

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΒΑΤΣΑΝΙΔΟΥ ANNA

ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2003

στους γονείς μου,



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7184/1
Ημερ. Εισ.: 28-05-2009
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
631.583
ΒΑΤ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνονται στον υπεύθυνο επιβλέποντα καθηγητή κ. Ιωάννη Τσιτσιπή για τη συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά του στην οργάνωση του πειράματος. Επιπλέον στους συνεπιβλέποντες καθηγητές κ. Κωνσταντίνο Κίττα και Δ. Λυκουρέση για το ενδιαφέρον τους και τις πολύτιμες διορθώσεις και υποδείξεις, στον Δρ. Ιωάννη Μαργαριτόπουλο για την καθοδήγηση, επίβλεψη και ενεργό συμμετοχή σε όλη τη διαδικασία εκτέλεσης της παρούσας εργασίας, στην κα. Χριστίνα Παπαϊωάννου και τον κ. Dany El Obeid για την πολύτιμη βοήθεια τους στη λήψη των μετρήσεων. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μπαριζάνα Θωμά για την αμέριστη ηθική συμπαράσταση καθόλη την διάρκεια της παρούσης εργασίας.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΘ. ΤΣΙΤΣΙΠΗΣ Καθηγητής Εντομολογίας, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας.

ΚΩΝ/ΝΟΣ Ν. ΚΙΤΤΑΣ Καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΛΥΚΟΥΡΕΣΗΣ Καθηγητής του Γεωπονικού
Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο υπεριώδες φως, στους πληθυσμούς των εντόμων του θρίπα και των αφίδων σε θερμοκηπιακή υδροπονική καλλιέργεια τομάτας. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις πάνω στην επίδραση των συγκεκριμένων πλαστικών στη λειτουργία της επικονίασης των βομβύνων, *Bombus terrestris*, (L) (Hymenoptera: Apidae).

Μελετήθηκαν οι επιδράσεις δύο πλαστικών φύλλων κάλυψης. Στο πρώτο επιτρεπόταν η διέλευση του 3% της UV ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και στο δεύτερο αποτρεπόταν η διέλευση σε όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας. Πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις των δύο προαναφερθέντων υλικών με το πλαστικό του μάρτυρα, που επέτρεπε 7% της UV ακτινοβολίας να εισέλθει στο θερμοκήπιο, που αφορούσαν τις επιδράσεις των νέων αυτών πλαστικών στη δραστηριότητα των επιζήμιων εντόμων. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε παγίδες εσωτερικά και εξωτερικά των θερμοκηπίων αλλά και πάνω στα φυτά, αφορούσαν τα έντομα του θρίπα και της αφίδας.

Όσο αναφορά τους θρίπες βρέθηκαν μικρότεροι πληθυσμοί στις παγίδες που τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο με το πλαστικό που απορροφά όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας από το εισερχόμενο φως σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια. Στις αφίδες βρέθηκε σημαντικά μικρότερος αριθμός ατόμων της πάνω στα φυτά στο θερμοκήπιο που απέτρεπε τη διέλευση της UV ακτινοβολίας. Οι παρατηρήσεις που έγιναν πάνω στην δραστηριότητα των βομβύνων έδειξαν ότι δεν επηρεάζεται στατιστικώς σημαντικά η λειτουργία της επικονίασης από την έλλειψη της UV ακτινοβολίας. Τέλος δεν παρατηρήθηκε προσβολή από ιώσεις σε κανένα από τα τρία θερμοκήπια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Θερμοκήπια	7
1.3 Ηλιακή ακτινοβολία ή μικρού κύματος ακτινοβολία	9
1.4 Πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας	10
1.5 Χρήσεις των πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία	12
1.6 Έντομα-εχθροί της τομάτας θερμοκηπίου	15
1.6.1 Αφίδες	15
1.6.2 Θρίπας	17
1.7 Η επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά των εντόμων	18
1.7.1 Όραση των εντόμων	18
1.7.2 Επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά των κυριότερων εντομολογικών εχθρών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες	22
1.8 Χρήση των UV πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων για την προστασία των θερμοκηπιακών καλλιεργειών από έντομα-εχθρούς	25
2.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	28
2.1 Εισαγωγή	28
2.2 Υλικά και Μέθοδοι	32
2.2.1 Θερμοκήπια	32
2.2.2 Καλλιέργεια	33
2.2.3 Παρακολούθηση Εντόμων με Παγίδες	35
2.2.4 Καταμέτρηση Εντόμων σε Φυτά	38
2.2.5 Στατιστική ανάλυση	39
2.3 Αποτελέσματα	40
2.3.1 Θρίπες	40
2.3.1.1 Αποτελέσματα των συλληφθέντων ατόμων θρίπα στις κολλητικές παγίδες	40
2.3.1.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά	44
2.3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων θριπών σε φυτά και παγίδες	47
2.3.2 Αφίδες	49
2.3.2.1 Αποτελέσματα των συλληφθέντων αφίδων στις παγίδες νερού	49

2.3.2.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά	53
2.3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των ατόμων των αφίδων σε φυτά και παγίδες	56
2.3.3 Αποτελέσματα γονιμοποίησης των ανθέων	57
2.3.4 Αποτελέσματα εργαστηριακών ελέγχων των φυτών για ιώσεις	58
2.4 Συζήτηση και Συμπεράσματα	59
3. Βιβλιογραφία	65

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Οι κλιματικές συνθήκες που διαμορφώνονται στο θερμοκήπιο ευνοούν την ανάπτυξη διαφόρων εχθρών των καλλιεργειών, οι οποίοι πολλαπλασιάζονται γρήγορα και προκαλούν σημαντική οικονομική ζημία (Hussey et al. 1969). Η χημική καταπολέμηση των εντόμων αποτελούσε για πολλά χρόνια την κύρια μέθοδο αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών των καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο (Perring et al. 1999). Η συχνή και συνεχής εφαρμογή των εντομοκτόνων αποτελούσε μία πρόσκαιρη λύση, λόγω της ανάπτυξης ανθεκτικότητας των εντόμων, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούσε ένα μεγαλύτερο πρόβλημα με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με χημικές τοξικές ουσίες (Dent 1995). Επιπλέον, ορισμένα εντομοκτόνα έχουν καταστρεπτική επίδραση στα πλαστικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων αυξάνοντας περισσότερο το κόστος παραγωγής (Dersiac 1991). Την τελευταία δεκαετία έχει αυξηθεί η ευαισθητοποίηση τόσο των πολιτών όσο και των φορέων σε ότι αφορά τη χρήση χημικών ουσιών (Dent 1995).

Συνεπώς τις τελευταίες δεκαετίες, το θέμα της προστασίας της υγείας των παραγωγών, καθώς και η ανάγκη για μείωση του κόστους παραγωγής, σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο προβληματισμό σχετικά με τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τις απαιτήσεις για τροφές χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων, πραγματοποιήθηκε μία στροφή προς ένα νέο σύστημα προστασίας των φυτών, την ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εντομολογικών εχθρών. Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών αποτελεί σήμερα την καλύτερη εναλλακτική λύση για τον έλεγχο των εντόμων, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που αποτελούν τους κατεξοχήν φορείς των ιώσεων στα φυτά. Θεωρείται ότι είναι ένα σύστημα διαχείρισης εντόμων το οποίο μέσα στα πλαίσια μίας πιο οικολογικής, κοινωνικής και οικονομικά βιώσιμης γεωργίας, χρησιμοποιεί συνδυασμένες όλες τις κατάλληλες τεχνικές, έτσι ώστε να περιορίζει τους πληθυσμούς των επιζήμιων εντόμων. Σκοπός του είναι να συγκρατεί τους πληθυσμούς τους σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν οικονομική ζημία, έχοντας πάντα ως κριτήριο την ασφάλεια του χρήστη, του καταναλωτή και του περιβάλλοντος. Το σύστημα περιλαμβάνει το συνδυασμό πολλών μεθόδων αντιμετώπισης, όπως βιολογικών (π.χ.

χρήση φυσικών εχθρών), καλλιεργητικών (π.χ. λίπανση, άρδευση, υγιεινή των φυτών, ανθεκτικές ποικιλίες), φυσικών (π.χ. υλικά εδαφοκάλυψης, δίχτυ εντομοστεγανότητας) και αν είναι απαραίτητο χρήση ήπιων χημικών ουσιών (Baker et al. 1996).

Μία από τις μεθόδους που εφαρμόζονται στην ολοκληρωμένη διαχείριση των εντόμων και απολαμβάνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις μέρες μας, κυρίως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, είναι οι φυσικές μέθοδοι. Η προσέλκυση των εντόμων από χρωματικά υλικά κάλυψης του εδάφους οδηγεί στην απομάκρυνσή τους από τα φυτά (Cohen 1982). Επίσης, η χρησιμοποίηση χρωματισμένων επιφανειών εδαφοκάλυψης που αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία σε δύο περιοχές του φάσματος, την μπλε (400-500 nm) και την κοντινή υπεριώδη (395nm), αποτελεί τεχνική απόθησης των εντόμων (Ham et al. 1991, Krings 1972). Και οι δύο αυτές πρακτικές προστατεύουν επιτυχώς, σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες από τη μετάδοση ιών (Csizinszky 1999).

Μία από τις φυσικές μεθόδους αντιμετώπισης των εντόμων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, η οποία υιοθετήθηκε σημαντικά την τελευταία δεκαετία, είναι η χρήση των δικτύων εντομοστεγανότητας στα ανοίγματα αερισμού των θερμοκηπίων. Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι ο πληθυσμός του θρίπα μπορεί να μειωθεί σημαντικά χρησιμοποιώντας δίχτυα με μικρό μέγεθος οπών (0,18mm x0,18mm) (Berlinger et al. 1993), καθώς και ότι η χρήση δικτύων είναι πιθανώς το πιο αποτελεσματικό μέσο για την παρεμπόδιση της εισόδου του αλευρώδη στα θερμοκήπια (Berlinger and Lebiush-Mordechi 1995). Πρόσφατες μελέτες που σύγκριναν συμβατικά δίχτυα με τα βιο-δίχτυα, «bionets» (δίχτυα, που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία στο εύρος της UVA και UVB) έδειξαν ότι μέγεθος οπών 50 mesh μειώνει σημαντικά την είσοδο του αλευρώδη και την εξάπλωση του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV), ενώ δίχτυα 16 και 30 mesh δεν ήταν το ίδιο αποτελεσματικά. Επιπλέον, τα δίχτυα με μέγεθος οπών 50 mesh ήταν αποτελεσματικά κατά της λιριόμυζας *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera) και του *Tetranychus telarius* (L.) (Prostigmata: Tetranychidae) σε καλλιέργεια τομάτας και έναντι του *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) σε καλλιέργεια αγγουριάς (Antignus et al. 1998). Το πρόβλημα που έχει ανακύψει από τη χρήση συγκεκριμένων δικτύων είναι ότι τα πιο αποτελεσματικά δίχτυα στον αποκλεισμό των εντόμων (δηλαδή αυτά με μικρό μέγεθος οπών) μειώνουν σημαντικά τον αερισμό του θερμοκηπίου (Kittas et al.

2002). 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 θερμοκουρτινών και των δικτύων σκίασης (Miguel 1994).

Η επίδραση των δικτύων εντομοστεγανότητας τόσο στον πληθυσμό των εντόμων όσο και στη διαμόρφωση του μικροκλίματος του θερμοκηπίου αποτέλεσαν αντικείμενο έρευνας των εργαστηρίων Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος και της Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Όσο αναφορά τους θρίπες και τις αφίδες παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του αριθμού των ατόμων τους στο θερμοκήπιο με το εγκατεστημένο δίχτυ (Σαφούρη 1999, Βατσανίδου και άλλοι 2001), ενώ όσον αφορά το κλίμα παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων με δίχτυ και χωρίς αυτό (Γουβιώτης 2002).

Τα τελευταία χρόνια μία νέα μέθοδος αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών και των φυτοπαθολογικών ασθενειών των καλλιεργειών των θερμοκηπίων έχει αρχίσει να διερευνάται στο Ισραήλ και στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών. Τα νέα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων απορροφούν όλη ή μέρος της υπερϊώδους ακτινοβολίας και αποτελούν μία νέα φυσική μέθοδο ελέγχου των εντόμων και των ιώσεων που μπορεί να συμπεριληφθεί σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Τα συγκεκριμένα υλικά κάλυψης ονομάζονται φωτοεκλεκτικά πλαστικά, ή "UV filters" και η επίδρασή τους στην ανάπτυξη της καλλιέργειας και στην καταστολή των εχθρών αποτελούν θέμα μελέτης σε διεθνές επίπεδο (Costa and Robb 1999).

1.2 Θερμοκήπια

Παγκοσμίως υπάρχουν 2.800.000 στρ. θερμοκηπίων (εκτός της Κίνας η οποία έχει περίπου 6.000.0000 στρέμματα καλυμμένα με απλές κατασκευές για τα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία) εκ των οποίων το 50% βρίσκεται στη Ασία. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα υαλόφρακτα καταλαμβάνουν 300.000 στρ. και αυτά με κάλυψη πλαστικού 900.000στρ..

Στην Ελλάδα, η οποία καλύπτει το 1.4% της παγκόσμιας έκτασης σε θερμοκήπια, οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική εξάπλωση αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων. Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή τιμή του, επέτρεψαν στους καλλιεργητές περιοχών με πρώιμες καλλιέργειες να κατασκευάσουν θερμοκήπια για παραγωγή πρώιμων κηπευτικών με μικρό κόστος. Έτσι παρατηρήθηκε μία εντυπωσιακή αύξηση των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 43.564 στρ. το 1999 (Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας) από τα οποία το 3,8% ήταν υαλόφρακτα και το 96,8% πλαστικά. Οι κυριότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπίων στην Ελλάδα, είναι:

1. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
2. Η αύξηση της ζήτησης γεωργικών προϊόντων στην εσωτερική αγορά όλο το χρόνο.
3. Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος (εντατικοποίηση των καλλιεργειών)
4. Η γεωργική πολιτική του κράτους, που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων.

Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα συγκεντρώνονται σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και άφθονη ηλιακή ενέργεια. Στην Κρήτη, την Πελοπόννησο και στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου συγκεντρώνεται το 65% των θερμοκηπίων της χώρας.

Τα παραγόμενα θερμοκηπιακά προϊόντα έχουν για την αγροτική οικονομία της χώρας μας ιδιαίτερη σημασία, συμμετέχοντας στο σύνολο της ακαθάριστης αξίας της φυτικής παραγωγής κατά 6.6% περίπου, ενώ η έκταση στην οποία καλλιεργούνται αποτελεί μόνο το 0.1% του γεωργικού εδάφους.

Οι θερμοκηπιακές εκτάσεις στις οποίες καλλιεργούνται λαχανοκομικά είδη φυτών αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 90% των συνολικών θερμοκηπιακών εκτάσεων ενώ οι ανθοκομικές περιορίζονται στο 8.3%. Στα λαχανοκομικά είδη τις μεγαλύτερες εκτάσεις καλύπτουν η τομάτα και το αγγούρι καταλαμβάνοντας μερίδιο της τάξης του 80%, ενώ στα ανθοκομικά τα δρεπτά άνθη (τριαντάφυλλα, γαρύφαλλα,

χρυσάνθεμα κ.λ.π) καλύπτουν ποσοστό 65.5% του αντίστοιχου συνόλου (Μαυρογιαννόπουλος 2001).

1.3 Ηλιακή ακτινοβολία ή μικρού κύματος ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χωριστεί στα τρία κάτωθι μέρη:

1. στην υπεριώδη ακτινοβολία (Ultra Violet, UV)
2. στην ακτινοβολία που εκπέμπεται στο ορατό φάσμα και
3. στην κοντινή υπέρυθη ακτινοβολία (Near Infra Red, NIR).

Και τα τρία αυτά μέρη χαρακτηρίζονται από μήκη κύματος τα οποία εκφράζονται σε νανόμετρα (εικόνα 1).

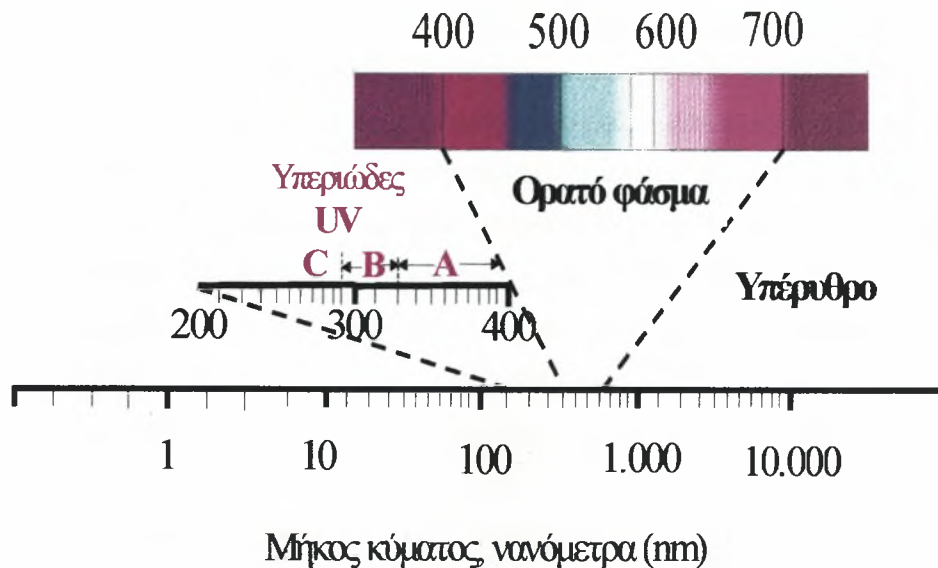
Η UV ακτινοβολία είναι το τμήμα του ηλιακού φάσματος με την υψηλότερη ενέργεια και είναι επικίνδυνη για όλους του ζωντανούς οργανισμούς. Ωστόσο το μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας με την μεγαλύτερη ενέργεια, UV-c (<320nm), απορροφάται από το στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας. Οι UV-b (280-320nm) και UV-a (320-380nm) ακτινοβολίες είναι υπεύθυνες για το χρώμα των ανθέων, για το μαύρισμα από τον ήλιο, καθώς και για την αποικοδόμηση του πολυαιθυλενίου (που αποτελεί το κυριότερο υλικό κάλυψης θερμοκηπίων) (Waaajenberg 2000).

Το επόμενο τμήμα του ηλιακού φάσματος είναι το ορατό φως, το οποίο είναι απαραίτητο τόσο για την όραση του ανθρώπου, όσο και για την ανάπτυξη και αύξηση των φυτών. Το ορατό φως αντιστοιχεί με τη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (Photosynthetic Active Radiation, PAR), η οποία είναι το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται από τα φυτά για την φωτοσύνθεση (400-700nm). Το μπλε και το ερυθρό φως είναι τα σημαντικότερα μέρη της PAR, γιατί η χλωροφύλλη απορροφά αυτά τα μήκη κύματος πιο αποτελεσματικά από το πράσινο φως (Waaajenberg 2000).

Η NIR (780-3000nm) είναι το τμήμα της ακτινοβολίας που παράγει θερμότητα, οπότε ανάλογα με την περιοχή και την εποχή μπορεί να είναι ωφέλιμη για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες ή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα που σχετίζονται με την υπερθέρμανση του εσωτερικού των θερμοκηπίων (Waaajenberg 2000).

Η μακρινή υπέρυθη ακτινοβολία (Far Infared: 3000-50000nm, FIR) ή μεγάλου κύματος ακτινοβολία δεν είναι άμεση ηλιακή ακτινοβολία, αλλά είναι υπεύθυνη για

το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η FIR ακτινοβολία παράγεται από τα θερμά σώματα καθώς ψύχονται και δεν μπορεί να διαπεράσει το γυαλί, γι' αυτό και η θερμότητα παραμένει στο εσωτερικό των γυάλινων θερμοκηπίων. Αντίθετα το πολυαιθυλένιο (πλαστικό υλικό για την κάλυψη των θερμοκηπίων), δεν παρουσιάζει αυτά τα χαρακτηριστικά, αφήνοντας την FIR να διαφύγει (Waaaijzenberg 2000)



Εικόνα 1. Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας

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

Η διάρκεια ζωής ενός πλαστικού φύλλου που χρησιμοποιείται για την κάλυψη του θερμοκηπίου μειώνεται με το χρόνο, εξαιτίας της παρατεταμένης έκθεσής του σε διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος. Η αποικοδόμηση των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων χαρακτηρίζεται αρχικά από μία μείωση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους που καταλήγει στην αλλοίωση του πλαστικού φύλλου. Το φαινόμενο της γήρανσης των πλαστικών φύλλων κάλυψης οφείλεται κυρίως στην UV ακτινοβολία και ειδικότερα στην UV-a και UV-b ακτινοβολία. Η UV ακτινοβολία έχει

υψηλή ενέργεια η οποία μεταφέρεται στα μόρια οξυγόνου της ατμόσφαιρας γύρω από το πλαστικό, τα οποία ενεργοποιεί και αυτά με τη σειρά τους εισχωρούν στο πλαστικό υλικό, που συνήθως είναι το πολυαιθυλένιο. Τα ενεργοποιημένα μόρια οξυγόνου πιθανώς σπάζουν συγκεκριμένους χημικούς δεσμούς και σχίζουν τις αλυσίδες των μακρομορίων του πολυαιθυλενίου, καταλήγοντας στην αλλοίωση του πλαστικού (Scarascia-Mungozza et al. 2000).

Ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια ζωής του πλαστικού είναι το πάχος του. Όσο παχύτερο είναι το πλαστικό φύλλο κάλυψης τόσο μεγαλύτερη η αντοχή του στην UV ακτινοβολία. Επίσης, οι διάφορες προσθετικές ουσίες που τοποθετούνται στο εσωτερικό των πλαστικών φύλλων κάλυψης συντελούν στην αύξηση της διάρκειας ζωής τους. Οι προσθετικές ουσίες αποτελούνται από τους απορροφητές UV ακτινοβολίας και σταθεροποιητές. Οι πρώτες είναι χημικά μόρια που απορροφούν και επομένως μπλοκάρουν τα επικίνδυνα μέρη της UV ακτινοβολία (κυρίως 360nm ή < 360nm) προστατεύοντας τα πλαστικά φύλλα κάλυψης, ενώ οι τελευταίοι επιβραδύνουν την ταχύτητα αποικοδόμησης τους (Waaijenberg 2000).

Η χρήση των χημικών ουσιών που προστίθενται στα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων για την απορρόφηση της UV ακτινοβολίας και κατά συνέπεια την αύξηση της διάρκειας ζωής τους είναι γνωστή στην τεχνολογία κατασκευής των πλαστικών. Λιγότερο γνωστή μέχρι σήμερα όμως είναι η χρήση των προσθετικών ουσιών που δρουν ως παρεμποδιστές της διέλευσης της UV ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Στα πλαίσια της νέας προσέγγισης των χημικών ουσιών που απορροφούν την UV ακτινοβολία στο πλαστικό φύλλο δημιουργήθηκαν νέα χημικά μόρια που "διαλύονται" στο πλαστικό υλικό μέσο και μπλοκάρουν ικανοποιητικά την UV ακτινοβολία. Επισημαίνεται ότι οι απορροφητές της UV ακτινοβολίας πρέπει να επιλέγονται με προσοχή, ώστε να μην παρεμβαίνουν στη διέλευση του ορατού φάσματος της ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (Shachar et al. 2000).

Τα νέα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που όπως αναφέρθηκε ονομάζονται φωτοεκλεκτικά ή UV πλαστικά κάλυψης, ανάλογα με το τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφούν διακρίνονται σε:

1. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία (UV-a: 320-380nm, UV-b: 280-320nm) σε διαφορετικά επίπεδα και σχετίζονται με τη δραστηριότητα των εντόμων και την ανάπτυξη ασθενειών και ιώσεων. Επίσης, τα συγκεκριμένα φωτοεκλεκτικά πλαστικά

επιδρούν στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού και συγκεκριμένα στη ρύθμιση της επιμήκυνσης των στελεχών.

2. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία στο εύρος των 680-780nm και σχετίζονται με την αύξηση της φωτεινότητας του χρώματος των φυτών, τη βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής. Επίσης, σχετίζονται με την τροποποίηση του λόγου της ερυθρής (Red:630-680nm) προς την υπέρυθη ακτινοβολία στα φυτά. Η αύξηση του λόγου προκαλεί την ικανοποιητική μείωση του ύψους των φυτών, ώστε δεν είναι απαραίτητη η χρήση των χημικών ρυθμιστών ανάπτυξης (Phoenix et al. 2000).
3. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που αντανακλούν την κοντινή υπέρυθη ακτινοβολία (Near InfraRed: 780-3000nm) και σχετίζονται με το δροσισμό του θερμοκηπίου, μειώνοντας την θερμοκρασία ως 7°C στο εσωτερικό. Τα πλαστικά αυτά περιέχουν χρωστικές ουσίες, οι οποίες αντανακλούν επιλεκτικά ένα μέρος από την NIR ακτινοβολία, η οποία όπως είναι γνωστό παράγει θερμότητα, αποτρέποντας την υπερβολική θέρμανση στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (Waaijenberg 2000).
4. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που εγκλωβίζουν τη μακρινή υπέρυθη ακτινοβολία (Far InfraRed: 3000- 50000nm) και σχετίζονται με τη θέρμανση του θερμοκηπίου τις ψυχρές νύχτες του χειμώνα. Η FIR είναι μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από το έδαφος και τα φυτά. Η προσθήκη επομένως, συγκεκριμένων ανόργανων συστατικών στο ενδιάμεσο του πλαστικού φύλλου κάλυψης μειώνει την απώλεια της FIR ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου κατά 15-35% ώστε δεν είναι απαραίτητη η χρήση της θερμοκουρτίνας (Waaijenberg 2000).

1.5 Χρήσεις των πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία

Τα περισσότερα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμοκηπίων περιέχουν ήδη συστατικά που δεσμεύουν την UV ακτινοβολία που παρατείνουν τη διάρκεια των πλαστικών, χωρίς ταυτόχρονα να

δημιουργούν προβλήματα στη διέλευση της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR). Τα πιο αποτελεσματικά από αυτά δεσμεύουν την υπεριώδη ακτινοβολία που εκπέμπεται στα 360 nm ή και σε μικρότερο μήκος κύματος, επιτρέποντας τη διέλευση ενός ποσοστού της UV ακτινοβολίας που κυμαίνεται από 5 ως 15% ανάλογα με τον κατασκευαστή του πλαστικού (Costa et al. 2002).

Ωστόσο, τελευταία υπάρχουν στο εμπόριο αρκετά πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου διαφόρων εταιρειών που παρεμποδίζουν τη διέλευση της UV ακτινοβολίας που εκπέμπεται στα 380nm, ή και σε μικρότερο μήκος κύματος, αποτρέποντας έτσι την είσοδο σχεδόν όλης της υπεριώδους ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Έρευνες διεξάγονται σε εργαστηριακό επίπεδο και σε θερμοκήπια για να επιβεβαιωθεί η αποτελεσματικότητα του νέου πλαστικού υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων στην αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων και ασθενειών. Παράλληλα διερευνάται η επίδραση του νέου πλαστικού στην ανάπτυξη και μορφολογία των φυτών.

Σε πειράματα στο Ισραήλ βρέθηκε σημαντική μείωση στους πληθυσμούς των εντόμων του αλευρώδη, των αφίδων και του θρίπα σε λαχανικά υπό κάλυψη με UV πλαστικά σε σύγκριση με τα κοινά πλαστικά του εμπορίου. Επίσης, η χρήση αυτών των πλαστικών μείωσε δραματικά την εμφάνιση και εξάπλωση των ιώσεων (Antignus et al. 1996, 1998). Αν και ο ακριβής μηχανισμός που οδηγεί στη μείωση των πληθυσμών των εντόμων δεν είναι γνωστός, η μείωση αυτή σχετίζεται με την όραση των εντόμων και την ανταπόκρισή τους στην υπεριώδη ακτινοβολία. Κάποια είδη εντόμων φαίνεται να επηρεάζονται από την UV ακτινοβολία όσο αναφορά τον προσανατολισμό τους κατά τη διάρκεια της πτήσης τους, αλλά και από την αντανακλώμενη από τα φυτά UV ακτινοβολία για την αναγνώριση των φυτών-ξενιστών τους (Antignus 2000). Περισσότερα στοιχεία για την επίδραση των UV πλαστικών στη συμπεριφορά των εντόμων θα δοθούν σε επόμενη ενότητα.

Η UV ακτινοβολία είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση του μολύσματος των εντομοπαθογόνων μυκήτων (Fargues et al. 1986, Inglis et al. 1995, Jaronski and Goettel 1997, Moore and Caudwell 1997, Moreley-Davies et al. 1996). Έρευνες έδειξαν ότι τα UV πλαστικά που εμποδίζουν τη διέλευση της UV από 360 ως 380 nm ενισχύουν τη βιωσιμότητα στην επιβίωση των σπορίων μόλυνσης και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα των ωφέλιμων εντομοπαθογόνων μυκήτων, όπως του *Beauveria bassiana* (Bals.) (Ascomycota: Hypocreales). Η προστασία των μυκήτων αυτών από την αρνητική επίδραση της UV ακτινοβολίας

συντελεί στη μείωση των χημικών μέσων καταπολέμησης των επιζήμιων εντόμων των θερμοκηπιακών καλλιέργειών, αλλά και στην ελάττωση του κόστους από τη χρήση των πλαστικών αυτών (Costa 2001).

Έχει παρατηρηθεί ότι η UV ακτινοβολία και ιδιαίτερα η UV-b, όταν αυτή συνδυάζεται με χαμηλές θερμοκρασίες κοντά στη φυλλική επιφάνεια, ευνοεί το μαύρισμα των πετάλων της θερμοκηπιακής καλλιέργειας τριαντάφυλλου. Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πλαστικό κάλυψης θερμοκηπίου που απορροφά την UV-b ακτινοβολία αποτρέπεται η βιοσύνθεση της ανθοκυανίνης όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο και αποφεύγεται το ανεπιθύμητο μαύρισμα των τριαντάφυλλων (Ravin 1988).

Η σποροποίηση του μύκητα *Botrytis cinerea* ενισχύεται είτε με την UV-b (280-320nm) είτε με την υπέρυθρη ακτινοβολία, ενώ παρεμποδίζεται με την ακτινοβολία που εκπέμπεται στο μπλε και στο ερυθρό μήκος κύματος (Tan 1975 a, 1975b, Tan and Epton 1974). Σε πειράματα που αποκλείστηκε όλη η UV-b ακτινοβολίας από το πλαστικό κάλυψης του θερμοκηπίου έδειξαν ότι τα UV πλαστικά μπορούν να παρεμποδίσουν την εξάπλωση της ασθένειας σε σημαντικές καλλιέργειες (Honta et al. 1977, HongSik et al. 1998). Επιπλέον βρέθηκε ότι τα νέα πλαστικά κάλυψης που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία (UV-a ή UV-b, ανάλογα) παρεμποδίζουν την αναπαραγωγική διαδικασία και άλλων ασθενειών, όπως της σκληροτινίας (*Sclerotinia sclerotiorum*) (HongSik et al. 1998), της αλτερνάριας (*Alternaria solani*) (Vakalounakis 1991, HongSik et al. 1998), της τήξης των ριζών (*Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.*), και της φουζαρίωσης (*Fusarium spp.*) (Honta 1994).

Όσον αφορά την επίδραση των απορροφητικών στην UV ακτινοβολία πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων στην ανάπτυξη των φυτών, έρευνα που διεξάχθηκε σε καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών έδειξε τη δυνατότητα χρήσης τους στη ρύθμιση του μήκους των φυτών. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, όπου η ολική ακτινοβολία είναι χαμηλή, η χρήση των πλαστικών μπορεί να μειώσει τις επεμβάσεις με χημικούς επιβραδυντές αύξησης των φυτών (Hoffmann 1999).

1.6 Έντομα-εχθροί των θερμοκηπιακών καλλιεργειών

Έχουν αναφερθεί πάνω από 100 διαφορετικά είδη αρθροπόδων παγκοσμίως να προσβάλλουν την καλλιέργεια τομάτας, που αποτελεί σημαντικότερη θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Τα περισσότερα έντομα-εχθροί της τομάτας ανήκουν κυρίως στις τάξεις: Thysanoptera, Heteroptera, Homoptera, Orthoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera και συνήθως είναι πολικράγα, δηλαδή αναπτύσσονται και σε άλλα φυτικά είδη. Τα περισσότερα είδη έχουν υψηλή ικανότητα πολλαπλασιασμού και μπορούν να αναπτύξουν υψηλής πυκνότητας πληθυσμούς και να φτάσουν εύκολα στο επίπεδο οικονομικής ζημιάς. Προκαλούν μεγάλες ζημιές καταστρέφοντας τα σημαντικά μέρη του φυτού αλλά και μεταφέροντας ιούς και πολλά από αυτά αναπτύσσουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. Επιπλέον, πολλά είδη (θρίπας, αλευρώδης, αφίδες) είναι πολύ μικρά και μετακινούνται σε μακρινές αποστάσεις με τον άνεμο (Berlinger 1996).

Ανάμεσα στους πιο συνηθισμένους εντομολογικούς εχθρούς των θερμοκηπιακών καλλιεργειών συγκαταλέγονται ο θρίπας και οι αφίδες. Κρίνεται απαραίτητο επομένως να αναφερθούν τα βασικότερα στοιχεία των βιολογικών κύκλων των εντόμων ανωτέρω.

1.6.1 Αφίδες

Οι αφίδες είναι έντομα που εμφανίζονται συχνά σε πολλές καλλιέργειες και είναι γνωστά με τα κοινά ονόματα μελίγκρα, ψύλλοι και ψείρες. Ανήκουν στην τάξη Homoptera και στην υπεριοικογένεια Aphidoidea, στην οποία έχουν περιγραφεί περίπου 4000 είδη. Είναι έντομα μικρού μεγέθους με μαλακό σώμα, γενικό σχήμα ωοειδές και μήκος 1-10 mm. Ζουν συνήθως σε ομάδες η μία κοντά στην άλλη, πάνω σε τρυφερούς βλαστούς και τρυφερά φύλλα διαφόρων φυτών. Οι αποικίες τους μπορεί να σκεπάσουν σε ορισμένα φυτά ολόκληρο το κορυφαίο μέρος των νέων βλαστών (Dixon 1998).

Η παρθενογένεση και η εναλλαγή ξενιστού (ετεροοικία) είναι τα πλέον σημαντικά γνωρίσματα της εξέλιξης του βιολογικού κύκλου των περισσότερων αφίδων. Η κυκλική παρθενογένεση χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή της φάσης της σεξουαλικής αναπαραγωγής με τη φάση όπου τα έντομα αναπαράγονται

παρθενογενετικά. Στα ετερόοικα είδη εμφανίζεται εποχική μετανάστευση μεταξύ του πρωτεύοντα ξενιστή (δένδρο ή θάμνος), όπου λαμβάνει χώρα η σεξουαλική αναπαραγωγή και του δευτερεύοντα (ποώδης, θαμνώδης), όπου τα έντομα αναπαράγονται παρθενογενετικά για ορισμένο αριθμό γενεών. Η μετανάστευση αυτή δεν έχει σχέση με μετακινήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σε διάφορους δευτερεύοντες ξενιστές και αφορούν στην εξάπλωση των πληθυσμών λόγω της αύξησης του αριθμού τους. Ο ετήσιος κύκλος των ετερόοικων ξεκινά με την εκκόλαψη των ωών στον πρωτεύοντα ξενιστή την άνοιξη τα οποία δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά. Έπειτα από ορισμένο αριθμό γενεών γεννιούνται πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά που μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές. Στους τελευταίους εκτός από τις άπτερες μορφές παράγονται πτερωτά θηλυκά που μεταναστεύουν σε άλλα φυτά συνεχίζοντας την παρθενογενετική αναπαραγωγή. Το φθινόπωρο παράγονται στους δευτερεύοντες ξενιστές θηλυτόκα πτερωτά και αρσενικά που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν τα έμφυλα θηλυκά που μετά από σύζευξη μετά αρσενικά θα γεννήσουν τα χειμερινά ωά. Τα μονόοικα είδη δεν εμφανίζουν εναλλαγή ξενιστών και συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε ένα μόνο ξενιστή (δένδρο, θαμνώδη, ποώδη). Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά θα γεννήσουν ωοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά συνήθως είναι άπτερα γιατί δε χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο κύκλος (Blackman and Eastop 1984).

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 θερμοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή των αφίδων και οι πληθυσμοί τους περιορίζονται (Τζανακάκης 1980). Το μέγιστο των συλλήψεων των πτερωτών αφίδων σε αναρροφητικές παγίδες τύπου Rohtamsted παρουσιάζεται τους μήνες Μάιο-Ιούνιο κατά την περίοδο που πολλές καλοκαιρινές καλλιέργειες βρίσκονται σε ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης (Tsitsipis et al. 1997). Οι αφίδες έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν πολύ μεγάλους πληθυσμούς στις καλλιέργειες όταν οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία, φυσικοί εχθροί) το επιτρέπουν. Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστρόφη φύλλων ή παραμόρφωση καρπών. Τα άφθονα μελιτώδη απεκκρίματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς και ευνοούν

την ανάπτυξη καπνιάς, που οφείλεται στην ανάπτυξη σαπροφυτικών μυκήτων. Οι αφίδες προκαλούν και άλλες έμμεσες ζημιές καθώς αποτελούν μια από τις κυριότερες κατηγορίες εντόμων που μεταδίδουν στα φυτά παθογόνους ιούς (Blackman and Eastop 1984).

1.6.2 Θρίπας

Ο θρίπας είναι μικροσκοπικό και στενόμακρο έντομο. Τα περισσότερα είδη έχουν μήκος από 1 ως 2 mm, με εξαίρεση ορισμένα τροπικά και υποτροπικά που φτάνουν τα 15mm. Ο ενήλικος θρίπας έχει ένα ζεύγος πτερών, τα οποία μοιάζουν με κρόσσια ή θύσανα, απ' όπου και προέρχεται το όνομα της τάξης Thysanoptera. Το χρώμα του σώματός τους ποικίλει από άσπρο σε καφέ, σκούρο καφέ ή μαύρο. Οι θρίπες είναι κοσμοπολίτικα έντομα. Τρέφονται χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά στοματικά μόρια τύπου νύσσοντος-μυζητικού, διατρυνώντας και απομυζώντας είτε λουλούδια, είτε φύλλα πράσινων φυτών, είτε μύκητες. Κάποια είδη μάλιστα είναι αρπακτικά και μερικά τρέφονται με μύκητες και βρύα (Lewis 1997).

Από τα 8000 υπάρχοντα είδη, τα 5000 έχουν αναγνωρισθεί και ταξινομηθεί σε δύο τάξεις και οχτώ οικογένειες. Ανάμεσα σ' αυτά, μόνο λίγα είδη, που ανήκουν στην οικογένεια Thripidae, είναι σοβαροί εχθροί των καλλιεργειών. Ο βιολογικός κύκλος ενός τυπικού επιζήμιου θρίπα αποτελείται, στην υπόταξη Terebrantia, από το στάδιο του αυγού, τα δύο δραστήρια και τρεφόμενα στάδια της προνύμφης (larva), τα δύο ανενεργά τρεφόμενα νυμφικά στάδια που ορίζονται ως προπούπα (pro pupa) και πούπα (pupa) και το τέλειο άτομο. Στην υπόταξη Tubulifera υπάρχει ένα ακόμη ανενεργό νυμφικό στάδιο. Κάθε ενήλικο θηλυκό μπορεί να γεννήσει από 30 ως 300 αυγά. Τα αρσενικά σε ορισμένα είδη προέρχονται από μη γονιμοποιημένα αυγά. Η τρεφόμενη προνύμφη παραμένει πάνω στους ξενιστές, ενώ η νύμφωση μπορεί να γίνει είτε στο φυτό ή στο έδαφος. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου, αλλά και η διάρκεια ζωής του ενήλικου εξαρτώνται άμεσα από την θερμοκρασία περιβάλλοντος και μπορούν να ολοκληρωθούν μέσα σε 10 έως 30 ημέρες (αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μείωση του κύκλου και αντίστροφα). Στις θερμές περιοχές και μέσα σε θερμοκήπια, όπου η αναπαραγωγή είναι συνεχής, μπορεί να υπάρξουν έως και 12 ή και 15 γενιές το χρόνο ενώ στις ψυχρές περιοχές μόνο 1 ή 2 γενιές (Lewis 1997).

Τα χαρακτηριστικά της βιολογίας του θρίπα που τον καθιστούν ένα από τα κύρια επιζήμια έντομα είναι:

1. η ικανότητά του να προκαλεί άμεση ζημιά στα σημεία διατροφής του
2. η δυνατότητα ορισμένων ειδών να μεταδίδουν ιούς στα φυτά
3. η τάση του να διασπείρεται ευρέως
4. η δυνατότητά του να πολλαπλασιάζεται ραγδαία σε ευνοϊκά γι' αυτό περιβάλλοντα.

Η άμεση ζημιά που προκαλείται από την απομύζηση των χυμών στα φύλλα, στα άνθη και στους καρπούς γίνεται περισσότερο καταστροφική στα ξηρά κλίματα και εποχές, καθώς τα φυτά χάνουν γρηγορότερα την υγρασία τους. Σε αυτές τις συνθήκες η ζημιά μπορεί να εξαντλήσει την καλλιέργεια και να καταστεί μη οικονομική. Αντίθετα, στις ψυχρές περιοχές οι απώλειες στην παραγωγή είναι πολύ μικρότερες. Το μέγεθος της ζημιάς που μπορεί να προκληθεί καθορίζεται από ορισμένους παράγοντες, όπως το μέγεθος του πληθυσμού των θριπών, το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας, την ευαισθησία του φυτού στις ζημιές ή και στις ιώσεις, τη διάρκεια προσβολής και την καταλληλότητα του καιρού. Γενικά όσο περισσότερο σημαντική είναι η ποιότητα των προϊόντων για τον παραγωγό, τόσο πιο καταστροφική μπορεί να αποβεί η παρουσία των θριπών.

1.7 Η επίδραση της UV ακτινοβολίας στην συμπεριφορά των εντόμων

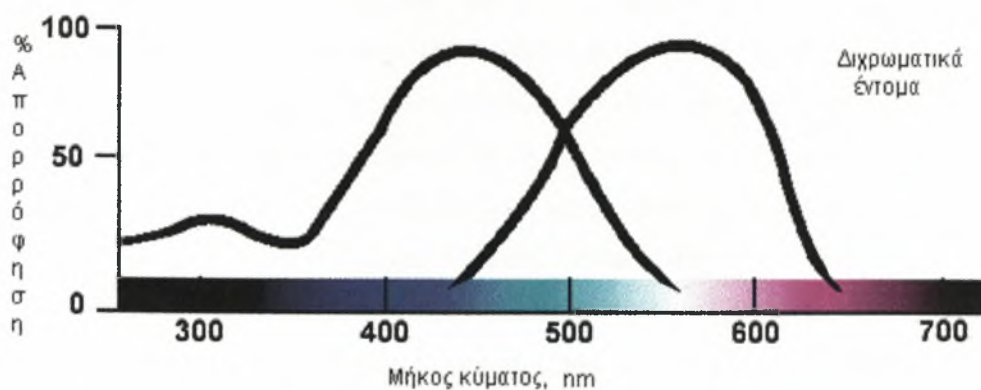
1.7.1 Όραση των εντόμων

Το φως είναι ένα από τα κυριότερα μέσα με το οποίο τα έντομα επικοινωνούν με το περιβάλλον και προσανατολίζονται προς τους ξενιστές τους. 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 περισσότερα ενήλικα άτομα και οι προνύμφες των ημιμετάβολων εντόμων έχουν ένα ζεύγος σύνθετων οφθαλμών (τοποθετημένους στα πλαϊνά μέρη της κεφαλής τους) και τρεις απλούς οφθαλμούς (στο μπροστινό μέρος του κεφαλιού τους), διαμέσου των οποίων αντιλαμβάνονται το φως. Οι προνύμφες των ολομετάβολων εντόμων έχουν ένα ή περισσότερους απλούς οφθαλμούς (στα πλαϊνά της κεφαλής τους). Οι σύνθετοι οφθαλμοί αποτελούνται από έναν μεγάλο αριθμό ομματαδίων. Κάθε ομματαδίο δέχεται διαφορετικής έντασης αντανακλώμενου φωτός, σχηματίζοντας έτσι ένα μωσαϊκό από σημεία διαφορετικής εντάσεων φωτός που αντιστοιχούν στην εικόνα

του αντικειμένου που βλέπουν. Η λειτουργία των απλών οφθαλμών παραμένει αδιευκρίνιστη. Η δομή και φυσιολογία τους υποδεικνύει ότι έχουν προσαρμοστεί για τη 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 (Charpman 1998).

Η απορρόφηση του φωτός γίνεται από ειδικές χρωστικές που υπάρχουν στα μάτια των εντόμων και τα επιτρέπουν να ξεχωρίσουν τα διάφορα χρώματα. Η ικανότητα των εντόμων να διακρίνουν στο φως τα διαφορετικά μήκη κύματος απαιτεί την παρουσία στα οπτικά κύτταρα φωτοχρωστικών, με μέγιστη ευαισθησία στο συγκεκριμένο μήκος κύματος (Charpman 1998). Ορισμένα έντομα έχουν δύο τύπους οπτικών χρωστικών. Ο ένας τύπος απορροφά το πράσινο-κίτρινο φάσμα του φωτός (550nm), ενώ ο άλλος απορροφά την μπλε και υπεριώδη ακτινοβολία (<480nm) (εικόνα 2) (Stark and Tan 1982). Αυτά τα έντομα παρουσιάζουν περιορισμένο πεδίο διάκρισης των χρωμάτων και ονομάζονται διχρωματικά έντομα. Συνήθως, τα διχρωματικά έντομα δεν είναι ικανά να ξεχωρίσουν τα απλά χρώματα από ένα μείγμα χρωμάτων. Για παράδειγμα, το φως που εκπέμπεται στα 500nm (μπλε-πράσινο) θα απορροφηθεί εξ ίσου και από τις δύο χρωστικές των ματιών τους, κιτρινή-πράσινη και υπεριώδη-μπλε, και θα διεγείρει ισοδύναμες αντιδράσεις. Επίσης, οι δύο αυτοί δέκτες μπορούν να διεγερθούν εξ ίσου και από ένα μείγμα φωτός (αποτελούμενο από 450nm και 550nm). Τα έντομα αυτά δεν θα μπορέσουν να διακρίνουν μεταξύ του μείγματος του φωτός και του απλού χρώματος στα 500nm.

Οι μέλισσες, οι βομβύνοι, και πολλά λεπιδόπτερα διαθέτουν τρεις οπτικές χρωστικές με μέγιστη απορρόφηση στα 320nm (UV ακτινοβολία), στα 440nm (μπλε) και 540nm (πράσινο) (εικόνα 3). Τα περισσότερα έντομα έχουν τρεις οπτικές χρωστικές και ονομάζονται τριχρωματικά. Συνήθως αντιλαμβάνονται ολόκληρο το φάσμα των χρωμάτων (στο φασματικό πεδίο που βλέπουν), καθώς επίσης μπορούν να διακρίνουν μεταξύ απλών χρωμάτων και μείγματα χρωμάτων (Stark and Tan 1982). Ένας συνδυασμός της UV και πράσινης ακτινοβολίας θα έμοιαζε με μπλε-πράσινο στα διχρωματικά έντομα, γιατί και οι δύο αποδέκτες φωτός θα είχαν διεγερθεί. Αντίθετα, ένα τριχρωματικό έντομο θα διέκρινε τα χρώματα του ίδιου συνδυασμού της ακτινοβολίας, επειδή ο μπλε αποδέκτης δεν θα ήταν διεγερμένος.



Εικόνα 2. Μήκη κύματος που απορροφούνται από ένα έντομο που έχει δύο αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο μπλε-ιώδες και κίτρινο-πράσινο φάσμα

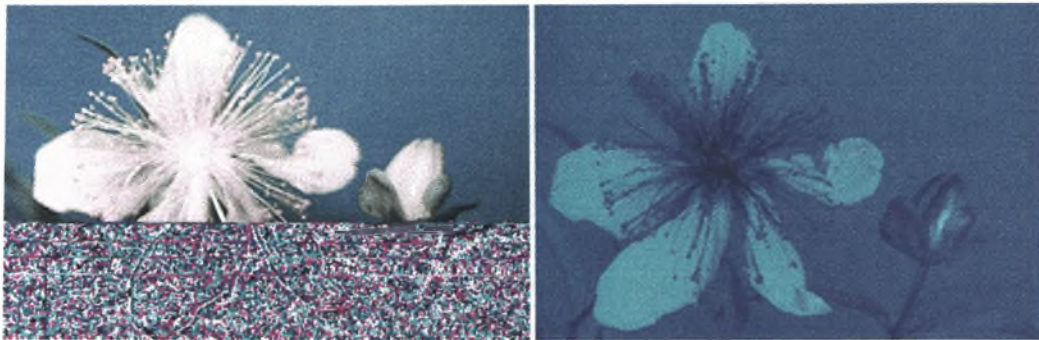


Εικόνα 3. Μήκη κύματος που απορροφούνται από ένα έντομο που έχει τρεις αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο υπεριώδες, μπλε-ιώδες και κίτρινο φάσμα.

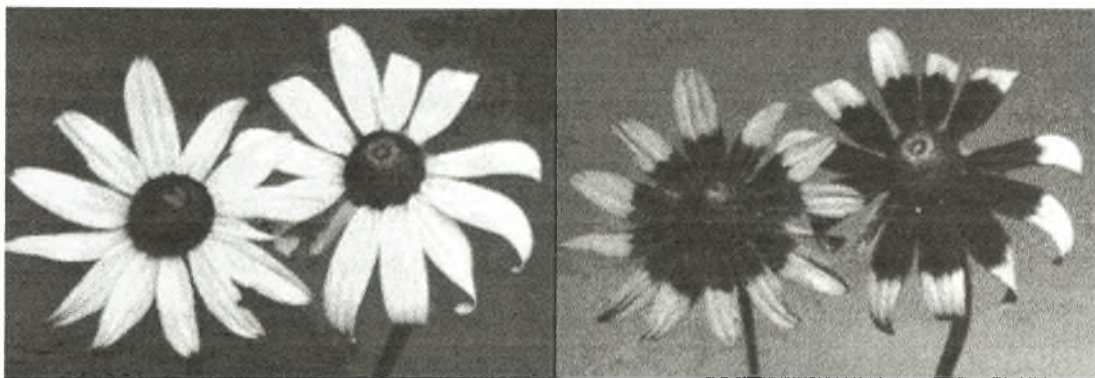
Επομένως η ικανότητα των εντόμων να αντιλαμβάνονται τα χρώματα εξαρτάται από την επιλεκτική απορρόφηση τμημάτων του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, συμπεριλαμβανομένης και της UV ακτινοβολίας. Η ευαισθησία των εντόμων στην UV ακτινοβολία καθορίζεται επομένως από ειδικές UV οπτικές χρωστικές που υπάρχουν σε ορισμένα έντομα (Stark and Tan 1982).

Ορισμένα έντομα μπορούν να διακρίνουν τα χρώματα των ανθέων αναλύοντας τις διαφορετικές χρωστικές των ανθέων από την αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας πάνω σε αυτά (Mazokhin-Porshnykov 1969, White et al. 1994). Οι διαφορές που υπάρχουν στην απορρόφηση και αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας από τα διαφορετικά μέρη των ανθέων χρησιμοποιούνται ως οπτικές ενδείξεις, γνωστές ως "οδηγοί νέκταρος και γύρης", που βοηθούν τις μέλισσες να φτάσουν στη γύρη και το νέκταρ, όπως φαίνεται στις εικόνες 4 και 5 (Stark and Tan 1982).

Σε αντίθεση με τα μάτια του ανθρώπου, τα έντομα επεξεργάζονται το πολωμένο φως και απαντούν στις αλλαγές του. Το φυσικό φως πολώνεται (ως 70-80%) σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Η κατάσταση του πολωμένου φωτός αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας ανταποκρινόμενο στις αλλαγές της θέσης του ήλιου. Τα μάτια (σύνθετοι και απλοί οφθαλμοί) των εντόμων είναι ευαίσθητα στο πολωμένο φως. Όταν το φως πολώνεται όλα τα μήκη κύματος του επηρεάζονται. Οι κορυφές των μηκών κύματος, στα οποία αντιδρούν οι δέκτες του πολωμένου φωτός ποικίλουν στα διάφορα έντομα (στους γρύλλους είναι 433-435nm, στις οικιακές μύγες 455nm). Οι μέλισσες, για παράδειγμα, δεν αντιδρούν στο πολωμένο φως κατά μήκος όλου του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Κυρίως αντιδρούν μόνο στη μικρού μήκους κύματος, αλλά υψηλής συχνότητας ακτινοβολία, ιδιαίτερα σε μήκη κύματος της UV ακτινοβολίας μεταξύ 345-350nm (Mazokhin-Porshnykov 1969). Η δυνατότητα των εντόμων να αντιλαμβάνονται το πολωμένο φως τα επιτρέπει να αντιλαμβάνονται τη θέση του ήλιου ακόμη και μία συνεφιασμένη μέρα. Η πληροφορία αυτή είναι χρήσιμη σε ορισμένα έντομα όταν ταξιδεύουν, ιδιαίτερα κατά την επιστροφή των κοινωνικών εντόμων στις φωλιές τους. Σε κάποια άλλα έντομα η ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται το πολωμένο φως τα επιτρέπει να διατηρούν ένα συνεχή και σταθερό προσανατολισμό (Chapman 1998). Τα περισσότερα έντομα ελκύονται έντονα από την πολωμένη υπεριώδη ακτινοβολία. Η συνολική ενέργεια της UV ακτινοβολίας που απαιτείται για να προσελκύσει τα έντομα είναι πάντα σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα άλλα μήκη κύματος του φωτός. Το φαινόμενο της μεγάλης έλξης της αντανακλώμενης UV ακτινοβολίας από τα έντομα παραμένει ανεξήγητο (Seliger et al. 1994).



Εικόνα 4. Άνθος αριστερά όπως φαίνεται στο ανθρώπινο μάτι. Άνθος δεξιά, όπως φαίνεται στα έντομα που δέχονται την αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας



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

1.7.2 Επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά των κυριότερων εντομολογικών εχθρών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες

Όπως προαναφέρθηκε, η UV ακτινοβολία παίζει σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά των εντόμων συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής προσαρμογής τους, του προσανατολισμού, καθώς και της διατροφής τους. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το φως επηρεάζει τη συμπεριφορά των οικονομικώς σημαντικά εντόμων, όπως αλευρώδεις, αφίδες και θρίπες, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για το σχεδιασμό μιας στρατηγικής αντιμετώπισής τους βασισμένη στην επίδραση του φωτός.

Ο Mound (1962) ισχυρίζεται ότι ο αλευρώδης *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) ελκύεται από δύο ομάδες ακτινοβολίας του διερχόμενου φωτός, από τις μπλε-UV και κίτρινη περιοχή του φάσματος, οι οποίες δρουν συμπληρωματικά. Αυτό σημαίνει ότι ο αλευρώδης δεν μπορεί να ελκύεται ταυτόχρονα και από τα δύο αυτά τμήματα της ακτινοβολίας. Επίσης, η ευαισθησία του αλευρώδη στη μικρού κύματος ακτινοβολία είναι η αιτία που τον παρακινεί να πετάξει μία ηλιόλουστη μέρα (Mound 1962). Η έλξη από την UV ακτινοβολία προτρέπει τον αλευρώδη να μεταναστεύσει, ενώ η έλξη του από την κίτρινη ακτινοβολία επιφέρει συμπεριφορά αναζήτησης τροφής και πιθανώς τον παρακινεί στην επιλογή του ξενιστή του. Ο Vaishampayan (1975) παρατήρησε μία έντονη θετική αντίδραση του *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) σε επιφάνειες με μέγιστη αντανάκλαση ή διοχέτευση της κίτρινης πράσινης περιοχής (520-610nm) και μία μέτρια θετική αντίδραση στη UV ακτινοβολία μεταξύ 360 και 380nm. Το φως στην μπλε-ιώδη περιοχή του φάσματος μεταξύ 500-520nm φαίνεται να εμποδίζει το έντομο να αντιληφθεί την αντανάκλαση του φωτός πάνω στις φυτικές επιφάνειες, όπως το ίδιο επίσης συμβαίνει και με την ερυθρή ακτινοβολία (600-630nm). Ο Coombe (1982) βρήκε ότι ο *T. vaporariorum* απογειώνεται και φεύγει πιο γρήγορα όταν βρίσκεται κάτω από τα 400nm σε σχέση με τα 500nm. Επίσης, επιβεβαίωσε την πρόταση ότι οι δύο τύποι ακτινοβολίας (μπλε-UV και κίτρινη) είναι συμπληρωματικοί και συμμετέχουν στην ισορροπία μεταξύ της προκαλούμενης από την UV ακτινοβολία μεταναστευτικής συμπεριφοράς και της συμπεριφοράς αναζήτησης ξενιστού που προκαλείται από την κίτρινη ακτινοβολία (Coombe 1982).

Σύμφωνα με τα στάδια συμπεριφοράς των αφίδων που περιγράφονται από τον Moericke (1955), οι αφίδες μετά την κατάσταση της ανάπαυσης (resting mood) εισέρχονται στη διάθεση της πτήσης (flight mood). Όταν οι αφίδες απογειώνονται από τον ξενιστή τους ελκύνονται από τις μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίες, μπλε-υπεριώδες, του ουρανού. Η πτήση αυτή είναι απαραίτητη για να εισέλθει στην επόμενη φάση της αναζήτησης της τροφής (attack mood). Κατά τη διάρκεια της συμπεριφοράς αυτής αυξάνει η ευαισθησία τους στις μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίες που αντανακλώνται από το έδαφος και τα φυτά και ελκύνονται κυρίως από το κίτρινο φως (King 1967), αν και όλο το φάσμα των πορτοκαλί-κίτρινων-πράσινων ακτινοβολιών τις ελκύνουν σε κάποιο βαθμό (Kennedy 1961). Βέβαια το αν η προσγείωση των αφίδων στα φύλλα των φυτών εμποδίζεται ή όχι από την

ακτινοβολία μικρού κύματος είναι ένα αμφιλεγόμενο θέμα. Οι λευκές επιφάνειες που αντανακλούν την UV ακτινοβολία ή και τα πλαστικά φύλλα χρώματος αλουμινίου που αντανακλούν το μεγαλύτερο φάσμα της ακτινοβολίας, συμπεριλαμβανομένου της UV ακτινοβολίας, παρεμποδίζουν την προσέγγιση των φυτών από τις αφίδες (Kring 1970, 1972).

Βασισμένοι στις αντιδράσεις του *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), όσον αφορά την UV ακτινοβολία, τις μπλε και κίτρινες κολλητικές παγίδες, οι Vernon και Gillespie (1990) υποδεικνύουν ότι οι ανθόφιλοι θρίπες (αυτοί που προτιμούν τα άνθη), έχουν τρεις φωτοαποδέκτες που παρουσιάζουν μέγιστη απορρόφηση στην περιοχή 350-360nm της UV ακτινοβολίας, στην περιοχή 440-450nm της μπλε ακτινοβολίας και στην περιοχή 540-570nm της κίτρινης ακτινοβολίας. Ωστόσο, αποτελέσματα βασιζόμενα σε ηλεκτρορετινογραφήματα (Matteson et al. 1992) έδειξαν ότι υπάρχουν δύο περιοχές του φάσματος, στις οποίες είναι ευαίσθητοι οι θρίπες: μία στην περιοχή της UV ακτινοβολίας 365nm και μία στην κίτρινη-πράσινη περιοχή 540nm του φάσματος, υποδεικνύοντας την ύπαρξη μόνο δύο φωτοαποδεκτών. Οι θρίπες χρησιμοποιούν την πράσινη-κίτρινη ακτινοβολία για τον προσανατολισμό τους προς τα φυτά και τα άνθη από μακριά και έπειτα με τη βοήθεια των "οδηγών νέκταρος και γύρης" βρίσκουν τα άνθη. Η διάκριση της μπλε περιοχής του φάσματος είναι δυνατή όταν ταυτόχρονα και οι δύο αποδέκτες του φωτός (UV και κίτρινη περιοχή) είναι ενεργοποιημένοι. Η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας βοηθάει σημαντικά το θρίπα στην προσγείωσή του στο φυτό. Αν η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας είναι πολύ έντονη οι ανθόφιλοι θρίπες αποτρέπονται από επιφάνειες, που σε διαφορετικές συνθήκες θα τους προσέλκυαν, ενώ αυτό δεν συμβαίνει με τους θρίπες που προτιμούν να τρέφονται με την πράσινη βλάστηση (Matteson et al. 1992). Πειραματικά αποτελέσματα (Terry 1997) έδειξαν ότι οι επιφάνειες με πολύ υψηλή αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας ή πιο συγκεκριμένα της ακτινοβολίας μεταξύ 350nm και 370nm απωθούν το θρίπα. Τα αποτελέσματα αυτά αξιοποιήθηκαν με επιτυχία για τη μείωση του αριθμού του θρίπα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες όπου χρησιμοποιήθηκαν υλικά εδαφοκάλυψης που αντανακλούσαν την UV ακτινοβολία. Αντιθέτως, οι Costa et al. (1999) βρήκαν ότι ο θρίπας εκλύεται από την ακτινοβολία μεταξύ 360nm και 380nm. Η ασυμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ερευνών, είναι πιθανόν να σχετίζεται με τη χρησιμοποίηση UV πλαστικών που απορροφούν σε διαφορετικά

ποσοστά την UV ακτινοβολία, που σημαίνει ότι η ένταση της UV ακτινοβολίας παίζει σημαντικό ρόλο στην αντίδραση του θρίπα (Antignus 2000).

1.8 Χρήση των UV πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων για την προστασία των θερμοκηπιακών καλλιιεργειών από έντομα-εχθρούς.

Τα νέα πλαστικά υλικά κάλυψης θερμοκηπίων που έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν ένα μέρος ή όλη την υπεριώδη ακτινοβολία, μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν ως φυτοπροστατευτικό μέσο στην αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών των θερμοκηπιακών καλλιιεργειών.

Η πρώτη ένδειξη ότι τα UV πλαστικά ελαχιστοποιούν την εισβολή των εντόμων στο θερμοκήπιο προήλθε από την Ιαπωνία (Nakagaki *et al.* 1984), όπου βρέθηκε ότι σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας καλυμμένη με πλαστικό που αποτρέπει την διέλευση της UV ακτινοβολίας, ο πληθυσμός της αφίδας *A. gossypii* και του αλευρώδη *T vaporariorum* ήταν μικρότερος από αυτόν στο θερμοκήπιο με το κοινό πλαστικό.

Επίσης από μία σειρά πειραμάτων που διεξήχθησαν σε πειραματικά τούνελ στον αγρό την περίοδο 1994-1998 στο Ισραήλ, αποδείχθηκε ότι τα UV πλαστικά ελαττώνουν αποτελεσματικά τον αριθμό των επιζήμιων εντόμων στο εσωτερικό των θερμοκηπίων, καθώς και την εξάπλωση των μεταδιδόμενων με τα έντομα ιών. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι υπήρξε δραματική μείωση στον αριθμό των *B. tabaci*, *F. occidentalis*, και *A. gossypii*, στα θερμοκήπια εκείνα όπου χρησιμοποιήθηκε πλαστικό κάλυψης που απέτρεπε την είσοδο της υπεριώδη ακτινοβολίας από τα 200 ως 400nm (Antignus 1996). Περαιτέρω μελέτες έδειξαν ότι ο αλευρώδης *Bemisia argentifolii* (Belows and Perring) (Homoptera: Aleyrodidae) δεν ελκύεται από κατασκευές που αποκλείουν την UV ακτινοβολία, ενώ παράλληλα η έλλειψή της στο εσωτερικό του θερμοκηπίου ελαττώνει την κινητική τους δραστηριότητα (Antignus 2001).

Σε πειράματα επιλογής κατεύθυνσης που πραγματοποιήθηκαν σε μικρά πειραματικά τούνελ χωρίς καλλιέργεια στην περιοχή της Καλιφόρνιας, παρατηρήθηκε η επίδραση των UV πλαστικών φύλλων στη συμπεριφορά του θρίπα και του αλευρώδη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των εντόμων, αλευρώδη και θρίπα, που παγιδεύτηκε στα τούνελ που ήταν καλυμμένα με το

κανονικό πλαστικό (Costa et al. 1999). Πρόσφατη έρευνα σύγκρινε τα επίπεδα πληθυσμού των εντόμων των θριπών, του αλευρώδη και των αφίδων σε εμπορικά θερμοκήπια με καλλωπιστικά φυτά, που επέτρεπαν τη διέλευση της UV ακτινοβολίας σε διαφορετικά επίπεδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία συνολική μείωση του αριθμού των συλληφθέντων αφίδων και των θριπών στις παγίδες και του αριθμού τους σε ορισμένα καλλωπιστικά είδη στα θερμοκήπια, όπου είχε τοποθετηθεί το απορροφητικό στην UV ακτινοβολία πλαστικό. Η μείωση όμως που επιτεύχθηκε στα εμπορικά θερμοκήπια δεν ήταν τόσο μεγάλη σε σχέση με τα κλειστά πειραματικά τούνελ, γεγονός που πιθανώς θα οφείλεται στο αφιλτράριστο φως που έμπαινε από τα ανοίγματα αερισμού των θερμοκηπίων. Αυτός είναι πιθανών και ο λόγος που δεν παρουσιάστηκε σημαντική μείωση του αριθμού του αλευρώδη *T vaporariorum* στο εσωτερικό των θερμοκηπίων που ήταν καλυμμένα με τα πλαστικά που μπλοκάρουν την διέλευση της UV ακτινοβολία (Costa et al. 2002).

Η εφαρμογή των απορροφητικών στην UV ακτινοβολία υλικών κάλυψης στη βιομηχανία των θερμοκηπίων δεν εξαρτάται μόνο από την συνεισφορά τους στον έλεγχο των εντόμων αλλά και από την απουσία εμφάνισης αρνητικών επιδράσεων τόσο στα φυτά (Jansen et al. 1998), όσο και στα ωφέλιμα έντομα, όπως είναι οι φυσικοί επικονιαστές και οι φυσικοί εχθροί που εισάγονται στα θερμοκήπια (Van Lenteren 1995). Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Ιαπωνία, (Nakagaki et al. 1984), δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συμβατικών θερμοκηπίων και αυτών με το UV πλαστικό όσο αναφορά την ανάπτυξη, την παραγωγή, το χρόνο ωρίμανσης και το νωπό και ξηρό βάρος των τμημάτων των φυτών τομάτας που καλλιεργούνταν σ' αυτά. Σε περαιτέρω πειράματα σε καλλιέργειες πιπεριάς και αγγουριού, τόσο η παραγωγή όσο και ποιότητα των φυτών δεν επηρεάστηκαν από την απουσία την UV ακτινοβολίας (Onuma et al. 1982). Παρόμοια αποτελέσματα που αφορούσαν σε παραμέτρους παραγωγής και ποιότητας των καλλιεργειών βρέθηκαν και στο Ισραήλ (Antignus 1999, Seker 1999). Ωστόσο η έλλειψη της UV ακτινοβολίας ήταν επιζήμια σε μερικές ποικιλίες του καλλωπιστικού φυτού λισιάνθου, *Lisianthus sp.* (Rosaceae) των οποίων τα άνθη έχουν βιολετί χρώμα (Messika et al. 1999).

Όσον αφορά τη φυσική επικονίαση είναι γνωστό ότι αποτελεί μέρος της τεχνολογίας των θερμοκηπίων (Pressman et al. 1999) και είναι φυσιολογικό οι βομβύνοι, *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae), όπως και τα άλλα έντομα, να εκθέτονται στις επιδράσεις της ελαττωμένης UV ακτινοβολίας. Όταν συγκρίθηκε η

δραστηριότητα των βομβύνων σε μικρά πειραματικά θερμοκήπια καλυμμένα με κοινό και UV πλαστικό, παρατηρήθηκε μία μικρή καθυστέρηση στην αρχική δραστηριότητα κυψέλης στο θερμοκήπιο με το UV πλαστικό (Steinberg et al. 1997). Ωστόσο δεν βρέθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά στο ξεκίνημα της κυψέλης, ή σε άλλη δραστηριότητα των βομβύνων σε κανονικού μεγέθους θερμοκήπια (Seker 1999). Επιπρόσθετα, προκαταρκτικά αποτελέσματα έδειξαν κανονική δραστηριότητα του παρασιτοειδούς *Aphidius colemani* (Viereck) (Braconidae: Hymenoptera) σε περιβάλλον με μειωμένη UV ακτινοβολία (Antignus 2000).

2.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια τα πλαστικά υλικά κάλυψης που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον ως ένα μηχανικό μέσο φυτοπροστασίας για τα ολοκληρωμένα συστήματα καλλιέργειας. Σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που αφορούν στην επίδραση των πλαστικών αυτών στην ανάπτυξη των ασθενειών, στον πληθυσμό και τη συμπεριφορά των κυριότερων επιζήμιων εντόμων, αλλά και στο ρυθμό εξάπλωσης των ιώσεων (Costa et al. 2001).

Όσον αφορά την επίδραση των πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία στον πληθυσμό των εντόμων, οι περισσότερες μελέτες αφορούν μικρά πειραματικά τούνελ θερμοκήπια, στα οποία έχουν γίνει απελευθερώσεις εντόμων για τη διερεύνηση της συμπεριφοράς τους χωρίς όμως την παρουσία καλλιέργειας (Costa et al. 1999, Antignus et al. 2001). Επίσης, μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σε μικρές θερμοκηπιακές μονάδες με παράλληλη χρήση εντομοκτόνων κατά τη διάρκεια ή πριν και μετά από την περίοδο των μετρήσεων που επηρέασε τον πληθυσμό των εντόμων (Antignus et al. 1996). Πρόσφατα διερευνήθηκε η επίδραση των UV πλαστικών στον πληθυσμό των κυριότερων επιζήμιων εντόμων σε μικρά εμπορικά θερμοκήπια καλλωπιστικών φυτών, όπου γινόταν φυσικός αερισμός των θερμοκηπίων με το άνοιγμα των παραθύρων (Costa et al. 2002).

Πιο συγκεκριμένα στο Ισραήλ το 1994,1995 πραγματοποιήθηκε από τον Antignus και τους συνεργάτες του μία σειρά πειραμάτων για να επιβεβαιωθεί η προστατευτική δράση των UV πλαστικών κάλυψης θερμοκηπίων από τα επιζήμια έντομα. Τον Σεπτέμβριο του 1994 σε πειραματικά τούνελ θερμοκήπια διαστάσεων 6 x 6x 2,7 m εγκαταστάθηκαν εβδομήντα φυτά τομάτας, ευαίσθητα στον ιό του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (Tomato Yellow Leaf Curl virus, TYLCV). Οι καλλιεργητικές φροντίδες των φυτών ήταν παρόμοιες με εκείνες που εφαρμόζονταν στα εμπορικά θερμοκήπια της περιοχής, μόνο που οι ψεκασμοί με εντομοκτόνο κατά του αλευρώδη *B. tabaci*, περιορίζονταν σε συχνότητα μία φορά την εβδομάδα σε αντίθεση με τα εμπορικά όπου γίνονταν καθημερινά επεμβάσεις. Η

παρακολούθηση του *B. tabaci* γινόταν με δύο κίτρινες κολλητικές παγίδες ανά τούνελ και η καταγραφή των συλληφθέντων εντόμων μία φορά την εβδομάδα. Εξετάστηκαν τρία πλαστικά κάλυψης ένα από αυτά απορροφούσε αποτελεσματικά την UV ακτινοβολία από τα 200 έως τα 370nm, ενώ τα άλλα δύο επέτρεπαν την διέλευση ενός μικρού ποσοστού μεταξύ των 250 και 500nm. Ο πληθυσμός του *B. tabaci* στα τούνελ με τα προαναφερθέντα πλαστικά ήταν 4-10 φορές μεγαλύτερος απ' ό τι με το κοινό εμπορικό πλαστικό ($P < 0,05$). Στις 60 μέρες μετά τη φύτευση τα φυτά στα τούνελ με τα UV πλαστικά παρουσιάστηκε μικρότερο ποσοστό προσβολής από τον ιό TYLCV, (20-50%) σε σχέση με το τούνελ με το κοινό πλαστικό (100%). Το Μάρτιο του 1995 στα ίδια πειραματικά τούνελ εγκαταστάθηκε καλλιέργεια αγγουριού, και παρακολούθηθηκε ο πληθυσμός του θρίπα, *F. occidentalis* με δυο μπλε κολλητικές παγίδες, και ο πληθυσμός της αφίδας, *A. gossypii* με δύο κίτρινες κολλητικές παγίδες. Μετά από 90 μέρες βρέθηκε ότι οι πληθυσμοί των *A. gossypii* και *F. occidentalis* ήταν περίπου 100 και 10 φορές αντίστοιχα μεγαλύτεροι στα κανονικά τούνελ (Antignus et al. 1996).

Τον Αύγουστο του 1997 και 1998, μελετήθηκε η επίδραση των πλαστικών που απορροφούν την UV ακτινοβολία στη διασπορά του αλευρώδη *B. argentifolii* στο χώρο του θερμοκηπίου. Σε πειραματικά τούνελ θερμοκήπια (6 x 6x 2,7 m), χωρίς καλλιέργεια, τοποθετήθηκαν σε δύο ομόκεντρους κύκλους κίτρινες κολλητικές παγίδες. Σε κάθε τούνελ την ίδια ημέρα γίνονταν ταυτόχρονα εξαπολύσεις ενός αριθμού ατόμων αλευρώδη (9.000 άτομα) και έπειτα από 2 ημέρες οι παγίδες συλλέγονταν. Και τις δύο χρονιές οι παγίδες στο εσωτερικό κύκλο έπιαναν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων αλευρώδη κάτω από το UV πλαστικό. Ωστόσο κάτω από το κοινό πλαστικό ο αριθμός ατόμων που συλλαμβάνονταν στο εξωτερικό κύκλο των παγίδων ήταν μεγαλύτερος, υποδεικνύοντας ότι η έλλειψη της UV ακτινοβολίας, η οποία παρακινεί τον αλευρώδη να μεταναστεύσει (Coombe 1982), επηρεάζει την διασπορά των εντόμων στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (Antignus et al. 2001).

Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών, ερευνήθηκε αρχικά η συμπεριφορά του αλευρώδη *B. argentifolii* και του θρίπα *F. occidentalis*, όσον αφορά την προσέλκυσή τους από την UV ακτινοβολία. Πραγματοποιήθηκαν πειράματα επιλογής σε δύο συνεχόμενες μικρές κατασκευές (0,5x 0,5x1,8m) καλυμμένες από την μία πλευρά με πλαστικά υλικά που απορροφούν την UV ακτινοβολία σε διαφορετικά ποσοστά και από την άλλη με κοινό πλαστικό. Τοποθετήθηκαν παγίδες στο εσωτερικό κάθε κατασκευής και επακολούθησαν

απελευθερώσεις των προαναφερθέντων εντόμων στην ένωση των δύο κατασκευών. Το 90-98% του πληθυσμού του *F. occidentalis* και το 85-94% του πληθυσμού του *B. Argentifolii*, που απελευθερώθηκαν στη μέση των δύο τούνελ, συλλήφθηκαν στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στην κατασκευή με το κοινό πλαστικό, όπου επικρατούν μεγαλύτερα ποσοστά της UV ακτινοβολίας. Ωστόσο, όταν πραγματοποιήθηκαν εξαπολύσεις των προαναφερθέντων εντόμων σε χωριστές κατασκευές καλυμμένες μόνο με τα UV πλαστικά δεν έδειξαν να επηρεάζουν την ικανότητα πτήσης των εντόμων (Costa et al. 1999). Σε πιο πρόσφατη έρευνα ωστόσο που διεξήγαγε ο Antignus (2001), και αφορούσε τη διερεύνηση συμπεριφοράς του *B. argentifolii* στο εσωτερικό θερμοκηπίων με UV πλαστικά, βρέθηκε να επηρεάζεται μέσα στα θερμοκήπια αυτά η διασπορά των εντόμων. Η ασυμφωνία των δύο ερευνών πιθανόν να οφείλεται στο διαφορετικό ποσοστό απορρόφησης της UV ακτινοβολίας από τα πλαστικά που χρησιμοποιήθηκαν, όπως επίσης και στις διαφορετικές διαστάσεις των πειραματικών μονάδων (Antignus et al. 2001).

Πρόσφατα διεξάχθηκε ένα πείραμα στην Καλιφόρνια σε εμπορικά θερμοκήπια καλλωπιστικών καλλιέργειών (8x 4x3m) που αφορούσε την επίδραση των πλαστικών που απορροφούν την UV ακτινοβολία στον πληθυσμό του αλευρώδη, *T. vaporariorum*, των θριπών και των αφίδων. Ο αερισμός των θερμοκηπίων γινόταν με φυσικό τρόπο με το άνοιγμα των πλαϊνών παραθύρων τους. Οι πληθυσμοί των εντόμων παρακολουθούνταν με παγίδες, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιούνταν δειγματοληψίες των φυτών και καταμετρήσεις εντόμων πάνω σ' αυτά. Στα θερμοκήπια με το πλαστικό που απορροφά την UV ακτινοβολία κάτω από τα 380nm βρέθηκαν μικρότεροι αριθμοί ατόμων θρίπα και αφίδων σε σχέση με τα θερμοκήπια με το κοινό πλαστικό, που κυρίως αποτρέπει την UV ακτινοβολία κάτω από τα 360nm. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν οι αναμενόμενες διαφορές σύμφωνα με το προηγούμενο πείραμα του Costa and Robb (1999) στον πληθυσμό του *T. vaporariorum* μεταξύ των δύο προαναφερθέντων τύπων πλαστικού υλικού κάλυψης. Επομένως, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση ενός επιθυμητού πληθυσμιακού επιπέδου των επιζήμιων εντόμων παίζει ο τύπος του πλαστικού υλικού κάλυψης, όπως επίσης και ο τύπος της θερμοκηπιακής κατασκευής που θα χρησιμοποιηθεί (Costa et al. 2002).

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο

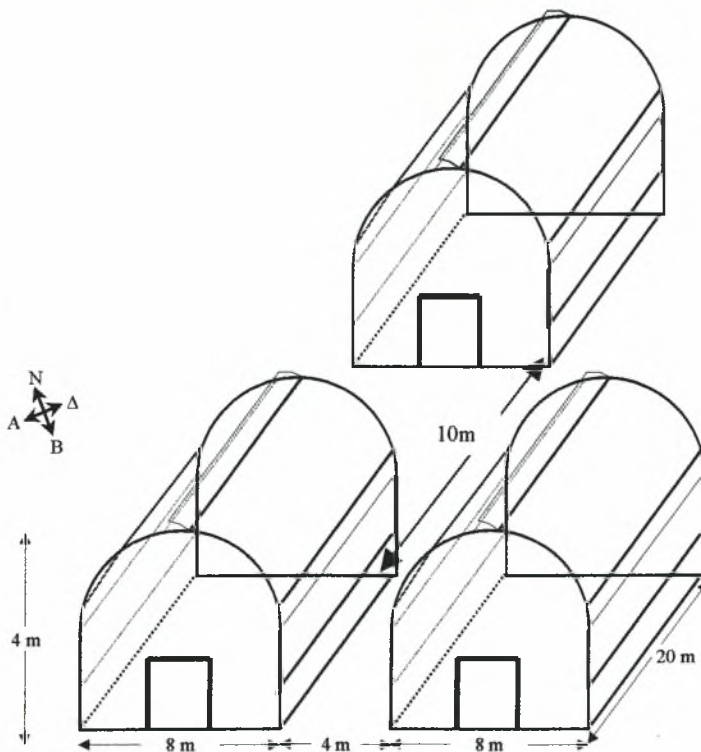
υπεριώδες φως, στους πληθυσμούς των θριπών και των αφίδων θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2.1 Θερμοκήπια

Η μελέτη της επίδρασης των πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν το υπεριώδες φως στους πληθυσμούς των αφίδων και των θριπών, πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου του Νομού Μαγνησίας σε θερμοκηπιακή υδροπονική καλλιέργεια τομάτας.

Η παρακολούθηση των εντόμων πραγματοποιήθηκε κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του Μαρτίου-Ιουνίου 2002. Χρησιμοποιήθηκαν τρία θερμοκήπια τύπου απλού τροποποιημένου τοξωτού με διαστάσεις 20m x 8m x 4m, με δύο πλαϊνά ανοίγματα διαστάσεων 0,90m x 15m. Οι αποστάσεις μεταξύ των θερμοκηπίων, καθώς και ο προσανατολισμός τους παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.

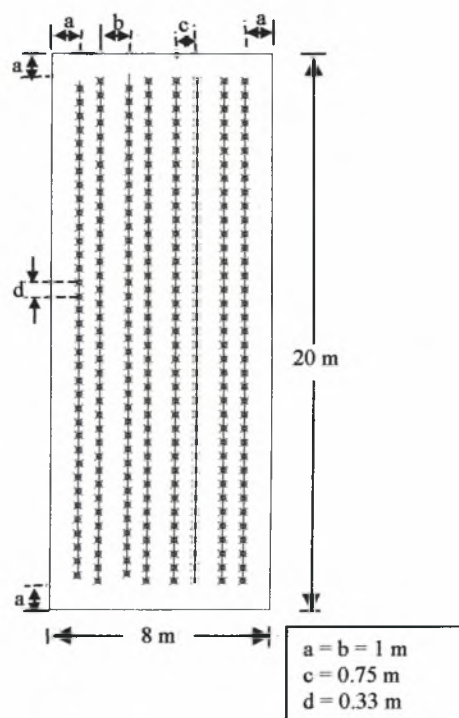


Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση των θερμοκηπίων του πειράματος

Τρία υλικά κάλυψης, που επιτρέπουν τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) σε διαφορετικά επίπεδα, προερχόμενα από την Εταιρεία Πλαστικά Κρήτης, τοποθετήθηκαν στα θερμοκήπια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Στα δύο από αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα νέα πλαστικά φύλλα, τα οποία είτε απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία (0% διέλευση UV) είτε επιτρέπουν ένα μικρό ποσοστό να εισχωρήσει στο θερμοκήπιο (3% διέλευση UV), ενώ στο τρίτο θερμοκήπιο χρησιμοποιήθηκε το κοινό εμπορικό πλαστικό (7% διέλευση UV).

2.2.2 Καλλιέργεια

Η ποικιλία της καλλιέργειας τομάτας που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του πειράματος ήταν η BELLADONA (φυτώρια Κρήτης, επωνυμίας «Κρόνος»). Η μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε στις 27/1/2002, όταν αυτά είχαν αναπτύξει 6-8 φύλλα. Η φύτευση των φυτών ακολούθησε το γραμμικό σύστημα (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 δείχνει και το Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Διάταξη και αποστάσεις φύτευσης των φυτών στο θερμοκήπιο

Στο κέντρο των δύο μεσαιών διπλών σειρών σε κάθε θερμοκήπιο τοποθετήθηκαν 88 φυτά μελιτζάνας (22 φυτά σε κάθε μία από τις 4 μεσαιές γραμμές) ποικιλίας Escani (φυτώρια Κρήτης επωνυμίας «Κρόνος»), οι οποίες δεν αποτελούσαν μέρος του πειράματος αλλά τοποθετήθηκαν για της ανάγκες άλλης εργασίας που αφορούσε την διερεύνηση της επίδρασης των φωτοεκλεκτικών πλαστικών κάλυψης στο χρώμα και την ανάπτυξη της μελιτζάνας. Ο συνολικός αριθμός φυτών τομάτας και μελιτζάνας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 384 φυτά/θερμοκήπιο με πυκνότητα φύτευσης 2,4 φυτά/m².

Τα φυτά της τομάτας διαμορφώθηκαν σύμφωνα με το μονοστέλεχο σχήμα. Το κλάδεμα των πλάγιων βλαστών άρχισε από τη δεύτερη εβδομάδα της φύτευσης και επαναλαμβανόταν κάθε επτά ημέρες. Το κλάδεμα της μελιτζάνας αφορούσε τα κάτω φύλλα και πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα με τη τομάτα. Για την υποβοήθηση της επικονίασης και γονιμοποίηση των ανθέων έγινε εισαγωγή του *B. terrestris*, σε μορφή αποικίας μέσα σε ειδική κυψέλη, μία και για τα τρία θερμοκήπια, η εγκατάσταση της οποίας έγινε με την έναρξη εμφάνισης των ανθέων στις 22 Φεβρουαρίου 2002. Στις 10 Απριλίου 2002, αντικαταστάθηκε η κυψέλη των επικονιαστών με μία καινούρια. Η πρώτη κυψέλη μετακινούνταν ανά δύο ημέρες σε κάθε θερμοκήπιο, ενώ η δεύτερη παρέμεινε σε ένα θερμοκήπιο μέχρι το τέλος του πειράματος.

Η καλλιέργεια ανάπτυξης των φυτών έγινε σε υδροπονικό σύστημα. Το έδαφος καλύφτηκε με ειδικό άσπρο πλαστικό και οι σάκοι με το υπόστρωμα τοποθετήθηκαν σε 0,5m πάνω από το έδαφος. Το υπόστρωμα ανάπτυξης αποτελούταν από περλίτη, με εξαίρεση της μιας ακριανής διπλής σειράς (δύο γραμμών τομάτας), σε όλα τα θερμοκήπια, όπου το υπόστρωμα ήταν πετροβάμβακας. Σε κάθε σάκο υποστρώματος τοποθετήθηκαν τρία φυτά που απείχαν μεταξύ τους 0,33m.

Η άρδευση των φυτών γινόταν με σταλάκτες. Στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου η άρδευση γινόταν τρεις φορές τη μέρα, στις 9:00 το πρωί, στις 13:00 το μεσημέρι και στις 17:00 το απόγευμα, και διαρκούσε κάθε φορά 20 min. Αργότερα, με την άνοδο της θερμοκρασίας αυξήθηκε η συχνότητα της άρδευσης από τρεις σε πέντε. Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος και της καλλιέργειας τομάτας παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Επίσης, στον ίδιο πίνακα αναφέρεται το PH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Ece) του θρεπτικού διαλύματος.

Επεμβάσεις με χημικά φυτοπροστατευτικά, είτε μυκητοκτόνα, είτε εντομοκτόνα δεν έγιναν. Επίσης, η εδαφοκάλυψη του εδάφους με λευκού χρώματος ειδικό πλαστικό έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα στον περιορισμό και εξάπλωση των

ζιζανίων, γι' αυτό και δεν κρίθηκε απαραίτητη η ζιζανιοκτονία με χημικά μέσα. Επιπλέον, πραγματοποιούνταν σε τακτά χρονικά διαστήματα κοπή και απομάκρυνση των ζιζανίων που αναπτύσσονταν περιφερειακά των θερμοκηπίων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό.

Πίνακας 1. Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας με PH=5,5 και ηλεκτρική αγωγιμότητα (Ece) 2,1.

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

2.2.3 Παρακολούθηση Εντόμων με Παγίδες

Χρησιμοποιήθηκαν χρωματικές κολλητικές παγίδες, κίτρινες και μπλε διαστάσεων 25cm X 10cm της εταιρείας HORIVER® για την παρακολούθηση των θριπών, ενώ για τις αφίδες έγινε χρήση των κίτρινων παγίδων νερού τύπου Moericke διαστάσεων 60cm X 60cm (Εικόνες 1 και 2). Το σύνολο των χρωματικών κολλητικών παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν για τους θρίπες ήταν 56 και για τις αφίδες ήταν 17.



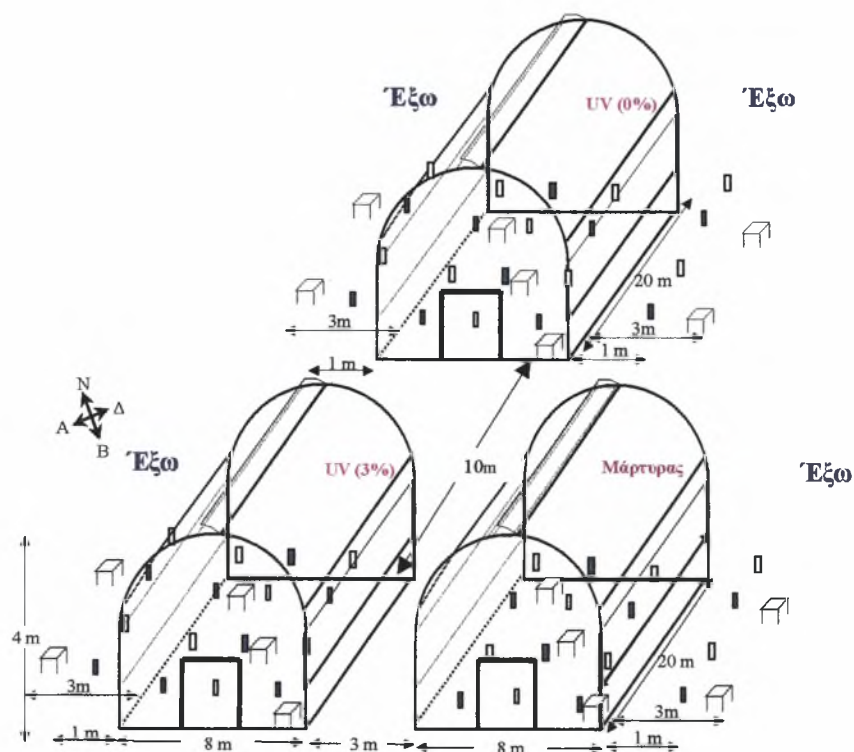
**Εικόνες. (1) Κίτρινη παγίδα νερού
τύπου Moericke**

**(2) Κολλητικές χρωματικές
παγίδες**

Εσωτερικά σε κάθε θερμοκήπιο τοποθετήθηκαν έξι κίτρινες και έξι μπλε κολλητικές παγίδες, εναλλάξ, σε τρεις σειρές των τεσσάρων παγίδων. Δύο σειρές των κολλητικών παγίδων βρίσκονταν πάνω από τις δύο ακριανές διπλές γραμμές φύτευσης, ενώ η τρίτη σειρά τοποθετήθηκε στον κεντρικό διάδρομο. Όσον αφορά τις κίτρινες παγίδες νερού για τις αφίδες, τοποθετήθηκαν τρεις παγίδες στους τρεις μεσαίους διαδρόμους των θερμοκηπίων. Σχηματικά η τοποθέτηση των παγίδων στο εσωτερικό των θερμοκηπίων παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

Εξωτερικά των θερμοκηπίων τοποθετήθηκαν δύο κίτρινες και δύο μπλε κολλητικές παγίδες σε απόσταση του ενός μέτρου και στο μέσο του ανοίγματος των παραθύρων. Οι τέσσερις αυτές παγίδες τοποθετήθηκαν αριστερά και δεξιά του θερμοκηπίου με το πλαστικό που απορροφούσε όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας, ενώ τοποθετήθηκαν μόνο αριστερά από το θερμοκηπίου με το πλαστικό που αφήνει να περάσει το 3% της UV ακτινοβολίας και δεξιά του μάρτυρα, όπως φαίνεται στο

Σχήμα 3. Παρόμοια, τοποθετήθηκαν και από δύο κίτρινες παγίδες νερού για τις αφίδες, σε απόσταση 3m από τα πλαϊνά ανοίγματα των θερμοκηπίων και 4m απόσταση μεταξύ τους (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση των παγίδων παρακολούθησης των εντόμων, θρίπα και αφίδων



Η παρακολούθηση των θριπών άρχισε στις 21 Μαρτίου 2002 (12^η εβδομάδα του έτους) και συνεχίστηκε ως τις 13 Ιουνίου 2002 (24^η εβδομάδα του έτους). Ο αριθμός των ατόμων του θρίπα που παγιδεύονταν στις χρωματικές κολλητικές παγίδες (κίτρινες, μπλε) καταγράφονταν έπειτα από επί τόπου εξέταση των παγίδων με μεγενθυτικό φακό. Η εξέταση των παγίδων γινόταν μία φορά την εβδομάδα. Η αντικατάσταση των παγίδων γινόταν όταν η επιφάνεια της παγίδας καλυπτόταν με έντομα.

Η παρακολούθηση των αφίδων ξεκίνησε την ίδια περίοδο, 21 Μαρτίου 2002 και συνεχίστηκε μέχρι τις 20 Ιουνίου 2002 (25^η εβδομάδα του έτους). Για την καταγραφή του αριθμού των αφίδων, που συλλαμβάνονταν στις κίτρινες παγίδες νερού ήταν απαραίτητο να γίνει εξέταση του περιεχομένου των παγίδων στο εργαστήριο. Τα έντομα που συλλαμβάνονταν στις παγίδες μεταφέρονταν μέσα σε μπουκαλάκια γεμάτα αλκοόλη στο εργαστήριο, όπου ακολουθούσε η διάκριση και μέτρηση των αφίδων. Η καταγραφή του αριθμού των αφίδων πραγματοποιούνταν μία φορά την εβδομάδα, οπότε και γινόταν αλλαγή του νερού των παγίδων. Επισημαίνεται ότι ήταν απαραίτητη η συχνή παρακολούθηση της στάθμης του νερού στις παγίδες λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και επομένως της εξάτμισης του νερού μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

2.2.4 Καταμέτρηση Εντόμων σε Φυτά

Για την καταμέτρηση των εντόμων στα φυτά πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή έξι φυτών τομάτας σε κάθε γραμμή φύτευσης που αποτελούνταν μόνον από τομάτα. Στις γραμμές που υπήρχαν και μελιτζάνες επιλέχθηκαν τυχαία τρεις τομάτες και τρεις μελιτζάνες. Συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο επιλέχθηκαν 36 φυτά τομάτας στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των εντόμων. Το δείγμα των φυτών όπου πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις παρέμεινε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Μετρήσεις εντόμων πραγματοποιήθηκαν και στα φυτά της μελιτζάνας, καθώς αποτελούσαν ενδεχόμενους ξενιστές των εντόμων στα θερμοκήπια. Συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο επιλέχθηκαν 12 φυτά μελιτζάνας.

Η παρακολούθηση των θριπών και αφίδων πάνω στα φυτά τομάτας και μελιτζάνας άρχισε στις 8 Απριλίου 2002 (15^η εβδομάδα του έτους) και συνεχίστηκε ως τις 3 Ιουνίου 2002 (23^η εβδομάδα του έτους). Για την εξέταση των φυτών επιλέχθηκαν τρία φύλλα, στην κορυφή, μέση και βάση της τομάτας, ενώ για την μελιτζάνα επιλέχθηκαν ένα φύλλο στην βάση και ένα στην κορυφή του φυτού. Η καταγραφή του αριθμού των εντόμων (θριπών, αφίδων) γινόταν κάθε εβδομάδα έπειτα από προσεκτική εξέταση των φύλλων με χρήση μεγεθυντικού φακού. Εξετάζονταν τόσο η πάνω όσο και η κάτω επιφάνεια των φύλλων, ώστε η ανεύρεση ατελών μορφών των συγκεκριμένων εντόμων να συμπεριλαμβάνονταν στη καταμέτρησή τους.

Επισημαίνεται ότι η επιλογή των προς εξέταση φύλλων σε κάθε φυτό γινόταν τυχαία σε όλες τις επαναλήψεις των μετρήσεων.

Η παρακολούθηση των φυσικών επικονιαστών γινόταν επί τόπου. Το χρονικό διάστημα από τις 8 Μαρτίου 2002 ως και τις 12 Μαΐου 2002, μετά την άνθηση των φυτών, γινόταν καταγραφή του αριθμού των ανθέων που εξελίσσονταν σε καρπούς σε σύνολο 15 φυτών τομάτας ανά θερμοκήπιο. Σε κάθε φυτό από το παραπάνω δείγμα ελέγχονταν όλες οι ταξιανθίες του και κάθε άνθος χωριστά για την ανεύρεση των καφέ κηλίδων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της επίσκεψης των βομβύνων στα άνθη.

Επίσης, έγιναν δύο δειγματοληψίες φύλλων από φυτά τομάτας τα οποία στάλθηκαν για ιολογικό έλεγχο στο Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας του Τμήματος Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου της Θεσσαλονίκης. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις 15 Απριλίου του 2002 και στις 15 Μαΐου. Το δείγμα αποτελούνταν από φύλλα κορυφής με ικανοποιητική ανάπτυξη, τα οποία ελήφθησαν σχεδόν από τα μισά φυτά τομάτας του κάθε θερμοκηπίου. Η ιολογική εξέταση αφορούσε κυρίως τους ιούς TSWV (κηλιδωτός μαρασμός τομάτας), TYLCV (κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων της τομάτας), CMV (μωσαϊκό του αγγουριού), που μεταδίδονται με τους θρίπες, αλευρώδη και αφίδες, αντίστοιχα.

2.2.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS, καθώς και τη χρήση του κριτηρίου χ^2 .

2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.3.1 ΘΡΙΠΕΣ

2.3.1.1 Αποτελέσματα των συλληφθέντων ατόμων θρίπα στις κολλητικές παγίδες

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραλλακτικότητας έδειξε ότι οι συλλήψεις θριπών στις κολλητικές παγίδες διέφεραν σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων (εξωτερικό, μάρτυρας, 3%UV, 0%UV), $P<0,001$, ενώ αν και παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός θριπών στις κίτρινες από τις μπλε παγίδες ο αριθμός των παγιδευμένων θριπών δεν διέφερε μεταξύ τους, $P<0,65$. Επίσης, η αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταχειρίσεων και των κολλητικών παγίδων δεν ήταν σημαντική, $P<0,80$. Οι συλλήψεις των ατόμων του θρίπα στις κίτρινες και μπλε κολλητικές παγίδες τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αριθμός συλληφθέντων ατόμων θρίπα σε κίτρινες και μπλε κολλητικές παγίδες στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των τριών θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Κίτρινες	26	1167,62 a*	226,58
2	Μπλε	26	884,73 a	154,41

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P<0,65$, $DF=1,44$, $F=0,21$.

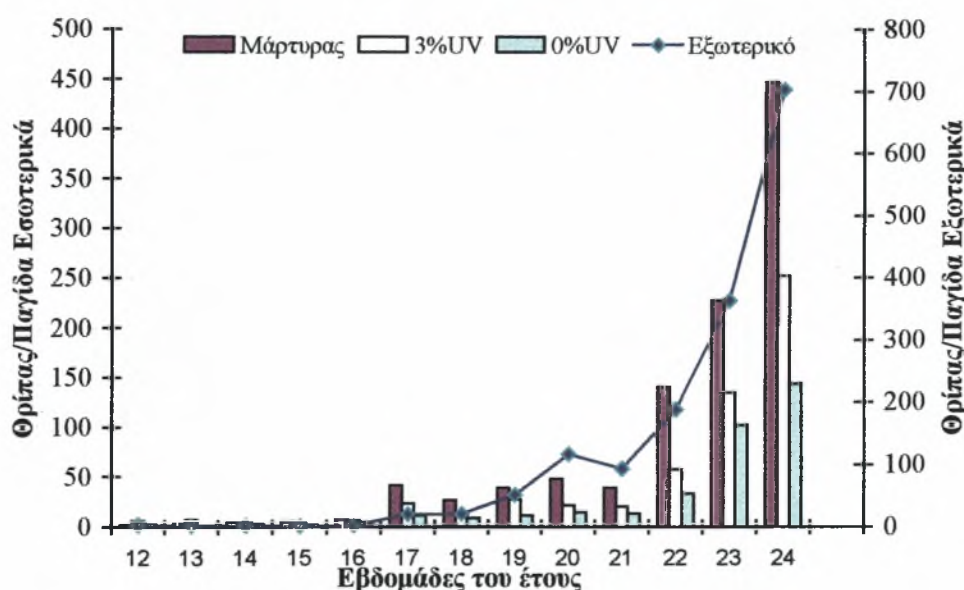
Ο αριθμός των θριπών που συνελήφθησαν στις παγίδες στο εξωτερικό περιβάλλον, στο εσωτερικό του μάρτυρα, στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με το πλαστικό που επιτρέπει την διέλευση ενός ποσοστού (3%) της UV ακτινοβολίας και του θερμοκηπίου με το πλαστικό που απορροφά όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αριθμός συλληφθέντων θριπών στις κολλητικές παγίδες στο εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	16	1568,5 a*	119,55
2	Μάρτυρας (7%UV)	12	1033,75 b	327,60
3	3% UV	12	967,92 bc	406,48
4	0% UV	12	353,75 c	49,7

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 3,44$, $F = 13,8$.

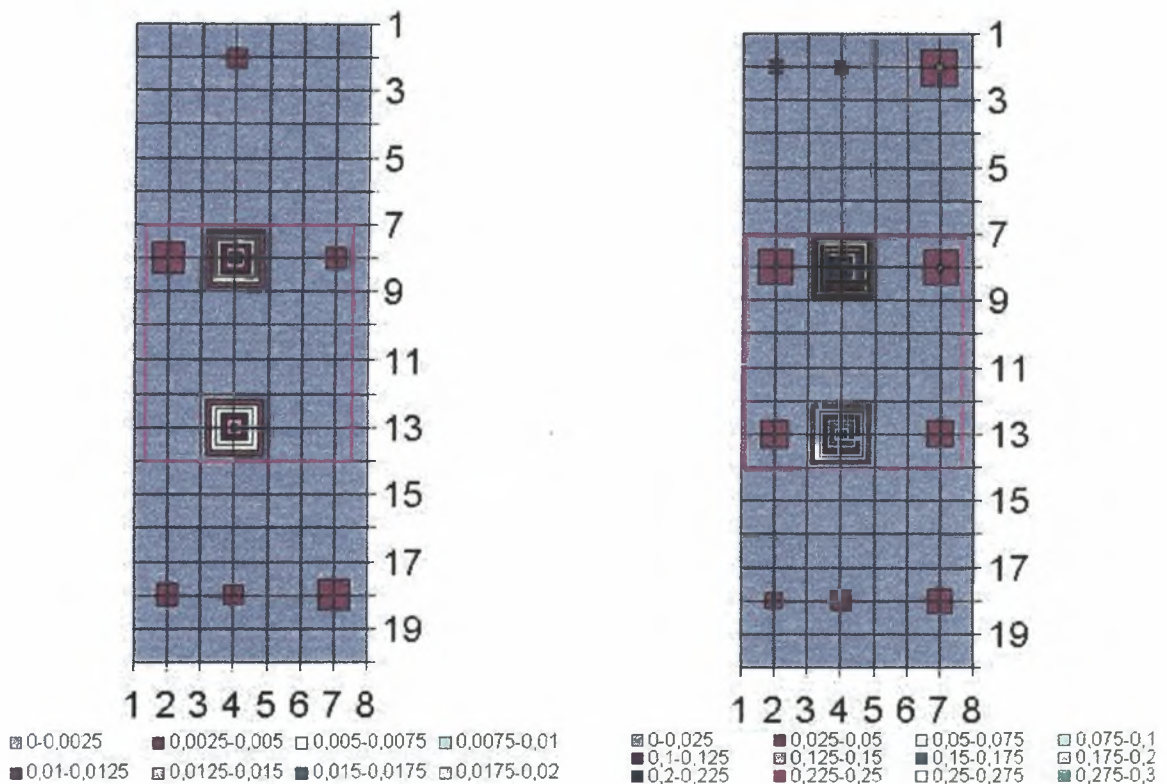
Ο αριθμός των θριπών που καταγράφηκε στις παγίδες που βρίσκονταν στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν στο εσωτερικό και των τριών θερμοκηπίων. Ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα, με 7% UV ακτινοβολία, ήταν μεγαλύτερος από το θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία, αλλά και από το θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία. Ωστόσο η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο στην πρώτη περίπτωση ($P < 0,001$). Η διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στις διαφορετικές μεταχειρίσεις φαίνονται στο σχήμα 4.



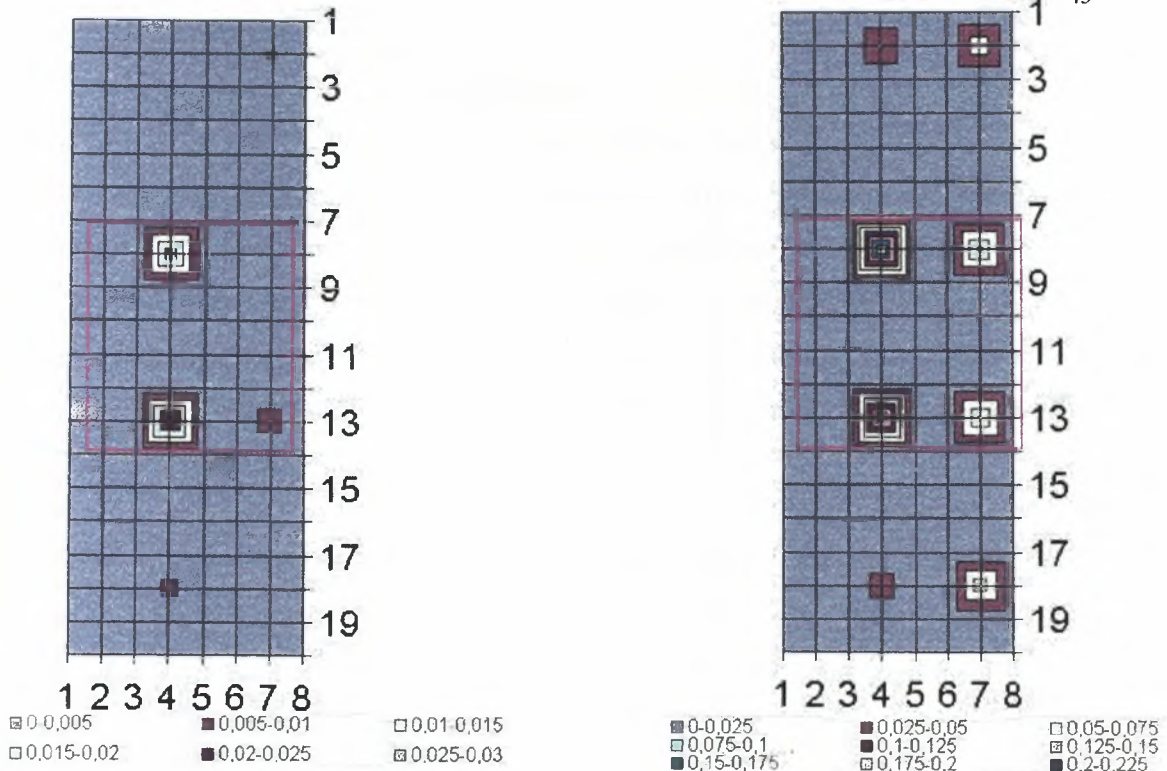
Σχήμα 4. Διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

Από το Σχήμα 4 φαίνεται ότι οι παγίδες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV συλλάμβαναν θρίπες από την 16 εβδομάδα σε σχέση με τις παγίδες στα άλλα δύο θερμοκήπια οι οποίες συλλάμβαναν θρίπες από την αρχή των μετρήσεων (12^η εβδομάδα). Επίσης, υπάρχει μία σταδιακή αύξηση των συλλήψεων των θριπών στις παγίδες και το μέγιστο των συλλήψεων τόσο στον εξωτερικό χώρο όσο και στο εσωτερικό των θερμοκηπίων παρατηρείται τις τελευταίες εβδομάδες των παρατηρήσεων (μέσα Ιουνίου).

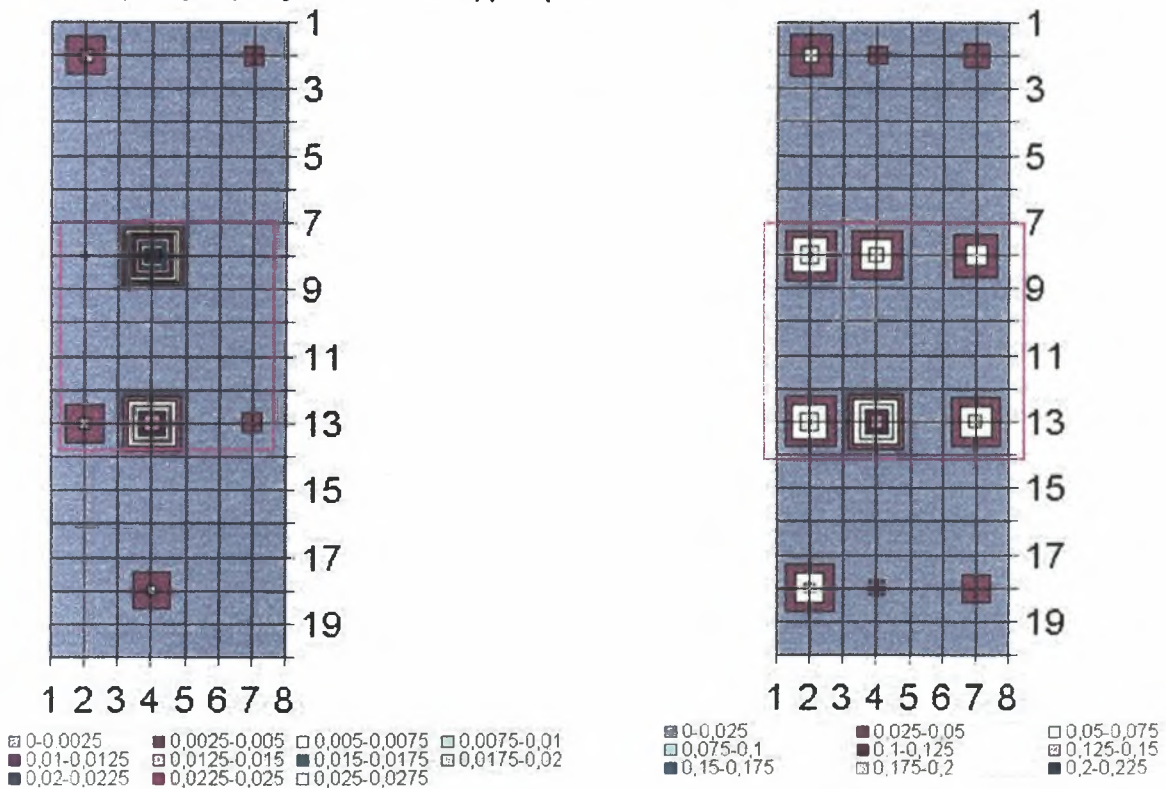
Στα Σχήματα 5 (α), (β), (γ) που ακολουθούν απεικονίζεται η χωρική κατανομή των συλλήψεων των θριπών στις παγίδες σε δύο χρονικές περιόδους, στο μέσο και στο τέλος των παρατηρήσεων, στο εσωτερικό του μάρτυρα και στο θερμοκήπιο με 3% και 0% UV, αντίστοιχα. Η επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια του πακέτου επεξεργασίας λογιστικών φύλλων Excel χρησιμοποιώντας τον πληθυσμό των θριπών που μετρήθηκε σε κάθε παγίδα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.



Σχήμα 5 (α). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο εσωτερικό του μάρτυρα.



Σχήμα 5 (β). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο 3% UV θερμοκήπιο.



Σχήμα 5 (γ). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο 0% UV θερμοκήπιο.

Η κάθε θέση μέτρησης ορίσθηκε από το αντίστοιχο ζεύγος συντεταγμένων σε σχέση με το μήκος και το πλάτος του θερμοκηπίου. Από τα Σχήμα 5 (α), (β) και (γ) παρατηρείται ότι υπάρχει από την αρχή μία τάση συγκέντρωσης των θριπών στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στο κέντρο του θερμοκηπίου (σημειώνονται σε κόκκινο πλαίσιο), κοντά στα φυτά της μελιτζάνας. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται πιο έντονα στον μάρτυρα σε σχέση με το θερμοκήπιο με 3% και 0% UV ακτινοβολία, όπου παρατηρείται μία μεγαλύτερη διασπορά των συλλήψεων στις παγίδες, ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο που απορροφά τη UV ακτινοβολία.

2.3.1.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά

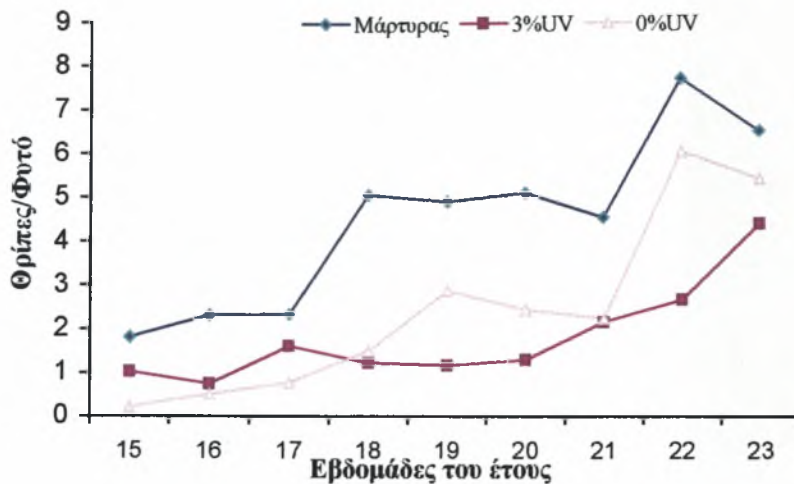
Ο αριθμός των θριπών που παρατηρήθηκαν πάνω στα φυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Επισημαίνεται ότι στον συνολικό αριθμό των μετρήσεων συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου. Ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στο μάρτυρα είναι μεγαλύτερος από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης, φαίνεται ότι στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών είναι μικρότερος σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Ωστόσο δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Πίνακας 4. Αριθμός παρατηρούμενων θριπών ανά φυτό

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Μάρτυρας (7%UV)	48	40,29 a*	10,08
2	3%UV	48	16,29 a	3,70
3	0%UV	48	22,00 a	6,37

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,184$, $DF = 2,141$ και $F = 1,714$.

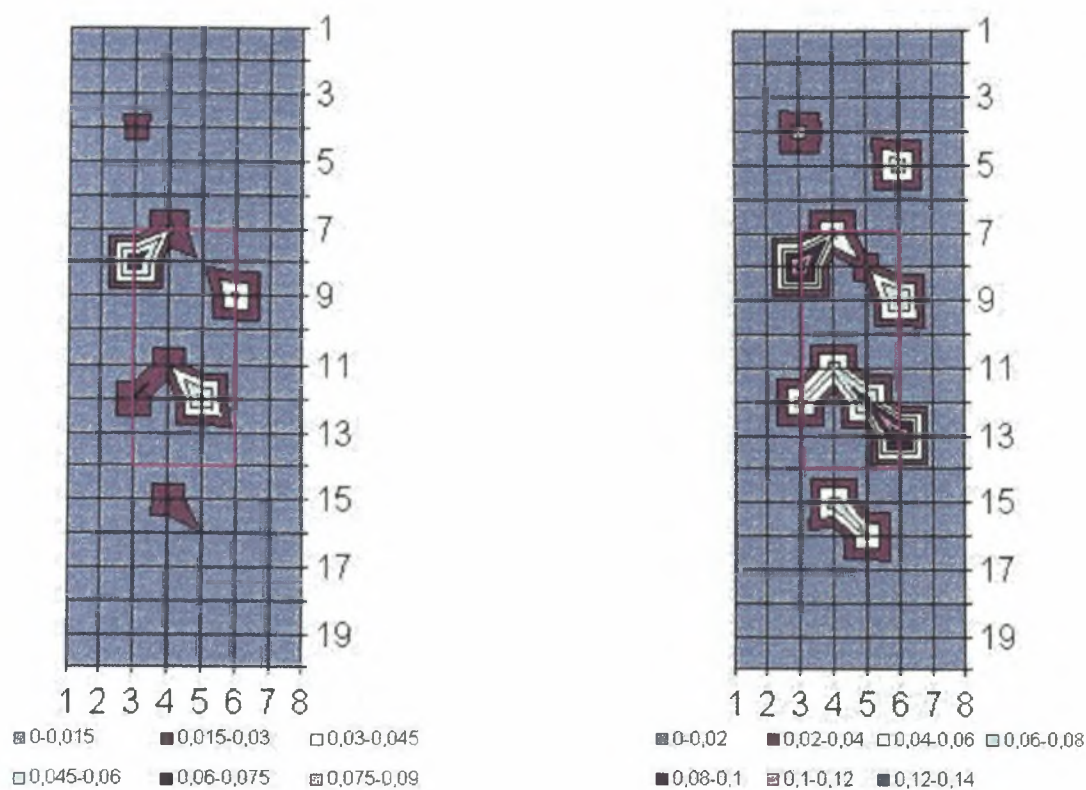
Η διακύμανση των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στις διαφορετικές μεταχειρίσεις φαίνονται στο Σχήμα 6.



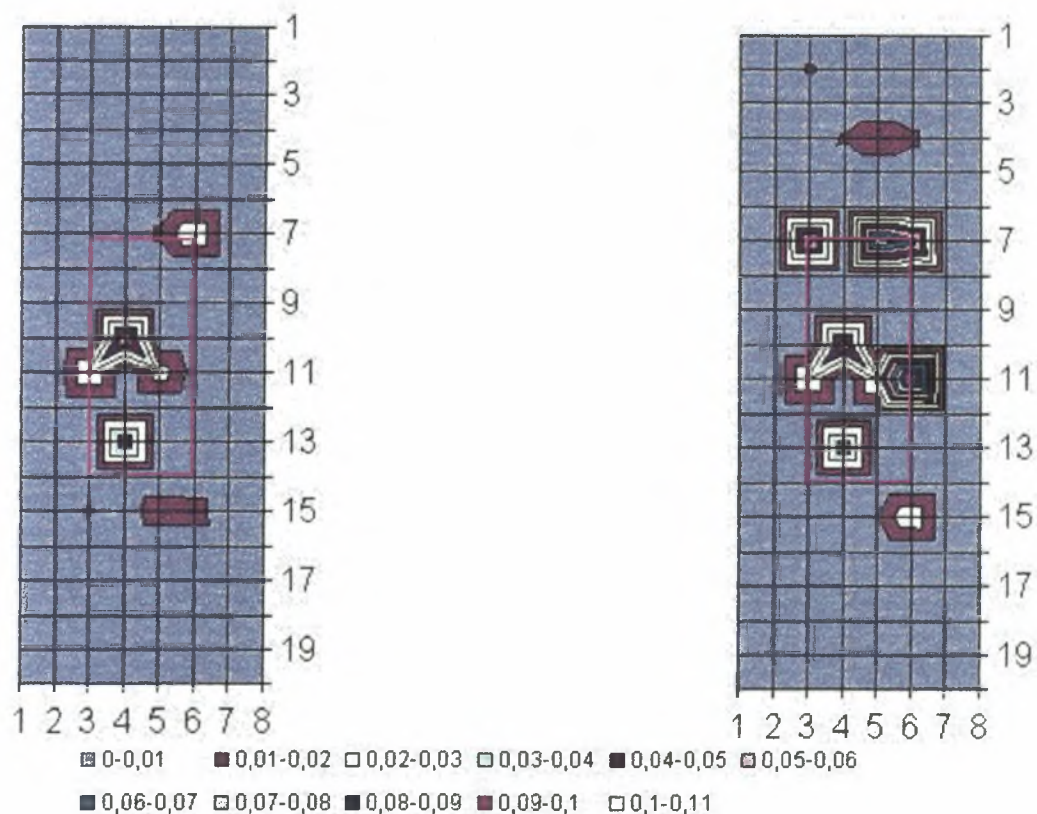
Σχήμα 6. Αριθμός παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 6 την 17^η εβδομάδα του έτους ο μάρτυρας έχει μεγαλύτερο αριθμό θριπών (2,33 θρίπες ανά φυτό) πάνω στα φυτά και ακολουθεί το θερμοκήπιο με 3% και 0% UV (1,6 και 0,77 θρίπες ανά φυτό αντίστοιχα). Την 20^η και 23^η εβδομάδα του έτους οι μετρήσεις θριπών στα φυτά έδειξαν ότι ο μάρτυρας είχε και πάλι τον μεγαλύτερο αριθμό θριπών ανά φυτό (5,1 και 6,5 θρίπες/φυτό, αντίστοιχα), ενώ το θερμοκήπιο με 3% UV είχε την μικρότερη τιμές (1,3 και 4,4 θρίπες/φυτό, αντίστοιχα). Στο θερμοκήπιο με 0% UV ο αριθμός των θριπών στα φυτά βρέθηκε ίδιος ή λίγο μεγαλύτερος από αυτόν στο θερμοκήπιο με 3% UV από την 18^η εβδομάδα και μέχρι το τέλος των μετρήσεων.

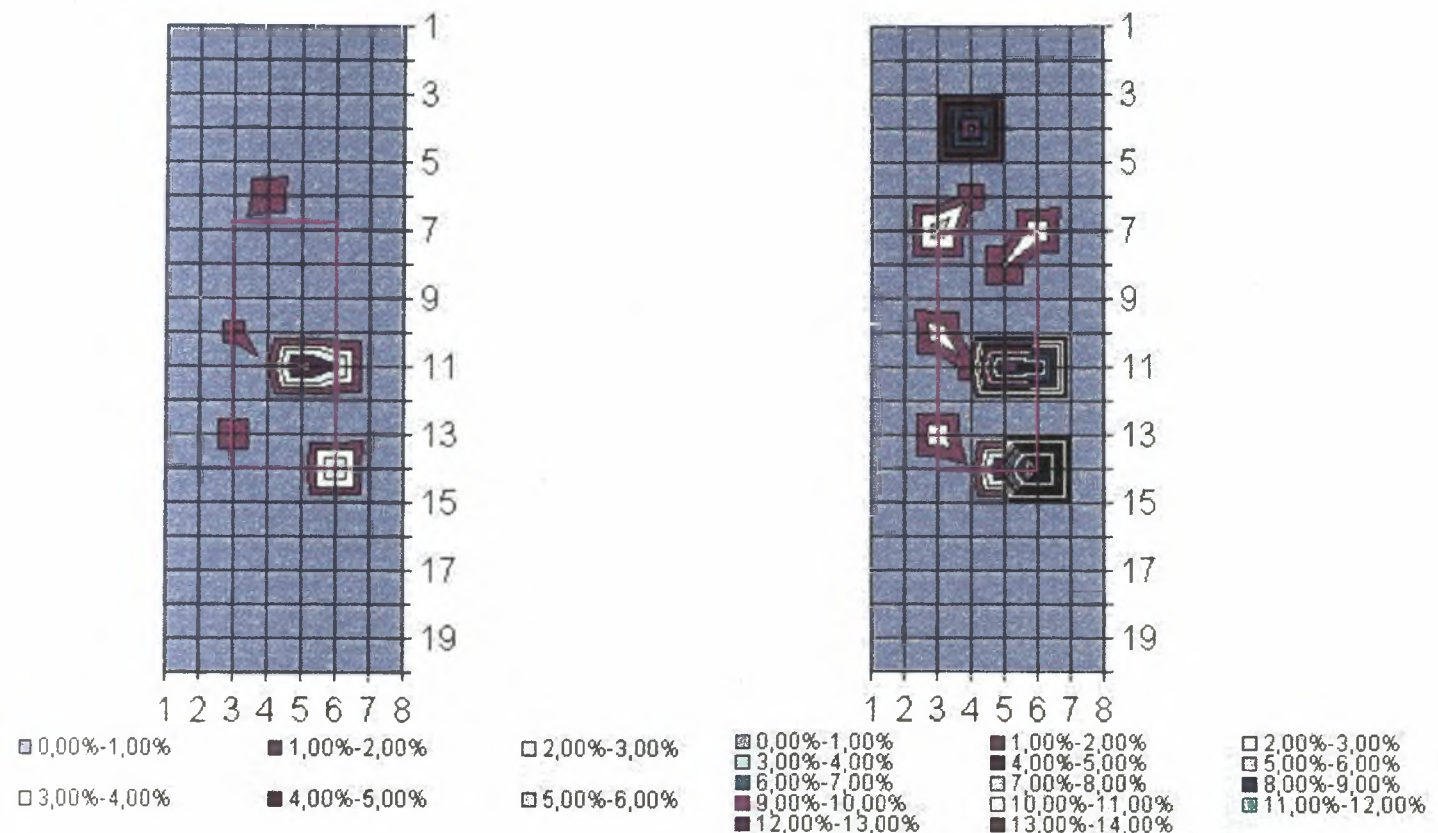
Στα Σχήματα 7 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε δύο χρονικές περιόδους (μέσο και τέλος των παρατηρήσεων). Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τις παγίδες, εδώ όμως χρησιμοποιήθηκε ο πληθυσμός των θριπών που μετρήθηκε σε κάθε φυτό στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Όπως φαίνεται ότι θρίπες που εισήλθαν στα θερμοκήπια εγκαταστάθηκαν και αναπτύχθηκαν περισσότερο στα φυτά μελιτζάνας (σημειώνονται με κόκκινο πλαίσιο) που βρίσκονταν στο κεντρικό τμήμα των θερμοκηπίων. Επίσης, όπως φαίνεται από τα σχήματα, στα φυτά που από τις πρώτες μετρήσεις βρέθηκαν θρίπες εκεί παρουσιάστηκε μία αύξηση του πληθυσμού των θριπών.



Σχήμα 7 (α). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα.



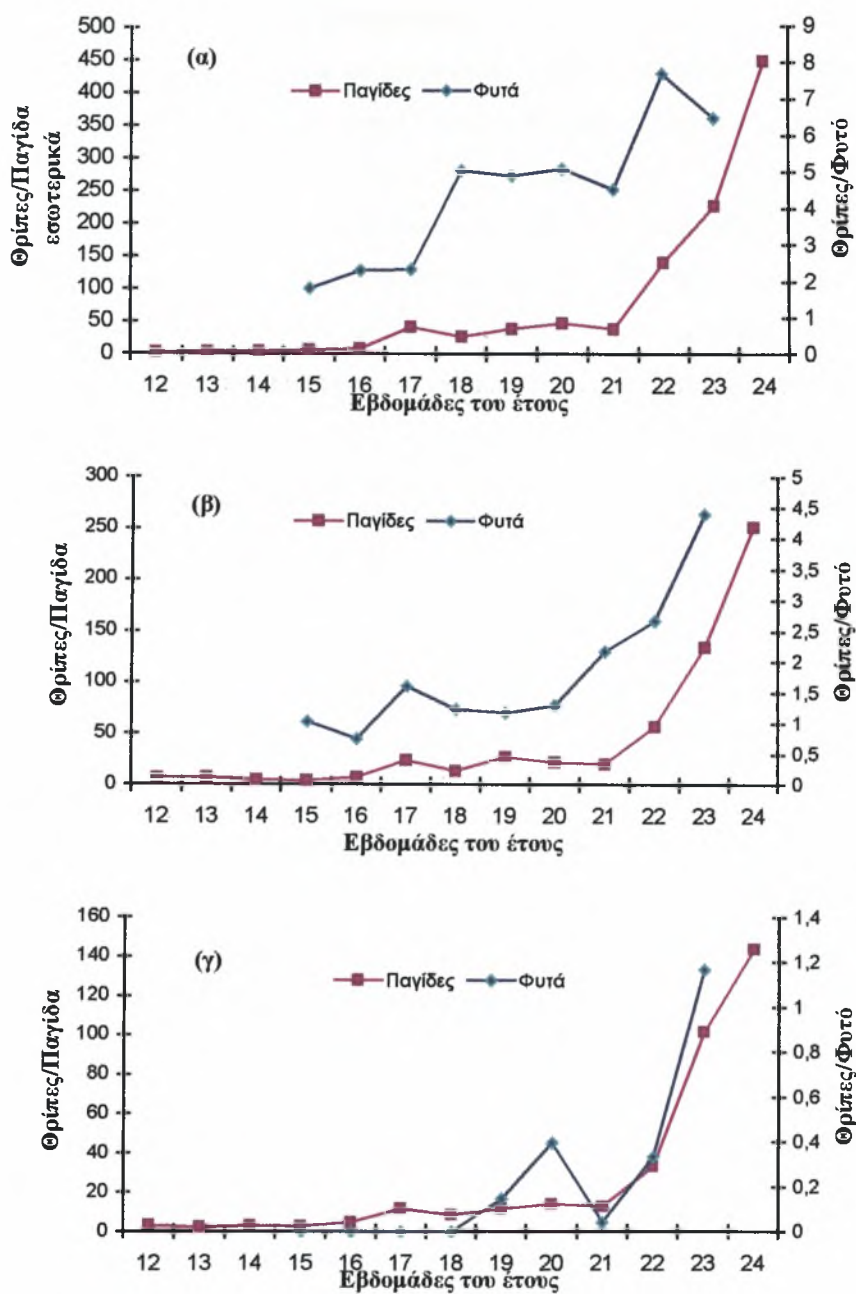
Σχήμα 7 (β). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο 3% UV θερμοκήπιο.



Σχήμα 7 (γ). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο 0% UV θερμοκήπιο.

2.3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων θριπών σε φυτά και παγίδες

Οι γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω δείχνουν τη συσχέτιση των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και του αριθμού των παρατηρούμενων ατόμων πάνω στα φυτά.



Σχήμα 8. Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά (α) μάρτυρας, (β) θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία, και (γ) θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία.

Στο Σχήμα 8 (α) παρουσιάζεται το γράφημα των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και των παρατηρούμενων ατόμων τους πάνω στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα, τα οποία δείχνουν στην παράλληλη πορεία των μετρήσεων τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ τους ($R^2=0,54$, $P<0,023$). Όμοια, στο Σχήμα 6 (β) φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία ($R^2=0,908$, $P<0,001$), όπως επίσης και στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία ($R^2=0,55$, $P<0,023$) η οποία φαίνεται στο σχήμα 6 (γ). Ωστόσο, ισχυρή συσχέτιση υπήρξε μόνο στη δεύτερη περίπτωση. Επίσης, από τα Σχήματα 8 (α), (β) και (γ) φαίνεται ότι οι θρίπες στα φυτά εμφανίστηκαν την 19^η εβδομάδα στο θερμοκήπιο με το 0% UV, ενώ στα άλλα δύο θερμοκήπια από την αρχή των παρατηρήσεων την 15^η εβδομάδα.

2.3.2 ΑΦΙΔΕΣ

2.3.2.1 Αποτελέσματα των συλληφθεισών αφίδων στις παγίδες νερού

Οι συλλήψεις των περωτών αφίδων στις κίτρινες παγίδες νερού τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων των αφίδων στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες εξωτερικά των θερμοκηπίων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν που καταγράφηκε σε κάθε θερμοκήπιο χωριστά. Στο θερμοκήπιο με 3 % UV ακτινοβολία καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων, ενώ περίπου οι μισές συλλήψεις πραγματοποιήθηκαν στο μάρτυρα. Στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων των αφίδων ήταν ο μικρότερος. Ωστόσο οι διαφορές μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

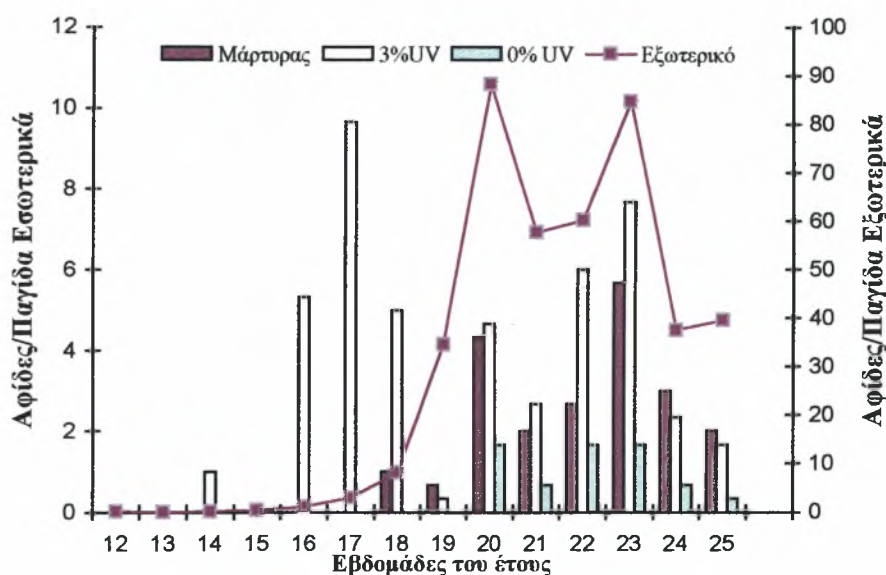
Πίνακας 5. Αριθμός συλληφθέντων περωτών αφίδων στις παγίδες νερού στον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	8	415,88 a*	21,95
2	Μάρτυρας (7%UV)	3	25,33 b	2,19
3	3% UV	3	53,33 b	14,52
4	0% UV	3	6,67 b	1,76

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,001$, $DF = 3,13$, $F = 97,9$.

Ωστόσο, αν εξαιρεθεί ο παράγοντας του εξωτερικού περιβάλλοντος από την ανάλυση παραλλακτικότητας, λόγω της μεγάλης διαφοράς στον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων των αφίδων, οι διαφορές στα περωτά μεταξύ των θερμοκηπίων είναι στατιστικώς σημαντικές, $P < 0,05$ ($D = 2,6$, $F = 14,62$).

Η διακύμανση των συλληφθέντων περωτών στις παγίδες στις μεταχειρίσεις του πειράματος φαίνονται στο σχήμα 9.

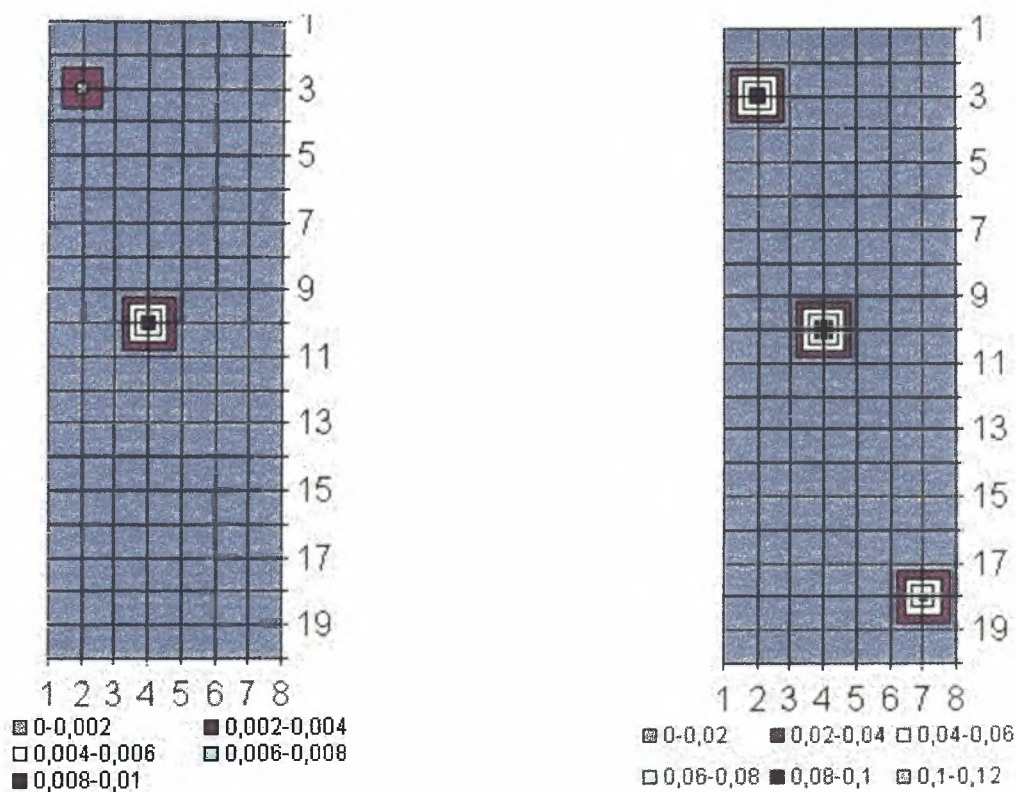


Σχήμα 9. Αριθμός συλληφθέντων περωτών στις παγίδες εσωτερικά και εξωτερικά των θερμοκηπίων

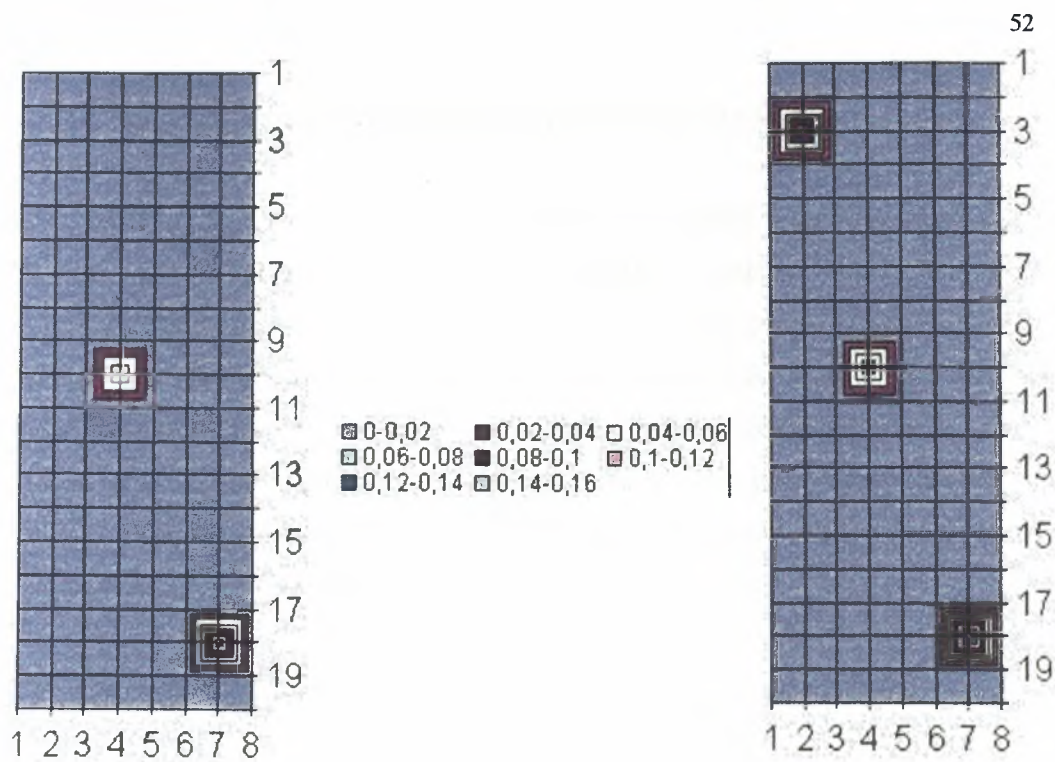
Από το Σχήμα 9 φαίνεται ότι οι συλλήψεις των αφίδων στο θερμοκήπιο με 0%UV ξεκινούν αργότερα (19^η εβδομάδα) απ' ό,τι στα άλλα δύο θερμοκήπια. Επίσης, το

μέγιστο των συλλήψεων στις αφίδες παρατηρήθηκε την 17^η και 23^η εβδομάδα του έτους στο θερμοκήπιο με 3% UV, και στο μάρτυρα την 23^η εβδομάδα του έτους.

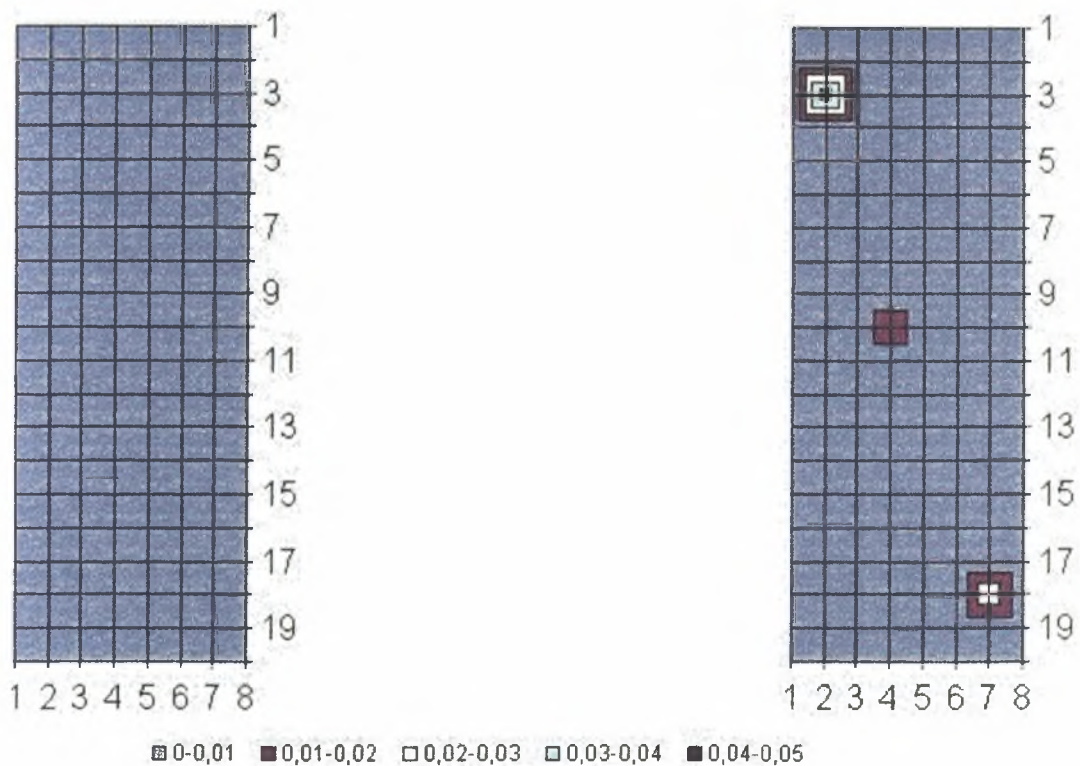
Στα Σχήματα 10 (α), (β), (γ) που ακολουθούν απεικονίζεται η χωρική κατανομή των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες νερού σε δύο χρονικές περιόδους, στο μέσο και στο τέλος των παρατηρήσεων στο εσωτερικό του μάρτυρα και στο θερμοκήπιο με 3% και 0% UV, αντίστοιχα. Η επεξεργασία ήταν ανάλογη με αυτή των θριπών. Όπως φαίνεται από τα Σχήματα 10 (α), (β), (γ) υπάρχει μία σημαντική καθυστέρηση των συλλήψεων των αφίδων στο θερμοκήπιο με 0%UV. Επίσης, παρατηρείται μικρότερος αριθμός συλληφθέντων αφίδων στην κεντρική παγίδα που ήταν τοποθετημένη ανάμεσα στις μελιτζάνες.



Σχήμα 10 (α). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο εσωτερικό του μάρτυρα.



Σχήμα 10 (β). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο θερμοκήπιο 3% UV.



Σχήμα 10 (β). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο θερμοκήπιο 0% UV.

2.3.2.2 Αποτελέσματα παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά

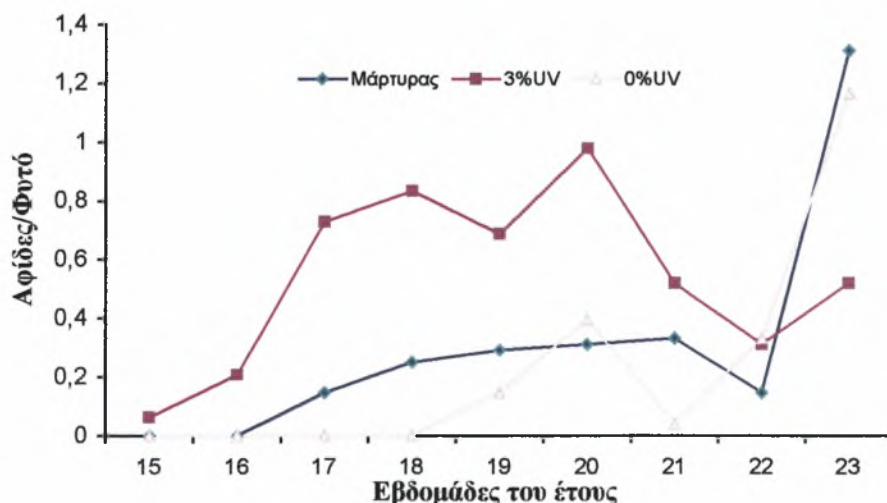
Ο αριθμός των αφίδων που παρατηρήθηκαν στα φυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Επισημαίνεται, ότι στο συνολικό αριθμό των μετρήσεων συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου. Ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στο μάρτυρα είναι λίγο μεγαλύτερος από ότι στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία χωρίς όμως η διαφορά τους να είναι στατιστικώς σημαντική. Όμως και στις δύο προαναφερθείσες μεταχειρίσεις ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν που βρέθηκε στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία.

Πίνακας 6. Αριθμός παρατηρούμενων αφίδων ανά φυτό

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Μάρτυρας (7%UV)	48	5,42 a*	1,25
2	3%UV	48	5,19 a	1,45
3	0%UV	48	2,10 b	0,61

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,007$, $DF = 2,14$, $F = 5,12$.

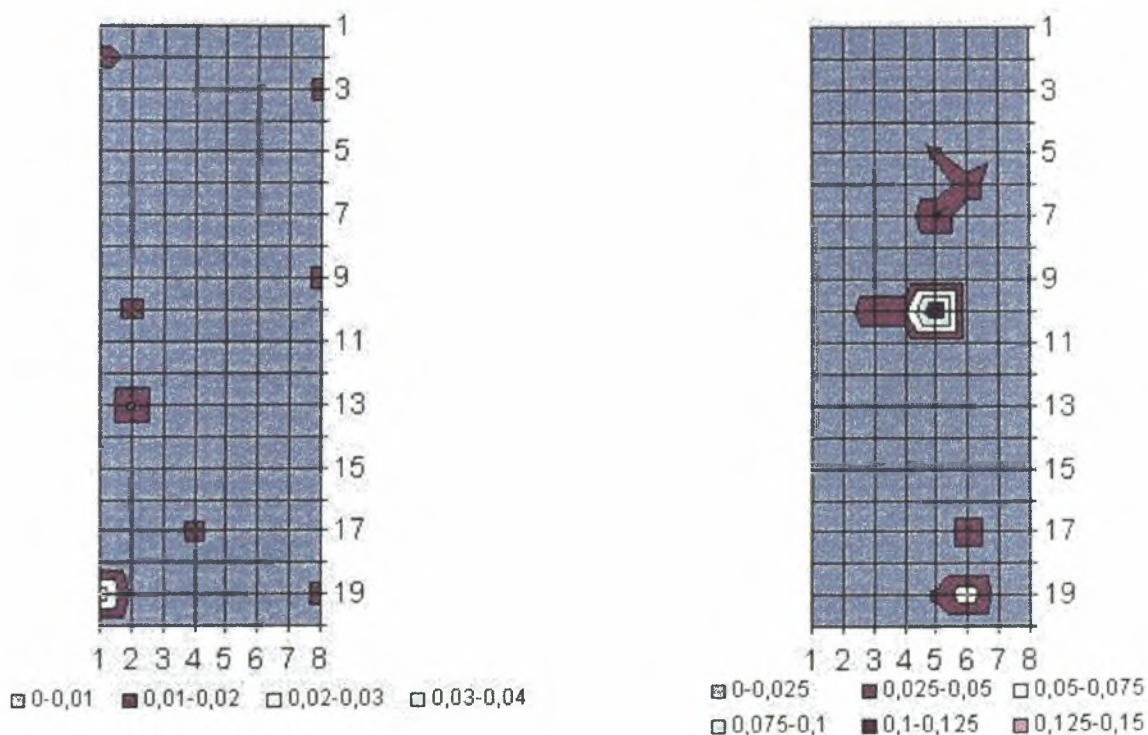
Η διακύμανση των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά και στις τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζεται στο Σχήμα 11.



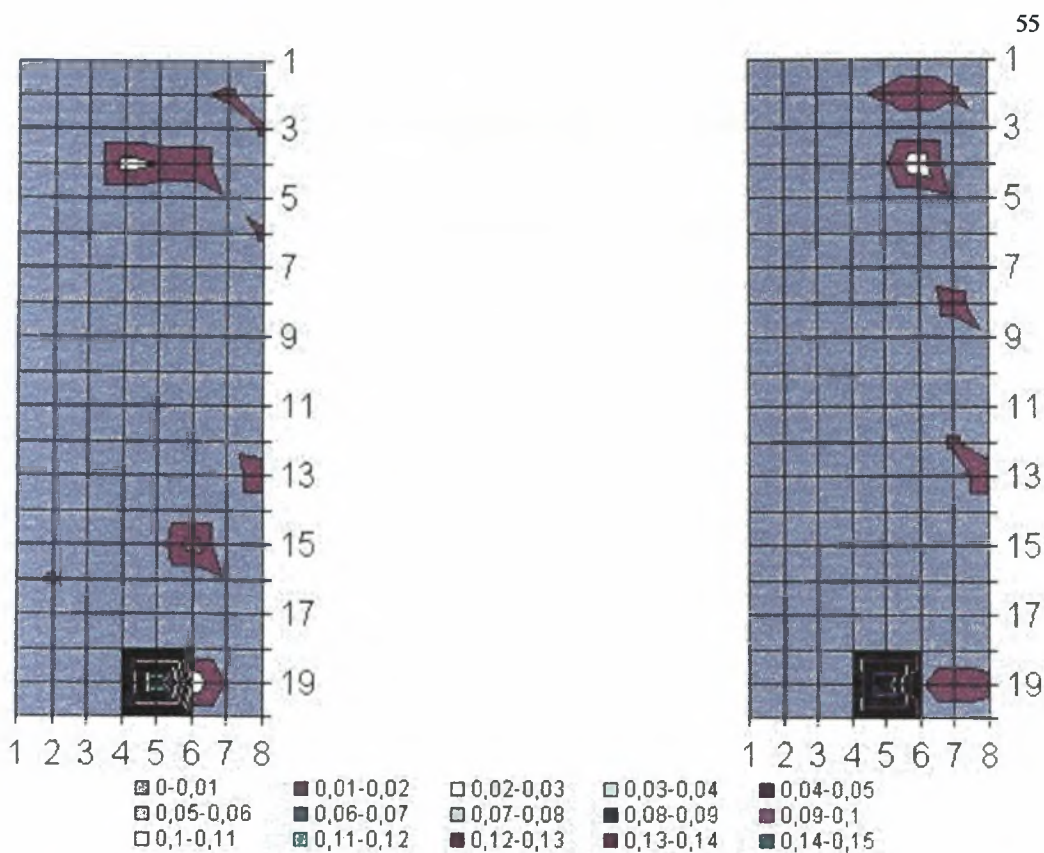
Σχήμα 11. Αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά και στα τρία θερμοκήπια

Από το Σχήμα 11 φαίνεται ότι οι αφίδες πάνω στα φυτά εμφανίστηκαν την 19^η εβδομάδα του έτους στο θερμοκήπιο με το 0% UV, ενώ στον μάρτυρα και το θερμοκήπιο με 3%UV την 17^η και 15^η εβδομάδα, αντίστοιχα.

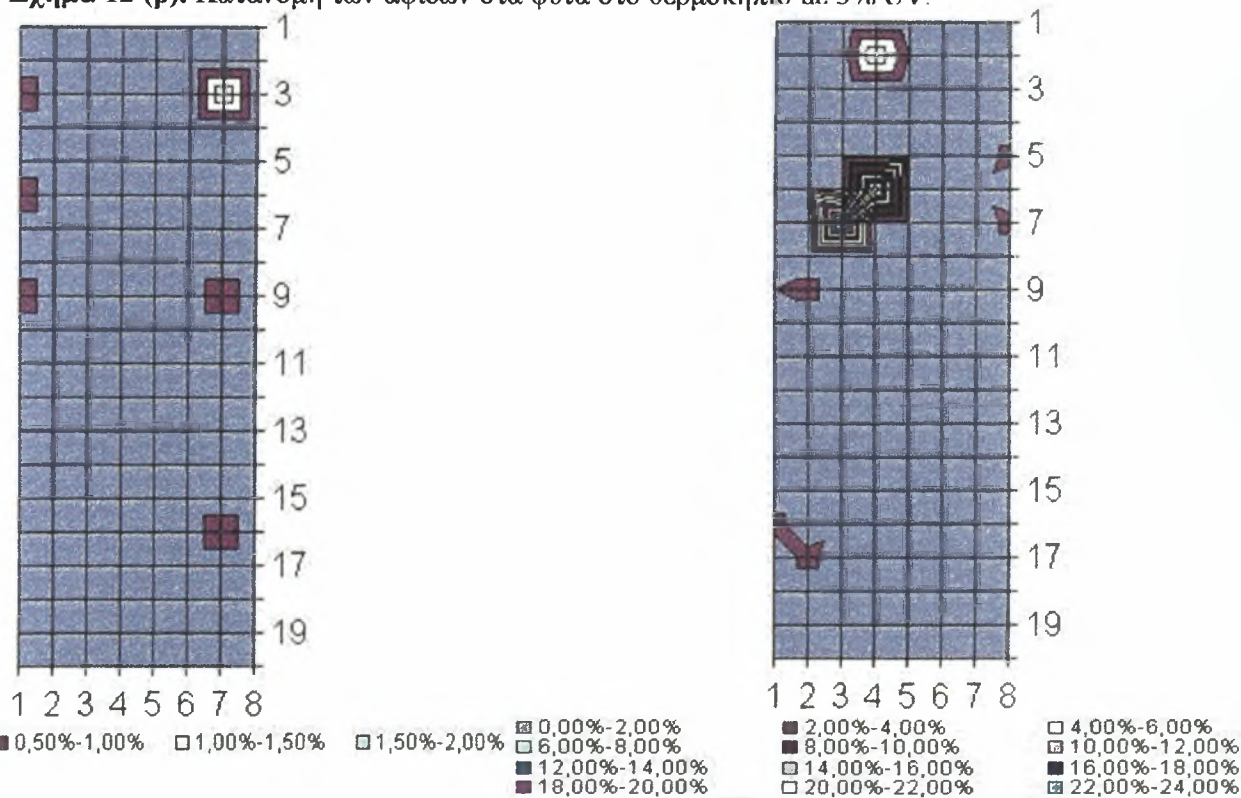
Στα Σχήματα 12 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε δύο χρονικές περιόδους (μέσο και τέλος των παρατηρήσεων). Ακολούθηθηκε η ίδια διαδικασία με τα προηγούμενα γραφήματα. Από τα Σχήματα 12 (α), (β) και (γ) φαίνεται ότι οι αφίδες αρχικά καταγράφηκαν σε φυτά τομάτας που βρισκόταν περιμετρικά και των τριών θερμοκηπίων, ενώ μόνο στο μάρτυρα παρατηρήθηκαν βρέθηκαν αφίδες στο κέντρο του θερμοκηπίου, όπου ήταν οι μελιτζάνες.



Σχήμα 12 (α). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα



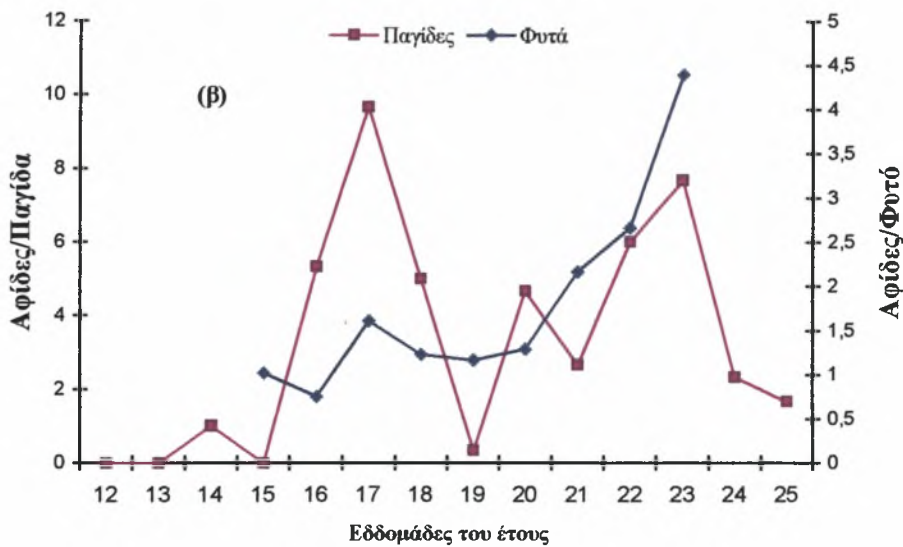
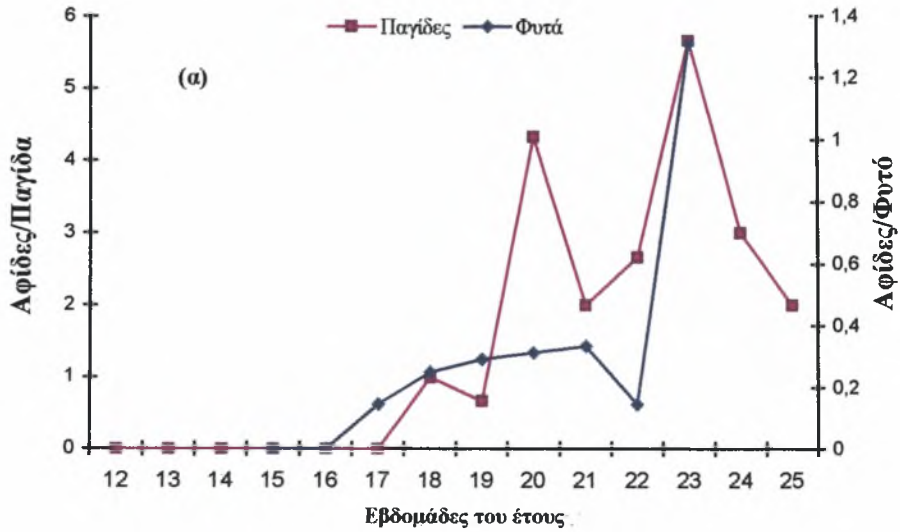
Σχήμα 12 (β). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 3% UV.

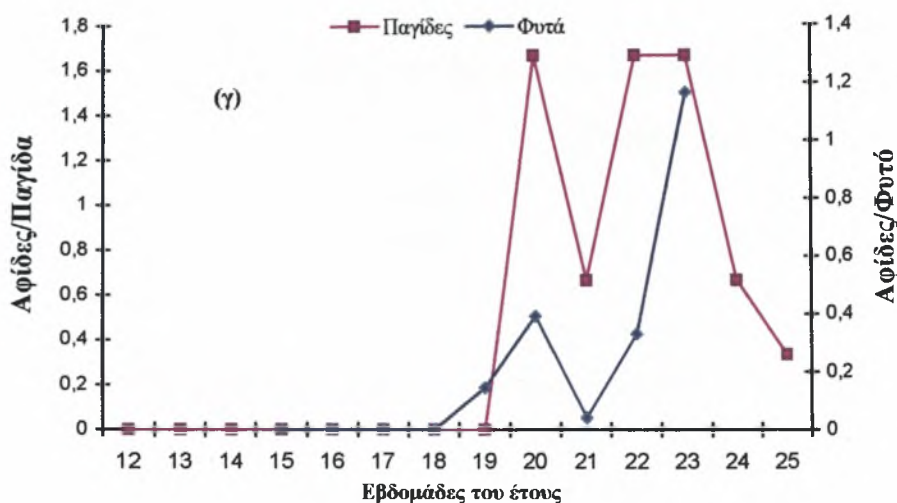


Σχήμα 12 (γ). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0% UV.

2.3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των ατόμων των αφίδων σε φυτά και παγίδες

Οι γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω δείχνουν τη συσχέτιση των συλλήψεων των περωτών στις παγίδες νερού και του αριθμού των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά.





Σχήμα 13. Συλλήψεις περωτών αφίδων στις παγίδες νερού και αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά **(α)** μάρτυρας, **(β)** θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία, και **(γ)** θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία.

Στο Σχήμα 13 (α) παρουσιάζεται το γράφημα των συλλήψεων των περωτών αφίδων στις κίτρινες παγίδες νερού και των παρατηρούμενων ατόμων στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα, τα οποία δείχνουν την παράλληλη πορεία των μετρήσεων και τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ τους ($R^2=0,64$, $P<0,009$). Στο θερμοκήπιο με 3% UV οι μετρήσεις των αφίδων στα φυτά και τις παγίδες δεν έδειξαν την ύπαρξη συσχέτισης ($R^2=0,024$, $P<0,69$) (Σχήμα 13β). Αντίθετα, στο θερμοκήπιο με 0% UV παρατηρήθηκε συσχέτιση ($R^2=0,58$, $P<0,018$) αν και ο συντελεστής R^2 δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλός (Σχήμα 13γ). Επίσης, από τα παραπάνω γραφήματα (Σχήμα 13 α, β, γ) φαίνονται οι διαφορές στο χρόνο που καταγράφηκαν οι μέγιστες τιμές στα περωτά άτομα και στους αριθμούς των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά.

2.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΘΕΩΝ

Στον πίνακα 7 παρουσιάζεται το ποσοστό των ανθέων που γονιμοποιήθηκε από τους βομβύνους, καθώς και αυτό που δε γονιμοποιήθηκε στο σύνολο των δειγμάτων των ανθέων που εξετάστηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος.

Πίνακας 7. Ποσοστό γονιμοποιημένων ανθέων από τους βομβύνους

	Μεταχειρίσεις	Γονιμοποιημένα		Αγονιμοποίητα	
1	Μάρτυρας (7%UV)	515	(86%) a [*]	84	(14%)
2	3%UV	584	(87%) a	86	(13%)
3	0%UV	638	(85%) a	110	(15%)

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. $P < 0,93$, $DF=2$, $X^2=0,15$.

Το ποσοστό των ανθέων που γονιμοποιήθηκαν από τους φυσικούς επικονιαστές φαίνεται να είναι ελάχιστα μεγαλύτερο στο θερμοκήπιο με 3% UV απ' ότι στον μάρτυρα, ενώ στο θερμοκήπιο με 0%UV έχει το μικρότερο ποσοστό γονιμοποίησης. Ωστόσο, σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά.

2.3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΙΩΣΕΙΣ

Τα δείγματα των φυτών τομάτας που συλλέχθηκαν στις δύο δειγματοληψίες και από τα τρία θερμοκήπια βρέθηκαν αρνητικά ως προς την ιολογική εξέταση τους για τις κυριότερες ιώσεις της τομάτας. Η ιολογική εξέταση αφορούσε τους ιούς, TSWV (κηλιδωτός μαρασμός τομάτας), TYLCV (κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων της τομάτας), CMV (μωσαϊκό του αγγουριού), καθώς και δευτερεύουσες ιώσεις που δεν εμφανίζονται συχνά.

2.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι τα φωτοεκλεκτικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων επηρεάζουν τη δραστηριότητα επιζήμιων εντόμων. Ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική μείωση στο θερμοκήπιο με το πλαστικό που απορροφούσε όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας σε σχέση με τα άλλα που επέτρεπαν τη διέλευση ενός ποσοστού (3% και 7%). Σύμφωνα με τον Matteson et al. (1992) υπάρχουν δύο περιοχές του φάσματος στις οποίες είναι ευαίσθητοι οι θρίπες, μία στην περιοχή της UV ακτινοβολίας 365nm και μία στην κίτρινη-πράσινη περιοχή 540nm του φάσματος. Οι θρίπες χρησιμοποιούν την πράσινη-κίτρινη ακτινοβολία για τον προσανατολισμό τους προς τα φυτά και τα άνθη από μακριά και έπειτα με τη βοήθεια της ανακλώμενης UV ακτινοβολίας από τα φυτά βρίσκουν τα άνθη ή άλλα μέρη του φυτού. Συνεπώς οι θρίπες χρειάζονται την UV ακτινοβολία στην αναζήτηση της τροφής τους (Matteson et al. 1992). Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά κάλυψης που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας επιδρούν στην όραση των θριπών και εμποδίζουν την είσοδο και τον εντοπισμό των φυτών σε κατασκευές καλυμμένες με τα συγκεκριμένα πλαστικά. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που διεξήχθησαν από τους Costa and Robb (1999), Costa et al. (2002) και Antignus et al. (1996).

Στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων παρατηρήθηκε σημαντικά μεγαλύτερος αριθμός θριπών σε σχέση με το εσωτερικό και των τριών θερμοκηπίων. Στο θερμοκήπιο με το πλαστικό, που επέτρεπε τη διέλευση ποσοστού 3% της UV ακτινοβολίας ο αριθμός των παγιδευμένων θριπών ήταν μικρότερος από τον μάρτυρα, ο οποίος επέτρεπε να περάσει ποσοστό 7% της UV ακτινοβολίας, ωστόσο η διαφορά τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο συνδυασμό δύο παραγόντων, στο γεγονός της διέλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας απευθείας μέσω των ανοιγμάτων αερισμού των θερμοκηπίων (Costa et al. 2002), καθώς και στη μικρή διαφορά στο ποσοστό απορρόφησης (4%) της UV ακτινοβολίας από τα πλαστικά κάλυψης των αναφερθέντων θερμοκηπίων. Επισημαίνεται ότι ο τύπος του θερμοκηπίου (απλό τροποποιημένο τοξωτό με δύο ανοίγματα αερισμού), αλλά και το ποσοστό του κανονικού φωτός που μπαίνει στο θερμοκήπιο φαίνεται ότι είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των UV πλαστικών. Σε ολοκληρωτικά κλειστές κατασκευές (τούνελ) αυξάνει η

αποτελεσματικότητα των UV πλαστικών στην αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων (Antignus et al. 1996, Costa and Robb 1999). Ωστόσο στις κλιματικές συνθήκες τις χώρας μας οι κλειστές κατασκευές δεν είναι συνήθεις, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων σε αερισμό στο μεγαλύτερο διάστημα του έτους. Μία εναλλακτική λύση θα ήταν η χρησιμοποίηση διχτύων εντομοστεγανότητας στα παράθυρα αερισμού των θερμοκηπίων τα οποία θα απορροφούν και αυτά την UV ακτινοβολία. Η χρήση ενός UV διχτύου με μεγάλο άνοιγμα οπών, ώστε να αποφευχθεί η μείωση στον αερισμό του θερμοκηπίου, πιθανόν να δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, ιδιαίτερα σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά δεν έδειξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμό των θριπών μεταξύ των τριών θερμοκηπίων, πιθανώς γιατί ο μεγάλος αριθμός των παγίδων που χρησιμοποιήθηκε οδήγησε σε μαζική παγίδευσή τους με αποτέλεσμα μικρός αριθμός ενηλίκων να εγκαταστάθηκαν στα φυτά. Ο μεγαλύτερος αριθμός θριπών στα φυτά καταγράφηκε, όπως αναμενόταν στον μάρτυρα. Ωστόσο, ο αριθμός θριπών στα φυτά στο θερμοκήπιο που αποτρέπει το σύνολο της UV ακτινοβολίας ήταν λίγο μεγαλύτερος σε σχέση με το θερμοκήπιο που επέτρεπε να εισέλθει ποσοστό 3% της UV ακτινοβολίας. Πιθανόν παράγοντες, όπως η ανάπτυξη των φυτών πιθανόν να επηρέασε τον ρυθμό ανάπτυξης των θριπών, καθώς στο θερμοκήπιο χωρίς UV ακτινοβολία τα φυτά είχαν μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας.

Όσον αφορά τη διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης μεταξύ του αριθμού των συλληφθέντων θριπών στις παγίδες και των θριπών που καταγράφηκαν σε φυτά βρέθηκε ότι υπήρξε θετική συσχέτιση μεταξύ μετρήσεων και στα τρία θερμοκήπια, ωστόσο δεν ήταν της ίδιας σημαντικότητας σε όλες τις περιπτώσεις. Παρ' όλο που αποδείχθηκε η ύπαρξη της συσχέτισης μεταξύ θριπών στις παγίδες και στα φυτά η πρόγνωση του πληθυσμού στο θερμοκήπιο, βασισμένη μόνο στις συλλήψεις των παγίδων, δεν μπορεί να στηριχθεί με τις μετρήσεις μιας μόνο καλλιεργητικής περιόδου. Είναι απαραίτητο να επαναληφθεί αρκετές φορές το πείραμα ώστε η συσχέτιση των μετρήσεων στα φυτά και στις παγίδες να μπορεί να δώσει ακριβή πρόγνωση της πληθυσμιακής πυκνότητας των θριπών στο θερμοκήπιο. Επίσης, στη συγκεκριμένη μελέτη ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στις παγίδες ήταν υπερβολικά μεγαλύτερος σε σχέση με τον αριθμό τους στα φυτά, γεγονός που υποδηλώνει ότι η χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού παγίδων οδήγησε σε μαζική

παγίδευση των θριπών με συνέπεια λίγα άτομα να εγκαταστάθηκαν στο εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων, κάτι που υποστηρίζεται και από τη μικρή ποιοτική ζημιά που πραγματοποιήθηκε συνολικά τόσο στη παραγωγή όσο και την καλλιέργεια στα θερμοκήπια.

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. Ωστόσο, οι διαφορές στον αριθμό των περωτών στις εσωτερικές παγίδες μεταξύ των τριών θερμοκηπίων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι στο θερμοκήπιο όπου το πλαστικό κάλυψης επέτρεπε τη διέλευση ποσοστού 3% της UV ακτινοβολίας ο αριθμός των αφίδων παρουσιάζεται αρχικά αυξημένος σε σχέση με τον αριθμό των αφίδων στο εσωτερικό των άλλων θερμοκηπίων. Η αύξηση αυτή απιθανόν να οφείλεται σε εστία μόλυνσης από αφίδες που είχαν αναπτυχθεί σε ζιζάνια σε μέρος που δεν έγιναν έγκαιρα αντιληπτά, κάτι βέβαια που διορθώθηκε στην επόμενη ζιζανιοκτονία.

Στην περίπτωση όμως, που εξαιρεθεί ο παράγοντας του εξωτερικού περιβάλλοντος οι διαφορές μεταξύ των συλλήψεων των αφίδων στα τρία θερμοκήπια είναι σημαντικές. Το θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία είχε σημαντικά μικρότερο αριθμό περωτών αφίδων από τα άλλα δύο. Σύμφωνα με τα στάδια συμπεριφοράς των αφίδων που περιγράφονται από τον Moericke (1955), οι αφίδες μετά την κατάσταση της ανάπαυσης (*resting mood*) εισέρχονται στην διάθεση της πτήσης (*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 εισέλθει στην επόμενη φάση της αναζήτησης της τροφής (*attack mood*). Κατά τη 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 (Kring 1967), αν και όλο το φάσμα των πορτοκαλί-κίτρινων-πράσινων ακτινοβολιών τις ελκύουν σε κάποιο βαθμό (Kennedy 1961). Επομένως, η UV ακτινοβολία επηρεάζει μόνο τη φάση πτήσης των αφίδων πριν εισέλθουν στο στάδιο αναζήτησης της τροφής (Moericke 1955). Σε άλλες εργασίες (Nakagaki et al. 1984, Antignus et al. 1996, Costa et al. 2002) που εξετάστηκε η προστατευτική δράση των πλαστικών που απορροφούν μέρος της UV ακτινοβολίας από τους πληθυσμούς επιζήμιων εντόμων, βρέθηκε ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των αφίδων μεταξύ θερμοκηπίων που χρησιμοποιούσαν τα συγκεκριμένα πλαστικά σε σχέση με τα κοινά. Ωστόσο δεν

εξηγείται από τους ίδιους αν οι διαφορές αυτές αποδίδονται στην επίδραση των συγκεκριμένων πλαστικών στην όραση των αφίδων. Κρίνεται επομένως απαραίτητη η επανάληψη του πειράματος, αλλά και η μελέτη της επίδρασης των πλαστικών που απορροφούν την UV ακτινοβολία στη συμπεριφορά των αφίδων σε συνθήκες εργαστηρίου για την διεξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά έδειξαν να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του θερμοκηπίου που απορροφά την UV ακτινοβολία και των άλλων δύο θερμοκηπίων που επιτρέπουν την διέλευση ενός ποσοστού της (3% και 7%). Ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά ήταν σχετικά μικρός σε όλες τις μεταχειρίσεις, που πολύ πιθανό να οφείλεται στον μικρό αριθμό θηλυκών περωτών που εισήλθε στα θερμοκήπια. Ωστόσο ο μικρότερος αριθμός αφίδων παρατηρήθηκε στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία. Θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των συλληφθέντων περωτών και των αφίδων στα φυτά υπήρξε στα δύο από τα τρία θερμοκήπια, στο μάρτυρα και στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία. Ωστόσο, η επιβεβαίωση της ύπαρξης συσχετίσεων μεταξύ μετρήσεων στα φυτά και στις παγίδες που θα επέλθει μέσω των επαναλήψεων του πειράματος θα βοηθήσει στη πρόγνωση του πληθυσμού των αφίδων, καθώς και στη λήψη των απαραίτητων μέτρων αντιμετώπισής τους.

Μία σημαντική παρατήρηση που απορρέει από τα περισσότερα γραφήματα των αποτελεσμάτων είναι η χρονική καθυστέρηση στις συλλήψεις των θριπών και αφίδων στις παγίδες και στην εμφάνισή τους στα φυτά στο θερμοκήπιο που αποτρέπει πλήρως την διέλευση της UV ακτινοβολίας στο εσωτερικό του σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια. Η καθυστέρηση της εμφάνισης των εντόμων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς τα φυτά θα προσβληθούν σε μεγαλύτερο και λιγότερο ευπαθές στάδιο. Η διαπίστωση αυτή σε συνδυασμό με τον μικρότερο αριθμό επιζήμιων εντόμων στο θερμοκήπιο που δεν επιτρέπει τη διέλευση της UV ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των επιζήμιων εντόμων.

Επίσης, διαπιστώθηκε μία τάση των θριπών να συγκεντρώνονται στο κεντρικό τμήμα των θερμοκηπίων στην περιοχή όπου είχαν τοποθετηθεί οι μελιτζάνες. Πιθανώς, η τάση αυτή να οφείλεται σε επιλογή του ξενιστή από τους θρίπες που σημαίνει να προσελκύνονται περισσότερο από την μελιτζάνα σε σχέση με τη τομάτα. Εκτός από τον παράγοντα της όρασης πιθανώς και άλλοι παράγοντες συντελούν στην επιλογή αυτή, όπως η όσφρηση του εντόμου, ή η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια των

φύλλων της μελιτζάνας, αλλά και άλλοι άγνωστοι παράγοντες. Επιπλέον, η μεγαλύτερη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Wang and Boulard 2000) και πιθανόν οι ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες (αερισμός, θερμοκρασία, υγρασία) στο κέντρο του θερμοκηπίου σε σχέση με το υπόλοιπο χώρο, μπορεί πιθανώς που οδηγούν σε μεγαλύτερη συγκέντρωση των θριπών στο κεντρικό τμήμα του θερμοκηπίου. Αντίθετα στις αφίδες δεν υπήρξε ανάλογη προτίμηση των φυτών της μελιτζάνας από την αρχή των παρατηρήσεων. Η πιθανή συσχέτιση της ετερογένειας των κλιματικών συνθηκών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και η κατανομή των εντόμων σ' αυτό αποτελεί ενδιαφέρον σημείο για περαιτέρω διερεύνηση.

Εκτός από τα επιζήμια έντομα την είσοδο και δραστηριότητα των οποίων είναι θεμιτό να επηρεάζουν τα φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης, υπάρχουν και ωφέλιμα έντομα στο εσωτερικό των θερμοκηπίων για τα οποία η αναστολή της δραστηριότητάς τους δεν είναι επιθυμητή. Στο συγκεκριμένο πείραμα εξετάστηκε η επίδραση των φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης στην δραστηριότητα των βομβύνων. Η εξέταση ενός αριθμού φυτών για την διαπίστωση γονιμοποιημένων και μη γονιμοποιημένων ανθέων δεν έδειξε στατιστικές σημαντικές διαφορές στο ποσοστό γονιμοποίησης μεταξύ των τριών θερμοκηπίων. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενη μελέτη που αφορούσε την παρατήρηση της δραστηριότητας των βομβύνων σε θερμοκήπια με φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης (Seker 1999). Πιθανόν, ο τύπος του θερμοκηπίου που επέτρεπε τη διέλευση αφιλτράριστου φωτός από τα ανοίγματα των θερμοκηπίων, να βοήθησε τους βομβύνους να εντοπίσουν τους "οδηγούς νέκταρος και γύρης". Στη θεωρία αυτή μπορεί να συμβάλει το γεγονός ότι η συνολική ενέργεια της UV ακτινοβολίας που απαιτείται για να προσελκύσει τα έντομα είναι πάντα σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα άλλα μήκη κύματος του φωτός (Seliger et al. 1994).

Τέλος, η μη ύπαρξη ιομένων φυτών δεν κατέστησε δυνατή τη διερεύνηση της επίδρασης των φωτοεκλεκτικών πλαστικών κάλυψης θερμοκηπίων στον ρυθμό εξάπλωσης των ιώσεων σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι τα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας επηρεάζουν την είσοδο των επιζήμιων εντόμων στα θερμοκήπια. Στη συγκεκριμένη μελέτη βρέθηκε ότι η χρησιμοποίηση πλαστικών κάλυψης που απορροφούσαν όλη την UV ακτινοβολία επηρέασαν αποτελεσματικά το επίπεδο του πληθυσμού των θριπών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου σε σχέση με το θερμοκήπιο με το κοινό πλαστικό. Παρόμοια ο

συνολικός ο πληθυσμός των αφίδων ήταν επίσης μικρότερος στο θερμοκήπιο με το πλαστικό που απέτρεπε την UV ακτινοβολία σε σχέση με τα άλλα δύο. Ωστόσο υπάρχει αμφιβολία για την επίδραση που μπορεί να έχουν τα συγκεκριμένα πλαστικά στη συμπεριφορά των αφίδων. Γι' αυτό κρίνεται σκόπιμη η συνέχιση των πειραματικών εργασιών τόσο στο περιβάλλον του θερμοκηπίου όσο και στο εργαστήριο.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Antignus, Y., Lapitop, M. and Cohen, S. (2000) Interference with UV vision of insects: an IPM tool to impede epidemics of insects pests and insect associated virus diseases. *In* K.F. Harris, J.E. Duffus and O.P. Smith (eds.), Virus-insect-plant interactions. *Academic Press*, **17**, 331-350.

Antignus, Y., Lapitop, M., Hadar, D., Messika Y. and Cohen, S. (1998) UV absorbing screens serve as optical barriers to protect vegetable crops from virus diseases and insect pests. *Journal. Economics of Entomology* **91**, 1401-1405.

Antignus, Y., Mor, N., Ben-Joseph, R., Lapitop, M. and Cohen, S. (1996) UV-absorbing plastic sheets protect crops from insects and from virus diseases vectored by insects. *Environmental. Entomology* **25**, 919-924.

Antignus, Y., Nestel, D., Cohen, S. and Lapidot, M. (2001) Ultraviolet-Deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight behavior. *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., Σαφούρη, Χ., Κωστοπούλου, Β., Γιαγλάρας, Π., Τσιτσιπής, Ι. και Κίττας Κ. (2001) Επίδραση δικτύου εντομοστεγανότητας στον πληθυσμό εντόμων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. 9ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Ιωάννινα 13 -16 Νοεμβρίου 2001.

Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechi, S., Fridja, D. and Mor, N. (1993). The effect of types of greenhouse screens on the presence of western flower thrips : a preliminary study. *IOBC/WPRS Bull* **16(2)**, 13-16. Proceedings of the Working Group "Integrated Control in Glasshouses", Pacific Grove, California, USA, 25-29 April.

Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechi, S. and Rosenfeild, J. (1996) State of the art and the future of IPM in greenhouse vegetables in Israel. Van Lenteren (ed), J. C. *IOBC/WPRS Bull* **19(1)**, 11-14. Proceedings of the Working Group "Integrated Control in Glasshouses", Vienna Austria, 19-23 May.

Berlinger, M.J. 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.

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

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 behavior of the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *J.Comp. Physiol.* **144**, 83-90.

Costa, H.S. and Robb, K.L. (1999) Effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on flight behavior of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Tetranychidae). *Journal. Economics of 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. Economics of Entomology* **95**, 113-120.

Csizinszky, A.A., Shuster, D.J. and Polston, J.E. (1999) Effects of Ultraviolet-reflective Mulches on Tomato Yields and on the Silverleaf Whitefly. *HortScience*, Vol, **34(5)**, August 1999.

Γουβιώτης, Π. (2002) Δίχτυα εντομοστεγανότητας σε θερμοκήπιο. Διερεύνηση της επίδρασής τους στο μικροκλίμα και στην ανάπτυξη καλοκαιρινής καλλιέργειας τομάτας. Μεταπτυχιακή διατριβή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

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. (1998) Aphid Ecology. Second edition. Chapman and Hall, London, U.K., 300 pp.

Fargues, J., Goettel, M.S., Smits, N., Ouedraogo, A., Vidal, C., Lacey, L.A., Lomer, C.J. and Rougier, M. (1996) Variability in susceptibility to stimulated sunlight of spores among isolates of entomopathogenic Hyphomycetes. *Mycopathologia* **135**, 171-181.

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, Ala., 29 Sept.-3 Oct. 1991.*

Hoffman, S. (1999) The effects of photo selective cladding materials on the growth of ornamental plants: Effect of UV range on stem elongation. *Gartenbauwissenschaft* **64(4)**, 183-186.

HongSik, S, ChangSik, K., Jinwoo, P., Jeangoon, L., Kang, S., Park, J. and Lee, J. (1998) Studies on the inhibitory of plant disease using ultraviolet-absorbing vinyl film. *Journal. of Crop Protection* **40(2)**, 46-49.

Honta, Y., Toki, T. and Yunoki, T. (1977) Control of gray mold of greenhouse cucumber and tomato by inhibiting sporulation. *Plant Dis.Rpt.* **61**, 1041-1044.

Hussey, N.W., Read W.H. and Hesling, J.J. (1969). The Pests of Protected Cultivation. The Biology and Control of Glasshouse and Mushroom Pests. Edward Arnold, London, pp 404.

Inglis, G.D., Goettel, M. S. and Johnson, D.L. (1995) Influence of ultraviolet light protectants on persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. *Biol. Cont.* **5**, 581-590.

Jansen, M.A.K., Gaba, V. and Greenberg, B.M. (1998) Higher plants and UV-b radiation: Balancing damage, repair, and acclimation. *Trends Plant Sci.* **3**, 131-135.

Jaronski, S.T. and Goettel, M.S. (1997) Development of *Beauveria bassiana* for control of grasshoppers and locusts. *Mem. Entomol. Soc. Can.* **171**, 225-237.

Kennedy, J.B., Booth, C.O. and Kershaw, W.J.S. (1961). Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. *Annals of Applied Biology* **49**, 1-21.

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. (1967) Attraction of aphids on coloured cards in flight chamber. *Journal. of Economic Entomology* **60**, 1207-1210.

Kring, J.B. (1970) Response of aphids to color and light. From theory to practical application. *Frontiers Plant Sci.* **23**, 6-7.

Kring, J.B. (1972) Flight behavior of aphids. *Annual. Review of Entomology* **17**, 461-492.

Lewis, T. (1997) Thrips as Crop Pests. CAB International., Oxford, New York. pp 1-15.

Μαρογιαννόπουλος, Γ.Ν. (2001) Θερμοκήπια. Τρίτη έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Matteson, N., Terry, I., Ascoli, C.A. and Gilbert, C. (1992) Spectral. efficiency of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *J. Insect Physiol.* **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.

Messika, Y., Antignus, Y., Lapidot, M., Ben Yakir, D., Chen, M. and Zimmerman, C. (1999) Effects of UV-absorbing polyethylene films on spice crops infestation with insect pests and on insecticide application regime under these conditions. *Gan Sadeh Vameshek* **9**, 53-55 (in Hebrew).

Miguel, A.F., Silva, A.M. and Rossa, R. (1994) Solar radiation inside a single span greenhouse with shading screens. *Journal. of Agricultural. Engineering Research*, **59**,61-79.

Moericke, V. (1955) Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **37**, 29-91.

Moore, D. and Caudwell, R.W. (1997) Formulation of entomopathogens for the control of grasshoppers and locusts. *Mem. Entomol. Soc. Can.* **171**, 49-67.

Morley-Davies, J., Moore, D. and Prior, C. (1996) Screening of *Metarhizium* and *Beauveria* spp. spores with exposure to stimulated sunlight and a range of temperatures. *Mycol. Res.* **100**, 31-38.

Mound, L.A. (1962) Studies on the olfaction and color sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomol. Exp. Appl.* **5**, 99-104.

Nakagaki, S., Amagai, H. and Onuma, K. (1984) The growth of vegetable crops and establishment of insect and mite pests in a plastic greenhouse treated to exclude near UV radiation. (4) Establishment of insect pests on tomatoes. *Bull. Ibaraki-Ken Hort. Exp. Sta.* **12**, 89-94 (in Japanese).

Natio, Y. and Honta, Y. (1994) Control of damping off of spinach with ultraviolet-absorbing film. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Shimane University* **28**, 37-43.

Onuma, K. and Nakagaki, S. (1982) The growth of vegetable crops and establishment of and 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).

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.

Poenix, J., Henbest, R. and Hadley, P. (2000) The use of far red absorbing films as alternatives to chemical. Plant Growth regulators. *Plasticulture 2000: Proceedings of 15th International. Agricultural. Plastics Congress, Pennsylvania*.

Pressman, E., Shaked, R., Rosenfeld, K. and Hefetz, A. (1999) A comparative study of the efficiency of bumble bees and electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. *J. Hort. Sci. Biotech.* **74**, 101-104/

Raviv, M., Schayer, R. and Shor, Y. (1988) Ultraviolet radiation effect on blackening of rose petals. *App. Agrc. Res.*

Σαφούρη, X. (1999) Επίδραση δικτύου εντομοστεγανότητας σε καλλιέργεια υπό κάλυψη. *Μεταπτυχιακή διατριβή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.*

Scarascia-Mugnozza, G., Vox, G. and Stefani, L. (2000) Effects of the pesticides on the degradation of EVA plastic films for 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.

Seliger, H.H.,Lal.I, A.B. and Biggley, W.H. (1994) Blue through UV polarization sensitivities in insects. Optimizations for the range of atmospheric polarization conditions. *J. Comp. Physiol.* **175**, 475-486.

Shachar, R., Efrat, B. and Halperin, C. (2000) Long-term Blocked Films For Pests Control in Greenhouse. *Plasticulture 2000: Proceedings of 15th International. Agricultural. Plastics Congress, Pennsylvania*.

Stark, W.S. and Tan K.E.W.P.(1982) Ultraviolet light: Photosensitivity and other effects on the visual. system. *Photochem. Photobiol.* **36**, 371-380.

Steinberg, S., Prag, H., Gouldman, D., Antignus, Y., Pressman, E., Asenheim, D., Moreno, Y. and Schnitzer, M. (1997) The effect of ultraviolet-absorbing plastic

sheets on pollination of greenhouse tomatoew by bumbli bees. In “Proceedings of the International. Congress for Plastics in Agriculture (CIPA), Israel.

Tan, K.K. (1975a) Recovery from the blue-light inhibition of sporulation in *Botrytis cinerea*. *Transaction of the British Mycological. Society* **62**, 223-228.

Tan, K.K. (1975b) Interaction of near ultraviolet, blue, red and far-red light in sporulation of *Botrytis cinerea*. *Transaction of the British Mycological. Society* **64**, 215-222.

Tan, K.K. and Epton, H.A.S. (1974) Ultraviolet absorbing compounds associated with sporulation in *Botrytis cinerea*. *Transaction of the British Mycological. Society* **63**, 157-167.

Terry, L.I. (1997) Host selection, communication and reproductive behavior. In “Trips as Crop Pests” (T.Lewis, ed.), pp. 65-118. CAB International., Oxford, New York.

Τζανακάκης, M.E. (1980) Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. 2. Ειδικό μέρος. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Tsitsipis, J. A., Lykouressis, 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 León (Secretariado de publicaciones), León (Spain), pp.495-501.

Vaishampayan, S.M., Waldbauer, G.P. and Kogan, M. (1975) Visual. and olfactory responses in orientation to plants by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomol. Exp.Appl.* **18**, 412-422.

Vakalounakis, D.J. (1991) Control of early blight of greenhouse tomato, caused by *Al.tenaria solani*, by inhibiting sporulation with ultraviolet-absorbing vinyl films. *Plant Dis.* **75**, 795-797.

Van Lenteren, J.C. (1995) Integrated pest management in protected crops. In “Integrated Pest Management” (D.Dent, ed.), pp. 311-343. Chapman and hall, London.

Vernon, R.S. and Gillespie, D.R. (1990) Spectral. responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. *Environ. Entomol.* **19**, 1229-1241.

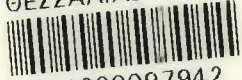
Waaijenbergh, D. (2000). Additives make greenhouse films universally effective. *FlowerTech* **3(7)** 8-11.

Wang, S. and Boulard T. (2000) Measurement and prediction of solar radiation distribution in full-scale greenhouse tunnels. *Agronomie* **20**, 41-50.

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 behavior of hawkmoths. *Biotropica*, **26**, 427-435.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097942

