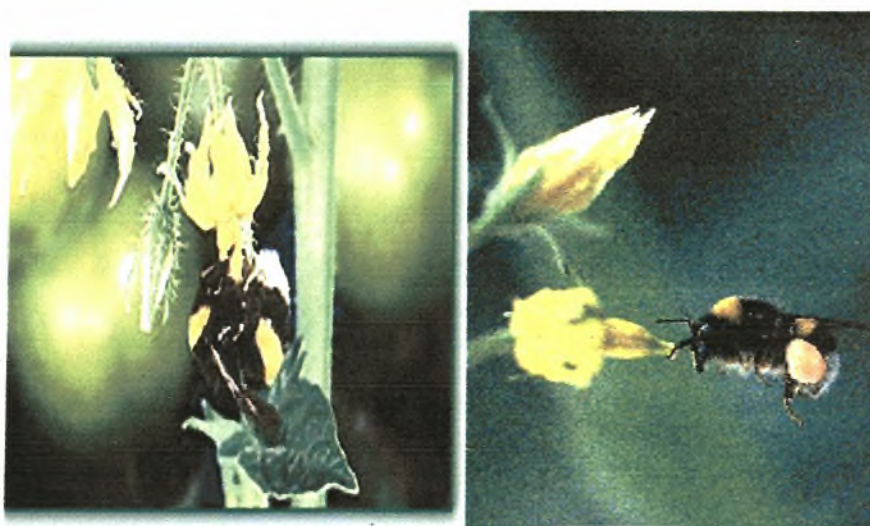


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού
Περιβάλλοντος**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ**



**“Επίδραση πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων,
απορροφητικών στο υπεριώδες φως, στη δραστηριότητα εντόμων
σε καλλιέργεια τομάτας”**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΗΛΙΑΣ

**ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2004**



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

Αριθ. Εισ.: 4181/1
Ημερ. Εισ.: 14-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
631.583
ΠΑΠ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΘ. ΤΣΙΤΣΠΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής Εντομολογίας,
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΚΩΝ/ΝΟΣ Ν. ΚΙΤΤΑΣ Καθηγητής Γεωργικών Κατασκευών, Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας.

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΑΝΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δενδροκομίας, Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας.

Στους ακούραστους καθοδηγητές και συμπαρασάτες της ζωής μου,
Τους γονείς μου !

« Αν δεν γνωρίζεις που πας δεν πρόκειται να φτάσεις ποτέ εκεί. »

Αντώνιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέποντα καθηγητή κ. Ι. Τσιτσιπή για την συνεργασία και τις πολύτιμες συμβολές του στην οργάνωση του πειράματος. Επίσης στους συνεπιβλέποντες καθηγητές κ. Κωνσταντίνο Κίττα και Γεώργιο Νάνο για τις διορθώσεις τους και τις χρήσιμες επισημάνσεις τους. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Ιωάννη Μαργαριτόπουλο και Δρ. Ζάρπα Κων/νο, για την πολύτιμη συμβολή τους στην καθοδήγηση και διεξαγωγή του πειράματος καθώς και στην ενεργό συμμετοχή του στην συγγραφή της διατριβής. Όπως επίσης την κα. Χριστίνα Παπαϊωάννου και τον κ. Dany El Obeid, για την πολύτιμη βοήθεια τους στο πειραματικό κομμάτι στον αγρό κατά την διάρκεια λήψης των παρατηρήσεων, καθώς και το Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Τέλος, θα ήθελα να μνημονεύσω την βοήθεια που μου προσέφερε η Κα Βατσανίδου Άννα τόσο στο πειραματικό κομμάτι, όσο και κατά την συγγραφή της διατριβής, ενώ θα πρέπει να ευχαριστήσουμε και την Βιομηχανία Πλαστικών Κρήτης για την συνεργασία που είχαμε και την υλικοτεχνική βοήθεια που προσέφερε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο υπεριώδες φως, στους πληθυσμούς των επιζήμιων εντόμων (θρίπα και αφίδες) σε υδροπονική θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Ταυτόχρονα διεξήχθη έρευνα σχετικά με την επίδραση των συγκεκριμένων πλαστικών φύλλων κάλυψης στην δραστηριότητα των βομβύνων *Bombus terrestris*, (L) (Hymenoptera: Apidae), καθώς και περαιτέρω έλεγχος των φυτών τομάτας για την διαπίστωση της παρουσίας ιώσεων.

Σε τρία όμοια θερμοκήπια μελετήθηκε η επίδραση διαφορετικών τύπων πλαστικών φύλλων κάλυψης. Στο πρώτο θερμοκήπιο αποτρεπόταν πλήρως η διέλευση της UV ακτινοβολίας (0% UV), στο δεύτερο θερμοκήπιο επιτρεπόταν η διέλευση ενός μόνο ποσοστού της υπεριώδους ακτινοβολίας (3% UV) και το τρίτο θερμοκήπιο, ο μάρτυρας με το εμπορικό πλαστικό επέτρεπε την διέλευση του 7% της UV ακτινοβολίας. Πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις μεταξύ των τριών προαναφερθέντων θερμοκηπίων που αφορούσαν την επίδραση των πλαστικών κάλυψης τους, στην δραστηριότητα των επιζήμιων εντόμων. Η παρακολούθηση του πληθυσμών των θριπών και των αφίδων έγινε με την εγκατάσταση δικτύου παγίδων στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων, καθώς και με την καταγραφή του πληθυσμού τους πάνω στα φυτά της τομάτας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών και αφίδων στις παγίδες ήταν σημαντικά μικρότερος στο θερμοκήπιο που απέτρεπε πλήρως την διέλευση της UV ακτινοβολίας (UV_0), σε σχέση με αυτό που επέτρεπε την είσοδο ενός ποσοστού της (UV_3) και με τον μάρτυρα (UV_7). Ακόμη, αρκετά μικρότερος ήταν ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων και θριπών στο θερμοκήπιο που απορροφούσε μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV_3) σε σχέση με τον μάρτυρα (UV_7), ωστόσο οι διαφορές τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Ενώ αν και παρατηρήθηκε μειωμένος αριθμός αφίδων και θριπών πάνω στα φυτά του θερμοκηπίου UV_0 σε σχέση με τα άλλα δύο UV_3 και UV_7 , οι διαφορές τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Όσον αφορά την επίδραση των πλαστικών νέου τύπου στη δραστηριότητα των βομβύνων κατά την επικονίαση των ανθέων, δεν βρέθηκε αυτή να επηρεάζεται σημαντικά από την έλλειψη της UV ακτινοβολίας.

Τέλος δεν παρατηρήθηκαν προσβολές από ιώσεις σε κανένα από τα τρία θερμοκήπια.

ABSTRACT

The aim of this study was the examination of the effectiveness of UV- absorbing greenhouse covering plastic sheets against the hurtful insect pests (aphids and thrips) in a hydroponics tomato crop. At the same time we investigated the effectiveness of these UV- absorbing plastic films reaction to the behavior of bumblebees *Bombus terrestris*, (L) (Hymenoptera: Apidae) used for the pollination of the tomato plant. We checked also the tomato plants for viruses.

The effect of different UV- absorbing plastic films on aphid and thrip population were evaluated in three greenhouses in a tomato crop at Velestino during 2003. The population of thrips and aphids was counted by using sticky-color and water traps, Moericke, outside and inside of the three greenhouses, as such examining a sample of plants in order to record the number of insects on tomato plants.

The results revealed that the films absorbing totally the UV radiation reduced the number of thrips and aphids invading into the greenhouse. Fewer insects, aphids as well as thrips, were caught in the greenhouse covered with totally absorbing UV (0%), compared to the captures of insects in greenhouse covered by plastic sheets absorbing partially UV (3 %) or permit fully the invasion of UV (7 %). Moreover, fewer insects, aphids and thrips, were caught in the greenhouse covered with totally absorbing UV (0%) than in the greenhouse that absorbing partially UV (3 %), however the differences wasn't statistical significantly.

As long as the influence of these new UV- absorbing plastic films on the action of bumblebees we noticed that wasn't affected. Furthermore from the examination of a sample of plants with the method of ELISA we didn't found any scales of viruses on plants.

It is worth mentioning, however, that additional experimentation both in greenhouses and in laboratory is needed for a better understanding of this phenomenon.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Γενικό Μέρος	5
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Θερμοκήπια	8
1.3 Ηλιακή ακτινοβολία	10
1.4 Πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας	12
1.5 Εφαρμογές των υλικών κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία	14
1.6 Έντομα εχθροί των θερμοκηπιακών καλλιεργειών	17
1.6.1 Αφίδες	17
1.6.2 Θρίπες	19
1.7 Η δομή και λειτουργία των σύνθετων οφθαλμών των εντόμων	20
1.7.1 Η μορφολογία των σύνθετων οφθαλμών των εντόμων	21
1.7.2 Οπτικά σήματα και η αντίδραση των εντόμων στο φως	22
1.7.3 Η επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά και στη διαδικασία πτήσης των κυριότερων εντόμων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες	24
2. Ειδικό Μέρος	28
2.1 Εισαγωγή	28
2.2 Σκοπός της εργασίας	31
2.3 Υλικά και Μέθοδοι	32
2.3.1 Θερμοκήπιο	32
2.3.2 Καλλιέργεια	33
2.3.3 Παρακολούθηση των Εντόμων με παγίδες	36
2.3.4 Παρακολούθηση των εντόμων πάνω στα φυτά	38
2.3.5 Έλεγχος των φυτών για ιούς	39
2.3.6 Παρακολούθηση της επικονίασης από τους βομβύνους	39
2.3.7 Στατιστική ανάλυση	41
3. Αποτελέσματα	42
3.1 Θρίπες	42
3.1.1 Συλλήψεις θριπών σε κολλητικές παγίδες	42
3.1.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά	54
3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων των θριπών σε φυτά και παγίδες	57
3.2 Αφίδες	60

3.2.1 Συλλήψεις αφίδων σε παγίδες Moericke	60
3.2.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά	71
3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των αφίδων σε φυτά και παγίδες	74
3.3 Επίδραση στη γονιμοποίηση των ανθέων	77
3.4 Αποτελέσματα ελέγχων των φυτών για ιώσεις	83
4. Συζήτηση και συμπεράσματα	84
5. Βιβλιογραφία	93

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Το περιβάλλον το οποίο διαμορφώνεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι ιδανικό για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και την αύξηση της παραγωγής τους, καθώς προσφέρει στις καλλιέργειες τροφή, νερό και προστασία από τις ακραίες καιρικές συνθήκες. Παράλληλα όμως οι κλιματικές συνθήκες που διαμορφώνονται στο εσωτερικό του, ευνοούν την ανάπτυξη διαφόρων εχθρών των καλλιεργειών, οι οποίοι πολλαπλασιάζονται γρήγορα και προκαλούν σημαντική οικονομική ζημιά (Hussey et al. 1969). Αυτή η γρήγορη ανάπτυξη των εχθρών των καλλιεργειών οδηγεί στην ανάγκη εφαρμογής προγραμμάτων καταπολέμησης των εχθρών. Για χρόνια η χημική μέθοδος, αποτελούσε την κύρια μέθοδο καταπολέμησης των εχθρών των καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο (Perring et al. 1999). Παρόλα αυτά, η μέθοδος αυτή εμφανίζει σημαντικά προβλήματα καθώς τα αρνητικά αποτελέσματα της χρήσης της πάνω στο περιβάλλον, όπως η τοξικότητα και η διαταραχή της φυσικής ισορροπίας, αλλά και η εμφάνιση ανθεκτικότητας των εντόμων είναι γνωστά και καταγεγραμμένα από πολλούς ερευνητές (Dent 1995). Παράλληλα με την εμφάνιση της ανθεκτικότητας και την αύξηση του κόστους παραγωγής, ορισμένα εντομοκτόνα έχουν και δυσμενείς επιδράσεις πάνω στα πλαστικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων με συνέπεια επιπλέον οικονομική ζημιά (Dersiac 1991).

Το συνεχές αυξανόμενο ενδιαφέρον της κοινωνίας τις τελευταίες δεκαετίες για τις αρνητικές επιπτώσεις της χημικής μεθόδου πάνω στον άνθρωπο και στο περιβάλλον και η επιθυμία για την παραγωγή προϊόντων χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε συνδυασμό πάντα με την ανάγκη για τη μείωση του κόστους παραγωγής επιτάσσει τη στροφή προς νέα συστήματα προστασίας των φυτών, όπως είναι η ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εντομολογικών εχθρών. Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών αποτελεί την καλύτερη εναλλακτική λύση για τον έλεγχο των εντόμων, συμπεριλαμβανόμενων και αυτών που αποτελούν τους κατεξοχήν φορείς ιώσεων στα φυτά (Dent 1995). Πιστεύεται ότι είναι ένα σύστημα διαχείρισης των εντόμων, το οποίο μέσα στα πλαίσια μιας πιο οικολογικής, κοινωνικής και οικονομικά βιώσιμης γεωργίας, συνδυάζει όλες εκείνες τις απαιτούμενες τεχνικές κατά ένα συμβατό τρόπο, έτσι ώστε να περιορίσει τους πληθυσμούς των εντόμων κάτω από τα επίπεδα οικονομικής ζημιάς. Ταυτόχρονα διαφυλάττει την ασφάλεια του χρήστη, του καταναλωτή και του περιβάλλοντος. Το

σύστημα περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση πολλών μεθόδων αντιμετώπισης, μόνων τους ή σε συνδυασμό, όπως καλλιεργητικών (π.χ λίπανση, άρδευση, υγιεινή των φυτών, εναλλαγή των καλλιεργειών), βιοτεχνολογικών (π.χ δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών), φυσικών (π.χ υλικά εδαφοκάλυψης, δίχτυα εντομοστεγανότητας, χρωματικές και κολλητικές παγίδες), βιολογικών (π.χ χρήση φυσικών εχθρών) και όπου κρίνεται αναγκαίο γίνεται και χρήση ήπιων φυτοπροστατευτικών ουσιών (Baker et al. 1996).

Πολλές καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται σε συνδυασμό με τον έλεγχο των συνθηκών του περιβάλλοντος μπορούν να δώσουν ικανοποιητικό έλεγχο των πληθυσμών διαφόρων εχθρών των φυτών στο θερμοκήπιο. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τους 21°C βελτιώνει τον παρασιτισμό του αλευρώδη *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) από το υμενόπτερο *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) στα θερμοκήπια με χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ το φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διακόψει τη διάπαυση των αρπακτικών του γένους *Orius spp* (Homoptera: Anthocoridae) και του *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) (Chambers et al. 1993).

Ακόμη, μπορούμε να αναφέρουμε το μεγάλο ενδιαφέρον που απολαμβάνουν οι φυσικές μέθοδοι στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, όπου η προσέλκυση των εντόμων από χρωματικά υλικά κάλυψης του εδάφους οδηγεί σε απομάκρυνση τους από τα φυτά (Cohen 1982). Ταυτόχρονα η χρησιμοποίηση κολλητικών παγίδων στα θερμοκήπια ως μέσων παγίδευσης των εχθρών των καλλιεργειών και παρακολούθησης της πορείας του πληθυσμού των εντόμων γίνεται όλο και πιο συνήθης τακτική. Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από το χρώμα των παγίδων, την θέση, το σχήμα και την ελκυστικότητά τους (Brodsgaard 1990, Vernon and Gillespie 1995).

Επιπλέον, η χρήση χρωματισμένων επιφανειών εδαφοκάλυψης που αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία σε δύο περιοχές του φάσματος, τη μπλε (400 – 500 nm) και την κοντινή υπεριώδη (395 nm), αποτελεί μία άλλη τεχνική απώθησης των εντόμων (Ham et al. 1991, Kring 1972). Τέτοιες τεχνικές έχουν αποτέλεσμα όχι μόνο στον έλεγχο των εντόμων, όπως οι αφίδες και ο αλευρώδης, αλλά παράλληλα συνεισφέρουν στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών και στην απόκτηση καλύτερων ποιοτικών χαρακτηριστικών (Kingo 2002).

Τα τελευταία χρόνια η χρήση των δίχτυων εντομοστεγανότητας στα ανοίγματα αερισμού των θερμοκηπίων είναι μια τεχνική η οποία υιοθετείται όλο και

πιο συχνά στα συστήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης, ως μια φυσική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Τα αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι ο πληθυσμός του θρίπα μπορεί να μειωθεί σημαντικά χρησιμοποιώντας δίχτυα με μικρό μέγεθος οπών (0,18mm x 0,18mm) (Berlinger et al. 1993), ενώ παράλληλα έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα στην παρεμπόδιση της εισόδου του αλευρώδη στα θερμοκήπια (Berlinger and Lebiush – Mordechi 1995). Μελέτες που έγιναν και σύγκριναν τα συμβατικά δίχτυα με τα βιο-δίχτυα “bionet” (δίχτυα τα οποία απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία στο εύρος της UVA και UVB), έδειξαν ότι τα 50 mesh “bionet” δίχτυα μειώνουν σημαντικά την είσοδο του αλευρώδη και την εξάπλωση του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV). Αντίθετα, τόσο τα συμβατικά, όσο και τα βιο-δίχτυα με μέγεθος οπών 16-30 mesh δεν ήταν αποτελεσματικά κατά της εισόδου του αλευρώδη και της αφίδας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Ακόμη, τα δίχτυα με μέγεθος οπών 50 mesh ήταν αποτελεσματικά κατά της λιριόμυζας *Liriomyza trifoli* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera) και του *Tetranychus telarius* (L.) (Prostigmata: Tetranychidae) σε καλλιέργεια τομάτας και έναντι της *Aphis gossypii* (Clover) (Hemiptera: Aphididae) σε καλλιέργεια αγγουριάς, ενώ κανένα δε κατάφερε να ελέγξει ικανοποιητικά την είσοδο του θρίπα *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (Antignus et al. 1998). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, βρέθηκε σημαντική μείωση του πληθυσμού των θριπών και των αφίδων στο θερμοκήπιο με εγκατεστημένο δίχτυ (Σαφούρη 1999, Βατσανίδου και άλλοι 2001).

Βέβαια, το πρόβλημα που έχει ανακύψει από τη χρησιμοποίηση των παραπάνω δικτύων, έγκειται στο ότι τα πιο αποτελεσματικά δίχτυα αποκλεισμού των εντόμων (αυτά με μικρό μέγεθος οπών) μειώνουν σημαντικά τον αερισμό του θερμοκηπίου (Kittas et al. 2002) και παράλληλα ανεβάζουν τη θερμοκρασία και την υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, με συνέπεια την πιθανή πρόκληση μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών π.χ *Erwinia* sp (Gokkes 1999). Επίσης επιδρούν αρνητικά στην πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο, καθώς τα χαρακτηριστικά και η συμπεριφορά των δικτύων εντομοστεγανότητας μοιάζουν σε μεγάλο βαθμό με αυτά των θερμοκουρτίνων και των δικτύων σκίασης (Miguel 1994). Πάντως, στη μελέτη που έγινε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο κλίμα μεταξύ των θερμοκηπίων με δίχτυ και χωρίς αυτό (Γουβιώτης 2002).

Τέλος, τα τελευταία χρόνια μια νέα στρατηγική αντιμετώπισης των εχθρών, των ασθενειών και των ιώσεων άρχισε να διερευνάται στο Ισραήλ, στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών και σε διάφορες χώρες της Μεσογείου και αφορά στη χρήση των νέων πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων. Η ανακάλυψη αυτή έγινε τυχαία από Ισραηλινούς ερευνητές, ιολόγους, οι οποίοι βρήκαν πως κάποια νέα πλαστικά φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων, που απορροφούν πλήρως ή μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας, μπορεί να αποτελέσουν ένα πολύτιμο εργαλείο και μια νέα φυσική μέθοδο ελέγχου των εχθρών και ασθενειών των φυτών. Τέτοιες τεχνικές μπορούν να υιοθετηθούν και να ενταχθούν μέσα σε ένα πρόγραμμα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης. Τα παραπάνω υλικά κάλυψης ονομάζονται φωτοεκλεκτικά πλαστικά ή UV filters και θα αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης τα επόμενα χρόνια σε διεθνές επίπεδο από πολλούς ερευνητές.

1.2 Θερμοκήπια

Παγκόσμια, (πλην της Κίνας, για την οποία οι πληροφορίες είναι περιορισμένες), υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία (πηγή: ICAP 2001) 2.500.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 650.000 στρ. είναι υαλόφρακτα και τα 1.850.000 στρ. είναι με κάλυψη πλαστικού. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 300.000 στρ. είναι υαλόφρακτα, ενώ τα 900.000 στρ. είναι πλαστικά. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ε.Ε. καλύπτουν το 48%, από τα οποία τα υαλόφρακτα θερμοκήπια αποτελούν το 62% των υαλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά το 43% των πλαστικών του κόσμου (πλην Κίνας).

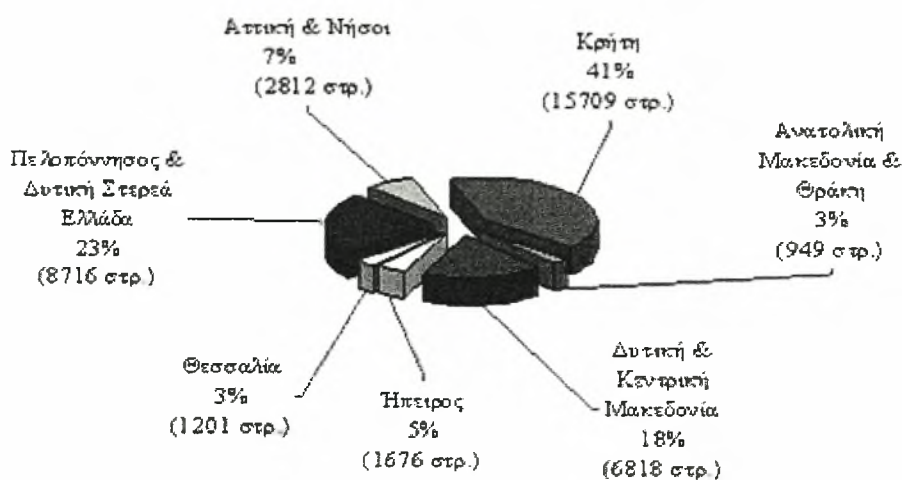
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση στα υαλόφρακτα θερμοκήπια με 33% του συνόλου και ακολουθούν η Ιταλία με 17%, η Ισπανία με 13%, η Γερμανία με 10% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικό θερμοκήπια, η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση με 59% του συνόλου και ακολουθεί η Ιταλία με 26%, η Γαλλία με 6%, η Ελλάδα με 4,5% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά.

Ο τύπος των θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται στις διάφορες χώρες της Ε.Ε. εξαρτάται από τις εκεί κλιματολογικές συνθήκες, την τεχνολογική ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά της οικονομίας και τη φύση των προϊόντων που παράγονται. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η Ελλάδα στο γενικό σύνολο κατέχει μόλις την 7η θέση

με ποσοστό 4,5%, παρόλο που έχει πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων (Μαυρογιαννόπουλος 2001).

Στην Ελλάδα οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες για την εγκατάσταση των πρώτων θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955, όπου δημιουργήθηκαν τα πρώτα υαλόφρακτα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η ανακάλυψη και η βιομηχανική παραγωγή διαφόρων πλαστικών υλικών (κυρίως φύλλων πολυαιθυλενίου) με μικρό κόστος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη σχετικά ελαφρών και επομένως μικρού κόστους θερμοκηπιακών κατασκευών, προκάλεσε μετά το 1960 την ταχύτατη εξάπλωση της θερμοκηπιακής καλλιέργειας των κηπευτικών (Ντόγρας 1998). Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκε μία εντυπωσιακή αύξηση των θερμοκηπίων, τα οποία έφτασαν στα 43.564 στρ. το 1999 (πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας 1998) όπου τα 3,8% ήταν υαλόφρακτα και το 96,8% πλαστικά.

Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (εικόνα 1), ακολουθεί κατά κανόνα την κλιματική διαφοροποίηση των επί μέρους περιοχών. Περισσότερες εκτάσεις θερμοκηπίων συναντώνται στις πλέον ευνοϊκές από πλευράς κλίματος (ήπιοι χειμώνες, απουσία παγετών κ.λ.π.) περιοχές.



Εικόνα 1. Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (στοιχεία 1999).

(Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας)

Στην Ελλάδα η κατανομή των καλλιεργούμενων φυτών στις θερμοκηπιακές κατασκευές έως το 1998, ήταν 37.935 στρ. (91,2%) για τα κηπευτικά και 3.655 στρ. (8,8%) για τα ανθοκομικά φυτά (πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας 1998). Στα κηπευτικά τις μεγαλύτερες εκτάσεις καλύπτουν η τομάτα και το αγγούρι

καθώς καταλαμβάνουν ένα ποσοστό της τάξης του 80%, ενώ στα ανθοκομικά είδη κυριαρχούν η τριανταφυλλιά, η γαρδένια και το χρυσάνθεμο, τα οποία καλύπτουν ποσοστό 65,5% του αντίστοιχου συνόλου (Μαυρογιαννόπουλος 2001).

Η σημαντική διάδοση της θερμοκηπιακής καλλιέργειας των λαχανικών στην Ελλάδα, κατά τα τελευταία 40 χρόνια, οφείλεται κυρίως στους εξής λόγους:

α) Στο ευνοϊκό κλίμα, κυρίως της Νότιας Ελλάδας από τα τέλη φθινοπώρου ως τις αρχές της άνοιξης, που επιτρέπει την καλλιέργεια συνήθως χωρίς θέρμανση λαχανικών “θερμών εποχών” (αγγούρι, τομάτα, μελιτζάνα, κ.α) σε πλαστικά θερμοκήπια ελαφρού τύπου μικρού σχετικά κόστους.

β) Στην ανάγκη για εντατική εκμετάλλευση του μικρού γεωργικού κλήρου στην Ελλάδα, με πλήρη απασχόληση των εργατικών χεριών της αγροτικής οικογένειας.

γ) Στην αύξηση της ζήτησης των λαχανικών που παράγονται “εκτός εποχής”.

δ) Στην καθιέρωση ορισμένων οικονομικών κινήτρων από την πολιτεία, που περιλαμβάνουν δανειοδότηση και επιδότηση των θερμοκηπιακών κατασκευών και του εξοπλισμού τους (Ντόγρας 1998).

1.3 Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει στο φυτό την απαραίτητη ενέργεια για τη φωτοσύνθεση και τις λοιπές φυσιολογικές λειτουργίες τους και προκαλεί τη θέρμανση του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της ημέρας.

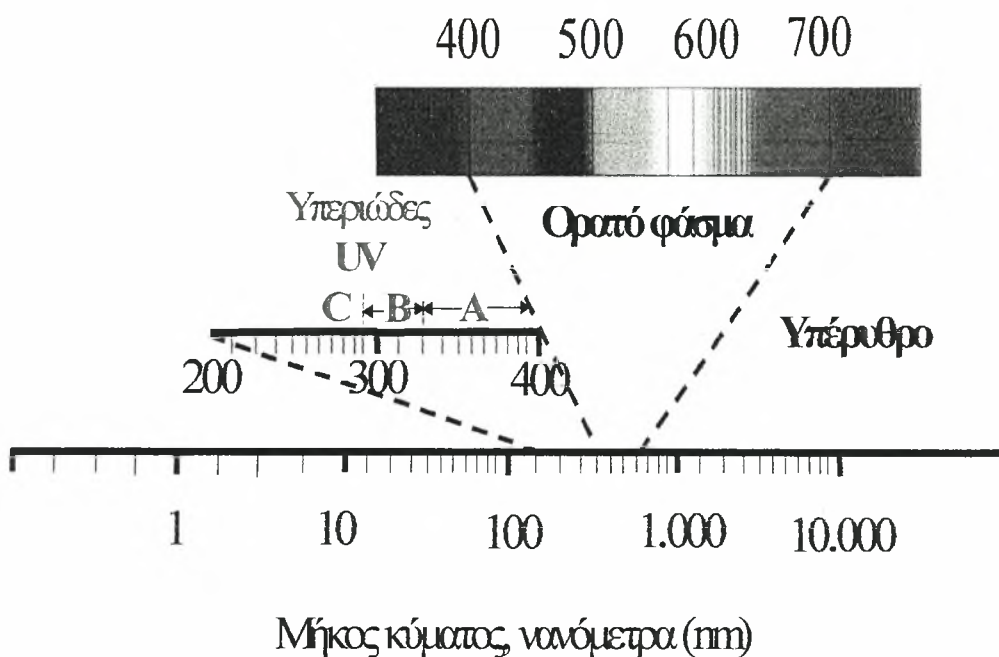
Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χωριστεί στις παρακάτω περιοχές μηκών κύματος:

1. Στην υπεριώδη ακτινοβολία (280 – 380 nm), Ultra Violet (UV).
2. Στην ορατή ακτινοβολία (380 – 780 nm).
3. Στην υπέρυθρη ακτινοβολία (780 – 100.000 nm).

Και τα τρία αυτά μέρη χαρακτηρίζονται από μήκη κύματος τα οποία εκφράζονται σε νανόμετρα (εικόνα 2).

Η UV ακτινοβολία, αποτελεί το 5% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη. Είναι το τμήμα του ηλιακού φάσματος με την υψηλότερη ενέργεια και είναι επικίνδυνη για τους ζωντανούς οργανισμούς. Προκαλεί εγκαύματα ή νέκρωση στα ανώτερα φυτά και στους μικροοργανισμούς, π.χ παρατηρήθηκε αναστολή της ανάπτυξης του κλαδοσπορίου στην τομάτα υπό την επίδραση των υπεριωδών ακτίνων

(Ντόγρας 1998). Όμως, το μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας με τη μεγαλύτερη ενέργεια, UV-c (< 280 nm), απορροφάται από το στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας. Οι άλλες δύο, η UV-b (280-320 nm) και η UV-a (320-380 nm) ακτινοβολίες, είναι υπεύθυνες για το χρώμα των ανθέων, για το μαύρισμα από τον ήλιο καθώς και για την αποικοδόμηση του πολυαιθυλενίου που αποτελεί το κύριο υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων (Waaijzenberg 2000).



Εικόνα 2. Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Το ορατό φως, αποτελεί το 45% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη και είναι απαραίτητο τόσο για την όραση του ανθρώπου, όσο και για την ανάπτυξη και αύξηση των φυτών (Waaijzenberg 2000).

Στη φωτοσύνθεση χρησιμοποιείται μόνο η ακτινοβολία μήκους κύματος 400-700nm, η οποία αποκαλείται "φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία" (Photosynthetic Active Radiation, PAR), με μέγιστη "απόδοση στα 450nm (μπλε φως) και 660nm (ερυθρό φως). Το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με μήκος κύματος 700-780nm, δε χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση, αλλά απορροφάται από το φυτόχρωμα, μέσω του οποίου ελέγχονται άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού (λήθαργος σπόρων, άνθηση κ.λ.π) (Ντόγρας 1998).

Η υπέρυθρη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (780–3.000 nm), Near Infra Red (NIR), και η υπέρυθρη ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (3.000– 100.000 nm), Far Infared (FIR), συνθέτουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που καλύπτει το 50 % του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας (Ντόγρας 1998).

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι θερμική ενέργεια, που προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, εδάφους, φυτών και άλλων σωμάτων στη γη. Ανάλογα με την εποχή και την περιοχή μπορεί να είναι ωφέλιμη για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες ή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα που σχετίζονται με την υπερθέρμανση του εσωτερικού του θερμοκηπίου. Ένα μέρος από τη θερμική ενέργεια που απορροφάται από τα διάφορα αντικείμενα και φυτά, επανακτινοβολείται προς το διάστημα με αποτέλεσμα την ψύξη τους. Αυτή είναι η FIR ακτινοβολία, η οποία δεν είναι άμεση ηλιακή ακτινοβολία αλλά είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Waaijbergen 2000).

1.4 Πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας

Η διάρκεια ζωής ενός πλαστικού φύλλου που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των θερμοκηπίων μειώνεται με τον χρόνο, δεδομένου ότι διασπάται γρήγορα κατά την έκθεση του στην ηλιακή ακτινοβολία και στην υψηλή θερμοκρασία (Ντόγρας 1998). Η αποικοδόμησή τους χαρακτηρίζεται αρχικά από μια μείωση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους, που καταλήγει τελικά στην αλλοίωση του πλαστικού φύλλου. Ιδιαίτερα βλαβερή για την αλλοίωση των πλαστικών φύλλων κάλυψης είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, κυρίως η UV-a και η UV-b, η οποία προκαλεί φωτοχημικές οξειδώσεις και διάσπαση των περισσότερων πλαστικών υλικών (Scarascia–Mungozza et al. 2000).

Από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν τη διάρκεια ζωής των πλαστικών φύλλων κάλυψης είναι το πάχος τους. Η διάρκεια ζωής τους είναι ανάλογη με το πάχος τους. Επιπλέον, η χρήση διαφόρων προσθετικών ουσιών που τοποθετούνται στο εσωτερικό τους συντελούν στην αύξηση της διάρκειας ζωής τους. Αυτές οι ουσίες μπορεί να είναι είτε απορροφητές της UV ακτινοβολίας, οι οποίες απορροφούν και μπλοκάρουν τα επικίνδυνα μέρη της, κυρίως 300-360 nm, είτε σταθεροποιητές, που επιβραδύνουν την ταχύτητα αποικοδόμησής τους (Waaijbergen 2000).

Η χρήση των χημικών αυτών ουσιών που προστίθενται στα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων για την απορρόφηση της UV ακτινοβολίας και βοηθούν στην αύξηση της διάρκειας ζωής τους, είναι γνωστή ως τεχνολογία κατασκευής των πλαστικών. Τώρα ανάλογα με τις ουσίες οι οποίες προστίθενται, έχουμε πολλούς τύπους πλαστικών κάλυψης των θερμοκηπίων που προσδίδουν ξεχωριστές δυνατότητες στο καθένα (Indevco Export Division 2002), όπως:

1. Πλαστικά φύλλα κάλυψης, με anti – virus ιδιότητες, κατάλληλα για την χρησιμοποίησή τους σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης καθώς εμποδίζουν την εξάπλωση των ιώσεων και την καταστροφή των καλλιεργειών, η οποία προκαλείται από έντομα όπως ο αλευρώδης, οι αφίδες, οι θρίπες, κ.α. Η ενσωμάτωση κάποιων χημικών συστατικών σε αυτά, προκαλεί το διαχωρισμό του ηλιακού φάσματος σε διάφορα μήκη κύματος με συνέπεια τον αποπροσανατολισμό και την ελάττωση της δραστηριότητας των εντόμων εντός του θερμοκηπίου.

2. Πλαστικά φύλλα κάλυψης, EVA (Ethyl Vinyl Acetate). Αυτά έχουν τα εξής πλεονεκτήματα: μειώνουν το θερμικό σοκ των φυτών, προσφέρουν καλύτερη και πιο πρόωμη παραγωγή, βελτιώνουν τη διαφάνεια και το χρόνο ζωής αυτών των πλαστικών.

3. Πλαστικά φύλλα τα οποία μπλοκάρουν την κοντινή υπέρυθρη (NIR:780-3000nm) ακτινοβολία και σχετίζονται με το δροσισμό του θερμοκηπίου, μειώνοντας τη θερμοκρασία ως 7 °C στο εσωτερικό. Με την ενσωμάτωση διαφόρων χρωστικών ουσιών σε αυτά τα πλαστικά, αντανakλάται επιλεκτικά ένα μέρος της NIR ακτινοβολίας, η οποία ως γνωστό παράγει θερμότητα, αποτρέποντας έτσι την υπερβολική θέρμανση στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα, υπάρχουν πλαστικά φύλλα κάλυψης τα οποία εγκλωβίζουν τη μακρινή υπέρυθρη ακτινοβολία (Far Infared: 3000–100000 nm) και σχετίζονται με τη θέρμανση του θερμοκηπίου τις ψυχρές νύχτες του χειμώνα. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη συγκεκριμένων ανόργανων συστατικών στο ενδιάμεσο του πλαστικού φύλλου κάλυψης, μειώνοντας έτσι την απώλεια της FIR ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου κατά 15-35%, οπότε δεν είναι απαραίτητη η χρήση της θερμοκουρτίνας.

4. Πλαστικά φύλλα κάλυψης, UV Absorber, που απορροφούν πλήρως την υπεριώδη ακτινοβολία και επηρεάζουν τη δραστηριότητα των εντόμων και την εμφάνιση των ιώσεων, όμως χρησιμοποιούνται και για διάφορους άλλους λόγους όπως π.χ για να αποφευχθεί το μαύρισμα στα κόκκινα τριαντάφυλλα.

5. Πλαστικά φύλλα κάλυψης, UV Stabilizer, τα οποία δεν μπλοκάρουν την εκπομπή της υπεριώδους ακτινοβολίας, αλλά αναστέλλουν την αποδόμηση των πολυμερών του φύλλου κάλυψης των θερμοκηπίων. Μαζί με τη (Photosynthetic Active Radiation) PAR ακτινοβολία, συνεισφέρουν στη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των φρούτων και λαχανικών. Ακόμη τα UV Stabilizers, βοηθούν στην φυσική επικονίαση των ανθέων από τις μέλισσες και από τους βομβίνους.

6. Τέλος, υπάρχουν και κάποια άλλα γνωστά ως Anti-Fog ή Anti-Drip, στα οποία το νερό που προέρχεται από την εξάτμιση, εξαιτίας της παρουσίας αυτών των συστατικών, κυλά πάνω στον πλαστικό τοίχο του θερμοκηπίου και δεν πέφτει πάνω στα φυτά. Αυτό έχει ως συνέπεια την προφύλαξη των φυτών από μυκητολογικές ασθένειες και από άλλες ανωμαλίες π.χ ζεμάτισμα των φύλλων. Ενώ τελευταία κατασκευάζονται και πλαστικά με διαφορετικό βαθμό διάχυσης του φωτός, Light Diffusion, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των παραγωγών τα οποία βελτιώνουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών καθώς τα φυτά δέχονται περισσότερο φως και μειώνεται η σκίαση μεταξύ τους.

1.5 Εφαρμογές των υλικών κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία

Τα περισσότερα θερμοκήπια χρησιμοποιούν πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου που περιέχουν συστατικά που δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτά χρησιμοποιούνται για να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των πλαστικών, ενώ παράλληλα διατηρούν υψηλά επίπεδα εκπομπής του ορατού φωτός. Τα πιο αποτελεσματικά από αυτά μπλοκάρουν το 5-15 % της UV ακτινοβολίας (Costa et al. 2002). Πάντως, όλοι οι τύποι των πλαστικών που χρησιμοποιούνται μπλοκάρουν το φάσμα της UV ακτινοβολίας που εκπέμπεται μεταξύ (200-400 nm), όχι όμως και το ορατό φάσμα (400-700 nm) (Antignus et al. 1996).

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη έρευνα για την επίδραση που μπορούν να έχουν οι διάφοροι τύποι πλαστικών που μπλοκάρουν την ηλιακή ακτινοβολία στην προστασία των καλλιεργειών από τα διάφορα έντομα (αφίδες, θρίπες, αλευρώδεις, κ.α), στην εξέλιξη των ιολογικών και μυκητολογικών ασθενειών καθώς και στην ανάπτυξη και στην μορφολογία των φυτών.

Η πρώτη απόδειξη ότι τα απορροφητικά φύλλα κάλυψης της UV ακτινοβολίας, μειώνουν την είσοδο των εντόμων στα θερμοκήπια ήρθε από την Ιαπωνία. Οι Nakagaki et al. (1982) ανέφεραν μικρότερη προσβολή από τα έντομα *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphidoidea) *T.vaporarium* σε θερμοκήπιο με καλλιέργεια τομάτας, που ήταν καλυμμένο με πλαστικό φύλλο που εμπόδιζε την UV ακτινοβολία να φτάσει στα φυτά, σε σχέση με τα συνηθισμένα μέχρι τότε πλαστικά κάλυψης. Ακόμη, σε μικρότερο ποσοστό εμφανίστηκαν τα έντομα *F. occidentalis* και *Scirtohrrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae), καθώς και *Liriomyza bryonidae* (Diptera: Agromyzidae). Πολυάριθμες είναι οι εργασίες που δείχνουν τον προστατευτικό ρόλο των UV απορροφητικών φύλλων απέναντι στα έντομα.

Σε μια σειρά από πειράματα που έγιναν στο Ισραήλ, βρέθηκε ότι τα φωτοεκλεκτικά φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων έχουν σημαντική επίδραση και στην εξάπλωση των ιώσεων, καθώς τα έντομα θεωρούνται φορείς ιώσεων. Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην εξάπλωση των ιώσεων TYLCV και CYSDV, που μεταδίδονται από τον αλευρώδη *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) σε καλλιέργειες τομάτας, αγγουριού και πεπονιού, όταν αυτές καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια καλυμμένα με πλαστικά φύλλα που απορροφούν τη UV ακτινοβολία (Antignus et al. 1996 a, 1996 b, Mizrahi et al. 1998).

Για καλύτερα αποτελέσματα η χρήση των πλαστικών υλικών που απορροφούν τη UV ακτινοβολία, θα πρέπει να συνδυάζεται με δίχτυα εντομοστεγανότητας (50mesh) στις κάθετες πλευρές του θερμοκηπίου. Ένας συνδυασμός πλαστικών φύλλων οροφής απορροφητικών στη UV ακτινοβολία και ενός δίχτυου 30 mesh στις πλευρές του θερμοκηπίου, δεν παρείχε επαρκή προστασία στην εισβολή του αλευρώδη (*B. tabaci*) και στην εξάπλωση του TYLCV (Antignus et al. 1999).

Τα φυτά και οι μυκητολογικές ασθένειες που τα προσβάλλουν, αντιδρούν με διάφορους τρόπους στις μεταβολές του φάσματος του ηλιακού φωτός. Τροποποιώντας τη μετάδοση του φάσματος από το υλικό κάλυψης, με την παρεμπόδιση της διέλευσης της UV ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο, μπορούμε να επιτύχουμε ευνοϊκότερες συνθήκες παραγωγής, μέσα από την ανάπτυξη των φυτών, την απόδοση και τον έλεγχο των ασθενειών (Elad 1997, Reuveni 1997).

Η υπεριώδης ακτινοβολία στα μήκη κύματος 280-320nm (UV-b), αν ακολουθείται από χαμηλές θερμοκρασίες, προκαλεί μαύρισμα των πετάλων των κόκκινων ποικιλιών στα τριαντάφυλλα, προκαλώντας έτσι σημαντικές οικονομικές

απώλειες στους παραγωγούς. Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πλαστικό κάλυψης θερμοκηπίου, που απορροφά την UV-b ακτινοβολία, αποτρέπεται η βιοσύνθεση της ανθοκυανίνης, όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο και έτσι αποφεύγεται το ανεπιθύμητο μαύρισμα των τριαντάφυλλων (Ravin 1988).

Η σποροποίηση του *Botrytis cinerea* αυξάνεται με την παρουσία UV-b ακτινοβολίας και αναστέλλεται από την παρουσία του μπλε φωτός (310 και 480nm αντίστοιχα). Ο σχηματισμός σπόρων συνδέεται τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* (σε φυτά τομάτας και αγγουριού) με τη μετάδοση της UV- b ακτινοβολίας από το υλικό κάλυψης (Ravin 1988).

Επιπλέον, είναι γνωστό ότι η υπεριώδης ακτινοβολία, ιδιαίτερα στο εύρος των 280-320nm, επηρεάζει τη σποροποίηση πολλών παθογόνων μυκήτων, όπως οι *Cercospora*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Stemphylium*, *Trichoderma*, *Sclerotinia* και *Pythium* (Kumagai 1982, Leach 1962, Vakalounakis 1991, Onesirisan and Banttari 1969, Panagopoulos et al. 1992, Honta 1985, Honta and Yunoki 1977).

Σε ότι αφορά την επίδραση πάνω στις καλλιέργειες, δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη, στην απόδοση, στο χρόνο ωρίμανσης ή στο ξηρό και χλωρό βάρος φυτών τομάτας, που καλλιεργήθηκαν σε συμβατικά θερμοκήπια και κάτω από πλαστικά απορροφητικά της UV ακτινοβολίας. Επιπλέον, οι φυσιολογικές ανωμαλίες μειώθηκαν στο 38% κάτω από τα απορροφητικά της UV φύλλα, σε σύγκριση με τα συμβατικά φύλλα (Amagai et al. 1984). Σε άλλα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, η απόδοση και η ποιότητα φυτών πιπεριάς και αγγουριού δεν επηρεάστηκαν από την απουσία της UV ακτινοβολίας (Onuma et al. 1982). Παρόμοια αποτελέσματα αποκτήθηκαν και όταν οι παραπάνω παράμετροι μελετήθηκαν στο Ισραήλ (Antignus et al. 1999, Seker 1999).

Τέλος, σε μια άλλη έρευνα που διεξήχθη σε καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών, βρέθηκε ότι τα απορροφητικά στην UV ακτινοβολία πλαστικά κάλυψης των θερμοκηπίων μπορούν να ρυθμίσουν το μήκος των φυτών. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι χαμηλή, η χρήση των πλαστικών μπορεί να μειώσει τις επεμβάσεις με τους χημικούς επιβραδυντές αύξησης των φυτών (Hoffman 1999).

1.6 Έντομα εχθροί των θερμοκηπιακών καλλιεργειών

Πολλά είναι τα είδη των εντόμων που προσβάλλουν την καλλιέργεια της τομάτας παγκοσμίως. Τα περισσότερα από αυτά ανήκουν στις τάξεις : Heteroptera, Homoptera, Thysanoptera, Orthoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera και είναι πολυφάγα, δηλαδή αναπτύσσονται και σε άλλα φυτικά είδη. Οι ζημιές που μπορούν να προκαλέσουν είναι μεγάλες, εξαιτίας της γρήγορης ικανότητας που έχουν για αύξηση του πληθυσμού τους.

Δύο από τους κυριότερους εντομολογικούς εχθρούς της θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας είναι οι θρίπες και οι αφίδες. Επιπροσθέτως, επειδή αποτελούν αντικείμενο μελέτης της μεταπτυχιακής διατριβής μας, θα ασχοληθούμε εκτενέστερα με αυτά τα δύο είδη.

1.6.1 Αφίδες

Οι αφίδες αποτελούν ένα εκτεταμένο σύνολο εντόμων. Είναι γνωστές και ως μελίγκρες ή ψείρες και ανήκουν στην τάξη Ημίπτερα, στην υποτάξη Ομόπτερα και σχηματίζουν την υπεροικογένεια Aphidoidea. Είναι έντομα μικρού μεγέθους με μαλακό σώμα, γενικό σχήμα ωσειδές και μήκος 1-10 mm. Ζουν κυρίως σε τρυφερούς βλαστούς και τρυφερά φύλλα διαφόρων φυτών. Οι πιο σπουδαίες αφίδες που παρουσιάζονται στις καλλιέργειες των θερμοκηπίων είναι οι: *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum solani*, *Acyrtosiphon pisum*. Τα παραπάνω είδη είναι πολυφάγα, έτσι έχουν ένα ευρύ φάσμα από φυτά ξενιστές (Dixon 1985).

Οι αφίδες έχουν πολύπλοκο βιολογικό κύκλο και εμφανίζονται πολυμορφικές. Αυτό σημαίνει ότι τα τέλεια μπορεί να είναι είτε με φτερά, είτε όχι, ανάλογα με τις συνθήκες. Ένα τέλειο χωρίς φτερά ονομάζεται άπτερο και ένα με φτερά ονομάζεται πτερωτό. Τα πτερωτά γενικά παρουσιάζονται όπου υπάρχει συνωστισμός ή όπου γίνεται ανταλλαγή του ξενιστή φυτού. Τότε μπορούν να μετακινηθούν σε άλλα φυτά.

Η παρθενογένεση και η εναλλαγή ξενιστού (ετεροοικία) είναι τα πλέον χαρακτηριστικά γνωρίσματα της εξέλιξης του βιολογικού κύκλου των περισσότερων αφίδων. Στο μεγαλύτερο μέρος της περιόδου, ένας πληθυσμός αφίδων αποτελείται από ζωοτόκα θηλυκά. Οι νεαρές αφίδες που γεννιούνται ολοκληρώνονται και

αμέσως διατρέφονται από το χυμό των φυτών. Υπάρχουν δύο τύποι αφίδων, αυτές που αλλάζουν ξενιστή (ετερόοικα) και αυτές που δεν αλλάζουν ξενιστή τον χειμώνα (μονόοικα). Τα είδη που αλλάζουν τον ξενιστή τους, αναπαράγονται παρθενογενετικά στους καλοκαιρινούς ξενιστές. Το χειμώνα μεταναστεύουν στους χειμερινούς ξενιστές τους, στους οποίους αναπαράγονται κανονικά και γεννούν αυγά τα οποία διαχειμάζουν. Οι ξενιστές τους είναι ζιζάνια, ποώδεις και δενδρώδεις καλλιέργειες. Τα μονόοικα είδη, γονιμοποιούνται και γεννούν το φθινόπωρο ζωοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά είναι κυρίως άπτερα γιατί δε χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο κύκλος. Στο θερμοκήπιο η αλλαγή ξενιστή και η γέννηση αυγών το χειμώνα δεν παρουσιάζεται. Η ανάπτυξη μέσω των μη γονιμοποιημένων ζωοτόκων θηλυκών στους θερινούς ξενιστές συνεχίζεται και το χειμώνα (Blackman and Eastop 1984).

Η ταχύτητα πολλαπλασιασμού των πληθυσμών τους είναι πολύ μεγάλη και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι γενικά οι αφίδες αναπαράγονται παρθενογενετικά, είναι ζωοτόκες και παράγουν δύσκολα λίγα αρσενικά (Rabasse and Wyatt 1985).

Οι αφίδες είναι άφθονες κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά με μετρίως θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα γιατί οι καιρικές συνθήκες και η αφθονία τρυφερής βλάστησης ευνοούν την ανάπτυξή τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας, οι ζεστοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή πολλών βλαβερών αφίδων και οι πληθυσμοί τους περιορίζονται πολύ (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998). Πάντως, το μέγιστο των συλλήψεων των πτερωτών αφίδων σε αναρροφητικές παγίδες τύπου Rothamsted παρουσιάζεται τους μήνες Μάιο-Ιούνιο, κατά την περίοδο όπου πολλές καλλιέργειες βρίσκονται στο ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξής τους (Tsitsipis et al. 1997).

Εξαιτίας αυτού του γρήγορου ρυθμού πολλαπλασιασμού των αφίδων και επειδή οι πληθυσμοί μπορούν να αναπτυχθούν στο θερμοκήπιο όλο το χρόνο, μπορούν να παρουσιαστούν σοβαρές προσβολές σε μικρό χρονικό διάστημα. Μπορούν να προκαλέσουν ποικίλες ζημιές όπως: αφαίρεση μεγάλης ποσότητας χυμού και διαταραχή της ισορροπίας του φυτού, ανασχεση της ανάπτυξης, συστροφή των φύλλων, απώλεια παραγωγής, δημιουργία μελιτώματος, ανάπτυξη μυκήτων και ποιοτική υποβάθμιση των καρπών, μετάδοση ιώσεων κ.α. (Blackman and Eastop 1984).

1.6.2 Θρίπες

Οι θρίπες ανήκουν στην τάξη Thysanoptera και στην οικογένεια Thripidae. Είναι μικροσκοπικά στενόμακρα έντομα, μήκους 0,6 – 1 mm. Έχουν σώμα στενόμακρο και πτέρυγες πολύ στενές, με λεπτές τρίχες (κροσσούς) στην περιμέτρο τους (Marullo and Tremblay 1993).

Είναι κοσμοπολίτικα έντομα τα οποία ζουν τόσο σε τροπικά, όσο και σε εύκρατα κλίματα. Το χρώμα τους ποικίλει από άσπρο σε καφέ, σκούρο καφέ, κίτρινο ή μαύρο. Οι πιο σπουδαίοι θρίπες στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι οι: *T. tabaci* (ο θρίπας του κρεμμυδιού), *F. occidentalis* (ο αμερικάνικος θρίπας) και ο *T. fuscipennis* (ο θρίπας των τριαντάφυλλων) (Palmer et al. 1989). Τρέφονται χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά στοματικά μόρια τύπου νύσσοντος-μυζητικού, διατρυπώντας και απομυζώντας είτε λουλούδια, είτε φύλλα πράσινων φυτών, είτε μύκητες. Κάποια είδη μάλιστα παρουσιάζονται ως αρπακτικά και τρέφονται με μύκητες και βρύα (Lewis 1997).

Διαχειμάζουν ως ενήλικα στο έδαφος, σε υπολείμματα φυτών, στις κατασκευές των θερμοκηπίων ή σε άλλες προφυλαγμένες θέσεις. Την άνοιξη δραστηριοποιούνται και αρχίζουν να φωτοκούν. Τα θηλυκά φτιάχνουν μια τρύπα στην επιδερμίδα του φύλλου, όπου τοποθετούνται τα αυγά νεφροειδούς σχήματος. Τα αυγά μπορούν να τοποθετηθούν επίσης στα πέταλα των λουλουδιών και στα μαλακά τμήματα των κορμών. Στα φύλλα της πιπεριάς γρήγορα αναγνωρίζονται τα τσιμπήματα, τα οποία δεν είναι ορατά στο αγγούρι και σε πολλές άλλες καλλιέργειες. Ο βιολογικός κύκλος ενός τυπικού θρίπα αποτελείται από έξι στάδια, το στάδιο του αυγού, τα δύο δραστήρια και τρεφόμενα στάδια της προνύμφης (larva), τα δύο ανενεργά τρεφόμενα νυμφικά στάδια που ορίζονται ως προπούπα (prepupa) και (pupa) και το τέλειο άτομο (Lewis 1997).

Μόλις εμφανιστούν οι προνύμφες αρχίζουν να τρώνε την υφή του φυτού από το κάτω μέρος των φύλλων. Διατρέφονται από όλα τα εναέρια μέρη του φυτού και είναι αεικίνητες. Στο τέλος του δεύτερου προνυμφικού σταδίου, πέφτουν στο έδαφος όπου νυμφώνονται. Αυτή η νύμφωση γίνεται σε υγρές επιφάνειες ή σε φυσικές χαραμάδες 15mm περίπου κάτω από το χώμα. Το προνυμφικό και το νυμφικό στάδιο μπορούν να αναγνωρισθούν από τα στελέχη των μικρών φτερών. Οι νύμφες είναι ελαφρώς ανοικτότερου χρώματος απ' ότι οι προνύμφες. Σε σχέση με μια προνύμφη, η νύμφη έχει καλύτερα αναπτυγμένα στελέχη φτερών και

μακρύτερες κεραίες. Οι θρίπες μπορούν να αναπαραχθούν με γονιμοποίηση ή όχι. Συνήθως αγονιμοποίητα θηλυκά παράγουν μόνο αρσενικά, ενώ τα γονιμοποιημένα μπορούν να παράγουν και τα δύο, αρσενικά και θηλυκά. Στα είδη που δύσκολα υπάρχουν αρσενικά, παρουσιάζεται παρθενογένεση. Κάθε ενήλικο θηλυκό μπορεί να γεννήσει από 30 ως 300 αυγά. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου καθώς και η διάρκεια ζωής του ενηλικού εξαρτώνται άμεσα από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και μπορούν να ολοκληρωθούν μέσα σε 10 ως 30 ημέρες (αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μείωση του κύκλου και αντίστροφα) (Lewis 1997).

Μια προσβολή από θρίπες μέσα σε ένα θερμοκήπιο ξεκινά από λίγα φυτά και σταδιακά εξαπλώνεται σε όλο το θερμοκήπιο. Έτσι μεγάλοι αριθμοί εντόμων μπορούν να βρεθούν πάνω σε ένα φύλλο ή λουλούδι. Προκαλούν μεγάλο εύρος ζημιών. Οι προνύμφες με τα χαρακτηριστικά στοματικά μόρια τύπου νύσσοντος-μυζητικού, νύσσουν ή ξύνουν και μυζούν του τρυφερούς φυτικούς ιστούς όπως μέρη ανθέων, νεαρούς καρπούς, τρυφερά φύλλα και άλλη τρυφερή βλάστηση. Τα ενήλικα μπορούν επιπλέον να τραφούν με γύρη, νέκταρ και αυγά ακάρεων όπως τετρανύχων. Αφαιρώντας χυμό και χλωροπλάστες και τραυματίζοντας τους νεαρούς αναπτυσσόμενους φυτικούς ιστούς, προκαλούν χλωρωτικά στίγματα ή κηλίδες, ουλές, εσχάρωσεις, ρωγμές και παραμορφώσεις των οργάνων. Έτσι λοιπόν έχουμε κυρίως ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής και μείωση της εμπορικής αξίας των προϊόντων. Επιπλέον οι θρίπες είναι φορείς ιών όπως του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV), του ραβδωτού μωσαϊκού του καπνού και άλλων ιών των φυτών. Τέλος, η διάβρωση των φυτικών ιστών που προκαλούν διευκολύνει την είσοδο των βακτηρίων και μυκήτων (Marullo and Tremblay 1993).

1.7 Η δομή και λειτουργία των σύνθετων οφθαλμών των εντόμων

Το φως είναι ένα από τα κυριότερα μέσα με το οποίο τα έντομα επικοινωνούν με το περιβάλλον και προσανατολίζουν τον εαυτό τους προς τους ξενιστές. Τα χαρακτηριστικά που υπαγορεύουν τις ποικίλες αντιδράσεις των εντόμων είναι η ένταση, η σύνθεση του φάσματος, η πόλωση και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά του φωτός. Τα έντομα αντιλαμβάνονται τα φωτεινά σήματα δια μέσου των σύνθετων οφθαλμών τους που βρίσκονται στα πλαϊνά μέρη της κεφαλής και με τους τρεις απλούς οφθαλμούς στο μπροστινό μέρος του κεφαλιού τους (Goldsmith and Bernard 1974).

Βέβαια η προσέλκυση ενός εντόμου σε ένα ξενιστή περιλαμβάνει εκτός από τους παράγοντες της όρασης και παράγοντες που έχουν σχέση με την όσφρηση. Σε ένα μεγάλο αριθμό εντόμων, τα ερεθίσματα που λαμβάνουν από την όσφρηση εξεγείρουν τα έντομα και τα αναγκάζουν να μετακινηθούν προς την πηγή της όσφρησης είτε πετώντας, είτε περπατώντας. Κατόπιν ο παράγοντας της όρασης εμπλέκεται στο να επαυξήσει την ακρίβεια και ικανότητα του εντόμου να εντοπίσει το φυτό ξενιστή, με συνέπεια την προσγείωση ή προσέλκυση του εντόμου στο συγκεκριμένο ξενιστή. Όμως, υπάρχουν και είδη εντόμων στα οποία αντιστρέφεται αυτή η διαδικασία και η όραση αποτελεί τον κυρίαρχο παράγοντα για την αναζήτηση του ξενιστή (Doles 2001).

1.7.1 Η μορφολογία των σύνθετων οφθαλμών των εντόμων

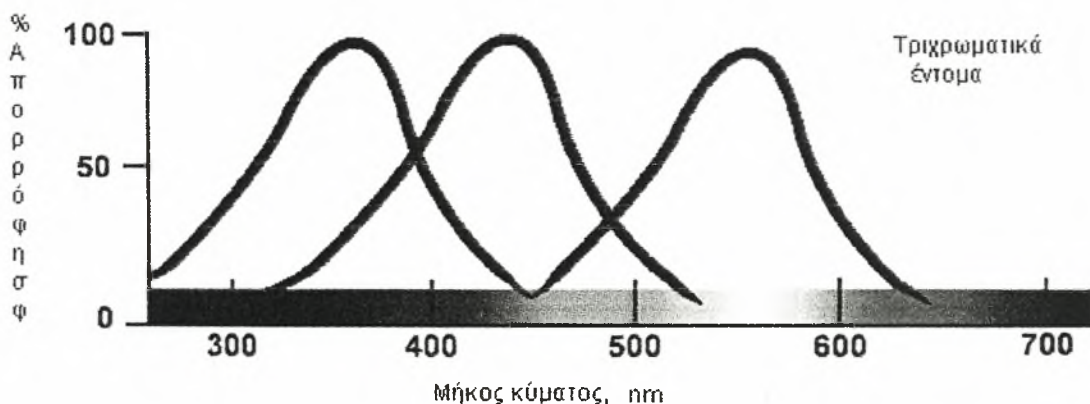
Η δομική μονάδα των σύνθετων οφθαλμών είναι το ομματίδιο. Ο αριθμός των ομματιδίων ποικίλει από 20 μέχρι και 30000 και εξαρτάται από το είδος. Κάποια φωτοευαίσθητα κύτταρα του ομματιδίου (retinula) λειτουργούν ως υποδοχείς της UV ακτινοβολίας. Η ευαισθησία των εντόμων στην UV ακτινοβολία καθορίζεται από κάποιες ιδιαίτερες UV χρωστικές, την UV ροδοψίνη (Stark and Tan 1982). Κάθε ομματίδιο δέχεται διαφορετική ένταση ανακλώμενου φωτός, σχηματίζοντας έτσι ένα μωσαϊκό από σημεία διαφορετικής έντασης φωτός που αντιστοιχούν στην εικόνα του αντικειμένου που βλέπουν. Οι αισθητήριες πληροφορίες που συλλέγονται από τα ομματίδια μεταβιβάζονται για ανάλυση στο ζεύγος των οπτικών λοβών, ένα σε κάθε πλευρά του πρωτεγκεφάλου του υποοισοφαγικού γαγγλίου ή του εγκεφάλου (Mazokhin 1969).

Η λειτουργία των απλών οφθαλμών παραμένει αδιευκρίνιστη. Η δομή και φυσιολογία τους υποδεικνύει, ότι έχουν προσαρμοστεί για την συγκέντρωση καθώς και την αντίληψη της αλλαγής της έντασης του φωτός. Τα σύνθετα μάτια των εντόμων συνδέονται με οπτικά κέντρα του εγκεφάλου τους, όπου εκεί το φως φτάνει με τη μορφή ηλεκτροχημικών παλμών, οι οποίοι με τη σειρά τους μεταφράζονται σε αντιδράσεις κίνησης (Chapman 1998).

1.7.2 Οπτικά σήματα και η αντίδραση των εντόμων στο φως

Τα έντομα εξαρτώνται σημαντικά από την όραση των χρωμάτων. Οι φωτοϋποδοχείς (photoreceptors) των εντόμων καθώς και άλλων ζώων με διαφορετική ευαισθησία στο φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, μπορεί να προκαλέσουν και διαφορετική αντίδραση όσον αφορά τη συμπεριφορά τους (Coombe 1981).

Η απορρόφηση του φωτός γίνεται από ειδικές χρωστικές που υπάρχουν στα μάτια των εντόμων και επιτρέπουν να ξεχωρίσουν τα διάφορα χρώματα. Η ικανότητα των εντόμων να διακρίνουν στο φως τα διαφορετικά μήκη κύματος απαιτεί την παρουσία στα οπτικά κύτταρα φυτοχρωστικών, με μέγιστη ευαισθησία στο συγκεκριμένο μήκος κύματος (Charman 1998).

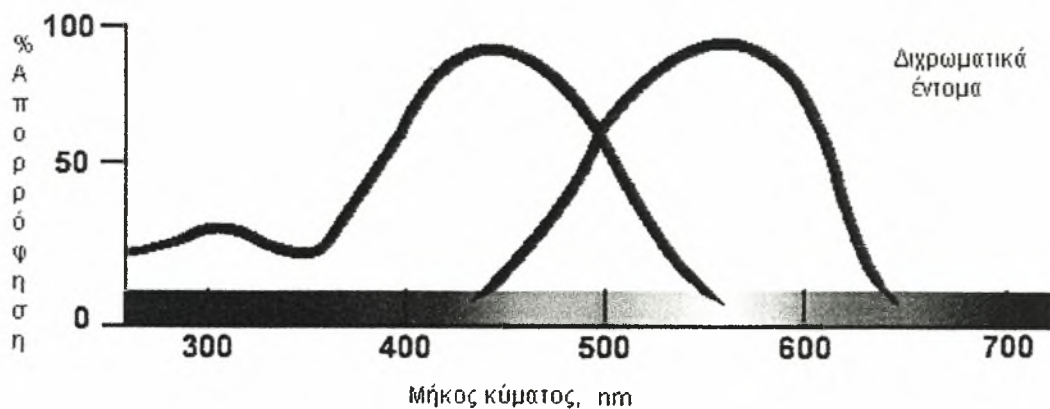


Εικόνα 3. Μήκη κύματος που απορροφούνται από το έντομο που έχει τρεις αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο υπεριώδες (320nm), στο μπλε-ιώδες (440nm) και στο πράσινο φάσμα (540nm).

Η όραση, όσον αφορά τα χρώματα, είναι είτε διχρωματική, όπως συμβαίνει π.χ στα σκαθάρια, είτε τριχρωματική όπως συμβαίνει στους ανθρώπους και σε κάποια άλλα είδη π.χ στις μέλισσες. Οι μέλισσες, οι βομβύνοι και πολλά λεπιδόπτερα διαθέτουν τρεις οπτικές χρωστικές με μέγιστη απορρόφηση στα 320nm (UV ακτινοβολία), στα 440nm (μπλε) και στα 540nm (πράσινο) (Εικ. 3). Τα έντομα λοιπόν που έχουν τριχρωματική όραση, ονομάζονται τριχρωματικά και αυτά αποτελούν την πλειονότητα των εντόμων. Συνήθως τα έντομα αυτά αντιλαμβάνονται ολόκληρο το φάσμα των χρωμάτων, ενώ μπορούν και να διακρίνουν μεταξύ απλών χρωμάτων και μειγμάτων χρωμάτων. Έτσι ένα

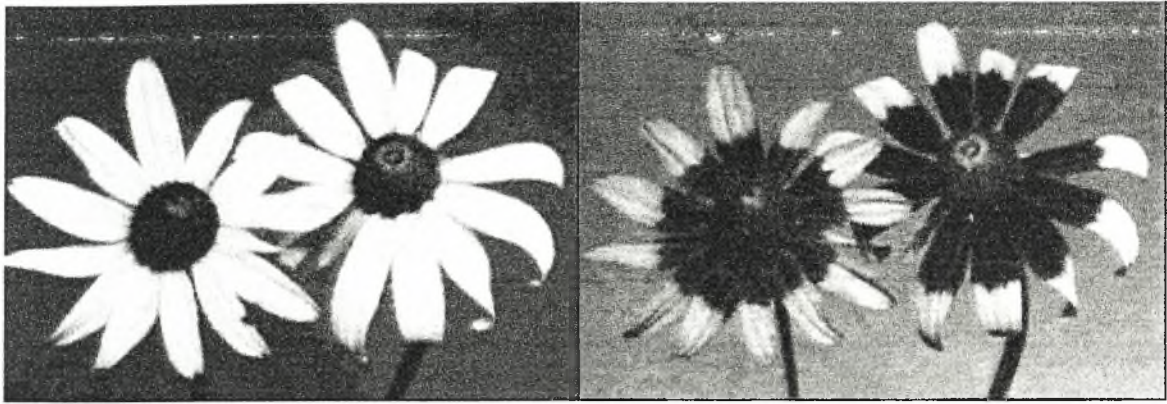
τριχρωματικό έντομο, σε ένα συνδυασμό της UV και της πράσινης ακτινοβολίας θα ήταν σε θέση να διακρίνει τα χρώματα του συνδυασμού της ακτινοβολίας καθώς ο μπλε αποδέκτης δεν θα ήταν διεγερμένος. Αντιθέτως στα διχρωματικά έντομα αυτός ο συνδυασμός θα έμοιαζε με μπλε-πράσινο, γιατί και οι δύο αποδέκτες θα είχαν διεγερθεί (Stark and Tan 1982).

Από την άλλη πλευρά τώρα τα διχρωματικά έντομα έχουν δύο τύπους οπτικών χρωστικών και παρουσιάζουν περιορισμένη δυνατότητα στη διάκριση των χρωμάτων. Ο ένας τύπος απορροφά το πράσινο-κίτρινο φάσμα του φωτός (550nm), ενώ ο άλλος απορροφά τη μπλε και υπεριώδη ακτινοβολία (< 480nm) (Εικ.4). Σε αντίθεση με τα τριχρωματικά, τα διχρωματικά έντομα δεν είναι ικανά να ξεχωρίσουν τα απλά χρώματα από ένα μείγμα χρωμάτων. Έτσι το φως που εκπέμπεται στα 550nm (κίτρινο-πράσινο) θα απορροφηθεί εξίσου και από τις δύο χρωστικές των ματιών τους, κίτρινη-πράσινη και υπεριώδη-μπλε και θα διεγείρει ισοδύναμες αντιδράσεις (Stark and Tan 1982).



Εικόνα 4. Μήκη κύματος που απορροφούνται από ένα έντομο που έχει δύο αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο μπλε-ιώδες (<480nm) και κίτρινο-πράσινο (550nm) φάσμα

Μερικά έντομα έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν τα λουλούδια με το ίδιο χρώμα των ανθέων, αναλύοντας τις διαφορετικές χρωστικές των ανθέων από την αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας πάνω σε αυτά (Mazokhin 1969, White et al. 1994). Οι διαφορές στην αντανάκλαση καθώς και στην απορρόφηση της UV ακτινοβολίας από τα διάφορα μέρη των ανθέων λειτουργούν ως οπτικές ενδείξεις βοηθώντας έτσι τις μέλισσες να φτάσουν στη γύρη και στο νέκταρ (Stark and Tan 1982) (Εικ. 5).



Εικόνα 5. Άνθος αριστερά όπως φαίνεται στο ανθρώπινο μάτι και άνθος δεξιά όπως φαίνεται στα έντομα που δέχονται την αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας.

Η κατάσταση του πολωμένου φωτός αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας ανάλογα με τη θέση του ήλιου. Τόσο τα σύνθετα μάτια όσο και οι απλοί οφθαλμοί των εντόμων είναι ευαίσθητα στο πολωμένο φως. Οι κορυφές των μηκών κύματος στα οποία αντιδρούν οι δέκτες του πολωμένου φωτός ποικίλουν στα διάφορα έντομα. Οι μέλισσες, ειδικότερα, δεν αντιδρούν στο πολωμένο φως κατά μήκος όλου του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Κυρίως αντιδρούν στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και ιδιαίτερα σε μήκη κύματος της UV ακτινοβολίας μεταξύ 345-350nm (Mazokhin 1969). Η ευαισθησία των σύνθετων οφθαλμών των εντόμων στο πολωμένο φως, δίνει τη δυνατότητα σ' αυτά να προσανατολίζονται και να διακρίνουν τα διάφορα αντικείμενα. Τα περισσότερα έντομα έχουν ισχυρή έλξη από την πολωμένη υπεριώδη ακτινοβολία. Η συνολική ενέργεια της UV ακτινοβολίας, που απαιτείται να προσελκύσει τα έντομα είναι πάντα σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα άλλα μήκη κύματος του φωτός. Πάντως η ισχυρή έλξη των εντόμων από την ανακλώμενη UV ακτινοβολία παραμένει ένα ανεξήγητο φαινόμενο (Selinger et al. 1994).

1.7.3 Η επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά και στη διαδικασία πτήσης των κυριότερων εντόμων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες

Όπως αναφέραμε παραπάνω η σύνθεση του φάσματος της UV ακτινοβολίας παίζει ένα σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά των εντόμων, δηλαδή στον προσανατολισμό τους, στη διατροφή τους και στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στα

διάφορα φύλλα. Κατανοώντας πως αυτοί οι τύποι συμπεριφοράς των οικονομικά σημαντικών εντόμων για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες (θρίπες, αφίδες, αλευρώδεις, κ.α) επηρεάζονται από το φως, αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για να σχεδιαστούν νέες καινοτόμες στρατηγικές αντιμετώπισης των εντόμων που βασίζονται στην επίδραση του φωτός (Antignus et al. 2001).

Στηριζόμενοι πάνω στις αντιδράσεις του *F. occidentalis*, όσον αφορά τη UV ακτινοβολία, τις μπλε και τις κίτρινες κολλητικές παγίδες οι Vernon and Gillespie (1990) πρότειναν ότι οι ανθόφιλοι θρίπες (αυτοί που προτιμούν τα άνθη) έχουν ένα φωτοσύστημα όμοιο μ' αυτό των μελισσών. Δηλαδή έχουν τρεις φωτοαποδέκτες, που παρουσιάζουν μέγιστη απορρόφηση στην περιοχή 350-360 nm της UV ακτινοβολίας, στην περιοχή 440-450 nm της μπλε ακτινοβολίας και στην περιοχή 540-570 nm της κίτρινης ακτινοβολίας. Παρόλο αυτά βασιζόμενοι σε αποτελέσματα που προήλθαν από ηλεκτρορετινογραφήματα που έγιναν στον *F. occidentalis*, βρέθηκε ότι υπάρχουν δύο περιοχές του φάσματος στις οποίες είναι ευαίσθητοι οι θρίπες, μία στην περιοχή 365nm της UV ακτινοβολίας και μία δεύτερη στην κίτρινη-πράσινη περιοχή των 540 nm. Έτσι λοιπόν σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία που προέκυψαν, προτείνεται ότι οι ανθόφιλοι θρίπες έχουν δύο φωτοαποδέκτες: μία ευαίσθητη περιοχή στην UV ακτινοβολία και μία ευαίσθητη περιοχή στην κίτρινη-πράσινη περιοχή. Δεν υπάρχουν αποδείξεις για την ύπαρξη και τρίτης ευαίσθητης περιοχής στην μπλε ακτινοβολία. Οι θρίπες χρησιμοποιούν την κίτρινη-πράσινη ακτινοβολία για τον προσανατολισμό τους προς τα φυτά και τα άνθη από μακριά και κατόπιν με τη βοήθεια των "οδηγών νέκταρος και γύρης" βρίσκουν τα άνθη, ενώ ταυτόχρονα είναι δυνατή η διάκριση της μπλε περιοχής του φάσματος όταν είναι ενεργοποιημένοι οι δύο φωτοαποδέκτες (Matteson et al. 1992).

Η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας (350-390 nm) βοηθά σημαντικά τους θρίπες να προσγειωθούν πάνω στον ξενιστή τους. Αν η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας είναι πολύ έντονη, τότε οι ανθόφιλοι θρίπες αποτρέπονται από επιφάνειες που σε διαφορετικές συνθήκες θα τους προσέλκυαν, ενώ αντίθετα δεν επηρεάζονται οι θρίπες που τρέφονται με πράσινη βλάστηση (Matteson et al. 1992). Σε πειράματα που έγιναν (Tepny 1997) αποδείχθηκε ότι οι επιφάνειες με πολύ υψηλή αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας και συγκεκριμένα της ακτινοβολίας μεταξύ των περιοχών 350 και 370 nm, απωθούν το θρίπα. Σε αντίθεση με αυτά τα πειραματικά δεδομένα, οι Costa and Robb (1999) απέδειξαν με πειράματα επιλογής που έκαναν ότι οι θρίπες ελκύονται από την ακτινοβολία μεταξύ 360 και 380 nm. Η ασυμφωνία

στα αποτελέσματα πιθανώς να οφείλεται στη χρησιμοποίηση των UV πλαστικών που απορροφούν σε διαφορετικά ποσοστά την UV ακτινοβολία, καθώς φαίνεται ότι η ένταση της UV ακτινοβολίας παίζει σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά και αντίδραση του θρίπα (Antignus et al. 2001).

Η δραστηριότητα των αφίδων όσον αφορά την πτήση και τη μετακίνησή τους ευνοείται από την παρουσία μικρού μήκους κύματος φωτός. Η απογείωση των αφίδων από ένα φυτό ξενιστή εξαρτάται σημαντικά από την παρουσία της UV ακτινοβολίας (Kring 1972). Σύμφωνα με τα στάδια συμπεριφοράς των αφίδων που περιγράφονται από τον Moericke (1955), οι αφίδες μετά την κατάσταση ανάπαυσης (resting mood) εισέρχονται στην κατάσταση διάθεσης για πτήση (flight mood). Όταν οι αφίδες απογειώνονται από τον ξενιστή τους ελκύονται από τις μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίες (μπλε – υπεριώδες) του ουρανού. Η πτήση αυτή είναι απαραίτητη για να εισέλθουν οι αφίδες στην επόμενη φάση της αναζήτησης της τροφής (attack mood). Κατά την διάρκεια της συμπεριφοράς αυτής αυξάνει η ευαισθησία τους στις μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίες που αντανακλώνται από το έδαφος και τα φυτά και ελκύονται κυρίως από το κίτρινο φως και λιγότερο από το υπόλοιπο φάσμα των πορτοκαλί-κίτρινων και πράσινων ακτινοβολιών (Kring 1972). Το αν τώρα η προσγείωση των αφίδων πάνω στο φυτό ξενιστή εμποδίζεται ή όχι από τη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία είναι ένα θέμα το οποίο δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη. Πάντως οι λευκές επιφάνειες που αντανακλούν την μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και τα πλαστικά φύλλα αλουμινίου, τα οποία αντανακλούν το μεγαλύτερο φάσμα της ακτινοβολίας συμπεριλαμβανόμενης και της UV ακτινοβολίας, παρεμποδίζουν την προσγείωση των αφίδων πάνω στα φυτά. Το τελευταίο επιβεβαιώνεται από τη συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα στην αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας και στην απομάκρυνση των αφίδων από τις επιφάνειες που την αντανακλούν (Kring 1970, 1972).

Τέλος όσον αφορά στη συμπεριφορά του αλευρώδη *B. tabaci*, ο Mound (1962) αναφέρει ότι ελκύεται από δύο ομάδες ακτινοβολίας του διερχόμενου φωτός, τη μπλε – UV και την κίτρινη περιοχή του φάσματος. Ενώ προσθέτει πως ο αλευρώδης προσελκύεται είτε από την κίτρινη, είτε από τη μπλε - UV περιοχή και όχι ταυτόχρονα και από τα δύο αυτά τμήματα της ακτινοβολίας την ίδια στιγμή. Η ευαισθησία στην εκπομπή της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία παρέχει στον αλευρώδη ένα δυνατό ερέθισμα για να πετάξει μια ηλιόλουστη ημέρα. Η έλξη ως προς την UV ακτινοβολία προκαλεί μια μεταναστευτική συμπεριφορά στο έντομο,

ενώ η έλξη του από την εκπομπή της κίτρινης ακτινοβολίας του δημιουργεί μια τάση για αναζήτηση τροφής και πιθανώς τον βοηθά στην επιλογή του ξενιστή. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από τα πειραματικά δεδομένα των Antignus et al. (2001) σχετικά με την επίδραση που έχει στη συμπεριφορά του αλευρώδη η χρησιμοποίηση πλαστικών φύλλων κάλυψης που δεσμεύουν τη UV ακτινοβολία. Η όσφρηση δεν φαίνεται να επιδρά στην συμπεριφορά και στις αντιδράσεις του αλευρώδη. Παρατηρήθηκε (Vaishampayan et al. 1975) μια έντονη θετική αντίδραση του *T. vaporarium* σε επιφάνειες με μέγιστη αντανάκλαση ή εκπομπή στην κίτρινη-πράσινη περιοχή (520-610 nm) και μια μέτρια θετική αντίδραση στην UV ακτινοβολία μεταξύ 360 και 380 nm. Το φως στην μπλε-ιώδη περιοχή μεταξύ 500 και 520 nm φαίνεται να μην προκαλεί στο έντομο κάποια θετική αντίδραση, όπως το ίδιο συμβαίνει και με την ερυθρή ακτινοβολία (610-700 nm). Τα πρώτα βήματα που μεσολαβούν στην επιλογή από τον αλευρώδη ενός ξενιστή (προσανατολισμός και προσγείωση) οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην αντανάκλαση της κίτρινης ακτινοβολίας στη περιοχή μεταξύ 510 και 610 nm.

Ο Coombe (1982) βρήκε ότι ο αλευρώδης των θερμοκηπίων *T. vaporarium* απογειώνεται και μετακινείται πιο γρήγορα όταν βρίσκεται στην περιοχή του φάσματος φωτός κάτω από τα 400 nm, σε σχέση με 500 nm. Επιβεβαίωσε παράλληλα την πρόταση του Mound, σχετικά με την συμμετοχή δύο τύπων εκπομπής ακτινοβολίας στην ισορροπία μεταξύ της προκαλούμενης από την UV ακτινοβολία μεταναστευτικής συμπεριφοράς και στη συμπεριφορά αναζήτησης ξενιστή που προκαλείται από την κίτρινη ακτινοβολία.

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Εισαγωγή

Παγκοσμίως η καλλιέργεια των λαχανικών κάτω από πλαστικά φύλλα των θερμοκηπίων έχει παρουσιάσει σημαντική αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες, πολύ δε περισσότερο στην περιοχή της Μεσογείου όπου λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών οι υπό κάλυψη καλλιέργειες καταλαμβάνουν μια έκταση 400.000 εκταρίων (Castilla and Jarret 1995). Τα νέου τύπου πλαστικά δημιουργούν ένα ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη των καλλιεργειών καθώς η θερμοκρασία και η υγρασία ελέγχονται και ρυθμίζονται αναλόγως στο βέλτιστο επίπεδο, ενώ απομονώνουν τα φυτά και τα προστατεύουν από τους εντομολογικούς εχθρούς και από την εξάπλωση των ιώσεων (Costa et al. 2001). Τα φωτοεκλεκτικά φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων (UV filters) αποτελούν ακόμη ένα χρήσιμο εργαλείο και για τον έλεγχο των μυκητολογικών ασθενειών (Elad 1997, Reuveni 1997).

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος, ισραηλινοί ερευνητές, τυχαία ανακάλυψαν τις ευεργετικές επιδράσεις των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που απορροφούν την UV ακτινοβολία στην εξάπλωση του ιού CYSDV του αγγουριού, καθώς και στον πληθυσμό των κυριότερων εντομολογικών εχθρών των θερμοκηπίων (θρίπες, αφίδες, αλευρώδεις) (Antignus et al. 1996). Πολυάριθμες ήταν οι μελέτες που ακολούθησαν αυτή την ανακάλυψη, σχετικά με την επίδραση των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία πάνω στον πληθυσμό των εντόμων (αφίδες, θρίπες, αλευρώδεις, κ.α) και στην εξάπλωση των ιώσεων τόσο σε μικρά πειραματικά τούνελ, αλλά και σε μικρές θερμοκηπιακές μονάδες με παράλληλη χρήση εντομοκτόνων κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Συγκεκριμένα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Antignus et al. (1996) στο Ισραήλ κατά τα έτη 1994 - 95, βρέθηκε ότι τα φυτά τομάτας που καλλιεργήθηκαν σε πειραματικά τούνελ τα οποία ήταν καλυμμένα με διάφορα πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία προστατεύονταν ικανοποιητικά από τα έντομα *B. tabaci*, *F. occidentalis*, *A. gossypii*. Ταυτόχρονα η προστασία έναντι του αλευρώδη *B. tabaci* συνοδεύτηκε με δραματική μείωση στην εξάπλωση του αλευρωδό-μεταδιδόμενου ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (Tomato Yellow Leaf Curl Virus, TYLCV), ενώ

παρουσιάστηκε ταυτόχρονα μια σημαντική καθυστέρηση στην έναρξη της προσβολής από τον ιό καθώς και στην ένταση του φαινομένου. Δύο μήνες μετά τη μεταφύτευση ο μέσος όρος προσβολής από τον TYLCV στα τρία διαφορετικού τύπου πλαστικά που απορροφούν τη UV ακτινοβολία ήταν 50, 30 και 20 % συγκρινόμενος με το 93 % ποσοστό προσβολής στα συνηθισμένα πλαστικά που δεν απορροφούν τη UV ακτινοβολία.

Σε άλλο πείραμα που έγινε πάλι στο Ισραήλ κατά το 1997 (Antignus et al. 1998) έγινε σύγκριση ανάμεσα στα συμβατικά δίχτυα και στα “βιο-δίχτυα” που απορροφούν τη UV-A και τη UV-B ακτινοβολία ίδιας διαμέτρου οπών, τα οποία εμποδίζουν την είσοδο των εντόμων στο θερμοκήπιο και τη μετάδοση των ιώσεων. Βρέθηκε ότι τόσο τα συμβατικά όσο και τα “βιο-δίχτυα” διαστάσεων 16-30 mesh που καλύπτανε πειραματικά τούνελ, ήταν αναποτελεσματικά όσον αφορά την είσοδο του αλευρώδη *B. argentifoli* και των αφίδων *A. gossypii* μέσα σ’ αυτά. Επιπλέον, τα 50 mesh “βιο-δίχτυα” ήταν πολύ αποτελεσματικά στην παρεμπόδιση της εισόδου του αλευρώδη στα πειραματικά τούνελ και στη εξάπλωση του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV). Παράλληλα τα παραπάνω “βιο-δίχτυα” ήταν πολύ πιο αποτελεσματικά συγκρινόμενα με τα συμβατικά στην παρεμπόδιση της εισόδου του τετράνυχου *T. telarius* και της λιριόμυζας *L. trifoli* μέσα στα πειραματικά τούνελ, καθώς και στην παρεμπόδιση της εισόδου των αφίδων σε καλλιέργειες αγγουριού.

Άλλες έρευνες πραγματοποιήθηκαν στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ (Costa and Robb 1999), σχετικά με τις δυνατότητες κάποιων νέων τύπων πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που απορροφούν μεγάλο μέρος της UV ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την εκπομπή μεγάλου μέρους του ορατού φωτός. Συγκρίθηκαν 4 διαφορετικοί τύποι πλαστικών απορροφητικών στη UV ακτινοβολία, δύο διαφορετικών κατασκευαστικών εταιρειών με τα αντίστοιχα συμβατικά πλαστικά αυτών. Τα έντομα τα οποία ελέγχθηκαν ήταν ο αλευρώδης *B. argentifoli* και ο θρίπας *F. occidentalis*. Στα πειράματα επιλογής, τα έντομα απελευθερώθηκαν από ένα μαύρο κουτί το οποίο βρισκόταν στο κέντρο δύο τούνελ και τους δόθηκε η επιλογή να εισέλθουν είτε στο τούνελ το οποίο ήταν καλυμμένο με τα συμβατικά πλαστικά, είτε στο άλλο με τα πλαστικά που απορροφούν τη UV ακτινοβολία. Οι κολλητικές παγίδες έπιασαν το 85-94 % του πληθυσμού του αλευρώδη και το 90-98 % του θρίπα μέσα στα πλαστικά συμβατικού τύπου σε σχέση με τα απορροφητικά της UV πλαστικά. Αυτό φανερώνει μια καθαρή προτίμηση τόσο του αλευρώδη, όσο

και του θρίπα να εισέλθουν μέσα στα τούνελ στα οποία εκπέμπεται υψηλότερο επίπεδο της UV ακτινοβολίας. Αντιθέτως, όταν τα έντομα απελευθερώθηκαν από την μία άκρη ενός τούνελ, καλυμμένου με πλαστικό ιδίου τύπου, τότε δεν παρατηρήθηκε διαφορά ανάμεσα στα πλαστικά (απορροφητικά ή μη) στον αριθμό των συλληφθέντων θριπών και αλευρωδών. Πράγμα που υποδεικνύει πως δεν υπήρξε καμιά αρνητική επίδραση των UV απορροφητικών πλαστικών στην πτητική ικανότητα των εντόμων.

Σε πειράματα που έγιναν πάλι τον Αύγουστο του 1997 και 1998 από ισραηλινούς ερευνητές (Antignus et al. 2001) μελετήθηκε η επίδραση της απορρόφησης της UV ακτινοβολίας, τόσο σε συνθήκες αγρού, όσο και σε ελεγχόμενες συνθήκες, στην προσέγγιση του αλευρώδη στο χώρο που είναι καλυμμένος με τέτοια πλαστικά κάλυψης, στη διείσδυση του μέσα σε τέτοιες κατασκευές και στη δραστηριότητα όσον αφορά στη συμπεριφορά πτήσης που είχαν τα έντομα όταν εισήλθαν μέσα στο χώρο αυτό. Σε πειραματικά τούνελ θερμοκήπια (6 x 6 x 2,7 m), χωρίς καλλιέργεια, τοποθετήθηκαν σε ομόκεντρους κύκλους κίτρινες κολλητικές παγίδες. Σε κάθε τούνελ την ίδια ημέρα γίνονταν ταυτόχρονα εξαπολύσεις ενός αριθμού ατόμων αλευρώδη (9.000 άτομα) και έπειτα από δύο ημέρες οι παγίδες συλλέγονταν. Και τις δύο χρονιές οι παγίδες στον εσωτερικό κύκλο έπιαναν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων αλευρώδη κάτω από το UV πλαστικό. Όμως κάτω από το κοινό πλαστικό ο αριθμός ατόμων που συλλαμβάνονταν στον εξωτερικό κύκλο των παγίδων ήταν μεγαλύτερος, πράγμα που υποδεικνύει ότι η έλλειψη της UV ακτινοβολίας παρακινεί τον αλευρώδη να μεταναστεύσει (Coombe 1981) και επηρεάζει τη διασπορά των εντόμων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Σε μια σχετικά πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη στη Καλιφόρνια (Costa et al. 2002) σε θερμοκήπια καλλωπιστικών καλλιέργειών στον αγρό, μελετήθηκε η επίδραση των πλαστικών που απορροφούν τη UV ακτινοβολία σε δυο διαφορετικά μήκη κύματος πάνω στον πληθυσμό των εντόμων (θρίπες, αφίδες και αλευρώδεις). Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα θερμοκήπια που ήταν καλυμμένα με πλαστικά που απορροφούσαν τη UV ακτινοβολία στην περιοχή των 380 nm και κάτω βρέθηκαν μικρότεροι αριθμοί θριπών και αφίδων σε σχέση με τα θερμοκήπια με το κοινό πλαστικό, που κυρίως αποτρέπει τη UV ακτινοβολία κάτω από τα 360 nm. Αυτό συμβάδιζε με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών για τους θρίπες, σε πειράματα που έγιναν σε κλειστά τούνελ (Costa and Robb 1999). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν οι αναμενόμενες διαφορές με το προηγούμενο πείραμα των Costa

and Robb (1999), που αφορούσαν τον πληθυσμό του *T. vaporarium* μεταξύ των δύο προαναφερθέντων πλαστικών κάλυψης. Συνεπώς, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του επιθυμητού επιπέδου του πληθυσμού των εντόμων, φαίνεται να διαδραματίζει ο τύπος του πλαστικού κάλυψης, καθώς επίσης και ο τύπος της θερμοκηπιακής κατασκευής που θα χρησιμοποιηθεί.

Τέλος, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας από τα Εργαστήρια Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας και του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βατσανίδου και άλλοι 2003) μελετήθηκε η επίδραση τριών διαφορετικών πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων στη δραστηριότητα των εντόμων κατά το έτος 2002, σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας. Τα τρία πλαστικά φύλλα κάλυψης είχαν διαφορετική διαπερατότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία (7%, 3% και 0%). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα πλαστικά που απορροφούν πλήρως την UV ακτινοβολία αποτρέπουν την είσοδο των θριπών και σε μικρότερο βαθμό των αφίδων μέσα στο θερμοκήπιο. Έναυσμα για την δική μας εργασία αποτέλεσε η παραπάνω έρευνα, καθώς επιθυμία μας ήταν να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα του παραπάνω πειράματος με εκείνα στα οποία θα καταλήγαμε εμείς.

2.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων, απορροφητικών σε διάφορα επίπεδα στην UV ακτινοβολία, στους πληθυσμούς των κυριότερων εντομολογικών εχθρών, θριπών και των αφίδων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Επίσης εξετάστηκε η επίδραση που είχαν τα συγκεκριμένα πλαστικά στην συμπεριφορά και στην χωρική κατανομή των εντόμων εντός των θερμοκηπίων, στην μετάδοση των ιώσεων, καθώς και η επίδρασή τους στην επικονίαση των ανθέων από τους βομβύνους και στον σχηματισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών.

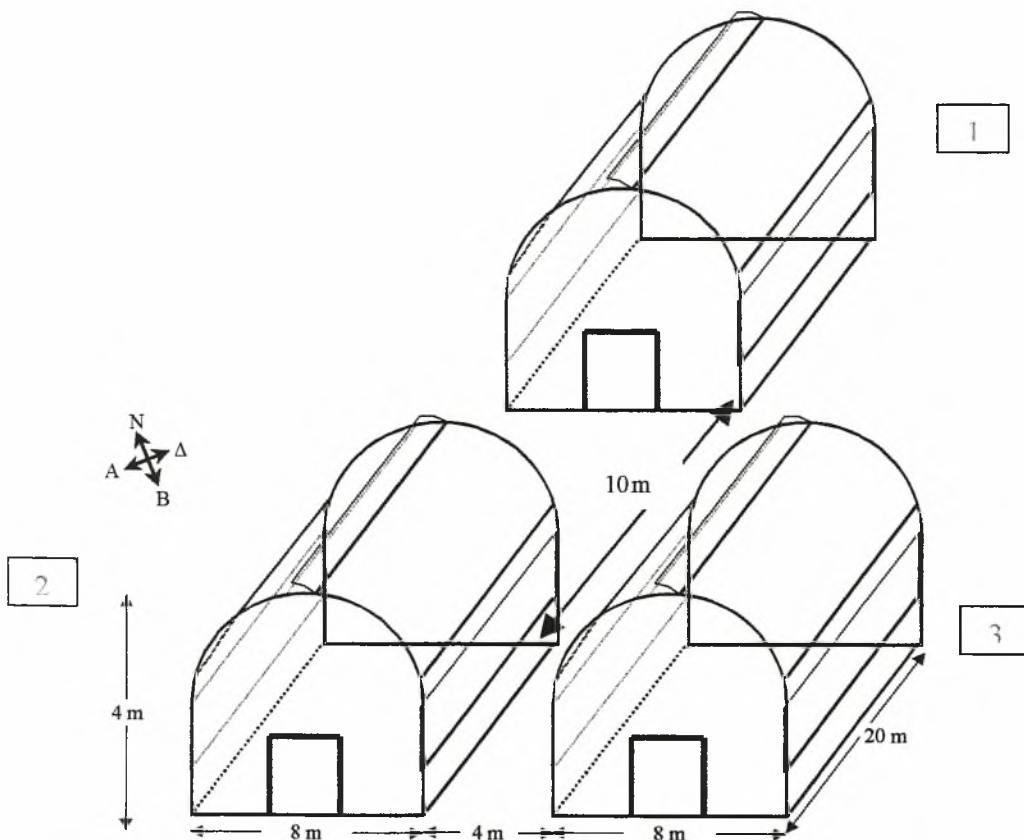
Αυτή η μελέτη θα μπορέσει να μας δώσει χρήσιμα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα των νέου τύπου πλαστικών κάλυψης των θερμοκηπίων έναντι των εντόμων στη χώρα μας, καθώς και πληροφορίες για το αν θα ήταν επιτυχής η εισαγωγή μιας τέτοιας μεθόδου σε ένα σύστημα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών των καλλιεργειών.

2.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.3.1 Θερμοκήπιο

Η μελέτη της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων, που απορροφούν τη UV ακτινοβολία, πάνω στη συμπεριφορά των επιζήμιων εντόμων (αφίδων και θριπών) κατά το έτος 2003 πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου του Νομού Μαγνησίας σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας.

Η παρακολούθηση του πληθυσμού των εντόμων διεξήχθη κατά την περίοδο Μαρτίου – Ιουνίου 2003. Κατά την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τρία θερμοκήπια τύπου απλού τροποποιημένου τοξωτού με διαστάσεις 20 x 8 x 4 m, με δύο πλαϊνά ανοίγματα διαστάσεων 0,90 x 15 m. Η διάταξη, οι αποστάσεις καθώς και ο προσανατολισμός των τριών θερμοκηπίων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1).

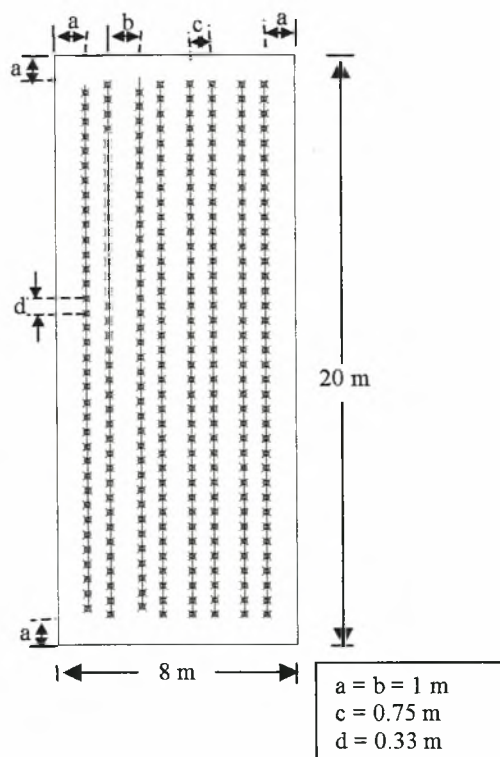


Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση και διάταξη των τριών θερμοκηπίων του πειράματος

Τα τρία υλικά κάλυψης που χρησιμοποιήθηκαν, επέτρεπαν τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας σε τρία διαφορετικά επίπεδα και κατασκευάστηκαν από την εταιρεία Πλαστικά Κρήτης. Τα παραπάνω υλικά τοποθετήθηκαν στα θερμοκήπια που βλέπουμε στο Σχήμα 1. Ειδικότερα στα δύο από αυτά τοποθετήθηκαν τα νέου τύπου πλαστικά που απορροφούν είτε πλήρως την UV ακτινοβολία (UV₀) (θερμοκήπιο 1), είτε επιτρέπουν ένα μικρό ποσοστό να εισχωρήσει στο θερμοκήπιο (2) (UV₃), ενώ στο τρίτο θερμοκήπιο (3) χρησιμοποιήθηκε το κοινό εμπορικό πλαστικό (UV₇).

2.3.2 Καλλιέργεια

Η ποικιλία τομάτας που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια του πειράματος ήταν η BELLADONA (φυτώρια Κρήτης, επωνυμίας "Κρόνος"). Η μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο έγινε στις 23 Φεβρουαρίου 2003, όταν αυτά είχαν φτάσει στο στάδιο των έξι φύλλων. Η φύτευση των φυτών ακολούθησε το γραμμικό σύστημα των τεσσάρων διπλών σειρών, με αποστάσεις φύτευσης 0,33m επί της γραμμής και 0,75m μεταξύ των σειρών και 1m μεταξύ των διαδρόμων και 1m από τις άκρες του θερμοκηπίου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.



Σχήμα 2. Διάταξη και αποστάσεις φύτευσης των φυτών στο θερμοκήπιο

Ο συνολικός αριθμός των φυτών της τομάτας που φυτεύτηκαν σε κάθε θερμοκήπιο ήταν 342 φυτά με πυκνότητα φύτευσης 2,5 φυτά/m². Τα φυτά της τομάτας διαμορφώθηκαν σε μονοστέλεχο σχήμα. Το κλάδεμα των πλαγίων βλαστών άρχισε δύο εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση και επαναλαμβανόταν κάθε επτά ημέρες.

Η καλλιέργεια ανάπτυξης των φυτών έγινε σε υδροπονικό σύστημα. Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών ήταν περλίτης και στα τρία θερμοκήπια. Σε κάθε σάκο του υποστρώματος τοποθετήθηκαν κατά μέσο όρο 2,5 φυτά/σάκο. Το έδαφος καλύφθηκε με ειδικό άσπρο πλαστικό, για την αποφυγή φυτρώματος ζιζανίων και οι σάκοι με το υπόστρωμα τοποθετήθηκαν πάνω σε ειδικά σχεδιασμένη βάση, σε ύψος 0,5 m πάνω από το έδαφος.

Η άρδευση των φυτών γινόταν με σταλάκτες. Η άρδευση ξεκινούσε από τις 8 π.μ ως τις 8 μ.μ και επαναλαμβανόταν κάθε μία ώρα. Στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου η άρδευση δεν διαρκούσε μεγάλο χρονικό διάστημα, όμως αργότερα προς τα τέλη της άνοιξης και αρχάς του θέρους, που είχαμε άνοδο της θερμοκρασίας η διάρκεια της άρδευσης ήταν μεγαλύτερη, ιδιαίτερα κατά της μεσημβρινές ώρες. Το pH του θρεπτικού διαλύματος (Πίνακας 1) ρυθμίστηκε στο έξι (pH=6) και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Ece) στο 2,1 mS/cm.

Με την εδαφοκάλυψη με το άσπρο πλαστικό, είχαμε ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά τον έλεγχο των ζιζανίων και δεν χρειάστηκε να κάνουμε χημική ζιζανιοκτονία. Σε ορισμένα σημεία όπου τα ζιζάνια ξέφυγαν από τον έλεγχο (π.χ πίσω από τους καυστήρες, στα πλαϊνά των θερμοκηπίων), αυτά αντιμετωπίζονταν με μηχανικά μέσα (ξεβοτάνισμα). Τα ζιζάνια τέλος, που αναπτύχθηκαν εξωτερικά περιφερειακά των θερμοκηπίων στην αρχή της περιόδου απομακρύνθηκαν μηχανικά (κοπή), ενώ μετέπειτα έγινε κάλυψη του εδάφους με μαύρο πλαστικό. Όμως έγιναν δύο επεμβάσεις με τα μυκητοκτόνα (Saprol και Daconil) στις 22 και στις 30 Μαΐου για την αντιμετώπιση του κλαδοσπορίου και του ωιδίου αντίστοιχα. Εκείνη την περίοδο παρατηρήθηκαν και στα τρία θερμοκήπια έντονες προσβολές από τους μύκητες του κλαδοσπορίου και ωιδίου, οπότε κατέστη απαραίτητο να διενεργηθούν ψεκασμοί για την προστασία της καλλιέργειας. Σε κάθε εφαρμογή στο ψεκαστικό διάλυμα χρησιμοποιήθηκαν 22cc Saprol / 15 lt H₂O και 37 gr Daconil / 15 lt H₂O. Τέλος δεν έγινε καμία επέμβαση με εντομοκτόνα.

Πίνακας 1. Σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας με pH= 6 και Ece= 2,1 mS/cm

Στοιχείο	Συγκέντρωση	Στοιχείο	Συγκέντρωση
NO ₃ ⁻	10,5 mmol	Fe	0,5 mg/l
H ₂ PO ₄ ⁻	1,5 mmol	Mn	0,5 mg/l
SO ₄ ⁻	2,5 mmol	Zn	0,25 mg/l
NH ₄	0,5 mmol	B	0,20 mg/l
K ⁺	7,0 mmol	Cu	0,030 mg/l
Ca ⁺⁺	3,75 mmol	Mo	0,050 mg/l
Mg ⁺⁺	1,0 mmol		

(Πηγή: Δρίμτζιας, 1995)

Για την υποβοήθηση της επικονίασης και της γονιμοποίησης των ανθέων της τομάτας έγινε εισαγωγή και εγκατάσταση μιας αποικίας του *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) (Εικόνες 1 και 2). Σε κάθε θερμοκήπιο τοποθετήθηκε από μία κυψέλη στις 29 Απριλίου, πάνω σε μια ειδική βάση, 0,5 m πάνω από το έδαφος. Η πόρτα της κυψέλης διατηρήθηκε κλειστή για την εγκλιμάτιση των βομβύνων στις συνθήκες του θερμοκηπίου και μετά από δύο ημέρες, την 1 Μαΐου, ανοίχθηκε και παρέμεινε διαρκώς ανοιχτό μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου.



Εικόνες. (1) *Bombus terrestris*

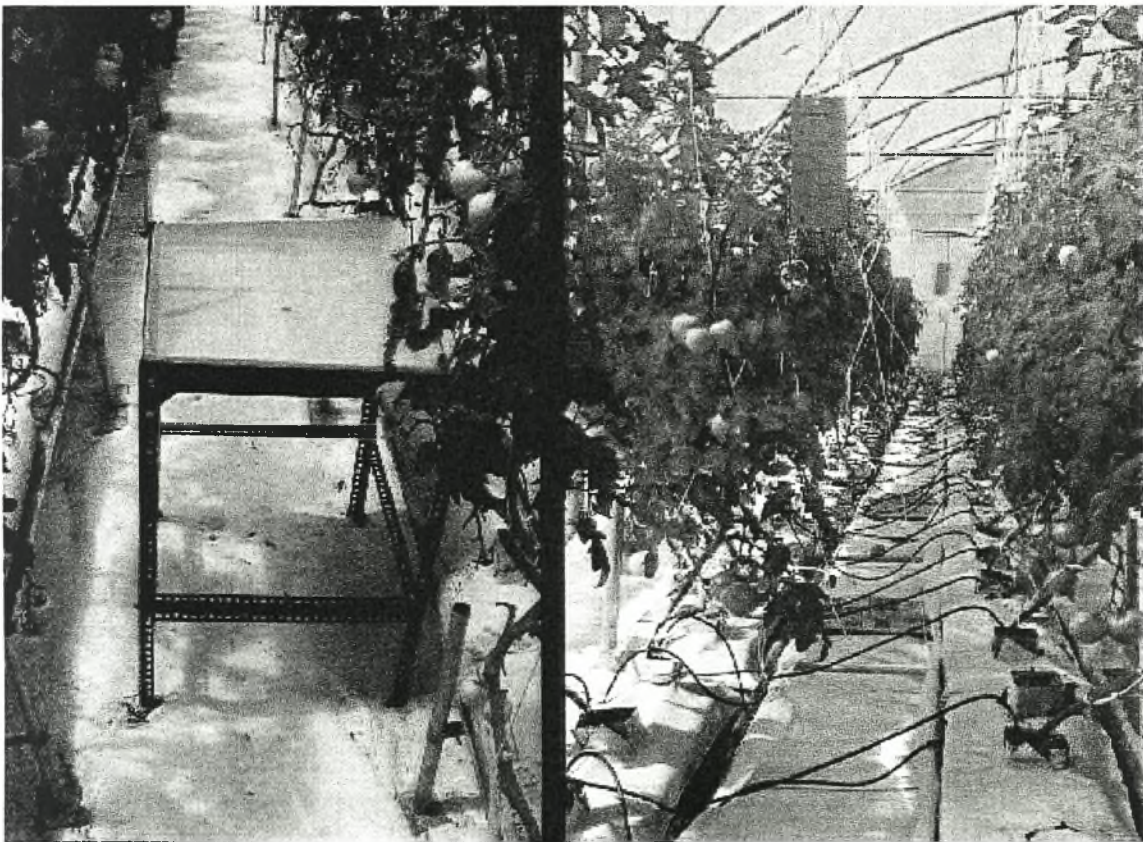


(2) Κυψέλη με βομβύνους

2.3.3 Παρακολούθηση των εντόμων με παγίδες

Για την παρακολούθηση των θρυπών χρησιμοποιήθηκαν 52 χρωματικές κολλητικές παγίδες, (26 κίτρινες και 26 μπλε), διαστάσεων 25 x 10 cm της εταιρείας HORIVER^R. Όσον αφορά τις αφίδες χρησιμοποιήθηκαν 17 κίτρινες παγίδες νερού τύπου Moericke διαστάσεων 60 x 60 cm (Εικόνες 3 και 4).

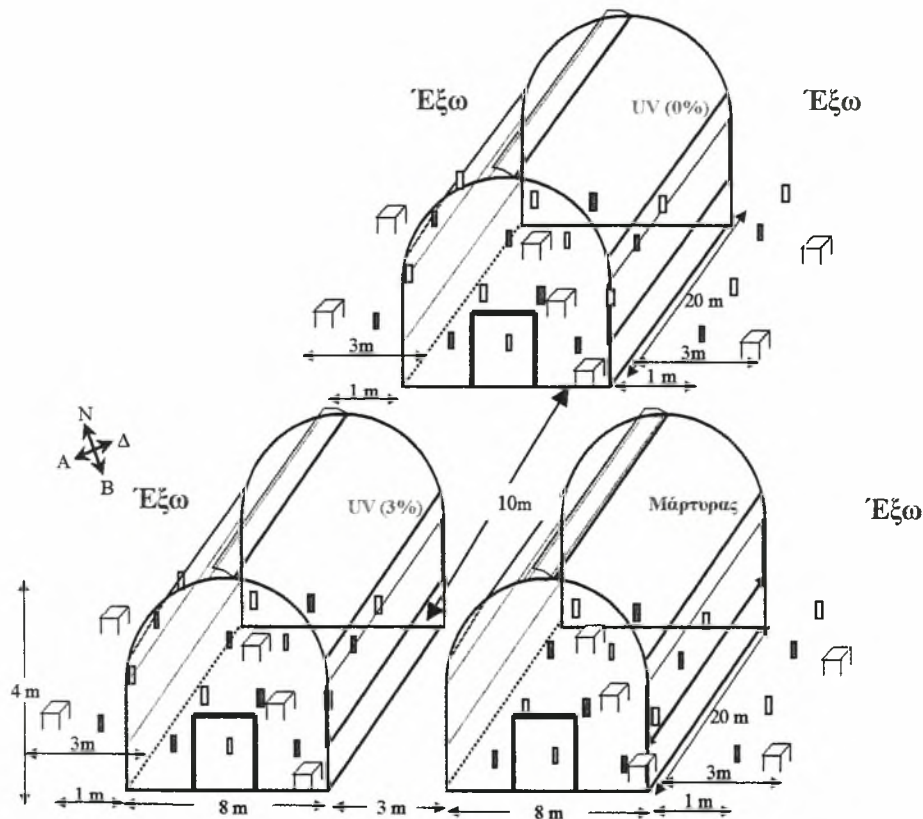
Η τοποθέτηση και η διάταξη των παγίδων έγινε ως εξής: εσωτερικά σε κάθε θερμοκήπιο τοποθετήθηκαν έξι κίτρινες και έξι μπλε κολλητικές παγίδες, εναλλάξ, σε τρεις σειρές των τεσσάρων παγίδων. Δύο σειρές των κολλητικών παγίδων τοποθετήθηκαν πάνω από τις ακριανές διπλές γραμμές φύτευσης, ενώ η τρίτη σειρά τοποθετήθηκε στον κεντρικό διάδρομο. Παράλληλα έγινε τοποθέτηση τριών παγίδων τύπου Moericke για την παρακολούθηση των αφίδων στο εσωτερικό του κάθε θερμοκηπίου σε διαγώνιο διάταξη (μία στο κέντρο του διαδρόμου και οι άλλες στις δύο αντιδιαμετρικά απέναντι γωνίες στις ακριανές διπλές γραμμές φύτευσης).



Εικόνες. (3) Κίτρινη παγίδα νερού τύπου Moericke

(4) Κολλητικές χρωματικές (μπλε και κίτρινες) παγίδες

Εξωτερικά των τριών θερμοκηπίων τοποθετήθηκαν δύο κίτρινες και δύο μπλε κολλητικές παγίδες εναλλάξ για τους θρίπες, σε απόσταση ενός μέτρου από το θερμοκήπιο και στο μέσο του ανοίγματος των παραθύρων (σε ύψος 1,5 m). Τοποθετήθηκαν τέσσερις από αυτές αριστερά και δεξιά του θερμοκηπίου που απορροφούσε όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας, ενώ τοποθετήθηκαν μόνο στα αριστερά του θερμοκηπίου που αφήνει να περάσει το 3% της UV ακτινοβολίας και μόνο στα δεξιά του θερμοκηπίου μάρτυρα, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3. Αντίστοιχα τοποθετήθηκαν και οι παγίδες τύπου Moericke για την παρακολούθηση των αφίδων. Εγκαταστάθηκαν δύο παγίδες εξωτερικά του κάθε θερμοκηπίου με την διάταξη που περιγράψαμε παραπάνω, σε απόσταση 3 m από τα πλαϊνά ανοίγματα των θερμοκηπίων και σε απόσταση 4 m μεταξύ τους (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση των παγίδων (κολλητικών και Moericke) για την παρακολούθηση των θριπών και των αφίδων αντίστοιχα.

Η παρακολούθηση των θριπών άρχισε στις 13 Μαρτίου 2003 (11^η εβδομάδα του έτους) και συνεχίστηκε ως τις 26 Ιουνίου 2003 (26^η εβδομάδα του έτους).

Καταγραφόταν επί τόπου ο αριθμός των θριπών που παγιδεύονταν πάνω στις κολλητικές παγίδες (κίτρινες και μπλε), μετά από προσεκτική εξέταση της επιφάνειας της παγίδας και από τις δύο πλευρές με μεγενθυτικό φακό. Η εξέταση των παγίδων γίνονταν μία φορά την εβδομάδα. Όταν οι επιφάνειες των παγίδων καλυπτόταν με έντομα, τότε γινόταν αντικατάστασή τους με νέες καθαρές.

Αντίστοιχα, η παρακολούθηση των αφίδων ξεκίνησε την ίδια περίοδο 13 Μαρτίου 2003 και συνεχίστηκε ως τις 26 Ιουνίου 2003. Οι αφίδες συλλεγόταν μέσα σε ένα μπουκαλάκι, το οποίο περιείχε αλκοόλη, μαζί με άλλα έντομα που βρισκόταν μέσα στις παγίδες Moericke και κατόπιν μεταφέρονταν στο εργαστήριο για διαχωρισμό και καταμέτρηση. Στο εργαστήριο γινόταν διαχωρισμός των αφίδων και καταγραφή του αριθμού τους. Η καταγραφή του πληθυσμού των αφίδων πραγματοποιούνταν και εδώ μία φορά την εβδομάδα, οπότε και γινόταν αλλαγή του νερού και προσθήκη μικρής ποσότητας απορρυμαντικών για τη μείωση της επιφανειακής τάσης του νερού. Βέβαια όποτε παρουσιαζόταν ανάγκη και έπεφτε η στάθμη του νερού μέσα στις παγίδες, ιδιαίτερα προς το τέλος της άνοιξης και αρχή του θέρους λόγω της υψηλής εξάτμισης, γινόταν προσθήκη νερού για να διατηρείται η στάθμη του νερού στο επιθυμητό επίπεδο.

2.3.4 Παρακολούθηση των εντόμων πάνω στα φυτά

Για την καταμέτρηση των εντόμων στα φυτά πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή πέντε φυτών τομάτας σε κάθε γραμμή φύτευσης. Συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο σημάνθηκαν 40 φυτά τομάτας στα οποία πραγματοποιούταν καταμετρήσεις των εντόμων. Το δείγμα στο οποίο πραγματοποιούταν οι μετρήσεις παρέμεινε σταθερό σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η καταγραφή του πληθυσμού των θριπών και των αφίδων πάνω στα φυτά ξεκίνησε στις 14 Μαρτίου 2003 (11^η εβδομάδα του έτους) και συνεχίστηκε ως τις 27 Ιουνίου 2003 (26^η εβδομάδα του έτους). Γίνονταν τυχαία επιλογή τριών φύλλων τομάτας, ένα φύλλο στη βάση, ένα στη μέση και ένα στην κορυφή του φυτού και μετά ακολουθούσε λεπτομερής εξέταση αυτών. Τα φυτά ελέγχονταν μια φορά την εβδομάδα και ταυτόχρονα γινόταν προσεκτική καταγραφή του αριθμού των εντόμων (θριπών και αφίδων) με την βοήθεια μεγενθυτικού φακού. Εξετάζονταν τόσο η πάνω, όσο και η κάτω επιφάνεια των φύλλων, ώστε η ανεύρεση ατελών μορφών των συγκεκριμένων εντόμων να συμπεριλαμβάνονται στην καταμέτρησή τους.

2.3.5 Έλεγχος των φυτών για ιούς

Πραγματοποιήθηκε μία πρώτη δειγματοληψία φύλλων φυτών τομάτας στην αρχή της περιόδου, στις 3 Απριλίου 2003, για ιολογικό έλεγχο. Το δείγμα στάλθηκε στο Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας του Τμήματος Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και αποτελούνταν από φύλλα κορυφής φυτών με ικανοποιητική ανάπτυξη. Ο εργαστηριακός έλεγχος έγινε με την χρησιμοποίηση της διαγνωστικής μεθόδου της ανοσοενζυμικής δοκιμής, γνωστής και ως ELISA. Πάρθηκε δείγμα σχεδόν από το ένα τρίτο των φυτών του κάθε θερμοκηπίου (10 φύλλα από κάθε γραμμή), ενώ η ιολογική εξέταση αφορούσε την ανίχνευση των ιών TSWV (κηλιδωτός μαρασμός της τομάτας), TYLCV (κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων της τομάτας) και CMV (μωσαϊκό του αγγουριού) που μεταδίδονται με τους θρίπτες, τις αφίδες και των αλευρώδη αντίστοιχα.

Στο τέλος της περιόδου ο ιολογικός έλεγχος των φυτών έγινε οπτικά, με την προσεκτική εξέταση και τον έλεγχο αυτών μακροσκοπικά για την πιθανή εμφάνιση τοπικών συμπτωμάτων (νανισμός, χλώρωση, παραμορφώσεις, κ.α) που υποδηλώνουν χαρακτηριστικά την παρουσία των παραπάνω ιών.

2.3.6 Παρακολούθηση της επικονίασης από τους βομβύνους

Μετά την εισαγωγή των βομβύνων στο θερμοκήπιο και την προσαρμογή τους στις συνθήκες του θερμοκηπίου, άρχισε ο έλεγχος για την εκτίμηση της επίδρασης που έχουν στην επικονίαση των ανθέων και στη διαμόρφωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών.

Ειδικότερα στις 3 Μαΐου 2003 έγινε σήμανση πέντε φυτών τομάτας στις έξι εσωτερικές γραμμές (πλην των δύο ακριανών), στα οποία καλύφθηκε μια κορυφαία ταξιανθία τους με τούλι, έτσι ώστε να μην μπορούν οι βομβύνοι να επικονιάσουν τα συγκεκριμένα άνθη. Παράλληλα άλλα πέντε φυτά από τις ίδιες γραμμές επιλέχθηκαν ως μάρτυρες (δίχως τούλι) για να γίνει σύγκριση. Μετά το πέρασμα κάποιων ημερών και ειδικότερα στις 21 Μαΐου 2003, αφού είχε προηγηθεί το δέσιμο των ανθέων και η έναρξη του σχηματισμού των καρπών ανοίχθηκαν τα τούλια και καταγράφηκε το

ποσοστό καρπόδεσης τόσο στα ακάλυπτα άνθη που οφείλονταν στην δράση των βομβύνων, όσο και σε εκείνα που ήταν καλυμμένα .

Όμως επειδή γνωρίζαμε ότι η συγκεκριμένη ποικιλία τομάτας είναι παρθενοκαρπική και έχοντας την εμπειρία του πειράματος του προηγούμενου έτους για να μπορέσουμε να εξάγουμε καλύτερα συμπεράσματα ελέγξαμε και την επισκεψιμότητα των βομβύνων στα άνθη. Επιλέξαμε, δηλαδή στις 16 Μαΐου 2003 πέντε φυτά από τις έξι γραμμές (πλην των δυο ακριανών) και στα τρία θερμοκήπια μαρκάραμε μια κορυφαία ταξιανθία τους και ελέγχαμε ανά τακτά χρονικά διαστήματα (2 ημέρες) ποια από τα άνθη της ανθοταξίας δέχτηκαν επίσκεψη από τους βομβύνους. Τα άνθη τα οποία είχαν επισκεφτεί οι βομβύνοι εμφάνιζαν ένα καφέ μεταχρωματισμό πάνω στο στύλο (Εικόνα 5), οπότε έτσι ήμασταν σε θέση να διαπιστώσουμε τη δράση τους. Ο έλεγχος συνεχίστηκε για 10 περίπου ημέρες ως τις 26 Μαΐου 2003, μέχρι την έναρξη του σχηματισμού των καρπών της τομάτας, οπότε λοιπόν γνωρίζαμε για κάθε ταξιανθία που είχαμε επιλέξει πόσα άνθη είχαν επισκεφθεί οι βομβύνοι και πόσα όχι.

Η καλλιεργητική τακτική που ακολουθείται από τους παραγωγούς θερμοκηπιακής τομάτας και βασίζεται στην εισαγωγή και εγκατάσταση αποικιών με βομβύνους, στοχεύει στην αύξηση της παραγωγής και στην απόκτηση καρπών τομάτας με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Γι' αυτό λοιπόν εξετάσαμε την δράση των βομβύνων για να διαπιστώσουμε αν όντως έχουμε καλύτερους ποιοτικά καρπούς, σε σχέση με αυτούς που προήλθαν από την αυτογονιμοποίηση. Έγινε λοιπόν δειγματοληψία καρπών τομάτας στις 19 Ιουνίου 2003 τόσο από τα φυτά μάρτυρες τα οποία είχαν γονιμοποιηθεί από τους βομβύνους, όσο και από τις ταξιανθίες οι οποίες είχαν καλυφθεί με τούλι και οι καρποί τους σχηματίστηκαν κανονικά με φυσική επικονίαση. Ειδικότερα συλλέχθηκαν από την 6η και 7η ταξιανθία των φυτών τομάτας 60 καρποί από κάθε θερμοκήπιο (30 από τον μάρτυρα και 30 από τα φυτά που ήταν καλυμμένα με τούλι). Ο σκοπός της παραπάνω προσπάθειας ήταν να δούμε, όπως αναφέραμε παραπάνω, πώς επηρεάζετε η δράση των βομβύνων στο σχηματισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών (βάρος, διάμετρος, όγκος, χρώμα, Βrix, κ.α) από την χρήση πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που επιτρέπουν την διέλευση ενός μόνο ποσοστού της UV ακτινοβολίας ή και καθόλου.



Εικόνα 5. Άνθος το οποίο έχει επικονιαστεί (επισκεφτεί) από τους βομβύνους, διακρίνεται ο καφέ μεταχρωματισμός του.

2.3.7 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το F κριτήριο, την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Ε.Σ.Δ), καθώς και με την χρήση του κριτηρίου χ^2 .

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΘΡΙΠΕΣ

3.1.1 Συλλήψεις θριπών σε κολλητικές παγίδες

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της παραλλακτικότητας έδειξαν ότι οι συλλήψεις των θριπών στις κολλητικές παγίδες διέφεραν σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων (εξωτερικό, μάρτυρας, 3 % UV, 0 % UV), $P < 0,01$, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμό των θριπών που παγιδεύτηκαν στις μπλε και στις κίτρινες κολλητικές παγίδες, $P < 0,7$. Επίσης η αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταχειρίσεων και των κολλητικών παγίδων δεν ήταν σημαντική, $P < 0,99$, όπως φαίνεται και στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των τριών παραγόντων.

	N	DF	MS	F	P
Θερμοκήπιο	3	3	0,878	38,89	< 0,001
Παγίδες	2	1	0,003	0,149	0,7
Τύπος θερμοκ					
x	26	3	0,0001	0,006	0,99
Τύπος παγίδας					

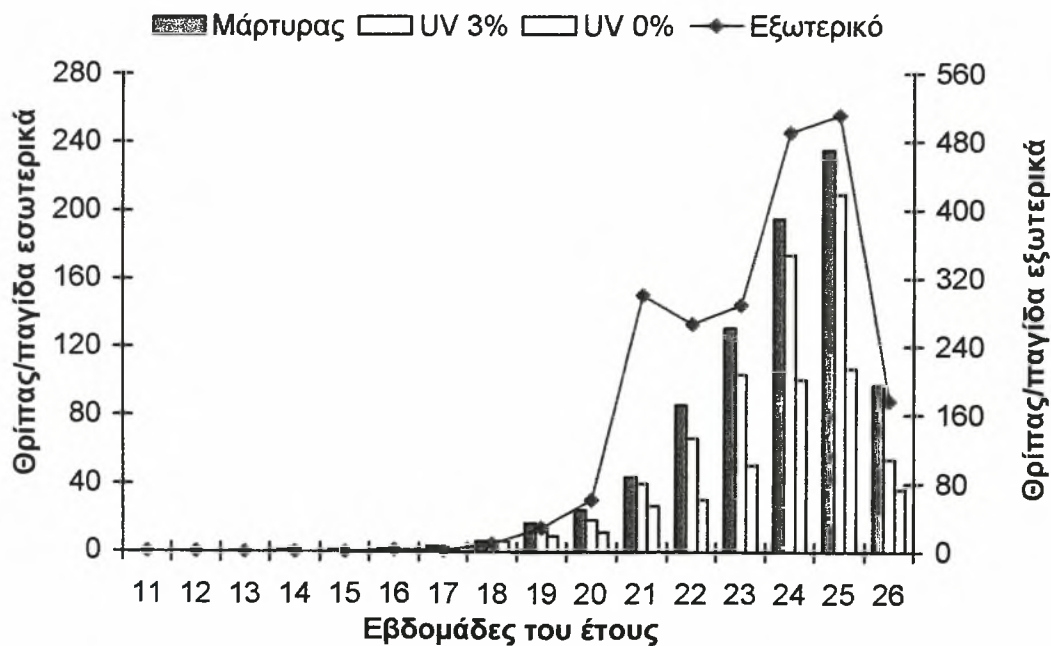
Ο αριθμός των θριπών που συνελήφθησαν στις κολλητικές παγίδες στο εξωτερικό περιβάλλον των τριών θερμοκηπίων, στο εσωτερικό του μάρτυρα (7% UV), στο εσωτερικό του θερμοκηπίου που επιτρέπει τη διέλευση ενός ποσοστού (3% UV) της UV ακτινοβολίας και στο εσωτερικό του θερμοκηπίου που απορροφά όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας (0% UV), φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αριθμός συλληφθέντων θριπών σε κολλητικές παγίδες στον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των τριών θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	16	2141,2 a*	978,11
2	Μάρτυρας – UV ₇	12	844 b	166,94
3	UV ₃	12	692 b	103,04
4	UV ₀	12	381 c	60,03

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 3,26$ και $F = 38,89$.

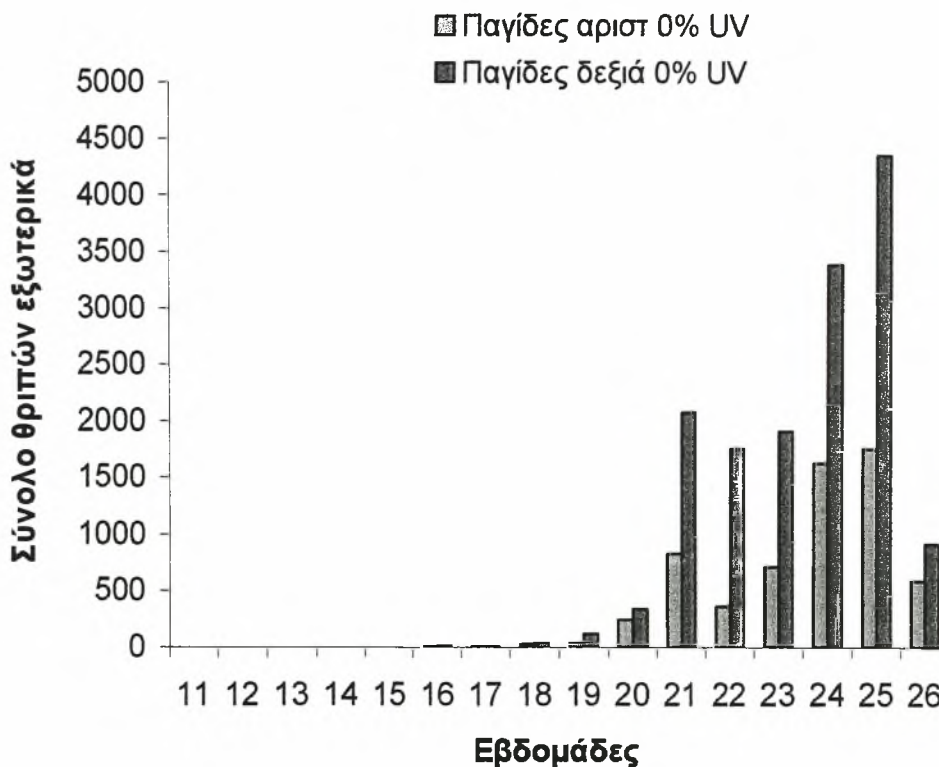
Όπως μπορούμε να δούμε και από τον παραπάνω πίνακα ο αριθμός των θριπών που καταγράφηκε στις παγίδες στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος απ' αυτόν στον εσωτερικό και των τριών θερμοκηπίων. Επίσης ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα UV₇, ήταν μεγαλύτερος από το θερμοκήπιο UV₃ όπως και από το θερμοκήπιο UV₀. Ωστόσο, η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο στη δεύτερη περίπτωση ($P < 0,001$). Τη διακύμανση του αριθμού των συλληφθέντων θριπών στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων μπορούμε να την δούμε στο παρακάτω σχήμα 1.



Σχήμα 1. Διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων

Όπως φαίνεται από το σχήμα 1, παρατηρείται μία χρονική υστέρηση στην έναρξη των συλλήψεων των θριπών στο θερμοκήπιο με UV₀. Ειδικότερα βλέπουμε πως στα άλλα δύο θερμοκήπια (μάρτυρας και UV₃) έχουμε συλλήψεις θριπών από την 12^η εβδομάδα (20 Μαρτίου 2003), ενώ στο θερμοκήπιο το οποίο απορροφά όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας έναρξη των συλλήψεων παρατηρείται την 16^η εβδομάδα (17 Απριλίου 2003). Παράλληλα διαπιστώνεται μια σταδιακή αύξηση των συλλήψεων των θριπών τόσο εσωτερικά, όσο και εξωτερικά των θερμοκηπίων σε σχέση με τον χρόνο με τα δύο μέγιστα να σημειώνονται την 24^η και 25^η εβδομάδα. Την τελευταία εβδομάδα παρατηρείται μια μείωση, λόγω και των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν εκείνη την περίοδο.

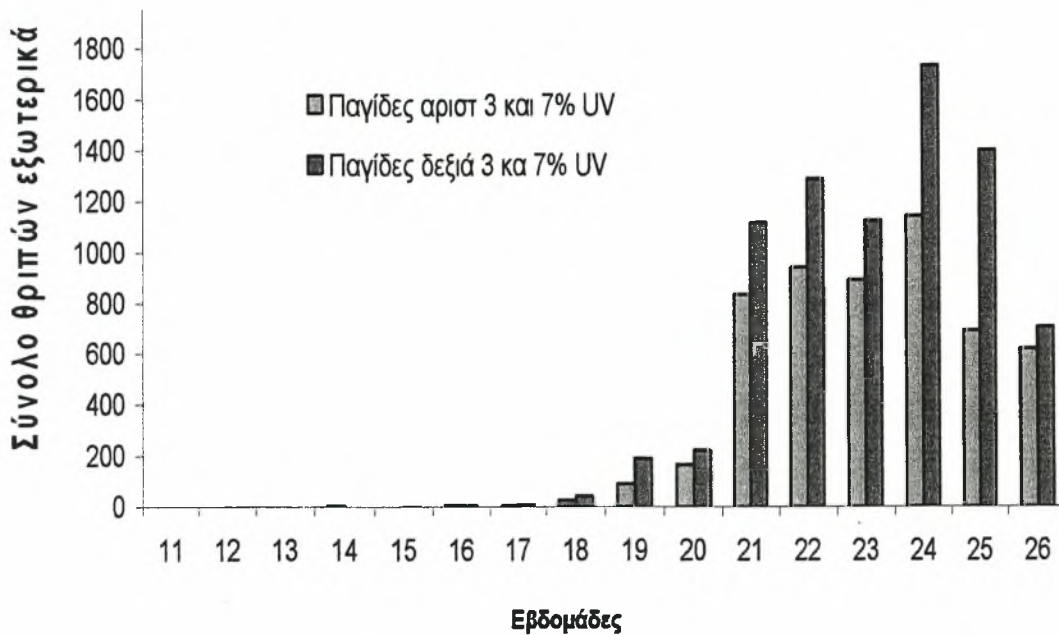
Στο Σχήμα 2 μπορούμε να δούμε την εξέλιξη των συλλήψεων των θριπών στις 4 παγίδες αριστερά και δεξιά του εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου UV₀, ενώ στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η διακύμανση των συλλήψεων των θριπών στις 4 κολλητικές παγίδες αριστερά και δεξιά του εξωτερικού χώρου των θερμοκηπίων του μάρτυρα (UV₇) και του (UV₃).



Σχήμα 2. Διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στις 4 παγίδες στο εξωτερικό χώρο αριστερά και δεξιά του θερμοκηπίου (0% UV)

Από το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι στις παγίδες που βρισκόταν δεξιά του θερμοκηπίου (UV₀) είχαμε την σύλληψη μεγαλύτερου αριθμού θριπών σε σχέση με

αυτές που ήταν τοποθετημένες αριστερά του θερμοκηπίου. Επίσης βλέπουμε πως το μέγιστο των συλλήψεων πραγματοποιείται τις τελευταίες εβδομάδες (24^η και 25^η).



Σχήμα 3. Διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στις 4 παγίδες στο εξωτερικό χώρο αριστερά και δεξιά των θερμοκηπίων (3% και μάρτυρα -7% UV)

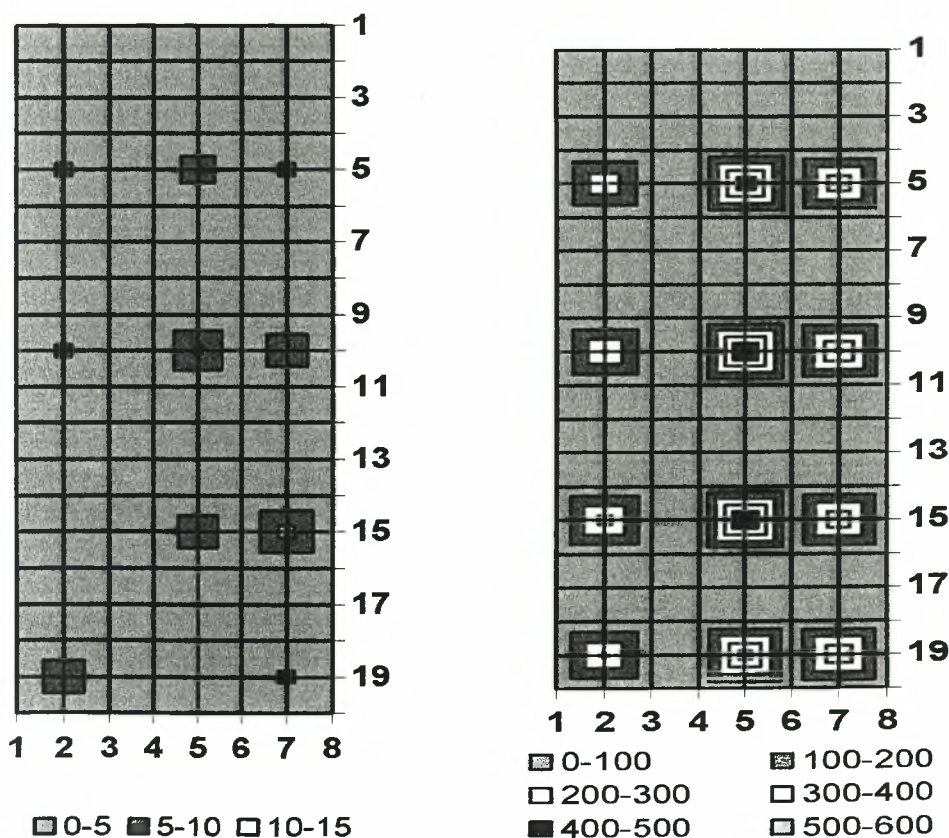
Αντίστοιχα, στο Σχήμα 3 μπορούμε να δούμε πως οι συλλήψεις των θριπών στις κολλητικές παγίδες δεξιά των θερμοκηπίων (UV₃ και UV₇) ήταν υψηλότερες σε σχέση με αυτές των παγίδων αριστερά των θερμοκηπίων. Επιπλέον, βλέπουμε και εδώ πως το μέγιστο των συλλήψεων εμφανίζεται τις τελευταίες εβδομάδες των παρατηρήσεων (24^η και 25^η εβδομάδα).

Στα Σχήματα 4 (α), (β) και (γ) που ακολουθούν παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες σε δύο χρονικές περιόδους στο μέσο (11^η έως 18^η εβδομάδα) και στο τέλος των παρατηρήσεων (19^η έως 26^η εβδομάδα), στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων (μάρτυρας, 3% UV και 0% UV αντίστοιχα.. Η επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια του πακέτου επεξεργασίας λογιστικών φύλλων Excel χρησιμοποιώντας τον πληθυσμό των θριπών που μετρήθηκε σε κάθε παγίδα στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων. Η κάθε θέση μέτρησης ορίστηκε από το αντίστοιχο ζεύγος συντεταγμένων σε σχέση με το μήκος και το πλάτος του θερμοκηπίου.

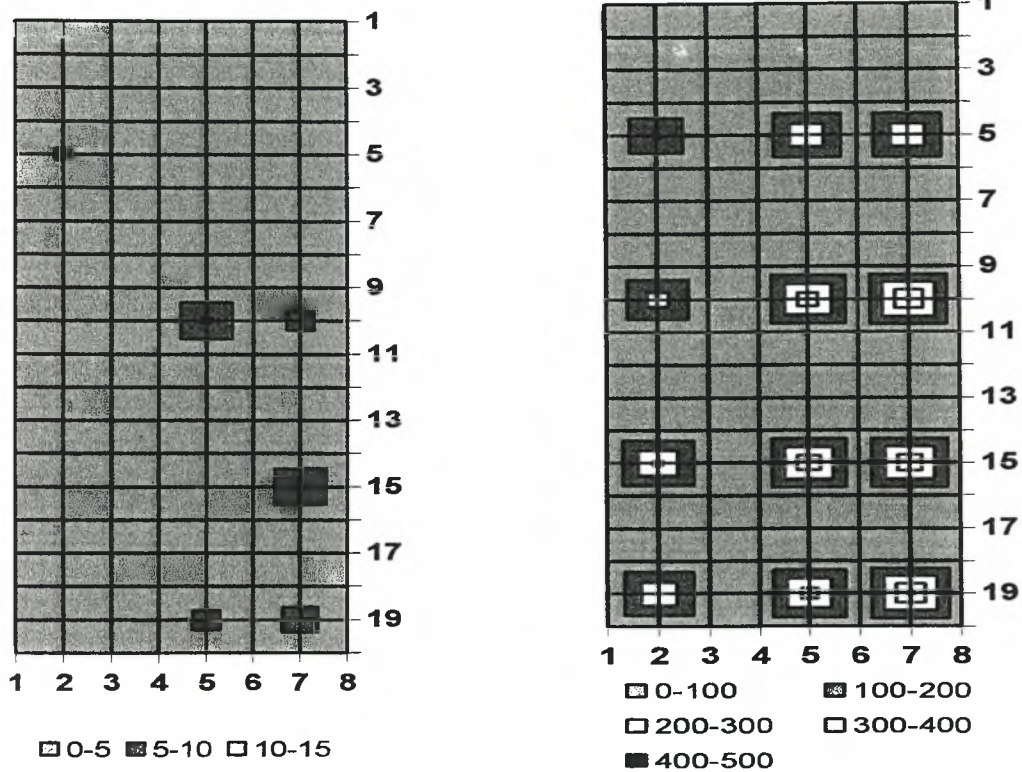
Από τα Σχήματα 4 (α), (β) και (γ) μπορούμε να δούμε ότι οι περισσότερες συλλήψεις θριπών έγιναν στις κολλητικές χρωματικές παγίδες που ήταν τοποθετημένες στον κεντρικό διάδρομο των θερμοκηπίων και κατόπιν ακολουθούσαν οι παγίδες οι οποίες βρίσκονταν τοποθετημένες στο δεξιό διάδρομο των

θερμοκηπίων. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στο μάρτυρα (UV_7), ενώ στα άλλα δύο θερμοκήπια (UV_3 και UV_0) αντιστρέφεται το φαινόμενο και υπάρχει μια τάση υψηλής συγκέντρωσης των θριπών στο δεξιό μέρος του διαδρόμου των θερμοκηπίων και κατόπιν στον κεντρικό διάδρομο. Τέλος στα δύο αυτά θερμοκήπια παρατηρείται και μια μεγαλύτερη διασπορά των συλλήψεων στις παγίδες στο εσωτερικό τους.

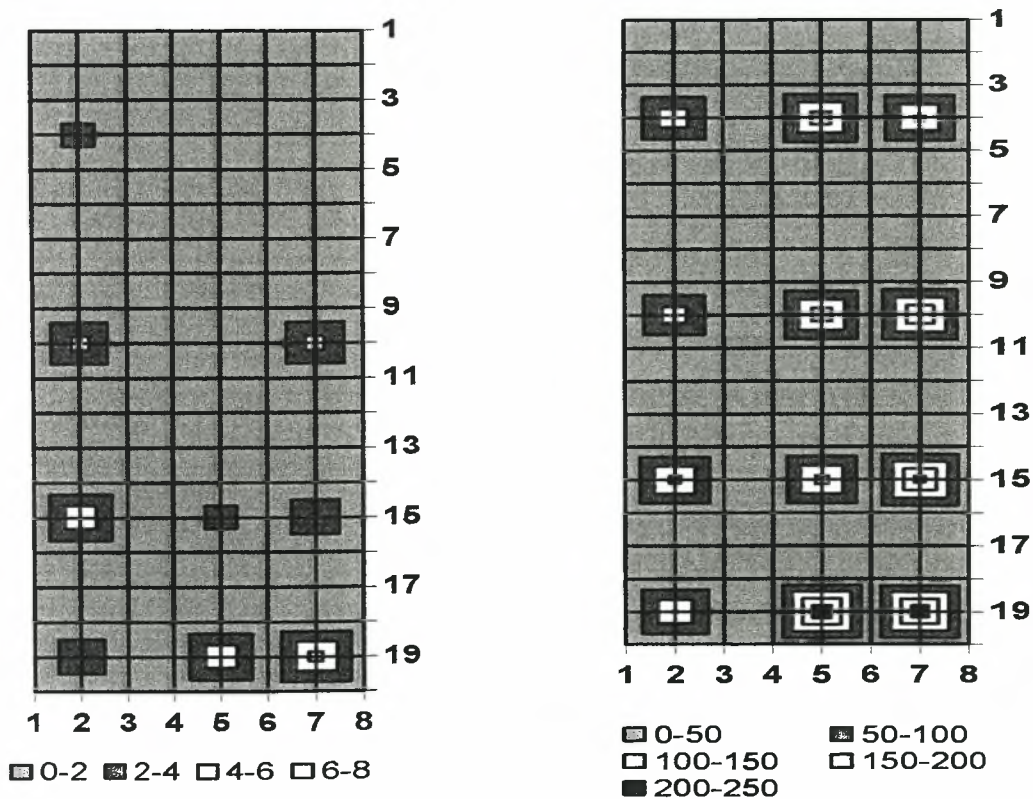
Για να δούμε πως εξελίσσεται καλύτερα η χωρική κατανομή των θριπών και η προοδευτική μετακίνηση τους στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου, χωρίσαμε το δεύτερο μισό ($19^{\text{η}}$ – $26^{\text{η}}$ εβδομάδα), όπου έχουμε και τις περισσότερες συλλήψεις θριπών, σε επιμέρους περιόδους. Η κάθε επιμέρους περίοδος αντιστοιχεί σε παρατηρήσεις δύο εβδομάδων. Οπότε έχουμε άλλες τέσσερις επιμέρους περιόδους που αντιστοιχούν στις εξής χρονικές περιόδους: την δεύτερη περίοδο ($19^{\text{η}}$ – $20^{\text{η}}$ εβδομάδα), την τρίτη περίοδο ($21^{\text{η}}$ – $22^{\text{η}}$ εβδομάδα), την τέταρτη περίοδο ($23^{\text{η}}$ – $24^{\text{η}}$ εβδομάδα) και την πέμπτη περίοδο ($25^{\text{η}}$ – $26^{\text{η}}$ εβδομάδα). Παρακάτω παρατίθενται τα σχήματα (5 έως 10) που αντιστοιχούν σε κάθε νέα περίοδο, όπου μπορούμε να δούμε αναλυτικά την εξέλιξη της χωρικής κατανομής των θριπών μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου.



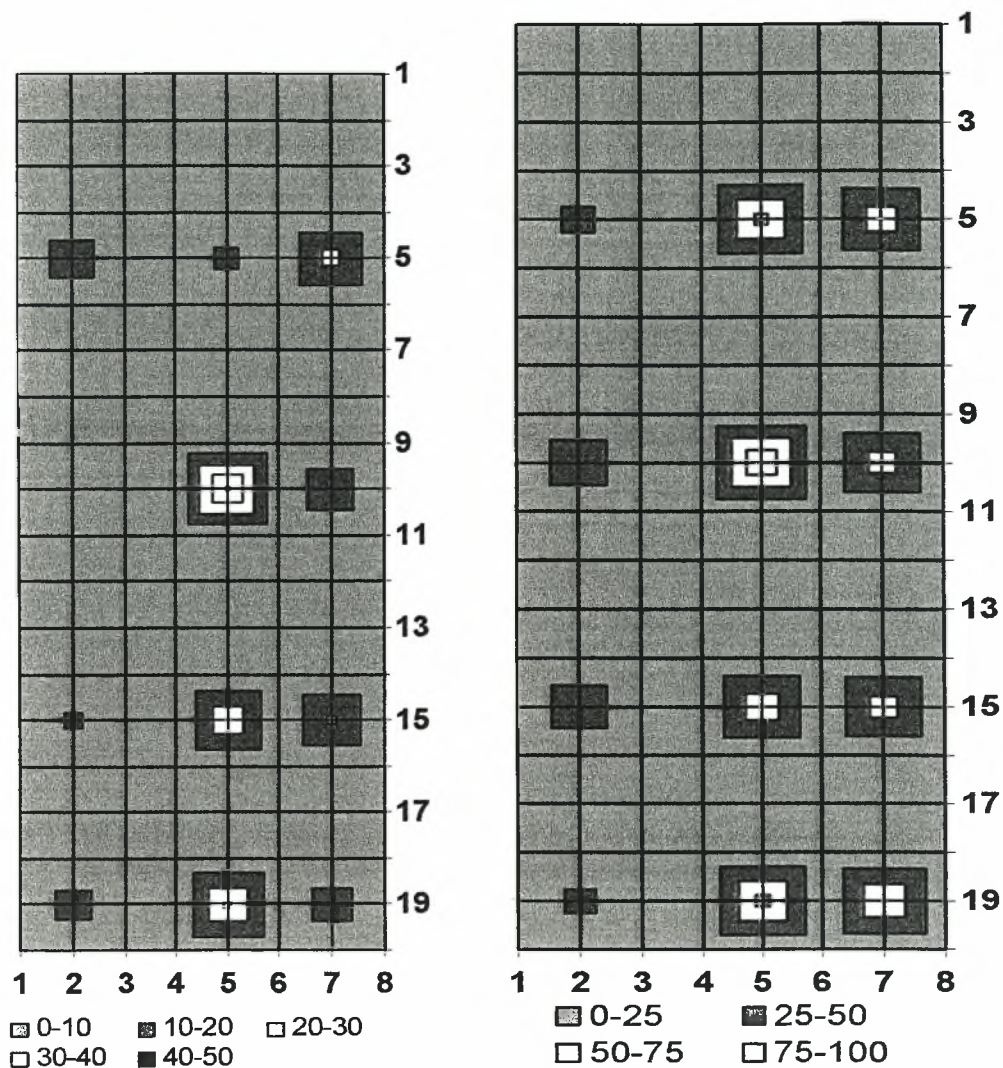
Σχήμα 4 (α). Χωρική κατανομή συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την πρώτη περίοδο ($11 - 18^{\text{η}}$ εβδ) και δεξιά την δεύτερη ($19 - 26^{\text{η}}$ εβδ).



Σχήμα 4 (β). Χωρική κατανομή συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (3 % UV), αριστερά την πρώτη και δεξιά την δεύτερη περίοδο.

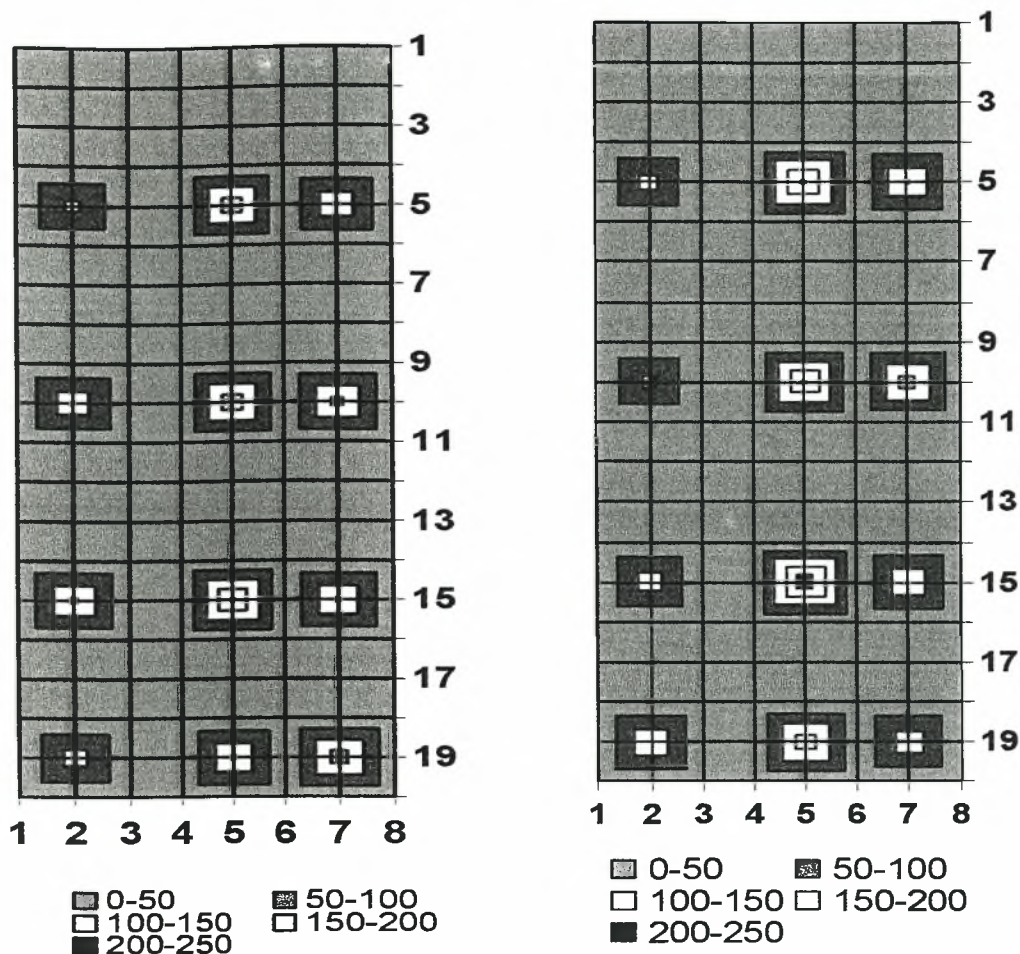


Σχήμα 4 (γ). Χωρική κατανομή συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (0 % UV), αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).



Σχήμα 5. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριτών στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

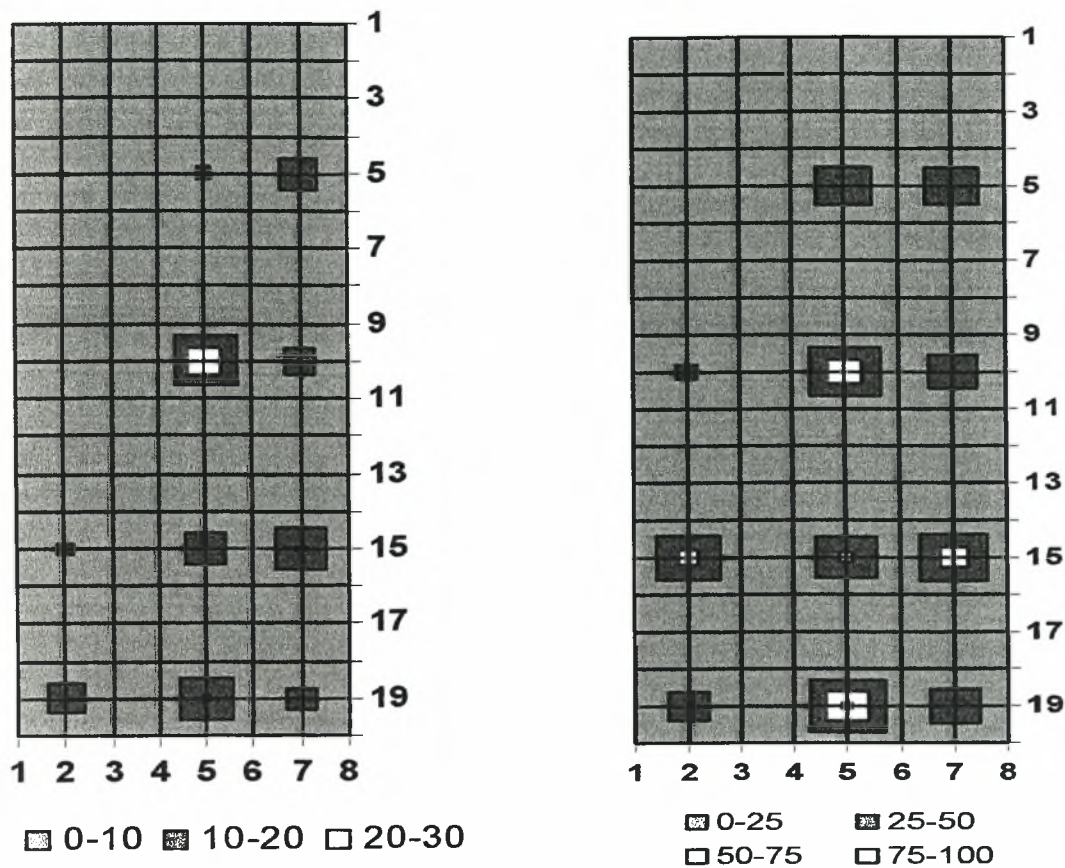
Όπως βλέπουμε στο παραπάνω Σχήμα (5), στο εσωτερικό του μάρτυρα την περίοδο (19 – 20^η εβδομάδα) εμφανίζεται μια υψηλή συγκέντρωση των θριτών στο κεντρικό χώρο του θερμοκηπίου σε σχέση με τις δύο ακριανές πλευρές. Εν συνεχεία την επόμενη περίοδο (21^η – 22^η εβδομάδα), εμφανίζεται η ίδια τάση με την εμφάνιση υψηλότερου πληθυσμού στον κεντρικό και κατόπιν στο δεξιό άκρο του θερμοκηπίου. Παρατηρείται δηλαδή μια μετακίνηση του πληθυσμού των θριτών προς την δεξιά πλευρά του θερμοκηπίου.



Σχήμα 6. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την περίοδο (23^η - 24^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (25^η - 26^η εβδ).

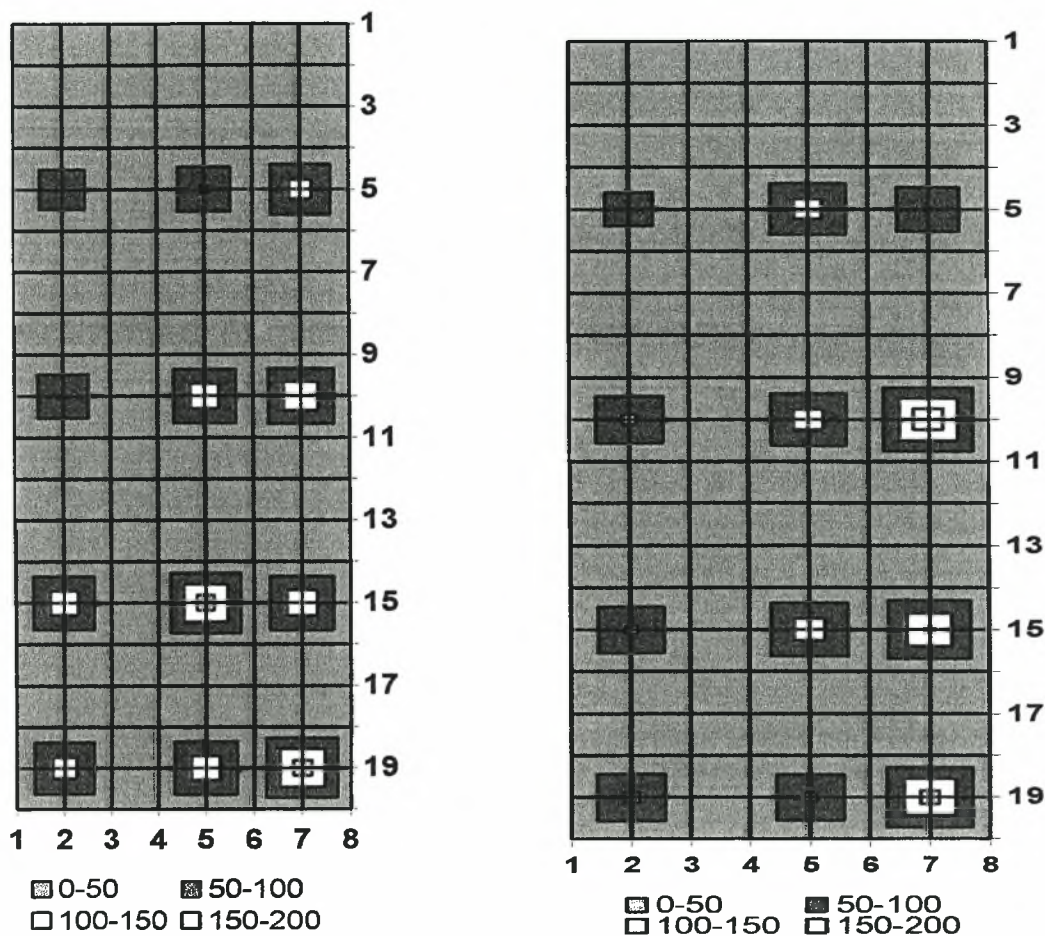
Αντίστοιχα, στο παραπάνω Σχήμα (6) και στις δύο περιόδους, εμφανίζεται προοδευτικά μια αύξηση του πληθυσμού των θριπών σε όλο το χώρο στο εσωτερικό του μάρτυρα. Όμως και εδώ παρουσιάζεται η ίδια τάση, που εμφανίζει υψηλότερες συλλήψεις θριπών στον κεντρικό χώρο του θερμοκηπίου και μετέπειτα στις δύο ακριανές πλευρές.

Συμπεραίνουμε λοιπόν από την εξέλιξη της χωρικής κατανομής των θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα, ότι υπάρχει μια τάση υψηλής συγκέντρωσης των θριπών στον κεντρικό χώρο του θερμοκηπίου και μετέπειτα μετακίνησής τους κατά πρώτο λόγο στην δεξιά και κατά δεύτερο λόγο στην αριστερά πλευρά του θερμοκηπίου.



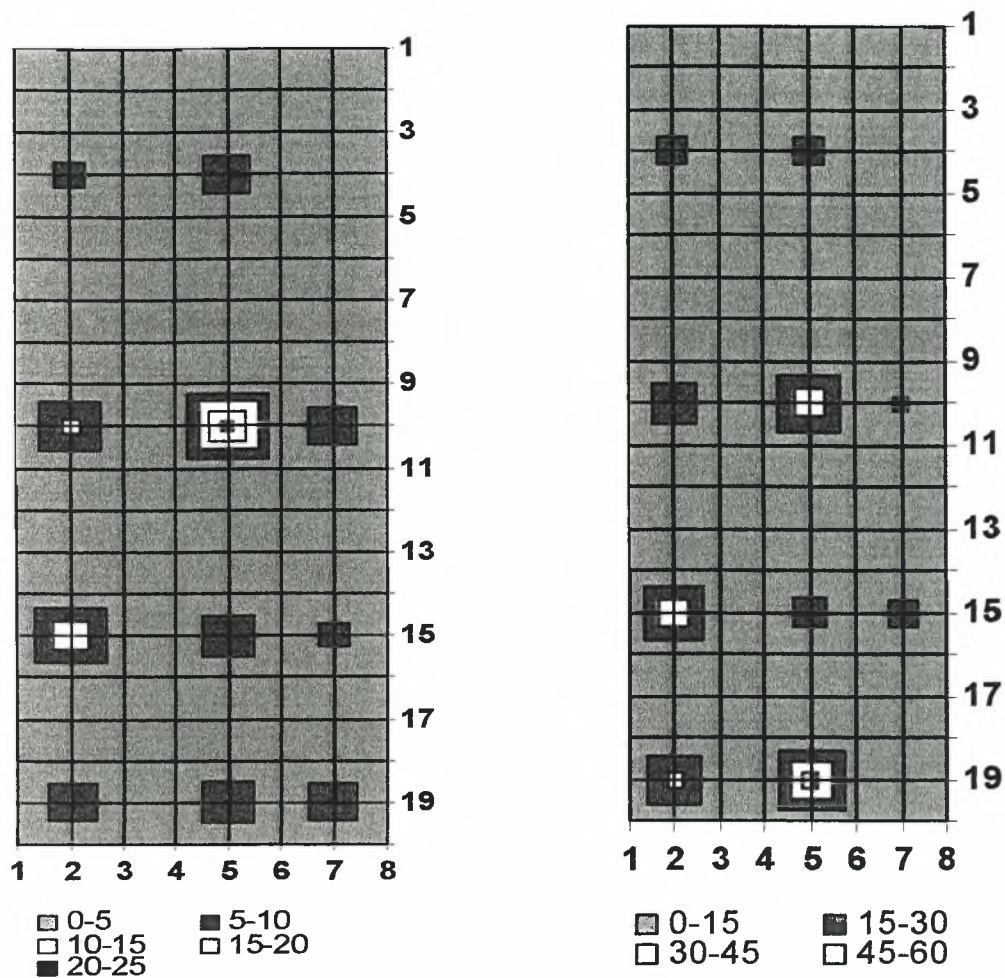
Σχήμα 7. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 3 % UV, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

Παρατηρώντας το Σχήμα 7, μπορούμε να διαπιστώσουμε και στις δύο περιόδους την μεγαλύτερη συγκέντρωση των θριπών πρώτα στην κεντρική και κατόπιν στη δεξιά πλευρά του εσωτερικού του θερμοκηπίου με 3 % UV. Ενώ σημαντικά μικρότερος είναι ο αριθμός των θριπών που συνελήφθησαν στις παγίδες στο αριστερό μέρος του θερμοκηπίου.



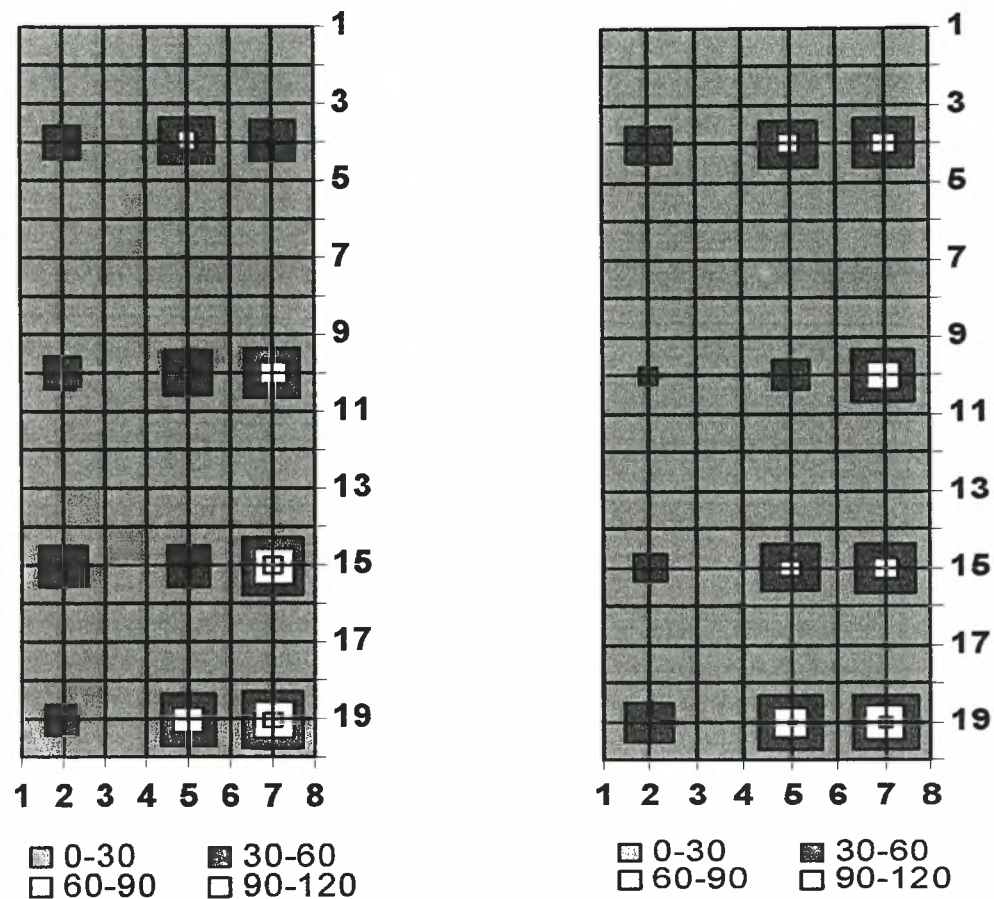
Σχήμα 8. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 3 % UV, αριστερά την περίοδο (23^η – 24^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (25^η – 26^η εβδ).

Από το παραπάνω Σχήμα (8), παρατηρούμε ότι με την εξέλιξη των παρατηρήσεων εμφανίζεται πλέον μια κατανομή των θριπών σε ολόκληρο τον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου με 3 % UV. Εντούτοις, η υψηλότερη τάση συγκέντρωσης των θριπών εμφανίζεται στο δεξιό μέρος του θερμοκηπίου και κατόπιν στο κεντρικό και αριστερό μέρος αυτού.



Σχήμα 9. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 0 % UV, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

Στο Σχήμα 9, μπορούμε να παρατηρήσουμε την εξέλιξη της χωρικής κατανομής των θριπών τις δύο περιόδους στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου με 0 % UV. Βλέπουμε αυτές τις δύο περιόδους των παρατηρήσεων μια τάση να έχουμε περισσότερες συλλήψεις στην κεντρική και αριστερή πλευρά του εσωτερικού του θερμοκηπίου με 0 % UV, ενώ μικρότερος είναι ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στην δεξιά πλευρά.



Σχήμα 10. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 0 % UV, αριστερά την περίοδο (23^η – 24^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (25^η – 26^η εβδ).

Από το παραπάνω Σχήμα (10), μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τις δύο τελευταίες περιόδους των παρατηρήσεων εμφανίζεται μια υψηλότερη τάση συγκέντρωσης των θριπών στην δεξιά πλευρά του θερμοκηπίου με 0 % UV και κατόπιν παρουσίας τους στο κεντρικό χώρο αυτού. Ενώ αρκετά μικρότερος είναι ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στην αριστερή πλευρά του θερμοκηπίου.

3.1.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά

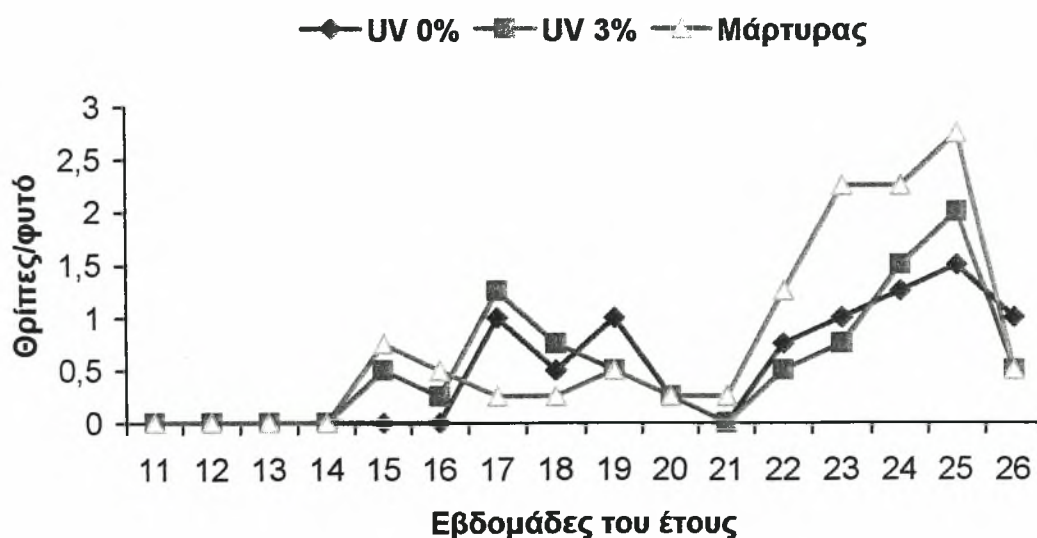
Ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια φαίνεται αντίστοιχα στον πίνακα 3. Στον συνολικό αριθμό των μετρούμενων θριπών περιλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου. Ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στον μάρτυρα (7% UV) είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό στα άλλα δύο θερμοκήπια (3% UV και 0% UV), ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Αριθμός παρατηρούμενων θριπών ανά φυτό στα τρία θερμοκήπια

Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1 Μάρτυρας – (7% UV)	40	1,17 a*	3,83
2 3% UV	40	0,87 a	1,43
3 0% UV	40	0,82 a	2,94

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,371$, $DF=2,9$ και $F=1,1$

Η διακύμανση των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 11.

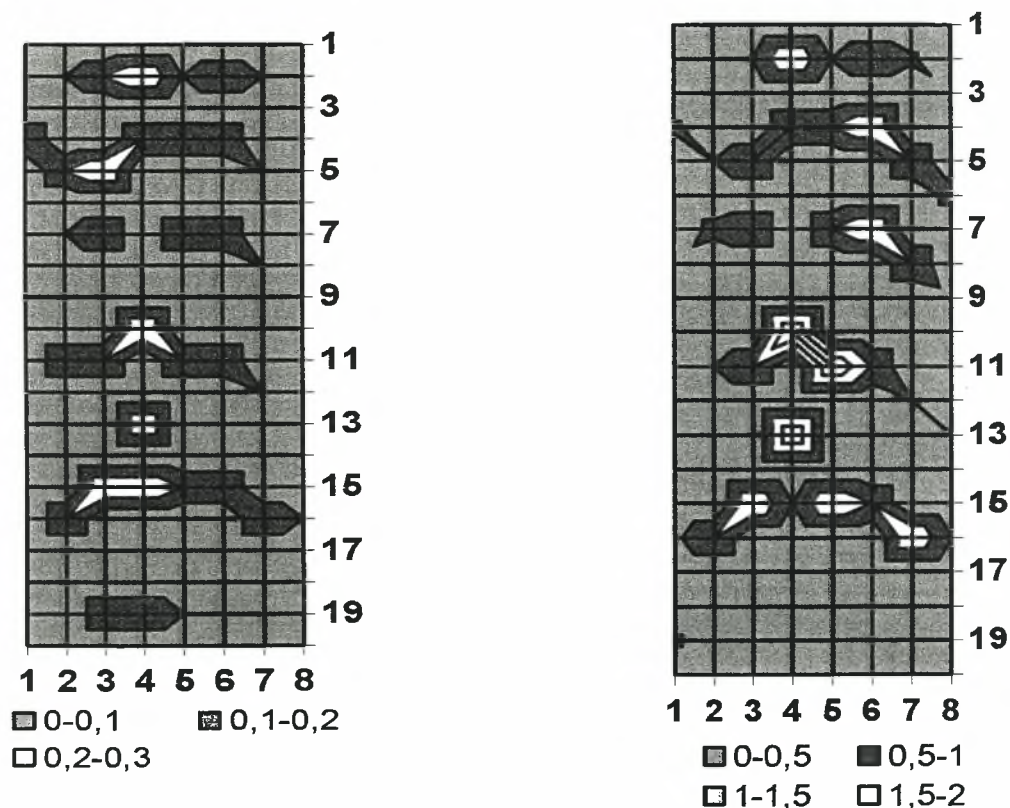


Σχήμα 11. Αριθμός των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στις διάφορες μεταχειρίσεις

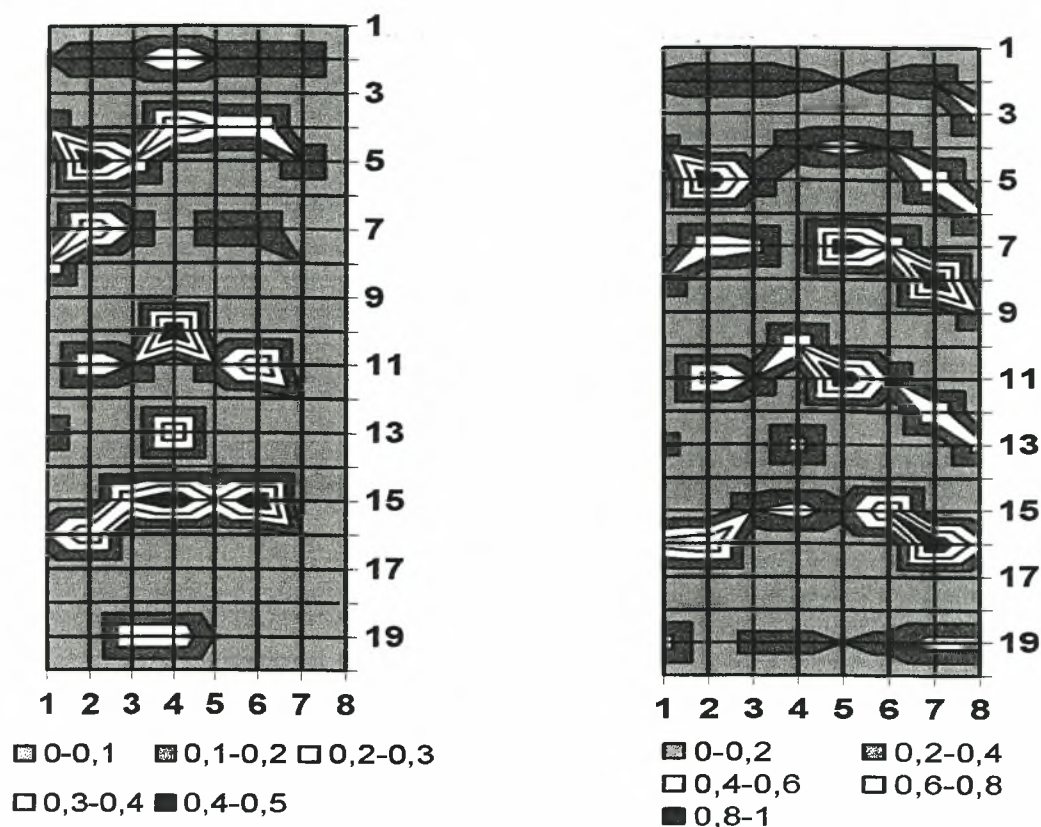
Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 11, παρατηρείται και εδώ μια χρονική υστέρηση στην εμφάνιση των θριπών στο θερμοκήπιο που δεσμεύει όλο το φάσμα

της UV ακτινοβολίας. Στα δύο θερμοκήπια (μάρτυρας και UV₃), θρίπες παρατηρούνται πάνω στα φυτά από την 15^η εβδομάδα, ενώ στο άλλο θερμοκήπιο (UV₀) παρατηρούνται μετά από δύο εβδομάδες (17^η). Παράλληλα διαπιστώνεται και μια αύξηση των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά σε σχέση με το χρόνο, οπότε τις τελευταίες εβδομάδες της πειραματικής περιόδου εμφανίζεται ο μεγαλύτερος αριθμός των θριπών και στα τρία θερμοκήπια. Τέλος, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω υπάρχει μια μικρή υπεροχή στον αριθμό των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στο μάρτυρα σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια.

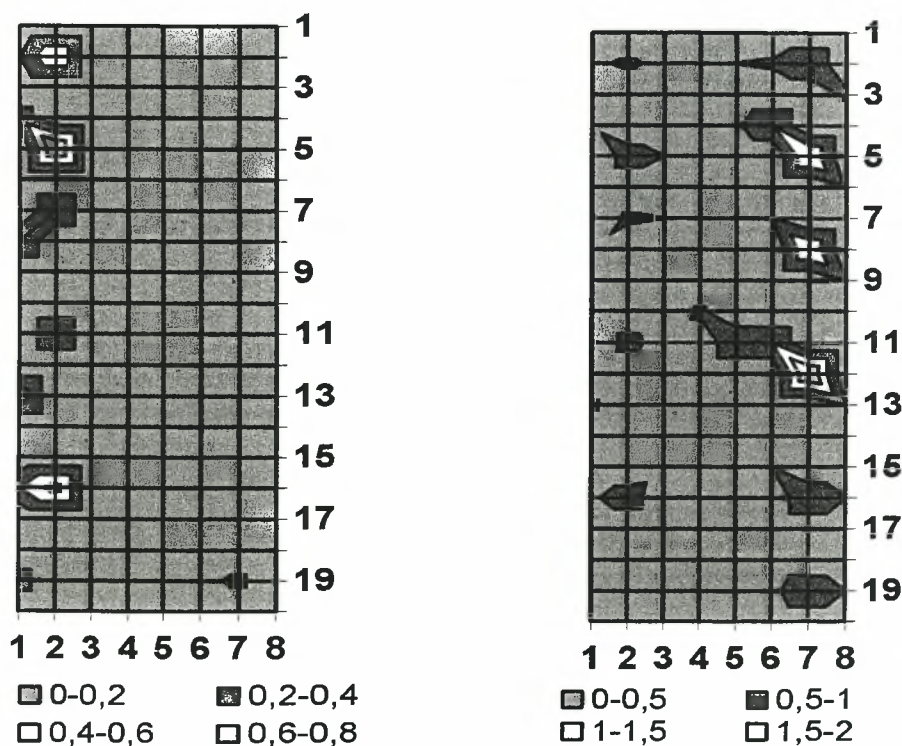
Στα σχήματα 12 (α), (β) και (γ) απεικονίζεται η χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε δύο χρονικές περιόδους, στο μέσο (11^η έως 18^η εβδομάδα) και στο τέλος της περιόδου (19^η έως 26^η εβδομάδα) των παρατηρήσεων. Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία που αναφέρθηκε παραπάνω για τις παγίδες, όμως εδώ χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των θριπών που καταμετρήθηκαν πάνω στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων.



Σχήμα 12 (α). Χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).



Σχήμα 12 (β). Χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο (3 % UV) θερμοκήπιο, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ)

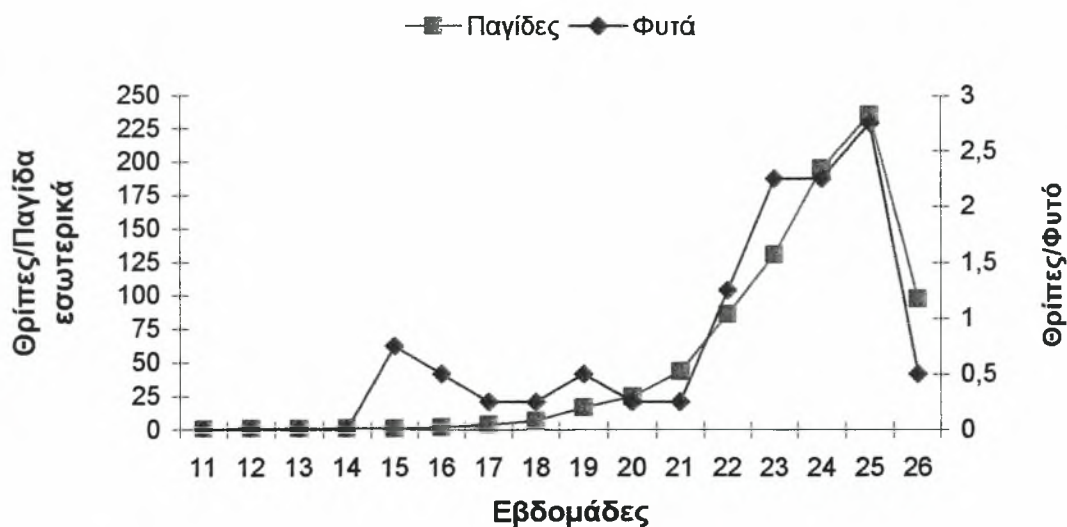


Σχήμα 12 (γ). Χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο (0 % UV) θερμοκήπιο, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ)

Όπως φαίνεται στα ανωτέρω σχήματα, οι θρίπες που εισήλθαν και εγκαταστάθηκαν πάνω στα φυτά στο θερμοκήπιο που απορροφά πλήρως την UV ακτινοβολία (UV_0) βρισκόταν κυρίως στα δύο ακριανά μέρη του τόσο την 1^η, όσο και στη 2^η περίοδο. Αντίθετα, στα άλλα δύο θερμοκήπια (μάρτυρας και UV_3), έχουμε μια μεγαλύτερη διασπορά στην εγκατάσταση των θριπών σε όλα τα φυτά, με μεγαλύτερη τάση συγκέντρωσης στο κέντρο του θερμοκηπίου και τις δύο χρονικές περιόδους.

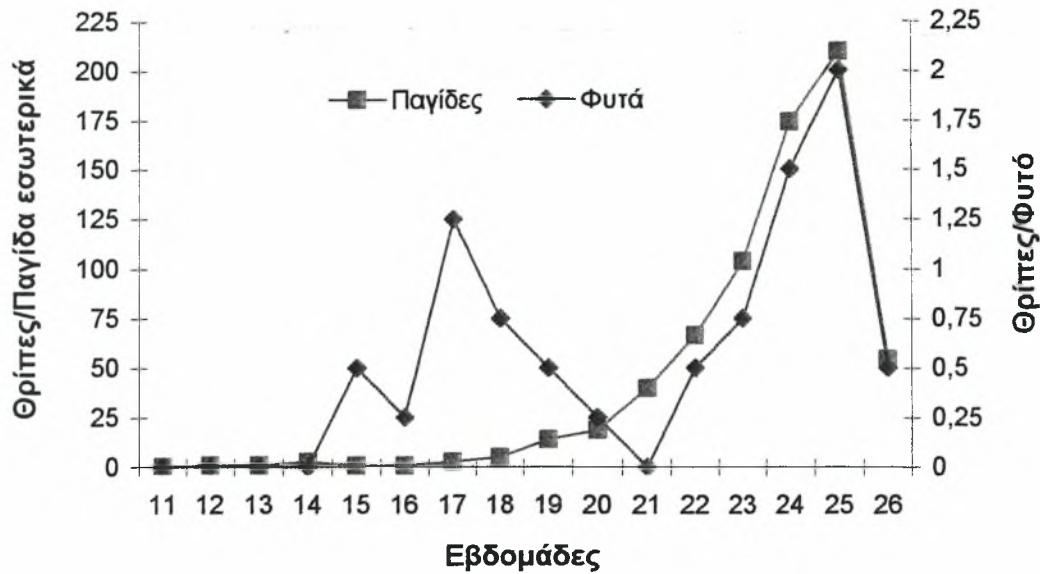
3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων των θριπών σε φυτά και παγίδες

Στις γραφικές παραστάσεις που εμφανίζονται στα παρακάτω σχήματα 13 και 14 (α),(β) και (γ) φαίνεται η συσχέτιση των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και του αριθμού των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια σε εξέλιξη με το χρόνο και μεταξύ τους αντίστοιχα.

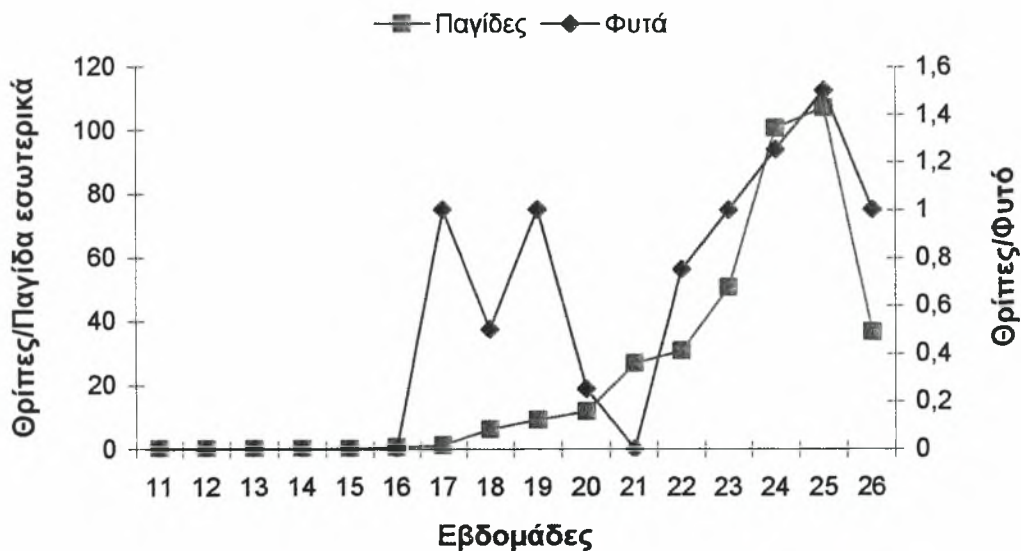


Σχήμα 13 (α). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στον μάρτυρα 7% UV

Από τα σχήματα 13 και 14 (α) φαίνεται η συσχέτιση που υπάρχει στην παράλληλη πορεία των μετρήσεων των θριπών πάνω στα φυτά και στις κολλητικές παγίδες στο εσωτερικό του μάρτυρα ($R^2=0,86$, $P<0,01$). Όμοια, στα σχήματα 13 και 14 (β) φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 3 % UV ($R^2=0,62$, $P<0,018$).

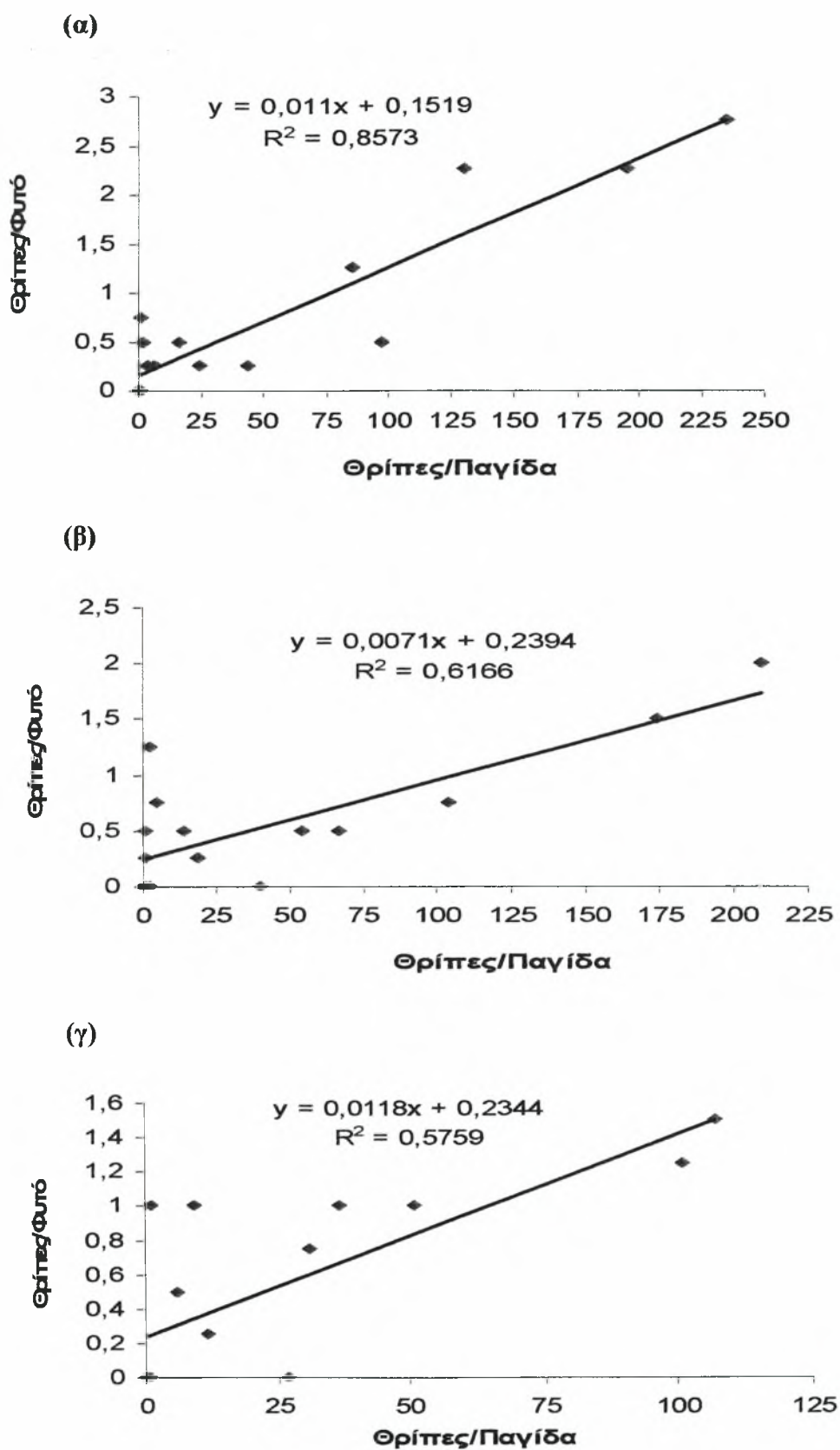


Σχήμα 13 (β). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στο θερμοκήπιο με 3 % UV



Σχήμα 13 (γ). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0 % UV

Αντίστοιχα στα σχήματα 13 και 14 (γ), φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 0 % UV ακτινοβολία ($R^2=0,57$, $P<0,023$). Ωστόσο ισχυρή συσχέτιση φαίνεται να υπάρχει μόνο στην πρώτη περίπτωση, στις συλλήψεις των θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα (7 % UV).



Σχήμα 14. Συσχέτιση των συλλήψεων των θριπών στις παγίδες και πάνω στα φυτά (α) στον μάρτυρα, (β) στο θερμοκήπιο με 3 % UV ακτινοβολία και (γ) στο θερμοκήπιο με 0 % UV ακτινοβολία.

3.2 ΑΦΙΔΕΣ

3.2.1 Συλλήψεις αφίδων στις παγίδες Moericke

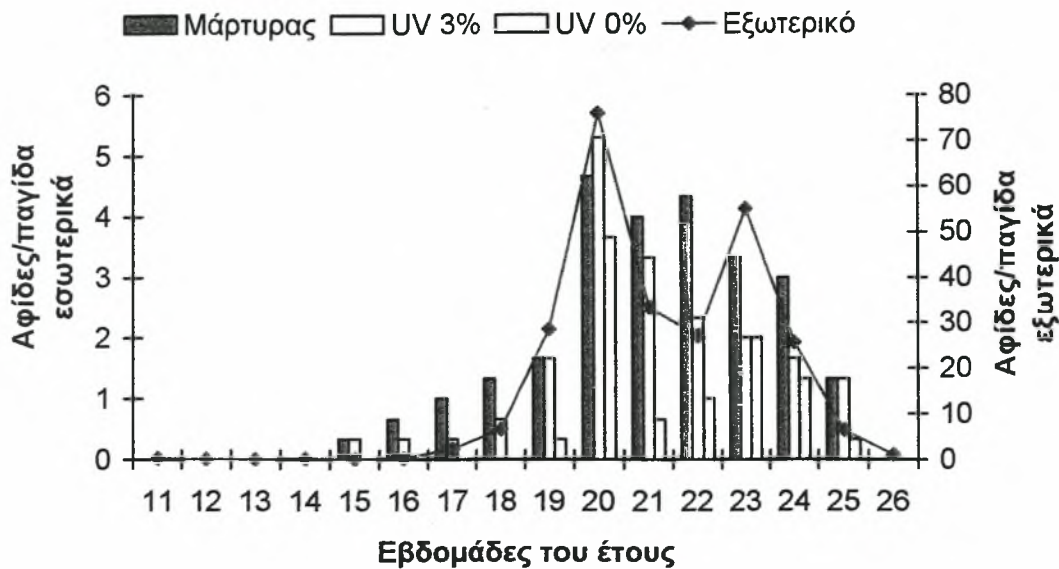
Οι συλλήψεις των αφίδων στις κίτρινες παγίδες νερού τύπου Moericke τόσο στον εξωτερικό, όσο και στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Όπως βλέπουμε στον πίνακα ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων αφίδων στις παγίδες νερού που βρισκόταν στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν που καταγράφηκε εσωτερικά των τριών θερμοκηπίων. Στο θερμοκήπιο μάρτυρας (UV 7%) καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός πτερωτών αφίδων σε σχέση με τα άλλα δύο (UV 3%) και (UV 0%), ωστόσο οι διαφορές ήταν στατιστικώς σημαντικές μόνο στη δεύτερη περίπτωση. Επίσης στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (UV 3%) ο αριθμός των συλληφθέντων αφίδων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με αυτό που δεσμεύει όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας (UV 0%), στο οποίο παρατηρήθηκαν και οι λιγότερες συλλήψεις πτερωτών αφίδων.

Πίνακας 4. Αριθμός συλληφθέντων πτερωτών αφίδων στις παγίδες Moericke στον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	8	262 a*	52,64
2	Μάρτυρας – UV ₇	3	25,7 b	2,35
3	UV ₃	3	19,3 b	3,4
4	UV ₀	3	9,3 c	6,6

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 3,13$ και $F = 64,14$

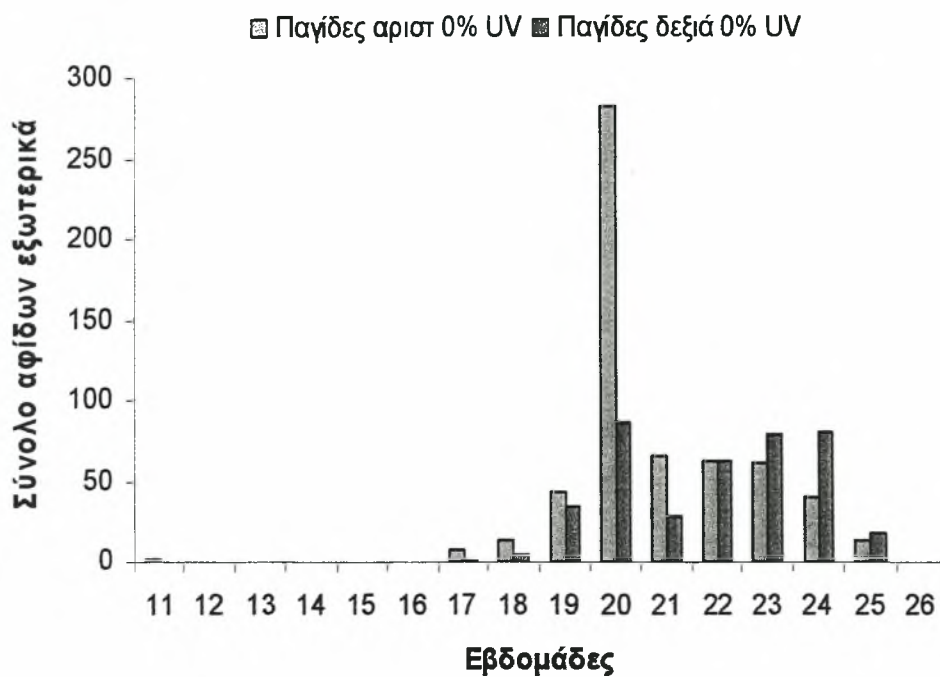
Η διακύμανση των συλληφθέντων πτερωτών αφίδων στις παγίδες εξωτερικά και εσωτερικά των θερμοκηπίων φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 15.



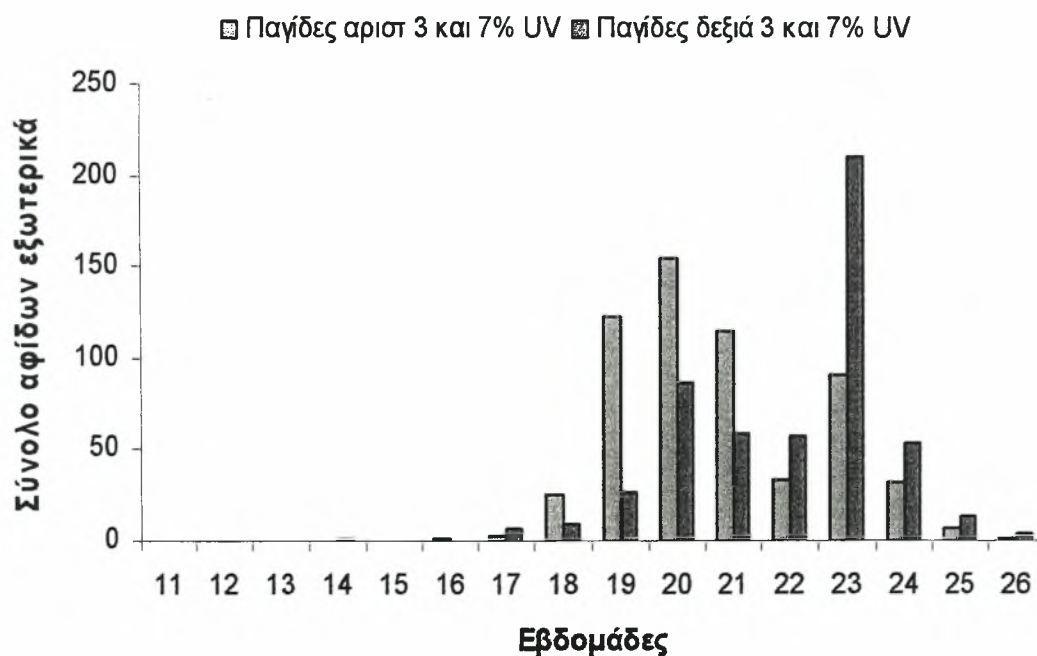
Σχήμα 15. Αριθμός συλληφθέντων πτερωτών αφίδων στις παγίδες Moericke εσωτερικά και εξωτερικά των θερμοκηπίων.

Από το Σχήμα 15 μπορούμε να δούμε ότι οι συλλήψεις στο θερμοκήπιο που δεσμεύει όλο το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας (UV 0%), ξεκινούν αργότερα την 19^η εβδομάδα (7 Μαΐου) σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια στα οποία είχαμε συλλήψεις από την 15^η εβδομάδα (9 Απριλίου). Ακόμη διαπιστώνουμε ότι το μέγιστο των συλλήψεων των αφίδων τόσο εξωτερικά, όσο και εσωτερικά των θερμοκηπίων παρατηρείται την 20^η εβδομάδα.

Στα σχήματα 16 φαίνεται η εξέλιξη των συλλήψεων των αφίδων στις 2 παγίδες νερού αριστερά και δεξιά του εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου με 0% UV. Από το Σχήμα 16 προκύπτει ότι τις πρώτες εβδομάδες των παρατηρήσεων (17^η έως 21^η) στην αριστερή εξωτερική πλευρά του θερμοκηπίου UV₀ είχαμε περισσότερες συλλήψεις πτερωτών αφίδων σε σχέση με την δεξιά, με ένα μέγιστο την 20^η εβδομάδα. Ενώ μετέπειτα, τις τελευταίες εβδομάδες (23^η έως 26^η) των παρατηρήσεων, η τάση άλλαξε με υψηλότερες συλλήψεις να εμφανίζονται στην δεξιά πλευρά του θερμοκηπίου σε σχέση με την αριστερή. Το αντίστοιχο μοτίβο εμφανίζεται και στο Σχήμα 17, όσον αφορά τις συλλήψεις των αφίδων στις παγίδες νερού εξωτερικά των θερμοκηπίων του μάρτυρα και εκείνου με 3 UV%. Όπως φαίνεται, εδώ έχουμε την εμφάνιση δύο μεγίστων στις συλλήψεις των αφίδων το πρώτο την 20^η εβδομάδα στις παγίδες αριστερά των θερμοκηπίων και το δεύτερο την 23^η εβδομάδα στις παγίδες δεξιά των θερμοκηπίων.

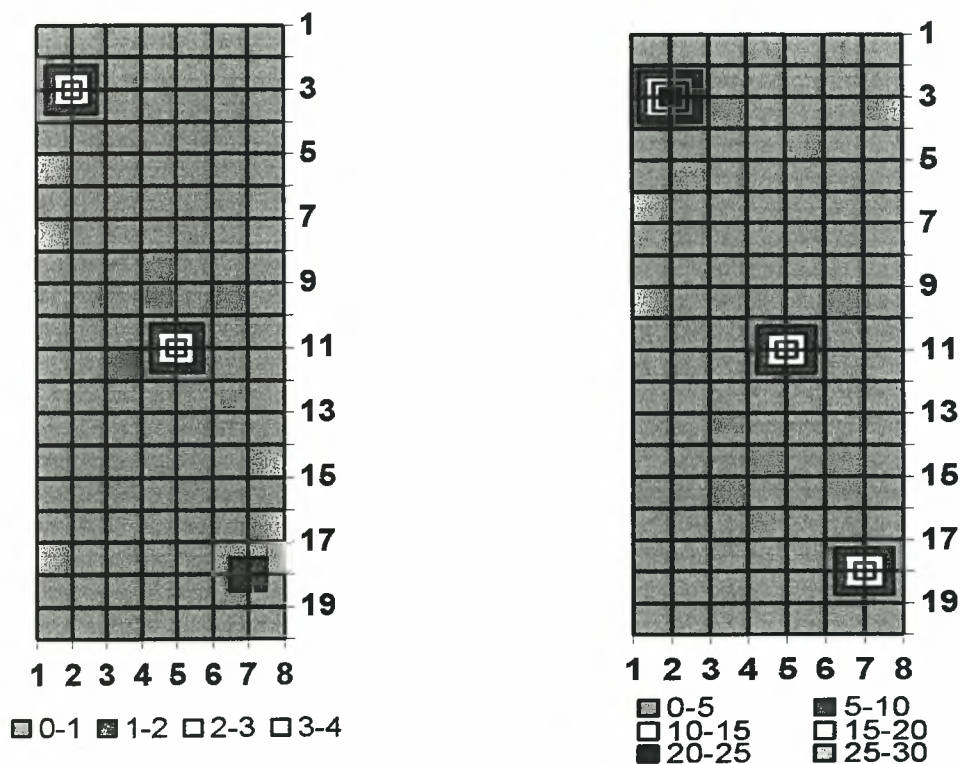


Σχήμα 16. Διακύμανση των συλληφθέντων αφίδων στις 2 παγίδες νερού στο εξωτερικό χώρο αριστερά και δεξιά του θερμοκηπίου με 0% UV

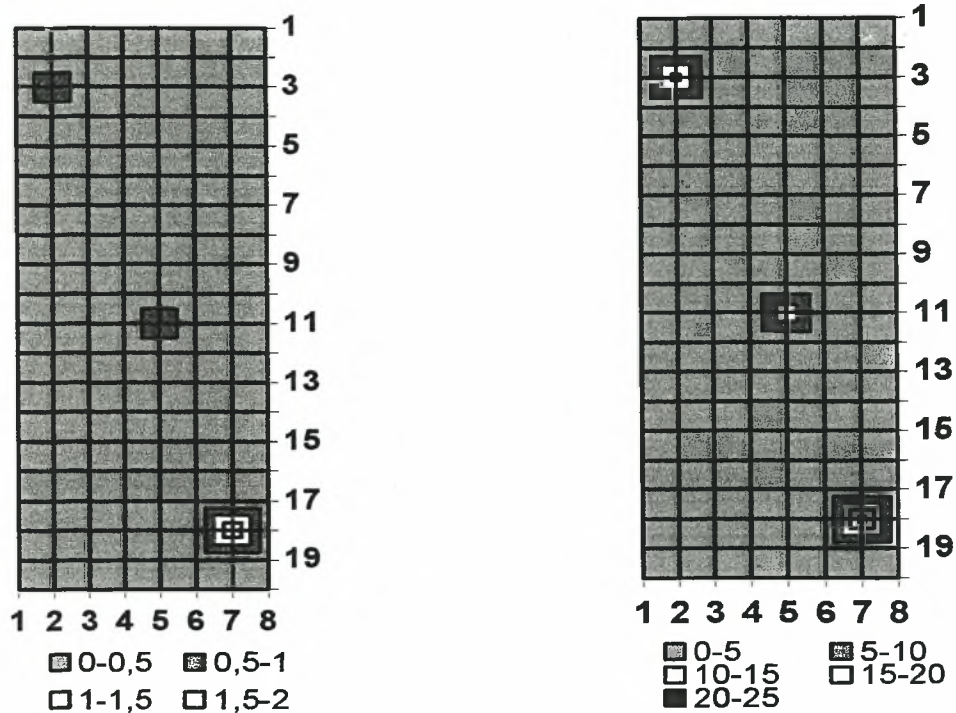


Σχήμα 17. Διακύμανση των συλληφθέντων αφίδων στις 2 παγίδες νερού στο εξωτερικό χώρο αριστερά και δεξιά των θερμοκηπίων του μάρτυρα (7%) και 3% UV

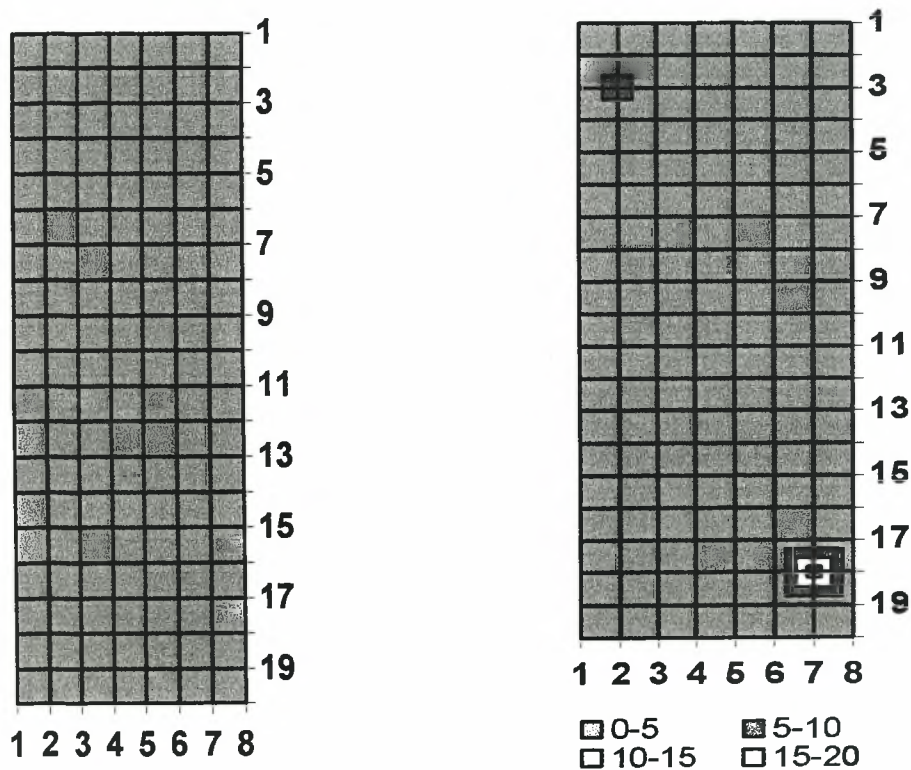
Στα παρακάτω σχήματα 18 (α), (β) και (γ) απεικονίζεται η χωρική κατανομή των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες νερού τύπου Moericke σε δύο χρονικές περιόδους, στο μέσο (11^η έως 18^η εβδομάδα) και στο τέλος (19^η έως 26^η εβδομάδα) των παρατηρήσεων στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων (μάρτυρας, 3% UV και 0% UV αντίστοιχα). Η επεξεργασία έγινε με την βοήθεια του πακέτου επεξεργασίας λογιστικών φύλλων Excel και η διαδικασία ήταν ανάλογη με αυτή των θριπών. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από το Σχήμα 18 (γ), υπάρχει μια σημαντική καθυστέρηση στην έναρξη των συλλήψεων των αφίδων στο θερμοκήπιο με 0% UV. Παράλληλα είναι πολύ μικρότερος ο αριθμός των συλληφθέντων αφίδων στην παγίδα που είναι τοποθετημένη στο κέντρο του θερμοκηπίου σε σχέση με τις άλλες δύο ακριανές. Υπάρχει μια τάση δηλαδή συγκέντρωσης των αφίδων στις δύο ακριανές πλευρές των θερμοκηπίων, κάτι τέτοιο συμβαίνει με μικρότερη ένταση και στο θερμοκήπιο με 3% UV. Αντιθέτως στον μάρτυρα η κατάσταση είναι πιο εξισορροπημένη, με την σύλληψη αφίδων και στις τρεις παγίδες εντός του θερμοκηπίου.



Σχήμα 18 (α). Χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στις παγίδες Moericke στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).

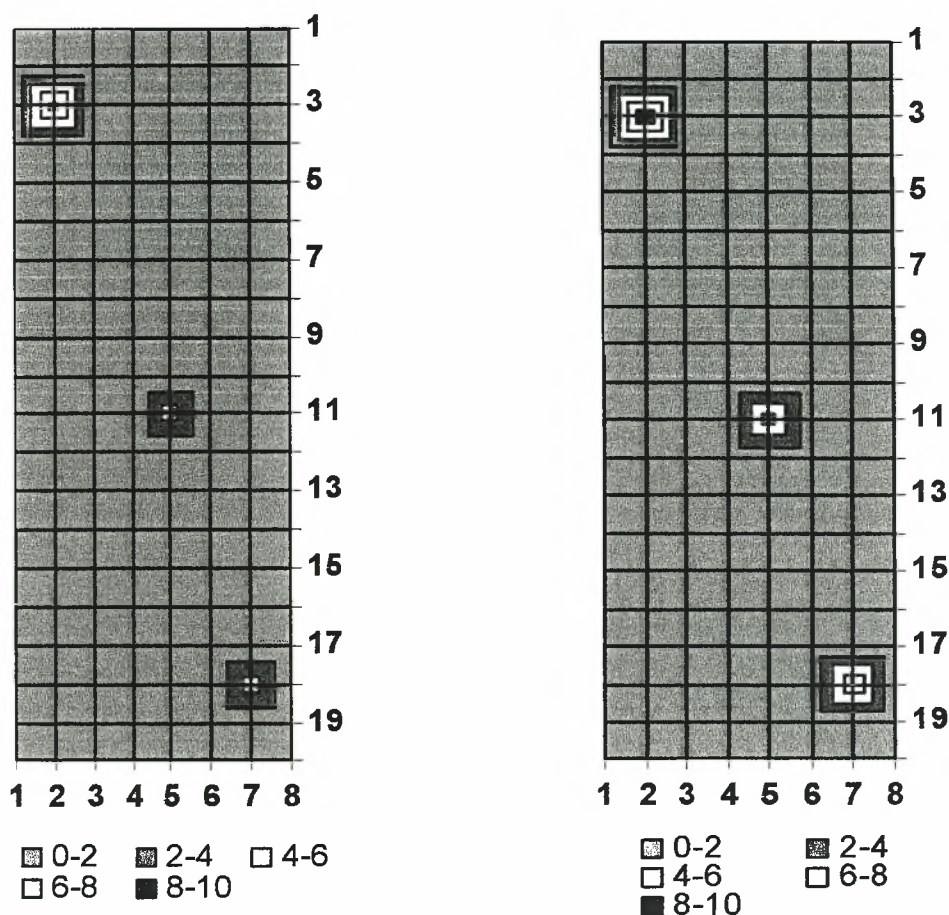


Σχήμα 18 (β). Χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στις παγίδες Moericke στο θερμοκήπιο 3% UV, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).



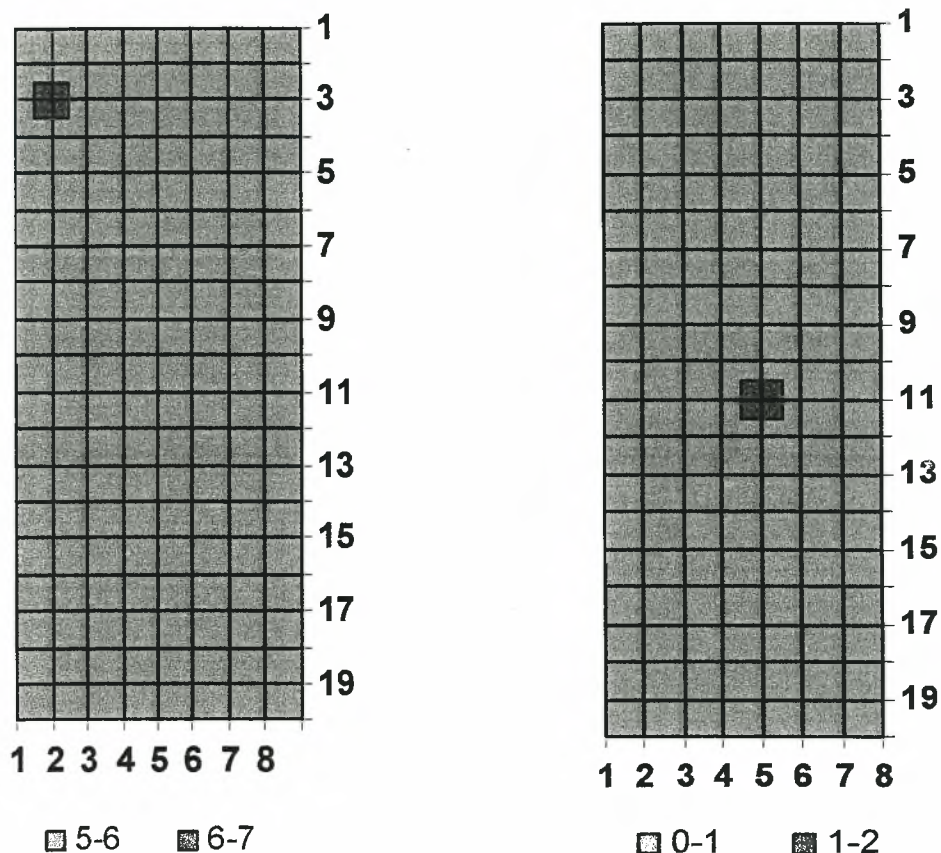
Σχήμα 18 (γ). Χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στις παγίδες Moericke στο θερμοκήπιο 0% UV αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).

Πάντως και εδώ για να δούμε πως εξελίσσεται καλύτερα η χωρική κατανομή των αφίδων και η προοδευτική μετακίνησή τους στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου χωρίσαμε το δεύτερο μισό (19^η – 26^η εβδομάδα) σε επιμέρους περιόδους, όπως ακριβώς έγινε και με τους θρίπες. Στα σχήματα (19 έως 24) εμφανίζεται αναλυτικά η χωρική κατανομή των αφίδων για κάθε περίοδο που αντιστοιχεί σε παρατηρήσεις δύο εβδομάδων.



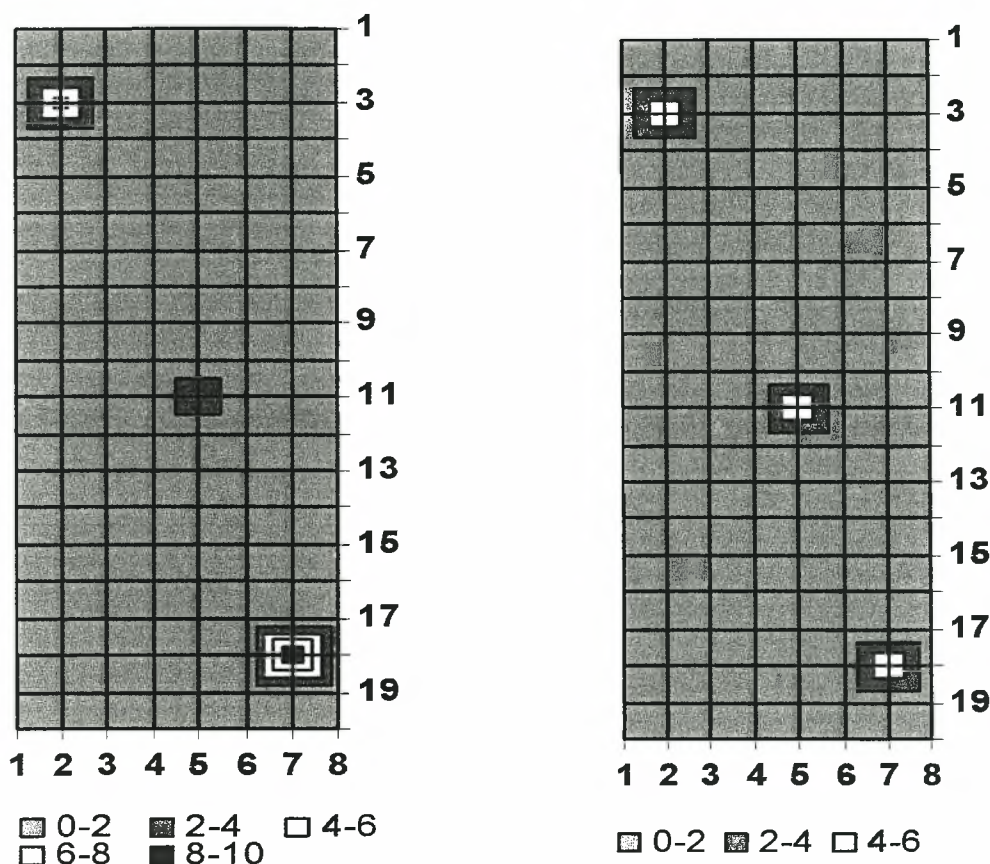
Σχήμα 19. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο παραπάνω σχήμα (19), τις δύο αυτές περιόδους έχουμε συλλήψεις αφίδων και στις τρεις παγίδες εντός του θερμοκηπίου με την πλειονότητα των συλλήψεων να λαμβάνει χώρα στην παγίδα που είναι τοποθετημένη στην αριστερή πλευρά. Κατόπιν εμφανίζεται μια μετακίνηση των αφίδων προς τις παγίδες της κεντρικής και δεξιάς πλευράς του θερμοκηπίου.



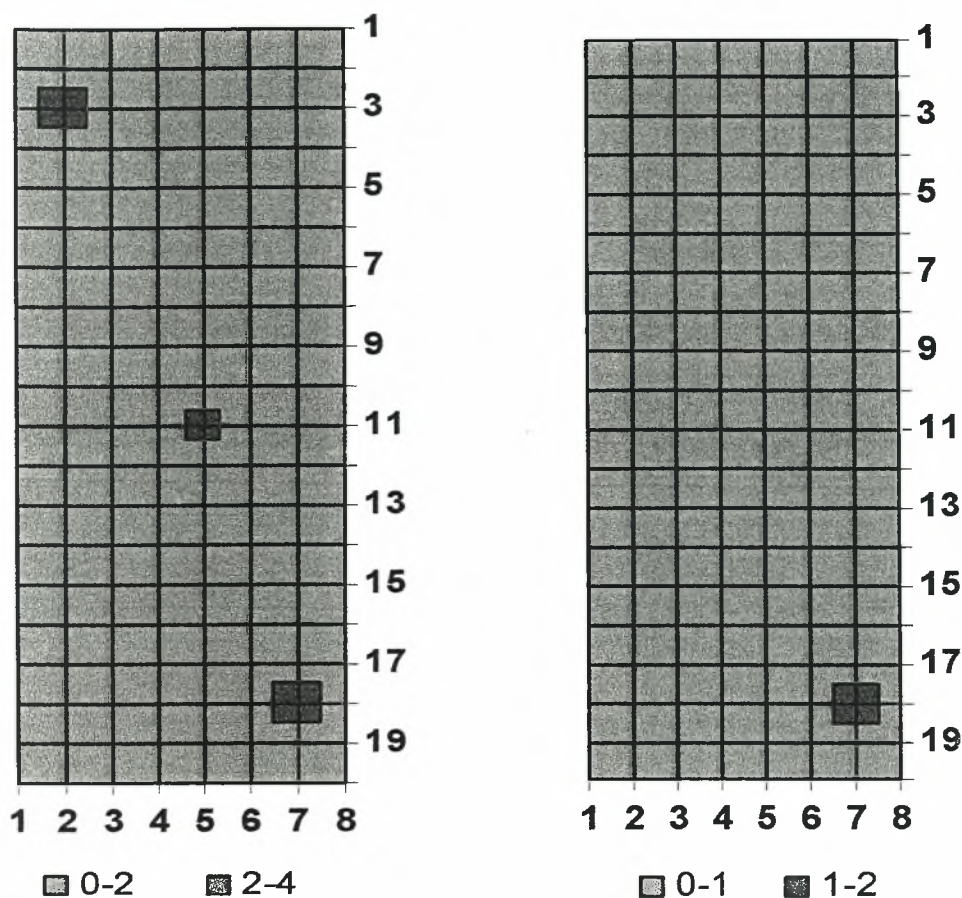
Σχήμα 20. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την περίοδο (23^η – 24^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (25^η – 26^η εβδ).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 20, τις δύο τελευταίες περιόδους των παρατηρήσεων εμφανίζεται μια ισορροπημένη χωρική κατανομή των αφίδων εντός του θερμοκηπίου με μια τάση υψηλότερης συγκέντρωσης του πληθυσμού αρχικά στην παγίδα που ήταν τοποθετημένη στην αριστερή πλευρά του θερμοκηπίου και κατόπιν μετακίνησης του πληθυσμού εσωτερικά στην παγίδα που βρισκόταν στο κεντρικό μέρος του θερμοκηπίου. Γενικότερα μπορούμε να πούμε ότι εμφανίζεται μια εξισορροπημένη κατάσταση στην χωρική κατανομή των αφίδων στο εσωτερικό του μάρτυρα, με τη συγκέντρωσή τους και στις τρεις παγίδες εντός του θερμοκηπίου.



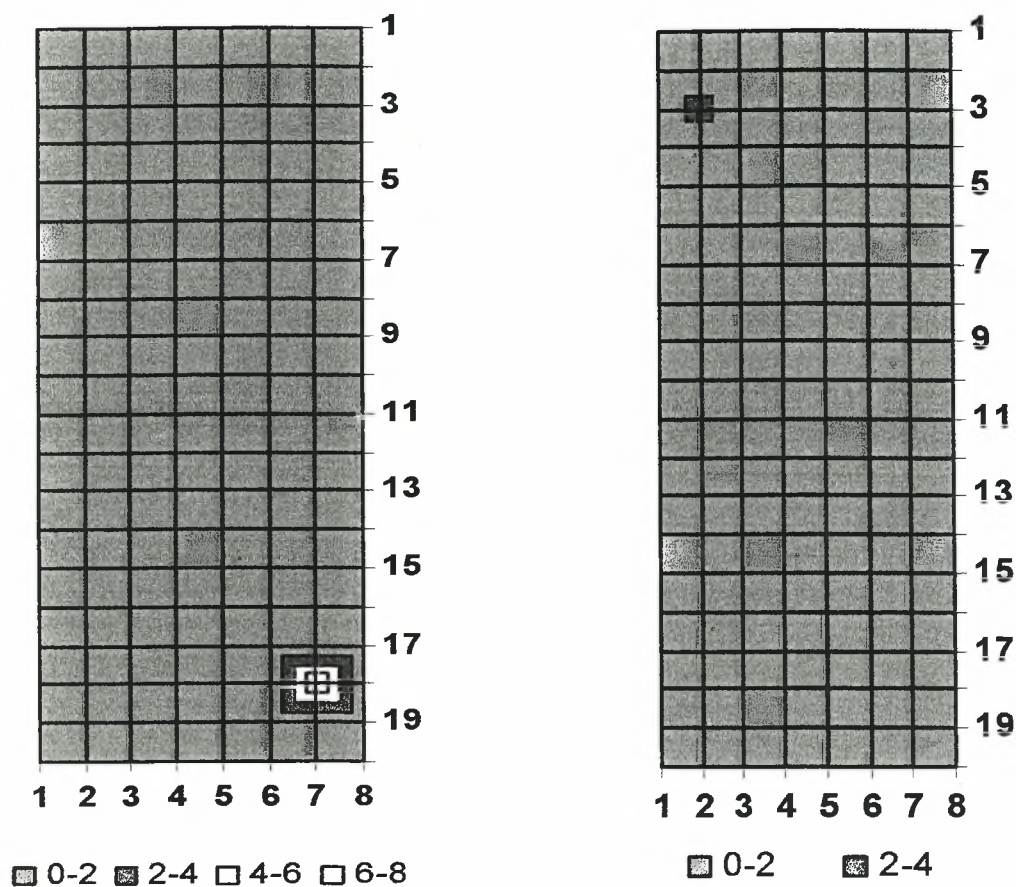
Σχήμα 21. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 3 % UV, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

Παρατηρώντας το Σχήμα 21, μπορούμε να διαπιστώσουμε πως την πρώτη περίοδο των παρατηρήσεων υπήρχε μια τάση συγκέντρωσης των αφίδων στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στις ακριανές πλευρές του θερμοκηπίου (3 % UV) και κυρίως σε αυτήν που βρισκόταν στην δεξιά πλευρά. Εν συνεχεία την δεύτερη περίοδο των παρατηρήσεων, παρατηρείται μια μετακίνηση του πληθυσμού προς την κεντρική πλευρά με συνέπεια να εμφανίζεται μια ισορροπημένη κατάσταση στη χωρική κατανομή των αφίδων εντός του θερμοκηπίου.



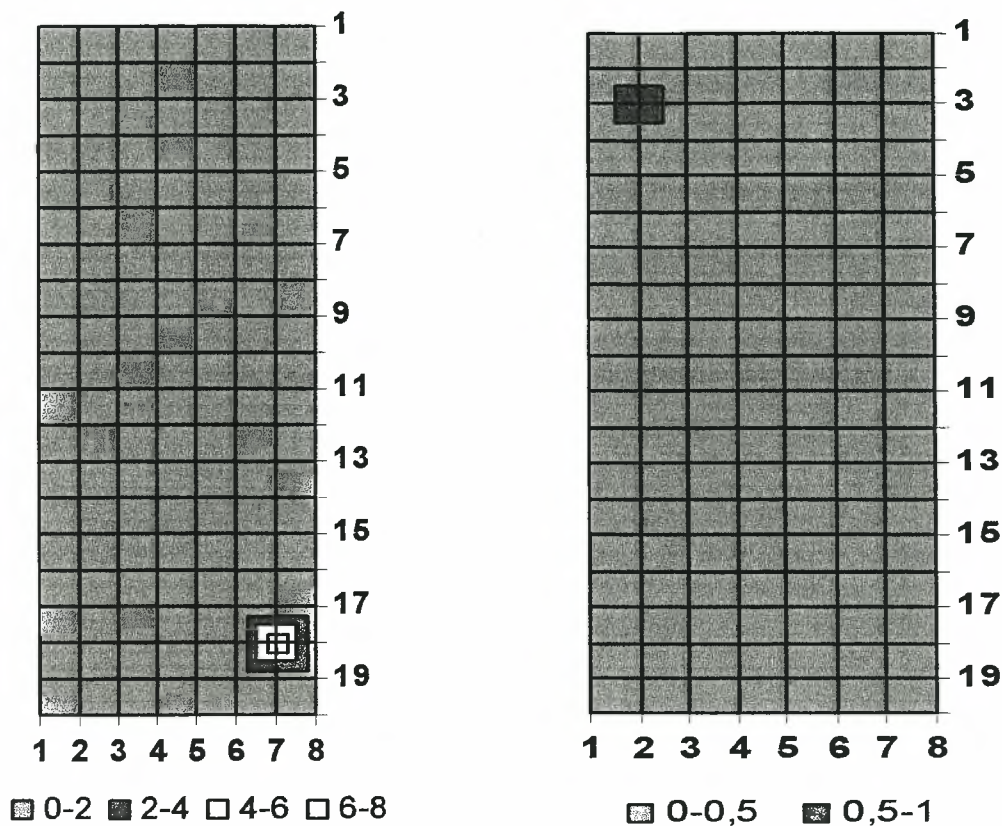
Σχήμα 22. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 3 % UV, αριστερά την περίοδο (23^η – 24^η εβδομάδα) και δεξιά την περίοδο (25^η – 26^η εβδομάδα).

Από το παραπάνω σχήμα 22, φαίνεται αρχικά ότι συνεχίζεται η κατάσταση που είχε διαμορφωθεί από την προηγούμενη περίοδο με την εξισορροπημένη συγκέντρωση των αφίδων και στις τρεις παγίδες εντός του θερμοκηπίου με 3 % UV. Την τελευταία περίοδο των παρατηρήσεων όμως, έχουμε μια μετακίνηση του πληθυσμού των αφίδων προς την δεξιά πλευρά του θερμοκηπίου με συνέπεια να εμφανίζεται η τάση συγκέντρωσής τους στο δεξιό άκρο του θερμοκηπίου και λιγότερο στην κεντρική και αριστερή πλευρά αυτού.



Σχήμα 23. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0 % UV, αριστερά την περίοδο (19^η – 20^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (21^η – 22^η εβδ).

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 23, αρχικά την πρώτη περίοδο των παρατηρήσεων υπάρχει μια τάση συγκέντρωσης των αφίδων στην παγίδα που βρισκόταν στο δεξιό άκρο του θερμοκηπίου με 0 % UV. Την επόμενη περίοδο των παρατηρήσεων παρατηρείται το ίδιο μοτίβο, που εμφανίζει συγκέντρωση των αφίδων στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στις ακριανές πλευρές των θερμοκηπίου. Απλώς τώρα, εμφανίζεται μετακίνηση του πληθυσμού των αφίδων προς την αντίθετη πλευρά του θερμοκηπίου, την αριστερή.



Σχήμα 24. Η χωρική κατανομή των συλληφθέντων αφίδων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0 % UV, αριστερά την περίοδο (23^η – 24^η εβδ) και δεξιά την περίοδο (25^η – 26^η εβδ).

Παρατηρώντας το Σχήμα 24, διαπιστώνεται η συνέχεια της τάσης που είχε διαμορφωθεί στις δύο προηγούμενες περιόδους. Εμφανίζεται δηλαδή, μια τάση συγκέντρωσης των αφίδων στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στις ακριανές πλευρές του θερμοκηπίου με 0 % UV, πότε στην δεξιά και πότε στην αριστερή πλευρά, ενώ ο αριθμός τους στην παγίδα που βρισκόταν στον κεντρικό διάδρομο ήταν σημαντικά μικρότερος.

3.2.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά

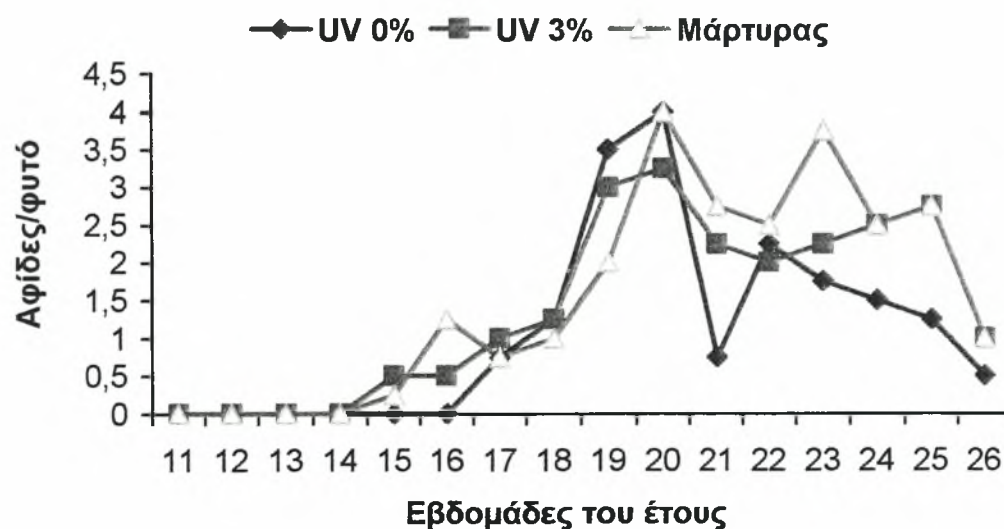
Ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια εμφανίζεται στον Πίνακα 5. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο συνολικό αριθμό των μετρούμενων αφίδων συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου. Ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά στο μάρτυρα (UV 7%) ήταν λίγο μεγαλύτερος απ' ό τι στα άλλα δύο θερμοκήπια (UV 3% και 0%), ωστόσο οι διαφορές δεν είναι στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Πίνακας 5. Αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων ανά φυτό στα τρία θερμοκήπια

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Μάρτυρας – (7% UV)	40	2,45 a*	1,11
2	3% UV	40	2,12 a	3,5
3	0% UV	40	1,75 a	4,38

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,06$, $DF = 2,9$ και $F = 3,84$.

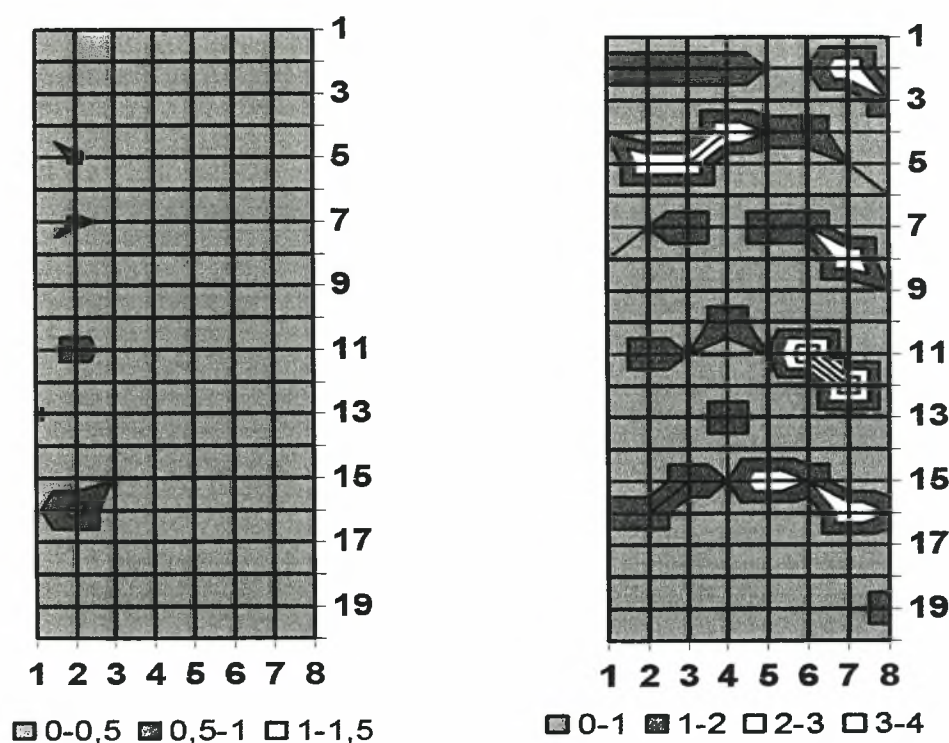
Η διακύμανση των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 25.



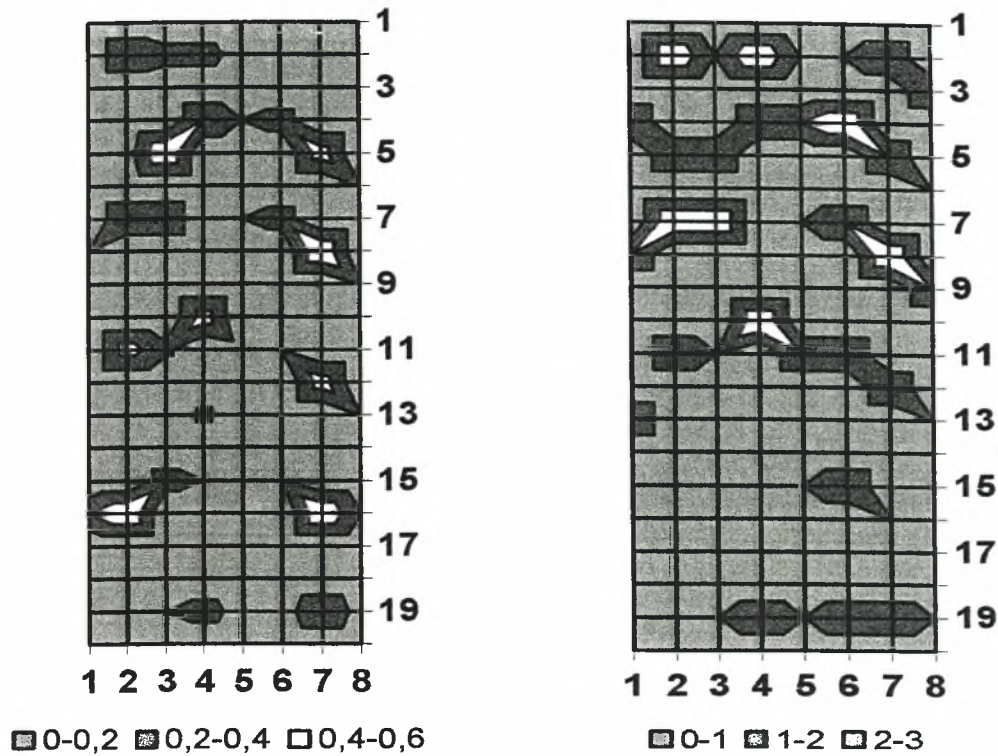
Σχήμα 25. Αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά στα τρία θερμοκήπια

Από το Σχήμα 25 φαίνεται ότι υπήρχε μια καθυστέρηση στην εμφάνιση των αφίδων πάνω στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0% UV κατά δύο εβδομάδες (17^η εβδομάδα), σε σχέση με τον μάρτυρα 7 % UV και το θερμοκήπιο με 3 % UV στα οποία εμφανίστηκαν αφίδες από την 15^η εβδομάδα.

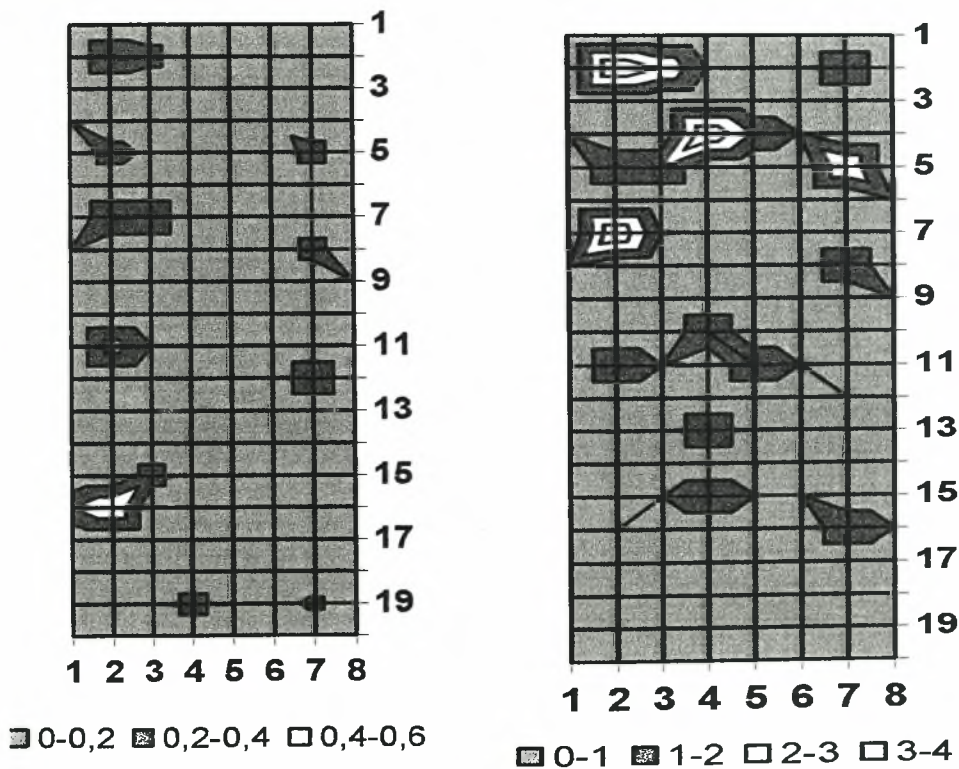
Στα σχήματα 26 (α), (β) και (γ) εμφανίζεται η χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων (μάρτυρας, 3 % UV και 0% UV αντίστοιχα), σε δύο χρονικές περιόδους στο μέσο (11^η έως 18^η εβδομάδα) και στο τέλος (19^η έως 26^η εβδομάδα) των παρατηρήσεων. Οι αφίδες αρχικά εντοπίστηκαν σε φυτά που βρίσκονταν περιμετρικά των θερμοκηπίων και μόνο στο θερμοκήπιο με 3 % UV εμφανίστηκαν και στον κεντρικό άξονα του θερμοκηπίου. Στη δεύτερο περίοδο, οι αφίδες εντοπίστηκαν σχεδόν σε όλα τα φυτά του θερμοκηπίου, με μια υψηλότερη τάση συγκέντρωση στους στις ακριανές σειρές των φυτών.



Σχήμα 26 (α). Χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).



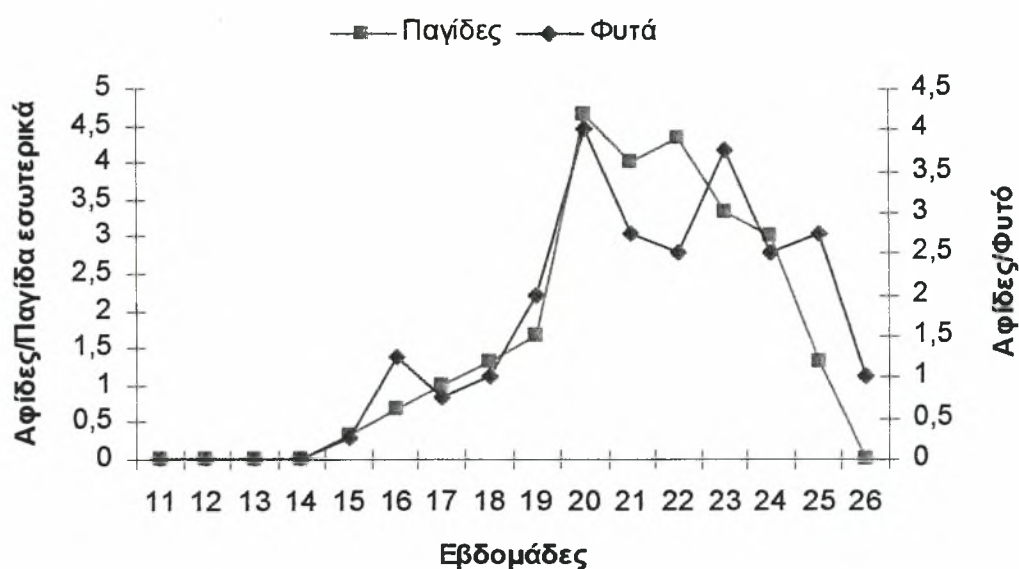
Σχήμα 26 (β). Χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 3 % UV, αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).



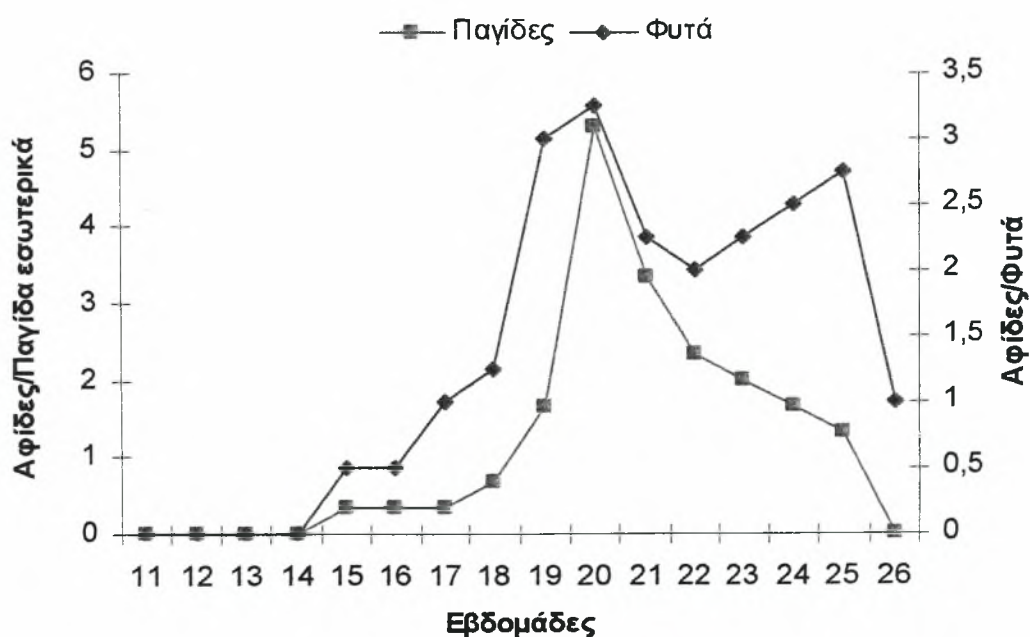
Σχήμα 26 (γ). Χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0 % UV αριστερά την πρώτη περίοδο (11 - 18^η εβδ) και δεξιά την δεύτερη (19 - 26^η εβδ).

3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των αφίδων σε φυτά και παγίδες

Στις γραφικές παραστάσεις που εμφανίζονται στα παρακάτω σχήματα 27 και 28 (α),(β) και (γ) φαίνεται η συσχέτιση των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες τύπου Moericke και του αριθμού των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε εξέλιξη με τον χρόνο και μεταξύ τους αντίστοιχα.

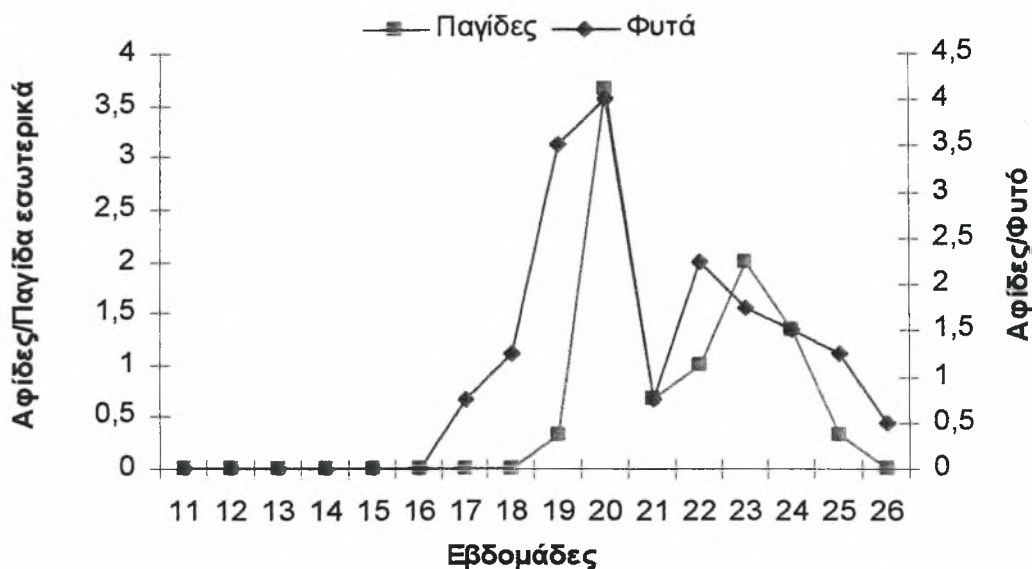


(α)



(β)

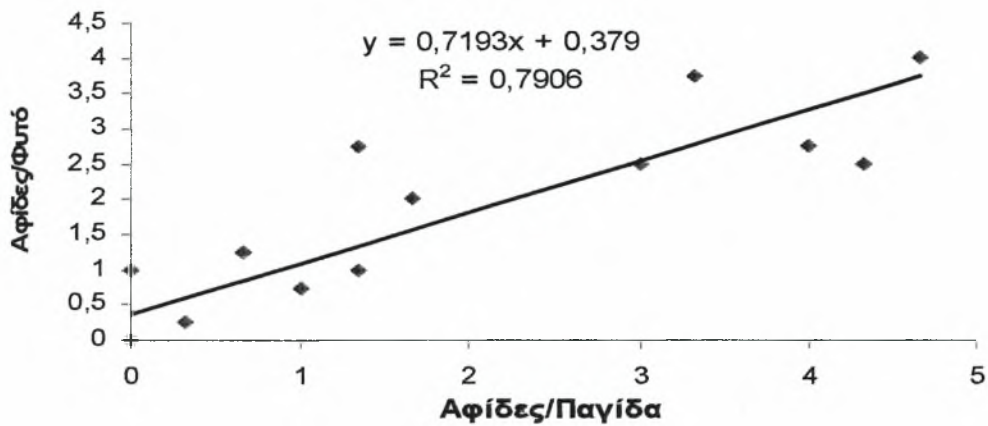
(γ)



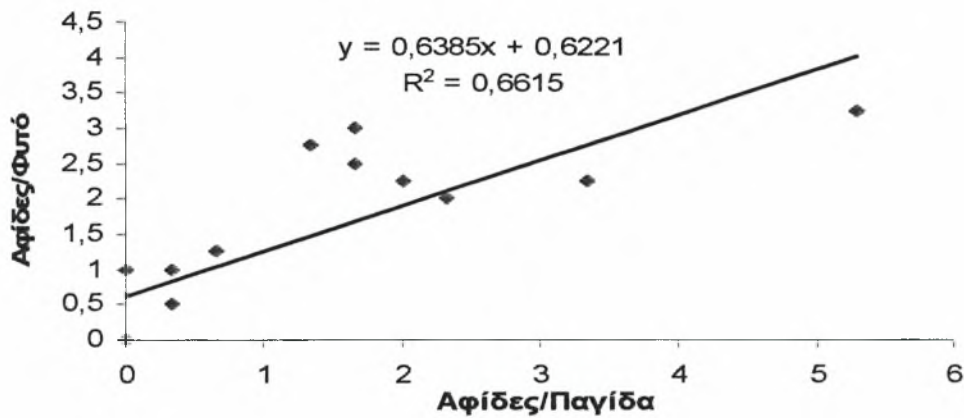
Σχήμα 27. Συλλήψεις πτερωτών αφίδων στις παγίδες Moericke και αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά (α) μάρτυρας, (β) θερμοκήπιο με 3 % UV ακτινοβολία και (γ) θερμοκήπιο με 0 % UV ακτινοβολία

Στα σχήματα 27 και 28 (α) παρουσιάζεται το γράφημα των συλλήψεων των πτερωτών αφίδων στις παγίδες νερού και των παρατηρούμενων ατόμων πάνω στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα, από τα οποία φαίνεται η παράλληλη πορεία των μετρήσεων και η συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ τους ($R^2=0,79$, $P<0,001$). Ακολούθως στο θερμοκήπιο με 3 % UV, (Σχήμα 27 και 28 β), φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων στις παγίδες νερού και των αφίδων πάνω στα φυτά ($R^2=0,66$, $P<0,009$). Ενώ παράλληλη πορεία των μετρήσεων και συσχέτιση μεταξύ των αφίδων στα φυτά και στις παγίδες εμφανίζεται και στο θερμοκήπιο με 0 % UV ($R^2=0,55$, $P<0,001$), (Σχήμα 27 και 28 γ). Ωστόσο, ισχυρή συσχέτιση φαίνεται να υπάρχει μόνο στην πρώτη περίπτωση του μάρτυρα (7 % UV). Από τα ανωτέρω σχήματα φαίνονται οι αντίστοιχες χρονικές στιγμές που καταγράφηκαν οι μέγιστες τιμές των πτερωτών αφίδων στις παγίδες και πάνω στα φυτά, καθώς και η χρονική καθυστέρηση στην εμφάνιση των αφίδων στο θερμοκήπιο με 0 % UV (Σχήμα 27 γ) σε σχέση με τα άλλα δύο.

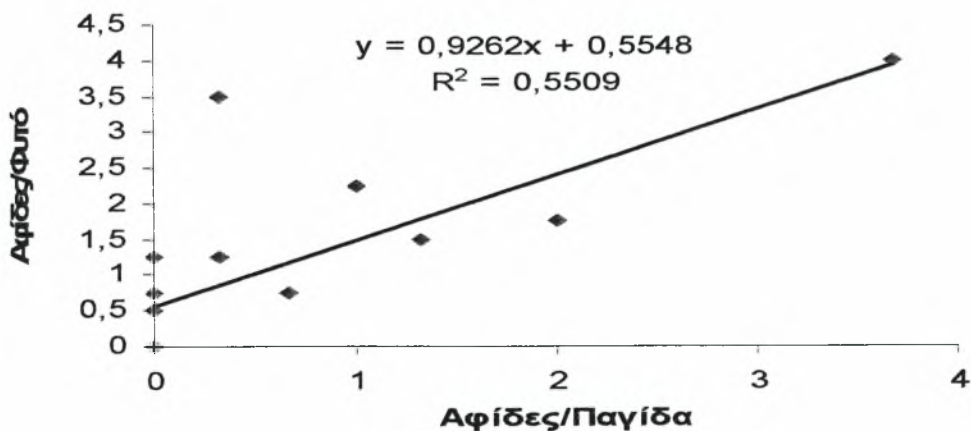
(α)



(β)



(γ)



Σχήμα 28. Συσχέτιση των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες και πάνω στα φυτά (α) στον μάρτυρα, (β) στο θερμοκήπιο με 3 % UV ακτινοβολία και (γ) στο θερμοκήπιο με 0 % UV ακτινοβολία.

3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΘΕΩΝ

Τα ποσοστά καρπόδεσης των ανθέων που είχαν καλυφθεί με τούλι ήταν υψηλά (92,4 % για το θερμοκήπιο UV₀, 93,4 % για το θερμοκήπιο UV₃ και 92,5 % στον μάρτυρα UV₇) και στις τρεις μεταχειρίσεις. Παράλληλα, επειδή η ποικιλία της καλλιεργούμενης τομάτας ήταν κατά μεγάλο ποσοστό παρθενοκαρπική και δεν ήταν δυνατό να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση της UV ακτινοβολίας στη δραστηριότητα των βομβύνων, ελέγχθηκαν οι επισκέψεις των ανθέων από τους βομβύνους, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στον πίνακα 6 αναλύονται τα αποτελέσματα της επίσκεψης των βομβύνων στα άνθη και των τριών μεταχειρίσεων.

Πίνακας 6. Ποσοστό επισκεψιμότητας των ανθέων (με μεταχρωματισμό του στύλου) από τους βομβύνους

Μεταχειρίσεις	Επισκέψεις ανθέων		Μη επισκέψεις ανθέων	
	N	%	N	%
Μάρτυρας – (7% UV)	122	(64,5%) a*	67	(35,5%)
3% UV	110	(58,5%) a	78	(41,5%)
0% UV	166	(69,74%) a	72	(30,26%)

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,358$, $DF=2$ και $X^2=2,05$. N= αριθμός ανθέων.

Φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα πως το μεγαλύτερο ποσοστό επισκέψεων των ανθέων από τους βομβύνους έλαβε χώρα στο θερμοκήπιο που απορροφά πλήρως το φάσμα της UV ακτινοβολίας (0% UV) και κατόπιν ακολούθησε κατά σειρά ο μάρτυρας (7% UV) και το θερμοκήπιο με (3% UV) με μικρά ποσοστά διαφοράς, ωστόσο οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Συνεπώς προκύπτει, ότι η δραστηριότητα των βομβύνων δεν επηρεάζεται από την χρησιμοποίηση των φωτοεκλεκτικών πλαστικών κάλυψης των θερμοκηπίων που δεσμεύουν την UV ακτινοβολία.

Τώρα όσον αφορά τον έλεγχο που έγινε για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα και η συμβολή των βομβύνων στο σχηματισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών, κατά την χρήση τους σε θερμοκήπια με φωτοεκλεκτικά φύλλα κάλυψης που επιτρέπουν την διέλευση μέρους ή πλήρους της UV ακτινοβολίας, διαπιστώθηκε ότι αρχικά για το βάρος (πίνακας 7 και 8) η κάλυψη των ανθέων με τούλι και η μη γονιμοποίηση τους από τους βομβύνους οδήγησε στην παραγωγή καρπών που διέφεραν σημαντικά ως προς το βάρος (gr) στο θερμοκήπιο (3 % UV) και στον μάρτυρα (7% UV). Όμως στο θερμοκήπιο που απορροφούσε πλήρως την UV ακτινοβολία (0% UV), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το βάρος των καρπών του. Επίσης θα πρέπει να τονισθεί ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά το βάρος των καρπών μεταξύ των ταξιανθιών (6^η και 7^η ταξιανθία), απ' όπου έγινε η δειγματοληψία ($P < 0,099$). Διαπιστώνεται ακόμη η αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμοκηπίων και του παράγοντα της κάλυψης ($P < 0,037$). Ενώ οι άλλες αλληλεπιδράσεις (Θερμοκήπιο x Ανθοταξία, Κάλυψη x Ανθοταξία και Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία) όπως φαίνεται στον (πίνακα 8) δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0,631$, $P < 0,418$ και $P < 0,572$ αντίστοιχα).

Πίνακας 7. Το βάρος (gr) των καρπών των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων στα τρία θερμοκήπια

Μεταχειρίσεις	Καλυμμένα			Ακάλυπτα		
	N	MS	Τυπικό σφάλμα	N	MS	Τυπικό σφάλμα
Μάρτυρας-(7% UV)	30	77,83 a*	34,58	30	99,05 b	54,51
3% UV	30	91,72 c	34,76	30	134,61d	47,18
0% UV	30	111,08 g	48,66	30	111,82 g	47,68

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,002$, $DF = 2,1$ και $F = 10,07$.

Το γεγονός ότι στο θερμοκήπιο με 0 % UV δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο βάρος των καρπών μεταξύ των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων πιθανόν να οφείλεται σε κάποιους παράγοντες που οδηγούν στον σχηματισμό καρπών μεγαλύτερου βάρους (θρεπτικούς, κλιματικούς, κακή γονιμοποίηση κ.α). Πάντως, από τη στιγμή που δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην δραστηριότητα των βομβύνων από την έλλειψη της UV ακτινοβολίας, δεν μπορούμε να αποδώσουμε αυτό το γεγονός στη μη συμμετοχή τους στον σχηματισμό των καρπών.

Πίνακας 8. Ανάλυση της παραλλακτικότητας της επίδρασης των τριών παραγόντων όσον αφορά το βάρος των καρπών.

	Μεταχειρίσεις	N	DF	MS	F	P
1	Θερμοκήπιο	180	2	11302,9	5,52	0,005
2	Κάλυψη	180	1	20612,9	10,07	0,002
3	Ανθοταξία	180	1	5626,22	2,74	0,099
4	Θερμοκήπιο x Κάλυψη	360	2	6869,01	3,35	0,037
5	Θερμοκήπιο x Ανθοταξία	360	2	944,57	0,46	0,631
6	Κάλυψη x Ανθοταξία	360	1	1347,75	0,65	0,418
7	Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία	540	2	1146,63	0,56	0,572

Η μελέτη τώρα σχετικά με το ύψος (cm) των καρπών, όπως φαίνεται στους πίνακες 9 και 10 έδειξε πως παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλυμμένων και των ακάλυπτων ταξιανθιών στα θερμοκήπια (μάρτυρα και 3% UV). Από την άλλη μεριά, στο θερμοκήπιο με 0% UV οι διαφορές μεταξύ των ακάλυπτων και καλυμμένων ταξιανθιών δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές όσον αφορά το ύψος των καρπών.

Πίνακας 9. Το ύψος (cm) των καρπών των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων στα τρία θερμοκήπια

Μεταχειρίσεις	Καλυμμένα			Ακάλυπτα		
	N	MS	Τυπικό σφάλμα	N	MS	Τυπικό σφάλμα
Μάρτυρας-(7% UV)	30	5,31 a*	0,69	30	5,62 b	0,76
3% UV	30	5,69 c	0,83	30	7 d	0,69
0% UV	30	5,97 g	0,69	30	6,09 g	0,54

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 2,1$ και $F = 30,03$.

Αντίστοιχα στον Πίνακα 10 παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά το ύψος των καρπών μεταξύ των ταξιανθιών (6^η και 7^η ταξιανθία), απ' όπου έγινε η δειγματοληψία ($P < 0,206$). Διαπιστώνεται ακόμη η αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ των θερμοκηπίων και του παράγοντα της

κάλυψης ($P < 0,001$). Ενώ οι άλλες αλληλεπιδράσεις (Θερμοκήπιο x Ανθοταξία, Κάλυψη x Ανθοταξία και Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία) δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0,118$, $P < 0,375$ και $P < 0,75$ αντίστοιχα).

Πίνακας 10. Ανάλυση της παραλλακτικότητας της επίδρασης των τριών παραγόντων όσον αφορά το ύψος των καρπών.

	Μεταχειρίσεις	N	DF	MS	F	P
1	Θερμοκήπιο	180	2	11,87	23,91	0,001
2	Κάλυψη	180	1	14,9	30,03	0,001
3	Ανθοταξία	180	1	0,8	1,61	0,206
4	Θερμοκήπιο x Κάλυψη	360	2	6,09	12,27	0,001
5	Θερμοκήπιο x Ανθοταξία	360	2	1,07	2,16	0,118
6	Κάλυψη x Ανθοταξία	360	1	0,39	0,79	0,375
7	Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία	540	2	0,13	0,27	0,75

Η μελέτη τώρα του ποιοτικού χαρακτηριστικού του όγκου των καρπών (cm^3) εμφάνισε το ίδιο μοτίβο με τα δύο προηγούμενα (πίνακας 11), δηλαδή ο όγκος των καρπών ήταν σημαντικά μικρότερος στα καλυμμένα άνθη, απ' ότι στα ακάλυπτα (δράση βομβύνων), στον μάρτυρα (7% UV) και στο θερμοκήπιο (3% UV). Αξίζει να αναφερθεί πως η καταμέτρηση του όγκου των καρπών, έγινε με την ογκομέτρηση του νερού που ξεχειλίξε από ποτήρι ζέσεως μετά την εισαγωγή του καρπού μέσα σ' αυτό. Στο θερμοκήπιο που απορροφά πλήρως την UV ακτινοβολία (0% UV), αν και ο όγκος των καρπών που προήλθαν από τα ακάλυπτα άνθη ήταν μεγαλύτερος των καλυμμένων, ωστόσο η διαφορά τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντική.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 12 βλέπουμε ότι δεν εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά τον όγκο των καρπών μεταξύ των ταξιανθιών (6^η και 7^η ταξιανθία), απ' όπου έγινε η δειγματοληψία ($P < 0,07$). Διαπιστώνουμε επίσης την αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ των θερμοκηπίων και του παράγοντα της κάλυψης ($P < 0,026$). Εξάλλου οι άλλες αλληλεπιδράσεις (Θερμοκήπιο x Ανθοταξία, Κάλυψη x Ανθοταξία και Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία) όπως μπορούμε να δούμε δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0,845$, $P < 0,257$ και $P < 0,384$ αντίστοιχα).

Πίνακας 11. Ο όγκος (cm³) των καρπών των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων στα τρία θερμοκήπια

Μεταχειρίσεις	Καλυμμένα			Ακάλυπτα		
	N	MS	Τυπικό σφάλμα	N	MS	Τυπικό σφάλμα
Μάρτυρας-(7% UV)	30	57,37 a*	34,17	30	74,20 b	55,10
3% UV	30	65 c	31,62	30	109 d	48,27
0% UV	30	89,27 g	45,30	30	90,07 g	52,18

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,003$, $DF = 2,1$ και $F = 8,83$.

Πίνακας 12. Ανάλυση της παραλλακτικότητας της επίδρασης των τριών παραγόντων όσον αφορά τον όγκο των καρπών.

	Μεταχειρίσεις	N	DF	MS	F	P
1	Θερμοκήπιο	180	2	1027,71	5,03	0,008
2	Κάλυψη	180	1	18020	8,83	0,003
3	Ανθοταξία	180	1	6808	3,34	0,07
4	Θερμοκήπιο x Κάλυψη	360	2	7640	3,74	0,026
5	Θερμοκήπιο x Ανθοταξία	360	2	344,71	0,17	0,845
6	Κάλυψη x Ανθοταξία	360	1	2637,34	1,29	0,257
7	Θερμοκήπιο x Κάλυψη x Ανθοταξία	540	2	1966,94	0,96	0,384

Τέλος όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αφορούν το pH και τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ - Brix %) του χυμού των καρπών, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ακάλυπτων και καλυμμένων ανθέων όπως μπορούμε να δούμε από τους παρακάτω Πίνακες (13,14). Πρέπει να επισημάνουμε πως το pH μετρήθηκε σε ομογενοποιημένο δείγμα ενός καρπού κάθε φορά, μετά από διήθηση του πολτού μέσα από ένα δίχτυ. Αντίστοιχα, η μέτρηση των διαλυτών στερεών έγινε με ένα φορητό διαθλασίμετρο, μετά από τεμαχισμό των καρπών και στη συνέχεια συμπίεση τους με τα δάχτυλα ώσπου έπεφτε ο χυμός στο πρίσμα και κλείνοντας το κάλυμμα καταγράφαμε την ένδειξη.

Πίνακας 13. Το pH του χυμού των καρπών τομάτας των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων στα τρία θερμοκήπια

Μεταχειρίσεις	Καλυμμένα			Ακάλυπτα		
	N	MS	Τυπικό σφάλμα	N	MS	Τυπικό σφάλμα
Μάρτυρας-(7% UV)	30	4,61 a*	1,26	30	4,65 a	1,53
3% UV	30	4,56 b	1,3	30	4,54 b	1,18
0% UV	30	4,58 c	1,49	30	4,6 c	1,43

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 2,1$ και $F = 58,83$.

Πίνακας 14. Τα ΔΣΣ (Brix %) του χυμού των καρπών τομάτας των καλυμμένων και ακάλυπτων ανθέων στα τρία θερμοκήπια

Μεταχειρίσεις	Καλυμμένα			Ακάλυπτα		
	N	MS	Τυπικό σφάλμα	N	MS	Τυπικό σφάλμα
Μάρτυρας-(7% UV)	30	6,2 a*	2,2	30	6,4 a	1,49
3% UV	30	6 b	1,91	30	5,9 b	1,66
0% UV	30	5,8 c	1,89	30	6,1 c	1,95

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 2,1$ και $F = 41,83$.

3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΙΩΣΕΙΣ

Η ιολογική εξέταση των δειγμάτων των φυτών της τομάτας που συλλέχθηκαν τον Απρίλιο και στα τρία θερμοκήπια ήταν αρνητική όσον αφορά τις κυριότερες ιώσεις της τομάτας. Ειδικότερα η ιολογική εξέταση έγινε για τους ιούς κηλιδωτός μαρασμός της τομάτας (TSWW), κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων της τομάτας (TYLCV), μωσαϊκό του αγγουριού (CMV) καθώς και για ορισμένους άλλους δευτερευούσης σημασίας για την τομάτα.

Στο τέλος της πειραματικής περιόδου έγινε μόνο μακροσκοπικός - οπτικός έλεγχος των φυτών για την πιθανή εμφάνιση συμπτωμάτων ιώσεων. Συγκεκριμένα δεν εμφανίστηκαν τα συμπτώματα του νανισμού των φυτών, μικροφυλλία, παραμόρφωσης και ποικιλογλώρωσης των φύλλων που χαρακτηρίζουν την επιμόλυνσή τους με τους παραπάνω ιούς.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης εξάγεται το συμπέρασμα, ότι τα φωτοεκλεκτικά πλαστικά κάλυψης των θερμοκηπίων είχαν σημαντική επίδραση στην δραστηριότητα των επιζήμιων εντόμων. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός της μη προσέλκυσης των εντόμων σε τέτοιες κατασκευές που δεσμεύουν την UV ακτινοβολία, στο μικρότερο αριθμό επιζήμιων εντόμων που εισβάλλουν στα θερμοκήπια, όπως επίσης και στο ενδεχόμενο η έλλειψη της UV ακτινοβολίας να επιδρά στην αλλαγή συμπεριφοράς και δραστηριότητας των εντόμων μέσω κάποιων συστημάτων (οπτικών). Τα αποτελέσματα μας ενισχύουν προηγούμενες μελέτες τόσο ξένων ερευνητών (Antignus et al. 1996a, 1996b, Costa and Robb 1999 και Costa et al. 2002), καθώς και μελέτες που έγιναν στο Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βατσανίδου και συνεργάτες 2003) που πρότειναν ότι η χρησιμοποίηση πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που απορροφούν μέρος ή όλη την υπεριώδη ακτινοβολία οδηγεί σε μείωση του πληθυσμού των επιζήμιων εντόμων (αφίδες, θρίπες, αλευρώδεις, κ.α) πολλών θερμοκηπιακών καλλιεργειών.

Συγκεκριμένα ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών σε χρωματικές κολλητικές παγίδες ήταν σημαντικά μικρότερος στο θερμοκήπιο με το πλαστικό που απορροφούσε την UV ακτινοβολία σε σχέση με τα άλλα δύο που επέτρεπαν τη διέλευση ενός ποσοστού της (3% και 7%). Σύμφωνα με τους Antignus et al. (1996) η ελάττωση της διερχόμενης UV ακτινοβολίας επιδρά στη συμπεριφορά πτήσης και προσγείωσης πολλών εντόμων (όπως *B. tabaci*, *F. occidentalis* και *A.gossypii*) πάνω στα φυτά. Η συμπεριφορά τους όσον αφορά την προσγείωσή τους, στα διάφορα μήκη κύματος του φωτός, εξαρτάται από διάφορους τύπους φωτουποδοχέων που έχουν. Ειδικότερα για τους θρίπες υπάρχουν δύο περιοχές του φάσματος στις οποίες είναι ευαίσθητοι, μία στην περιοχή της UV ακτινοβολίας 365nm και μία στην κίτρινη-πράσινη περιοχή 540nm του φάσματος (Matteson et al. 1992). Οι θρίπες χρησιμοποιούν την πράσινη-κίτρινη ακτινοβολία για τον προσανατολισμό τους προς τα φυτά και τα άνθη από μακριά και κατόπιν με τη βοήθεια της ανακλώμενης UV ακτινοβολίας από τα φυτά βρίσκουν τα άνθη και τα άλλα μέρη του φυτού. Επομένως οι θρίπες έχουν ανάγκη την UV ακτινοβολία στην αναζήτηση της τροφής τους. Τα πλαστικά φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη αποτρέπουν τη διέλευση της UV ακτινοβολίας < 380nm, με συνέπεια οι

θρίπτες να αντιμετωπίζουν δυσκολία στην είσοδο και στον εντοπισμό των φυτών. Τα παραπάνω έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα ερευνών που διεξήχθησαν από τους Antignus et al. (1996ab), Costa and Robb (1999), Costa et al. (2002) και Βατσανίδου και συνεργάτες (2003), οι οποίοι βρήκαν μικρότερο αριθμό συλληφθέντων θριπών και αφίδων σε θερμοκήπια που ήταν καλυμμένα με πλαστικά που απορροφούσαν μέρος ή όλη την UV ακτινοβολία.

Στο θερμοκήπιο που χρησιμοποιήθηκε το πλαστικό που επέτρεπε τη διέλευση ενός ποσοστού (3%) της UV ακτινοβολίας παρατηρήθηκε μικρότερος αριθμός συλληφθέντων θριπών σε σχέση με το μάρτυρα, ωστόσο οι διαφορές μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Αυτό πιθανό να μπορεί να εξηγηθεί με δύο λόγους, από το γεγονός της εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας απευθείας διαμέσου των πλαϊνών ανοιγμάτων αερισμού των παραθύρων, καθώς και στη μικρή διαφορά στο ποσοστό απορρόφησης (4%) της ηλιακής ακτινοβολίας από τα πλαστικά κάλυψης των αναφερθέντων θερμοκηπίων (Costa et al. 2002 και Βατσανίδου και συνεργάτες 2003). Εδώ, θα πρέπει να τονίσουμε και την επίδραση του τύπου του θερμοκηπίου στην αποτελεσματικότητα των φωτοεκλεκτικών πλαστικών κάλυψης των θερμοκηπίων. Ο συγκεκριμένος τύπος θερμοκηπίου που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα μας (απλό τροποποιημένο τοξωτό με δύο πλαϊνά ανοίγματα για αερισμό) επιδρά σημαντικά στην διέλευση του φωτός μέσα στο θερμοκήπιο (Costa et al. 2002). Είναι γεγονός ότι σε ολοκληρωτικά κλειστές κατασκευές (τούνελ) αυξάνει σημαντικά η αποτελεσματικότητα των UV πλαστικών στην αποτελεσματικότητα των επιζήμιων εντόμων (Antignus et al. 1996, Costa and Robb 1999).

Βέβαια η εφαρμογή τέτοιων κατασκευών δεν είναι εφικτές για την χώρα μας, επειδή οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα υψηλές στο μεγαλύτερο διάστημα του έτους και είναι απαραίτητος ο αερισμός των θερμοκηπίων για την ελάττωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό. Για την επιτυχία καλύτερων αποτελεσμάτων στην αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων και ταυτόχρονα για αποφυγή καταπόνησης της καλλιέργειας μας, είναι σκόπιμο να γίνει χρήση ενός UV διχτύου με μεγάλο άνοιγμα οπών στα πλαϊνά ανοίγματα του θερμοκηπίου.

Είναι σκόπιμο να αναφέρουμε πως η αποτελεσματικότητα των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων όσον αφορά την δέσμευση της υπεριώδους ακτινοβολίας μειώθηκε ελάχιστα τον δεύτερο χρόνο χρησιμοποίησής τους. Σε καμία όμως περίπτωση οι διαφορές τους στην απορροφητικότητα τα δύο χρόνια χρησιμοποίησής τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές (προσωπική επικοινωνία με το Εργαστήριο

Γεωργικών Κατασκευών). Εξάλλου η αλλοίωση της αποτελεσματικότητας τους και για τα τρία πλαστικά έγινε προς την ίδια κατεύθυνση, με συνέπεια να διατηρηθεί η ίδια διαφορά που παρουσιάζουν μεταξύ τους ως την απορρόφηση της UV ακτινοβολίας. Τα συγκεκριμένα λοιπόν πλαστικά κάλυψης διατήρησαν και τη δεύτερη χρονιά του πειράματος την ιδιότητά τους, να επιδρούν στην δραστηριότητα των επιζήμιων εντόμων των θερμοκηπιακών καλλιεργειών.

Τέλος στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων είχαμε μεγαλύτερο αριθμό συλληφθέντων θριπών σε σχέση με το εσωτερικό και των τριών θερμοκηπίων. Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε πως δεν διαπιστώθηκαν διαφορές στον αριθμό των συλληφθέντων θριπών πάνω στις κολλητικές παγίδες (μπλε και κίτρινη) που χρησιμοποιήθηκαν. Πράγμα το οποίο έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που βρήκαν τις κίτρινες κολλητικές παγίδες εξίσου ελκυστικές με τις μπλε στην προσέλκυση των θριπών (Cho et al. 1995). Όσον αφορά τις συλλήψεις των θριπών στις εξωτερικές κολλητικές παγίδες παρατηρείται ότι τόσο στο θερμοκήπιο με 0% UV, όσο και στον μάρτυρα και στο θερμοκήπιο με 3% UV είχαμε υψηλότερο αριθμό στην εξωτερική δεξιά πλευρά τους σε σχέση με την αριστερή. Αυτό πιθανώς να εξηγείται από το γεγονός ότι δεξιά των θερμοκηπίων υπήρχε βλάστηση (ζιζάνια) και δενδρώδεις καλλιέργειες που μπορεί να αποτέλεσαν ξενιστές του εντόμου και εστία μόλυνσης. Αντιθέτως, στην αριστερή πλευρά των θερμοκηπίων η βλάστηση ήταν ελάχιστη και παράλληλα η ύπαρξη του οικήματος στην αριστερή εξωτερική πλευρά του θερμοκηπίου με 3% UV ίσως να λειτούργησε ως εμπόδιο στην μετακίνηση του εντόμου από διπλανές γειτονικές καλλιέργειες. Επίσης το γεγονός ότι η κατεύθυνση του ανέμου ήταν βορειοδυτική ίσως να βοήθησε στην μεταφορά των θριπών προς τις παγίδες εκείνες που βρισκόταν στα δεξιά των θερμοκηπίων στη βορειοδυτική πλευρά.

Όσον αφορά την εμφάνιση των θριπών πάνω στα φυτά της τομάτας, παρόλο που οι μετρήσεις μας φανέρωσαν μεγαλύτερο αριθμό παρατηρούμενων θριπών πάνω στον μάρτυρα (7 % UV) σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις (3 και 0 % UV) οι διαφορές μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Ενώ ελάχιστα μεγαλύτερος ήταν και ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στο θερμοκήπιο που απορροφά μέρος (3%) της UV ακτινοβολίας σε σχέση με εκείνο που την απορροφά πλήρως (0% UV), χωρίς βέβαια οι διαφορές τους να είναι στατιστικώς σημαντικές. Η παρουσία μικρού πληθυσμού θριπών πάνω στα φυτά ίσως να οφείλεται στο μεγάλο αριθμό παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε θερμοκήπιο και οδήγησε σε μαζική

παγίδευση των θριπών με συνέπεια ένας μικρός αριθμός ενηλίκων να εγκατασταθεί πάνω στα φυτά. Εξάλλου η ανάπτυξη των φυτών καθώς και η εμφάνιση των ανθέων είναι πιθανόν να επηρεάζουν την έλξη των θριπών και την πυκνότητα του πληθυσμού τους πάνω στα φυτά (Costa et al. 2002). Παράλληλα θα πρέπει να τονισθεί η προσπάθεια που έγινε για τη διατήρηση καθαρής της καλλιέργειας, απαλλαγμένης από αυτοφυή φυτά - ζιζάνια που αποτελούν πιθανούς ξενιστές εντόμων. Ενώ το γεγονός ότι έγινε προσεκτικός έλεγχος των φυτών στο εργαστήριο πριν την μεταφύτευση τους στο θερμοκήπιο για έντομα και ξένες ύλες, βοήθησε στο αποφύγουμε την επιμόλυνση της καλλιέργειας μας.

Σχετικά με τις συλλήψεις των αφίδων στις παγίδες τύπου Moericke αρχικά θα πρέπει να λεχθεί ότι ο αριθμός των συλληφθέντων αφίδων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων σε σχέση με τον αριθμό που βρέθηκε στο εσωτερικό του κάθε θερμοκηπίου. Βέβαια οι συλλήψεις των πτερωτών αφίδων στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων εμφάνισαν μια διαφορετική τάση από αυτή των θριπών. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε το φαινόμενο τις πρώτες εβδομάδες των παρατηρήσεων (17^η έως 21^η) να έχουμε περισσότερες συλλήψεις αφίδων στις παγίδες νερού αριστερά των θερμοκηπίων, ενώ στην συνέχεια των παρατηρήσεων (22^η έως 26^η) τις περισσότερες συλλήψεις τις είχαμε στην δεξιά εξωτερική πλευρά των θερμοκηπίων. Αυτό πιθανώς να εξηγείται από το γεγονός ότι τις τελευταίες εβδομάδες των παρατηρήσεων που συμπίπτουν με την αύξηση του πληθυσμού των αφίδων γενικότερα (Tsitsipis et al. 1997), να είχαμε μετακίνηση τους προς την δεξιά εξωτερική πλευρά των θερμοκηπίων από τον διπλανό οπωρώνα με ροδακινιές (αφού όπως γνωρίζουμε η συγκεκριμένη καλλιέργεια αποτελεί ξενιστή του εντόμου). Παράλληλα, σ' αυτό το γεγονός ίσως να συνετέλεσε και η κατεύθυνση του ανέμου, που εκείνη την περίοδο ήταν βορειοδυτική, με συνέπεια την μετακίνηση των αφίδων προς τις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στη βορειοδυτική πλευρά. Εδώ θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το γεγονός της ύπαρξης πλούσιας βλάστησης με αυτοφυή ζιζάνια στην δεξιά πλευρά των θερμοκηπίων εκείνη την περίοδο.

Ακόμη, σημαντικά μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των πτερωτών αφίδων στον μάρτυρα (7% UV) και στο θερμοκήπιο που απορροφά μέρος (3% UV) της UV ακτινοβολίας σε σχέση με το θερμοκήπιο που την απορροφά πλήρως (0% UV). Εξάλλου αν και υπήρχαν περισσότερες συλληφθείσες αφίδες στο μάρτυρα απ' ότι στη δεύτερη μεταχείριση (3% UV), οι διαφορές μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Σύμφωνα με τον Moericke (1955), ο οποίος περιγράφει τα στάδια συμπεριφοράς των αφίδων, αυτές μετά την κατάσταση ανάπαυσης (resting mood) στην οποία βρίσκονται εισέρχονται στην διάθεση για πτήση (flight mood). Όταν οι αφίδες απογειώνονται από τον ξενιστή τους ελκύονται από τις μικρού κύματος ακτινοβολίες, μπλε-υπεριώδες, του ουρανού. Η πτήση αυτή είναι απαραίτητη για να εισέλθει στην επόμενη φάση της αναζήτησης της τροφής (attack mood). Κατά την διάρκεια αυτής της συμπεριφοράς αυξάνει η ευαισθησία τους στις μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίες που αντανακλώνται από το έδαφος και τα φυτά και ελκύονται κυρίως από το κίτρινο φως (Kring 1967), αν και όλο το φάσμα των πορτοκαλί - κίτρινων - πράσινων ακτινοβολιών τις ελκύουν σε κάποιο βαθμό (Kennedy 1961). Άρα η υπεριώδης ακτινοβολία (UV) επηρεάζει μόνο την φάση πτήσης των αφίδων πριν αυτές εισέλθουν στο στάδιο αναζήτησης της τροφής (Moericke 1955).

Προς την ίδια κατεύθυνση είναι και τα αποτελέσματα πολλών ερευνών που έχουν γίνει στο παρελθόν, όπου βρέθηκε ότι η χρησιμοποίηση τέτοιων πλαστικών που μειώνουν τη διέλευση της UV ακτινοβολίας επηρεάζουν τη συμπεριφορά πτήσης και προσγείωσης των αφίδων πάνω στα φυτά (Antignus et al. 1996). Συγκεκριμένα, όπου χρησιμοποιήθηκαν αυτού του τύπου τα πλαστικά παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των αφίδων σε σχέση με τα θερμοκήπια που χρησιμοποίησαν τα εμπορικά πλαστικά (Nakagaki et al. 1984, Antignus et al. 1996, Costa et al. 2002, Βατσανίδου και συνεργάτες 2003). Βέβαια, δεν εξηγείται από τους παραπάνω συγγραφείς πως τα συγκεκριμένα πλαστικά επηρεάζουν την όραση των αφίδων. Το γεγονός βέβαια ότι η παρούσα έρευνα εμφανίζει αποτελέσματα που βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση με αυτά της πρώτης, που έγινε από τους (Βατσανίδου και συνεργάτες 2003), αναμφισβήτητα επιβεβαιώνει και ενισχύει την ορθότητα και επιστημονική εγκυρότητα αυτών. Ωστόσο κρίνεται σκόπιμο η επανάληψη του πειράματος και ταυτόχρονα η μελέτη της επίδρασης των πλαστικών που απορροφούν την UV ακτινοβολία στη συμπεριφορά των αφίδων σε συνθήκες εργαστηρίου για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Από τις παρατηρήσεις που έγιναν πάνω στα φυτά σχετικά με την παρουσία αφίδων, βρέθηκε ότι στα δύο θερμοκήπια στον μάρτυρα (UV 7%) και στο (UV 3%) εμφανίστηκε μεγαλύτερος αριθμός αφίδων σε σχέση με το τρίτο (UV 0%) που απορροφά πλήρως την υπεριώδη ακτινοβολία. Ωστόσο σε καμία περίπτωση οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπως συνέβη με τους θρίτες, έτσι και εδώ ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων ήταν μικρός που

πιθανόν να οφείλεται στο μικρό αριθμό θηλυκών περωτών που εισήλθαν στο θερμοκήπιο, καθώς και στην προσπάθεια διατήρησης καθαρής της καλλιέργειας απαλλαγμένης από ζιζάνια (ξενιστές εντόμων). Θα πρέπει να επισημάνουμε ακόμη ότι η περίοδος στην οποία περιμέναμε και ήταν λογικό να έχουμε αύξηση του πληθυσμού των εντόμων (αρχές Μαΐου με αρχές Ιουνίου) συνέπεσε με την περίοδο στην οποία η καλλιέργεια μας παρουσίαζε έντονες προσβολές από μυκητολογικές ασθένειες (ωίδιο και κλαδοσπόριο) και εμφάνισε προβλήματα θρέψης, με συνέπεια να έχουμε μείωση της φυλλικής επιφάνειας και της ευρωστίας των φυτών. Αυτή η καχεκτική εικόνα των φυτών ίσως να συνετέλεσε στην μη προτίμηση τους από τα έντομα ως ξενιστές. Παράλληλα η διενέργεια των ψεκασμών που έγιναν εκείνη την περίοδο, ίσως να επηρέασε την συμπεριφορά των εντόμων και να προκάλεσε την απομάκρυνση τους από τα φυτά.

Αξίζει να αναφερθεί η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ του αριθμού των συλληφθέντων θριπών και αφίδων στις παγίδες και αυτών που καταγράφηκαν πάνω στα φυτά και στα τρία θερμοκήπια, ωστόσο δεν ήταν της ίδιας σημαντικότητας σε όλες τις περιπτώσεις. Επιπλέον το γεγονός ότι είχαμε μεγάλες διαφορές στον αριθμό των εντόμων που συνελήφθησαν στις παγίδες, σε σχέση με τον αριθμό τους που εμφανίστηκε πάνω στα φυτά, μας καθιστά λίγο επιφυλακτικούς ως προς την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Παρόλο βέβαια που αποδείχθηκε η ύπαρξη συσχέτισης, η πρόγνωση του πληθυσμού των εντόμων στο θερμοκήπιο παράλληλα με τις συλλήψεις που έγιναν στις παγίδες θα πρέπει να πλαισιωθεί και με κάποιες άλλες μέθοδοι (π.χ οπτικός έλεγχος των φυτών για την παρουσία εντόμων), ενώ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την αυξομείωση του πληθυσμού των εντόμων. Καλό θα ήταν να επαναληφθούν οι μετρήσεις και την επόμενη καλλιεργητική περίοδο για να έχουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Μόνο έτσι θα αποκτήσουμε επαρκή στοιχεία για να κάνουμε ακριβής πρόγνωση της πληθυσμιακής πυκνότητας των εντόμων στο θερμοκήπιο, ώστε να προβούμε στην λήψη απαραίτητων μέτρων για την αντιμετώπισή τους.

Επιπλέον θα πρέπει να γίνει μια σημαντική διαπίστωση, όπως μπορούμε να δούμε και από τα γραφήματα, παρατηρείται μια χρονική καθυστέρηση στην έναρξη των συλλήψεων των θριπών και των αφίδων στις παγίδες, καθώς και της εμφάνισής τους πάνω στα φυτά στο θερμοκήπιο που απορροφά πλήρως την UV ακτινοβολία σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια. Αυτό το γεγονός είναι ιδιαίτερα σημαντικό και προσδίδει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα στα συγκεκριμένα φυτά έναντι των άλλων,

διότι αυτά θα προσβληθούν σε μεγαλύτερο και λιγότερο ευπαθές στάδιο. Τέτοιες στρατηγικές αντιμετώπισης των εντόμων είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και αποτελούν χρήσιμα εργαλεία στην εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών.

Επίσης θα πρέπει να τονισθεί η τάση που επικρατεί στη σύλληψη των θριπών στις κολλητικές παγίδες κυρίως στο κεντρικό τμήμα του θερμοκηπίου στον μάρτυρα. Αντιθέτως, στα άλλα δύο θερμοκήπια (0 και 3 % UV) και κυρίως στο πρώτο, έχουμε περισσότερες συλλήψεις στις παγίδες που είναι τοποθετημένες στο δεξιό διάδρομο του θερμοκηπίου και μετέπειτα σ' αυτές στο κεντρικό διάδρομο. Αυτό καταδεικνύει το γεγονός, ότι η έλλειψη της UV ακτινοβολίας οδηγεί στη μετακίνηση των θριπών προς τις ακριανές πλευρές των θερμοκηπίων, όπου έχουμε την είσοδο του ηλιακού φωτός από τα πλαϊνά ανοίγματα και έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (Combe 1981, Antignus et al. 2001). Η ίδια τάση εμφανίζεται και με τις συλλήψεις των αφίδων στις παγίδες νερού, όπου βλέπουμε πως η δέσμευση της υπερϊώδους ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο με 0% UV και λιγότερο σε εκείνο με 3 % UV οδηγεί στην μετακίνηση των αφίδων προς το δεξιό άκρο εσωτερικά του θερμοκηπίου. Έχουμε δηλαδή μετακίνηση και συγκέντρωσή τους στον χώρο όπου εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία. Αντιθέτως κάτι τέτοιο δεν εμφανίζεται στον μάρτυρα όπου έχουμε συλλήψεις αφίδων και στις τρεις παγίδες εντός των θερμοκηπίων. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να συνυπολογίσουμε ότι η συγκέντρωση των εντόμων στο δεξιό άκρο των θερμοκηπίων (0 και 3 % UV) ίσως να οφείλεται στην βορειοδυτική κατεύθυνση του ανέμου που εξανάγκαζε τα έντομα να παρασυρθούν προς αυτή την κατεύθυνση και να συγκεντρωθούν στη συγκεκριμένη πλευρά. Επίσης παρατηρώντας την χωρική κατανομή των θριπών στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων, βλέπουμε πως έχουμε υψηλή συγκέντρωση στην παγίδα που ήταν τοποθετημένη στην κεντρική είσοδο των θερμοκηπίων. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι η πόρτα παρέμεινε ανοιχτή για αρκετό χρονικό διάστημα κατά την εκτέλεση των διαφόρων εργασιών, οπότε το σημείο αυτό αναμενόμενα αποτέλεσε μια πιθανή είσοδο για τους θρίπες και μια εστία για την εμφάνιση της προσβολής.

Ομοιότητες έχουμε και στην κατανομή των εντόμων πάνω στα φυτά, όπου βλέπουμε πως στο θερμοκήπιο με 0% UV παρατηρείται εισαγωγή και εγκατάσταση των θριπών και των αφίδων στα φυτά που βρίσκονται στις ακριανές γραμμές του θερμοκηπίου. Ενώ, στα άλλα δύο θερμοκήπια (μάρτυρας και 3% UV) υπάρχει μεγαλύτερη διασπορά στην κατανομή των εντόμων σε όλα τα φυτά

περιλαμβανομένων και αυτών που βρίσκονται στο κέντρο των θερμοκηπίων. Σε αυτό το γεγονός πιθανόν να συνετέλεσαν και άλλοι παράγοντες πλην της οράσεως των εντόμων όπως π.χ η όσφρηση και οι ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες. Η μεγαλύτερη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Wang and Boulard 2000) και οι ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες (αερισμός, θερμοκρασία, υγρασία) στο κέντρο του θερμοκηπίου σε σχέση με το υπόλοιπο τμήμα ίσως να συνετέλεσε στη συγκέντρωση των θριπών στο κεντρικό τμήμα των θερμοκηπίων (μάρτυρα και 3% UV). Όμως το γεγονός της εμφάνισης μικρού πληθυσμού εντόμων πάνω στα φυτά δεν επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων και αναμφισβήτητα θα ήταν σωστότερο να γίνει επανάληψη του πειράματος για να οδηγηθούμε σε πιο τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Ασφαλώς για να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για την χωρική κατανομή των εντόμων στο εσωτερικό των θερμοκηπίων, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση και μελέτη και άλλων παραγόντων, πλην της οράσεως των εντόμων, που είναι υπεύθυνοι για την επιλογή ενός ξενιστή όπως π.χ η όσφρηση των εντόμων, η κατάσταση του φυτού, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο συγκεκριμένο χώρο, η κατεύθυνση του ανέμου κ.α.

Στη μελέτη που έγινε σχετικά με την επίδραση της UV ακτινοβολίας στη δραστηριότητα των βομβύνων, λόγω του ότι η καλλιεργούμενη ποικιλία ήταν παρθενοκαρπική κατά μεγάλο ποσοστό δεν μπορέσαμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα όταν ελέγξαμε τα ποσοστά καρπόδεσης στους μάρτυρες και στα καλυμμένα με τούλι άνθη και στα τρία θερμοκήπια. Τα ποσοστά καρπόδεσης ήταν πολύ υψηλά και για τα τρία θερμοκήπια, οπότε καταφύγαμε στην λύση της μέτρησης της επισκεψιμότητας των ανθέων από τους βομβύνους. Αν και παρατηρήθηκε υψηλότερο ποσοστό επισκεψιμότητας των ανθέων στο θερμοκήπιο που απορροφά πλήρως το φάσμα της UV ακτινοβολίας (0% UV) οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Ενώ ταυτόχρονα, διαπιστώθηκε ότι η δραστηριότητα των βομβύνων δεν επηρεάζεται από την χρησιμοποίηση των φωτοεκλεκτικών πλαστικών κάλυψης των θερμοκηπίων που δεσμεύουν την UV ακτινοβολία.

Όσον αφορά την μελέτη σχετικά με τα ποσοτικά (βάρος, όγκος, κ.α) και ποιοτικά χαρακτηριστικά (Δ.Σ.Σ, pH) των καρπών τομάτας, φάνηκε πως στο θερμοκήπιο που δέσμευε πλήρως την UV ακτινοβολία (0 % UV) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ούτε στα ποιοτικά, ούτε στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των καρπών που προήλθαν από τα καλυμμένα και ακάλυπτα άνθη.

Αντίθετα, σημαντικές ήταν οι διαφορές που προέκυψαν στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των καρπών που σχηματίστηκαν από τα καλυμμένα και ακάλυπτα άνθη στα άλλα δύο θερμοκήπια (μάρτυρας και 3 % UV). Το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο βάρος και στο σχήμα των καρπών που προήλθαν από τα καλυμμένα και ακάλυπτα άνθη στο θερμοκήπιο που απορροφούσε πλήρως την UV ακτινοβολία ίσως να οφείλεται σε παράγοντες (θρεπτικούς, κλιματικούς, γονιμοποίησης, κ.α) ή να οφείλεται και στην μικρότερη δράση των βομβύνων. Χρειάζεται λοιπόν ένας πιο αποτελεσματικός τρόπος αξιολόγησης της δράσης των βομβύνων κάτω από τα συγκεκριμένα πλαστικά, γιατί η μέθοδος με τον έλεγχο της επισκεψιμότητας των ανθέων δεν μας καλύπτει απόλυτα.

Σε μελέτες άλλων ερευνητών (Antignus 2002) είχε διατυπωθεί η άποψη πως σε θερμοκήπια τα οποία είναι καλυμμένα με πλαστικά κάλυψης που απορροφούν πλήρως την UV ακτινοβολία οι βομβύνοι δεν εκπληρώνουν τον ρόλο τους στην επικονίαση των ανθέων. Αυτοί παραμένουν στις κυψέλες τους και όταν αντιμετωπίσουν προβλήματα έλλειψης τροφής εξέρχονται από αυτές. Ο ίδιος συγγραφέας τονίζει ότι για την αντιμετώπιση του προβλήματος οι κυψέλες θα πρέπει να τοποθετούνται σε τέτοιο σημείο ώστε να δέχονται κάποιο ποσοστό αφιλτράριστου φωτός.

Πιθανόν λοιπόν και στο δικό μας πείραμα, ο τύπος του θερμοκηπίου που επέτρεπε την διέλευση αφιλτράριστου φωτός από τα ανοίγματα των θερμοκηπίων να βοήθησε τους βομβύνους να εντοπίσουν τους οδηγούς “νέκταρος και γύρης”. Πάντως, τα αποτελέσματα μας έρχονται σε συμφωνία με παλιότερη μελέτη που διερευνήθηκε η δραστηριότητα των βομβύνων σε θερμοκήπια με φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης (Seker 1999), καθώς και με τα περσινά πειραματικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση των UV πλαστικών στους βομβύνους (Βατσανίδου και συνεργάτες 2003). Είναι λοιπόν σκόπιμο, να επαναληφθεί η μελέτη για την επίδραση των UV πλαστικών στη δραστηριότητα των βομβύνων με την επιλογή μιας μη παρθενοκαρπικής ποικιλίας τομάτας, γιατί με την εξέταση της επισκεψιμότητας των ανθέων και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών τα αποτελέσματα έρχονται σε αντιδιαστολή και δεν βοηθούν στην εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Λόγω της μη ύπαρξης ιωμένων φυτών δεν ήταν εφικτή η μελέτη της επίδρασης των φωτοεκλεκτικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων στον ρυθμό εξάπλωσης των ιώσεων.

Συμπερασματικά δύναται να λεχθεί, ότι τα νέου τύπου πλαστικά κάλυψης των θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας έχουν σημαντική επίδραση στην είσοδο και στον πληθυσμό των επιζήμιων εντόμων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Οι πληθυσμοί τόσο των θριπών, όσο και των αφίδων είναι κατά πολύ μικρότεροι στο εσωτερικό των θερμοκηπίων που απορροφούν πλήρως ή μέρος της UV ακτινοβολίας σε σχέση με τα θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με τα εμπορικά πλαστικά. Βέβαια κρίνεται σκόπιμη η επανάληψη του πειράματος για μια ακόμη καλλιεργητική περίοδο για την εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων. Αναμφισβήτητα, τέτοιες τεχνικές και στρατηγικές αντιμετώπισης των εντόμων είναι πολύ χρήσιμες και μπορούν να ενταχθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amagai, H., Onuma, K. and Nakagaki, S. (1984).** The growth of vegetable crops and establishment of insect and mite pests in a plastic greenhouse treated to exclude near UV radiation. Growth of tomatoes. *Bull. Ibaraki-Ken Hort. Exp. Sta.* **12**, 81-88.
- Antignus, Y. (1999).** Green filters can work two ways. *Israel magazine on web.* <http://www.mfa.gov.il/mfa/go.aspMFAH0>.
- Antignus, Y. (2002).** Infesting insects turn a blind eye. *More than Nets the Eye.* <http://www.agri.gov.il/Units/Spokesperson/FieldMinds/BlindEye.html>
- Antignus, Y., Lapidot, M. and Cohen, S. (2000).** Interference with UV vision of insects to impede insect pests and insect-borne plant virus. In K.F. Harris, J.E Duffus and O.P Smith (eds). Virus-insect-plant interactions. *Academic Press*, **17**, 331-350.
- Antignus, Y., Lapidot, M., Hadar, D., Massika Y. and Cohen, S. (1998).** UV absorbing screens serve as optical barriers to protect vegetable crops from virus diseases and insect pests. *Journal of Economic Entomology* **91**, 1401-1405.
- Antignus, Y., Lapidot, M., Mor, N., Massika, Y. and Cohen, S. (1996b).** The use of UV absorbing plastic sheets to protect crops against insects and spread of virus diseases. CIPA International Congress. March 1997.
- Antignus, Y., Mor, N., Ben-Joseph, R., Lapidot, M. and Cohen, S. (1996a).** UV absorbing plastic sheets protect crops from insects and from virus diseases vectored by insects. *Enviromenal Entomology* **25**, 919-924.
- Antignus, Y., Nestel, D., Cohen, S. and Lapidot, M. (2001).** Ultraviolet-Deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight behaviour. *Environmental Entomology* **30(2)**, 394-399.
- Baker, J.R., Bethke, J.A. and Shearin, E.A (1996).** Insect Screening. In W. Banner and M. Klopmeier (eds). *New Guinea Impatiens*.
- Βατσανίδου, Α. (2003).** Επίδραση πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο υπεριώδες φως, πάνω στη δραστηριότητα εντόμων σε καλλιέργεια τομάτας. *Μεταπτυχιακή διατριβή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.*
- Βατσανίδου, Α., Σαφούρη, Χ., Κωστοπούλου, Β., Γιαγλάρας, Π., Τσιτσιπής, Ι. και Κίττας, Κ. (2001).** Επίδραση δικτύου εντομοστεγανότητας στον πληθυσμό

εντόμων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. 9^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Ιωάννινα 13 – 16 Νοεμβρίου 2001.

Βατσανίδου, Α., Μαργαριτόπουλος, Ι., Παπαϊωάννου, Χ., Τσιτσιπής, Ι. και Κίττας, Κ. (2003). Επίδραση φύλλων κάλυψης UV απορροφητικών στη δραστηριότητα εντόμων σε καλλιέργεια τομάτας. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη 29 – 31 Μαΐου 2003.

Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechi, S., Fridja, D. and Mor, N. (1993). The effects 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. and Lebiush-Mordechi, S. (1995). Physical methods for the control of *Bemisia*. In *Bemisia: Taxonomy, Biology, Damage control and management*. Anonymous Intercept Ltd, Andover, pp. 617-634.

Blackman, R.L. and Eastop. V.F (1984). Aphids of the World’s Crops: An identification and information guide. John Wiley and Sons Publications, London.

Brodsgard, H.F. (1990). Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) in glasshouses. *Journal of Applied Entomology*, 107: 136-140.

Castilla, N. and Jarret, P. (1995). Protected cultivation in the Mediterranean area. *Plasticulture* 107, 13-20.

Chambers, R.J., Long, S. and Helyer, N. (1993). Effectiveness of *O. laevigatus* for the control of *F. occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology* 3, 295-307.

Chapman, G.F. (1998). The Insects. Fourth Edition. Cambridge University Press.

Cho, K., Eckel, C.S., Walgenbach, J.F. and Kennedy, G.G. (1995). Comparison of coloured sticky traps for monitoring thrips populations (Thysanoptera: Thripidae) in staked tomato fields. *Journal Entomological Science*, 30: 176-190.

Cohen, S. (1982). Control of whitefly vectors of viruses by color mulches. In “Pathogen, Vectors and Plant Diseases, Approaches to Control” (K.F. Harris and K. Maramorosch, eds), pp 45-56. *Academic Press*, New York.

Coombe, P.E. (1981). Wavelength specific behaviour of the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal Comparative Physiology*. 144, 83-90.

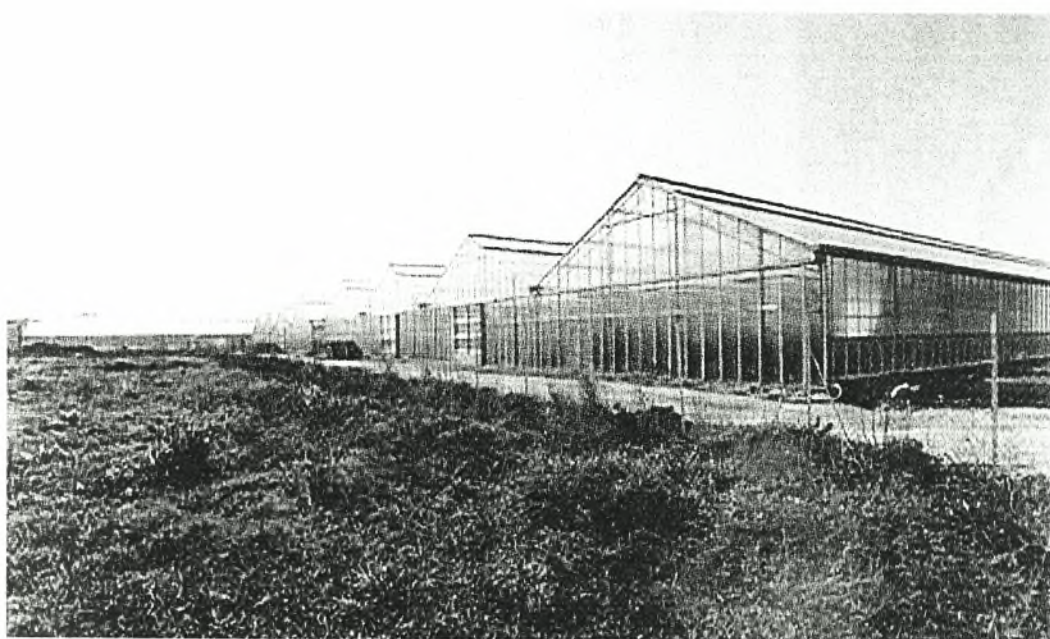
- Coombe, P.E. (1982).** Visual behaviour of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Physiological Entomology*, **7**, 243-251.
- Costa, H.S and Robb, K.L. (1999).** Effects of ultraviolet absorbing greenhouse plastic films on flight behaviour of *Bemisia argentifoli* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, **92**, 557-562.
- Costa, H.S., Robb, K.L. and Wilen. C.A. (2001).** Increased persistence of *Beauveria bassiana* spore viability under high ultraviolet-blocking greenhouse plastic. *HortScience* **36(6)**, 1082-1084.
- Costa, H.S., Robb, K.L. and Wilen. C.A. (2002).** Field trials measuring the effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *Journal of Economic Entomology* **95**, 113-120.
- Gokkes, M. (1999).** Physical barriers in greenhouses. *Phytoparasitica* **27**, 75-76.
- Γουβιώτης, Π. (2002).** Δίχτυα εντομοστεγανότητας σε θερμοκήπιο. Διερεύνηση της επίδρασης τους στο μικροκλίμα και στην ανάπτυξη καλοκαιρινής καλλιέργειας τομάτας. *Μεταπτυχιακή διατριβή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας*, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
- Goldsmith, T.H. and Bernard, G.D. (1974).** The visual system of insects. In "The Physiology of Insecta" (M. Rockstein, ed), pp 166-263. Academic Press, New York and London.
- Dent, R.D. (1995).** Introduction In "Integrated Pest Management" (D. Dent, ed), pp 1-8. Chapman and Hall, London.
- Desriac, P.D. (1991).** The effect of pesticides on the life of greenhouse films. *Plasticulture* **1**, 9-16.
- Dixon, A.F.G. (1985).** Aphid ecology. Glasgow: Blackie, 157pp.
- Doles, L.J. (2001).** Host plant selection and acceptance behaviour of herbivorous insects. *Planting Finding and Acceptance Behaviour in Phytophagous Insects*. http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en507/papers_2001/doles.html
- Δρίμτζιας, E.N. (1995).** Υδροπονική καλλιέργεια σε υπόστρωμα Grodan. *ΓΕΩΡΓΙΑ-Κτηνοτροφία* **6**, 17-31.
- Elad, Y. (1997).** Effect of solar light on the production of conidia by field isolates of *Botrytis cinerea* and on several diseases of greenhouse-grown vegetables. *Crop Protection* **16**, 635-642.

- Ham, J.M., Kluitenberg, G.J. and Lamont, W.J. (1991).** Potential impact of plastic mulches on the aboveground environment, p. 63-69. *Proceedings of National Agricultural Plastics Congress, Mobile, Al a., 29 Sept – 3 Oct. 1991.*
- Hoffman, S. (1999).** The effects of photo selective cladding materials on the growth of ornamental plants: Effects of UV range on stem elongation. *Gartenbauwissenschaft* **64(4)**, 183-186.
- Honta, Y. (1985).** Control of seedling blast of rice with ultraviolet absorbing vinyl film. *Plant Disease Report.* **69:** 596-598.
- Honta, Y. and Yunoki, T. (1977),** Control of gray mold of greenhouse cucumber and tomato by inhibition sporulation. *Plant Disease Report.* **61:** 1041-1044.
- Hussey, N.W., Read, W.H. and Hesling, J. (1969).** The pests of protected cultivation. The biology and control of glasshouses and mushroom pests. Edward Arnold, London, pp.404
- Indevco Export Division. (2002).** RAINBOW Greenhouse Covers. <http://www.indevcoexport.com/greenhouse-film-additivew.asp>
- Kennedy, J.B., Booth, C.O. and Kershaw, W.J. (1961).** Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. *Annals of Applied Biology*, **49**, 1-21.
- Kinro, Y.G. (2002).** The plastic world of horticulture. *Grower Talks.* <http://growertalks.com/archive/display.asp?ArticleID=590>
- Kittas, C., Boulard, T., Bartzanas, Th., Katsoulas, N. and Mermier, M. (2002).** Influence of an insect screen on greenhouse ventilation. *Transactions of the ASAE*, **45(4)**, 1083-1090.
- Kring, J.B. (1970).** Response of aphids to colour and light. From theory to practical application. *Frontiers Plant Science.* **23**, 6-7.
- Kring, J.B. (1972).** Flight behaviour of aphids. *Annual Review of Entomology* **17**, 461-492.
- Kumagai, T. (1982).** Blue and near ultraviolet reversible photoreaction in the induction of fungal conidiation. *Photochemistry Photobiology* **35**, 123-125.
- Leach, G.M. (1967).** Interaction of near- ultraviolet light and temperature on sporulation of the fungi *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium* and *Stemphylium*. *Canadian Journal. Botany.* **45**, 808-812.
- Lewis, T. (1997).** Thrips as Crop Pests. CAB International., Oxford, New York. pp 1-15.

- Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν. (2001).** Θερμοκήπια. Τρίτη έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Marullo, R. and Tremblay, E. (1993).** Le specie italiane del genere *Frankliniella* Karny. *Inform. Fitopatologico*, anno **43(11)**: 37-44.
- Matteson, N., Terry, I., Ascoli, C.A. and Gilbert, C. (1992).** Spectral efficiency of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Insect Physiology* **38**, 453-459.
- Mazokhin-Porshnykov, G.A. (1969).** Structure of faceted eyes and visual centers. In ‘*Insect Vision*’ (T.H. Goldsmith, ed), pp. 1-19. Plenum press, New York.
- Miguel, A.F., Silva, A.A. and Rossa, R. (1994).** Solar radiation inside a single span greenhouse with shading screens. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **59**, 61-79.
- Mizrahi, S., Sacs, Y., Mor, N., Elad, Y., Reuveni, R. and Antignus, Y. (1998).** Comparative study on the protection effects of commercial polyethylene films with different absorption spectra against insect, fungal and viral pests. *Gan Sadeh Vameshek* **5**, 33-37 (in Hebrew).
- Moericke, V. (1955).** Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattlaus (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **37**, 29-91.
- Mound, L.A. (1962).** Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis Applicata* **5**, 99-104.
- Nakagaki, S., Sekiguchi, K. and Onuma, K. (1982).** The growth of vegetable crops and establishment of insect and mite pests in a plastic greenhouse treated to exclude near UV radiation. (2) Establishment of insect and mite pests. *Bull. Ibaraki-Ken Hort. Exp.Sta.* **10**, 39-47 (in Japanese).
- Ντόγρας, Κ. (1998).** Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Μέρος Α'. Τμήμα Εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο. Θεσσαλονίκη 1998.
- Onesirisan, P.T. and Banttari, E.E. (1969).** The effect of light temperature upon sporulation of *Helminthosporium teresi* in culture. *Phytopathology* **59**, 906-909.
- Onuma, K. and Nakagaki, S. (1982).** The growth of vegetable crops and establishment of insect and mite pests in a plastic greenhouse treated to exclude near UV radiation. (1) The growth of pepper and cucumber. *Bull.Ibaraki-Ken Hort.Exp.Sta.* **10**, 31-38 (in Japanese).

- Palmer, J.M., Mound, L.A. and Du Heaume, G.J. (1989).** CIE Guides to insects of importance to man, 2:Thysanoptera. C.R. Betts (ed.). Wallingford: CAB Int. Inst. of Biol. Control, 73 pp.
- Panagopoulos, L., Borman, J.F. and Bjorn, L.O. (1992).** Response of sugar beet plants to ultraviolet-B (280 – 320 nm) radiation and *Cercospora* leaf spot disease. *Physiol. Plant.* **84**, 140-145.
- Perring, T.M., Gruenhagen, N.M. and Farrar, C.A. (1999).** Management of plant viral diseases through control of insect vectors. *Annual Review of Entomology* **44**, 457-481.
- Rabasse, J.M. and Wyatt, I.J. (1985).** Biology of aphids and their parasites in greenhouses: 66-73. In "Biological pest control: the glasshouse experience". N.W. Hussey & N. Scopes (eds.). Dorset: Blandford Press.
- Raviv, M., Schayer, R. and Shor, Y. (1988).** Ultraviolet radiation effect on blackening of rose petals. *App. Agrc.Res.*
- Reuveni, R. (1997).** Control of downy mildew in greenhouse-grown cucumbers using blue photo-selective polyethylene sheets. *Plant Disease* **81**, 999-1004.
- Σαφούρη, X. (1999).** Επίδραση δικτύου εντομοστεγανότητας σε καλλιέργεια υπό κάλυψη. *Μεταπτυχιακή διατριβή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.*
- Scarascia-Mugnozza, G., Vox, G. and Stefani, L. (2000).** Effects of the pesticides on the degradation of EVA plastic film for the greenhouse covering. *Plasticulture 2000: Proceedings of 15th International Agricultural Plastics Congress*. Pennsylvania.
- Seker, I. (1999).** Studies on the effects of UV-absorbing films on the pollination activity of bumble bees in greenhouse tomatoes. In "Summary of Research Projects and Fields Experiments in Tomato Crops for 1999". *Bull Israeli Extension Service*, pp 41-53.
- Selinger, H.H., Lall, A.B. and Biggley, W.H. (1994).** Blue through UV polarization sensitivities in insects. *Journal Comparative Physiology* **175**, 475-486.
- Stark, W.S. and Tan, K.E.W.P. (1982).** Ultraviolet light: Photosensitivity and other effects on the visual system. *Photochemistry Photobiology* **36**, 371-380.
- Terry, L.I. (1997).** Host selection, communication and reproductive behaviour. In "Thrips as Crop Pests" (T. Lewis, ed.), pp. 65-118. CAB International., Oxford, New York.

- Τζανακάκης, Μ.Ε. και Κατσόγιαννος, Β.Ι. (1998).** Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου. Αθήνα, Εκδόσεις ΑγρόΤυπος.
- Tsitsipis, J.A., Lykouresis, D., Katis, N., Avgelis, A.D., Gargalianou, J., Papanayotou, A. and Kokinis, G.M. (1997).** Aphid species diversity demonstrated by suction trap captures in different areas in Greece. *In* "J.M. Nieto Nafria and A.F. G. Dixon (eds.). Aphids in Natural and Managed Ecosystems, Universidad de Leon (Secretariado de publicaciones), Leon (Spain), pp. 495-501.
- Vaishampayan, S.M., Walldbauer, G.P and Kogan, M. (1975).** Visual and olfactory responses in orientation to plants by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis Applicata* **18**, 412-422.
- Vakalounakis, D.J. (1995).** Control of early blight of greenhouse tomato, caused by *Alternaria solani*, by inhibiting sporulation with ultraviolet-absorbing vinyl films. *Plant Disease* **75**, 795-797.
- Vernon, R.S. and Gillespie, D.R. (1990).** Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. *Environmental Entomology* **19**, 1229-1241.
- Vernon, R.S. and Gillespie, D.R. (1995).** Influence of trap shape, size, and background colour on captures of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in a cucumber greenhouse. *Journal of Economic Entomology* **88**, 288-293.
- Waaijenbergh, D. (2000).** Additives make greenhouse films universally effective. *FlowerTech* **3 (7)**, 8-11.
- White, R.H., Stevenson, R.D., Bennet, R.R., Culter, D.E. and Haber, W.A. (1994).** Wavelength discrimination and role of ultraviolet vision in the feeding behaviour of hawkmoths. *Biotropica* **26**, 427-435.
- Wang, S. and Boulard, T. (2000).** Measurement and prediction of solar radiation distribution in full-scale greenhouse tunnels. *Agronomie* **20**, 41-50.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074263