ερευνητικής δραστηριότητας και τέλος προτείνεται ένας τρόπος μελέτης του συστήματος αυτού. Στο ειδικό μέρος, περιγράφεται ένα πείραμα που είχε ως στόχο να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που προέκυψαν από το γενικό μέρος και συγκεκριμένα, να διερευνήσει την επίδραση ενός δικτύου εντομοστεγανότητας στον πληθυσμό του θρίπα *F. occidentalis*, στο κλίμα του θερμοκηπίου και στην ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ  
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

## Η σημασία της καλλιέργειας τομάτας στο θερμοκήπιο

Η τομάτα είναι πολύ διαδεδομένο λαχανικό. Σε διεθνή κλίμακα κατέχει την 3η σε έκταση θέση μετά την πατάτα και την γλυκοπατάτα, ενώ στην Ελλάδα καταλαμβάνει τη 2η σε έκταση θέση μετά την πατάτα (Ολύμπιος, 1990). Γενικά, είναι πολύ λίγες οι περιοχές της γης όπου η τομάτα δεν καλλιεργείται με κάποια από τις μορφές καλλιέργειάς της. Έτσι σήμερα η καλλιέργεια της τομάτας εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι και μερικές μοίρες από τον αρκτικό κύκλο. Στις μεν περιοχές όπου η διάρκεια της θερμής περιόδου το επιτρέπει, η τομάτα καλλιεργείται ως υπαίθρια, ενώ σε άλλες περιοχές και σε περιόδους «εκτός εποχής», καλλιεργείται σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές υπό προστασία, όπως χαμηλά τούνελ, κ.λ.π (Ολύμπιος, 1990).

Το 55,2 % (1992) της έκτασης που καλλιεργείται με τομάτα στην Ελλάδα, αφορά βιομηχανική τομάτα, το 39,2 % είναι υπαίθρια καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και το 5,6% είναι η καλλιέργεια σε θερμοκήπια και χαμηλά σκέπαστρα (Ολύμπιος, 1990). Ενδεικτικά αναφέρουμε επίσης ότι το 1994 στην Ελλάδα η τομάτα θερμοκηπίου καλλιεργήθηκε σε 22.000 στρέμματα και η συνολική παραγωγή ήταν 216.000 τόνοι (Ντόγρας και Σιώμος, 1997). Το 1998, η τομάτα θερμοκηπίου καλλιεργήθηκε σε 25.619 στρέμματα με συνολική παραγωγή 275.469 τόνους (Ανώνυμος, 1999). Το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα βρίσκεται στην Κρήτη (36,9%), 2η έρχεται η Πελοπόννησος και Δυτική Στερεά με 19,8 % και 3η η Δ. και Κ. Μακεδονία με ποσοστό 19,2% (Ολύμπιος, 1990).

Τα παραπάνω στοιχεία, εξηγούν και το αυξημένο ενδιαφέρον των επιστημόνων στη διερεύνηση των βιοφυσικών μηχανισμών που καθορίζουν την αποδοτικότητα των θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας. Αυτοί ήταν εξάλλου και οι σημαντικότεροι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί αυτή η καλλιέργεια ως καλλιέργεια αναφοράς

## Έντομα-εχθροί της τομάτας θερμοκηπίου

Σήμερα είναι αποδεκτό ότι η τομάτα κατάγεται από τη Νότιο Αμερική. Έχει μεταφερθεί με σπόρο και έχουν αναφερθεί πάνω από 100 διαφορετικά είδη αρθροπόδων παγκοσμίως, να προσβάλλουν την καλλιέργεια (Berlinger, 1996). Τα έντομα που προσβάλλουν την τομάτα

*Σαφούρη, Χ., 1999. Επίδραση διχτύου εντομοστεγανότητας σε καλλιέργεια υπό κάλυψη*

είναι, είτε ενδημικά, είτε πολυφάγα έντομα, που έχουν προσαρμοσθεί στο νεοφερμένο φυτό (Metcalf et al., 1962; Avidon and Harpaz, 1969 cited by Berlinger, 1996), είτε έντομα που προέρχονται από τον τόπο καταγωγής της τομάτας, τα οποία έφτασαν τυχαία σε άλλες χώρες, αναπτυσσόμενα συνήθως σε φυτικό υλικό άλλων φυτών (Lindquist, 1983 cited by Berlinger, 1996).

Τα περισσότερα έντομα-εχθροί της τομάτας ανήκουν κυρίως στην υποκλάση Πτερυγωτά και ειδικότερα στις τάξεις: Thysanoptera, Heteroptera, Homoptera, Orthoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera (Berlinger, 1996) (πίνακας 1) και τα περισσότερα είναι πολυφάγα δηλαδή αναπτύσσονται και σε άλλα φυτικά είδη. Όλα έχουν υψηλή ικανότητα πολλαπλασιασμού και μπορούν να αναπτύξουν υψηλής πυκνότητας πληθυσμούς και φτάνουν εύκολα στο επίπεδο οικονομικής ζημιάς. Έχουν μεγάλη ικανότητα ζημιάς και αναπτύσσουν εύκολα ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. Επιπλέον πολλά από αυτά (θρίπες, αλευρώδης, αφίδες) είναι πολύ μικρά και μετακινούνται σε μακρινές αποστάσεις με τον άνεμο (Avidon and Harpaz, 1969, cited by Berlinger, 1996). Η σπουδαιότητα του κάθε είδους είναι σε κάποιο βαθμό «δυναμική» καθώς εξελίσσονται οι πρακτικές παραγωγής και καθώς μεταβάλλεται η συμπεριφορά των εντόμων, γεγονός που συμβαίνει ιδιαίτερα στη τομάτα που είναι ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο σύστημα παραγωγής (Berlinger, 1996).

Η ζημιά από τα έντομα οφείλεται κυρίως στο ότι τα έντομα τρέφονται από τα φυτά καταστρέφοντας έτσι σημαντικά μέρη του φυτού. Οι ζημιές που προκαλούνται είναι διαφορετικού τύπου, λόγω του ότι οι εχθροί της τομάτας ανήκουν σε διαφορετικά taxa, οπότε έχουν διαφορετική κατασκευή στοματικών μορίων (Berlinger, 1996).

Μετά από προσωπική συνομιλία με παραγωγούς θερμοκηπιακής τομάτας στην περιοχή της Θεσσαλίας, προέκυψε το συμπέρασμα, ότι ο θρίπας αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για την καλλιέργεια της τομάτας στα θερμοκήπια της περιοχής, με αποτέλεσμα οι παραγωγοί, να προβαίνουν σε συχνούς ψεκασμούς για την αντιμετώπισή του. Για το λόγο αυτό επικεντρώσαμε την προσοχή μας στους θρίπες και ειδικότερα στον *Frankiniella occidentalis*, για τους οποίους αναφέρονται στη συνέχεια στοιχεία βιολογίας - οικολογίας.

### **Θρίπες (τάξη Thysanoptera, υποτάξη Terebrantia, οικογένεια Thripidae)**

-Μορφολογία: οι θρίπες είναι συνήθως μικρά έως πολύ μικρά έντομα, με στενόμακρο σώμα και με δύο ζεύγη ή καθόλου πτέρυγες. Το μήκος του σώματος είναι 0,5-12mm και στα πιο πολλά είδη οι πτέρυγες είναι πολύ στενές με λίγα ή χωρίς νεύρα και με πολλές μακριές και

Σαφούρη, Χ., 1999. Επίδραση διχτύου εντομοστεγανότητας σε καλλιέργεια υπό κάλυψη

λεπτές τρίχες (κροσσούς) στην περιμέτρο τους. Η κεφαλή έχει μεγάλους και εξέχοντες οφθαλμούς (Εικόνα 1.) και σχετικά κοντές κομβοειδείς ή νηματοειδείς κεραίες. Τα στοματικά μόρια είναι νύσσοντος-μυζητικού ή κατά άλλη άποψη σχίζοντος-ξέοντος-μυζητικού τύπου και βρίσκονται στο οπίσθιο κοιλιακό μέρος της κεφαλής. Τα όργανα με τα οποία ο θρίπας τρυπά ή κόβει τους ιστούς του φυτού είναι συνήθως τρία ξιφίδια που τα αποτελούν οι 2 κάτω γνάθοι και η αριστερή άνω γνάθος. Ο προθώρακας είναι καλά ανεπτυγμένος. Η κοιλία δεν έχει κέρκους. Η μεταμόρφωση είναι ατελής αλλά μεταξύ προνυμφικού και ενήλικου σταδίου παρεμβάλλονται 2 ή 3 αδρανή στάδια που μοιάζουν με νύμφες και ονομάζονται νύμφες (pupae). Οι θρίπες έχουν χρώμα κίτρινο, καστανοκίτρινο ή μαύρο (Τζανακάκης, 1980).

-Βιολογία: τα φυτοφάγα είδη προσβάλλουν φύλλα, οφθαλμούς, βλαστούς, άνθη και καρπούς. Διατρυπούν, κόβουν ή ξύνουν και ρουφούν το περιεχόμενο των φυτικών κυττάρων. Τα στάδια του βιολογικού κύκλου στην υποτάξη Terebrantia, είναι τα εξής: αυγό, larva I, larva II, prepupa, pupa, ενήλικο. Στην υποτάξη Tubulifera υπάρχει ένα ακόμη νυμφικό στάδιο. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου ποικίλει με τα είδη και την εποχή καθώς και ο αριθμός των γενεών ανά έτος μπορεί να είναι από 1-2 έως και 15 γενεές. Γενικά οι θρίπες αποφεύγουν τις ηλιακές ακτίνες εκτός από τις ώρες που πρόκειται να απογειωθούν. Γι' αυτό και τα φυλλόβια είδη βρίσκονται συνήθως στη σκιαζόμενη πλευρά των φύλλων. Μερικά είδη νυμφώνονται πάνω στο φυτό, τα πιο πολλά όμως νυμφώνονται στην επιφάνεια του εδάφους ανάμεσα σε νεκρό φυτικό υλικό ή μέσα στο έδαφος σε κελί και μάλιστα σε αρκετά μεγάλο βάθος (Τζανακάκης, 1980).

Πίνακας 1. Συνοπτική παρουσίαση των επιβλαβών εντόμων της τομάτας

Κοινή ονομασία	Επιστημονική ονομασία	Κατάσταση εντόμου	Εύρος ξενιστών	Τύπος προσβολής	Μέρος φυτού που προσβάλλεται
Αρθρόποδα					
Μυριάποδα	<i>Diplopoda spp. Isopoda spp.</i>	Ασημαντο	Μεγάλο	Μάσηση	Ρίζες και σπορόφυτα
Ακάρεα					
Κοινή κόκκινη αράχνη	<i>Tetranychus urticae</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Ξύσιμο	Φύλλο
Πορφυρή αράχνη	<i>T. cinnabarinus</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Ξύσιμο	Φύλλο
Κοκκινोकάστανη αράχνη τομάτας	<i>Acuilops lycopersici</i>	Σημαντικό	Περιορισμένο	Ξύσιμο	Βλαστό και φύλλο
Έντομα					
Θυσανόπτερα					
Θρίπτες κρεμμυδιού	<i>Thrips tabaci</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Ξύσιμο και μετάδοση ιών	Φύλλο
Θρίπτες Δυτ. Αιθ. φυτών	<i>Frankliniella sp.</i>	Πολυφάγο	Ξύσιμο		Φύλλο
Έτεροπτερα					
Πράσινη βρομούσα	<i>Nezara viridula</i>	Ασημαντο	Μεγάλο	Μύζηση	Φύλλο και βλαστός
Ομοπτερα					
Αλευρώδης θερμοκηπίου	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μύζηση	Φύλλο
Αλευρώδης καπνού	<i>Bemisia tabaci</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μύζηση και μετάδοση ιού	Φύλλο
Αφίδα Ροδακινιάς	<i>Myzus persicae</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μύζηση και μετάδοση ιού	Φύλλο
Αφίδα πεπονίου ή βαμβακιού	<i>Aphis gossypii</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μύζηση και μετάδοση ιού	Φύλλο
Αφίδα πατατάς	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μύζηση και μετάδοση ιού	Φύλλο
Ορθόπτερα	<i>Gryllotalpa Gryllotalpa</i>	Ασημαντο	Μεγάλο	Μάσηση	Σπορόφυτο
Κολεόπτερα					
Σιδηροσκώληκες	<i>Agriotes lineatus</i>	Ασημαντο	Μεγάλο	Μάσηση	Ρίζες και σπορόφυτα
Λεπιδόπτερα					
Αχεροντία	<i>Acherontia atropos</i>	Ασημαντο	Περιορισμένο	Μάσηση	Φύλλο
Φθοριμαία	<i>Phthorimaea operculella</i>	Σημαντικό	Περιορισμένο	Μάσηση	Βλαστό, φύλλο, καρπούς
Αγρότιδα	<i>Agrotis segetum</i>	Ασημαντο	Μεγάλο	Μάσηση	Ρίζες, σπορόφυτα
Σποδόπτερα	<i>Spodoptera littoralis</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μάσηση	Φύλλο, βλαστούς καρπούς
Σποδόπτερα τευτλών	<i>S. exigua</i>	Σημαντικό	Μεγάλο	Μάσηση	Φύλλο, καρπούς
Σποδόπτερα	<i>S. litura Plusia chalcytes</i>	Σημαντικό Ασημαντο	Μεγάλο	Μάσηση Μάσηση	Φύλλο, καρπούς Φύλλο, καρπούς
Πράσινο σκουλήκι	<i>Heliothis zea</i>	Ασημαντη	Μεγάλο	Μάσηση	Φύλλο, καρπούς
Πράσινο σκουλήκι	<i>H. armigera</i>	Σημαντική	Μεγάλο	Μάσηση	Φύλλο, καρπούς

Κατάσταση εντόμου – Τύπος προσβολής: Σημαντικό: πρόκληση ζημιάς κάθε χρόνο σε πολλές χώρες. Ασημαντο: πρόκληση ζημιάς σε μία μικρή γεωγραφικά περιοχή. Εύρος ξενιστών: Μεγάλο: πολυφάγα- προσβολή πολλών φυτικών ειδών διαφόρων βοτανικών οικογενειών. Περιορισμένο: ολιγοφάγα- προσβολή κάποιων φυτικών ειδών της Σολανίνης. Μύζηση: μύζηση χυμού φυτών με διείσδυση στοματικών μερών, με ιό: μεταβίβαση ιού. Μάσηση: καταναλώνοντας ολόκληρα τα μέρη του φυτού (πχ. φύλλα). Ξύσιμο: διείσδυση σε στόμιο- μέρη – ερεθίζοντας τους ιστούς του φυτού και εκμυζώντας τον εκκρινόμενο χυμό. Υπονόμηση: κάμπια –αλευρώδη, πλεγμάτα ανάμεσα σε δύο επιδερμικά εξωτερικά στρώματα, ενήλικο: διάτρηση φύλλων με όργανο εναπόθεσης αβγών και εκμύζηση έκχυσης.

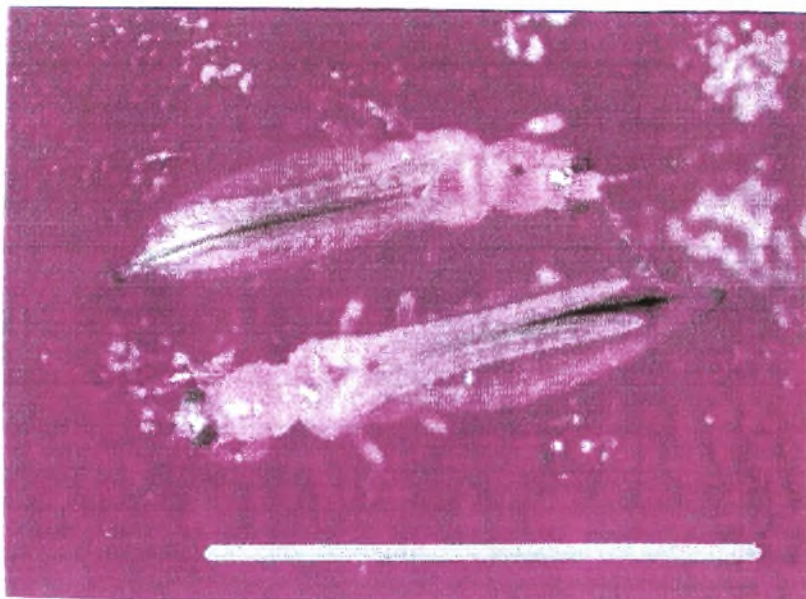
Πηγή: Avidor and Harpaz, 1969; Berlinger et al, 1983; Blunk, 1956; Hussey et al., 1969; Lindquist, 1977; Metcalf et al., 1962 Nakazawa, 1983; Rivnay, 1962; Spencer, 1973; van Lenteren et al., 1980.



(α)



β)



Εικόνα 1 α) και β) ενήλικο άτομο θρίπα (*Frankliniella occidentalis*)



-Κατανομή πάνω στο φυτό: κατά κανόνα οι θρίπες συγκεντρώνονται σε γρήγορα αναπτυσσόμενα μέρη του φυτού όπως τα νεαρά φύλλα και άνθη και οι ακραίοι οφθαλμοί.

-Μετακίνηση, εξάπλωση και διασπορά: σε μικρές αποστάσεις μετακινούνται βαδίζοντας ή έρποντας και σε μεγάλες πετώντας. Ο τρόπος και η βραδύτητα με την οποία πετούν οι θρίπες και όλη η κατασκευή τους δεν τους επιτρέπει να διανύουν μεγάλες αποστάσεις με τις δικές τους δυνάμεις. Έχουν όμως την ικανότητα να απογειώνονται και να διατηρούνται εν πτήση για μεγάλα χρονικά διαστήματα με τον άνεμο.

-Ζημιές: ένα τυπικό σύμπτωμα προσβολής θριπών σε φύλλα είναι η αργυροφυλλία. Τα φύλλα παίρνουν χρώμα ασημί, κυρίως λόγω της παρουσίας αέρα στα αδειασμένα από τους θρίπες κύτταρα. Άλλα συμπτώματα μπορεί να είναι χλωρωτικές ή ανοικτοκάστανες ή κοκκινωπές κηλίδες σε φύλλα και οφθαλμούς, ουλές, δερμάτωση ή παραμόρφωση φύλλων και καρπών, κηλίδωση ανθέων και σε σοβαρή προσβολή, ξήρανση προσβεβλημένων μερών του φυτού. Εκτός από την άμεση ζημιά που προκαλούν τραυματίζοντας τους ιστούς και μυζώντας τον χυμό των φυτών ή ρυπαίνοντας τα εμπορεύσιμα μέρη του, οι θρίπες μπορεί να ζημιώσουν έμμεσα τα φυτά και με άλλους τρόπους. Η έμμεση ζημιά μπορεί να οφείλεται σε μηχανική μεταφορά φυτοπαθογόνων μυκήτων και βακτηρίων και σε μετάδοση ιών. Ως φορείς ιών οι θρίπες είναι γνωστό να μεταδίδουν μόνο τον ιό του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (tomato spotted wilt virus ή TSWV), φυλές του οποίου προσβάλουν και άλλα φυτά όπως τον καπνό, την πατάτα, το μαρούλι και τον ανανά. Φορείς αυτού του ιού είναι το πολυφάγο *Thrips tabaci*, ο *Frankliniella occidentalis* και ο *F. fusca* (Τζανακάκης, 1980).

-Καταπολέμηση: εφαρμόζονται διάφορα καλλιεργητικά μέτρα για τον περιορισμό της ζημιάς από θρίπες, με ένα από τα πιο σημαντικά την καταστροφή των ζιζανίων. Επίσης με ορισμένα φυσικά μέσα όπως το άπλωμα λουριδίων αλουμινόχαρτου στο έδαφος, που αποτρέπει την προσγείωση μεταναστευόντων θριπών. Επιπλέον γίνονται προσπάθειες και για βιολογική καταπολέμηση. Κυρίως όμως στην πράξη, χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, πολλά από τα οποία φάνηκαν να είναι αποτελεσματικά. Παρ' όλα αυτά η καταπολέμηση τους με χημικά μέσα δεν φάνηκε να είναι τόσο αποτελεσματική, όπως θα περίμενε κανείς, και αυτό γιατί η συχνά μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού, η γρήγορη αύξηση του πληθυσμού και η αποφυγή των εντομοκτόνων λόγω της τάσης των θριπών να κρύβονται καθώς και το γεγονός του ότι ο θρίπας περνά ένα μέρος της ζωής του στο έδαφος, κάνουν δύσκολη την καταπολέμησή τους.

## Ασθένειες της τομάτας θερμοκηπίου

Η τομάτα προσβάλλεται από ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, μυκητολογικές, βακτηριολογικές, ιώσεις, κ.α.

Από το πλήθος των μυκητολογικών ασθενειών που προσβάλλουν την τομάτα θερμοκηπίου, θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στον Βοτρύτη και Περονόσπορο, λόγω της μεγαλύτερης σημασίας τους.

Ο βοτρύτης, προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis cinerea*, ο οποίος συναντάται παγκοσμίως, ιδιαίτερα όμως σε περιοχές με πολύ υψηλή υγρασία (Watterson, 1996). Προσβάλλει όλα, σχεδόν, τα καλλιεργούμενα φυτά κάθε ηλικίας, όλα σχεδόν τα φυτικά όργανα, και προκαλεί αναλόγως του είδους και της ηλικίας των ιστών και των συνθηκών του περιβάλλοντος, συμπτώματα διαφόρων τύπων. Η προσβολή εκδηλώνεται με τη μορφή καστανών περιοχών στα μεσογονάτια. Στα φύλλα σχηματίζονται μεγάλες νεκρωτικές καστανές κηλίδες. Στους καρπούς εμφανίζονται διάχυτες καστανές κηλίδες. Συχνά, σε προχωρημένο στάδιο οι προσβεβλημένοι ιστοί μουμιοποιούνται. Με υγρό καιρό τα προσβεβλημένα όργανα καλύπτονται από τη χαρακτηριστική τεφρά εξάνθηση του μύκητα. Συχνές και σοβαρές ζημιές προκαλούνται την περίοδο του φθινοπώρου τόσο στις υπαίθριες όσο και σε καλλιέργειες θερμοκηπίου (Παναγόπουλος, 1993).

Ο περονόσπορος: προκαλείται από τον μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος μπορεί να καταστρέψει ολοκληρωτικά την παραγωγή μέσα σε λίγες ημέρες. Οι ζημιές προκαλούνται από την καταστροφή των υπέργειων οργάνων. Αρχικά εμφανίζονται κηλίδες με ακανόνιστο σχήμα (αρχικά υποκίτρινο, και στη συνέχεια καστανό ή μαύρο) στα κατώτερα φύλλα. Με ευνοϊκές συνθήκες ο μύκητας προχωρεί σε ολόκληρο το έλασμα, στο μίσχο και στο στέλεχος, και όλα παίρνουν χρώμα καστανό. Το σημείο της ασθένειας είναι η υπόλευκη εξάνθηση κονιδιοφόρων, που βγαίνουν από τα στομάτια, γι' αυτό και εμφανίζονται μόνο στη κάτω επιφάνεια των φύλλων. Στον καρπό της τομάτας εμφανίζονται περιοχές, μάλλον κυκλικές, χωρίς σαφή όρια, με μάλλον ανώμαλη επιφάνεια και χρώμα γκριζοπράσινο – καστανό (Γεωργόπουλος, 1984). Τα σπόρια του μύκητα μπορούν να μεταφερθούν με τον άνεμο σε απόσταση μέχρι και 30 χιλιομέτρων (Watterson, 1996). Στη χώρα μας η ασθένεια αυτή προκαλεί σοβαρές ζημιές στην εκτός εποχής καλλιέργεια τομάτας σε θερμοκήπια (Γεωργόπουλος, 1984).

Άλλες σημαντικές μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας είναι:

Ο πρώιμος περονόσπορος (*Alternaria solani*), η φουζαρίωση (*Fusarium sp.*), η σεπτόρια (*Septoria lycopersici*), το ωίδιο (*Leveillula taurica*), και άλλες (Watterson, 1996).

Οι πιο σημαντικές βακτηριολογικές ασθένειες της τομάτας είναι οι εξής: ο βακτηριακός καρκίνος (*Corynebacterium michiganense*), ο βακτηριακός μαρασμός (*Pseudomonas solanacearum*), και η βακτηριακή κηλίδωση (*Pseudomonas syringae*) (Sherf and Macnab, 1986).

Η τομάτα προσβάλλεται και από έναν αριθμό ιώσεων και ασθενειών τύπου μυκοπλάσματος μέσω εντόμων-φορέων, με κυριότερους τους θρίπες και τις αφίδες (Berlinger, 1996).

Οι ιώσεις είναι ένα πολύ μεγάλο πρόβλημα για τους παραγωγούς θερμοκηπιακών προϊόντων. Ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας εγκαθίσταται στα πολυετή ζιζάνια εξωτερικά, και οι θρίπες, μπορούν να δράσουν ως φορείς του στελέχους αυτού στα φυτά εσωτερικά του θερμοκηπίου. Άλλοι θρίπες πιθανόν να μεταφέρουν τους ιούς από μολυσμένα φυτά στο θερμοκήπιο εξαπλώνοντας έτσι την ασθένεια παντού. Οι σημαντικότεροι ιοί που έχουν σημειωθεί να προσβάλλουν την τομάτα θερμοκηπίου είναι οι εξής: ο ιός του μωσαϊκού του καπνού (TMV), ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV), ο ιός του μωσαϊκού της μηδικής (AMV), και ο ιός του μωσαϊκού του αγγουριού (CMV) (Watterson, 1986).

## **Επίδραση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου στην εμφάνιση εχθρών και ασθενειών**

Η γεωγραφική κατανομή των εντόμων καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Επιπλέον, διαφορετικά είδη του ίδιου γένους ή στενά συσχετιζόμενα γένη μπορεί να είναι επιζήμια σε διαφορετικές περιοχές. Κατά συνέπεια, οι κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής καθορίζουν ποια είδη εντόμων απαντώνται, και ποια από αυτά μπορούν να αποβούν επιβλαβή για τις διάφορες καλλιέργειες, στις διάφορες περιοχές. Επιπλέον, ορισμένα είδη που δεν αποτελούν σοβαρούς εχθρούς για μια καλλιέργεια στην ύπαιθρο λόγω των κλιματικών συνθηκών της περιοχής (ψυχρές περιοχές), μπορεί να αποβούν σημαντικά επιζήμια για την ίδια καλλιέργεια, όταν πρόκειται για καλλιέργεια θερμοκηπίου (Berlinger, 1996). Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν και τη διάρκεια των διαφόρων σταδίων του βιολογικού κύκλου των εντόμων, όπως επίσης και την εποχή εμφάνισής τους. Για παράδειγμα, ο κύκλος ζωής του αλευρώδη σε θερμά καλοκαίρια διαρκεί 3-4 εβδομάδες. Έτσι ο αλευρώδης έχει αρκετές γενεές ετησίως, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες (Avidon, 1956; Butler *et al.*, 1983

cited by Berlinger, 1996). Γενικά ως προς τη βιολογία των εντόμων, ανάμεσα στους παράγοντες που παρεμβαίνουν είναι η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος (Τζανακάκης, 1980).

Οι αφίδες είναι άφθονες κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά με μετρίως θερμό και με υγρό καιρό (Τζανακάκης, 1980). Σε θερμά κλίματα στην ύπαιθρο ή σε θερμαινόμενα θερμοκήπια οι αφίδες αναπαράγονται παρθενογενετικά (Berlinger, 1996). Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα. Σε κλίματα όπως το ελληνικό, οι ζεστοί και ξηροί μήνες του θέρους δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή τους, και έτσι ο πληθυσμός τους περιορίζεται πολύ (Τζανακάκης, 1980). Σε ψυχρές περιοχές, όπου ο χειμώνας δεν επιτρέπει την αναπαραγωγή, οι αφίδες εμφανίζονται το φθινόπωρο.

Οι θρίπες ευνοούνται από θερμά κλίματα. Το καλοκαίρι, η διάρκεια ανάπτυξης από αυγό σε ενήλικο διαρκεί 2-3 εβδομάδες, έτσι ο θρίπας μπορεί να έχει αρκετές γενεές το χρόνο. Ψυχρές συνθήκες κάτω από 14,5° C, φαίνεται να καθυστερούν την ανάπτυξη των αυγών (Berlinger, 1996). Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα η αναπαραγωγή ορισμένων ειδών θρίπα συνεχίζεται και το χειμώνα και μπορεί τότε να υπάρχουν στη φύση όλα τα στάδιά τους. Η απογείωση και η διασπορά με πτήση γίνεται την ημέρα και όταν η θερμοκρασία υπερβεί ορισμένο όριο. Τέλος, ανάλογα με την εποχή, οι θρίπες μεταφέρονται σε άλλους ξενιστές (Τζανακάκης, 1980).

Πολλοί από τους ιούς που προσβάλλουν την τομάτα, μεταφέρονται μέσω εντόμων φορέων, συνεπώς, οι συνθήκες του περιβάλλοντος που ευνοούν την εμφάνιση των εντόμων αυτών, ευνοούν έμμεσα και την μετάδοση και εξάπλωση ιώσεων. Ο χρόνος επώασης (από τη μόλυνση έως την εμφάνιση των συμπτωμάτων) εξαρτάται από τη θερμοκρασία, όπως επίσης και η ένταση των συμπτωμάτων, η οποία αυξάνει με την άνοδο της θερμοκρασίας (Γεωργόπουλος, 1984).

Το περιβάλλον είναι σημαντικός παράγοντας και για την εμφάνιση των διαφόρων μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών, και κυρίως η θερμοκρασία και η υγρασία. Η βακτηριακή κηλίδωση δεν είναι σημαντική σε θερμοκρασίες πάνω από 30°C (Schneider and Crogan, 1977 cited by Watterson, 1996), ενώ είναι περισσότερο καταστρεπτική σε θερμοκρασίες 26-32°C. Το καφέτιασμα της ρίζας αναπτύσσεται καλύτερα κάτω από ψυχρές συνθήκες, ενώ ο βακτηριακός μαρασμός ευνοείται από θερμοκρασίες πάνω από 28°C (Kelman, 1953 cited by Watterson, 1996). Η υψηλή σχετική υγρασία και η διάρκεια διαβροχής των φύλλων, είναι σημαντικοί παράγοντες για την εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών του φυλλώματος. Γενικά οι καλλιέργειες υπό προστασία χαρακτηρίζονται από περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως υψηλή υγρασία και περιορισμένη κυκλοφορία του αέρα,



συνθήκες που ευνοούν τη συγκράτηση ελεύθερης υγρασίας στα φύλλα, προϋπόθεση απαραίτητη για την πρόκληση μολύνσεων από μύκητες του φυλλώματος (Wattersson, 1996). Αντίθετα συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας, φαίνεται να ευνοούν το ωίδιο. Λόγω του ότι ο βοτρυτής και ο περονόσπορος είναι από τις πιο σημαντικές ασθένειες της φθινοπωρινής καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου, γίνεται παρακάτω μια εκτενέστερη αναφορά, σχετικά με την επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος στις ασθένειες αυτές.

**Βοτρυτής:** ο ρυθμός ανάπτυξης του μύκητα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, μπορεί όμως να αναπτυχθεί σε μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ 1 και 30 °C. Όμως η υψηλή σχετική υγρασία του περιβάλλοντος αποτελεί μια απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη της ασθένειας. Με ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας αναπτύσσεται πολύ γρήγορα το μυκήλιο του παρασίτου και σχηματίζονται άφθονοι κονιδιοφόροι με τεράστιο αριθμό κονιδίων. Τα κονίδια βλαστάνουν ταχύτατα στις σταγόνες του νερού και προκαλούν νέες μολύνσεις. Η ταχύτητα της μόλυνσης εξαρτάται επίσης και από τη θερμοκρασία. Γενικώς, οι μολύνσεις δεν εξελίσσονται γρήγορα σε σχετική υγρασία κάτω του 90%. Οι προσβολές σταματούν και παύουν να αναπτύσσονται με ξηρό και θερμό καιρό (Παναγόπουλος, 1993).

**Περονόσπορος:** οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την παραγωγή σποριαγγειοφόρων, είναι σχετική υγρασία 100% και θερμοκρασία 16-22°C. Τα σποριοαγγειοσπόρια, χάνουν την βλαστικότητα τους αν παραμείνουν 3 – 6 ώρες σε σχετική υγρασία κάτω από 80%. Τα σποριάγγεια για να βλαστήσουν, απαιτούν ελεύθερη υγρασία στην επιφάνεια του ξενιστή, η οποία πρέπει να διατηρηθεί όλο το διάστημα από τη βλάστηση μέχρι τη μόλυνση. Οι καλύτερες θερμοκρασίες για την πρόοδο του μύκητα είναι 17 - 21° C. Θερμοκρασίες πάνω από 25° C είναι δυσμενείς και στους 30° C , ο μύκητας θανατώνεται. Αν επικρατεί υγρός καιρός (πάνω από 95% σχετική υγρασία), οι καρποφορίες παράγονται λίγες μέρες μετά τη μόλυνση, έτσι ώστε για την ανακύκλωση της ασθένειας απαιτούνται μόνο 3 – 5 ημέρες. Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι ο περονόσπορος είναι ασθένεια που απαιτεί υγρό και δροσερό καιρό, γι' αυτό και στη χώρα μας οι ζημιές προκαλούνται νωρίς την άνοιξη ή αργά το φθινόπωρο (Γεωργόπουλος, 1984).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερή η σχέση μεταξύ του κλίματος του θερμοκηπίου και της εμφάνισης εχθρών και ασθενειών μέσα σ' αυτό, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στα πλαίσια της στρατηγικής διαχείρισης του κλίματος. Για τους λόγους αυτούς, κρίνεται αναγκαία και η διερεύνηση της τυχόν επίδρασης των δ.ε. για την εξάπλωση ασθενειών μέσω της επίδρασής τους στο κλίμα του θερμοκηπίου.

## Επίδραση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου στην ανάπτυξη της καλλιέργειας.

Η επίδραση των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη της καλλιέργειας έχει ερευνηθεί εκτενώς και αφορά κυρίως την επίδραση του φωτός, της θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα στο ισοζύγιο και κατανομή των υδατανθράκων, στη διαπνοή, αύξηση των οργάνων, και άμεσα στην ίδια την παραγωγή.

Έτσι, έχουν γίνει σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες για τον προσδιορισμό των επιδράσεων ενός αριθμού περιβαλλοντικών παραγόντων στην ανάπτυξη, με σκοπό να αναπτυχθούν μαθηματικά προσομοιώματα (μοντέλα) ανάπτυξης φυτών που προσομοιώνουν την επίδραση του κλίματος του θερμοκηπίου στους φυσιολογικούς μηχανισμούς που καθορίζουν την ανάπτυξη των φυτών.

Αρχικά στην ανάπτυξη μοντέλων εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης – αύξησης (growth analysis). Η θερμοκρασία ήταν από τους πρώτους παράγοντες των οποίων ερευνήθηκε η επίδραση στην αύξηση και απόδοση (Calvert and Slack, 1975). Παράλληλα με τη μέθοδο αυτή (Hunt et al., 1984; Thornley and Hard, 1974; Wolf et al., 1986), αναπτύχθηκαν μοντέλα ανάπτυξης φυτών που προβλέπουν την εποχή παραγωγής, το ύψος κ.λ.π.

Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν τα ενεργειακά μοντέλα με πρωτοπόρο τον Monteith (1976, 1977), ο οποίος ανέλυσε την αποτελεσματικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας (Radiation Use Efficiency), σε επιμέρους αποτελεσματικότητες των φυσιολογικών και βιολογικών διαδικασιών. Με τα ενεργειακά μοντέλα στη τομάτα έχουν ασχοληθεί πρόσφατα οι Gary et al. (1998) και Challa and Baker (1998).

Επίσης, έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός μοντέλων προσομοίωσης της φωτοσύνθεσης της τομάτας σε όλα τα επίπεδα (φύλλο, φυτό, καλλιέργεια) (Acocck et al., 1978; Aikman, 1989; Thornley et al., 1992). Αυτά τα μοντέλα αποτελούν ένα βασικό κρίκο μεγαλύτερων μοντέλων που προσομοιώνουν την παραγωγή της καλλιέργειας. Τα πιο διαδεδομένα είναι το TOMGRO (Jones et al., 1991), ένα μηχανισμικό μοντέλο με στόχο τη βελτιστοποίηση των θερμοκρασιών του θερμοκηπίου, και το TOMSIM, που αναπτύχθηκε από τους Henvelink and Bertin (1994), και που συσχετίζει το ρυθμό παραγωγής ταξιανθιών με τη θερμοκρασία. Τα μηχανισμικά μοντέλα είναι σύνθετα μοντέλα τα οποία εξηγούν τη σχέση μεταξύ μεταβλητών εισόδου και εξόδου λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιάμεσα φαινόμενα και μηχανισμούς που

παρεμβαίνουν. Τα στατιστικά μοντέλα δεν λαμβάνουν υπόψη τους τα φαινόμενα που παρεμβαίνουν ανάμεσα στις μεταβλητές για να εξηγήσουν τη σχέση τους. Τέλος τα στοχαστικά μοντέλα είναι μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη την παραλλακτικότητα που παρατηρείται από φυτό σε φυτό. Το TOMSIM, χρησιμοποιήθηκε σε λογισμικό (software), το οποίο προσομοιώνει τη λειτουργία του θερμοκηπίου και τον εξοπλισμό του με διαφορετικές μεθόδους διαχείρισης, το λογισμικό, SIMULSERRE (Gary *et al.*, 1998).

Λόγω του ότι τα μοντέλα άρχισαν να γίνονται ολοένα, πιο μεγάλα και σύνθετα, παρατηρήθηκε μία τάση επιστροφής σε απλούστερα μοντέλα που θα έκαναν τη χρήση τους πιο εύκολη. Έτσι, το 1993, οι Martin Claunaire *et al.*, σχεδίασαν ένα έμπειρο σύστημα (expert system) για τον καθημερινό έλεγχο και επίτευξη της βέλτιστης θερμοκρασίας στην τομάτα θερμοκηπίου. Οι Ioslovich and Seginer (1993), απλοποίησαν τις μελέτες βελτιστοποίησης που είχαν κάνει παλαιότερα.

Οι Pearson *et al.* (1996), ανέπτυξαν ένα στοχαστικό μοντέλο που λαμβάνει υπόψη τις διαφορές μεταξύ των φυτών για την εμφάνιση των ταξιανθιών στην τομάτα. Στοχαστικό μοντέλο έχει αναπτυχθεί και από τους Hall and Candar (1996), που προσομοιώνει την κατανομή του μεγέθους του καρπού στη συγκομιδή.

Παρ' όλα αυτά, κανένα μοντέλο σήμερα δεν λαμβάνει υπόψη του την επίδραση των διχτύων εντομοστεγανότητας στο περιβάλλον του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Θα ήταν λοιπόν ιδιαίτερα χρήσιμο μέσα σε ήδη υπάρχοντα μοντέλα να περιληφθούν και τα δ.ε. ως μέρος του εξοπλισμού του θερμοκηπίου το οποίο συμμετέχει στη διαμόρφωση του κλίματος, και κατά συνέπεια να προσομοιωθεί η επίδρασή του στην καλλιέργεια.

### **Ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με την φυτοπροστατευτική δράση των διχτύων εντομοστεγανότητας**

Τα δίχτυα έντομοστεγανότητας επηρεάζουν άμεσα τα έντομα - εχθρούς της τομάτας, εμποδίζοντας την είσοδό τους στο εσωτερικό του θερμοκηπίου αλλά δεδομένου ότι αυτά μεταδίδουν ιούς, επηρεάζουν έμμεσα και την εξάπλωση ιώσεων.

Η άμεση επίδραση αφορά τον αριθμό των εισερχόμενων εντόμων, ο οποίος σε συνδυασμό με τη βιολογία τους και την επίδραση του περιβάλλοντος στην αναπαραγωγή και στην βιολογική εξέλιξη, καθορίζει τον πληθυσμό των εντόμων ανά στάδιο, στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.



Ο αριθμός και η δραστηριότητα των ατόμων που βρίσκονται σε στάδια τα οποία προκαλούν ζημία στα φυτά καθορίζουν το είδος και το βαθμό προσβολής στη καλλιέργεια .

Περισσότερη έμφαση, όσον αφορά τη χρήση των δίχτων, έχει δοθεί στον αποκλεισμό των αφίδων, του αλευρώδη και του *Frankliniella sp.*, τα οποία έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε πολλά εντομοκτόνα (Baker *et al.*, 1993).

Το 1988, οι Berlinger *et al.*, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κάλυψη των φυτών με Agryl (ένα κάλυμμα πολυπροπυλενίου), εμποδίζει αποτελεσματικά την είσοδο του αλευρώδη (*Bemisia tabaci*), και κατά συνέπεια την μετάδοση του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων τομάτας (TYLCV) σε θερμοκήπια. Βέβαια το Agryl, βρέθηκε να είναι κατάλληλο για τομάτες που φυτεύονται αργά το Σεπτέμβριο ή αρχές Οκτωβρίου. Για πρωιμότερη φύτευση, προκάλεσε εγκαύματα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Οι Bethke and Paine (1990) έκαναν εργαστηριακές δοκιμές για να προσδιορίσουν την αποτελεσματικότητα διαφόρων δίχτων εντομοστεγανότητας για πέντε (5) κύρια έντομα θερμοκηπίου: *Liriomyza trifolii*, *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*. Τα είδη αυτά έδειξαν διαφορετική ικανότητα στο να διαπερνούν τα δίχτυα. Η γεωμετρία της οπής ή ο τρόπος με τον οποίο οι οπές είχαν σχεδιασθεί φάνηκαν να είναι σημαντικά στοιχεία για τον αποκλεισμό των εντόμων. Επιπλέον φάνηκε ότι τα πιο αποτελεσματικά δίχτυα είχαν ως συνέπεια τη μείωση της ροής του αέρα. Τα μεγέθη των οπών που βρέθηκαν να είναι πιο κατάλληλα για τον αποκλεισμό του κάθε είδους ήταν: *Liriomyza trifolii* (0.64 mm), *A. gossypii* (0.341 mm), *B. tabaci* (0.462 mm), *F. occidentalis* (0.192 mm). Αργότερα, εξετάστηκαν διάφορα δίχτυα τόσο στο εργαστήριο, όσο και στον αγρό κάτω από χαμηλά τούνελ και θερμοκήπια. Στα εργαστηριακά πειράματα βρέθηκε πολύ καλή αρνητική σχέση μεταξύ πυκνότητας δίχτους και του ποσοστού εισόδου του αλευρώδη. Στα πειράματα που έγιναν σε τούνελ και θερμοκήπια, ο αριθμός των ατόμων του αλευρώδη που πιάστηκε σε παγίδες μέσα στο θερμοκήπιο, ήταν σημαντικά χαμηλότερος από ότι έξω και ήταν κάτω από το επίπεδο της οικονομικής ζημιάς (Berlinger *et al.*, 1991). Οι Berlinger *et al.* (1993), ερεύνησαν τη δυνατότητα χρήσης δίχτων για τον έλεγχο του πληθυσμού του θρίπα (*Frankliniella sp.*), καταλήγοντας στο συμπέρασμα, ότι ο πληθυσμός τους μπορεί να μειωθεί σημαντικά, χρησιμοποιώντας δίχτυα με μικρό μέγεθος οπών (0.18mm x0.18mm). Φάνηκε επίσης, ότι οι θρίπες επηρεάζονται σημαντικά και από το χρώμα του δίχτους οπότε ο πληθυσμός μπορεί να ελεγχθεί επιλέγοντας το κατάλληλο δίχτυ.

Οι Berlinger and Lebiush – Mordechi (1995), σε μια προσπάθεια διερεύνησης της αποτελεσματικότητας εφαρμογής φυσικών μεθόδων για τον έλεγχο του αλευρώδη, κατέληξαν

μεταξύ άλλων, ότι η χρήση διχτύων είναι πιθανόν το πιο αποτελεσματικό μέσο για τον αποκλεισμό του. Το κύριο μειονέκτημά του φάνηκε να είναι η μείωση του αερισμού που προκαλεί. Επιπλέον το χρώμα του διχτύου φάνηκε επίσης να επηρεάζει την είσοδο του αλευρώδη, με πιο αποτελεσματικά χρώματα, το χρώμα του αλουμινίου και το λαμπερό άσπρο.

Ένα χρόνο αργότερα (Berlinger *et al.*, 1996), επιχειρήθηκε η εφαρμογή μιας στρατηγικής ολοκληρωμένης διαχείρισης (IPM) τριών φάσεων για τον έλεγχο του αλευρώδη. Στα πλαίσια αυτής της στρατηγικής εξετάστηκε και η χρήση διαφόρων διχτύων κατάλληλων για τον αποκλεισμό του εντόμου αυτού, τα οποία αποδείχτηκαν αποτελεσματικά στο να διατηρήσουν τον πληθυσμό κάτω από τα επίπεδα της οικονομικής ζημιάς. Επιπλέον κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση των διχτύων αποτελεί τη βάση για την εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των εντόμων.

Οι Bell and Baker (1997), μέσα από μια μελέτη 3 χρόνων σύγκριναν και προσδιόρισαν την αποτελεσματικότητα διαφόρων διχτύων στο να αποκλείουν τον αλευρώδη και τους θρίπες σε καλοκαιρινές συνθήκες, καταλήγοντας στο ότι τα δύο αυτά είδη έχουν διαφορετική ικανότητα εισόδου μέσω των διαφόρων διχτύων.

Από τους Antignus *et al.*, (1998), διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα διχτύων που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία στο εύρος της UVA και UVB (βιο-δίχτυα, «bionets»), στο να προστατεύουν τα φυτά από έντομα και ιώσεις, συγκριτικά με συμβατικά δίχτυα. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι συμβατικά δίχτυα και βιο-δίχτυα με πυκνότητες 16 και 30 mesh δεν ήταν αποτελεσματικά στο να αποκλείουν την είσοδο του αλευρώδη *Bemisia argentifolii*, και της αφίδας *Aphis gossypii*. Όμως βιο-δίχτυα με σπές 50 mesh, μείωσαν σημαντικά την είσοδο του αλευρώδη και την εξάπλωση του κίτρινωπού καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV). Πενήντα ημέρες αργότερα, το 30% του συνόλου των φυτών εμφανίστηκαν προσβεβλημένα από την ίωση σε μη ψεκασμένες τομάτες κάτω από βιοδίχτυ 50 mesh, σε σχέση με ποσοστό 80% προσβεβλημένων φυτών, σε μη ψεκασμένες κάτω από συμβατικό δίχτυ 50 mesh. Επιπλέον, βιοδίχτυα 50 mesh, ήταν πιο αποτελεσματικά από ότι τα συμβατικά με το ίδιο μέγεθος κυψέλης έναντι της *Liriomyza trifolii* και του *Tetranychus telarius* σε καλλιέργεια τομάτας, όπως επίσης και έναντι της *A. gossypii* σε καλλιέργεια αγγουριάς. Τέλος, κανένα από τα εξεταζόμενα βιο-δίχτυα δεν φάνηκε να υπερέχει των συμβατικών ενάντια στον θρίπα *F. occidentalis*.

Πρόσφατα, οι Diez *et al.* (1999), διερεύνησαν το ποσοστό μείωσης της προσβολής από τον ιό του κηλιδατού μαρασμού της τομάτας, σε ποικιλίες τομάτας με διαφορετική ανθεκτικότητα στην ίωση σε συνδυασμό με τη χρήση δίχτων. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος του ιού του κηλιδατού μαρασμού της τομάτας, που μεταδίδεται από τον θρίπα, μπορεί να γίνει με συνδυασμό χρήσης δίχτων και ανθεκτικών ή ανεκτικών ποικιλιών.

Στη συνέχεια ακολουθεί μία περίληψη των ερευνητικών εργασιών του Εργαστηρίου Εντομολογίας του North Carolina State University (NCSU), που περιέχονται στην δημοσίευση των Baker *et al.* (1993).

Οι Baker and Jones (1989), κατέληξαν στο ότι η εμφάνιση του ιού του κηλιδατού μαρασμού της τομάτας σε φυτά Αφρικάνικης βιολέτας, σε κελιά καλυμμένα με δίχτυ Vispore (400 mesh), σε σχέση με την εμφάνιση του ιού σε έντονα προσβεβλημένα εμπορικά θερμοκήπια, με ένα μέσο πληθυσμό θριπών, ήταν κατά πολύ μικρότερη.

Σε μία έρευνα που έγινε με την Αφρικάνικη Βιολέτα σε εμπορικό θερμοκήπιο με χαμηλή αλλά χρόνια προσβολή από τον *F. occidentalis* (Western Flower Thrips), φυτά σε 4 τύπους κελιών καλυμμένα με δίχτυ Vispore (400 mesh) συγκρίθηκαν με φυτά που δεν τοποθετήθηκαν σε κελιά. Το Vispore, αποδείχθηκε ότι αποκλείει μερικώς τον θρίπα για περισσότερο από δύο μήνες (Baker and Jones, 1989). Σε μία άλλη μελέτη που αφορούσε καλλιέργεια γαρύφαλλου σε κελιά με δίχτυ Vispore και κάποια άλλα με δίχτυ Remay (από πολυεστέρα), φάνηκε ότι τα φυτά και στις δύο περιπτώσεις είχαν σημαντικά λιγότερα άτομα αλευρώδη από ότι στους μάρτυρες.

Το 1990, οι Baker and Jones μελέτησαν 4 μικρά θερμοκήπια με χρυσάνθεμο στα οποία τοποθετήθηκαν αντίστοιχα: Vispore (400mesh, και 1600mesh), Remay, και Flybarr (ενισχυμένος πολυεστέρας). Όλα τα δίχτυα ήταν αποτελεσματικά στο να αποκλείουν τους θρίπες και τις αφίδες.

Το 1991 και 1992, επιχειρήθηκε βιολογικός έλεγχος σε εμπορικά θερμοκήπια. Στα ανοίγματα των θερμοκηπίων τοποθετήθηκαν δίχτυα Vispore και Remay. Στα πειράματα αυτά φάνηκε ότι ο πληθυσμός του αλευρώδη, στο θερμοκήπιο με δίχτυ Remay, ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με τον μάρτυρα, όπου έγιναν ψεκασμοί και πιθανόν το δίχτυ εγκλώβισε τον αλευρώδη στο θερμοκήπιο.

## Τεχνικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιούμενων δίχτυων

Η ευρεία διάδοση των δίχτυων ως μέσον ελέγχου των εντόμων, οδήγησε στην εμφάνιση στην αγορά πληθώρας νέων υλικών δ.ε. (Πίνακας 2.). Ένα από τα χαρακτηριστικά των δίχτυων που ενδιαφέρουν, είναι η πυκνότητα δίχτυου, που είναι ο αριθμός οπών/τετραγωνική ίντσα (mesh). Όταν το σχήμα των οπών δεν είναι τετράγωνο, το mesh προσδιορίζεται και για τις δύο διαστάσεις του δίχτυου. Τα δίχτυα μπορούν να κατασκευασθούν από διάφορους τύπους υλικών, όμως το πιο πρακτικό για χρήση σε θερμοκήπια είναι τα δίχτυα από ίνες πολυαιθυλενίου και πολυεστέρα. Μπορεί να μην διαρκούν όσο ένα μεταλλικό δίχτυο, όμως έχουν άλλα πλεονεκτήματα. Τα δίχτυα από πολυεστέρα (πολυμερές της ρητίνης) έχουν μικρές οπές που μπορούν να αποκλείσουν μικρά έντομα, αλλά αλλοιώνονται ευκολότερα από το ηλιακό φως από ότι τα δίχτυα πολυαιθυλενίου (θερμοπλαστικό πολυμερές). Και τα δύο μπορούν να επεξεργαστούν χημικά για να παρεμποδιστεί η δομική τους αλλοίωση, αλλά οι παρεμποδιστές αλλοίωσης που χρησιμοποιούνται, φαίνεται να ευνοούν περισσότερο το πολυαιθυλένιο από ότι τον πολυεστέρα (Baker *et.al.*, 1996).

Μπορούμε να διακρίνουμε τα συμβατικά δίχτυα και τα βιοδίχτυα (bionets). Τα πρώτα είναι τα κοινώς χρησιμοποιούμενα δίχτυα, των οποίων η ικανότητα να αποκλείουν τα έντομα, βασίζεται μόνο σε μηχανικές ιδιότητες, ενώ τα βιοδίχτυα είναι δίχτυα που απορροφούν μέρος της UV ακτινοβολίας και συνδυάζουν έτσι μηχανικές και οπτικές ιδιότητες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των εντόμων. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι τα βιοδίχτυα, δρουν ως φίλτρα απορροφώντας μέρος της UV ακτινοβολίας του φάσματος του φωτός μεταξύ 280 και 380 nm. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική μείωση των επιπέδων προσβολής ενός μεγάλου αριθμού εχθρών των καλλιεργειών, όπως επίσης και των ιώσεων που μεταφέρονται από έντομα. Αυτό οφείλεται στο ότι η απορρόφηση μέρους της UV εμπλέκεται με την όραση των εντόμων και κατά συνέπεια με την ικανότητά τους να εγκαθίστανται στα φυτά.

Μερικοί από τους τύπους δ.ε. που χρησιμοποιούνται είναι :

ΦΙΑΜ: διάτρητο φύλλο πολυαιθυλενίου (Vispore screen) σε δύο σχηματισμούς: α) 400 οπές ανά τετρ. ίντσα και 1600 οπές ανά τετρ. ίντσα. Δεν είναι πια διαθέσιμο.

ΔΙΚΤΥΩΤΑ (Spunbonded) ΥΛΙΚΑ: Flybar, είναι ένας σκελετός υφασμένος με πλαστική θηλιά που του δίνει σθένος. Tubar, είναι ένα υλικό πολυπροπυλενίου που είναι πολύ ανθεκτικό στην υποβάθμιση από το υπεριώδες φως. Επιπλέον είναι ανθεκτικό στον αέρα για μεγαλύτερη επιφάνεια καλυμμένη με δίχτυ. Remay, είναι υλικό πολυαιθυλενίου το οποίο έχει λιγότερη αντίσταση στον αέρα και χρησιμοποιείται πολύ στον καπνό.





ΥΦΑΣΜΕΝΑ (woven) ΥΛΙΚΑ: διαθέσιμα είναι υλικά από αλουμίνιο, το Chicoree 32 και Chicoree 52. Επίσης το Pac 32, 52, και 87. Το Pac 87 είναι πολυαιθυλένιο καλυμμένο με ακρυλικό για ανοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία. Επιπλέον το Bug bed 123 και 85 (Baker *et.al.*, 1993).

Πίνακας 2. Σύγκριση χαρακτηριστικών ορισμένων δικτύων εντομοστεγανότητας. (Δίκτυα εντομοστεγανότητας ταξινομημένα από το πιο μικρό μέχρι το πιο μεγάλο εύρος οπής)

Δίκτυο εντομοστεγανότητας	Μέγεθος οπής (πλάτος x μήκος)	Μακροβιότητα	Πλάτος νήματος	Πηγή
	Χιλιοστόμετρα(mm)		(mm)	
No-Thrip	0.134x0.134	3	0.175	Green Tek
Bug Bed 123	0.135x0.135	3	0.075	Naz-Dar
Econet T	0.150x0.450	5	0.175	LS Americas
Bug Bed 85	0.200x0.200	3	0.112	Naz-Dar
AntiVirus Net	0.239x0.822	8	0.300	Green Tek
50062 280	0.296x0.296	5-7	0.225	Lumite
50094 435	0.340x0.340	5-7	0.275	Lumite
Durascreen	0.405x0.730	3-5	0.275	Duragreen
Econet M	0.470x0.470	-	0.250	LS Americas
50060 435	0.546x0.546	5-7	0.275	Lumite
Econet L	0.659x0.659	5	0.212	LS Americas

Πηγή: .Bethke, 1994.

### Επιλογή του κατάλληλου δικτύου

Τα πιο πολλά από τα επιζήμια έντομα των φυτών όπως οι αφίδες, οι θρίπες και ο αλευρώδης, αποκλείονται συνήθως από δίκτυα με οπές μεγέθους μικρότερου από το θωρακικό πλάτος των εντόμων. Ο θώρακας είναι συνήθως το πιο ευρύ και ευέλικτο μέρος του σώματος των εντόμων. Τα μέρη του σώματος όπως τα πόδια των αφίδων και τα φτερά του αλευρώδη, καθορίζουν την ικανότητά τους να διαπερνούν διάφορα δίκτυα (Πίνακας 3.).

Αντίθετα με άλλα έντομα, οι αφίδες κρατούν τα φτερά τους σε μια ασυνήθιστη στάση-κρεμάμενα και επάνω από την κοιλιά. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να εμποδίσει την είσοδο των αφίδων μέσω σταθερών δικτύων. Ο Bethke (1994) αξιολόγησε την ικανότητα μερικών δικτύων να εμποδίζουν την είσοδο εντόμων ( Πίνακας 4.).

Για την επιλογή του κατάλληλου δικτύου απαιτούνται κάποιες βασικές πληροφορίες. Το πρώτο και κύριο που πρέπει να λάβει υπόψη του ο παραγωγός, είναι, ποιο είναι το έντομο που πρέπει να αποκλεισθεί, γιατί ανάλογα θα πρέπει να αποφασίσει για το μέγεθος των οπών

του δίχτυου. Δίχτυα με μεγάλο μέγεθος οπών μπορούν να αποκλείσουν π. χ. τη *Liriomyza trifolii*, αλλά ο *Frankiniella* για παράδειγμα μπορεί να αποκλεισθεί από δίχτυα με πολύ μικρότερο μέγεθος οπών. Επίσης πρέπει να προσδιοριστεί εάν ο στόχος του δίχτυου είναι ο πλήρης αποκλεισμός ή η μερική παρεμπόδιση της εισόδου π.χ. όταν επιδιώκεται μερική παρεμπόδιση εισόδου του θρίπα, ένα ελαφρώς μεγαλύτερο δίχτυ, από αυτό που απαιτείται για τον πλήρη αποκλεισμό του, είναι αρκετό. Εάν όμως το δίχτυ έχει σαν στόχο την παρεμπόδιση της εξάπλωσης του ιού του κηλιδατού μαρασμού της τομάτας ή/και του ιού της νεκρωτικής κηλίδωσης που μεταφέρονται μέσω του θρίπα αυτού, τότε είναι απαραίτητος ο πλήρης αποκλεισμός, οπότε απαιτείται η χρήση δίχτυου με μικρότερο μέγεθος οπών.

Επιπλέον, για την αποφυγή σοβαρών προβλημάτων, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής: εάν έχουμε ήδη έντομα μέσα στο θερμοκήπιο, στα φυτά ή στα ρούχα, το δίχτυ θα τα κρατήσει μέσα. Πρακτικές που μπορούν να επηρεάσουν απ'ευθείας την αποτελεσματικότητα των δίχτυων είναι η στρατηγική χειρισμού των εντόμων-καραντίνα καινούριου φυτικού υλικού, ρούχα κόκκινα, καφέ, μαύρα ή σκοτεινά γκρι και επιτήρηση του νέου φυτικού υλικού- ώστε να αποφευχθεί η εισαγωγή εντόμων στο θερμοκήπιο (Baker *et al.*, 1996).

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι πριν από τη χρήση οποιουδήποτε δίχτυου πρέπει να γίνει μια μικρή έρευνα για τα εξής:

Ποιο είναι το πιο σοβαρό έντομο της καλλιέργειας. Εάν η καλλιέργεια απειλείται από πολλά φυτά, επιλέγεται το μικρότερο έντομο.

Προσδιορισμός του μεγέθους του εντόμου. Χρησιμοποιείται συνήθως το μικρότερο θωρακικό πλάτος του εντόμου ως βάση για την επιλογή του μεγέθους των οπών του δίχτυου.

Προσδιορισμός του δίχτυου με το κατάλληλο μέγεθος οπών. Προσοχή! Μερικά δίχτυα με μεγαλύτερο μέγεθος οπών, πιθανόν να ταιριάζουν καλύτερα στην πράξη.

Επιλογή του δίχτυου με την καλύτερη ροή του αέρα.

Το κόστος, το οποίο ποικίλλει, εξαρτώμενο όχι μόνο από την τιμή του υλικού του δίχτυου, αλλά επίσης και από τον τύπο και το μέγεθος του σκελετού που απαιτείται, τη διάρκεια ζωής του ή τον χρόνο αντικατάστασής του (Bethke, 1994).

Κύρια όμως πρέπει να εξετάζεται το πόσο αποτελεσματικό είναι ένα υλικό στο να αποκλείει τα έντομα. Δυστυχώς είναι γεγονός ότι πολλά δίχτυα στην αγορά δεν αποκλείουν αποτελεσματικά κοινά έντομα-εχθρούς των θερμοκηπίων σε ταχύτητες αέρα που απαιτούνται για τον επαρκή αερισμό το καλοκαίρι. Παράλληλα η επιλογή ενός δίχτυου με μικρές οπές και

υψηλή αντίσταση του αέρα, είναι πιθανόν να μην διασφαλίζει επαρκή αερισμό (Bell and Baker, 1997).

Πίνακας 3. Μέσο μέγεθος μερικών από τα πιο σοβαρά έντομα που προσβάλλουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες

Έντομα (ταξινομημένα με το μέγεθος του θώρακα, από το μικρότερο στο μεγαλύτερο)		Πλάτος (mm)		Μήκος (mm)
Κοινή ονομασία	Επιστημονική ονομασία	Θώρακας	Μεγαλύτερο πλάτος	Κεφάλι έως κορυφή φτερών
-	<i>Frankliniella minuta</i>	0.145	0.220	1.320
Θρίπας Καλιφόρνια <sup>της</sup>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	0.215	0.265	1.260
αλευρώδης αργυροφυλλίας	<i>Bemisia argentifolii</i>	0.239	0.565	1.070
Αλευρώδης θερμοκηπίου	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	0.288	0.708	1.283
αφίδα πεποντιού	<i>Aphis gossypii</i>	0.355	2.394	2.369
αφίδα πυρηνόκαρπων	<i>Myzus persicae</i>	0.434	2.295	3.525
λυριόμυζα εσπεριδοειδών	<i>Phyllocnistis citrella</i>	0.435	0.810	2.560
λυριόμυζα σερπεντίνιας	<i>Liriomyza trifolii</i>	0.608	0.850	1.775

Ο θώρακας μετρήθηκε στο πιο πλατύ σημείο σε θέση ανάπαυσης. Οι πλευρές των φτερών μετρήθηκαν για όλους τους αλευρώδεις και λυριόμυζα. Το πλάτος του σώματος μετρήθηκε για τις θρίπες. Το πλάτος του ποδιού μετρήθηκε για τις αφίδες. Πηγή: Bethke, 1994.

Πίνακας 4. Δίκτυα εντομοστεγανότητας ταξινομημένα από το πιο μικρό στο πιο μεγάλο εύρος οπής και βαθμολογημένα για την ικανότητά τους να εμποδίζουν την είσοδο των εντόμων.

Δίκτυα εντομοστεγανότητας	Frankliniella minuta	Western flower thrips	Silver leaf white fly	Greenhouse white fly	Melon aphid	Green peach aphid
No-Thrip	C	D	A	A	A	A
Bug Bed 123	B	C	A	A	A	A
Econet T	F	D	A	A	A	A
Bug Bed 85	F	F	A	A	A	A
AntiVirus Net	F	Δ	A	A	A	A
50062 280	F	Δ	A	A	A	A
50094 435	F	D	A	A	A	A
Durascreen	-	-	D	A	C	A
Econet M	-	-	B	B	A	A
50060435	F	F	C	A	C	A
Econet L	F	D	C	C	B	-
Βαθμός	Είσοδος	Περιγραφή				
A	0-2%	Πολύ λίγα και μόνο τα πιο μικρά έντομα ήταν ικανά να περάσουν. Αυτά τα δίκτυα εντομοστεγανότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν άνετα για πλήρη αποκλεισμό				
B	3-5%	Μια πολύ καλή κατάσταση. Αυτά τα δίκτυα εντομοστεγανότητας πιθανόν θα μπορούσαν να αποκλείσουν εντελώς το έντομο-στόχος σε πραγματική εφαρμογή και αυξάνει τη ροή του αέρα.				



C	6-10%	Αυτά τα δίκτυα εντομοστεγανότητας θα τα πηγαίνουν πιθανόν πολύ καλά, αλλά ίσως να επιτρέπουν την είσοδο κάποιων εντόμων.
D	11-20%	Αυτά τα δίκτυα εντομοστεγανότητας επιτρέπουν την είσοδο πολλών εντόμων, αλλά θα επιτρέψουν μεγαλύτερη ροή αέρα.
F	>20%	Ο αποκλεισμός του εντόμου δεν μπορεί να διασφαλιστεί.

Πηγή: Bethke, 1994.

## Το περιβάλλον του θερμοκηπίου και η επίδραση των δ.ε. στη διαμόρφωσή

του.

Τα δ. ε. τοποθετούνται στα ανοίγματα των θερμοκηπίων (πλαϊνά και οροφής), κατά συνέπεια επηρεάζουν τη ροή του αέρα και την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο. Αυτές οι δύο φυσικές μεταβλητές ροής παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Επιδρούν στα ισοζύγια μάζας και ενέργειας του θερμοκηπίου, τα οποία καθορίζουν τις τέσσερις σημαντικότερες κλιματικές παραμέτρους, ακτινοβολία, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, και διοξείδιο του άνθρακα. Η επίδραση των δικτύων στη ροή του αέρα, έχει εξεταστεί πειραματικά από τους Miguel *et al.* (1997), Teitel *et al.* (1997) και από τους Bell and Baker (1997).

Οι Miguel *et al.* (1996), μελέτησαν τα χαρακτηριστικά ροής (πυκνότητα, πορώδες) του αέρα μερικών δικτύων που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια, περιλαμβανομένων θερμικών, σκίασης και εντομοστεγανότητας. Το 1997, οι Miguel *et al.* μελέτησαν τη μεταφορά θερμότητας με ελεύθερη συναγωγή σε θερμοκήπια με δίκτυα.

Οι Teitel *et al.* (1997) ανέπτυξαν ένα μαθηματικό προσομοίωμα που λαμβάνει υπόψη την επίδραση ενός δικτύου εντομοστεγανότητας, το οποίο περιγράφει τη συμπεριφορά της θερμοκρασίας στο σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, αμέσως μετά το άνοιγμα των παραθύρων (με την προϋπόθεση ότι το θερμοκήπιο αερίζεται μόνο από παράθυρα οροφής), με σκοπό την επιλογή του κατάλληλου δικτύου, κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Οι Bell and Baker (1997) διερεύνησαν πειραματικά την αντίσταση των δικτύων στη ροή του αέρα, καταλήγοντας στη δημιουργία καμπυλών αντίστασης. Τα δεδομένα αυτά, μαζί με δεδομένα ροής αέρα του θερμοκηπίου, ενσωματώθηκαν σε ένα λεπτομερή οδηγό για τον υπολογισμό της συνολικής επιφάνειας ανοιγμάτων με δίκτυ που απαιτείται για διαφορετικά υλικά.

Σύμφωνα με τον Miguel (1998): α) η εφαρμογή των δικτύων εντομοστεγανότητας και η εκμετάλλευση των ιδιοτήτων τους ήταν περιορισμένη μέχρι πρόσφατα λόγω της μη

ολοκληρωμένης ποσοτικοποίησης της επίδρασης των δικτύων στις συνθήκες ανάπτυξης της καλλιέργειας εσωτερικά του θερμοκηπίου, β) οι περισσότερες από τις τελευταίες αναφορές σχετικά με τα δίκτυα αφορούν την επίδρασή τους στην ακτινοβολία που εισέρχεται στο θερμοκήπιο. Η επίδραση των δικτύων στην εισερχόμενη ηλιακή και θερμική ακτινοβολία έχει ήδη επιτυχώς προσομοιωθεί, γ) η επίδραση των δικτύων στην μετάδοση της θερμότητας με συναγωγή και η μελέτη της ροής μέσω δικτύων έχει τύχει μικρής προσοχής και είναι πολύ λίγο κατανοητή. Έτσι, σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η ανάπτυξη μοντέλων συμπεριφοράς των πόρων των δικτύων, που αναμένεται ότι θα βοηθήσει στην κατανόηση αυτών των θεμάτων. Συγκεκριμένα μπορεί:

- να συνεισφέρει σε μια καλύτερη αντίληψη των φυσικών φαινομένων που σχετίζονται με τα δίκτυα
- να επιτρέψει να συγκριθούν διάφορες στρατηγικές χρήσης των δικτύων
- να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού εφαρμογής των δικτύων
- να βοηθήσει στο να αποφασισθεί για τα χαρακτηριστικά ενός υλικού με σκοπό την κατασκευή δικτύων από νέα υλικά.
- να βοηθήσει στη βελτίωση του ελέγχου του κλίματος των θερμοκηπίων με δίκτυα

Με τα υπάρχοντα στοιχεία η εκτίμηση της επίδρασης των δικτύων στον αερισμό είναι δυνατή στην περίπτωση δυναμικού αερισμού (Bell and Baker, 1997), αλλά είναι ακόμα δύσκολη για τον φυσικό αερισμό και απαιτεί περαιτέρω πειραματική διερεύνηση για την ανάπτυξη αξιόπιστων υπολογιστικών εργαλείων.

### **Επίδραση των δικτύων στην απόδοση της καλλιέργειας.**

Με τον όρο *απόδοση της καλλιέργειας*, εννοείται εδώ το οικονομικό όφελος ανά μονάδα πόρων που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξή του. Το οικονομικό όφελος θερμοκηπιακής καλλιέργειας καθορίζεται, τόσο από την ποσότητα και ποιότητα του προϊόντος που παράγεται, όσο και από τις συνθήκες της αγοράς την εποχή παραγωγής, που καθορίζουν την τιμή πώλησης. Θεωρήθηκε ότι τα δίκτυα εντομοστεγανότητας δεν επηρεάζουν άμεσα την διαμορφούμενη τιμή πώλησης, κάτι το οποίο ενδεχόμενα να μην αληθεύει καθότι μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις τα προϊόντα που παράγονται σε θερμοκήπια με μεθόδους «ολοκληρωμένης διαχείρισης εντόμων» να επιτυγχάνουν υψηλότερες τιμές. Η παραπάνω υπόθεση δεν θα ήταν απαραίτητη, αν στον καθορισμό της τιμής του προϊόντος, λαμβάνονταν

υπόψη και παράγοντες σχετικοί με την υγιεινή του προϊόντος, όπως συγκεντρώσεις υπολειμμάτων επιβλαβών χημικών ουσιών (π.χ. πιστοποίηση).

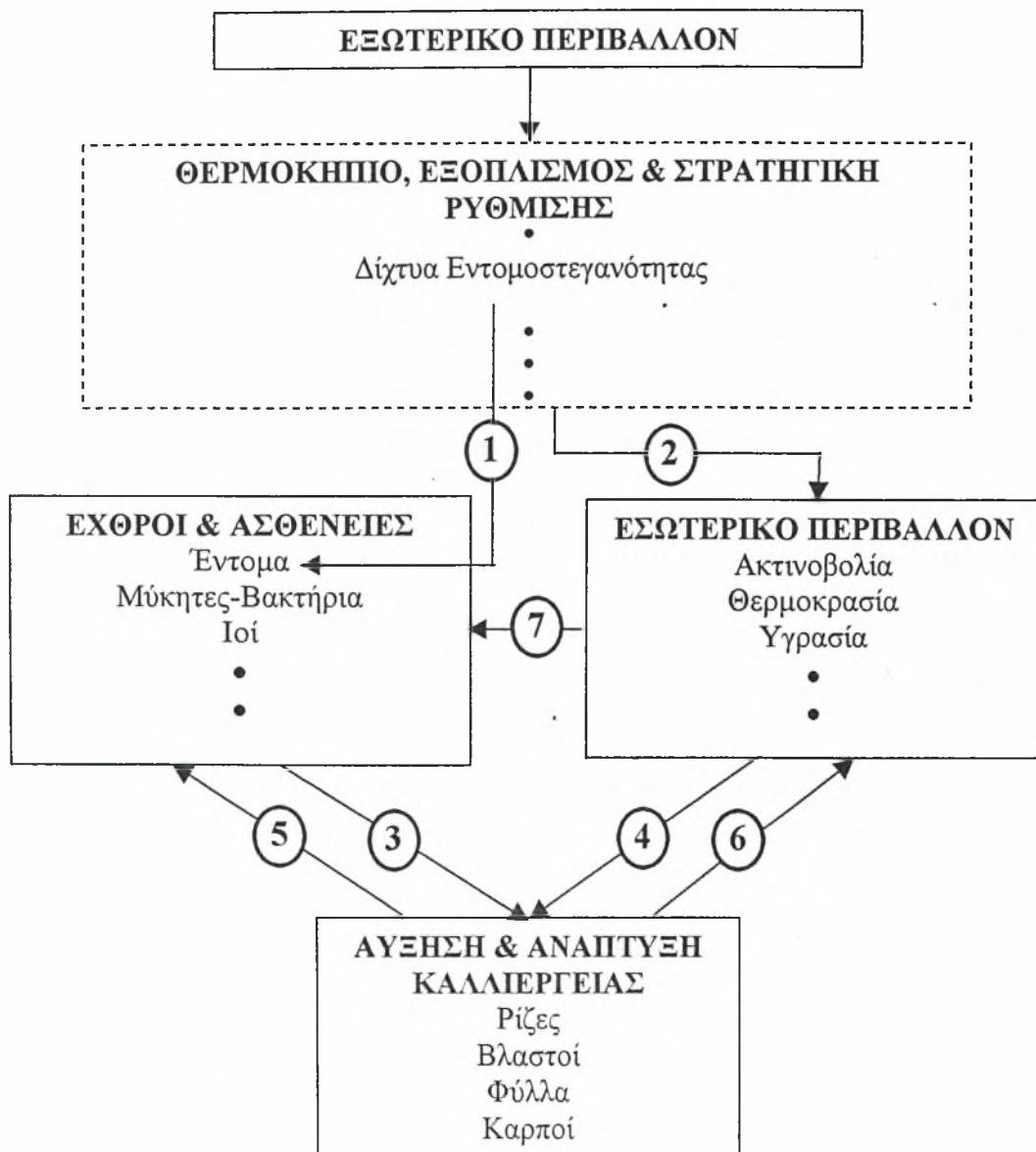
Συγκεκριμένα για τη περίπτωση της τομάτας, η ποιότητά της καθορίζεται σήμερα κυρίως, με βάση τη ποικιλία, το σχήμα, το μέγεθος και το βάρος του καρπού καθώς και την εξωτερική εμφάνιση (κυρίως χρώμα και υφή) της επιδερμίδας. Η παραγόμενη ποσότητα καθορίζεται από τον αριθμό και βάρος των καρπών ανά μονάδα επιφάνειας.

Οι ποιοτικοί και ποσοτικοί παράγοντες που συμβάλουν στη διαμόρφωση του οικονομικού οφέλους, καθορίζονται τόσο από τους φυσιολογικούς μηχανισμούς που λαμβάνουν χώρα κατά την αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας (μέχρι την ωρίμανση και συγκομιδή των καρπών), όσο και από την επίδραση των **εχθρών και ασθενειών** απευθείας στα όργανα του φυτού και έμμεσα στις φυσιολογικές λειτουργίες του (π. χ. μείωση φωτοσύνθεσης λόγω καταστροφής φύλλων από μύκητες ή έντομα). Οι φυσιολογικές λειτουργίες, επηρεάζονται επίσης και από το εναέριο (κυρίως φως, θερμοκρασία και υγρασία) και από το εδαφικό (υγρασία και θρεπτικά στοιχεία υποστρώματος) **περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου**. Συνεπώς, το περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και η δράση εχθρών και ασθενειών καθορίζουν κύρια το οικονομικό όφελος. Το περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου καθορίζεται από τα **κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του θερμοκηπίου** και από το **εξωτερικό κλίμα** και στην περίπτωση ελεγχόμενου περιβάλλοντος επηρεάζεται και από τα **χαρακτηριστικά και τον τρόπο διαχείρισης του εξοπλισμού κλιματισμού** (π.χ. θέρμανση, αερισμός, ύγρανση, κ.λ.π.).

Μεταξύ του περιβάλλοντος, των εχθρών, των ασθενειών και της καλλιέργειας, υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση. Έτσι, και η καλλιέργεια επηρεάζει το περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (κυρίως μέσω των ισοζυγίων υδρατμών, διοξειδίου του άνθρακα και λανθάνουσας θερμότητας), και το περιβάλλον επηρεάζει τον πληθυσμό και τη δράση των εχθρών και ασθενειών.

Μία ολοκληρωμένη μελέτη, συνεπώς, του τρόπου δράσης των δ.ε. στην απόδοση της καλλιέργειας περνά αναγκαστικά μέσα από τη διερεύνηση της επίδρασής τους στους εχθρούς και ασθένειες, και στους μηχανισμούς με τους οποίους διαμορφώνεται το φυσικό περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (με ή χωρίς ρύθμιση) και προϋποθέτει τη γνώση του τρόπου δράσης των εντόμων και του περιβάλλοντος στη καλλιέργεια, του περιβάλλοντος στους εχθρούς και ασθένειες και της καλλιέργειας στο περιβάλλον.

Τα παραπάνω συνοψίζονται στο σχήμα 1, όπου διακρίνουμε τα εξής υποσυστήματα και αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους: Τα δίκτυα εντομοστεγανότητας, τα οποία αποτελούν μέρος του εξοπλισμού του θερμοκηπίου και έχουν άμεση επίδραση στο πληθυσμό των εντόμων (1) ενώ παράλληλα συμμετέχουν μαζί με τον υπόλοιπο εξοπλισμό στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (2). Τα έντομα, τα οποία ανήκουν στους εχθρούς και ασθένειες, και το περιβάλλον του θερμοκηπίου επιδρούν στη καλλιέργεια (3 και 4), ενώ το περιβάλλον επιδρά σε όλους τους εχθρούς και ασθένειες (7) και δέχεται την επίδραση της καλλιέργειας (6). Επίσης, η ανάπτυξη των εχθρών και ασθενειών, εκτός από το περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, εξαρτάται και από την καλλιέργεια (5).



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση του συστήματος: «δίκτυα εντομοστεγανότητας-καλλιέργεια»



## Συμπεράσματα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση

Από την ανασκόπηση, διαφαίνεται ότι αν και έχει γίνει εκτενής έρευνα σχετικά με τον αποκλεισμό διαφόρων εντόμων, πολλές από τις οποίες καταλήγουν σε ποσοστά εισόδου εντόμων από διάφορα δίχτυα, σε πολύ λίγες από αυτές χρησιμοποιούνται τα όρια ανεκτής προσβολής ή το επίπεδο οικονομικής ζημιάς που θα προσδιόριζε επακριβώς την αποτελεσματικότητα των υπό μελέτη δικτύων. Τα όρια ανεκτής προσβολής, που είναι η πυκνότητα του πληθυσμού πάνω από την οποία πρέπει να ληφθούν μέτρα για την περαιτέρω παρεμπόδιση της αύξησης του πληθυσμού, και την αποφυγή του επιπέδου οικονομικής ζημιάς, είναι σημαντικό να προσδιορίζονται για κάθε περίπτωση, γιατί καθορίζουν το κατά πόσο ένα είδος εντόμου μπορεί να καταστεί επιζήμιο για μία καλλιέργεια. Τα όρια ανεκτής προσβολής ποικίλουν για κάθε συνδυασμό του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας, του μέρους του φυτού που προσβάλλεται, του είδους του εντόμου, της εποχής, και του κλίματος, καθώς και της αγοράς για την οποία προορίζεται το προϊόν (Pedigo *et al.*, 1986 cited by Parella and Lewis, 1997). Επιπλέον, η προσβολή δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των θριπών που είναι παρόντες αλλά και από τη χρονική διάρκεια της παρουσίας τους. Έτσι σύμφωνα με κάποιους, τα όρια ανεκτής προσβολής θα πρέπει να εκφράζονται ως συνολικές μέρες με παρουσία θριπών, στις οποίες ένα συγκεκριμένο φυτικό μέρος έχει εκτεθεί στην προσβολή (Smith and Hanson, 1991 cited by Parella and Lewis, 1997). Επίπεδα ανεκτής προσβολής που αφορούν τους θρίπες προέρχονται τις περισσότερες φορές εμπειρικά ή από μοντέλα που είναι διαθέσιμα για ορισμένα είδη θριπών και φυτών. Επιπλέον, και ενώ οι περισσότεροι ερευνητές αναφέρουν και εφιστούν την προσοχή για τα προβλήματα αερισμού κ.λ.π. που μπορεί να εμφανιστούν με τη χρήση δικτύων, λίγοι από αυτούς έχουν συμπεριλάβει τη διερεύνηση αυτών των θεμάτων. Επιπλέον, είναι σπάνιες οι αναφορές στην τελική παραγωγή και ανάπτυξη των φυτών.

Τέλος διαφαίνεται ότι η μέχρι τώρα ερευνητική δραστηριότητα εξετάζει το θέμα μονόπλευρα και αφορά είτε την ικανότητα των διαφόρων δικτύων να επιδρούν στον πληθυσμό διαφόρων εντόμων – εχθρών των καλλιεργειών, είτε την επίδραση των δικτύων στη διαμόρφωση του κλίματος των θερμοκηπίων χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την επίδραση των δικτύων σε αυτή καθ' εαυτή την καλλιέργεια.



## ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια τα δίχτυα εντομοστεγανότητας παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον ως ένα μηχανικό μέσο φυτοπροστασίας για τα ολοκληρωμένα συστήματα καλλιέργειας. Η επίδρασή τους όμως στο θερμοκήπιο δεν περιορίζεται μόνο στη παρεμπόδιση της εισόδου των εντόμων καθώς προκαλούν και μεταβολές στις ροές μάζας και ενέργειας που καθορίζουν τα επίπεδα ακτινοβολίας, θερμοκρασίας και υγρασίας στο θερμοκήπιο. Γενικά οι ερευνητικές εργασίες που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία ασχολούνται μεμονωμένα είτε με:

-την εντομολογική πλευρά, δηλαδή εργασίες που μελετούν την επίδραση των δικτύων στους πληθυσμούς εντόμων, και την καταλληλότητα καθενός από αυτά για τον αποκλεισμό συγκεκριμένων ειδών (Berlinger et al., 1988; Baker and Jones, 1989; Baker and Jones, 1990; Bethke and Paine, 1990; Berlinger et al., 1991; Berlinger et al., 1993; Berlinger and Lebiush-Mordechi, 1995; Berlinger et al., 1996; Bell, 1997; Antignus et al., 1998; Diez et al., 1999).

είτε με:

- την φυσική πλευρά, δηλαδή διερευνούν την επίδραση των δικτύων στις ανταλλαγές μάζας και ενέργειας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα που διαμορφώνουν το κλίμα του θερμοκηπίου (Miguel et al., 1996; Teitel et al., 1997; Bell et al., 1997).

Στη βιβλιογραφία δεν εντοπίστηκε καμία εργασία, η οποία να μελετά ολοκληρωμένα το σύστημα «δ.ε. – ανάπτυξη καλλιέργειας». Στόχος του πειράματος, που πραγματοποιήθηκε την περίοδο Οκτωβρίου – Νοεμβρίου του 1999 στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (περιοχή Βελεστίνο), ήταν η μελέτη της επίδρασης ενός δ.ε. στον πληθυσμό του θρίπα της Καλιφόρνια (*F. occidentalis*), στο κλίμα του θερμοκηπίου και στην ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας.



## ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### Θερμοκήπια

Για τους σκοπούς του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο θερμοκήπια τύπου απλού τροποποιημένου τοξωτού με διαστάσεις 20m x 8m. Κάθε θερμοκήπιο είχε δύο πλαϊνά ανοίγματα διαστάσεων 0.90m x 15m, και παράθυρο οροφής με κατακόρυφη προβολή ανοίγματος 0.80m (effective opening)

Στα ανοίγματα (πλαϊνά και οροφής) του ενός θερμοκηπίου (NET), τοποθετήθηκε δίχτυ εντομοστεγανότητας με διαστάσεις οπών 0.27mm x 0,78mm και 55 mesh x 27mesh (Εταιρεία ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ, προέλευση Ισραήλ). Το δεύτερο θερμοκήπιο χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (CONTROL).

### Η καλλιέργεια

Η ποικιλία τομάτας που χρησιμοποιήθηκε ήταν το υβρίδιο F1 Contessa (του οίκου Σπύρου Α.Ε.Β.Ε). Η σπορά έγινε σε κύβους πετροβάμβακα, στις 22/08/99. Στις 5/09/99, τα φυτά μεταφύτευτηκαν σε γλαστράκια διαμέτρου 10.5 cm, σε μείγμα χώματος - τύρφης (εμπλουτισμένη με ιχνοστοιχεία). Η μεταφύτευση στο θερμοκήπιο έγινε στις 20/09/99. Της μεταφύτευσης προηγήθηκε φρεζάρισμα, λίπανση, ενσωμάτωση τύρφης. Στη συνέχεια εγκαταστάθηκε το σύστημα άρδευσης (με σταγόνες) με παροχή σταλλακτάρων 4 l / h.

Η φύτευση έγινε σε διπλές γραμμές που απείχαν μεταξύ τους 0.75m. Τα φυτά επί της γραμμής απείχαν 0.5m, ενώ το πλάτος των διαδρόμων ήταν 1m. Σε κάθε θερμοκήπιο, φυτεύτηκαν 304 φυτά με πυκνότητα φύτευσης 1.9 φυτά / m<sup>2</sup>. Ταυτόχρονα με τη φύτευση εφαρμόστηκε διάλυμα αφύπνισης (12-48-8). Τα φυτά διαμορφώθηκαν σύμφωνα με το μονοστέλεχο σχήμα. Το κλάδεμα των πλάγιων βλαστών άρχισε από την πρώτη εβδομάδα της φύτευσης και επαναλαμβανόταν κάθε επτά ημέρες.

Για την υποβοήθηση της επικονίασης χρησιμοποιήθηκαν δύο κυνέλες με *Bombus terrestris* (βομβίνοι), μία για κάθε θερμοκήπιο, η εγκατάσταση των οποίων έγινε με την έναρξη ωρίμανσης των ανθέων (12/10/99).

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, η παροχή των αναγκαίων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων γινόταν με τη μορφή υδρολίπανσης.

Η άρδευση γινόταν, όσο διαρκούσαν οι υψηλές θερμοκρασίες κάθε 3-4 ημέρες, και στη συνέχεια με βάση τις ανάγκες της καλλιέργειας.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων γινόταν με το χέρι, όποτε αυτό ήταν απαραίτητο.

Επεμβάσεις με χημικά φυτοπροστατευτικά δεν έγιναν, παρά μόνο την τελευταία εβδομάδα του πειραματισμού, λόγω εμφάνισης μυκητολογικών ασθενειών. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε 5% iprodione (Rovral), με επινωτιαίο ψεκαστικό μηχανήμα.

## Μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν: μετρήσεις κλιματολογικών παραμέτρων, αύξησης - ανάπτυξης των φυτών, και πληθυσμού θριπών.

### Μετρήσεις κλίματος

Η έναρξη λήψης των μετρήσεων του κλίματος έγινε στις 5/10/99. Σε κάθε θερμοκήπιο εγκαταστάθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας (Rotronic MP400, temperature & humidity sensor) και ένα πυρανόμετρο (CM11, KIPP & ZONEN, pyranometer) για τη μέτρηση της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, σε W/ m<sup>2</sup>, σε ύψος 2m πάνω από το έδαφος. Στο εξωτερικό περιβάλλον υπήρχε εγκατεστημένος μετεωρολογικός ιστός. Οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, του αέρα και ολικής ηλιακής ακτινοβολίας καταγραφόταν σε σύστημα αυτόματης συλλογής και επεξεργασίας (Data logger, DELTA-T DL 1600) με συχνότητα καταγραφής 1min και αποθήκευση των μέσων τιμών ανά μισή ώρα.

### Μετρήσεις αύξησης – ανάπτυξης φυτού

Η έναρξη λήψης των μετρήσεων της ανάπτυξης των φυτών έγινε στις 5/10/99, και επαναλαμβανόταν κάθε επτά ημέρες. Για το σκοπό αυτό, επιλέχθηκε ένα τυχαίο δείγμα 30 φυτών για κάθε θερμοκήπιο, με κλήρωση αριθμών από το 1 έως το 30. Σε κάθε φυτό του δείγματος έγινε σήμανση με ειδικό καρτελάκι. Οι μετρήσεις αφορούσαν το ύψος φυτών, τον αριθμό κόμβων, τον αριθμό ταξιανθιών και τον αριθμό «δεμένων ανθέων» / ταξιανθία. Επιπλέον, στα ίδια φυτά έγιναν μετρήσεις μήκους φύλλων.

### Παρακολούθηση πληθυσμού εντόμων

Η παρακολούθηση του πληθυσμού των θριπών στα δύο θερμοκήπια, που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του δικτύου, έγινε με τη χρησιμοποίηση μπλε χρωματικών παγίδων, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε δύο σειρές των 6 παγίδων, στο μεσαίο διάδρομο των θερμοκηπίων: η μία σε ύψος 0.40 m και η άλλη σε ύψος 3 m. Επίσης

τοποθετήθηκαν έξι παγίδες εξωτερικά, στην πλευρά των επικρατούντων ανέμων (BA), για την εκτίμηση του πληθυσμού του θρίπα της περιοχής. Η εγκατάσταση των παγίδων έγινε στις 1/10/99, και η πρώτη μέτρηση έγινε στις 7/10/99. Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονταν κάθε 7 ημέρες, με ταυτόχρονη αντικατάσταση των παγίδων.

#### Επεξεργασία δεδομένων

Από τις καταγεγραμμένες τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων υπολογίστηκαν :

η μέση, ελάχιστη και μέγιστη ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία

οι μέσες, ελάχιστες και μέγιστες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ημέρας και νύχτας

οι τιμές θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ακτινοβολίας την μέση ημέρα του Οκτωβρίου και του Νοεμβρίου ξεχωριστά για κάθε περιβάλλον.

Από τις μετρήσεις των μεταβλητών ανάπτυξης των φυτών υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι ανά εβδομάδα για καθένα από τα δύο θερμοκήπια. Επιπλέον, από τις μετρήσεις του μήκους των φύλλων, υπολογίστηκε η φυλλική επιφάνεια των φυτών. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για την εκτίμηση της φυλλικής επιφάνειας από το μήκος των φύλλων, περιγράφεται λεπτομερώς στο παράρτημα. Τέλος υπολογίστηκε ο συνολικός αριθμός θριπών που μετρήθηκε στις παγίδες, ανά θερμοκήπιο και ανά εβδομάδα, καθώς και ο συνολικός πληθυσμός που μετρήθηκαν στις παγίδες εξωτερικά των θερμοκηπίων.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

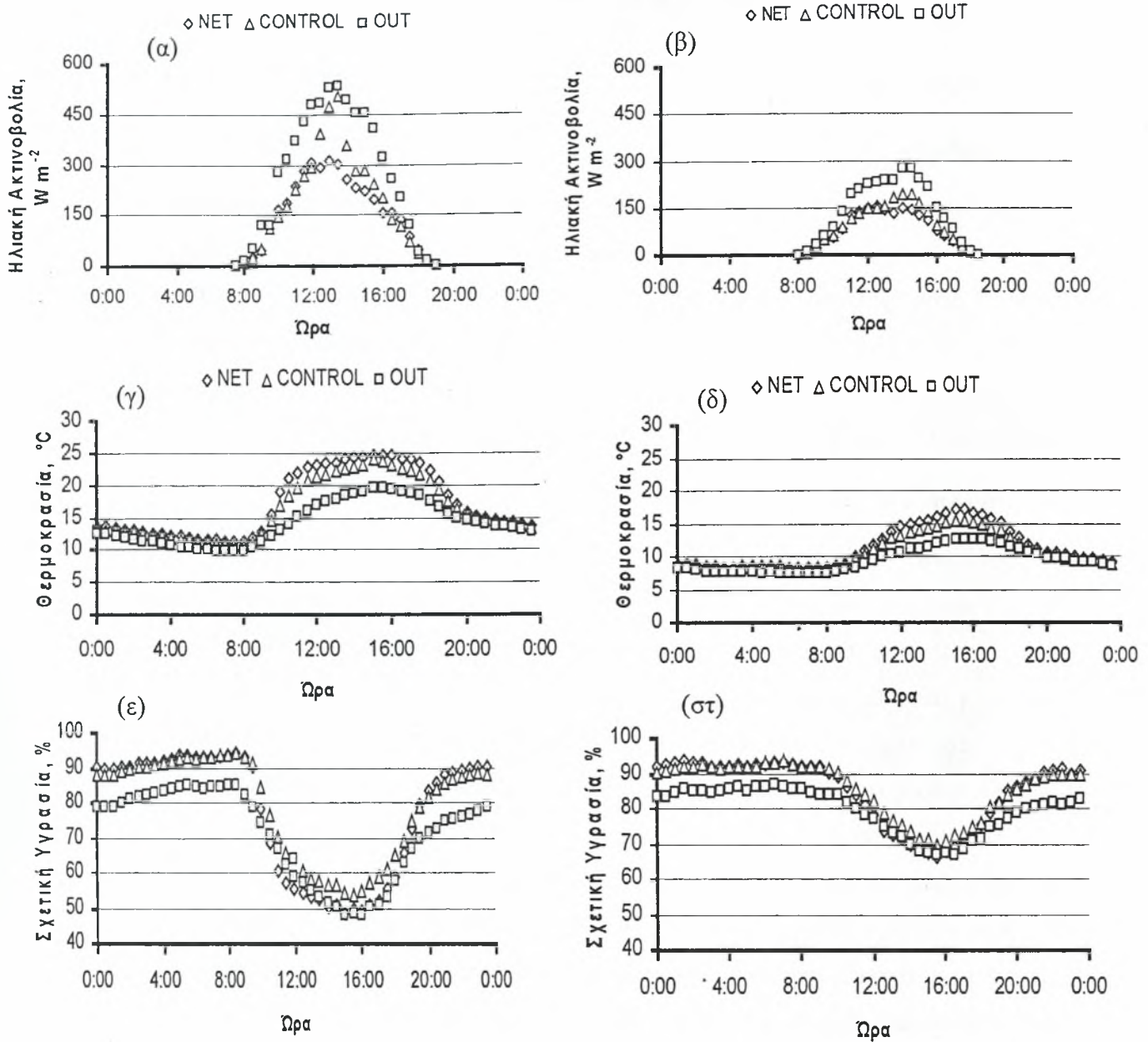
### Κλιματικές Συνθήκες

#### Ηλιακή ακτινοβολία

Η εξέλιξη της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας ( $R_g$ ,  $W m^{-2}$ ) στα υπό μελέτη περιβάλλοντα, μία μέση ημέρα του Οκτωβρίου και Νοεμβρίου, παρουσιάζεται στα διαγράμματα 1 (α) και (β), αντίστοιχα. Η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία ( $\Sigma R_g$ ,  $MJ m^{-2} d^{-1}$ ) στο CONTROL και στο NET ήταν κατά 32 και 41% μικρότερη από αυτή στο εξωτερικό περιβάλλον (OUT), και τους δύο μήνες (Πίνακας 5.). Σε ημερήσια κλίμακα, η εγκατάσταση του δικτύου στα ανοίγματα προκαλεί κατά 14% μεγαλύτερη σκίαση σε σχέση με το CONTROL.

#### Θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα

Στα διαγράμματα 1 (γ) και (δ), παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες αέρα ( $T_a$ ,  $^{\circ}C$ ) που επικράτησαν στα τρία περιβάλλοντα, μια μέση ημέρα του Οκτωβρίου και του Νοεμβρίου, αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές θερμοκρασιών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της περιόδου, τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα, ήταν μεγαλύτερη στο θερμοκήπιο με το δίκτυ (NET). Συγκεκριμένα, τον Οκτώβριο, η θερμοκρασία ημέρας και νύχτας είναι κατά  $0.4^{\circ}C$  και  $1.4^{\circ}C$  μεγαλύτερες στο NET, και  $0.3^{\circ}C$  και  $1.1^{\circ}C$  αντίστοιχα για τον μήνα Νοέμβριο. Οι διαφορές θερμοκρασίας του αέρα στα τρία περιβάλλοντα είναι μικρότερες τον Νοέμβριο από τον Οκτώβριο. Όσον αφορά την σχετική υγρασία του αέρα η εξέλιξή της παρουσιάζεται στα διαγράμματα 1 (ε) και (στ) όπου παρουσιάζεται η σχετική υγρασία του αέρα μία μέση ημέρα του Οκτωβρίου και του Νοεμβρίου αντίστοιχα. Από τις μετρημένες τιμές προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας η μέση σχετική υγρασία στον αέρα ήταν μεγαλύτερη στο NET, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι μεγαλύτερη στο CONTROL (Πίνακας 7.) κάτι που ισχύει και για τους δύο μήνες. Συγκεκριμένα, την ημέρα η σχετική υγρασία ήταν κατά 1.2 % και 0.6% μεγαλύτερη στο NET για τον Οκτώβριο και Νοέμβριο αντίστοιχα, ενώ τη νύχτα η σχετική υγρασία ήταν 5.2% και 2.7% μεγαλύτερη στο CONTROL για τον Οκτώβριο και Νοέμβριο αντίστοιχα.



Διάγραμμα1. Πορεία του κλίματος στα τρία περιβάλλοντα. Ηλιακή ακτινοβολία μία μέση ημέρα του Οκτωβρίου (α) και του Νοεμβρίου (β), θερμοκρασία αέρα μία μέση ημέρα του Οκτωβρίου (γ) και του Νοεμβρίου (δ), σχετική υγρασία αέρα μία μέση ημέρα του Οκτωβρίου (ε) και Νοεμβρίου (στ).



Πίνακας 5. Μέση, ελάχιστη και μέγιστη ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία ( $\Sigma R_g$ , MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), για τη περίοδο Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1999, στα τρία περιβάλλοντα (Net, Control, Out).

Μήνας Περιβάλλον	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία		
	Μέση τιμή περιόδου (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	Ελάχιστη (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	Μέγιστη (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )
Οκτώβριος			
Net	6,7	1,2	10,7
Control	7,8	1,4	12,6
Out	11,5	2,0	17,8
Νοέμβριος			
Net	3,1	0,9	7,2
Control	3,6	1,0	7,8
Out	5,3	1,4	12,4

Πίνακας 6. Μέση, ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία αέρα ( $T_a$ , °C), ημέρας και νύκτας, για τη περίοδο Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1999, στα τρία περιβάλλοντα (Net, Control, Out).

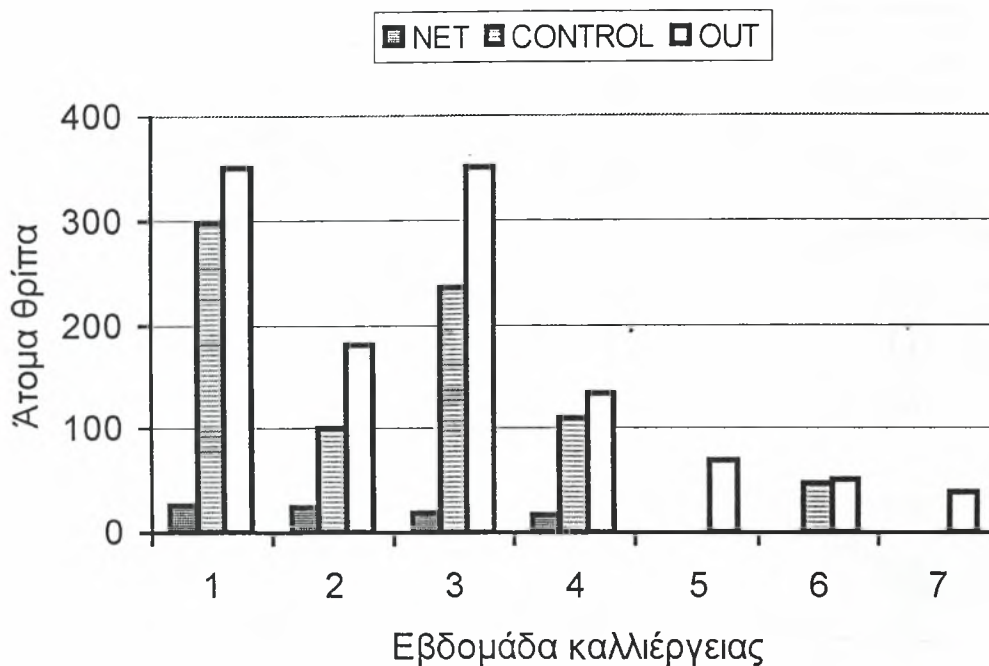
Μήνας Περιβάλλον	Νύχτα			Ημέρα		
	Μέση (°C)	Ελάχιστη (°C)	Μέγιστη (°C)	Μέση (°C)	Ελάχιστη (°C)	Μέγιστη (°C)
Οκτώβριος						
Net	13,5	6,4	22,7	21,0	6,3	37,4
Control	13,1	5,9	23,5	19,6	5,6	42,9
Out	12,1	4,4	20,3	16,2	4,4	26,4
Νοέμβριος						
Net	9,2	0,1	15,6	14,0	1,7	25,1
Control	8,9	-0,5	15,1	12,9	1,5	22,9
Out	8,4	-0,5	15,7	10,8	1,1	18,6

Πίνακας 7. Μέση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή σχετικής υγρασίας (RH, %), ημέρας και νύχτας, για τη περίοδο Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1999, στα τρία περιβάλλοντα (Net, Control, Out).

Μήνας Περιβάλλον	Νύχτα			Ημέρα		
	Μέση (%)	Ελάχιστη (%)	Μέγιστη (%)	Μέση (%)	Ελάχιστη (%)	Μέγιστη (%)
Οκτώβριος						
Net	89,9	41,9	96,7	63,5	20,8	96,8
Control	88,7	45,3	98,8	68,7	25,8	99,4
Out	79,4	34,2	97,3	62,0	18,2	97,4
Νοέμβριος						
Net	90,7	47,9	96,7	77,0	35,1	96,5
Control	90,1	50,8	98,6	79,7	40,3	99,1
Out	83,2	37,3	97,2	74,8	26,6	97,4

## Καταμέτρηση Ατόμων Θρίπα

Η εξέλιξη του πληθυσμού θριπών στα τρία περιβάλλοντα προέκυψε από τον αριθμό ατόμων που παγιδεύονταν σε διάστημα μίας εβδομάδος στις εγκατεστημένες χρωματικές παγίδες, η οποία παρουσιάζεται στο διάγραμμα 2. Πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν υπήρξαν διαφορές στον αριθμό των θριπών στα δύο ύψη, γι' αυτό και αθροίστηκε ο συνολικός αριθμός θριπών που παγιδεύτηκε σε κάθε θερμοκήπιο. Παρατηρούμε ότι τις τέσσερις πρώτες εβδομάδες καλλιέργειας που ο πληθυσμός των θριπών στο εξωτερικό περιβάλλον ήταν αυξημένος, το



**Διάγραμμα 2.** Συνολικός αριθμός ενήλικων ατόμων θρίπα που καταμετρήθηκαν κάθε εβδομάδα καλλιέργειας στις έξι παγίδες που ήταν εγκατεστημένες σε καθένα από τα τρία περιβάλλοντα: πλαστικό τούνελ με δίχτυ 27x55 mesh στα ανοίγματα (NET), πλαστικό τούνελ (CONTROL) και εξωτερικό περιβάλλον (OUT).

δίχτυ εντομοστεγανότητας στο NET προκαλούσε σημαντική μείωση του αριθμού ατόμων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου σχετικά με το CONTROL. Συγκεκριμένα την πρώτη εβδομάδα ο πληθυσμός του θρίπα στα τρία περιβάλλοντα ήταν: 25 άτομα (NET), 297 άτομα (CONTROL), 350 άτομα (OUT). Τις επόμενες εβδομάδες ο πληθυσμός στο NET σταδιακά μειώνεται και από τη πέμπτη εβδομάδα και μετά μηδενίζεται. Παράλληλα ο πληθυσμός των θριπών μειώθηκε σημαντικά και στο OUT (70 άτομα) και στο CONTROL από τη πέμπτη εβδομάδα και μετά. Ειδικά στο μάρτυρα παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός μηδενίζεται την

πέμπτη εβδομάδα, αυξάνεται την έκτη (48 άτομα) και μηδενίζεται και πάλι την έβδομη εβδομάδα. Από την τελευταία μέτρηση παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του θρίπα μειώθηκε πολύ στο εξωτερικό περιβάλλον (38 άτομα). Επιπλέον παρατηρούμε μία αυξομείωση του πληθυσμού των εντόμων στο OUT και στο CONTROL τις τρεις πρώτες εβδομάδες.

### Ανάπτυξη Φυτού

Στο διάγραμμα 3, παρουσιάζεται η εξέλιξη της ανάπτυξης των φυτών στα δύο θερμοκήπια, όπως προσδιορίστηκε από τις μετρήσεις επί μέρους μεταβλητών (ύψος, φυλλική επιφάνεια, αριθμός κόμβων, ταξιανθιών και καρπών).

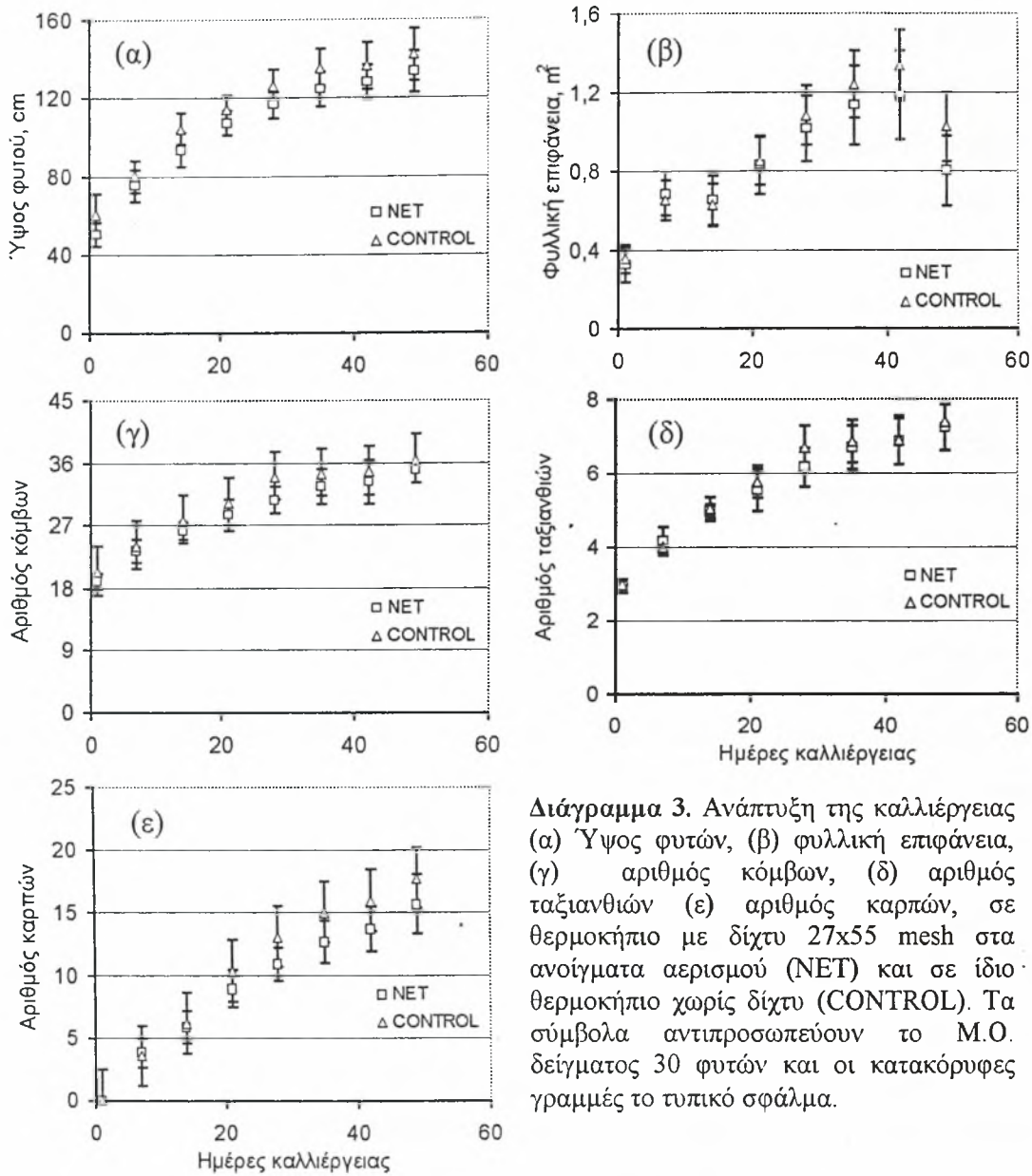
Από το διάγραμμα 3(α), φαίνεται, ότι τα φυτά στο CONTROL παρουσιάζουν μία μικρή υπεροχή ως προς το NET, όσον αφορά το ύψος, η οποία όμως διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα φυτά κατά την έναρξη των μετρήσεων είχαν ένα μέσο ύψος,  $55.4 \text{ cm} \pm 10$ , και έφθασαν σε ένα μέσο ύψος  $137.6 \text{ cm} \pm 12.78$ , σε διάστημα 8 εβδομάδων.

Από το διάγραμμα 3(β), δεν παρατηρούνται διαφορές ως προς την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας των φυτών στα δύο θερμοκήπια, εκτός από την τελευταία μέτρηση, στην οποία το NET φαίνεται να έχει μικρότερη φυλλική επιφάνεια. Επίσης παρατηρείται μία γενική μείωση της συνολικής φυλλικής επιφάνειας των φυτών και στα δύο θερμοκήπια, στην 3η και τελευταία μέτρηση.

Ως προς τον αριθμό των κόμβων, (διάγραμμα 3(γ)), τα δείγματα είχαν ένα μέσο όρο  $20 \pm 1.28$  κόμβους/φυτό στην πρώτη μέτρηση, και μετά από 8 εβδομάδες ανάπτυξης είχαν κατά μέσο όρο,  $35.6 \pm 3.5$  κόμβους /φυτό.

Στο διάγραμμα 3(δ), παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των ταξιανθιών. Τα δείγματα έχουν ένα μέσο όρο  $3 \pm 0.13$  ταξιανθίες αρχικά, και φθάνουν στις  $7.3 \pm 0.72$  ταξιανθίες, μετά από χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων.

Τέλος, από το διάγραμμα 3(ε), τον μήνα Νοέμβριο το NET, φαίνεται να έχει μικρότερο αριθμό καρπών από ότι ο μάρτυρας. Τα φυτά παράγαγαν ένα μέσο όρο  $16.7 \pm 2.6$  καρπών/φυτό, σε διάστημα ανάπτυξης 8 εβδομάδων.



**Διάγραμμα 3.** Ανάπτυξη της καλλιέργειας (α) Ύψος φυτών, (β) φυλλική επιφάνεια, (γ) αριθμός κόμβων, (δ) αριθμός ταξιανθιών (ε) αριθμός καρπών, σε θερμοκήπιο με δίχτυ 27x55 mesh στα ανοίγματα αερισμού (NET) και σε ίδιο θερμοκήπιο χωρίς δίχτυ (CONTROL). Τα σύμβολα αντιπροσωπεύουν το Μ.Ο. δείγματος 30 φυτών και οι κατακόρυφες γραμμές το τυπικό σφάλμα.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΧΟΛΙΑ

### Κλιματικές Συνθήκες

Όπως ήταν αναμενόμενο, το υλικό κάλυψης των δύο θερμοκηπίων, μείωσε τα επίπεδα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Η μείωση όμως αυτή, ήταν μεγαλύτερη στο NET, κάτι που ισχύει και για τους δύο μήνες του πειραματισμού.

Το μήνα Νοέμβριο, οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας είναι συγκριτικά μικρότερες από αυτές που σημειώθηκαν τον Οκτώβριο και στα τρία περιβάλλοντα, λόγω επικράτησης νεφελώδους καιρού, όπως επίσης και λόγω του ότι η διάρκεια της ημέρας μειώθηκε. Παρ' όλα αυτά η σκίαση της τάξεως του 14 % που προκάλεσε το δίχτυ διατηρήθηκε και τους δύο μήνες.

Οι θερμοκρασίες του αέρα, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας, είναι μεγαλύτερες στο NET σε σχέση με το CONTROL, κάτι που παρατηρείται και τους δύο μήνες. Παρ' όλα αυτά οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων δεν είναι σημαντικές. Ιδιαίτερα τον μήνα Νοέμβριο, όπου οι εξωτερικές θερμοκρασίες και η ακτινοβολία, μειώθηκαν περισσότερο σε σχέση με τον Οκτώβριο, οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό των δύο θερμοκηπίων διαφοροποιούνται ελάχιστα.

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας το μήνα Νοέμβριο είναι μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές που σημειώνονται τον Οκτώβριο, λόγω περισσότερων βροχοπτώσεων. Στο εσωτερικό των θερμοκηπίων επικρατούν σχετικά υψηλότερες τιμές υγρασίας, σε σχέση με τον εξωτερικό αέρα όπως ήταν αναμενόμενο. Παρατηρείται επίσης, ότι η μέση σχετική υγρασία ημέρας είναι μεγαλύτερη στο CONTROL, από ότι στο NET και για τους δύο μήνες. Παρ' όλα αυτά οι διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων, δεν είναι σημαντικές.

Συμπερασματικά, η χρήση δικτύου εντομοστεγανότητας, για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο και κλιματικές συνθήκες της περιοχής, προκάλεσε μείωση των επιπέδων της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, πολύ μικρή αύξηση της θερμοκρασίας και πολύ μικρή μείωση της σχετικής υγρασίας σε σχέση με το μάρτυρα. Η μείωση της ακτινοβολίας ήταν αναμενόμενη και είναι ένα θέμα που έχει μελετηθεί αρκετά (Miguel, 1998). Αντίθετα η επίδραση των δικτύων στη μετάδοση της θερμότητας και στη ροή του αέρα έχει τύχει μικρής προσοχής και είναι πολύ λιγότερο κατανοητή. Παρ' όλα αυτά πολλοί ερευνητές (π.χ. Berlinger *et al.*, 1988) αναφέρουν ότι τα δίχτυα εντομοστεγανότητας προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση του αερισμού (Bell and Baker, 1997; Bethke and Paine, 1990;



Berlinger and Lebiush – Mordechi, 1999). Στο συγκεκριμένο πείραμα δεν παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας. Παρ' όλο όμως που η ακτινοβολία μειώθηκε στο θερμοκήπιο με το δίχτυ, δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη μείωση της θερμοκρασίας όπως αυτό ήταν θα ήταν αναμενόμενο, αλλά αντίθετα σημειώθηκε μικρή αύξηση. Έτσι, αν και δεν μετρήθηκε η ροή του αέρα, το γεγονός αυτό υποστηρίζει την παραδοχή ότι, τα δίχτυα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας λόγω μειωμένου αερισμού.

#### **Αποτελεσματικότητα του δ.ε. στον αποκλεισμό του θρίπα**

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, ο πληθυσμός του θρίπα στο NET, ήταν σημαντικά μικρότερος σε σχέση με το CONTROL και το OUT, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Το δίχτυ συνεπώς αποδείχθηκε αποτελεσματικό στο να παρεμποδίζει την είσοδο του θρίπα και να διατηρεί τον πληθυσμό σε χαμηλά επίπεδα.

Παρόλα αυτά δεν φάνηκε να τον αποκλείει εντελώς. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, από τη στιγμή που το μέγεθος των οπών του δικτύου που χρησιμοποιήθηκε δεν προτείνεται για τον πλήρη αποκλεισμό του θρίπα (Bethke and Paine, 1990; Berlinger *et al.*, 1993). Συνεπώς, η χρήση του συγκεκριμένου δικτύου εγκυμονεί κινδύνους; όταν ο σκοπός για τον οποίο τοποθετείται το δίχτυ, είναι η αποφυγή μετάδοσης του ιού του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας μέσω του εντόμου αυτού (Baker *et al.*, 1995). Βέβαια, η παρουσία ατόμων θρίπα στο NET μπορεί να αποδοθεί, εκτός στο ότι ο θρίπας διαπερνούσε το δίχτυ σε ένα βαθμό, και στο ότι πιθανόν, να έμπαινε και από την κύρια είσοδο.

Από τα αποτελέσματα επίσης φαίνεται, μια μείωση του πληθυσμού του θρίπα τις 3 τελευταίες εβδομάδες στη φύση, πιθανότατα, λόγω των μειωμένων τιμών θερμοκρασίας που σημειώθηκαν την περίοδο αυτή και που σε πολλές περιπτώσεις έφτασαν συχνά τους 4 °C. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει το γεγονός του ότι ενώ την 5<sup>η</sup> εβδομάδα ο πληθυσμός του θρίπα μηδενίζεται τόσο στο NET, όσο και στο CONTROL, την 6<sup>η</sup> εβδομάδα παρατηρήθηκε εκ νέου εμφάνιση ατόμων θρίπα στο CONTROL, ενώ ο πληθυσμός μηδενίζεται και πάλι την τελευταία εβδομάδα. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανότατα στο ότι, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών στο εξωτερικό περιβάλλον, ένα ποσοστό των θριπών μπήκε στον μάρτυρα λόγω του ότι, επικρατούσαν ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασίες, και την τελευταία εβδομάδα όπου οι θερμοκρασίες μειώθηκαν ακόμα περισσότερο, ο πληθυσμός μειώθηκε περαιτέρω και σχεδόν εξαφανίστηκε.

Η μείωση του πληθυσμού του θρίπα την δεύτερη εβδομάδα τόσο στο OUT, όσο και στο CONTROL, και η μετέπειτα αύξησή του την επόμενη εβδομάδα, πιθανόν να οφείλεται στο

ότι το χρονικό αυτό διάστημα συνέπεσε με το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε για την εμφάνιση νέας γενεάς του θρίπα (3-4 ημέρες σε ευνοϊκές συνθήκες) λόγω επικράτησης ευνοϊκών καιρικών συνθηκών, και που είχε ως αποτέλεσμα την εκ νέου αύξηση του πληθυσμού. Τέλος, αναφέρεται ότι οι διαφορές των δύο θερμοκηπίων ως προς τον αριθμό των θριπών πιθανότατα να είναι ακόμη πιο σημαντικές κατά τη διάρκεια της άνοιξης (εαρινή καλλιέργεια τομάτας), όπου ο πληθυσμός του είδους αυτού είναι σε πολύ μεγαλύτερες πυκνότητες στο εξωτερικό περιβάλλον.

### Ανάπτυξη Καλλιέργειας

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρατηρείται ότι τα φυτά δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ως προς το ύψος στα δύο θερμοκήπια κάτι, που επιβεβαιώνεται από την επικάλυψη των τυπικών αποκλίσεων. Το ύψος φαίνεται να αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο τον μήνα Οκτώβριο, κάτι που δεν ισχύει για τον Νοέμβριο. Συγκεκριμένα, τον δεύτερο μήνα παρατηρείται σημαντική επιβράδυνση του ρυθμού με τον οποίο τα φυτά αυξάνουν σε ύψος, κάτι που ισχύει και για τα δύο θερμοκήπια. Αυτό οφείλεται στην επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών και μειωμένης ακτινοβολίας, σε συνδυασμό με την έλλειψη συστήματος θέρμανσης στα θερμοκήπια, γεγονός που επιβράδυνε το ρυθμό ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Ανάλογη τάση παρατηρήθηκε και για την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, όπου και πάλι οι διαφορές δεν είναι στατιστικώς σημαντικές. Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας την 3η εβδομάδα της καλλιέργειας, οφείλεται στην καλλιεργητική πρακτική της αφαίρεσης των παλαιών και γηρασμένων φύλλων που ακουμπούν στην επιφάνεια του εδάφους, για τον καλύτερο αερισμό και αποφυγή αύξησης της υγρασίας στο περιβάλλον του φυτού. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, την μείωση της συνολικής φυλλικής επιφάνειας των φυτών (τα φύλλα που έμειναν ήταν μικρότερα σε ηλικία και μέγεθος) και κατά συνέπεια των δειγμάτων. Την τελευταία εβδομάδα της καλλιέργειας παρατηρείται εκ νέου μείωση της φυλλικής επιφάνειας, που οφείλεται εν μέρει, στους ίδιους λόγους που αναφέραμε προηγουμένως. Επιπλέον, παρατηρείται μια μεγαλύτερη μείωση της φυλλικής επιφάνειας στο NET. Το γεγονός αυτό, οφείλεται στο ότι είχαμε προσβολή από βοτρυτή, η οποία ήταν ιδιαίτερα έντονη στο θερμοκήπιο με το δίχτυ. Για το λόγο αυτό, αναγκαστήκαμε να προβούμε σε απομάκρυνση όλων των έντονα προσβεβλημένων φύλλων για αποφυγή εξάπλωσης της ασθένειας. Κατά συνέπεια, είχαμε περαιτέρω μείωση της φυλλικής επιφάνειας.

Στο διάγραμμα 3(γ), παρουσιάζεται η εξέλιξη του αριθμού κόμβων στα δύο θερμοκήπια. Παρατηρούμε, ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων, κάτι που ισχύει και για τους δύο μήνες. Ο ρυθμός εμφάνισης των κόμβων επιβραδύνεται

σημαντικά την περίοδο του Νοεμβρίου, γεγονός που οφείλεται, όπως εξηγήσαμε και παραπάνω, στις, χαμηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με την έλλειψη συστήματος θέρμανσης.

Από το διάγραμμα 3(δ) μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία του ρυθμού εμφάνισης των ταξιανθιών στα δύο θερμοκήπια. Φαίνεται ότι δεν υπάρχουν διαφορές στα δύο περιβάλλοντα και κατά συνέπεια δεν είχαμε επίδραση του δικτύου. Επιπλέον, όπως και προηγουμένως, ο ρυθμός εμφάνισης των ταξιανθιών επιβραδύνθηκε σημαντικά τον μήνα Νοέμβριο για τους λόγους που προαναφέραμε.

Ανάλογη τάση παρουσιάζει και η πορεία του ρυθμού εμφάνισης καρπών, στα δύο θερμοκήπια. Παρατηρούμε ότι τον Οκτώβριο, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές, όμως προς το τέλος του Νοεμβρίου, φαίνεται ότι στο NET έχουμε μειωμένο αριθμό καρπών. Αυτό ίσως να οφείλεται στην προαναφερθείσα προσβολή των ταξιανθιών από βοτρυτή, που επηρέασε την καρπόδεση και την ομαλή ανάπτυξη του αριθμού των καρπών στο NET.

Ανακεφαλαιώνοντας τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι η ανάπτυξη της καλλιέργειας, όπως προσδιορίστηκε από μετρήσεις του ύψους, της φυλλικής επιφάνειας, του αριθμού των κόμβων, ταξιανθιών και καρπών, δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη του δικτύου.

Οποιαδήποτε επίδραση του δικτύου στην καλλιέργεια θα ήταν δικαιολογημένη στην περίπτωση που το δίκτυο προκαλούσε μεταβολές είτε στο κλίμα του θερμοκηπίου, είτε στην εμφάνιση εχθρών και ασθενειών της καλλιέργειας. Στο συγκεκριμένο πείραμα το δίκτυο επέδρασε αρνητικά μόνο στην ακτινοβολία, η μείωση της οποίας δεν φάνηκε να επηρεάζει την καλλιέργεια τομάτας σε αυτό το στάδιο. Από την άλλη, το δίκτυο είχε θετική επίδραση μειώνοντας τον πληθυσμό του θρίπα. Λόγω όμως του ότι, ο πληθυσμός την συγκεκριμένη περίοδο δεν ήταν μεγάλος στη φύση, δεν φάνηκε ευεργετική επίδραση στην καλλιέργεια, γιατί, ενώ στο μάρτυρα ήταν παρών πολύ μεγαλύτερος πληθυσμός θρίπα, δεν φάνηκε να είναι αρκετός ώστε να προκληθούν ορατές ζημιές στην καλλιέργεια. Πιθανότατα λοιπόν ο θρίπας στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν να μην ήταν επιζήμιος, όπως επίσης και να μην δικαιολογούσε και τη χρήση του δικτύου.

Το μόνο πρόβλημα στην καλλιέργεια φάνηκε να είναι η προσβολή από βοτρυτή, η οποία και επηρέασε την ανάπτυξη. Πιθανόν όμως η εμφάνιση της ασθένειας να μην είναι άσχετη με την παρουσία του δικτύου. Συγκεκριμένα, η προσβολή εμφανίστηκε αρχικά στο NET (στα μέσα Νοεμβρίου περίπου). Στη συνέχεια, μεταφέρθηκε και στον μάρτυρα, όμως η προσβολή εξελίχθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό στο NET, όπου παρ' όλες τις ενέργειες που έγιναν για την καταστολή και αντιμετώπιση της ασθένειας (αυστηρό κλάδεμα και απομάκρυνση των προσβεβλημένων φύλλων, ψεκασμός), αυτό ήταν αδύνατο, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί

στη μείωση του αερισμού που προκαλεί το δίχτυ. Αντίθετα, στο μάρτυρα η προσβολή μπορούσε να ελεγχθεί.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με το συστήματα «δίχτυα εντομοστεγανότητας – απόδοση καλλιέργειας», που παρουσιάστηκε στο γενικό μέρος της παρούσας εργασίας, προέκυψαν ορισμένα ερωτήματα, σχετικά με τη συνδυασμένη δράση των συστατικών του συστήματος. Στα ερωτήματα αυτά επιχειρήθηκε να δοθεί απάντηση με την εκτέλεση του πειράματος που παρουσιάστηκε στο ειδικό μέρος. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν, μπορούμε να συνοψίσουμε τα εξής:

-Το δίχτυ μείωσε τα επίπεδα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Οι μεταβολές στις τιμές της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα δεν ήταν σημαντικές.

-το δίχτυ μείωσε το ποσοστό εισόδου του θρίπα, χωρίς όμως να τον αποκλείει εντελώς. Το γεγονός αυτό το καθιστά ακατάλληλο στην περίπτωση που το δίχτυ χρησιμοποιείται για την αποφυγή μετάδοσης του ιού του κηλιδατού μαρασμού της τομάτας.

-η ύπαρξη του δικτύου εντομοστεγανότητας δεν επέδρασε στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε αρνητική επίδραση του δικτύου στην καλλιέργεια μέσω τροποποίησης του κλίματος. Δεν παρατηρήθηκε η θετική επίδραση του δικτύου στην καλλιέργεια, μέσω της μείωσης του πληθυσμού του θρίπα.

Σημειώνεται, ότι τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας αφορούν χειμερινή καλλιέργεια τομάτας και ισχύουν για συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Η γενίκευση των αποτελεσμάτων προϋποθέτει συμπληρωματική έρευνα και πειραματισμό, καθώς και επανάληψη στο χώρο και στο χρόνο, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των δικτύου εντομοστεγανότητας και να διαπιστωθεί η καταλληλότητά τους σε διαφορετικές περιοχές και κλιματικές συνθήκες, με σκοπό την βελτιστοποίηση της χρήσης τους. Προς αυτήν την κατεύθυνση, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο να γίνει έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του δικτύου ως προς τον αποκλεισμό του θρίπα την περίοδο της άνοιξης, όταν ο πληθυσμός είναι σε έξαρση. Τα πειράματα αυτά θα πρέπει να συνοδεύονται από μετρήσεις του βαθμού προσβολής των φυτών, όπως επίσης και μετρήσεις προσβολών από ιούς. Παράλληλα, θα πρέπει να διερευνηθεί η τυχόν επίδραση του δικτύου στην εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών, με συνδυασμό μετρήσεων του κλίματος και του



αερισμού και μετρήσεων του βαθμού προσβολής στα φυτά. Τέλος, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο να περιληφθεί και αξιολόγηση της τελικής απόδοσης και ποιότητας της παραγωγής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acock, B., D.A.Charles-Edwards, D.J.,Fitter, D.W.Hand, L.J Ludwig, J. Warren Wilson, and A.C.Withers, (1978). The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: an experimental comparison of two canopy models. *J. Exp. Bot.*, 29: 815 – 27.
- Aikman,, D.P. (1989). Potential increase in photosynthetic efficiency from the redistribution of solar radiation in a crop. *J. Exp. Bot.*, 40: 855 – 864.
- Antignus, Y., M. Lapidot, D. Hadar, Y. Messika, and S. Cohen (1998). Ultraviolet- absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests. *Journal of Economic Entomology*, 91: 1401-1405.
- Ανώνυμος (1999). Στατιστικά στοιχεία για τα θερμοκήπια και τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Γεωργία και Κτηνοτροφία. Τεύχος 9: 6 –16.
- Avidov, Z. (1956). Bionomics of the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennad) *In Israel*. Ktavim, 7: 24 – 41.
- Avidov, Z. and I.Harpaz (1969). *Plant Pests of Israel*. Israel Univ. Press, Ierusalem pp. 549.
- Baker J. R., J. A. Bethke, E. A. Shearin (1996). Insect Screening. *In* W. Banner and M. Klopmeier (eds). *New Guinea Impatiens*.
- Baker, J. R., M. B.Crouse and E. A.Shearin (1993). Screening as part of Insect and Disease Management in the Greenhouse. *North Carolina Flower Growers' Bulletin* 38(4): 12-17.
- Baker, J.R.and R.K.Jones (1989). Screening as part of insect and disease management in the greenhouse. *North Carolina Flower Growers'Bull.* 34(6): 1 – 9.
- Baker, J.R., and R.K.Jones (1990). An update on screening as part of insect and disease management in the greenhouse. *North Carolina Flower Growers'Bull.* 35(6): 1 – 3.
- Bell, M.L. and J.R. Baker (1997). Choose a greenhouse screen based on its pest exclusion efficiency. *N.C.Flower Growers'Bulletin – April* 42(2): 7-13.
- Berlinger, M. J. (1996). *The Tomato Crop. Pests.* *In* J. G. Atherton and J. Rudish (eds).. Chapman and Hall, London, New York. p. 391 – 441.
- Berlinger, M.J., A.M.Golberg, R.Dahan, S.Cohen (1983a). The use of plastic covering to prevent the spread of tomato yellow leaf curl virus in greenhouses, (in Hebrew with English abstract), *Hassadeh*, 63, 1862 – 5.
- Berlinger M.J., R.Dahan, and S. Mordechi (1988). Integrated pest management of organically grown greenhouse tomatoes in Israel. *Agric. Research Vol* 3(5): 233 – 238.
- Berlinger, M. J., S.Lebiush-Mordechi, and A.Leeper (1991). Application of screens to prevent whitefly penetration into greenhouses in the Mediterranean basin. *IOBC/WPRS Bull* 14(5), 105-110. 1991. Proceedings of the Working Group "Integrated Control in Protected Crops Under Mediterranean climate", Alsassio, Italy 29 September - 2 October.

- Berlinger, M. J (1992). Pests of processing tomatoes in Israel and a suggested IPM model. *Acta Horticulturae* 301: 185-192.
- Berlinger, M. J., S.Lebiush-Mordechi, D. Fridja, and N.Mor (1993). The effect of types of greenhouse screens on the presence of western flower thrips : a preliminary study. *IOBC/WPRS Bull* 16(2), 13-16. Proceedings of the Working Group "Integrated Control in Glasshouses", Pacific Grove, California, USA, 25-29 April.
- Berlinger, M. J., S.Lebiush-Mordechi and J.Rosenfeild, (1996). State of the art and the future of IPM in greenhouse vegetables in Israel. Van Lenteren (ed), J. C. *IOBC/WPRS Bull* 19(1), 11-14. Proceedings of the Working Group "Integrated Control in Glasshouses", Vienna Austria, 19-23 May.
- Berlinger, M.J (1998). Physical control of pests in greenhouse and field crops. *Phytoparasitica* 26: 269-272.
- Berlinger, M.J. and S. Lebiush-Mordechi (1995) Physical Methods for the control of *Bemisia*. In: *Bemisia: Taxonomy, Biology, Damage Control and management*, Anonymous, Intercept Ltd, Andover, UK, 1999: 617-634.
- Bethke, J.A. and T.D. Paine (1991). Screen hole size and barriers for exclusion of insect pests of glasshouse crops. *Journal of Entomological Science* 26: 169-177.
- Bethke, J. A (1994). Considering installing screening ? This is what you need to know. *Greenhouse Manager*, April 1994: 34-38.
- Blunk, H. (1956). In *Handbuch der Pflanzenkrankheiten; Tierische Schaedlinge an Nutzpflanzen* (ed. P. Soraner), Part 2, 5<sup>th</sup> edn, Paul Parey, Berlin and Hamburg, pp. 331 - 45: Aleyrodina (Aleurodina) C. Boerner.
- Butler, G.D., I.J.Hennebery. and T.E.Clayton, (1983). *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleurodidae): development, oviposition, and longevity in relation to temperature. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 76: 310 - 3.
- Calvert, A. and G.Slack (1975). Effects of carbon dioxide enrichment on growth development and yield of glasshouse tomatoes *In Responses to controlled concentrations*. *J. Hortic. Sci.*, 50: 61 - 71.
- Γεωργόπουλος, Σ. Γ (1984). Βασικές Γνώσεις Φυτοπαθολογίας. Ανώτατη Γεωπονική Σχολή. Ιανουάριος, Αθήνα.
- Challa, H., J. Baker (1998). Potential production within the greenhouse environment *In Enoch, Z., Stanhill, G.(Eds)*, *Ecosystem*. Elsevier, Amsterdam, in press.
- Desriac, Ph (1991). The effect of pesticides on the life of greenhouse films. *Plasticulture* 1: 9-16.
- Diez M. J., S. Rosello, F. Nuez, J. Costa, A. Lacasa, M. S. Catala (1999). Tomato production under mesh reduces crop loss to Tomato Spotted Wilt Virus in some cultivars. *Hort Science* 34(4):634 - 637.
- Gary, C., L.Charasse, M.Tchamitchian, N.Bertin, A.Rebillard, T.Boulard, J.P.Cardi, A.Baille (1998). SIMULSERRE: an educational software simulating the greenhouse-crop system. *Acta Hort.*, in press.

- Gary, C., J.W. Jones, and M. Tchamitcian (1998). Crop modelling in horticulture: state of the art. *Scientia Horticulturae* 74: 3-20.
- Hall, A.J., P.W. Gandar (1996). Stochastic models for fruit growth. *Acta Hort.* 416: 113 – 119.
- Henvelink, E. and N. Bertin (1994). Dry matter partitioning in a tomato crop: comparison of two simulation models. *In Hort. Sci.*, 69: 885 – 903.
- Hunt, R., J. Warren –Wilson, D.W. Hand, D.G. Sweeney (1984). Intergrated analysis of growth and light interception in winter lettuce: 1. Analytical methods and enviromental influences. *Ann. Bot.* 54: 743 – 757.
- Hussey, N. W., W.H. Read, and J.J. Hesling (1969). *The Pests of Protected Cultivation. The Biology and Control of Glasshouse and Mushroom Pests.* Edward Arnold, London, 404 pp.
- Ioslovich I. and I. Seginer (1996). Normalized costate variable for seasonal optimization of greenhouse tomato production. In R.U. Larsen (ed) *Proc Int. Workshop on Greenhouse Crop Models.* Acta Hort. 417 ISHS 1996, 87 – 97pp.
- Jones, J.W., E. Dayan, L.H. Allen, H. van Keulen, H. Challa (1991). A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO). *Trans. ASAE* 34: 663 – 672.
- Kelman, A. (1953). The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *N. C. Agric. Exp. Stn Bull.*, 99.
- Lindquist, R.K. (1977). Intergrated control of insects and mites on greenhouse crops *In M. Jansen (ed) Power, Food, Water. Proc. Int. Symp. Cymp. Controlled Environment Agriculture (Arizona)*, pp. 383 – 92.
- Lindquist, R.K. (1983). New greenhouse pests, with particular reference to the leafminer, *Liriomyza trifoli*. *Proc. 10<sup>th</sup> Int. Congr. Plant Protection (Brighton)*, pp. 1087 – 94.
- Martin – Clonaire, R., K. Kovats, M.J. Cros, (1993). Determination of greenhouse climate setpoints by SERRISTE-the approach and its object-oriented implementation. *AI Applicat.* 7:1 – 15.
- Metcalfe, C.C., W.P. Flint and R.L. Metcalfe (1962). *Destructive and Useful Insects. Their Habits and Control.* 4<sup>th</sup> edn, Mc Graw-Hill, New York, 1087 pp.
- Miguel, A.F., N.J. Van De Braak, and G.P.A. Bot (1997). Analysis of the airflow characteristics of greenhouse screening materials. *Journal of Agricultural Engineering Research* 67: 105-112.
- Miguel, A.F., N.J. Van De Braak, A.M. Silva, and G.P.A. Bot (1998). Free-convection heat transfer in screened greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research* 69: 133-139.
- Monteith, J.L. (1976). Spectral distribution of light in leaf and foliage. *In H. Smith (Ed), Light and plant development*, Butterworth, London, pp. 447 – 460.
- Monteith, J.L. (1977). Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc.*, London, B, 282: 277 – 284.
- Nakazawa, K. (1983). Factors preventing the development of biological control in Japanese greenhouses. *IOBC/WPRS Bull.* 1983, 3: 32 – 5.
- Ντόγρας, Κ. και Α. Σιώμος (1997). Καλλιέργεια Λαχανικών σε Θερμοκήπια. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

- Ολύμπιος, Χ.Μ. (1990). Η τεχνική της Καλλιέργειας της Τομάτας στο Θερμοκήπιο. Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1-5.
- Παναγόπουλος, Χ. Γ (1993). Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Parella, M. P., T. Lewis (1997). Thrips as a Crop Pest. IPM in field crops. *In* T. Lewis (ed).. CAB International.
- Pearson, S., P. Handley, A. E. Wheldon (1996). A stochastic model of truss set in a long - season tomato crop. *In* R. U. Larsen (ed). Proceeding of the International Workshop on Greenhouse Crop Models. Acta Hortic. 417 ISHS, pp. 33 – 40.
- Pedigo, L.P., S.H.Hutchins and L.G.Highery(1986). Economic injury levels in theory and practice. *Annual Review of Entomology* 31: 342 – 368.
- Rinvey, E. (1962). Field Crop Pests in the Near East. Dr. W. Junk, Den Haan.
- Schneider, R.W. and R.G.Crogan(1977). Bacterial speck of tomato: sources of inoculum and establishment of a resident population. *Phytopathology*, 67: 388 – 94.
- Sherf, A. F. and A. A. Macnab (1986). Vegetable Diseases and their Control. Second edition. A Wiley – Interscience Publication John Wiley & Sons Inc.
- Smith, L.M. and B.M.Hanson (1991). Yield reduction in pyrethram caused by Thrips nigropilosus Usel (Thysanoptera: Thripidae) *Tropical Agriculture. (Trinidad)* 68: 235 – 238.
- Spencer, K.A. (1973). Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance. Dr.W.Junk, the Hague.
- Teitel, M., M. Barak, M. J. Berlinger, S. L. Mordechi (1997).. Insect – proof screens: their effect on roof ventilation and insect penetration. Volcani Center, Israel.
- Τζανακάκης, Μ. Ε.(1980). Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας, 2<sup>ο</sup> ειδικό μέρος. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Thornley, J.H.M., D.W.Hand, J.Warren Wilson(1992). Modelling light absorption and canopy net photosynthesis of glasshouse row crops and application to cucumber. *J. Exp. Bot.*, 43: 383 – 91.
- Thornley, J.H.M., R.G.Hurd (1974). An analysis of the growth of young tomato plants in water culture at different light integrals and CO<sub>2</sub> concentrations: 2. A mathematical model. *Ann. Bot.*, 38: 389 – 400.
- Van Lenteren, J.C., P.M.Ramakers, J.Woets (1980) Intergrated control of vegetables pests in greenhouses *In* :A.K.Minks and P.Gruys (eds) Integrated Control of Insect Pests in the Netherlands, Pudoc, Wageningen, pp.109 – 118.
- Watterson J. C (1996). The Tomato Crop. Diseases.. *In* J. G. Atherton and J. Rudish (eds). Chapman and Hall, London. pp. 443 – 480.
- Wolf, S., J.Rudich, A.Marani, Y.Rekan (1986). Predicting harvesting date of processing tomatoes by a simulation model. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 111: 11 – 16.

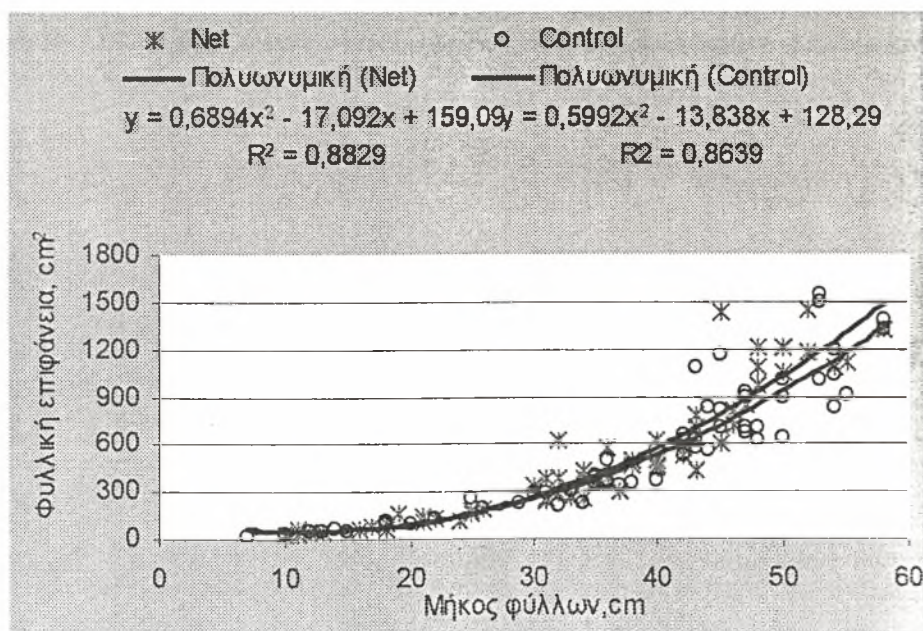




## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

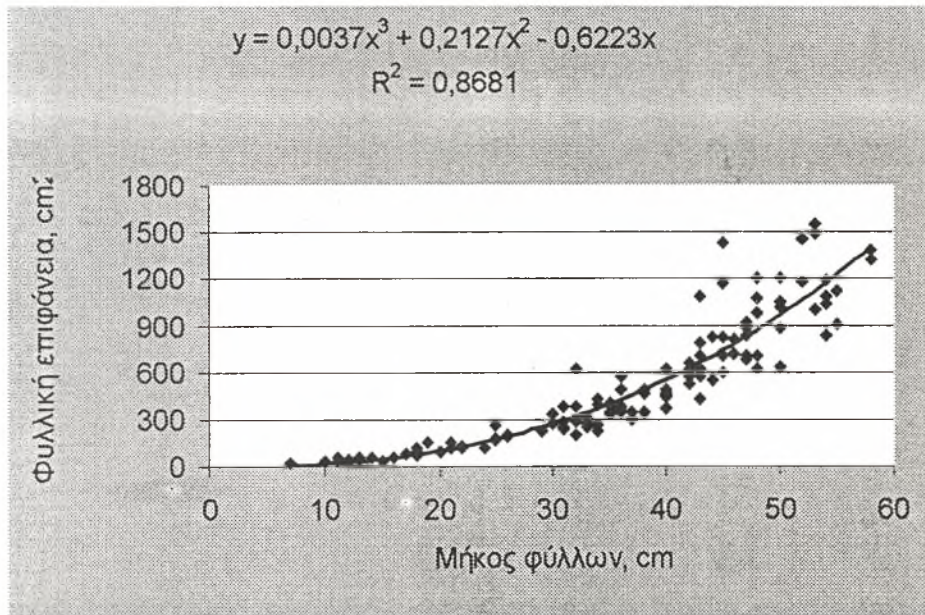
### Υπολογισμός επιφάνειας από μετρήσεις μήκους

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας των φύλλων από τις μη καταστροφικές μετρήσεις μήκους φύλλων που πραγματοποιήθηκαν, ήταν απαραίτητος ο υπολογισμός της σχέσης μήκους φύλλων – επιφάνειας. Για το σκοπό αυτό στο τέλος του πειράματος, έγινε τυχαία συλλογή ενός αριθμού φύλλων από κάθε θερμοκήπιο, των οποίων μετρήθηκε το μήκος και η φυλλική επιφάνεια με ένα Portable Area Meter, model LI – 3000 A (LI –COR). Τα μεγέθη αυτά συσχετίστηκαν ξεχωριστά για τα δύο θερμοκήπια και τα αποτελέσματα αυτής της συσχέτισης απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 4. Συσχέτιση μήκους φύλλων – φυλλικής επιφάνειας στα δύο θερμοκήπια

Στο διάγραμμα παρατηρούμε, ότι μεταξύ των δύο θερμοκηπίων δεν υπάρχει διαφορά ως προς τον τρόπο διασποράς των σημείων. Έτσι προσδιορίσθηκε μία κοινή γραμμή τάσης και για τα δύο θερμοκήπια, όπως φαίνεται παρακάτω:



Διάγραμμα 5. Συσχέτιση μήκους – φυλλικής επιφάνειας

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει η πολυωνυμική εξίσωση που συσχετίζει τη φυλλική επιφάνεια και το μήκος του φύλλου:

$y=0,0037 x^3 + 0,2127 x^2 - 0,6223 x$  (1), με  $R^2=0,8681$ . η συνέχεια, και με βάση την εξίσωση (1), υπολογίστηκε η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας του αρχικού δείγματος των φυτών στο οποίο είχαν γίνει μετρήσεις του μήκους των φύλλων για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου – Νοεμβρίου.