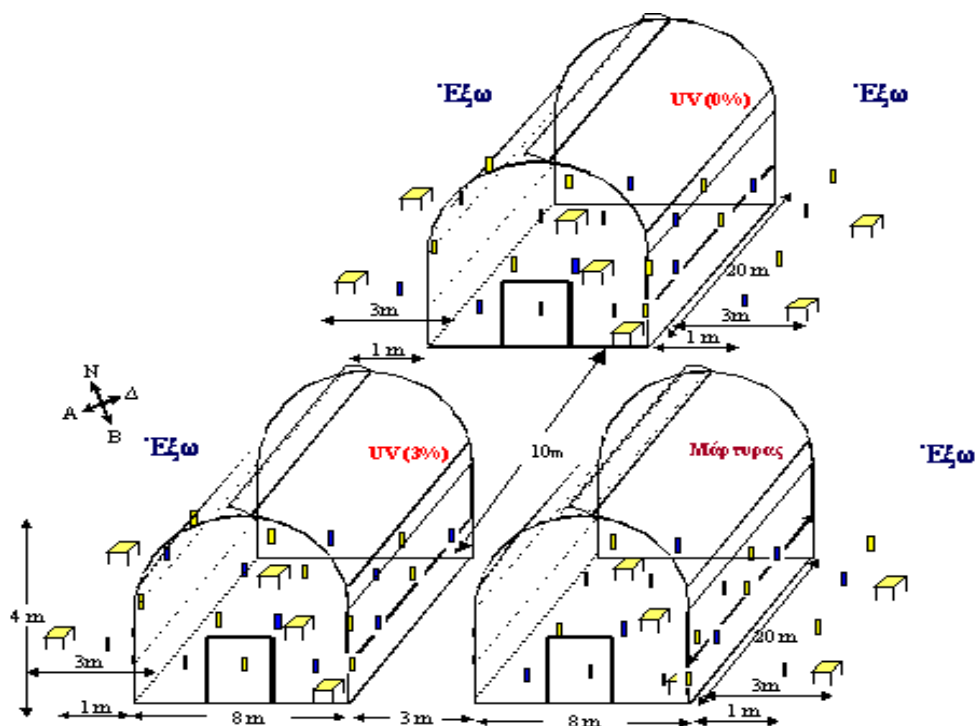


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Επίδραση πλαστικών φύλλων απορροφητικών σε UV στη δραστηριότητα
εντόμων σε υπό κάλυψη καλλιέργεια τομάτας

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Δημητρίου Α. Ελευθερίου



N. ΙΩΝΙΑ, 2005

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΘ. ΤΣΙΤΣΙΠΗΣ Επιβλέπων, Καθηγητής Εντομολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

ΚΩΝ/ΝΟΣ Ν. ΚΙΤΤΑΣ Καθηγητής Γεωργικών Κατασκευών &
Ελεγχόμενου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΝΑΝΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δενδροκομίας
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διατριβή αυτή πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου του Νομού Μαγνησίας.

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τους:

- κ. Ι. Τσιτσιπή, καθηγητή του Εργαστηρίου Γ. Εντομολογίας & Ζωολογίας, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών
- κ. Κ. Κίττα, καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών & Ελεγχόμενου Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών
- κ. Γ. Νάνο, επίκουρο καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών

Για τις διορθώσεις και υποδείξεις τους στη δομή και οργάνωση της διατριβής.

Επίσης, θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τόσο το επιστημονικό προσωπικό των εργαστηρίων Γεωργικής Εντομολογίας & Ζωολογίας κ. Μαργαριτόπουλο Ι. και Γεωργικών Κατασκευών κα. Παπαϊώννου Χριστίνα και κ. El Obeid Dany όσο και τους συναδέλφους κα. Βατσανίδου Άννα, κα. Μαλέτσικα Περσεφόνη και κ. Παπακωνσταντίνου Ηλία για τις πληροφορίες που μου έδωσαν και τις χρήσιμες υποδείξεις που μου έκαναν.

Επίσης, να ευχαριστήσω θερμά την εταιρεία «Πλαστικά Κρήτης» για την ευγενική προσφορά των πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων.

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 της τομάτας με τους βομβύνους, *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae).

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. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε παγίδες εσωτερικά και εξωτερικά των θερμοκηπίων αλλά και πάνω στα φυτά, αφορούσαν τα έντομα θριπών και αφίδων.

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 επίσημων εντόμων.

Τόσο στους θρίπες όσο και στις αφίδες βρέθηκαν μικρότεροι πληθυσμοί στις παγίδες και στα φυτά, αντίστοιχα, στο θερμοκήπιο με το πλαστικό που απορροφά όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας από το εισερχόμενο φως σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια. Στην περίπτωση των θριπών οι μετρούμενοι πληθυσμοί των στο εσωτερικό του θερμοκηπίου που απέτρεπε τη διέλευση σε όλο το φάσμα της UV ακτινοβολίας διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τα άλλα δύο θερμοκήπια, ενώ στην περίπτωση των αφίδων οι μετρούμενοι πληθυσμοί των στο εσωτερικό των θερμοκηπίων δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά. Οι πληθυσμοί τόσο των αφίδων όσο και των θριπών στο εξωτερικό των θερμοκηπίων ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτεροι σε σχέση με τους πληθυσμούς που μετρήθηκαν στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων.

Οι παρατηρήσεις που έγιναν πάνω στη δραστηριότητα των βομβύνων έδειξαν ότι δεν επηρεάζεται στατιστικώς σημαντικά η λειτουργία της επικονίασης από την έλλειψη της UV ακτινοβολίας. Τα άνθη τα οποία είχαν επισκεφτεί οι βομβύνοι εμφάνιζαν ένα καφέ μεταχρωματισμό πάνω στο στέλο. Έτσι ήμασταν σε θέση να διαπιστώσουμε τη δράση

τους, οπότε και γνωρίζαμε για κάθε ταξιανθία που είχαμε επιλέξει πόσα άνθη είχαν επισκεφθεί οι βομβύνοι και πόσα όχι. Το ποσοστό των ανθέων που γονιμοποιήθηκε από τους βομβύνους συγκρίθηκε με εκείνο των ανθέων που αυτογονιμοποιήθηκαν και δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Αυτό οδήγησε στην υπόθεση ότι η δραστηριότητα των βομβύνων δεν επηρεάζεται από την έλλειψη UV ακτινοβολίας.

Όσο αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας που συλλέχθηκαν και από τα τρία θερμοκήπια, έγιναν δειγματοληψίες τόσο από τα φυτά μάρτυρες τα οποία είχαν επικονιαστεί από τους βομβύνους, όσο και από τις ταξιανθίες οι οποίες είχαν καλυφθεί με τούλι και οι καρποί τους σχηματίστηκαν κανονικά με φυσική επικονίαση. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές, μεταξύ των καρπών των φυτών που δέχθηκαν την επικονίαση των βομβύνων και εκείνων από φυτά που αυτόγονιμοποιήθηκαν.

ABSTRACT

The subject of this postgraduate study was to investigate the influence of UV-blocking plastic films in the activity of insect pests of tomato greenhouse crop. Observations were also made on the influence of these UV-blocking films in the pollination of the tomato by the *Bombus terrestris*, (L.) (Hymenoptera: Apidae). Particularly, for the observation of thrips HORIVER[®] sticky traps (25cm X 10cm), yellow and blue were used, and for the aphids Moericke water traps (60cm X 60cm) were used. Measurements were made in traps inside and outside the three experimental greenhouses and on the tomato plants.

The influence of two UV-blocking plastic films was studied. The first UV-blocking plastic film allowed the entrance of UV at 3% in the greenhouse and the second blocked completely the entrance of UV. These two UV-blocking plastic films were compared with a commercial plastic film which allowed the entrance of the UV at 7%.

The number of thrips caught in sticky traps inside the greenhouse with the UV-blocking plastic film, which totally blocked the entrance of UV, was statically lower than that observed in the other two greenhouses. The populations of the aphids caught in Moericke traps in the three greenhouses did not differ statistically. The populations of the thrips and aphids measured outside the three greenhouses were statistically larger than the populations measured inside the three greenhouses. The number of thrips and aphids recorded on plants did not significantly differ between the three greenhouses.

The observation of *B. terrestris* activity showed that UV-blocking plastic film did not affect the pollination of tomato plants. The quality characteristics of self-pollinated fruits or those that were pollinated by *B. terrestris* did not statistically differ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	9
1.1 Εισαγωγή	9
1.2 Θερμοκήπια	11
1.3 Εχθροί των θερμοκηπιακών καλλιεργειών	14
1.3.1 Hemiptera	15
1.3.1.1 Αφίδες	17
1.3.1.2 Αλευρώδεις	21
1.3.2 Θρίπες	22
1.4 Ηλιακή ακτινοβολία	24
1.5 Όραση των εντόμων	27
1.6 Επίδραση της UV ακτινοβολίας στη συμπεριφορά των κυριότερων εντομολογικών εχθρών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες	31
1.7 Πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία	33
1.8 Χρήσεις των πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία	35
1.9 Ποιοτικά χαρακτηριστικά της τομάτας	38
1.10 Σκοπός της μελέτης	39
2.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	41
2.1 Εισαγωγή	41
2.2 Υλικά και Μέθοδοι	42
2.2.1 Θερμοκήπια	42
2.2.2 Καλλιέργεια	43
2.2.3 Παρακολούθηση Εντόμων με Παγίδες	45
2.2.4 Καταμέτρηση Εντόμων σε Φυτά	47
2.2.5 Παρακολούθηση φυσικών επικονιαστών	48
2.2.6 Στατιστική ανάλυση	50
2.3 Αποτελέσματα	51
2.3.1 Θρίπες	51
2.3.1.1 Συλληφθέντα άτομα θριπών στις κολλητικές παγίδες	51
2.3.1.2 Πληθυσμός θριπών πάνω στα φυτά	55

2.3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων θριπών σε φυτά και παγίδες	58
2.3.2 Αφίδες	62
2.3.2.1 Αριθμός συλληφθέντων αφίδων στις παγίδες νερού	62
2.3.2.2 Αριθμός αφίδων πάνω στα φυτά	65
2.3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των ατόμων των αφίδων σε φυτά και παγίδες	68
2.3.3 Αποτελέσματα επικονίασης των ανθέων από βομβύνους	72
2.3.4 Αποτελέσματα ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών	73
2.4 Συζήτηση και Συμπεράσματα	77
3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Η προσπάθεια ελέγχου των εχθρών που προσβάλλουν τις καλλιέργειες, καταστρέφουν την συγκομιζόμενη παραγωγή, εξασθενίζουν τα παραγωγικά ζώα, μεταφέρουν ασθένειες και προκαλούν νοσήματα δεν είναι πρόσφατη. Χημικές ουσίες οι οποίες να έχουν ικανοποιητική αποτελεσματικότητα ανακαλύφθηκαν αργά. Ήταν μετά το πρώτο μισό το 20^{ου} αιώνα, που άρχισε η ευρεία χρησιμοποίηση χημικών ουσιών (κυρίως ανόργανων) με μέτρια επιτυχία. Η ανακάλυψη του DDT το 1942 οδήγησε στην ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση της χρήσης των χημικών ουσιών και κυρίως των οργανικών. Ελάχιστοι θα διαφωνήσουν στο ότι το DDT αποτελεί την μεγαλύτερη ανακάλυψη στη βιομηχανία εντομοκτόνων. Συγκρινόμενο με τα βοτανικά και ανόργανα εντομοκτόνα που ήταν διαθέσιμα την εποχή εισαγωγής του αποτέλεσε επαναστατικό πλεονέκτημα. Όφειλε την τεράστια επιτυχία του στην ισχυρή δράση του εναντίον πολλών ειδών εντόμων συνδυαζόμενη με τη χαμηλή τοξικότητά του στα θηλαστικά, τη σχετικά εύκολη μεταχείρισή του, το χαμηλό κόστος του, την μεγάλη διάρκειά του λόγω της χημικής και φωτοχημικής του σταθερότητας. Η υπερβολική χρήση των εντομοκτόνων οδήγησε στα σημερινά γνωστά και ανεπιθύμητα προβλήματα (εμφάνιση ανθεκτικότητας, προβλήματα από δευτερεύοντες εχθρούς, πιθανή η επανάληψη της εφαρμογής, δυσμενείς επιδράσεις σε είδη μη-στόχους, προβλήματα υπολειμμάτων, είναι τοξικά σε ζώα και άνθρωπο). Τα προβλήματα αυτά ήταν αρκετά να προωθήσουν την αξιολόγηση της χημικής μεθόδου καταπολέμησης και τον καθορισμό της ως απλά μιας μεθόδου, η οποία πρέπει να συνδυαστεί με τις υπόλοιπες διαθέσιμες μεθόδους μέσα στην στρατηγική της ολοκληρωμένης διαχείρισης των εντόμων (Τσιτσιπής, 2004).

Η έννοια της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας δεν έχει ως τώρα σαφώς οριστεί, ενώ υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την ολοκληρωμένη διαχείριση (καταπολέμηση) των εχθρών. Σύμφωνα με τον ευρύτερα αποδεκτό ορισμό των εντομολόγων Smith και Reynolds (1966), η ολοκληρωμένη διαχείριση (καταπολέμηση) είναι ένα σύστημα οικολογικά προσανατολισμένης διαχείρισης των πληθυσμών των βλαβερών για τα φυτά οργανισμών που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους με τρόπο που συμβάλλει στη συγκράτηση του πληθυσμού τους σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που μπορούν να προκαλέσουν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια (Ελευθεροχωρινός, 2001).

Πλεονεκτήματα: α) μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος, β) μικρότερος κίνδυνος για την υγεία του γεωργού, γ) περιορισμός της πιθανότητας δημιουργίας ανθεκτικών στα εντομοκτόνα φυλών εντόμων, δ) μικρότερο κόστος καταπολέμησης. Μειονεκτήματα: α) μεγαλύτερη φροντίδα, β) ανάγκη από ειδικευμένο προσωπικό και γ) συντονισμό όλων όσων μετέχουν στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση (Τζανακάκης, 1980).

Τα συμβατικά δίχτυα εντομοστεγανότητας αποτελούν μια από τις σημαντικότερες φυσικές μεθόδους ολοκληρωμένης καταπολέμησης στο Ισραήλ, που έχει ως στόχο την προστασία της καλλιέργειας της τομάτας από την προσβολή από τον ιό του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV), καθώς και στη μείωση της χημικής καταπολέμησης στις καλυμμένες καλλιέργειες ανθοκομικών και κηπευτικών. Η παρεμποδιστική δράση αυτών των δικτύων εξαρτάται από τη δομή των οπών τους, δομή η οποία αλληλεπιδρά με τη διεισδυτική ικανότητα των εντόμων. Παρόλα ταύτα, από δίχτυα εντομοστεγανότητας μεγέθους οπών 50mesh (0,26mm μέγεθος οπής) διεισδύουν και μικρά έντομα όπως είναι οι θρίπες. Επιπλέον, αυτά τα δίχτυα δεν μπορούν να κλείσουν ερμητικά το θερμοκήπιο και από μεγαλύτερα έντομα όπως είναι οι αλευρώδεις, οι αφίδες και οι λιριόμυζες *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera). Για να ξεπεραστούν οι παραπάνω περιορισμοί προτάθηκε η χρήση δικτύων με διπλό μηχανισμό αποκλεισμού των εντόμων, βασιζόμενου τόσο στις φυσικές όσο και στις οπτικές ιδιότητες τους, ώστε να αποκτήσουν μεγαλύτερη ικανότητα παρεμπόδισης. Συγκρίσεις μεταξύ συμβατικών δικτύων 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. Το πρόβλημα που έχει ανακύψει από τη χρήση των συγκεκριμένων δικτύων είναι ότι τα πιο αποτελεσματικά δίχτυα στον αποκλεισμό των εντόμων (δηλαδή αυτά με μικρό μέγεθος οπών) μειώνουν σημαντικά τον αερισμό του θερμοκηπίου (Antignus et. al., 2002).

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να διερευνάται στο Ισραήλ και στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών, η αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών και των φυτοπαθολογικών ασθενειών των καλλιεργειών των θερμοκηπίων με τη χρήση πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν όλο ή μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας. Τα νέα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων απορροφούν όλη ή μέρος της υπεριώδους 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

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή, η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατό περισσότερου φυσικού φωτισμού, που είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη των φυτών. Διαφέρουν από άλλες παρόμοιες κατασκευές (π.χ. χαμηλά σκέπαστρα, τα σπορεία και τα θερμοσπορεία) στο ότι είναι αρκετά υψηλά, έτσι ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να εργάζεται μέσα σε αυτά. Σκοπός της χρησιμοποίησης των θερμοκηπίων στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων είναι η τροποποίηση ή ρύθμιση πολλών από τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. Με την καλύτερη ρύθμιση του περιβάλλοντος των φυτών η παραγωγή μπορεί: α) να αυξηθεί ποσοτικά, λόγω βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος, β) να προγραμματισθεί χρονικά, ώστε να σταλεί στην αγορά σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν και γ) να βελτιωθεί ποιοτικά, με την προστασία που προσφέρει το θερμοκήπιο από τα αντίξοα καιρικά φαινόμενα (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

Τα προϊόντα που παράγονται στο θερμοκήπιο ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) τα τρόφιμα (κυρίως λαχανικά και φρούτα) και β) τα καλλωπιστικά φυτά (κυρίως φυτά γλάστρας και δρεπτά άνθη). Τα προϊόντα αυτά συνιστούν έναν από τους δυναμικότερους τομείς της ελληνικής γεωργίας, από πλευράς εξασφάλισης εισοδήματος και εξαγωγών (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συνετέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα, είναι:

1. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε απλές κατασκευές.
2. Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος (εντατικοποίηση των καλλιεργειών).
3. Η γεωργική πολιτική του κράτους, που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

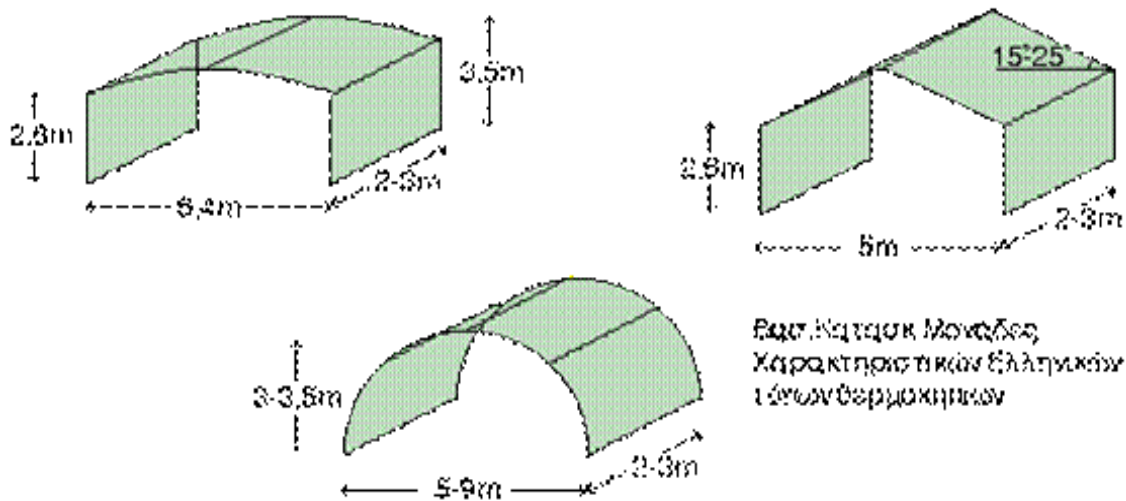
Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική όμως αύξησή τους αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων. Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή του τιμή, επέτρεψαν στους καλλιεργητές (σε περιοχές με πρώιμες καλλιέργειες) να κατασκευάσουν μόνοι τους θερμοκήπια για παραγωγή πρώιμων κηπευτικών χωρίς να χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια. Αργότερα δημιουργήθηκαν αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

Έτσι παρατηρήθηκε μια εντυπωσιακή αύξηση των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 43.564 στρ. το 1999 (Στατιστική υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας) από τα οποία το 3,8% ήταν υαλόφρακτα και το 96,5% πλαστικά.



Εικόνα 1: Κατανομή έκτασης θερμοκηπίων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα (1998)

Το 79% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια λαχανοκομικών και το 10% για ανθοκομικά προϊόντα. Τα κυριότερα είδη που καλλιεργούνται είναι η τομάτα και το αγγούρι από τα λαχανοκομικά ενώ από τα ανθοκομικά τα γλαστρικά φυτά, τα γαρύφαλλα και τα τριαντάφυλλα. Όσον αφορά τη μέση παραγωγή ενδεικτικά αναφέρεται ότι φτάνει τους 10 τόνους ανά στρέμμα για την τομάτα (διπλάσια της παραγωγής στην ύπαιθρο). Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι η αντίστοιχη ετήσια απόδοση για την τομάτα στην Ολλανδία φτάνει τους 60 τόνους ανά στρέμμα.



Εικόνα 2: Βασικοί τύποι θερμοκηπίων [τροποποιημένο τοξωτό (πάνω αριστερά), αμφικλινές (πάνω δεξιά) και τοξωτό (κάτω)].

Οι αρχικοί τύποι θερμοκηπίων που εισήχθησαν αφομοιώθηκαν και προσαρμόστηκαν εμπειρικά στις κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής ενώ νέοι τύποι θερμοκηπίων αναπτύχθηκαν ή εισήχθησαν στην Ελλάδα με το πέρασμα του χρόνου. Σήμερα διακρίνουμε τρεις βασικούς τύπους θερμοκηπίων: α) τροποποιημένο τοξωτό (απλό ή πολλαπλό), β) αμφικλινές (απλό ή πολλαπλό) και γ) τοξωτό (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

α) Θερμοκήπια τοξωτά, τα συνηθισμένα θερμοκήπια αυτού του σχήματος έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα ομοιόμορφα τόξα και γι' αυτό είναι εύκολα στην κατασκευή
2. έχουν ελαφρότερο σκελετό και επομένως φθηνότερα

Μειονεκτούν όμως στο ότι:

1. Δεν προσφέρουν ευκολίες στην κατασκευή και στους αυτοματισμούς του παθητικού αερισμού.
2. Στις δυο άκρες του τόξου δημιουργούνται δυσκολίες στην εργασία του ανθρώπου, λόγω χαμηλού ύψους.
3. Δεν είναι εύκολη η κατασκευή υαλόφρακτων θερμοκηπίων αυτού του σχήματος.

β) Θερμοκήπια τροποποιημένου τοξωτού, θερμοκήπιο τοξωτής διατομής με κατακόρυφους τοίχους (συνηθισμένες διαστάσεις στην Ελλάδα, άνοιγμα 5-9 μέτρα και ύψος 3-3,5 μέτρα). Διακρίνονται:

1. Σε απλό τροποποιημένο τοξωτό, το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από επανάληψη της βασικής κατασκευαστικής μονάδας (Το μικρότερο πλήρες τμήμα του θερμοκηπίου που μπορεί να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει αυτόνομα. Επαναλαμβανόμενη κατά μήκος και πλάτος σχηματίζει το σύνολο του θερμοκηπίου κατά μήκος).

2. Σε πολλαπλό τροποποιημένο τοξωτό, το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από επανάληψη της βασικής κατασκευαστικής μονάδας κατά μήκος και πλάτος.

γ) Θερμοκήπια αμφικλινή, τα θερμοκήπια αυτά έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Τα διάφορα στοιχεία του σκελετού τους είναι σχετικά ομοιόμορφα και γι' αυτό τυποποιούνται εύκολα.

2. Είναι ευρύχωρα.

3. Προσφέρουν δυνατότητες για καλό παθητικό εξαερισμό οροφής και πλευρικό.

4. Διευκολύνεται περισσότερο ο αυτοματισμός στα συστήματα εξαερισμού, διότι αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα και επίπεδες επιφάνειες.

5. Η επιφάνειά τους αποτελείται από επίπεδες επιφάνειες και γι' αυτό προσφέρουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των υαλοπινάκων στην κάλυψη του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 1999).

1.3 Εχθροί των θερμοκηπιακών καλλιεργειών

Η καλλιέργεια της επιτραπέζιας τομάτας θερμοκηπίου, προσβάλλεται από ορισμένα είδη εχθρών τα οποία δύναται να αποβούν λιγότερο ή περισσότερο επιζήμια, το ύψος δε της ζημιάς εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Τα κυριότερα επιζήμια έντομα, ακάρεα, και νηματώδεις που προσβάλλουν τη τομάτα στην Ελλάδα αναφέρονται στο πίνακα 1 (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

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

Πίνακας 1: Τα κυριότερα επιζήμια έντομα, ακάρεα, και νηματώδεις που προσβάλλουν την τομάτα στην Ελλάδα (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Είδος	Τάξη-Οικογένεια	
Έντομα		
1. <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)	Homoptera	Aleyrodidae
2. <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	Homoptera	Aleyrodidae
3. <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	Homoptera	Aphididae
4. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Homoptera	Aphididae
5. <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach)	Homoptera	Aphididae
6. <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	Thysanoptera	Thripidae
7. <i>Thrips tabaci</i> (Lindeman)	Thysanoptera	Thripidae
8. <i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach)	Diptera	Agromyzidae
9. <i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess)	Diptera	Agromyzidae
10. <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard)	Diptera	Agromyzidae
11. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner)	Lepidoptera	Noctuidae
12. <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval)	Lepidoptera	Noctuidae
13. <i>Nezara viridula</i> (L.)	Hemiptera	Pentatomidae
14. <i>Agrotis spp.</i>	Coleoptera	Elateridae
15. <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (L.)	Orthoptera	Gryllotalpidae
Ακάρεα		
1. <i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Acarina	Tetranychidae
2. <i>Aculops lycopersici</i> (Masse)	Acarina	Eriophyiidae
Νηματώδεις		
1. <i>Meloidogyne javanica</i> (Treub)	Tylenchida	Heteroderidae
2. <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White)	Tylenchida	Heteroderidae
3. <i>Meloidogyne arenaria</i> (Neal)	Tylenchida	Heteroderidae

1.3.1 Hemiptera

Έντομα μικρού ή πολύ μικρού μεγέθους. Το σώμα δεν διακρίνεται πάντα σε κεφαλή, θώρακα και κοιλιά και ενίοτε προστατεύεται από ειδικές κηρώδεις ουσίες (Coccidae). Οι σύνθετοι οφθαλμοί είναι καλά ανεπτυγμένοι και οι απλοί άλλοτε υπάρχουν και άλλοτε όχι. Τα στοματικά μόρια είναι διαμορφωμένα σε ρύγχος ικανό για νύξη και μύζηση. Οι άνω και οι κάτω γνάθοι είναι διαμορφωμένες σε νύσσουσες σμήριγγες, το κάτω χείλος

σε κολεό και οι προσακτρίδες λείπουν. Οι κεραίες φέρουν 2-10 ανόμοια άρθρα, είναι καλά ανεπτυγμένες και εφοδιασμένες με πολλά είδη αισθητηρίων οργάνων (rhinaria, sensoria) που χρησιμεύουν στη διάκριση των γενών και των ειδών μεταξύ τους. Οι πτέρυγες όταν υπάρχουν συνίστανται από 1 ή 2 ζεύγη Τα 2 ζεύγη μπορεί να είναι και τα δύο μεμβρανώδη και διαφανή (Homoptera) είτε οι πρόσθιες πτέρυγες να είναι ημιέλυτρα και οι οπίσθιες μεμβρανώδεις (Heteroptera). Οι ταρσοί συνίστανται από 1-3 άρθρα, φέρουν όνυχες με ή χωρίς arolium ή embodium. Η κοιλιά συνίσταται από λίγα μέχρι 10 τμήματα και είναι εφοδιασμένη σε μερικά είδη με κηρογόνους αδένες, οι οποίοι εκκρίνουν κηρώδη ουσία (Coccidae). Σε άλλα είδη είναι εφοδιασμένη με ζεύγος σωληνοειδών εξαρτημάτων που καλούνται σιφώνια, με τα οποία εκχύνεται το προϊόν ειδικών αδένων που χρησιμεύει για την προστασία του εντόμου. (Aphididae). Σε άλλα είδη η κοιλιά είναι εφοδιασμένη με ηχητικά όργανα (Cicadidae). Ορισμένα Ημίπτερα έχουν αδένες που εκκρίνουν δύσσομο υγρό που χρησιμεύει στην άμυνα του εντόμου (Pentatomidae, κοινώς Βρωμούσες) (Πελεκάσης, 1994).

Τα Ημίπτερα υφίστανται ατελείς μεταμορφώσεις, διερχόμενα από διάφορα νυμφικά στάδια ο αριθμός των οποίων ποικίλει μεταξύ των υποαθροισμάτων της τάξης αυτής. Είναι κατά το πλείστο χερσαία, πολλαπλασιάζονται εγγενώς (δια αμφιγονίας). Είναι συνήθως φυτοφάγα και μερικά από αυτά σαρκοφάγα. Πολλαπλασιάζονται γρήγορα και σε μεγάλους πληθυσμούς και αποβαίνουν βλαπτικά στα καλλιεργούμενα φυτά (ετήσια και πολυετή), από τα οποία μυζούν τους φυτικούς ιστούς φύλλων, κλάδων, καρπών και ριζών προκαλώντας την αποξήρανση αυτών, το σχηματισμό υπερτροφιών ή παραμορφώσεων των διαφόρων βλαστικών μερών. Επιπλέον προξενούν και έμμεσες ζημιές, δεδομένου ότι πολλά από αυτά είναι φορείς μολυσματικών ασθενειών για τα φυτά (ιώσεων).

Μετάδοση των ιών που προσβάλλουν φυτά με έντομα φορείς: στη φύση είναι ο πιο συνήθης και ο πιο μεγάλης οικονομικής σημασίας τρόπος μετάδοσης των ιών. Οι πιο σημαντικοί φορείς ανήκουν στις οικογένειες Aphididae και Jassidae και κατά δεύτερο λόγο στις Aleyrodidae, Coccidae, Membracidae. Όπως είναι φυσικό, έντομα με νύσσοντα μυζητικά στοματικά μόρια είναι πιο κατάλληλα για τη μεταφορά ιών από έντομα με μασητικά μόρια. Τα μυζητικά έντομα α) έχουν τον ιό στα στοματικά τους όργανα (ρύγχος) οπότε πρόκειται για μη μόνιμο ιό (non-persistent virus) και β) διατηρούν τον ιό στο εσωτερικό τους, οπότε πρόκειται για μόνιμο ιό (persistent virus). Οι μόνιμοι ιοί που μπορούν να πολλαπλασιάζονται μέσα στο έντομο, λέγονται πολλαπλασιαστικοί. (propagative). Τους μη μόνιμους ιούς το έντομο, αφού τραφεί έστω

και για λίγα δευτερόλεπτα πάνω στα ιωμένα φυτά, μπορεί να τους μεταδώσει αμέσως, αυτή δε την ικανότητα τη διατηρεί για λίγα δευτερόλεπτα ως λίγες ώρες. Αντίθετα, τους μόνιμους ιούς δεν μπορεί να τους μεταδώσει παρά μόνο αφού περάσει ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον μερικών ωρών, που λέγεται χρόνος επώασης. Την ικανότητα όμως μεταδόσεως μόνιμων ιών τη διατηρεί για πολύ, συχνά ολόκληρο το υπόλοιπο της ζωής του. Ο χρόνος επώασης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται για να περάσουν τα σωματίδια του ιού (virions) τα τοιχώματα του πεπτικού σωλήνα, να μπουν στο κυκλοφορικό σύστημα και να φθάσουν τους σιελογόνους αδένες. Το αν ο ιός θα είναι μόνιμος ή μη μόνιμος εξαρτάται από τον ίδιο τον ιό. Κατά κανόνα οι μόνιμοι ιοί δεν μεταδίδονται με μηχανικό τρόπο. Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι ακόμα και στις περιπτώσεις που ο φυτικός ιός πολλαπλασιάζεται μέσα στο φορέα το έντομο δεν ασθενεί. Οι μη μόνιμοι ιοί μεταδίδονται εύκολα και με μηχανικό τρόπο. Ιοί των οποίων η μηχανική μετάδοση είναι εύκολη δεν μεταδίδονται αποτελεσματικά από κανένα από τα μυζητικά έντομα, που τρέφονται πάνω σε ιωμένα φυτά. Έπειτα όλα τα έντομα που τρέφονται κατά τον ίδιο τρόπο πάνω σε ένα φυτό δεν είναι εξίσου αποτελεσματικοί φορείς του ιού. Τέλος, η μετάδοση είναι συχνά πιο αποτελεσματική αν το έντομο κρατηθεί νηστικό για ένα διάστημα, πριν τοποθετηθεί πάνω στο ιωμένο φυτό. Κατά κανόνα ο ιός που μεταδίδεται με έντομα έχει περισσότερους από έναν φορείς. Επίσης το κάθε είδος εντόμου μπορεί να μεταφέρει πολλούς διαφορετικούς ιούς (Γεωργόπουλος, 1984).

1.3.1.1 Αφίδες

Είδη μικρού ως πολύ μικρού μεγέθους, 1-7mm περίπου, με σώμα μαλακό. Φέρουν καλά ανεπτυγμένη κεφαλή με στοματικά μόρια νύσσοντος-μυζητικού τύπου. Κεραίες με 3-6 άρθρα. Επί του 3^{ου} ως 6^{ου} άρθρου βρίσκονται αισθητήρια όργανα που καλούνται ρινάρια (rhinaria, sensoria). Υπάρχουν σύνθετοι οφθαλμοί και σε ορισμένα είδη και 3 απλοί οφθαλμοί. Φέρουν 4 πτέρυγες, μεμβρανοειδείς, με τις πρόσθιες να είναι μεγαλύτερες των οπισθίων. Οι ταρσοί έχουν δύο άρθρα (διαφορά από τα Κοκκοειδή που έχουν ένα άρθρο). Κοιλιά με 10 τμήματα από τα οποία το 10^ο είναι μακρύ, σωληνώδες και καλείται cauda (ουρά). Η κοιλιά φέρει στα πλάγια του 5^{ου} κοιλιακού τμήματος το σιφώνιο, μια σωληνοειδή απόφυση που εκκρίνει κηρώδη ουσία (όχι τη μελιτώδη, η οποία αποβάλλεται από την έδρα). Τα θηλυκά στερούνται ωοθήτη (Πελεκάσης, 1994).

Κατά τη μετεμβρυακή τους εξέλιξη υφίστανται ατελείς μεταμορφώσεις. Πολλαπλασιάζονται άφθονα και ταχύτατα σε πυκνότερους πληθυσμούς, προκαλώντας

στα φυτικά τμήματα (φύλλα, καρπούς, βλαστούς, ρίζες) παραμορφώσεις, υπερτροφίες, συστροφές των φύλλων και τελικά μαρασμό και αποξήρανση ολόκληρου του φυτού. Πολλά είδη είναι φορείς παθογόνων που προκαλούν μολυσματικές ασθένειες (ιώσεων). Έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς που περιορίζουν το καταστρεπτικό τους έργο (Πελεκάσης, 1994).

Βιολογικές μορφές: οι αφίδες παρουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό το φαινόμενο του πολυμορφισμού, δηλαδή στο ίδιο είδος παρατηρούνται άτομα που έχουν διαφορετικούς μορφολογικούς και βιολογικούς χαρακτήρες. Έτσι διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες των τελείων εντόμων:

α) Άτομα εγγενή (sexuales): τα θηλυκά είναι συνήθως άπτερα, τα αρσενικά πτερωτά. Τα εγγενή άτομα συνήθως έχουν ατροφικά στοματικά μέρη ή στερούνται ρύγχους.

β) Θηλυκά παρθενογενετικά (virgines):

- Θεμελιωτική γενιά (fundatrix): προέρχεται από το χειμερινό αυγό. Είναι κατά κανόνα άπτερη, ωοτόκος ή ζωοτόκος. Η πρώτη γενιά που προέρχεται από την θεμελιωτική καλείται θεμελιογενής γενιά (fundatrigenia) και είναι άπτερη γενιά.
- Παρθενογόνα (virginopara): η θεμελιογενής και οι προερχόμενες από αυτή γενεές ονομάζονται και παρθενογόνα, γιατί δίνουν γένεση σε άλλες παρθένες γενεές. Είναι πτερωτά ή άπτερα.
- Μεταναστευτικά (migrantes): είναι θηλυκά και πτερωτά.
- Φυλογόνα (sexupara): υπάρχουν σε συγκεκριμένη εποχή και συνήθως το καλοκαίρι ή τέλη καλοκαιριού και δίνουν γέννηση σε αρσενικά και θηλυκά άτομα (έμφυλα ή εγγενή). Όταν δίνουν αρσενικά καλούνται αρρενογόνα (andropara), όταν δίνουν θηλυκά καλούνται θηλυγόνα (gynopara) και όταν δίνουν άτομα και των δύο φύλων καλούνται αμφοτερογόνα (amphotera). Τα φυλογόνα είναι πτερωτά (Πελεκάσης, 1994).

Ο βιολογικός τους κύκλος είναι πολύπλοκος γιατί περιλαμβάνει σειρές παρθενογενετικών γενιών που διακόπτονται από τις εγγενείς γενιές. Επίσης ο βιολογικός κύκλος δεν συμπληρώνεται πάντοτε στο ίδιο φυτό, καθόσον πολλά είδη αλλάζουν ξενιστή (ετερόοικα). Τα Aphidoidea αναπαράγονται είτε εγγενώς (με αμφιγονία) είτε παρθενογενετικώς. Στην πρώτη περίπτωση τίκτουν ένα αυγό (χειμερινό ωό) ενώ στην δεύτερη πολλά αυγά ή ατελή άτομα, νύμφες (ζωοτοκία) (Πελεκάσης, 1994).

Τα εγγενή άτομα παρουσιάζονται κατά το φθινόπωρο. Το θηλυκό μετά την γονιμοποίηση εναποθέτει ένα αυγό, το οποίο έχει ανθεκτικό περίβλημα και καλείται χειμερινό αυγό. Αυτό εκκολάπτεται την επόμενη άνοιξη και από αυτό προέρχεται η θεμελιωτική γενιά. Αυτή τίκτει πολλά αυγά ή νύμφες και είναι η αρχή παρθενογενετικών

γενεών. Στα ετερόοικα είδη αφίδων οι γενεές διαδέχονται η μια την άλλη πάνω στον κύριο ξενιστή (ο ξενιστής που φέρει το χειμερινό αυγό) μέχρι να εμφανιστεί η μεταναστευτική γενιά τα άτομα της οποίας μεταναστεύουν σε άλλους δευτερεύοντες ξενιστές. Επίσης διάφορες γενιές του ίδιου είδους αφίδων ζουν σε διάφορα όργανα του ξενιστή (υπέργειες, φυλλόβιες ή φλοιόβιες και υπόγειες ή ριζόβιες μορφές) (Πελεκάκης, 1994).

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. Ο διαχωρισμός αυτών των βιολογικών μορφών σημαίνει ότι η ανάπτυξη των μπορεί να πραγματοποιείται ανεξάρτητα, έτσι ώστε η μορφολογία των παρθενογενετικών και των σεξουαλικών μορφών να είναι διακριτή. Τόσο η παρθενογένεση όσο και η ετεροοικία αποτελούν βασικές εξελικτικές αναπτύξεις, οι οποίες επέτρεψαν στις αφίδες να «αξιοποιήσουν» τους ξενιστές τους, ιδιαίτερα μικρού βιολογικού κύκλου φυτά όπως είναι και οι περισσότερες καλλιέργειες και σε βαθμό ίσως μεγαλύτερο από κάθε άλλο είδος εντόμων (Blackman and Eastop, 1984).

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. Ο ετήσιος κύκλος των ετερόοικων ξεκινά με την εκκόλαση 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 με τα 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).

Τα κυριότερα είδη αφίδων τα οποία δύναται να αναπτύξουν πληθυσμούς επί της τομάτας είναι το *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) και το *Myzus persicae* (Sulzer). Το *M. euphorbiae* προκαλεί συνήθως άμεσες ζημιές ενώ το *M. persicae* είναι αποτελεσματικός φορέας σημαντικού αριθμού ιών [ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV)] (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Για την αντιμετώπιση των αφίδων αυτών σε καλλιέργειες τομάτας στο θερμοκήπιο είναι απαραίτητα να λαμβάνονται διάφορα μέτρα όπως είναι: α) η απομάκρυνση αυτοφυών από μέσα και έξω από το θερμοκήπιο, β) η παρακολούθηση πτωρωτών με κίτρινες κολλητικές παγίδες, γ) ο έλεγχος για επισήμανση αποικιών επί φυτών και δ) οι τοπικές επεμβάσεις στα σημεία που υπάρχουν αποικίες με ήπια εκλεκτικά εντομοκτόνα. Σημαντική θέση φυσικά, μεταξύ των μέτρων αντιμετώπισης κατέχει η βιολογική αντιμετώπιση απαραίτητη προϋπόθεση της οποίας είναι ο σωστός προσδιορισμός του είδους ή των ειδών που έχουν αναπτύξει αποικίες επί των φυτών. Για τη βιολογική αντιμετώπιση των αφίδων μπορεί να χρησιμοποιηθούν μερικά είδη παρασιτοειδών ανάλογα με το είδος της αφίδας. Για την αντιμετώπιση του *M. euphorbiae* μπορεί να χρησιμοποιηθεί το *Aphelinus abdominalis* (Dalman) (Hymenoptera, οικ. Aphelinidae) το οποίο πρέπει να απελευθερώνεται στα προσβεβλημένα φυτά (1 άτομο/m²). Για το *M. persicae* μπορεί να γίνει εισαγωγή κυρίως του *Aphidius matricariae* (Haliday) (Hymenoptera, οικ. Braconidae) αλλά και του *Aphidius colemani* (Viereck) (Hymenoptera, οικ. Braconidae) (Λυκουρέσης κ.α., 2001)..

Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς έχει ευρύτατο κύκλο ξενιστών. Προσβάλλει 775 είδη φυτών (καλλιεργούμενων και αυτοφυών), που ανήκουν σε 86 οικογένειες. Οι κυριότεροι ξενιστές είναι: τομάτα, πιπεριά, πατάτα, μελιτζάνα, κολοκυνθοειδή, σταυρανθή, σπανάκι, καρότο, φασόλια,. Επίσης προσβάλλει πολλά ζιζάνια. Προκαλεί πολύ σοβαρές ζημιές σε καλλιέργειες υπαίθρου και θερμοκηπίου. Οι καλλιέργειες της τομάτας υφίστανται σοβαρές ζημιές από τον ιό αυτό, ιδιαίτερα οι υπαίθριες. Τα συμπτώματα είναι μωσαϊκό και έντονη παραμόρφωση, ιδίως στένωση των φύλλων και βλαστών με αποτέλεσμα να σχηματίζονται νήματα ή κορδόνια. Επίσης παρατηρείται σχηματισμός «φύλλων πτέριδος». Ένα από τα πρώτα συμπτώματα στα παλαιότερα φύλλα είναι χλώρωση των φύλλων, ιδιαίτερος κατά μήκος των νευρώσεων. Ο κυριότερος τρόπος μεταδόσεως του ιού στις καλλιέργειες είναι μέσω των αφίδων φορέων του. Μεταδίδεται κατά τρόπο μη έμμοιο. Μεταδίδεται από όλα τα οντογενετικά στάδια των εντόμων φορέων και ο χρόνος δοκιμής στο ξενιστή είναι 5-10 sec. Η μολυσματική ικανότητα του φορέως μειώνεται μετά περίπου 2min και συνήθως χάνεται

μετά περίπου 2h. Ο ιός μεταδίδεται επίσης μηχανικά με το χυμό. Τα πρώτα μολύσματα για τις αρχικές μολύνσεις της καλλιέργειας αποτελούν κυρίως τα μολυσμένα ζιζάνια, οι μολυσμένες καλλιέργειες άλλων φυτικών ειδών και σε μικρότερο βαθμό τα υπολείμματα της καλλιέργειας. Ο ιός δεν επιβιώνει για μεγάλο διάστημα στα υπολείμματα της καλλιέργειας (Παναγόπουλος, 2000).

1.3.1.2 Αλευρώδεις

Το ρύγχος τους εκφύεται μεταξύ των πρόσθιων ισχίων. Κεραίες μακριές με 3-11 άρθρα χωρίς τελική σμήριγγα. Ταρσοί 1-2 άρθρων. Περιλαμβάνει κατά κανόνα φυτοφάγα είδη, πολλά από τα οποία αποβαίνουν επιβλαβή στα καλλιεργούμενα φυτά (Πελεκάσης, 1994).

Οι αλευρώδεις αποτελούν κατά γενική ομολογία τους κυριότερους επιζήμιους εχθρούς σε καλλιέργειες τομάτας. Δύο είναι τα είδη που αναπτύσσουν πληθυσμούς, το *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) και το *Bemisia tabaci* (Gennadius) (το δεύτερο συναντάται κυρίως στη Κρήτη). Δεδομένου του γεγονότος ότι έχουν αρκετά υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, οι αλευρώδεις μπορεί να αναπτύξουν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα υψηλούς πληθυσμούς προκαλώντας άμεση ζημιά, καθώς τρέφονται από το φυτό αλλά και έμμεσες ζημιές είτε με τη δημιουργία καπνιάς πάνω στα άφθονα μελιτώδη εκκρίματά τους, που αποτελούν καλό υπόστρωμα ανάπτυξης μυκήτων, είτε με τη μετάδοση ιών. Το *T. vaporariorum* δεν είναι αποτελεσματικός φορέας ιών ενώ το *B. tabaci* (βιότυπος B) είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός φορέας του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV) (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Η αντιμετώπιση των αλευρωδών σε καλλιέργειες τομάτας θα πρέπει να γίνεται μέσα στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και των άλλων επιζήμιων εντόμων. Ορισμένα γενικά μέτρα θα πρέπει να εφαρμόζονται ήδη από το σπορείο και να αποσκοπούν στη διατήρηση φυτών απαλλαγμένων από αλευρώδεις και από άλλα επιζήμια έντομα. Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνονται: α) η παρακολούθηση (με χρήση παγίδων) και έλεγχος των φυταρίων (με εξέταση φυτών), β) η επέμβαση με εντομοκτόνο με μικρής υπολειμματικής διάρκειας αν απαιτηθεί και γ) η λήψη μέτρων για να μην εισέρχονται έντομα από το εξωτερικό περιβάλλον. Πριν την μεταφύτευση θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα: α) απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και β) απομάκρυνση των αυτοφυών φυτών από το εσωτερικό αλλά και περιμετρικά του θερμοκηπίου (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Κατά τη μεταφύτευση θα πρέπει να γίνεται έλεγχος των φυτών για να χρησιμοποιούνται μόνο υγιή φυτά. Στα ανοίγματα του θερμοκηπίου μπορεί να χρησιμοποιηθούν εντομοστεγή δίχτυα. Θα πρέπει επίσης να γίνεται παρακολούθηση του πληθυσμού με χρήση παγίδων και έλεγχος των φυτών και διενέργεια κατάλληλου ψεκασμού, εφόσον ο πληθυσμός φτάσει το οικονομικό όριο, με φυτοπροστατευτική ουσία ήπια, μικρής υπολειμματικής διάρκειας. Ως οικονομικό όριο για το *T. vaporariorum* στην τομάτα αναφέρονται πυκνότητες όπως 7 νύμφες/cm² και 4 νύμφες/cm² (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Για τη βιολογική καταπολέμηση του *T. vaporariorum* χρησιμοποιούνται παρασιτοειδή και αρπακτικά. Από τα παρασιτοειδή χρησιμοποιείται κυρίως το *Encarsia Formosa* (Hymenoptera, οικ. Aphelinidae) σε θερμοκρασίες πάνω από 20-21°C. Οι εξαπολύσεις (παρασιτισμένες νύμφες αλευρώση από τις οποίες θα εξέλθουν τα ενήλικα παρασιτοειδή) μπορούν να γίνουν είτε προληπτικά είτε με την εμφάνιση των πρώτων ατόμων αλευρώση στα φυτά ή στις παγίδες. Από τα αρπακτικά αποτελεσματικά είναι τα είδη *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Hemiptera, οικ. Miridae) και *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera, οικ. Miridae). Αμφότερα τα είδη έχουν υψηλότερο αναπαραγωγικό δυναμικό στους 20°C. Επίσης, είναι πολυφάγα δυνάμενα να τραφούν από αλευρώδεις, αφίδες, θρίπες, λιριόμυζες, αυγά λεπιδοπτέρων και ακάρεα. Μπορεί να τραφούν και από φυτικό χυμό και έτσι να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους στην απουσία λείας (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Ο ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV) προκαλεί μια πολύ σοβαρή ασθένεια στη τομάτα που είναι εξαπλωμένη στην Κύπρο και σε πολλές περιοχές της ανατολικής Μεσογείου και προκαλεί μεγάλες ζημιές. Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν έντονο νανισμό, είναι χλωρωτικά και έχουν φυλλίδια μικρά, εύθραυστα και καρουλιασμένα προς τα πάνω. Μεταδίδεται με τον αλευρώδη της γλυκοπατάτας *B. tabaci*. Δεν μεταδίδεται με τον αλευρώδη των θερμοκηπίων *T. vaporariorum*. Δεν μεταδίδεται με την επαφή (μηχανικά), ούτε με το σπόρο. Φυτικοί ξενιστές του ιού είναι επίσης τα φυτά *Malva nicaensis* και *Datura stramonium*. Ξενιστής, επίσης, είναι ο καπνός χωρίς όμως να εμφανίζει συμπτώματα (Παναγόπουλος, 2000).

1.3.2 Θρίπες

Έντομα μικρού ως πολύ μικρού μεγέθους (2-3mm) με σώμα λεπτό και πεπλατυσμένο. Οι σύνθετοι οφθαλμοί είναι ανεπτυγμένοι και υπάρχουν και τρεις απλοί

οφθαλμοί. Κεραίες 6-9 άρθρων εφοδιασμένες με κυκλικά ή κερατοειδή αισθητήρια όργανα (sensoria). Στοματικά μόρια ξέοντος-μυζητικού τύπου επιμηκυσμένα σε νύσσον αιχμηρό όργανο (στιλέτο) με το άκρο του στόματος διαμορφωμένο σε μυζητικό κώνο. Οι πτέρυγες όταν υπάρχουν, αποτελούνται από δύο ζεύγη. Είναι λεπτές, επιμήκειες, εφοδιασμένες στην περίμετρό τους με μακριά κρόσσια (θυσάνους) και φέρουν πτωχή νεύρωση. Ταρσοί με 1-2 άρθρα, με προσκολλητικές κοτυληδόνες στο άκρο μεταξύ των νυχιών (Πελεκάσης, 1994).

Τα Θυσανόπτερα πολλαπλασιάζονται εγγενώς και είναι συνήθως ωοτόκα. Τα περισσότερα είναι φυτοφάγα κατά την μετεμβρυακή τους εξέλιξη διέρχονται ατελείς μεταμορφώσεις. Είναι Νεομετάβολα, ατελής μορφή η νύμφη (νεανίς) και υφίσταται 4-5 εκδύσεις. Μετά τη δεύτερη έκδυση μεταμορφώνεται σε υπονύμφη (prenympha) κινητή ή ακίνητη και μετά την έκδυση σε νύμφη που είναι ακίνητη (Πελεκάσης, 1994).

Τα δύο είδη θριπών που μπορεί να συναντηθούν στην τομάτα είναι το *Frankliniella occidentalis* (Pergande) και το *Thrips tabaci* (Lindeman). Το *F. occidentalis* είναι πολύ αποτελεσματικός φορέας του ιού του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV) (Λυκουρέσης κ.α., 2001). Οι θρίπες κάνουν δύο ειδών ζημιές: α) **άμεσες**, ως μυζητικό έντομο μυζά τους χυμούς των φύλλων με συνέπεια αυτά να ξηραίνονται γρήγορα και β) **έμμεσες**, ως φορέας του ιού του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (tomato spotted wilt virus, TSWV) (Χρυσοχόου, 2001).

Για την αντιμετώπιση των θριπών σε καλλιέργειες τομάτας πριν την μεταφύτευση θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα όπως: α) απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και β) απομάκρυνση των αυτοφυών φυτών από το εσωτερικό αλλά και περιμετρικά του θερμοκηπίου. Επίσης πρέπει να χρησιμοποιούνται υγιή φυτά, να αποφεύγεται η καλλιέργεια της τομάτας μαζί με κολοκυνθοειδή, να γίνεται παρακολούθηση των πληθυσμών των θριπών με τη χρησιμοποίηση μπλε κολλητικών παγίδων (5 παγίδες/στρέμμα) και σε περίπτωση προσβολής να γίνεται τοποθέτηση ικανού αριθμού μπλε κολλητικών παγίδων στην περιοχή των εστιών (Λυκουρέσης κ.α., 2001).

Ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών. Προκαλεί σοβαρές ασθένειες στην τομάτα και τον καπνό. Προσβάλλει όμως και την πατάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, σέλινο, λάχανο, μπιζέλι, φασόλι και μαρούλι. Τα νεαρά φύλλα εμφανίζουν ένα μπρούτζινο μεταχρωματισμό στην επάνω επιφάνεια του ελάσματος, ο οποίος συνοδεύεται από καρούλιασμα των φυλλαρίων προς τα κάτω. Στους καρπούς σχηματίζονται διάφορες

ποικιλοχρώσεις (δηλ. ακανόνιστες κηλίδες με εναλλασσόμενες αποχρώσεις του ανοικτού κόκκινου, κίτρινου ή πράσινου χρώματος χωρίς σαφή όρια διαχωρισμού μεταξύ των αποχρώσεων). Κύριος φορέας του ιού είναι διάφορα είδη θρίπες. Οι θρίπες προσλαμβάνουν τον ιό με απομύζηση χυμού ασθενούς φυτού, τον μεταφέρουν στο σώμα τους και στη συνέχεια τον μεταδίδουν στα υγιή φυτά όταν τραφούν πάνω σε αυτά. Φορείς του ιού γίνονται μόνο τα άτομα που προσλαμβάνουν τον ιό ως νύμφες. Η νύμφη για να γίνει φορέας πρέπει να διατραφεί στο άρρωστο φυτό επί 30min τουλάχιστο. Ο απαιτούμενος χρόνος για τους θρίπες από τη στιγμή που γίνονται ιοφόροι μέχρι τη στιγμή που είναι σε θέση να μεταδώσουν τον ιό (χρόνος επώασης) κυμαίνεται από 4-18 ημέρες. Ανήκει επομένως ο ιός στη κατηγορία των έμμονων ιών (Παναγόπουλος, 2000).

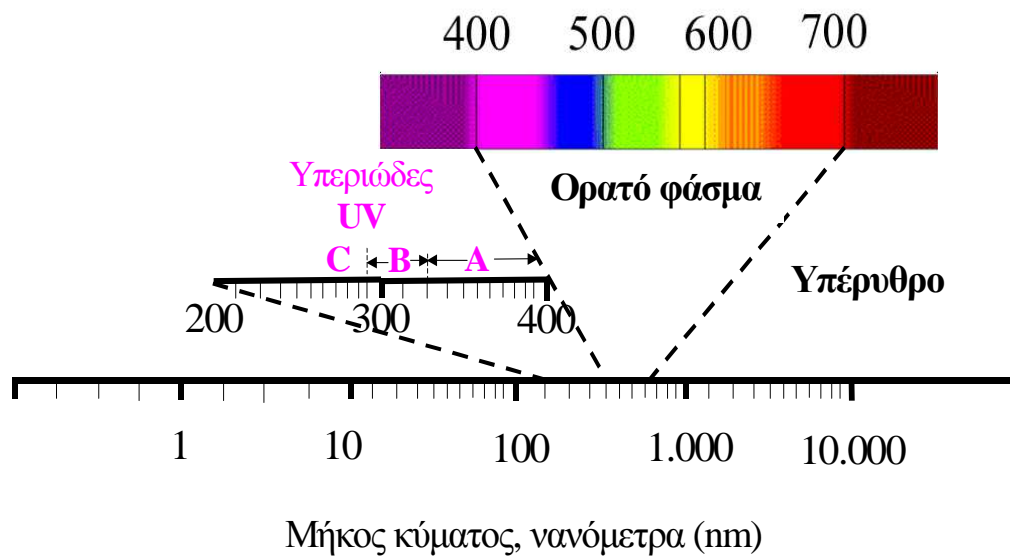
1.4 Ηλιακή ακτινοβολία

Η γη δέχεται το φως από την ηλιακή ακτινοβολία και ένα ασήμαντο μόνο μέρος από την ακτινοβολία άλλων ουράνιων σωμάτων. Φως ονομάζεται η αιτία που διεγείρει το αισθητήριο της όρασης. Το φως είναι μια μορφή ενέργειας που ονομάζεται φωτεινή ενέργεια. Αν με πρίσμα αναλυθεί μια λεπτή δέσμη λευκού φωτός, τότε εμφανίζεται μια χρωματική ταινία με τα επτά χρώματα της ίριδας που λέγεται φάσμα του φωτός. Η κάθε ακτινοβολία του φάσματος έχει την ιδιότητα να διεγείρει το μάτι του ανθρώπου και να προκαλεί την εντύπωση ορισμένου χρώματος (Γραφιαδέλλης, 1987).

Είναι επίσης γνωστό ότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι η σημαντικότερη πηγή ενέργειας για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο. Η σημασία της για τις καλλιέργειες των κηπευτικών στα θερμοκήπια είναι ακόμη μεγαλύτερη γιατί τα φυτά αναπτύσσονται τους μήνες που η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι μειωμένη και ακόμη τα υλικά κάλυψης απορροφούν μεγάλο μέρος απ' αυτή (Γραφιαδέλλης, 1987).

Η ηλιακή ακτινοβολία (Εικόνα 3) ανάλογα με το μήκος του κύματος με το οποίο πέφτει προς τη γη διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

1. Ακτινοβολία X, $\lambda < 100\text{nm}$
2. Υπεριώδης ακτινοβολία (Ultra Violet, UV), $100\text{nm} < \lambda < 380\text{nm}$
3. Ορατή ή φωτεινή ακτινοβολία, $380\text{nm} < \lambda < 720\text{nm}$
4. Υπέρυθρη ή θερμική ακτινοβολία (Near Infra Red, NIR), $720\text{nm} < \lambda < 1000\text{nm}$ και
5. Μίκρο και ράδιο κύματα, $\lambda > 1000\text{nm}$



Εικόνα 3. Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας

Από την εκπεμπόμενη προς τη γη ηλιακή ακτινοβολία ένα ποσοστό 42% χάνεται με ανακλάσεις στο διάστημα, άλλο ένα ποσοστό 15% απορροφάται από τη γήινη ατμόσφαιρα και τελικά μόνο ένα ποσοστό 43% προσπίπτει στη γη. Η προσπίπτουσα στη γη ηλιακή ακτινοβολία σχεδόν στο σύνολό της (98%) περιλαμβάνεται ανάμεσα στα μήκη κύματος 250-3000nm. Για τις καλλιέργειες του θερμοκηπίου μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η ορατή και η υπέρυθη ακτινοβολία και μικρότερο η υπεριώδης (Γραφιαδέλλης, 1987).

Υπεριώδης ακτινοβολία (Ultra Violet, UV), καλείται η ηλιακή ακτινοβολία μήκους κύματος $100\text{nm} < \lambda < 380\text{nm}$. Λιγότερο από το 10% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γη είναι υπεριώδης. Το μεγαλύτερο μέρος της απορροφάται ή διαχέεται στο διάστημα μέσω της ατμόσφαιρας της γης, με αποτέλεσμα μόνο ένα μικρό της μέρος να φτάνει στην επιφάνεια της γης. Όλη η ηλιακή ακτινοβολία μεταδίδεται με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Οι τύποι της ηλιακής ακτινοβολίας μετριοούνται σε μήκη κύματος, που είναι η απόσταση μεταξύ δύο σημείων όμοιας φάσης των διαδοχικών κύκλων του κύματος. Η υπεριώδης ακτινοβολία αποτελεί από τη δεκαετία του '70 αντικείμενο αυξανόμενου ενδιαφέροντος λόγω της μείωσης του όζοντος της ατμόσφαιρας (Weatherhead and Stevermer, 2001).

Η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. UVA, με μήκος κύματος $320\text{nm} < \lambda < 400\text{nm}$. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό του εύρους της υπεριώδους ακτινοβολίας και το μεγαλύτερο ποσοστό της UVA δεν φτάνει τη βιόσφαιρα. Αντιδρά ελάχιστα με το όζον.
2. UVB, με μήκος κύματος $280\text{nm} < \lambda < 320\text{nm}$. Φτάνει στη βιόσφαιρα και αντιδρά με το όζον.
3. UVC, με μήκος κύματος $100\text{nm} < \lambda < 280\text{nm}$. Ένα μικρό ποσοστό του φτάνει στη βιόσφαιρα. Το μεγαλύτερο μέρος του διαχέεται και απορροφάται από το οξυγόνο, το άζωτο και το όζον της ατμόσφαιράς (Weatherhead and Stevermer, 2001).

Τόσο η ένταση όσο και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής εξαρτάται από ορισμένες παραμέτρους, όπως είναι η εποχή του χρόνου, η ώρα της ημέρας, το υψόμετρο της περιοχής, η ύπαρξη σκόνης, καπνού, υγρασίας. Η απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας γίνεται από τα μόρια του οξυγόνου και του όζοντος και από τα άτομα του οξυγόνου και του αζώτου. Μεγάλες απορροφήσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας προκαλούνται από τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων. Έχει αποδειχθεί ότι η υπεριώδης ακτινοβολία, με φωτοξειδωτική αντίδραση, παρουσία του οξυγόνου του αέρα, της υγρασίας και της θερμοκρασίας προκαλεί αποχρωματισμό των πλαστικών και συντομεύει τη διάρκεια ζωής τους. Η μεγάλης έντασης υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί ανωμαλίες και στα καλλιεργούμενα φυτά των οποίων τα φύλλα και τα άνθη υφίστανται συνήθως τις σοβαρότερες ζημιές. Στην αρχή τα συμπτώματα εμφανίζονται με μορφή καστανόχρωμων κηλίδων στην επάνω επιφάνεια των φύλλων. Οι κηλίδες αυτές όταν βαθμιαία μεγεθυνθούν προκαλούν ξηράνσεις ολόκληρων φύλλων. Επίσης, η υπεριώδης ακτινοβολία δρα ανασταλτικά στην ανάπτυξη ορισμένων ασθενειών των φυτών (π.χ. κλαδοσπόριο της τομάτας). Η ασθένεια αυτή ενώ αναπτύσσεται πολύ γρήγορα στα γυάλινα θερμοκήπια περιορίζεται σημαντικά στα θερμοκήπια που σκεπάζονται με πολυαιθυλένιο. Αυτό αποδίδεται στην ικανότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας να διαπερνά το πλαστικό του πολυαιθυλενίου αλλά όχι και του γυαλιού (Γραφιαδέλλης, 1987).

Ορατή ή φωτεινή ακτινοβολία, καλείται η ηλιακή ακτινοβολία μήκους κύματος $380\text{nm} < \lambda < 720\text{nm}$ η οποία πέφτοντας στο μάτι του ανθρώπου προκαλεί το αίσθημα της όρασης. Αποτελεί το 45% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γη. Κατά το πέρασμά της η ακτινοβολία αυτή, από τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων, απορροφάται σε ποσοστό που μπορεί να ξεπεράσει το 30%. Τα φυτά αξιοποιούν κυρίως την ορατή ακτινοβολία μήκους κύματος ανάμεσα στα 400-700nm και μάλιστα

περισσότερο τα μήκη κύματος που περιλαμβάνονται ανάμεσα στα 400-500nm και 600-700nm (Γραφιαδέλλης, 1987).

Υπέρυθρη ή θερμική ακτινοβολία (Near Infrared, NIR), καλείται η ηλιακή ακτινοβολία μήκους κύματος >720nm, η οποία είναι αόρατη από το ανθρώπινο μάτι και προκαλεί το αίσθημα της θερμότητας. Η ακτινοβολία αυτή κατά το πέρασμά της από τη γήινη ατμόσφαιρα απορροφάται, διαχέεται και ανακλάται με αποτέλεσμα να ελαττώνεται σημαντικά η έντασή της. Από την υπέρυθρη ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη γη τα 80-90% περνούν τα υλικά κάλυψης και μπαίνοντας στα θερμοκήπια ανυψώνουν της θερμοκρασία του αέρα, του εδάφους και των φυτών. Η θερμική ακτινοβολία επηρεάζει τα φυτά είτε άμεσα αυξάνοντας τη θερμοκρασία των φυτικών ιστών, με συνέπεια να δημιουργούνται εγκαύματα στα φύλλα και μαράνσεις εξαιτίας της αυξημένης διαπνοής, είτε έμμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος (Γραφιαδέλλης, 1987).

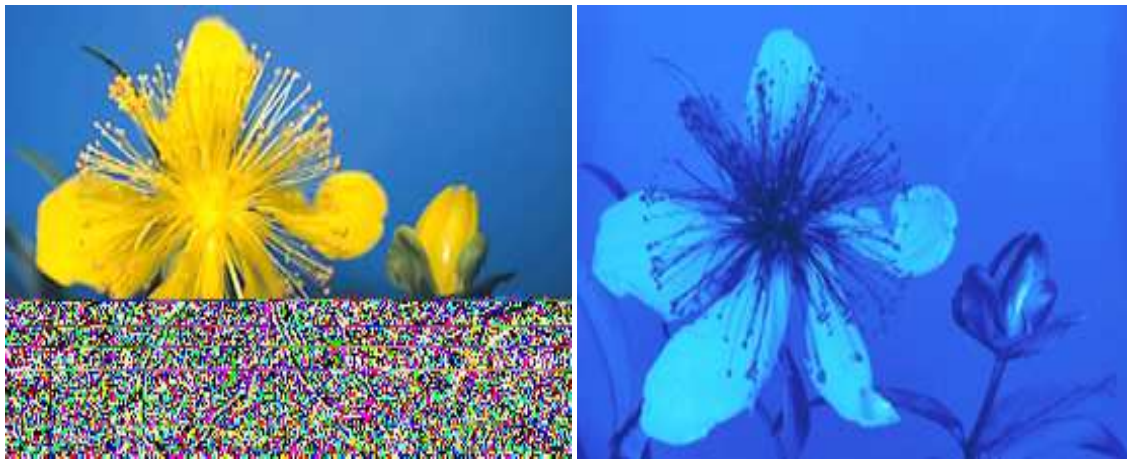
1.5 Όραση των εντόμων

Όργανα οράσεως στα έντομα είναι οι σύνθετοι και οι απλοί οφθαλμοί. Τα περισσότερα έντομα φέρουν και τα δύο είδη οφθαλμών όμως μπορεί να υπάρχουν μόνο οι σύνθετοι και να λείπουν οι απλοί οφθαλμοί και το αντίστροφο. Από τα έντομα άλλα προσελκύονται από το φως και κινούνται προς αυτό (**θετικός φωτοτροπισμός**) και άλλα αποκρούονται από το φως (**αρνητικός φωτοτροπισμός**) (Πελεκάσης, 1994).

Τρόπος όρασης: ο τρόπος με τον οποίο παράγονται οι εικόνες και βλέπουν τα έντομα τα εξωτερικά αντικείμενα εξηγείται με την θεωρία της μωσαϊκής όρασης, που δείχνει τον τρόπο λειτουργίας του σύνθετου οφθαλμού. Κάθε ομματίδιο λαμβάνει οπτικό ερέθισμα από μια ορισμένη έκταση του φωτεινού αντικειμένου που αντιστοιχεί στην προβολή του ομματιδίου πάνω στο φωτεινό αντικείμενο. Από την παράθεση των σχηματιζόμενων επιμέρους εικόνων συναρμολογείται ενιαία εικόνα, η οποία γίνεται αντιληπτή από το έντομο (εικόνα 4). Σύμφωνα με τη θεωρία της μωσαϊκής όρασης μόνο οι φωτεινές ακτίνες οι οποίες προσπίπτουν κάθετα ή σε μικρή γωνία στον κερατοειδή φακό μπορούν να φτάσουν στο αμφιβληστροειδές στρώμα και επομένως στο αισθητήριο ράβδωμα ώστε να διεγερθεί το οπτικό νεύρο (Πελεκάσης, 1994).

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 (Charman, 1998).



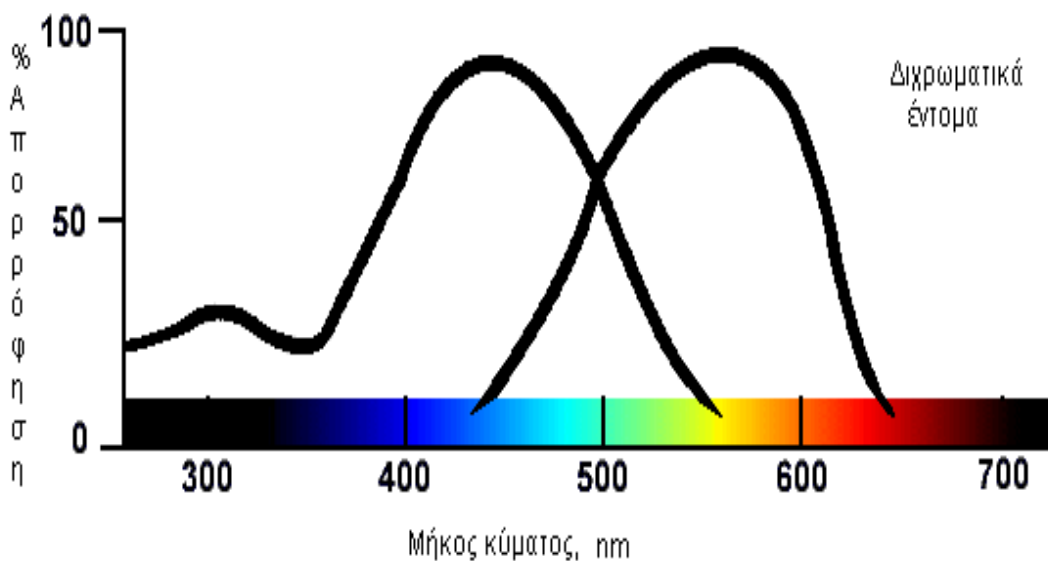
Εικόνα 4. Άνθος αριστερά όπως φαίνεται στο ανθρώπινο μάτι. Άνθος δεξιά, όπως φαίνεται στα έντομα που δέχονται την αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας

Οι σύνθετοι οφθαλμοί των εντόμων παρουσιάζουν μια εντελώς διαφορετική κατασκευή από εκείνη των οφθαλμών των σπονδυλωτών και των κεφαλόποδων. Παρά τις δομικές τους διαφορές επιτελούν και οι δύο τύποι οφθαλμών παρόμοιες διεργασίες και ακολουθούν παρόμοιες αρχές για τη διάκριση των χρωμάτων. Η αντίληψη του χρώματος μπορεί να θεωρηθεί ως η συγκεκριμένη αίσθηση που παράγεται από διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός. Η όραση βασίζεται πάνω στη διάκριση των χρωματικών αντιθέσεων, με τη χροιά και τη φωτεινότητα ως ανεξάρτητες μεταβλητές (Richaud et al., 1999).

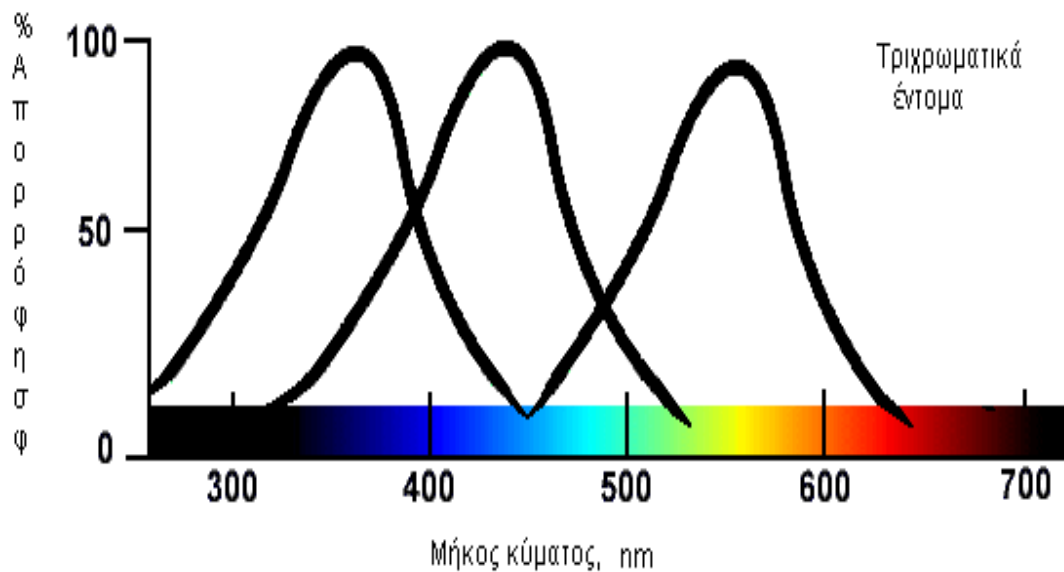
Η απόκτηση της ικανότητας διαχωρισμού των χρωμάτων δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί πως επιτεύχθηκε. Γιατί οι αρχέγονοι οργανισμοί έπρεπε να ξεχωρίζουν το χρώμα μέσα από τα διάφορα μήκη φωτός; Οι κοινές πηγές φωτός αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από μικρά μήκη κύματος (<450nm) καθώς επίσης το φως που αντανακλάται στα διάφορα αντικείμενα δεν αποτελείται από υπεριώδη ακτινοβολία (UV) και συντίθεται κυρίως από το πράσινο/κίτρινο, χαμηλής ενέργειας μήκος κύματος. Έτσι η ύπαρξη UV ακτινοβολίας αναγνωρίζεται ως «εύρος χώρου (open space)» ενώ η έλλειψή της ως ενδιαίτημα ή ζώνη πλούσια σε τροφή. Αποτέλεσμα είναι ότι το αρχέγονο οπτικό σύστημα διαχωρισμού των χρωμάτων απαρτιζόταν από δύο χρωστικές, μια ευαίσθητη στην ακτινοβολία UV χρωστική και μια χρωστική ευαίσθητη στα μεσαία/μεγάλα μήκη κύματος. Αυτό το σύστημα μπορεί να εξελίχθηκε σε ένα σύστημα

ευαίσθητο και σε άλλα μήκη κύματος μέσω της διαφοροποίησης της οψίνης και την προσθήκη επιπλέον χρωστικών (Pichaud et al., 1999).

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 5) (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, πράσινη-κίτρινη 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 (Stark and Tan, 1982).



Εικόνα 5. Μήκη κύματος που απορροφούνται από ένα έντομο που έχει δύο αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο μπλε-ιώδες και κίτρινο-πράσινο φάσμα



Εικόνα 6. Μήκη κύματος που απορροφούνται από ένα έντομο που έχει τρεις αποδέκτες φωτός με μέγιστα στο υπεριώδες, μπλε-ιώδες και κίτρινο φάσμα.

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 6). 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 μιγμάτων 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 συνδυασμού της UV και πράσινης ακτινοβολίας, επειδή ο μπλε αποδέκτης δεν θα ήταν διεγερμένος. 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).

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

Οι χρόνιες εξελικτικές σχέσεις μεταξύ φυτών και εντόμων οδήγησαν σε μηχανισμούς με τους οποίους το έντομο μπορεί να ανιχνεύσει και να επιλέξει τον ξενιστή για διατροφή και φωτοκία. Η όραση (χρώμα, σχήμα και μέγεθος) και η όσφρηση (πτητικές ουσίες ξενιστή π.χ. συνομόνες) είναι οι κυρίαρχες αισθήσεις που χρησιμοποιούνται από τα έντομα για τον προσανατολισμό τους προς τα φυτά ξενιστές τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι παραπάνω αισθήσεις δρουν συμπληρωματικά. Οι αισθήσεις για την ανίχνευση του ξενιστή είναι γενικές στα πολυφάγα είδη ενώ στα μονοφάγα είναι εξειδικευμένες. Όταν βρεθεί ο πιθανός ξενιστής τότε κυριαρχούν η όσφρηση, η αφή και η γεύση (Antignus, 2000).

Ως χρωματική αντίληψη (color sensation) ή φασματική ευαισθησία (spectral sensitivity) αναφέρεται η συμπεριφορά των εντόμων στις χρωματισμένες επιφάνειες ή στα φωτεινά χρώματα. Ο πρώτος όρος περιγράφει ένα φαινόμενο το οποίο διέπεται από το φυσικό ερέθισμα, τους αισθητήριους υποδοχείς και το εσωτερικό σύστημα. Ο δεύτερος όρος αναφέρεται στα αισθητήρια κύτταρα ή στα αισθητήρια όργανα. Τα οπτικά κύτταρα μπορεί να είναι ευαίσθητα σε όλα τα μήκη κύματος του φωτός, αλλά είναι η ολοκλήρωση των δεδομένων στο κεντρικό νευρικό σύστημα, που παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόκληση συγκεκριμένης φωτοτακτικής αντίδρασης από το κάθε είδος εντόμων. Το χρώμα και οι χρωματικές αντιθέσεις χρησιμοποιούνται από τα έντομα για να διαχωρίσουν τον ξενιστή από το γύρω περιβάλλον του. Από βιολογικής απόψεως, υπάρχουν τρεις βασικές παράμετροι του χρώματος: α) η χροιά ή το κυρίαρχο μήκος κύματος που εκπέμπεται από την επιφάνεια, β) ο χρωματικός κορεσμός ή η καθαρότητα της χροιάς (π.χ. η προσθήκη κίτρινου χρώματος σε λευκό προκαλεί μια σημαντική αύξηση στη περιοχή του μπλε/ιώδους) και γ) η φωτεινότητα (ένταση του φωτός) αναφέρεται στις συνολικές αντανακλάσεις (Antignus, 2000).

Ο Mound (1962) υπέθεσε ότι ο αλευρώδης του καπνού *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. Η αντίδραση στην UV ακτινοβολία συνδέεται με την έναρξη της μεταναστευτικής συμπεριφοράς ενώ η αντίδραση από την κίτρινη ακτινοβολία επιφέρει συμπεριφορά αναζήτησης τροφής και πιθανώς τον παρακινεί στην επιλογή του ξενιστή του. Επίσης, βρέθηκε ότι στο *B. tabaci* δεν ανιχνεύονται και οσφρητικές αντιδράσεις. Συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στο εύρος της φωτοτακτικής αντίδρασης του αλευρώδη

των θερμοκηπίων *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) και το εύρος αντανάκλασης του φύλλου στη μεσαία ορατή περιοχή (550nm). Οι Vaishampayan et al., (1975) παρατήρησαν μία έντονη θετική αντίδραση του *T. vaporariorum* (Westwood) 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 (610-700nm). Βασιζόμενος σε αυτές τις παρατηρήσεις υπέθεσε ότι ο αλευρώδης *T. vaporariorum* για την πραγματοποίηση των πρώτων βημάτων της επιλογής του ξενιστή, του προσανατολισμού και της προσγείωσης στον ξενιστή εξαρτώνται άμεσα, αν όχι απόλυτα, από την αντίδραση του ανακλώμενου κίτρινου φωτός (520-610nm). 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 (Antignus, 2000).

Όταν οι περωτές αφίδες απογειώνονται από τον ξενιστή τους ελκύονται από τις μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίες, μπλε-υπεριώδες, του ουρανού. Η πτήση αυτή είναι απαραίτητη για να εισέλθουν 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. Ο Eastop (1955) υπέθεσε ότι η ευαισθησία των αφίδων στο χρώμα μπορεί να σχετίζεται με το εύρος ξενιστών που απαντά σε κάθε είδος (Antignus, 2000).

Οι θρίπες που διατρέφονται σε φύλλα και στελέχη των φυτών παρουσιάζουν μικρή προσέλκυση σε οποιοδήποτε μήκος κύματος ενώ αντίθετα οι ανθόφιλοι θρίπες (αυτοί που προτιμούν τα άνθη) προσελκύονται από χρώματα που είναι παρόμοια με εκείνα των ανθέων (π.χ. χαμηλή UV ακτινοβολία, λευκό, μπλε, κόκκινο και μαύρο) (Antignus, 2000). Οι Matteson και Terry (1992) ανακάλυψαν ότι ο βαθμός της προσέλκυσης από το χρώμα από τον θρίπα της Καλιφόρνιας *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) είναι ανάλογος με τη φωτεινότητα στη μπλε περιοχή της ορατής ακτινοβολίας. Το μπλε ανακλώμενο φως προσελκύει έξι φορές περισσότερο τους

θρίπες από εκείνο του λευκού. Ένας σημαντικός παράγοντας για την «προσγείωση» του θρίπα στον ξενιστή είναι η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας. Αν η αντανάκλαση είναι πολύ υψηλή οι ανθόφιλοι θρίπες απωθούνται από την ανακλώμενη επιφάνεια ενώ οι θρίπες που τρέφονται με φύλλα ή στελέχη δεν επηρεάζονται (Matteson και Terry, 1992).

Βασισμένοι στις αντιδράσεις του *F. occidentalis*, όσον αφορά την UV ακτινοβολία, τις μπλε και κίτρινες κολλητικές παγίδες, οι Vernon και Gillespie (1990) υποδεικνύουν ότι οι ανθόφιλοι θρίπες, 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).

1.7 Πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία

Τα πλαστικά πήραν την ονομασία τους από την ικανότητα που έχουν να διαμορφώνονται ή να πλάθονται. Είναι πολυμερή και έχουν ως βάση τον άνθρακα, εκτός από τις σιλικόνες που για βάση έχουν το πυρίτιο. Μερικά πλαστικά είναι άμορφα και άλλα είναι κρυσταλλικά. Τα πλαστικά που βρήκαν εφαρμογή στα θερμοκήπια έχουν μορφή εύκαμπτων φύλλων ή στερεών πλακών. Τα σπουδαιότερα πλαστικά ανάλογα με τη μορφή τους είναι τα παρακάτω:

A. Πλαστικά με τη μορφή εύκαμπτων φύλλων: πολυαιθυλένιο (PE), χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), πολυεστέρες, πολυμερή του αιθυλενίου και του βινυλακετυλενίου (EVA), πολυπροπυλένιο, nylon και tedlar

B. Πλαστικά με τη μορφή στερεών πλακών: πλάκες πολυεστέρα ενισχυμένες με γυάλινες κλωστές, πλάκες χλωριούχου πολυβινύλιου, ακρυλικές πλάκες και πλάκες πολυκαρμπονάτ (Γραφιαδέλλης, 1987).

Τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα πλεονεκτούν των άλλων υλικών κάλυψης λόγω: α) της χαμηλής τιμής τους, β) του μικρού βάρους τους, γ) της ευκολίας προσαρμογής σε διάφορα σχήματα του σκελετού, δ) της δυνατότητας που δίνουν για κατασκευή ελαφρότερου και φθηνότερου σκελετού και ε) κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους αρχικής επένδυσης (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Το φύλλο πολυαιθυλενίου αναπτύχθηκε αρχικά στην Αγγλία στα τέλη του 1930 και χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλη κλίμακα για κάλυψη θερμοκηπίων από το 1950. Το πολυαιθυλένιο παράγεται από το αέριο αιθυλένιο μετά από πολυμερισμό

$$n \text{ CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow -(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n \text{ (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).}$$

Οι σπουδαιότερες ιδιότητες του πολυαιθυλενίου είναι: α) διαμορφώνεται σε φύλλα μεγάλου πλάτους, β) είναι ελαφρό, εύκαμπτο και φθηνότερο από όλα τα άλλα είδη πλαστικών και γ) αντέχει σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Μερικά από τα μειονεκτήματα του πλαστικού είναι: α) έχει μικρή διάρκεια ζωής, β) επιτρέπει την έξοδο της θερμικής ακτινοβολίας του εδάφους από το θερμοκήπιο, με συνέπεια όταν ο ουρανός είναι ακάλυπτος από σύννεφα η θερμοκρασία αέρα μέσα στο θερμοκήπιο να πέφτει κάτω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και γ) διευκολύνει τη δημιουργία σταγόνων πάνω στο πλαστικό, οι οποίες με την παραμικρή δόνηση πέφτουν πάνω στα φυτά. Ένα από τα σοβαρότερα μειονεκτήματα του πολυαιθυλενίου είναι η μικρή διάρκεια ζωής του. Οι παράγοντες που συντελούν στην παλαίωση του πλαστικού είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, το οξυγόνο του αέρα, η υγρασία και η θερμοκρασία. Η μεγάλη διαπερατότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας μειώνει τη διάρκεια ζωής του πλαστικού και επηρεάζει την απόδοση, την εποχή παραγωγής, το χρώμα και τη γεύση των καρπών. Το απλό πολυαιθυλένιο μπορεί να ενισχυθεί αν κατά τη διαμόρφωση του φύλλου προστεθούν χημικές ουσίες (π.χ. αντιοξειδωτικά και σταθεροποιητές). Τα υλικά αυτά δίνουν μια ελαφριά απόχρωση στο πλαστικό και αυξάνουν σημαντικά τη διάρκεια ζωής του, χωρίς να μεταβάλλουν σοβαρά τις οπτικές ιδιότητες (Γραφιαδέλλης, 1987).

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.

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 (Βατσανίδου, 2002).
2. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που απορροφούν την υπέρυθρη 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 υπέρυθρη 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 (Βατσανίδου, 2002).
3. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που αντανακλούν την κοντινή υπέρυθρη 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 ακτινοβολίας, η οποία όπως είναι γνωστό παράγει θερμότητα, αποτρέποντας την υπερβολική θέρμανση στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (Βατσανίδου, 2002).
4. Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που εγκλωβίζουν τη μακρινή υπέρυθρη 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 πλαστικό φύλλο κάλυψης μειώνει την απώλεια της FIR ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου κατά 15-35% ώστε δεν είναι απαραίτητη η χρήση της θερμοκουρτίνας (Βατσανίδου, 2002).

1.8 Χρήσεις των πλαστικών φύλλων κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία

Παγκοσμίως η καλλιέργεια φυτών σε θερμοκήπια από πλαστικά φύλλα κάλυψης αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της περασμένης δεκαετίας και σε έκταση που

πλησιάζει τα 4.000.000 στρέμματα (400.000ha) μόνο στην περιοχή της Μεσογείου. Τα θερμοκήπια με πλαστικά φύλλα κάλυψης παρέχουν ένα προστατευμένο περιβάλλον και διευκολύνουν τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της έντασης και της ποιότητας του φωτισμού. Θερμοκήπια από πλαστικά φύλλα κάλυψης, που απορροφούν την UV ακτινοβολία, δεν είναι μόνο χρήσιμα για την προστασία των καλλιεργειών από τις καιρικές συνθήκες αλλά και για την προστασία από μυκητολογικές ασθένειες. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι τα πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία μπορούν να είναι αποτελεσματικά στον έλεγχο εχθρών και ασθενειών των θερμοκηπιακών καλλιεργειών (Antignus, 2000).

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).

Επίσης από μία σειρά πειραμάτων που διεξήχθησαν σε πειραματικά τούνελ στον αγρό 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 μεγάλη μείωση στον αριθμό των αλευρωδών (*B.tabaci*), θριπών (*F. occidentalis*) και αφίδων (*A. gossypii*), στα θερμοκήπια εκείνα, όπου χρησιμοποιήθηκε πλαστικό κάλυψης, που απέτρεπε την είσοδο της υπεριώδους ακτινοβολίας από τα 200 ως τα 400nm. Σημαντική μείωση καταγράφηκε σε ιούς που μεταδίδονται από τους αλευρώδεις σε φυτά τομάτας και πεπονιάς, που καλλιεργήθηκαν σε πειραματικά τούνελ στον αγρό και σε θερμοκήπια από πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία. Η εμφάνιση του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV) ήταν σε ποσοστό μόλις 1% σε αντίθεση με εκείνο του μάρτυρα που έφτανε στο 80%. Η εμφάνιση του ιού της ανωμαλίας του κίτρινου νανισμού της αγγουριάς (Cucumber yellow stunting disorder virus, CYSDV) στα πεπόνια μειώθηκε κατά 70% όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια από πλαστικά φύλλα κάλυψης, που απορροφούν την UV ακτινοβολία. Τα πλαστικά φύλλα κάλυψης που απορροφούν την UV ακτινοβολία εμφανίζονται να είναι αποτελεσματικά και στον μη έμμονο αφιδο-μεταδιδόμενο ιό του

κίτρινου μωσαϊκού της κοινής κολοκυθιάς (Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV) (Antignus, 2000).

Έρευνα των Costa et al. (2002) 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. Το όλο πείραμα πραγματοποιήθηκε δύο φορές και σε κάθε θερμοκήπιο φυτεύτηκαν δύο καλλωπιστικά φυτά. Την περίοδο από τον Οκτώβριο ως και το Φεβρουάριο (φθινόπωρο-χειμώνα) σε κάθε θερμοκήπιο φυτεύτηκαν τα καλλωπιστικά *Chrysanthemum sp.* και *Solidago sp.* Την περίοδο από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούλιο (άνοιξη-καλοκαίρι) σε κάθε θερμοκήπιο φυτεύτηκαν καλλωπιστικά είδη *Solidago sp.* και *Lisianthus sp.* Τα παραπάνω καλλωπιστικά φυτά επιλέχθηκαν γιατί είναι κοινοί ξενιστές των αφίδων, αλευρωδών και θριπών. Δεν παρατηρήθηκαν εμφανείς διαφορές στην αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών καθώς και στο χρωματισμό τους. 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. Σε αντίθεση, ο αριθμός των αλευρωδών δεν μειώθηκε στα θερμοκήπια που είχε τοποθετηθεί το απορροφητικό στη UV ακτινοβολία. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ταυτόσημα με εκείνα που διεξήχθησαν σε κλειστά πειραματικά τούνελ, όπου ένας σημαντικά μικρότερος αριθμός αλευρωδών συνελήφθηκε στα τούνελ που χρησιμοποιήθηκαν τα πλαστικά φύλλα κάλυψης, που απορροφούν τη UV ακτινοβολία. Η διαφορά ίσως να οφείλεται στο αφιλτράριστο φως που έμπαινε από τα ανοίγματα αερισμού των θερμοκηπίων (Costa et al., 2002).

Οι βομβύνοι *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae) είναι σημαντικοί φυσικοί επικονιαστές των αγγειόσπερμων και χρησιμοποιούν την όραση για την ανίχνευση των ανθέων καθώς και την επιλογή τους. Τα Υμενόπτερα, συμπεριλαμβανομένου και των βομβύνων, αντιλαμβάνονται την UV ακτινοβολία, ενώ αντίθετα το ανθρώπινο μάτι δεν την αντιλαμβάνεται λόγω της απορρόφησης από τα οπτικά φίλτρα μηκών κύματος μικρότερων των 400nm. Η ευαισθησία των βομβύνων στην UV ακτινοβολία προκαλεί το ερώτημα το αν συνθήκες φωτισμού που αποκλείουν την ακτινοβολία αυτή επηρεάζουν ή όχι την ικανότητά τους να ανιχνεύουν τα άνθη. Όπως αναφέρθηκε, οι βομβύνοι αποτελούν σημαντικούς επικονιαστές των φυτικών προϊόντων που παράγονται σε θερμοκήπια και η εκπεμπόμενη UV ακτινοβολία από τα διαφορετικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων ποικίλει. Ένα σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η θερμοκηπιακή καλλιέργεια της τομάτας. Η επικονίαση των ανθέων του

φυτού της τομάτας απαιτεί την ανάδευση των ανθήρων ώστε να ελευθερώσουν τη γύρη. Αποτελεσματική επικοινωνία επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων δόνησης είτε με τη χρήση των βομβύνων. Υπάρχουν στοιχεία ότι οι βομβύνοι αντιλαμβάνονται τις αλλαγές στην περιεκτικότητα του φωτός σε UV ακτινοβολία (Dyer and Chittka, 2004).

Τα αποτελέσματα της έρευνας των Dyer and Chittka (2004) έδειξαν ότι ενώ οι βομβύνοι αντιλαμβάνονται αν η πηγή φωτισμού περιέχει ή όχι UV ακτινοβολία, όμως η ικανότητα της όρασής τους, με την οποία μπορούν να ανιχνεύσουν τα άνθη των θερμοκηπιακών φυτών, δεν επηρεάζεται από τον τύπο του υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων.

1.9 Ποιοτικά χαρακτηριστικά της τομάτας

Η ποιότητα ενός προϊόντος καθορίζεται από όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά και ιδιότητες που εμπλέκονται στο να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις, τις ανάγκες και τις προσδοκίες του ατόμου που κρίνει το προϊόν. Γι' αυτό οι παραγωγοί ενδιαφέρονται οι τομάτες τους να έχουν καλή εμφάνιση και λίγα ελαττώματα. Επίσης γι' αυτούς, μία χρήσιμη ποικιλία τομάτας πρέπει να δίνει υψηλή παραγωγή, να είναι ανθεκτική σε ασθένειες, οι καρποί να συγκομίζονται εύκολα και να μεταφέρονται χωρίς να μειώνεται η ποιότητα τους. Από την άλλη οι παραλήπτες και οι διανομείς της τομάτας στην αγορά θεωρούν ως σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά την εμφάνιση, τη σταθερότητα των καρπών, τη συμπεριφορά ωρίμανσης του καρπού και τη διάρκεια ζωής του. Τέλος οι καταναλωτές θεωρούν καλής ποιότητας τομάτες αυτές που έχουν καλή εμφάνιση, είναι σταθερές (σφιχτές), που έχουν καλή γεύση και υψηλή θρεπτική αξία (Μαλέτσικα, 2004).

Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται σε δύο κυρίως χρωστικές, τη λυκοπίνη και την καροτίνη. Για τη σύνθεση των δύο αυτών χρωστικών, θα πρέπει στο θερμοκήπιο να επικρατούν ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού. Έχει βρεθεί ότι το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας για μέγιστη σύνθεση χρώματος κυμαίνεται γύρω στους 21-22°C. Το χρώμα είναι πολύ φτωχό όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από 13°C και επίσης, η σύνθεση του χρώματος περιορίζεται όταν η θερμοκρασία ανέρχεται πέραν των 24°C. Η λυκοπίνη, δίνει το κόκκινο χρώμα στον καρπό της τομάτας και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες από 10-30°C. Όσο αφορά τις συνθήκες φωτός, η λυκοπίνη σχηματίζεται και με την επίδραση του διάχυτου φωτός υπό σκιά. Η καροτίνη δίνει το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα στον καρπό και η σύνθεσή της επιτυγχάνεται επίσης

σε θερμοκρασίες 10-30°C αλλά για να συντεθεί χρειάζεται απαραίτητα την άμεση ακτινοβολία. Όταν οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες από 10°C, οι καρποί παραμένουν πράσινοι, γιατί δεν συντίθεται καμία από τις δύο χρωστικές (Ολύμπιος, 1994).

Εκτός από το χρώμα του καρπού, άλλα σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά, είναι η υφή και η σύμπλοκη γεύση (flavor) του καρπού. Η υφή επηρεάζεται από τη σταθερότητα της σάρκας και την αντίσταση της επιδερμίδας. η σύμπλοκη γεύση περιλαμβάνει εκτός από την κάθε αυτό γεύση, (taste), που οφείλεται στα σάκχαρα και οξέα των φρούτων και λαχανικών και το άρωμα, που οφείλεται στα πτητικά τους συστατικά. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα επίπεδα σακχάρων και οξέων στην τομάτα επηρεάζουν όχι μόνο τη γεύση αλλά και τη γλυκύτητα και την αλμυρότητα (Μαλέτσικα, 2004).

Η σταθερότητα, το χρώμα, η σφαιρικότητα, η απουσία ελαττωμάτων, η ομοιομορφία στο μέγεθος είναι τα μη-καταστροφικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται ευρέως από τους καταναλωτές και του διανομείς στην εκτίμηση της ποιότητας της τομάτας. Η προτίμηση για συγκεκριμένο μέγεθος καρπών τομάτας ποικίλει ανάλογα με τον καταναλωτή και εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από τη χρήση αυτών των καρπών. Το μέγεθος των καρπών ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία (Μαλέτσικα, 2004).

1.10 Σκοπός της μελέτης

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 σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις πάνω στην επίδραση των συγκεκριμένων πλαστικών στη λειτουργία της επικονίασης με τους βομβύνους, *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 επίσημων εντόμων.

Τέλος, με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έγινε προσπάθεια εξέτασης για το πόσο και αν τα ανωτέρω πλαστικά φύλλα κάλυψης επηρεάζουν τη δράση των βομβύνων

και κατ' επέκταση αν επηρεάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της τομάτας. Γι' αυτό το σκοπό, εξετάσαμε τόσο τη δράση βομβύνων στα άνθη όσο και ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (βάρος, διάμετρος, όγκος, χρώμα, Brix, και pH) που είχαν ή όχι δεχθεί τη δράση των βομβύνων.

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Εισαγωγή

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. Τα νέα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, ονομάζονται φωτοεκλεκτικά ή UV πλαστικά κάλυψης (Βατσανίδου, 2002).

Τα περισσότερα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμοκηπίων περιέχουν ήδη συστατικά που δεσμεύουν την UV ακτινοβολία που παρατείνουν τη διάρκεια χρήσης 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).

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).

Από μία σειρά πειραμάτων που διεξήχθησαν σε πειραματικά τούνελ στον αγρό 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 (Antignus, 2000).

Πρόσφατα διεξήχθηκε ένα πείραμα στην Καλιφόρνια σε εμπορικά θερμοκήπια καλλωπιστικών καλλιεργειών (8x4x3m) 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 αποτρέπουν 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).

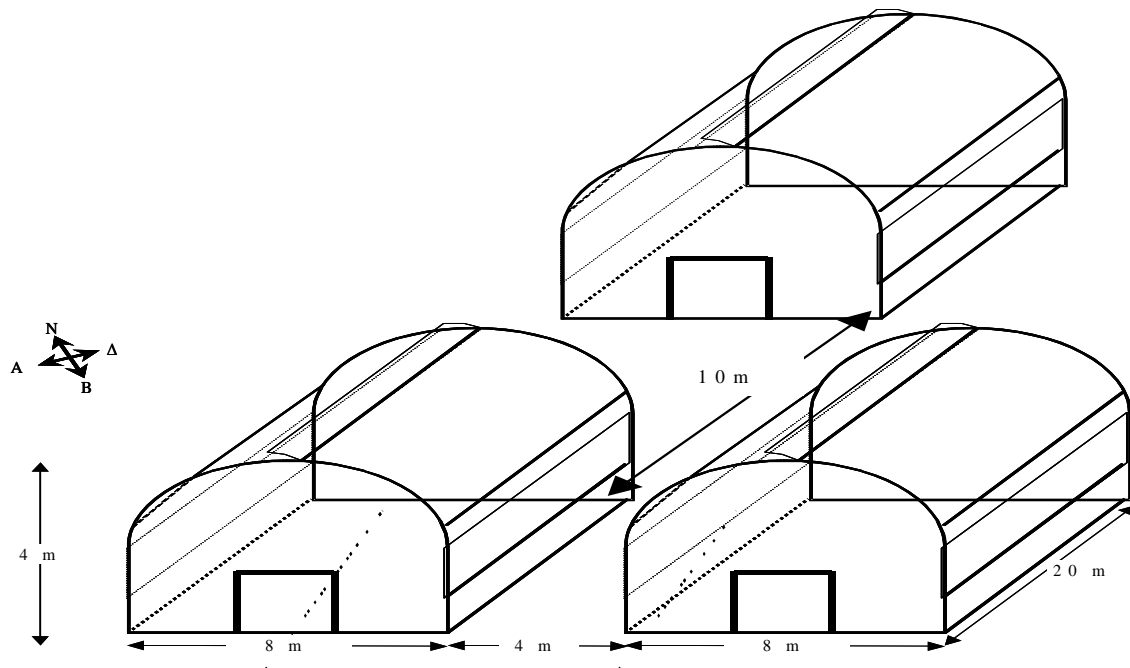
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

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 τόσο την χειμερινή περίοδο του Δεκεμβρίου 2003-Φεβρουάριο 2004 όσο και κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του Μαρτίου-Ιουνίου 2004. 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.

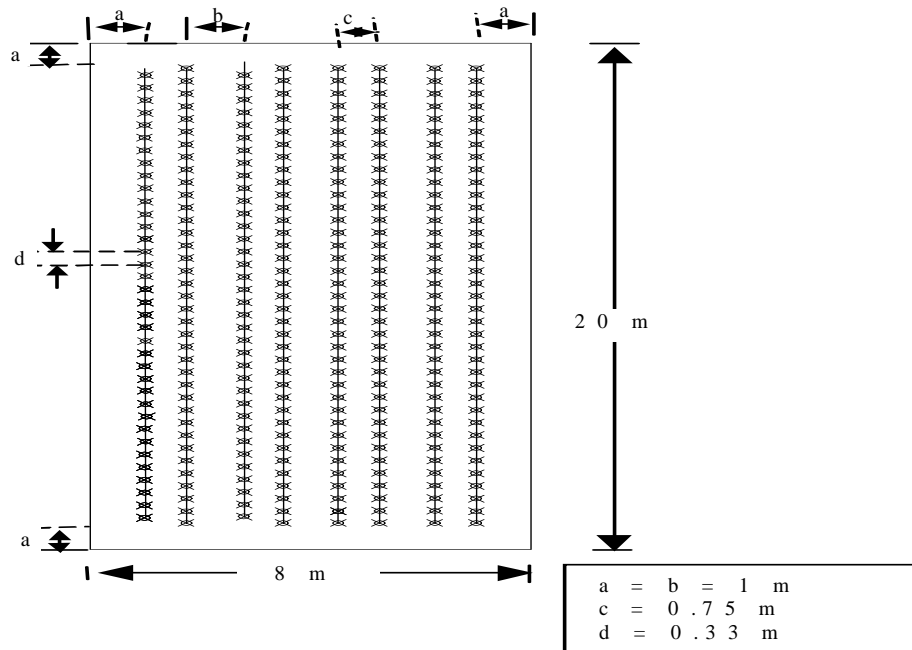
Τρία υλικά κάλυψης, που επιτρέπουν τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) σε διαφορετικά επίπεδα, προερχόμενα από την εταιρεία «Πλαστικά Κρήτης», τοποθετήθηκαν στα θερμοκήπια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Στα δύο από αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα νέα πλαστικά φύλλα, τα οποία είτε απορροφούν την υπεριώδη 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).



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση των θερμοκηπίων του πειράματος [Θερμοκήπιο με 0% διέλευση της UV ακτινοβολίας (επάνω), Θερμοκήπιο με 3% διέλευση της UV ακτινοβολίας (κάτω αριστερά) και θερμοκήπιο με κοινό εμπορικό πλαστικό (κάτω δεξιά)]

2.2.2 Καλλιέργεια

Η ποικιλία της καλλιέργειας τομάτας που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του πειράματος ήταν η BELLADONA (φυτώρια Κρήτης, «Κρόνος»). Η μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε στις 06/12/2003, όταν αυτά είχαν αναπτύξει 6-8 φύλλα. Ακολούθησε δεύτερη μεταφύτευση φυτών και στα τρία θερμοκήπια στις 08/03/2004 λόγω καταστροφής των φυτών του θερμοκηπίου που επιτρέπει τη διέλευση κατά 3% της UV ακτινοβολίας, από παγετό. 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

Ο συνολικός αριθμός φυτών τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 376 φυτά/θερμοκήπιο με πυκνότητα φύτευσης $2,35 \text{ φυτά/m}^2$.

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. Για την υποβοήθηση της επικονίασης και γονιμοποίηση των ανθέων έγινε εισαγωγή μίας κυψέλης του *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae) για κάθε θερμοκήπιο. Η εγκατάστασή τους έγινε στις 15 Μαΐου 2004.

Η καλλιέργεια έγινε σε υδροπονικό σύστημα. Το έδαφος καλύφθηκε με ειδικό άσπρο πλαστικό και οι σάκοι με το υπόστρωμα τοποθετήθηκαν σε 0,5m πάνω από το έδαφος. Το υπόστρωμα ανάπτυξης ήταν περλίτης. 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 φορές. 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.

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

Στοιχείο	Συγκέντρωση	Στοιχείο	Συγκέντρωση
NO ₃ ⁻	233ppm	Fe	0,5mg/l
H ₂ PO ₄ ⁻	40ppm	Mn	0,5mg/l
SO ₄ ⁻	40ppm	Zn	0,25mg/l
NH ₄	0,5mmol	B	0,20mg/l
K ⁺	280ppm	Cu	0,030mg/l
Ca ⁺⁺	164ppm	Mo	0,050mg/l
Mg ⁺⁺	46ppm		

Επεμβάσεις με χημικά φυτοπροστατευτικά πραγματοποιήθηκαν: α) Δύο ψεκασμοί με το μυκητοκτόνο Daconil (10/1/04 και 3/4/04), β) Ένας ψεκασμός με τα εκλεκτικά ακαρεοκτόνα Omite 30WP (propargite) και Apollo 50SC (clofentezine) στις 3/5/04, γ) Ψεκασμός με το ζιζανιοκτόνο Roundup (glyphosate) 12/4/04 των ζιζανίων που αναπτύσσονταν περιφερειακά στο εξωτερικό των θερμοκηπίων. Επιπλέον, πραγματοποιούταν σε τακτά χρονικά διαστήματα κοπή και απομάκρυνση των ζιζανίων που αναπτύσσονταν περιφερειακά των θερμοκηπίων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό.

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 7 και 8). Το σύνολο των χρωματικών κολλητικών παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν για τους θρίπες ήταν 64 και για τις αφίδες ήταν 17.

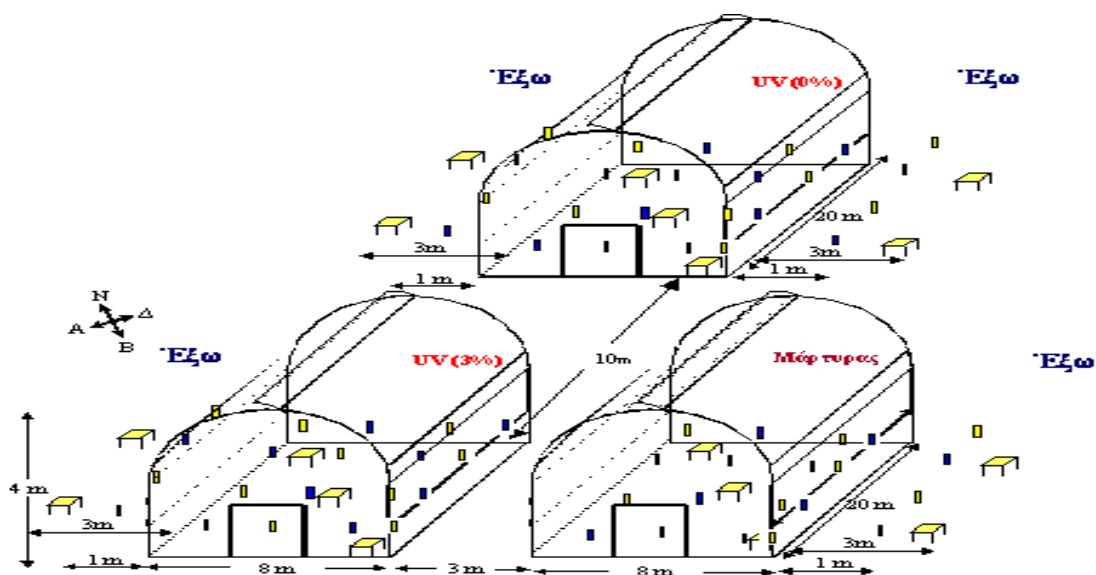
Εσωτερικά σε κάθε θερμοκήπιο τοποθετήθηκαν οκτώ κίτρινες και οκτώ μπλε κολλητικές παγίδες, εναλλάξ, σε τέσσερις σειρές των τεσσάρων παγίδων. Κάθε σειρά των κολλητικών παγίδων βρισκόταν πάνω από τις διπλές γραμμές φύτευσης. Όσον αφορά τις κίτρινες παγίδες νερού για τις αφίδες, τοποθετήθηκαν τρεις παγίδες στους τρεις μεσαίους διαδρόμους των θερμοκηπίων. Σχηματικά η τοποθέτηση των παγίδων στο εσωτερικό των θερμοκηπίων παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.



Εικόνες (7) Κίτρινη παγίδα νερού

(8) Κολλητικές χρωματικές

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 θερμοκήπιο 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 19 Δεκεμβρίου 2003 και συνεχίστηκε ως τις 30 Ιουνίου 2004 (26^η εβδομάδα του έτους). Ο αριθμός των ατόμων του θρίπα που παγιδεύονταν στις χρωματικές κολλητικές παγίδες (κίτρινες, μπλε) καταγραφόταν έπειτα από επί τόπου εξέταση των παγίδων με μεγεθυντικό 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, 12 Δεκεμβρίου 2003 και συνεχίστηκε μέχρι τις 30 Ιουνίου 2004 (26^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. Στο στόμιο που βρισκόταν στο κάτω μέρος της παγίδας νερού τοποθετούταν κατά τη διάρκεια της συλλογής των αφίδων, κύπελλο το στόμιο του οποίου καλυπτόταν με τούλι. Οι παγίδες νερού μετά το πέρας της συλλογής πλένονταν και πληρώνονταν με νερό. Τα έντομα που συλλαμβάνονταν στις παγίδες μεταφέρονταν μέσα σε μπουκαλάκια γεμάτα αλκοόλη στο εργαστήριο, όπου ακολουθούσε η αναγνώριση 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 και συμπλήρωσή των αν χρειαζόταν, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και επομένως της εξάτμισης του νερού.

2.2.4 Καταμέτρηση Εντόμων σε Φυτά

Για την καταμέτρηση των εντόμων στα φυτά πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή πέντε φυτών τομάτας σε κάθε γραμμή φύτευσης. Συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο επιλέχθηκαν 40 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.

Η παρακολούθηση των θριπών και αφίδων πάνω στα φυτά τομάτας άρχισε στις 14 Απριλίου 2004 (15^η εβδομάδα του έτους) και συνεχίστηκε ως τις 30 Ιουνίου 2004 (26^η εβδομάδα του έτους). Για την εξέταση των φυτών επιλέχθηκαν τρία φύλλα, στην κορυφή, μέση και βάση της τομάτας. 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

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

2.2.5 Παρακολούθηση των φυσικών επικονιαστών

Μετά την εισαγωγή των βομβύνων στο θερμοκήπιο και την προσαρμογή τους στις συνθήκες του θερμοκηπίου, άρχισε ο έλεγχος για την εκτίμηση της επίδρασης που έχουν στην επικονίαση των ανθέων και στη διαμόρφωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών. Ειδικότερα στις 11 Μαΐου 2004 έγινε σήμανση δέκα φυτών τομάτας στις έξι εσωτερικές γραμμές (πλην των δύο ακριανών), στα οποία καλύφθηκαν δύο ταξιανθίες τους με τούλι, έτσι ώστε να μην μπορούν οι βομβύνοι να επικονιάσουν τα συγκεκριμένα άνθη. Μετά το πέρασμα κάποιων ημερών, αφού είχε προηγηθεί το δέσιμο των ανθέων και η έναρξη του σχηματισμού των καρπών ανοίχθηκαν τα τούλια και καταγράφηκε το ποσοστό καρπόδεσης.

Η παρακολούθηση των φυσικών επικονιαστών γινόταν επί τόπου. Επειδή γνωρίζαμε ότι η συγκεκριμένη ποικιλία τομάτας είναι παρθενοκαρπική και έχοντας την εμπειρία του πειράματος του προηγούμενου έτους για να μπορέσουμε να εξάγουμε καλύτερα συμπεράσματα ελέγξαμε και την επισκεψιμότητα των βομβύνων στα άνθη. Το χρονικό διάστημα από τις 4 Ιουνίου 2004 ως και τις 11 Ιουνίου 2004, μετά την άνθηση των φυτών, γινόταν καταγραφή του αριθμού των ανθέων που εξελίσσονταν σε καρπούς σε σύνολο 30 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.

Οι βομβύνοι, με το σχετικά μεγάλο μέγεθός τους, όταν επισκέπτονται ένα άνθος, στην προσπάθειά τους να συλλέξουν γύρη για ικανοποίηση των διατροφικών τους αναγκών «ανακατώνουν» το άνθος και γυρεόκοκκοι φεύγουν από τους ανθήρες και επικάθονται επί του στίγματος και έτσι συμβάλλουν στη φυσική επικονίαση. Μερικές ημέρες μετά την επίσκεψη του βομβύνου σε ένα άνθος τομάτας, οι στήμονες αποκτούν καφέ χρωματισμό, αποτέλεσμα του τσιμπήματος που είχε κάνει ο βομβύνος στην προσπάθειά του να μαζέψει τη γύρη, οπότε έτσι ήμασταν σε θέση να διαπιστώσουμε τη δράση τους και γνωρίζαμε λοιπόν για κάθε ταξιανθία που είχαμε επιλέξει πόσα άνθη είχαν επισκεφθεί οι βομβύνοι και πόσα όχι.

Η καλλιεργητική πρακτική που ακολουθείται από τους παραγωγούς θερμοκηπιακής τομάτας και βασίζεται στην εισαγωγή και εγκατάσταση αποικιών με βομβύνους, στοχεύει στην αύξηση της παραγωγής και στην απόκτηση καρπών τομάτας με καλύτερα

ποιοτικά χαρακτηριστικά. Γι' αυτό λοιπόν εξετάσαμε τη δράση των βομβύνων για να διαπιστώσουμε αν όντως έχουμε καλύτερους ποιοτικά καρπούς, σε σχέση με αυτούς που προήλθαν από την αυτογονιμοποίηση. Έγιναν λοιπόν δειγματοληψίες καρπών τομάτας στις 1, 5 και 8 Ιουλίου 2004 τόσο από τα φυτά μάρτυρες, τα οποία είχαν γονιμοποιηθεί από τους βομβύνους, όσο και από τις ταξιανθίες, οι οποίες είχαν καλυφθεί με τούλι και οι καρποί τους σχηματίστηκαν κανονικά με φυσική επικονίαση. Ειδικότερα συλλέχθηκαν από την 6η και 7η ταξιανθία των φυτών τομάτας 60 καρποί από κάθε θερμοκήπιο (30 από τον μάρτυρα και 30 από τα φυτά που ήταν καλυμμένα με τούλι). Ο σκοπός της παραπάνω προσπάθειας ήταν να δούμε, όπως αναφέραμε παραπάνω, πώς επηρεάζεται η δράση των βομβύνων στο σχηματισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών (βάρος, διάμετρος, όγκος, χρώμα, brix και pH) από τη χρήση πλαστικών φύλλων κάλυψης των θερμοκηπίων που επιτρέπουν τη διέλευση ενός μόνο ποσοστού της UV ακτινοβολίας ή και καθόλου.

Η μέτρηση του ύψους και της διαμέτρου έγινε με μετροταινία και με τη βοήθεια δύο κουτιών (ενός σταθερού και ενός μετακινούμενου) όπου ανάμεσά τους τοποθετούταν ο καρπός της τομάτας. Η απόσταση των δύο κουτιών έδινε το ύψος ή τη διάμετρο του καρπού. Όσο αφορά τον όγκο, πληρώθηκε ογκομετρικό δοχείο με 400ml νερό και μέσα σε αυτό βυθιζόταν ο καρπός της τομάτας. Η άνοδος της στάθμης του νερού (υπολογίστηκε με τη βοήθεια χαρτιού millimetre) έδειχνε τον όγκο του καρπού της τομάτας.

Το στάδιο ωριμότητας του καρπού είναι δυνατόν να προσδιοριστεί και από την περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά (π.χ. σουκρόζη, φρουκτόζη, οξέα, βιταμίνες, μέταλλα, αμινοξέα, πρωτεΐνες, ορμόνες). Την ιδιότητα αυτή του φυτικού χυμού να διαθλά το φως την εκμεταλλευόμαστε για τον προσδιορισμό του σακχαρικού τίτλου του καρπού. Συμβατικά έχει γίνει αποδεκτό να προσδιορίζεται ως περιεχόμενο σε σάκχαρα ή δείκτης διάθλασης ή βαθμούς Brix, το εκατοστιαίο ποσοστό διαλυτής ξηρής ουσίας το οποίο περιέχεται στο χυμό ενός καρπού. Το περιεχόμενο σε σάκχαρα ή βαθμοί Brix μπορεί να προσδιοριστεί μέσω του διαθλασίμετρου. Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι μετρήσεις Brix χρησιμοποιούνται ως κριτήριο ποιότητας καθώς και ως κριτήριο ωριμότητας και επιδιώκεται πάντα η συγκομιδή να γίνεται μόνο εφόσον οι καρποί έχουν αποκτήσει ένα ελάχιστο ποσοστό (%) διαλυτών στερεών συστατικών. Το διαθλασίμετρο χειρός είναι ένα απλό όργανο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα τόσο στο εργαστήριο όσο και στο εργοστάσιο και στο χωράφι για τον έλεγχο της αύξησης των διαλυτών στερεών (π.χ. τομάτας, τεύτλων, σταφυλιού, εσπεριδοειδών,

μπύρας κ.α.). Το όργανο αποτελείται από ένα οπτικό σωλήνα, που στο ένα άκρο φέρει ένα προσοφθάλμιο φακό και στο άλλο φέρει ένα πρίσμα μαζί με το κάλυμμά του. Επίσης υπάρχουν και οι ρυθμιστικοί κοχλίες. Επειδή στο διαθλασίμετρο χρησιμοποιούνται 1-2 σταγόνες δείγματος, για το λόγο αυτό το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου για την αποφυγή σφάλματος. Η μέτρηση του Brix των καρπών πραγματοποιήθηκε ως εξής: χωρίστηκαν οι καρποί από κάθε θερμοκήπιο σε πέντε επαναλήψεις (5) των έξι (6) καρπών. Κόπηκε ο κάθε καρπός, της κάθε επανάληψης, σε τέσσερα κομμάτια και πήραμε τα δύο κομμάτια από κάθε καρπό. Τα κομμάτια αυτά ομογενοποιήθηκαν στο blender. Από τον πολτό που προέκυψε μετά την ομογενοποίηση πάρθηκε μια μικρή ποσότητα (περίπου 10g), διηθήθηκε και στη συνέχεια στάξαμε από το διήθημα 2-3 σταγόνες πάνω στο διαθλασίμετρο από το οποίο πάρθηκε και η τελική μέτρηση του δείγματος.

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε ως εξής: από τον παραπάνω πολτό, ζυγίστηκαν 10g και στη συνέχεια προστέθηκαν 100ml απεσταγμένο νερό. Ακολούθησε διήθηση του δείγματος και από το διήθημα πήραμε 50ml στο οποίο μετρήσαμε το pH.

2.2.6 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο STATISTICA 6.0. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων των μεταχειρίσεων τόσο για τους πληθυσμούς των αφίδων όσο και για τους πληθυσμούς των θριπών χρησιμοποιήθηκε το υποπρόγραμμα ANOVA. Με αυτό το υποπρόγραμμα πραγματοποιήθηκε ανάλυση παραλλακτικότητας (Factorial ANOVA) για ένα και δύο παράγοντες. Ο έλεγχος σημαντικότητας που συνδέεται με την ANOVA είναι ο έλεγχος του λόγου των διακυμάνσεων ή F-test.

2.3 Αποτελέσματα

2.3.1 Θρίπες

2.3.1.1 Συλληφθέντα άτομα θριπών στις κολλητικές παγίδες

Οι συλλήψεις των ατόμων θρίπα στις κίτρινες και μπλε κολλητικές παγίδες τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. 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	32	314.50a*	49.93
2	Μπλε	32	211.03b	80.23

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.001$, $DF = 1.00$, $F = 19.51$

Παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός θριπών στις κίτρινες από τις μπλε παγίδες, στις οποίες ο αριθμός των παγιδευμένων θριπών διαφέρει στατιστικώς σημαντικά.

Ο αριθμός των θριπών που συνελήφθησαν στις παγίδες στο εξωτερικό περιβάλλον, στο εσωτερικό του θερμοκηπίου που επιτρέπει τη διέλευση 7% της UV ακτινοβολίας, 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 4.

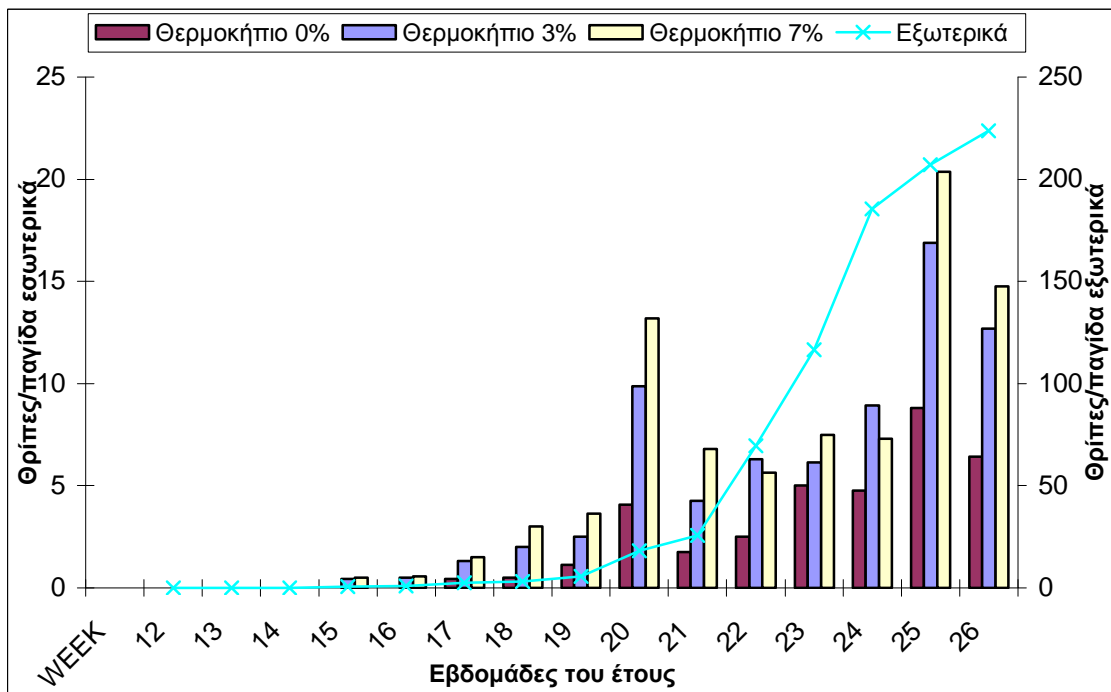
Πίνακας 4. Αριθμός συλληφθέντων θριπών στις κολλητικές παγίδες στο εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	16	859.13a*	76.34
2	Θερμοκήπιο 7%UV	16	84.75b	6.79
3	Θερμοκήπιο 3% UV	16	71.81b	5.91
4	Θερμοκήπιο 0% UV	16	35.38c	4.52

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.001$, $DF = 3.00$, $F = 307.27$

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραλλακτικότητας έδειξαν ότι οι συλλήψεις θριπών στις κολλητικές παγίδες διέφεραν σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων (εξωτερικό, μάρτυρας, 3%UV, 0%UV, $P<0,05$). 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 ($P<0,05$). Ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό του μάρτυρα, με 7% UV ακτινοβολία, ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από το θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία, και παρόμοιος με το θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία (κριτήριο Tukey HSD) (Πίνακας 4).

Η διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στις διαφορετικές μεταχειρίσεις φαίνονται στο Σχήμα 4.

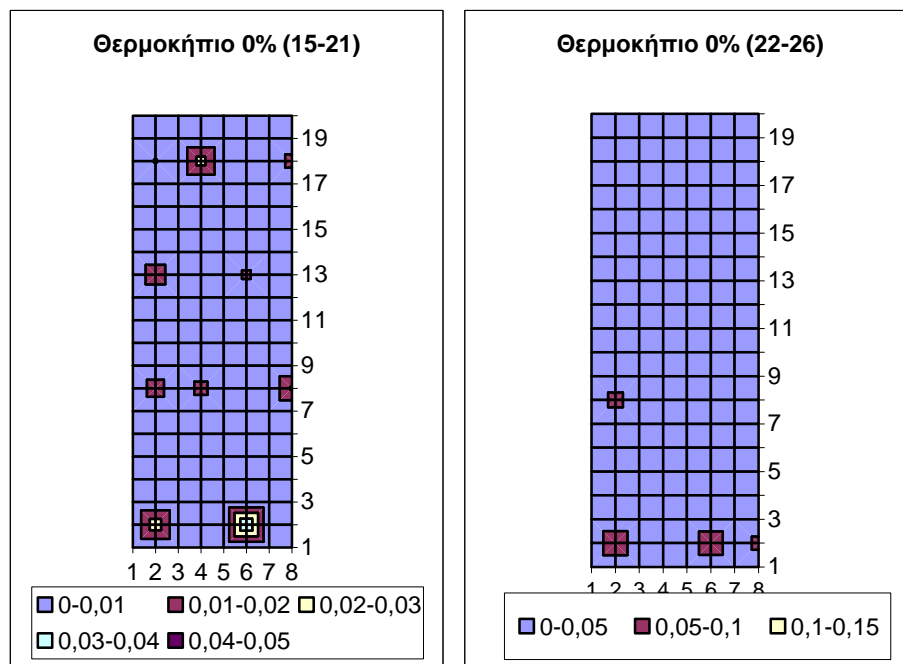


Σχήμα 4. Διακύμανση των συλληφθέντων θριπών στο εσωτερικό και εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

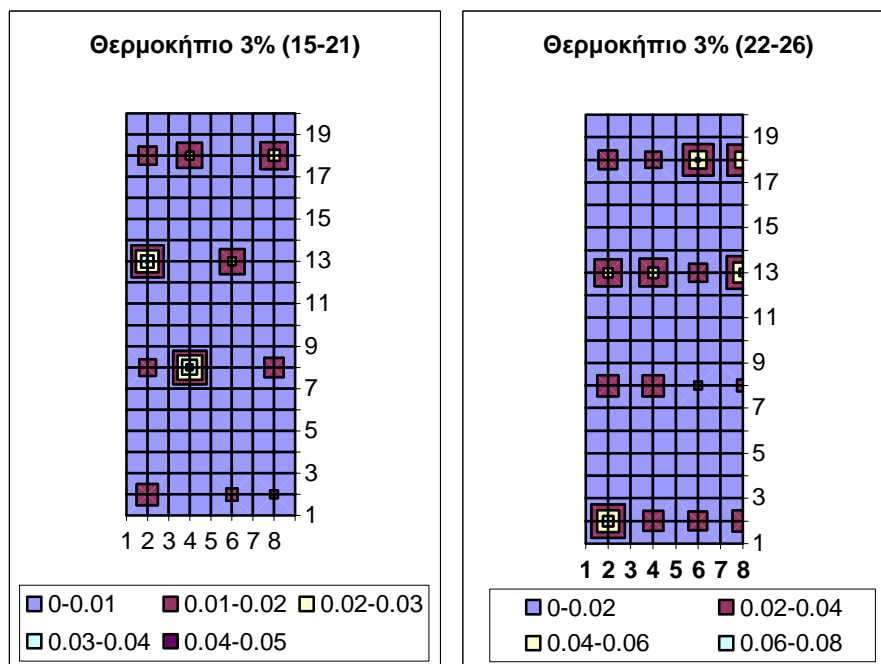
Από το Σχήμα 4 φαίνεται ότι οι παγίδες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV συλλάμβαναν θρίπες από την 17^η εβδομάδα σε σχέση με τις παγίδες στα άλλα δύο θερμοκήπια οι οποίες συλλάμβαναν θρίπες από την 14^η εβδομάδα. Επίσης, υπάρχει μία σταδιακή αύξηση των συλλήψεων των θριπών στις παγίδες και το μέγιστο 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 αθροιστικά των συλληφθέντων θριπών στις παγίδες τις πρώτες επτά εβδομάδες (15^η ως 21^η) και τις τελευταίες πέντε εβδομάδες των παρατηρήσεων (22^η ως 26^η), στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0%, 3% UV και του μάρτυρα, 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.

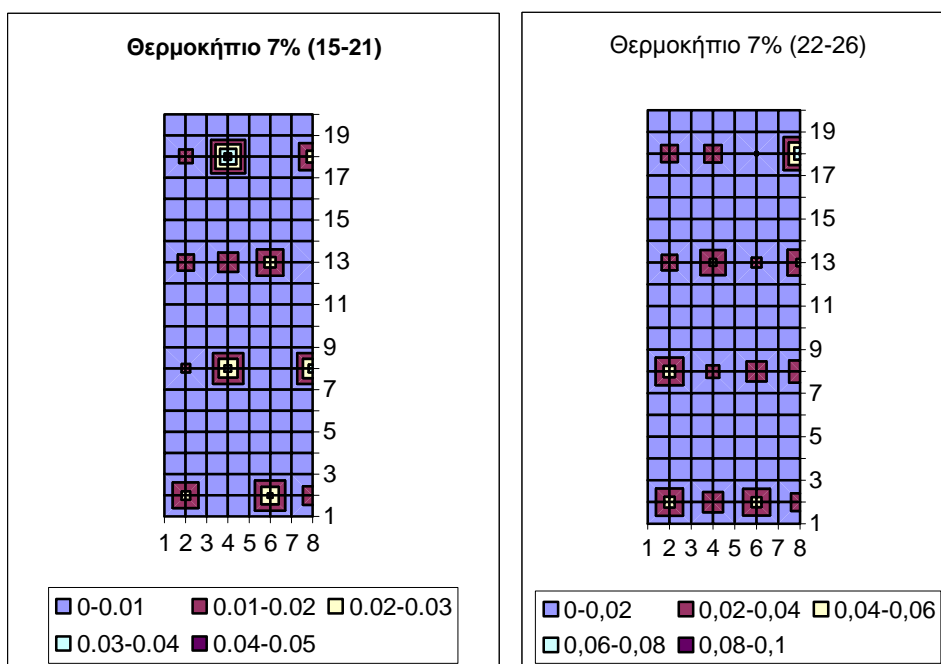
Η κάθε θέση μέτρησης ορίσθηκε από το αντίστοιχο ζεύγος συντεταγμένων σε σχέση με το μήκος και το πλάτος του θερμοκηπίου.



Σχήμα 5 (α). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 0% από τη 15^η ως 21^η εβδομάδα (αριστερά) και 22^η ως 26^η εβδομάδα (δεξιά)



Σχήμα 5 (β). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο 3% UV θερμοκήπιο από τη 15^η ως 21^η εβδομάδα (αριστερά) και 22^η ως 26^η εβδομάδα (δεξιά).



Σχήμα 5 (γ). Χωρική κατανομή των θριπών που συλλήφθηκαν σε χρωματικές κολλητικές παγίδες στο μάρτυρα από τη 15^η ως 21^η εβδομάδα (αριστερά) και 22^η ως 26^η εβδομάδα (δεξιά).

Από τα Σχήματα 5 (α), (β) και (γ) παρατηρείται ότι υπάρχει από την αρχή μία τάση συγκέντρωσης των θριπών στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες στις άκρες του θερμοκηπίου (σημειώνονται σε κόκκινο πλαίσιο). Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται πιο έντονα στον θερμοκήπιο με 0% διέλευση της UV ακτινοβολίας σε σχέση με τα θερμοκήπια με 3% και 7% διέλευση της UV ακτινοβολίας, όπου παρατηρείται μία μεγαλύτερη διασπορά των συλλήψεων στις παγίδες.

2.3.1.2 Πληθυσμός θριπών πάνω στα φυτά

Ο αριθμός των θριπών που παρατηρήθηκαν πάνω στα φυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Επισημαίνεται ότι στο συνολικό αριθμό των μετρήσεων συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου.

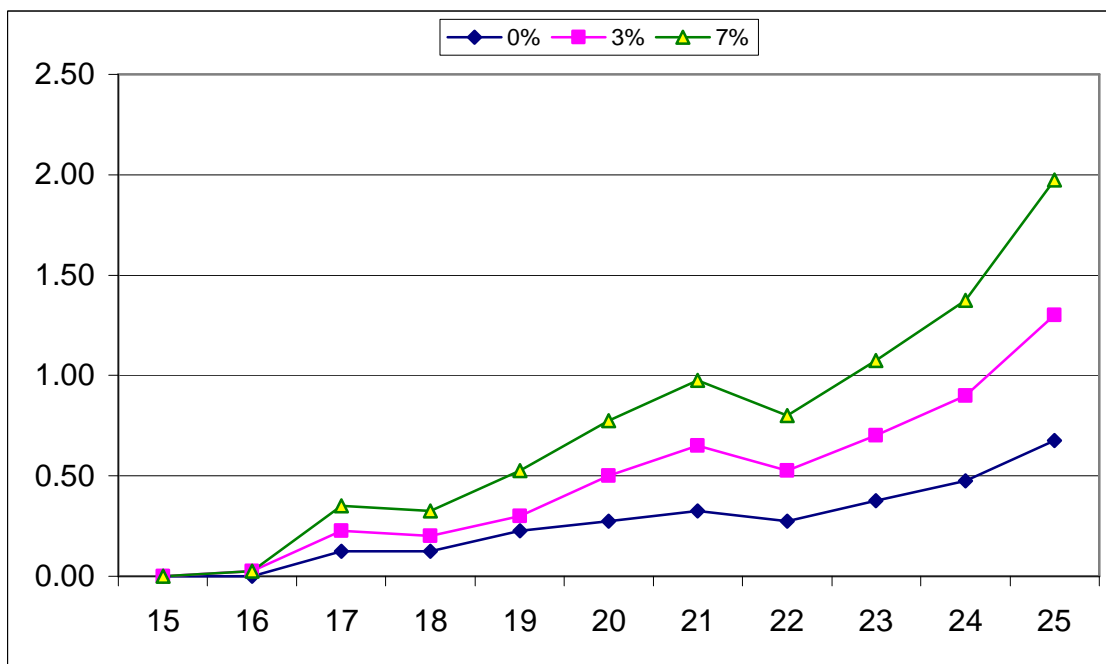
Πίνακας 5. Αριθμός παρατηρούμενων θριπών ανά φυτό

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	40	2,88a*	0,46
2	Θερμοκήπιο 3%UV	40	2,45a	0,48
3	Θερμοκήπιο 0%UV	40	1,65a	0,35

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$ και $F = 2.45$.

Ο αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στο μάρτυρα φαίνεται να είναι μεγαλύτερος από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης, φαίνεται ότι στο θερμοκήπιο με 0% 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.

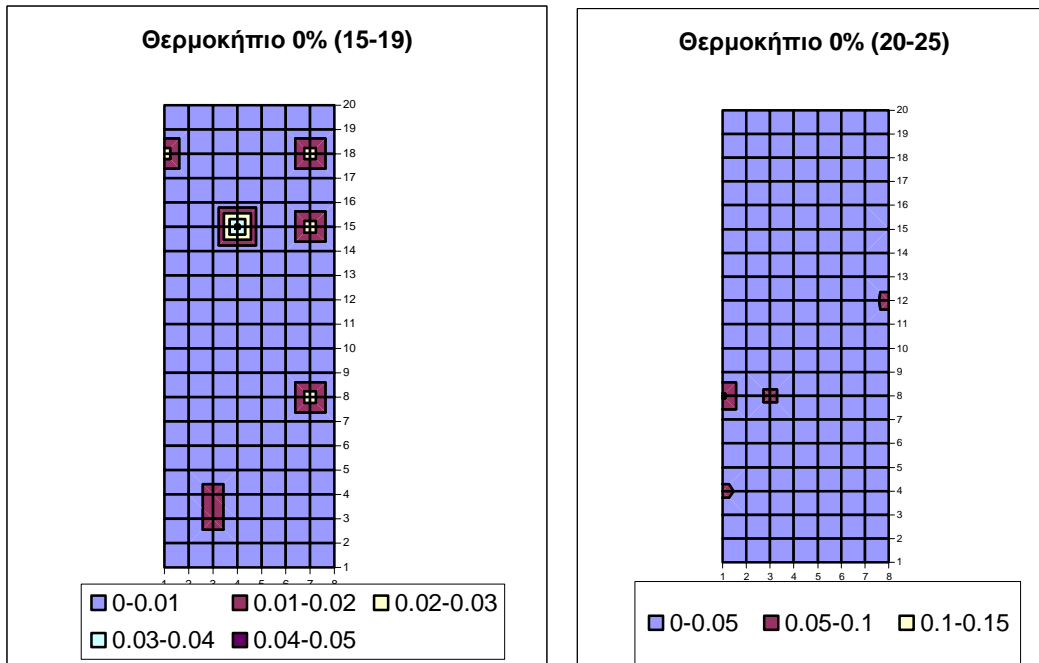
Η διακύμανση των παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά στις διαφορετικές μεταχειρίσεις φαίνονται στο Σχήμα 6.



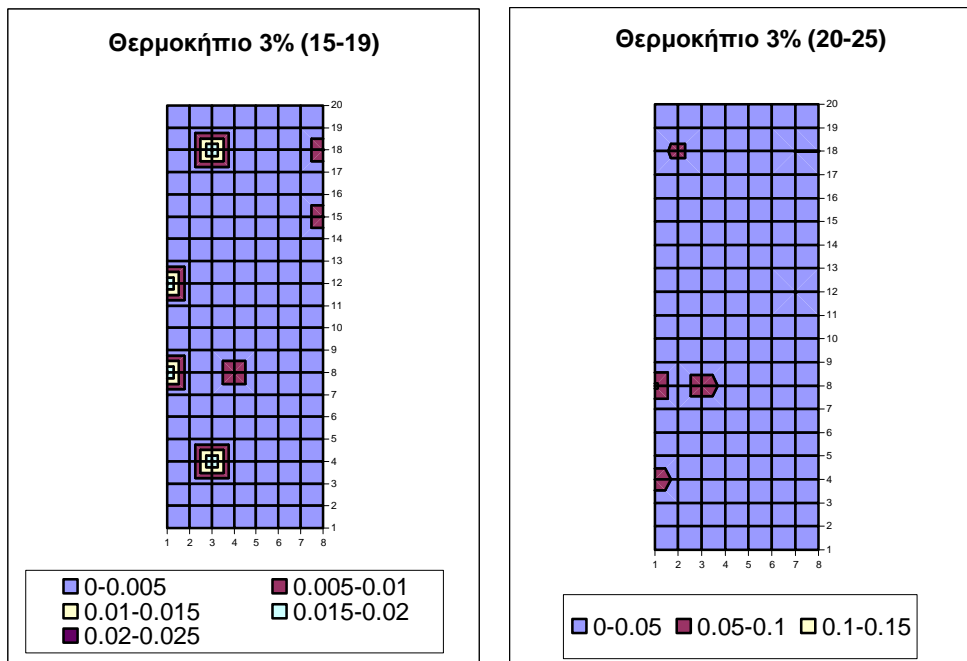
Σχήμα 6. Αριθμός παρατηρούμενων θριπών πάνω στα φυτά

Από το Σχήμα 6 φαίνεται ότι οι παγίδες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV συνελήφθησαν θρίπες από την 17^η εβδομάδα σε σχέση με θερμοκήπιο που επιτρέπει 3% τη διέλευση της UV ακτινοβολίας στο οποίο καταμετρήθηκαν θρίπες από την 16^η εβδομάδα. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ο μάρτυρας έχει μεγαλύτερο αριθμό συλλήψεων θριπών πάνω στα φυτά και ακολουθεί το θερμοκήπιο με 3%, ενώ στο θερμοκήπιο με 0% UV παρατηρήθηκαν οι μικρότερες συλλήψεις.

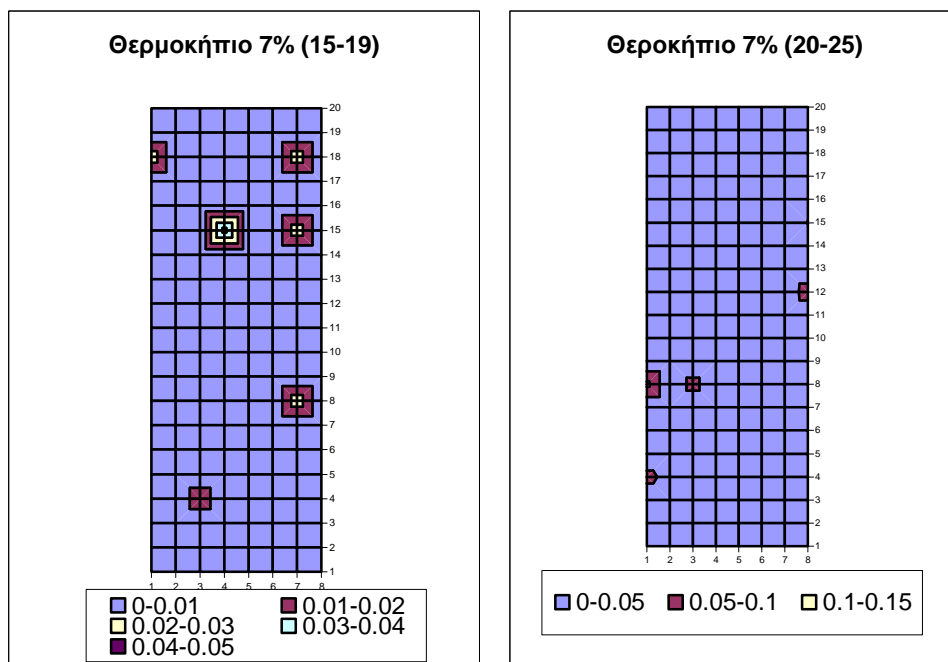
Στα Σχήματα 7 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε δύο χρονικές περιόδους (από την 15^η ως τη 19^η εβδομάδα και από την 20^η ως την 25^η εβδομάδα του έτους). Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τις παγίδες, εδώ όμως χρησιμοποιήθηκε ο πληθυσμός των θριπών που μετρήθηκε σε κάθε φυτό στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.



Σχήμα 7 (α). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 0% από την 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από την 20^η ως την 25^η εβδομάδα (δεξιά)



Σχήμα 7 (β). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 3% από την 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από την 20^η ως την 25^η εβδομάδα (δεξιά)

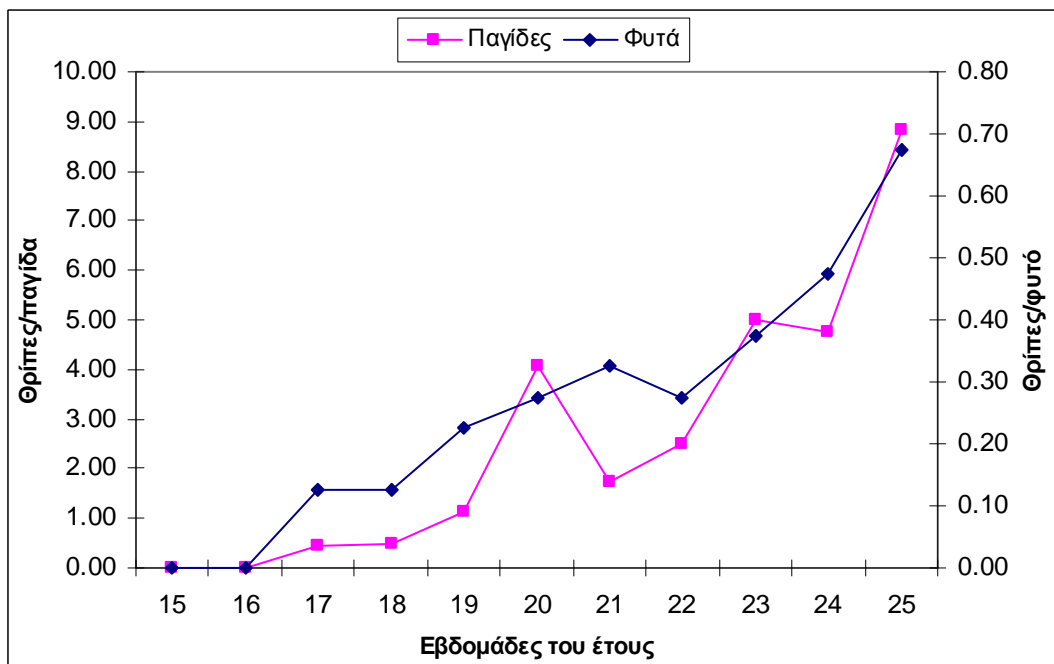


Σχήμα 7 (γ). Κατανομή των θριπών στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα από την 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από την 20^η ως την 25^η εβδομάδα (δεξιά)

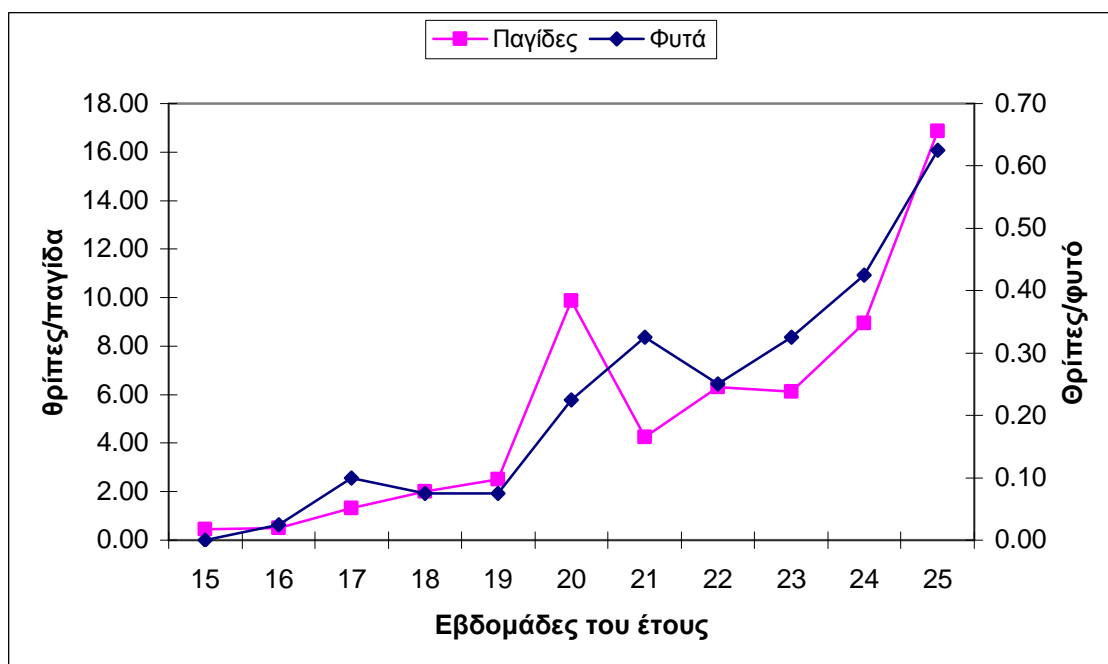
Από τα Σχήματα 7 (α), (β) και (γ) παρατηρείται ότι υπάρχει από την αρχή μία τάση συγκέντρωσης των θριπών στα φυτά που είχαν φυτευτεί στις σειρές του θερμοκηπίου που βρίσκονταν κοντά στα ανοίγματα (σημειώνονται σε κόκκινο πλαίσιο). Η κατανομή αυτή παρατηρείται και στα τρία θερμοκήπια.

2.3.1.3 Συσχέτιση μετρήσεων θριπών σε φυτά και παγίδες

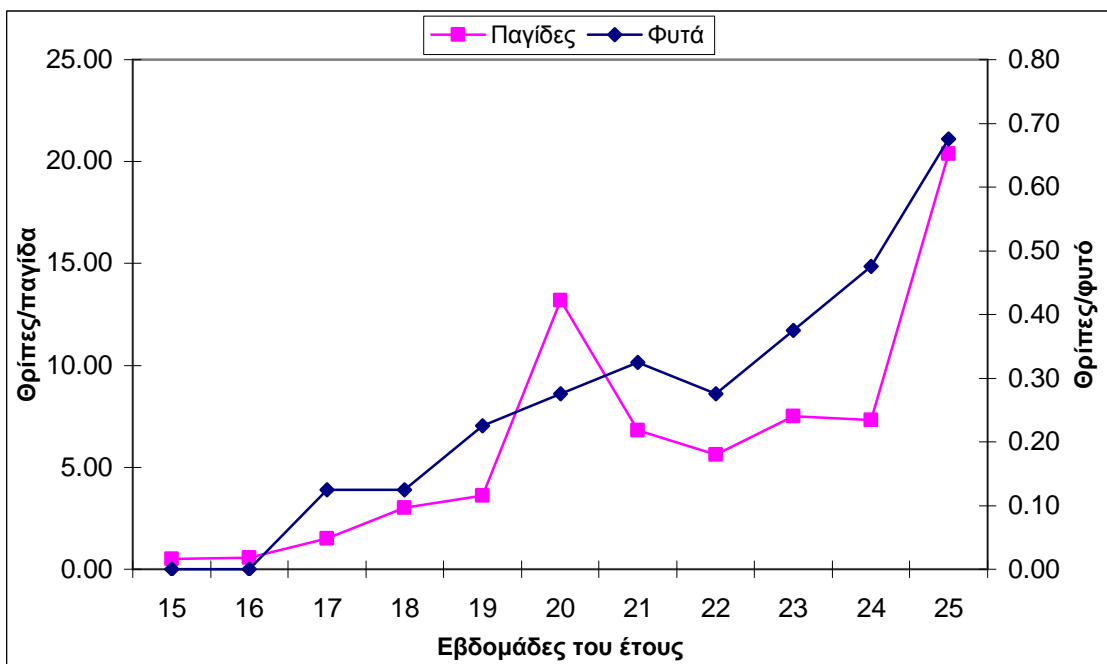
Οι γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω δείχνουν τη διακύμανση των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και του αριθμού των παρατηρούμενων ατόμων πάνω στα φυτά.



Σχήμα 8(α). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία



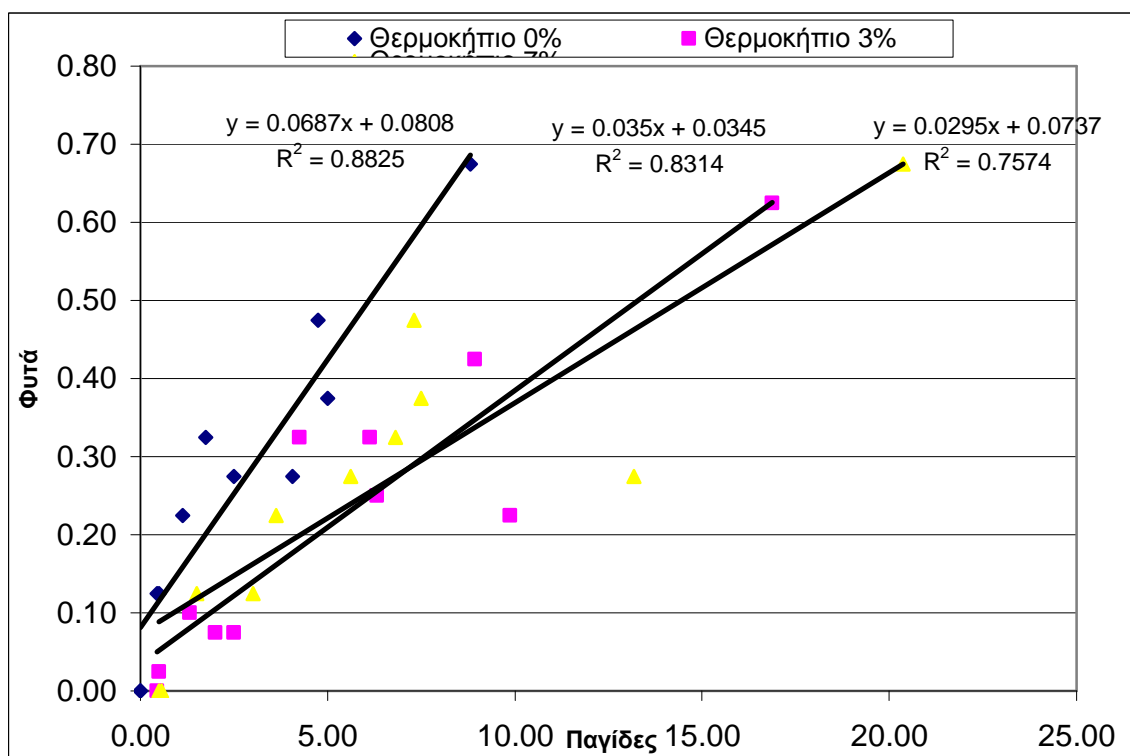
Σχήμα 8(β). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία



Σχήμα 8(γ). Συλλήψεις θριπών στις παγίδες και αριθμός των παρατηρούμενων θριπών στα φυτά στο μάρτυρα

Στα Σχήματα 8 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται το γράφημα των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και των παρατηρούμενων ατόμων τους πάνω στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV ακτινοβολία, 3% UV ακτινοβολία και στον μάρτυρα. Φαίνεται ότι οι θρίπες στα φυτά εμφανίστηκαν την 17^η εβδομάδα στο θερμοκήπιο με το 0% UV, ενώ στα άλλα δύο θερμοκήπια από την αρχή των παρατηρήσεων την 15^η εβδομάδα.

Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η συσχέτιση των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες με τα παρατηρούμενα άτομά τους πάνω στα φυτά στο εσωτερικό και των τριών θερμοκηπίων (0% UV ακτινοβολία, 3% UV ακτινοβολία και 7% UV ακτινοβολία).



Σχήμα 9: Συσχέτιση συλλήψεων θριπών σε φυτά και παγίδες και στα τρία θερμοκήπια.

Στο Σχήμα 9 φαίνεται ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 0% διέλευση της UV ακτινοβολίας ($R^2=0,882$, $P<0,05$). Όμοια, φαίνεται ότι υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία ($R^2=0,831$, $P<0,05$), καθώς επίσης και στο θερμοκήπιο μάρτυρα ($R^2=0,757$, $P<0,05$). Στο θερμοκήπιο με 0% διέλευση της UV ακτινοβολία η κλίση της γραμμής τάσης είναι υψηλότερη ($\alpha_{0\%}=0,0687$) σε σχέση με τις κλίσεις των θερμοκηπίων με 3% UV ακτινοβολία και 7% UV ακτινοβολία (αντίστοιχα $\alpha_{3\%}=0,035$ και $\alpha_{7\%}=0,0295$).

2.3.2 Αφίδες

2.3.2.1 Αριθμός συλληφθέντων 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 παραπάνω πίνακα (Πίνακα 6).

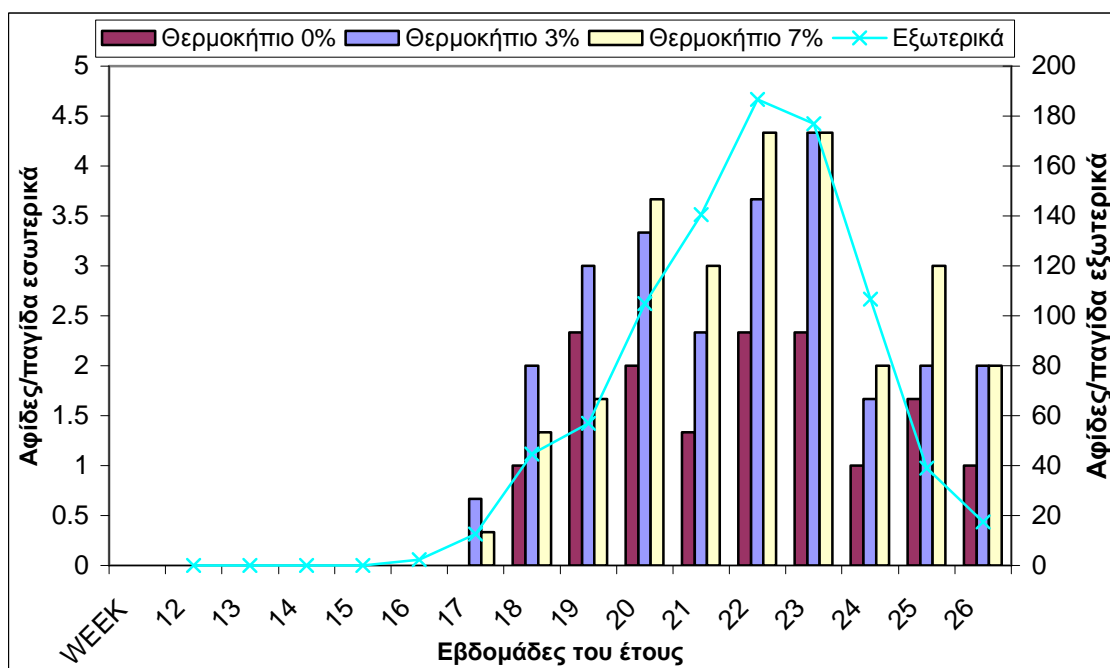
Πίνακας 6. Αριθμός συλληφθέντων περωτών αφίδων στις παγίδες νερού στον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων.

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Εξωτερικό	8	888,55a*	156,63
2	Θερμοκήπιο 7%UV	3	25,67b	4,67
3	Θερμοκήπιο 3% UV	3	25,00b	4,04
4	Θερμοκήπιο 0% UV	3	15,00b	0,58

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.001$, $DF = 3.00$, $F = 168.70$.

Ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων των αφίδων στις παγίδες που ήταν τοποθετημένες εξωτερικά των θερμοκηπίων ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν που καταγράφηκε σε κάθε θερμοκήπιο χωριστά. Στο θερμοκήπιο με 7% UV ακτινοβολία (μάρτυρα) καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων. Στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων των αφίδων ήταν ο μικρότερος. Οι διαφορές μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

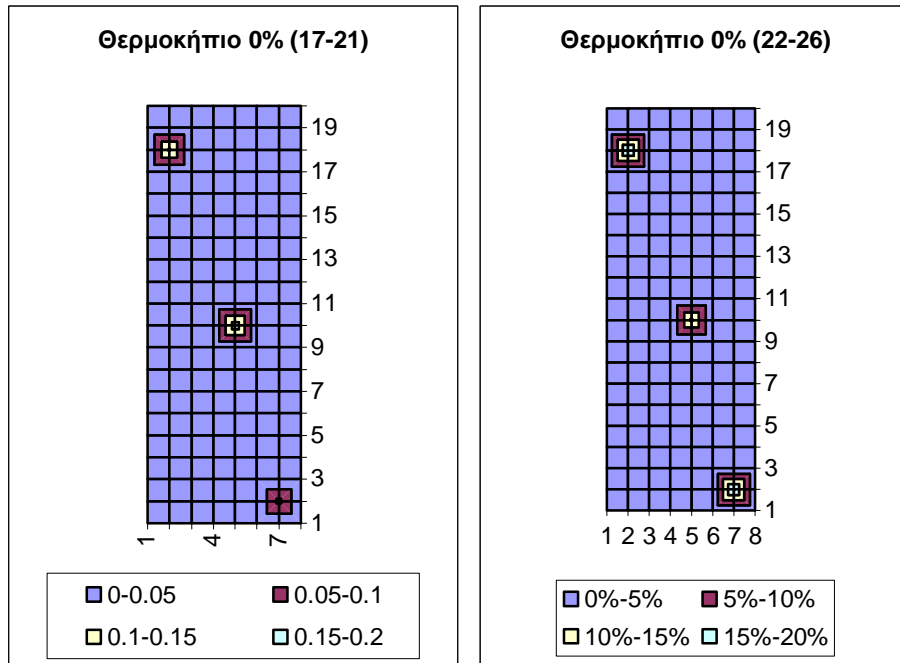
Η διακύμανση των συλληφθέντων περωτών στις παγίδες νερού, στις μεταχειρίσεις του πειράματος φαίνονται στο Σχήμα 10.



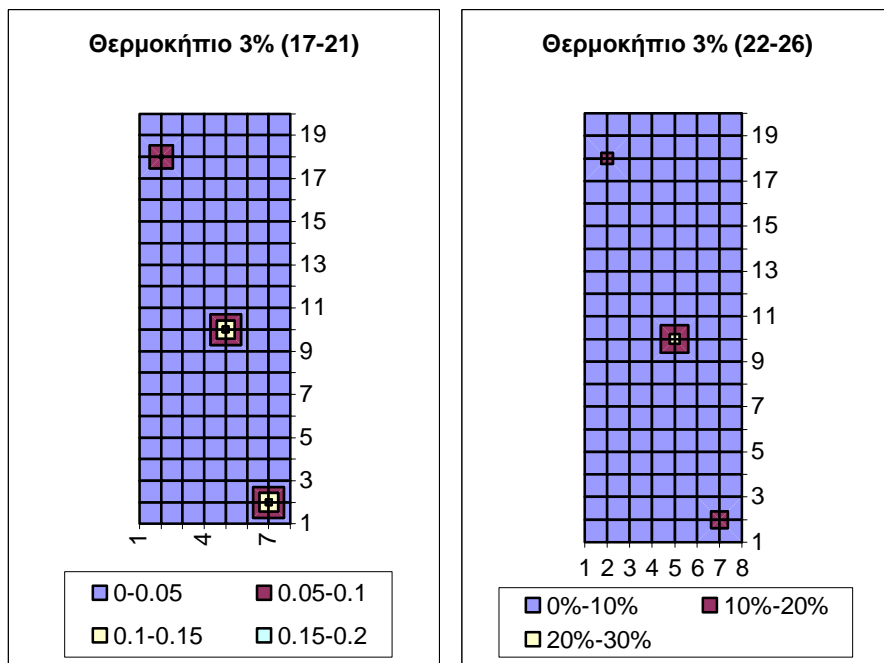
Σχήμα 10. Αριθμός συλληφθέντων πτερωτών στις παγίδες εσωτερικά και εξωτερικά των θερμοκηπίων

Από το Σχήμα 10 φαίνεται ότι οι συλλήψεις των αφίδων στο θερμοκήπιο με 0% UV ξεκινούν αργότερα (18^η εβδομάδα) απ’ ότι στα άλλα δύο θερμοκήπια. Επίσης, το μέγιστο των συλλήψεων στις αφίδες παρατηρήθηκε την 22^η και 23^η εβδομάδα του έτους στο θερμοκήπιο με 7% UV (μάρτυρα), και στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία την 23^η εβδομάδα του έτους.

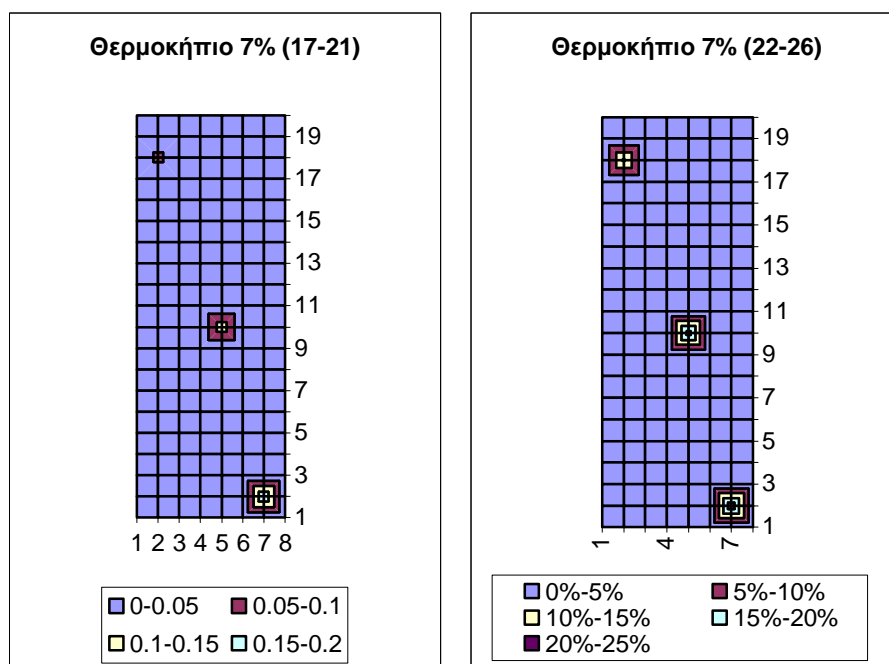
Στα Σχήματα 11 (α), (β), (γ) που ακολουθούν απεικονίζεται η χωρική κατανομή των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες νερού σε δύο χρονικές περιόδους, από τη 17^η ως τη 21^η εβδομάδα του έτους και από τη 22^η εβδομάδα ως τη 26^η εβδομάδα του έτους στο εσωτερικό των θερμοκηπίων 0% UV, 3% UV και στο μάρτυρα, αντίστοιχα. Η μέθοδος ήταν ανάλογη με αυτή των θριπών.



Σχήμα 11 (α). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 0% UV από τη 17^η ως τη 21^η εβδομάδα (αριστερά) του έτους και από τη 22^η εβδομάδα ως τη 26^η εβδομάδα (δεξιά).



Σχήμα 11 (β). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο εσωτερικό του θερμοκηπίου 3% UV από τη 17^η ως τη 21^η εβδομάδα (αριστερά) του έτους και από τη 22^η εβδομάδα ως τη 26^η εβδομάδα (δεξιά).



Σχήμα 11 (γ). Χωρική κατανομή των περωτών αφίδων που συλλήφθηκαν σε παγίδες νερού στο εσωτερικό του μάρτυρα από τη 17^η ως τη 21^η εβδομάδα (αριστερά) του έτους και από τη 22^η εβδομάδα ως τη 26^η εβδομάδα (δεξιά).

Από τα Σχήματα 11 (α), (β) και (γ) παρατηρείται ότι υπάρχει από την αρχή μία τάση συγκέντρωσης των αφίδων στις παγίδες νερού που είχαν τοποθετηθεί στις γωνίες του θερμοκηπίου (σημειώνονται σε κόκκινο πλαίσιο). Η κατανομή αυτή παρατηρείται εντονότερα στο μάρτυρα.

2.3.2.2 Αριθμός αφίδων πάνω στα φυτά

Ο αριθμός των αφίδων που παρατηρήθηκαν στα φυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Επισημαίνεται, ότι στο συνολικό αριθμό των μετρήσεων συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ενήλικα, όσο και τα ατελή στάδια του εντόμου.

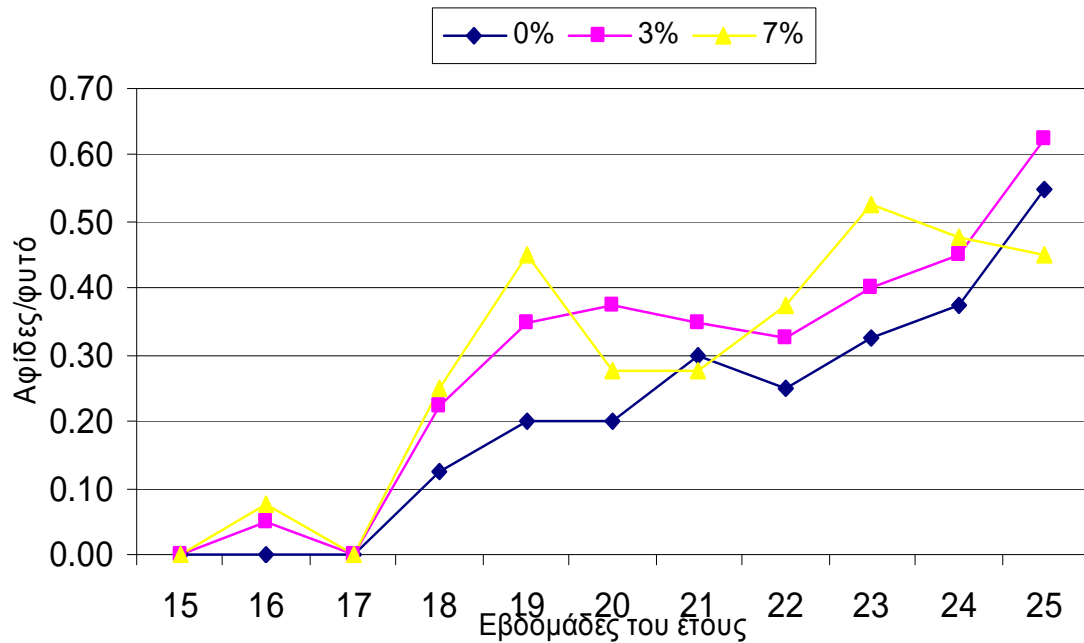
Πίνακας 7. Αριθμός παρατηρούμενων αφίδων ανά φυτό

	Παγίδες	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	40	3,13a*	0,34
2	Θερμοκήπιο 3%UV	40	3,15a	0,35
3	Θερμοκήπιο 0%UV	40	2,32a	0,30

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 1.88$.

Ο αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στο μάρτυρα και στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία είναι λίγο μεγαλύτερος από ότι στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία χωρίς όμως η διαφορά τους να είναι στατιστικώς σημαντική.

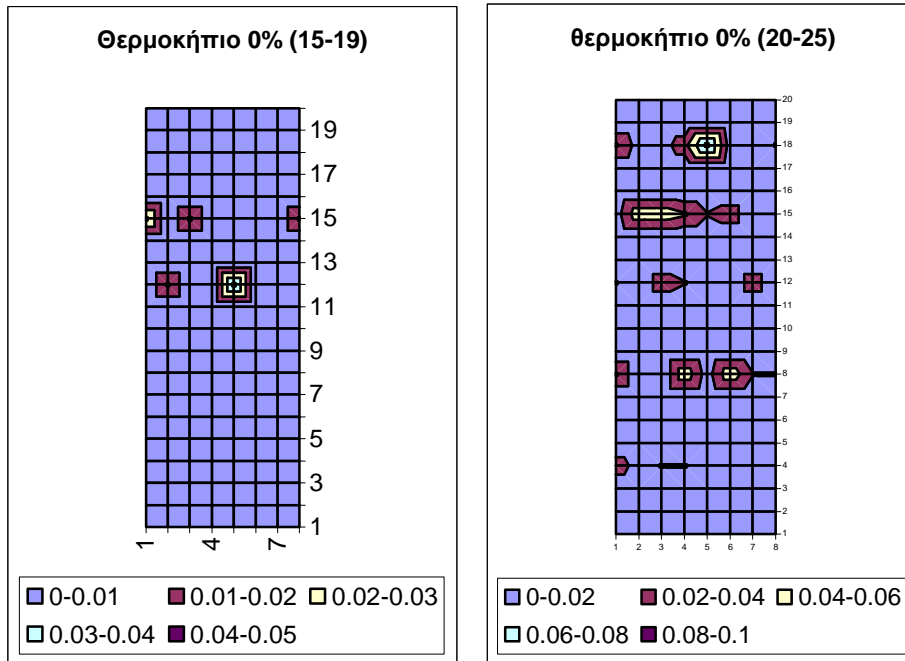
Η διακύμανση των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά και στις τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζεται στο Σχήμα 12



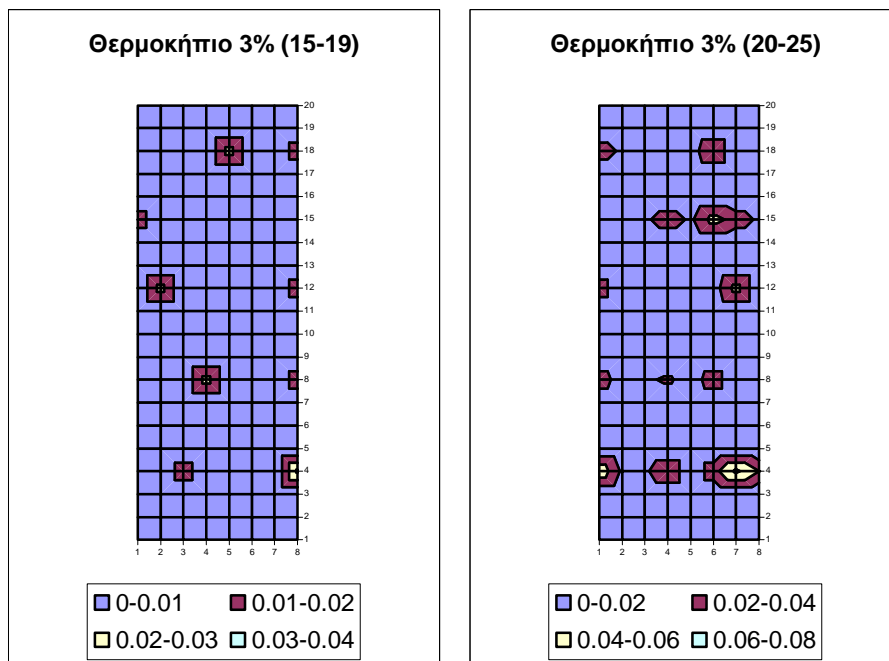
Σχήμα 12. Αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά και στα τρία θερμοκήπια

Από το Σχήμα 12 φαίνεται ότι οι αφίδες πάνω στα φυτά εμφανίστηκαν την 18^η εβδομάδα του έτους στο θερμοκήπιο με το 0% UV, ενώ στον μάρτυρα και το θερμοκήπιο με 3% UV την 16^η εβδομάδα.

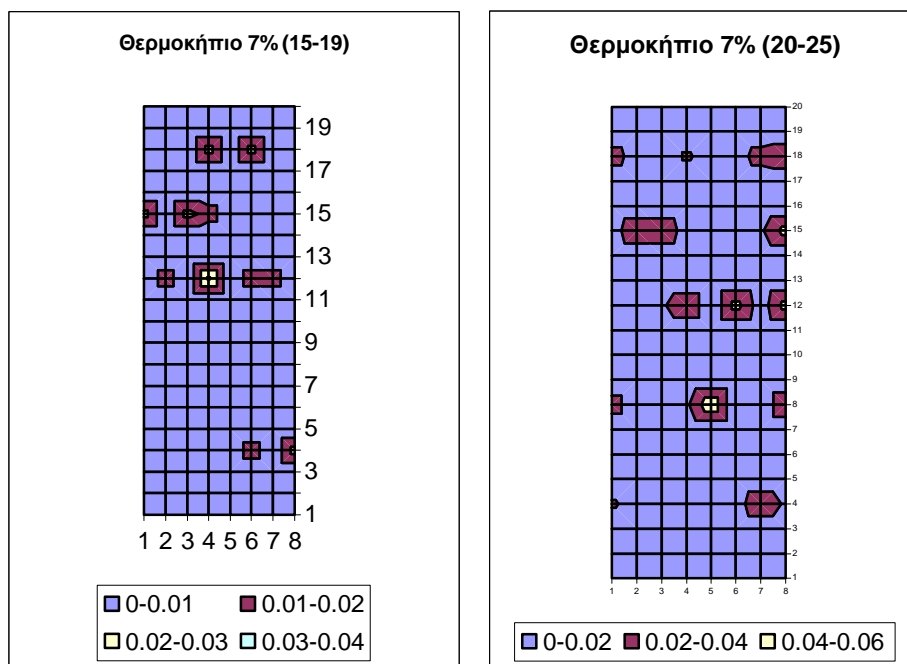
Στα Σχήματα 13 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων σε δύο χρονικές περιόδους (μέσο και τέλος των παρατηρήσεων). Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τα προηγούμενα γραφήματα.



Σχήμα 13 (α). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV από 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από τη 20^η ως και τη 25^η εβδομάδα (δεξιά)



Σχήμα 13 (β). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 3% UV από 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από τη 20^η ως και τη 25^η εβδομάδα (δεξιά)

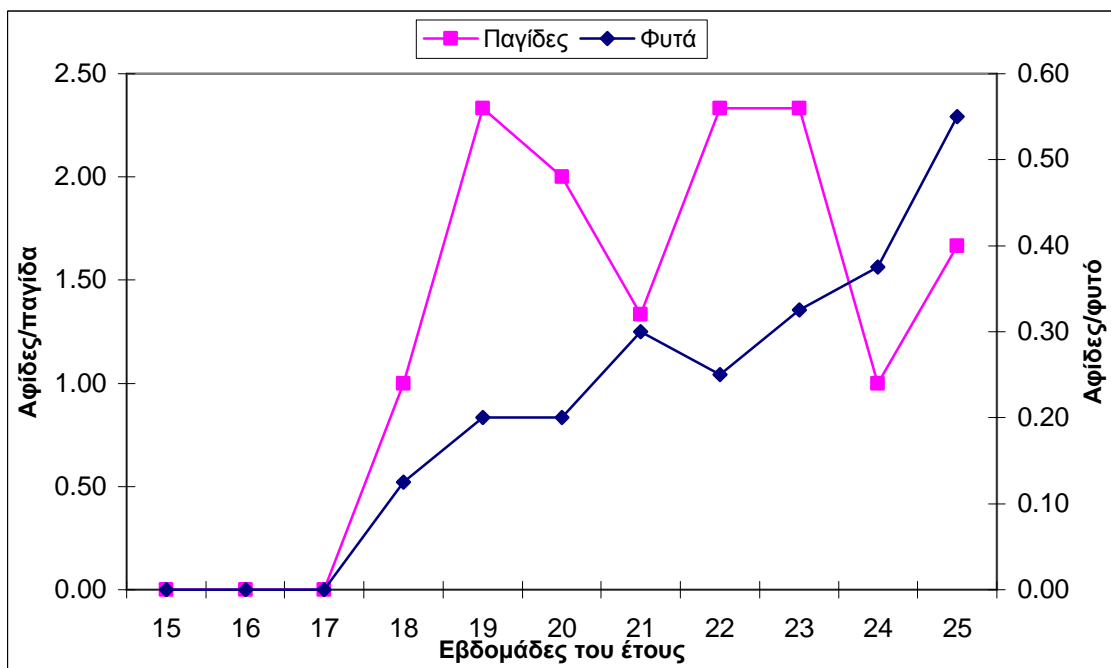


Σχήμα 13 (γ). Κατανομή των αφίδων στα φυτά στο εσωτερικό του μάρτυρα από 15^η ως τη 19^η εβδομάδα (αριστερά) και από τη 20^η ως και τη 25^η εβδομάδα (δεξιά)

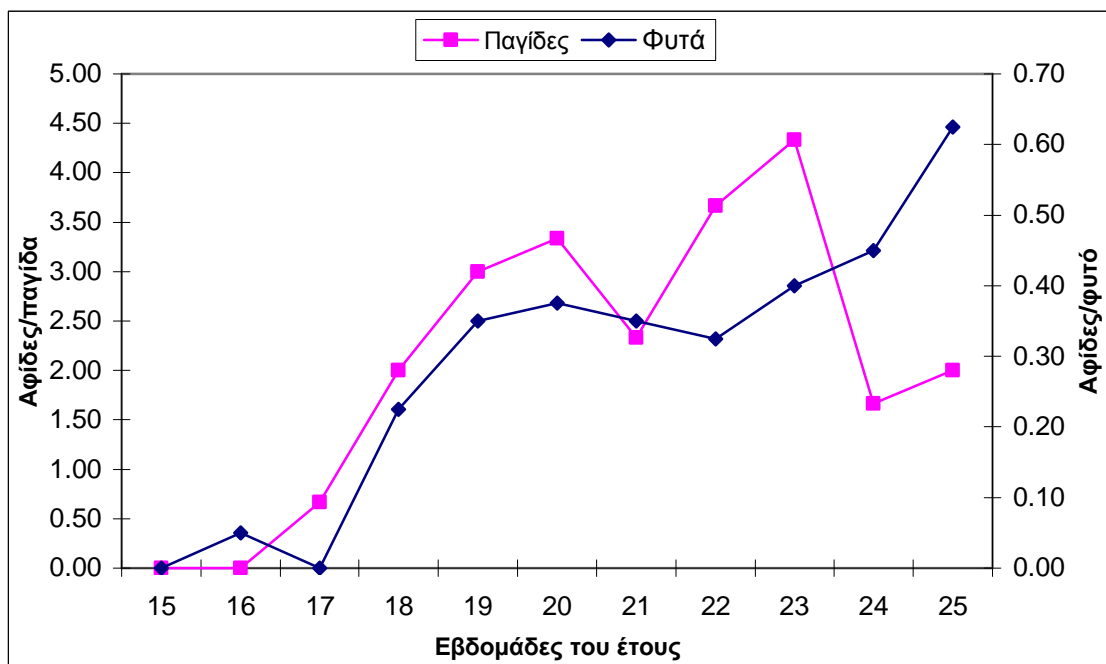
Από τα Σχήματα 13 (α), (β) και γ) φαίνεται ότι από την αρχή η χωρική κατανομή των αφίδων πάνω στα φυτά ήταν κατανεμημένη διάσπαρτα μέσα στο χώρο και των τριών θερμοκηπίων. Η ίδια κατανομή παρατηρήθηκε και από την 20^η μέχρι και την 25^η εβδομάδα του έτους.

2.3.2.3 Συσχέτιση μετρήσεων των ατόμων των αφίδων σε φυτά και παγίδες

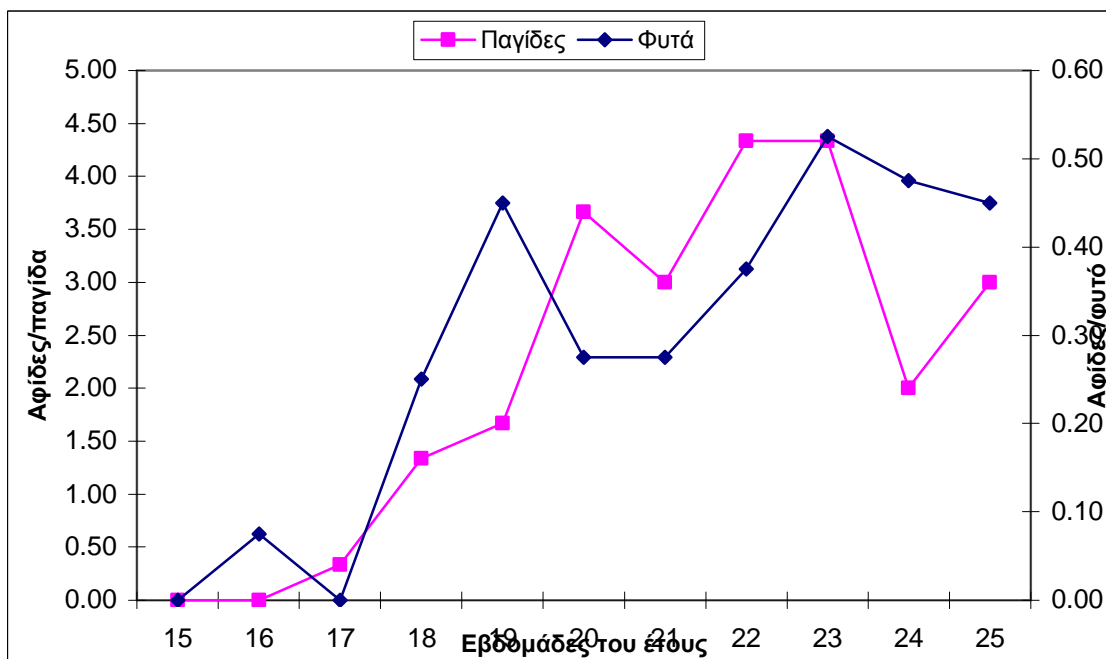
Οι γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω δείχνουν τη διακύμανση των συλλήψεων των περωτών στις παγίδες νερού και του αριθμού των παρατηρούμενων αφίδων πάνω στα φυτά στα τρία θερμοκήπια.



Σχήμα 14 (α) Συλλήψεις περωτών αφίδων στις παγίδες νερού και αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία



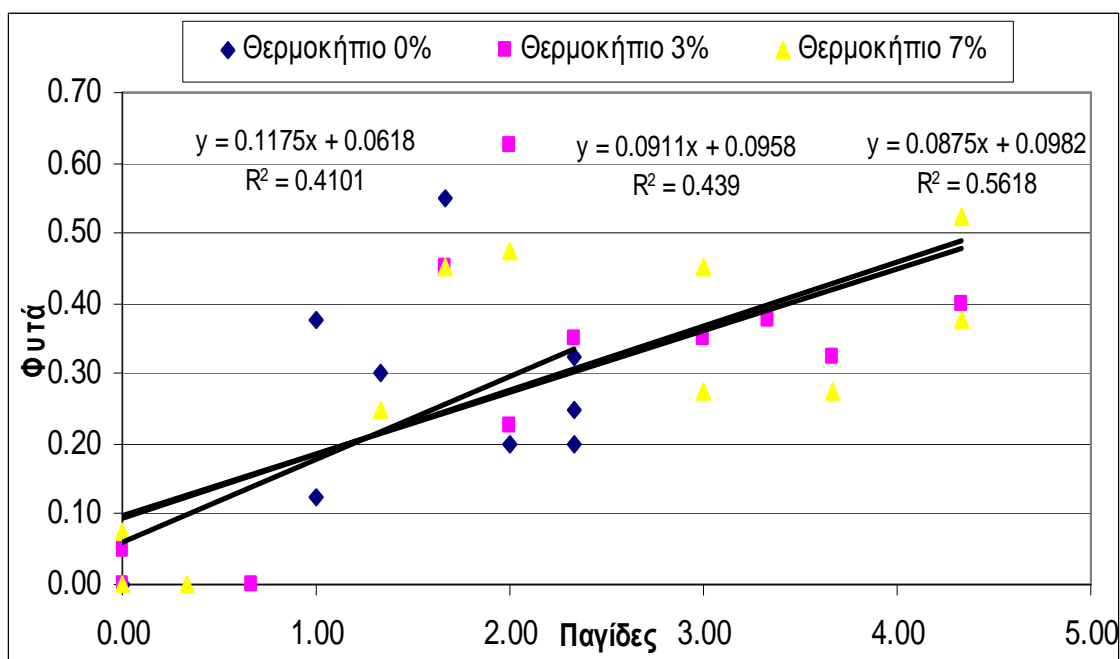
Σχήμα 14 (β) Συλλήψεις περωτών αφίδων στις παγίδες νερού και αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία



Σχήμα 14 (γ) Συλλήψεις περωτών αφίδων στις παγίδες νερού και αριθμός των παρατηρούμενων αφίδων στα φυτά στο μάρτυρα

Στα Σχήματα 14 (α), (β) και (γ) παρουσιάζεται το γράφημα των συλλήψεων των θριπών στις κολλητικές παγίδες και των παρατηρούμενων ατόμων τους πάνω στα φυτά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου με 0% UV ακτινοβολία, 3% UV ακτινοβολία και στον μάρτυρα. Φαίνεται ότι οι θρίπες στα φυτά εμφανίστηκαν την 18^η εβδομάδα στο θερμοκήπιο με το 0% UV, ενώ στα άλλα δύο θερμοκήπια την 16^η εβδομάδα.

Στο Σχήμα 15 παρουσιάζεται η συσχέτιση των συλλήψεων των αφίδων στις παγίδες Moericke και των παρατηρούμενων ατόμων τους πάνω στα φυτά στο εσωτερικό των τριών θερμοκηπίων.



Σχήμα 15: Συσχέτιση συλλήψεων αφίδων σε φυτά και παγίδες και στα τρία θερμοκήπια.

Από το Σχήμα 15 φαίνεται ότι υπάρχει μικρή συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 0% UV ακτινοβολία ($R^2=0,41$, $P<0,05$). Όμοια, φαίνεται ότι υπάρχει μικρή συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων στα φυτά και των συλλήψεων στις παγίδες στο θερμοκήπιο με 3% UV ακτινοβολία ($R^2=0,439$, $P<0,05$), καθώς επίσης και στο θερμοκήπιο μάρτυρα ($R^2=0,562$, $P<0,05$).

Θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των συλληφθέντων περωτών και των αφίδων στα φυτά υπήρξε και στα τρία θερμοκήπια. Ωστόσο, η θετική αυτή συσχέτιση ήταν σχετικά χαμηλή και για τα τρία θερμοκήπια που πιθανώς οφείλεται στο χαμηλό αριθμό αφίδων που συνελλήφθησαν στα φυτά.

Στο θερμοκήπιο με 0% διέλευση της UV ακτινοβολίας η κλίση της γραμμής τάσης είναι παρόμοια ($\alpha_{0\%}=0,1175$) με τις κλίσεις των θερμοκηπίων με 3% διέλευση της UV ακτινοβολίας και 7% διέλευση της UV ακτινοβολίας (αντίστοιχα $\alpha_{3\%}=0,0911$ και $\alpha_{7\%}=0,0875$).

2.3.3 Αποτελέσματα επικονίασης των ανθέων από βομβύνους

Στον Πίνακα 8 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 8. Ποσοστό ανθέων που επικονιάστηκαν από τους βομβύνους

Μεταχειρίσεις	Γονιμοποιημένα	Αγονιμοποίητα
1 Θερμοκήπιο 7% UV	194 (97%) a*	5 (3%)
2 Θερμοκήπιο 3% UV	158 (94%) a	10 (6%)
3 Θερμοκήπιο 0% UV	166 (96%) a	6 (4%)

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 0.82$

Το ποσοστό των ανθέων που επικονιάστηκαν από τους φυσικούς επικονιαστές ήταν παρόμοιο και στα τρία θερμοκήπια.

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζεται το ποσοστό των ανθέων που αυτογονιμοποιήθηκε καθώς και αυτό που δε γονιμοποιήθηκε στο σύνολο των δειγμάτων των ανθέων που εξετάστηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος.

Πίνακας 9. Ποσοστό αυτογονιμοποιημένων ανθέων

Μεταχειρίσεις	Γονιμοποιημένα	Αγονιμοποίητα
1 Θερμοκήπιο 7% UV	83 (88%) a*	15 (12%)
2 Θερμοκήπιο 3% UV	92 (87%) a	15 (13%)
3 Θερμοκήπιο 0% UV	103 (86%) a	14 (14%)

*Οι αριθμοί που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 0.31$

Το ποσοστό των ανθέων που αυτογονιμοποιήθηκαν ήταν παρόμοιο και στα τρία θερμοκήπια.

2.3.4 Αποτελέσματα ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών

Τα βάρη των καρπών που συλλέχθηκαν και ζυγίστηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Βάρος ανά καρπό

	Βάρος καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος (g)	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7% UV	Καλυμμένοι	30	147,09a*	6,78
	Θερμοκήπιο 7% UV	Ακάλυπτοι	30	163,27a	7,28
2	Θερμοκήπιο 3% UV	Καλυμμένοι	30	148,27a	10,16
	Θερμοκήπιο 3% UV	Ακάλυπτοι	30	167,15a	12,13
3	Θερμοκήπιο 0% UV	Καλυμμένοι	30	162,63a	11,39
	Θερμοκήπιο 0% UV	Ακάλυπτοι	30	160,35a	11,07

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 0.73$

Από τον πίνακα 10 φαίνεται ότι το βάρος ανά καρπό στο θερμοκήπιο με 0% UV είναι μεγαλύτερο εκείνο του μάρτυρα. Επίσης, ότι το βάρος των καρπών που δέχτηκαν την επικονίαση από τους βομβύνους είναι μεγαλύτερο από εκείνο των καρπών που αυτογονιμοποιήθηκαν. Ωστόσο δεν υπήρχαν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Τα ύψη των καρπών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11. Ύψος ανά καρπό

	Ύψος καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος (cm)	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7% UV	Καλυμμένοι	30	5,99a*	0,10
	Θερμοκήπιο 7% UV	Ακάλυπτοι	30	6,19a	0,10
2	Θερμοκήπιο 3% UV	Καλυμμένοι	30	5,91a	0,12
	Θερμοκήπιο 3% UV	Ακάλυπτοι	30	5,97a	0,13
3	Θερμοκήπιο 0% UV	Καλυμμένοι	30	5,97a	0,13
	Θερμοκήπιο 0% UV	Ακάλυπτοι	30	5,95a	0,13

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 0.41$

Από τον πίνακα 11 φαίνεται ότι και στα τρία θερμοκήπια ο μέσος όρος του ύψους των καρπών ήταν ο ίδιος και επομένως δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Οι όγκοι των καρπών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Όγκος ανά καρπό

	Όγκος καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος (ml)	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	Καλυμμένοι	30	160,50a*	8,05
	Θερμοκήπιο 7%UV	Ακάλυπτοι	30	173,80,a	7,46
2	Θερμοκήπιο 3%UV	Καλυμμένοι	30	158,27a	11,40
	Θερμοκήπιο 3%UV	Ακάλυπτοι	30	175,17a	13,41
3	Θερμοκήπιο 0%UV	Καλυμμένοι	30	179,40a	12,09
	Θερμοκήπιο 0%UV	Ακάλυπτοι	30	177,03a	11,36

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 1.08$

Ο όγκος ανά καρπό ήταν παρόμοιος και στα τρία θερμοκήπια. Επίσης, δεν υπήρχαν διαφορές στον όγκο ανά καρπό μεταξύ επικονιασθέντων από βομβύνους και αυτογονιμοποιημένων καρπών.

Οι διάμετροι των καρπών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Διάμετρος ανά καρπό

	Διάμετρος καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος (cm)	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	Καλυμμένοι	30	6,56a*	0,11
	Θερμοκήπιο 7%UV	Ακάλυπτοι	30	6,76a	0,10
2	Θερμοκήπιο 3%UV	Καλυμμένοι	30	6,47a	0,16
	Θερμοκήπιο 3%UV	Ακάλυπτοι	30	6,93a	0,16
3	Θερμοκήπιο 0%UV	Καλυμμένοι	30	6,61a	0,17
	Θερμοκήπιο 0%UV	Ακάλυπτοι	30	6,66a	0,15

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 0.50$

Από τον πίνακα 13 φαίνεται ότι και στα τρία θερμοκήπια ο μέσος όρος της διαμέτρου των καρπών ήταν ο ίδιος και επομένως δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Το Brix των καρπών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Brix χυμού καρπών τομάτας

	Brix καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	Καλυμμένοι	5	5,16a*	0,12
	Θερμοκήπιο 7%UV	Ακάλυπτοι	5	4,84a	0,31
2	Θερμοκήπιο 3%UV	Καλυμμένοι	5	4,76a	0,17
	Θερμοκήπιο 3%UV	Ακάλυπτοι	5	4,96a	0,13
3	Θερμοκήπιο 0%UV	Καλυμμένοι	5	5,16a	0,15
	Θερμοκήπιο 0%UV	Ακάλυπτοι	5	4,88a	0,04

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 1.50$

Από τον πίνακα 14 φαίνεται ότι και στα τρία θερμοκήπια ο μέσος όρος του Brix του χυμού καρπών τομάτας ήταν ο ίδιος και επομένως δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Το pH των καρπών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν από φυτά και των τριών θερμοκηπίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. pH χυμού καρπών τομάτας

	pH καρπών	Καλ ή Ακ.	N	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
1	Θερμοκήπιο 7%UV	Καλυμμένοι	5	4,37a*	0,010
	Θερμοκήπιο 7%UV	Ακάλυπτοι	5	4,59a	0,009
2	Θερμοκήπιο 3%UV	Καλυμμένοι	5	4,39a	0,020
	Θερμοκήπιο 3%UV	Ακάλυπτοι	5	4,35a	0,020
3	Θερμοκήπιο 0%UV	Καλυμμένοι	5	4,41a	0,003
	Θερμοκήπιο 0%UV	Ακάλυπτοι	5	4,95a	0,010

* Οι αριθμοί που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά με το κριτήριο Tukey HSD $P < 0.60$, $DF = 2.00$, $F = 4.44$

Από τον πίνακα 15 φαίνεται ότι και στα τρία θερμοκήπια ο μέσος όρος του ο μέσος όρος του pH του χυμού καρπών τομάτας ήταν ο ίδιος και επομένως δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

2.4 Συζήτηση και Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι τα φωτοεκλεκτικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων επηρεάζουν τη δραστηριότητα επιζήμιων εντόμων. Ο αριθμός των συλληφθέντων θριπών εμφάνισε στατιστικά 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 5%). Ένας σημαντικός παράγοντας για την «προσγείωση» του θρίπα στο ξενιστή είναι η αντανάκλαση της UV ακτινοβολίας (Matteson και Terry, 1992). 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 τη 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), Monci et al. (2002), Morris (2004), Βατσανίδου (2002) και Παπακωνσταντίνου (2003).

Στον εξωτερικό χώρο των θερμοκηπίων παρατηρήθηκε στατιστικά 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 γεγονός της διέλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας απευθείας μέσω των ανοιγμάτων αερισμού των θερμοκηπίων (Costa et al. 2002).

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 όπως αναμενόταν, μικρότερος σε σχέση με τα άλλα δύο θερμοκήπια.

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. 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 στον εσωτερικό χώρο των θερμοκηπίων, κάτι που υποστηρίζεται και από τη μικρή ποιοτική ζημιά που πραγματοποιήθηκε συνολικά τόσο στην παραγωγή όσο και στην καλλιέργεια στα θερμοκήπια.

Ο αριθμός των συλληφθέντων αφίδων στις κίτρινες παγίδες νερού ήταν στατιστικά 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. 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 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). Η UV ακτινοβολία επηρεάζει μόνο τη φάση πτήσης των αφίδων πριν εισέλθουν στο στάδιο αναζήτησης της τροφής (Moericke 1955). Σε άλλες εργασίες (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. Η εργασία αυτή αποτελεί την τρίτη επανάληψη της επίδρασης των πλαστικών φύλλων απορροφητικών σε UV στη δραστηριότητα εντόμων. Τα αποτελέσματά της συμφωνούν σχετικά με την επίδρασή τους πάνω στο πληθυσμό των αφίδων και έδειξαν ότι παρόλο που στο θερμοκήπιο που εμποδίζεται η διέλευση της UV ακτινοβολίας οι πληθυσμοί των αφίδων ήταν μικρότεροι όμως δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των.

Οι παρατηρήσεις του αριθμού των αφίδων που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά έδειξαν ότι δεν 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 5%). 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. Θετική αλλά μικρή 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.

Στο συγκεκριμένο πείραμα εξετάστηκε η επίδραση των φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης στη 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 χωρίς την παρουσία UV ακτινοβολίας (Dyer and Chittka , 2004).

Τέλος, όσο αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών εξετάσαμε την δράση των βομβύνων για να διαπιστώσουμε αν όντως έχουμε καλύτερους ποιοτικά καρπούς, σε σχέση με αυτούς που προήλθαν από την αυτογονιμοποίηση. Έγιναν λοιπόν δειγματοληψίες καρπών τομάτας στις 1, 5 και 8 Ιουλίου 2004 τόσο από τα φυτά μάρτυρες τα οποία είχαν επικονιαστεί από τους βομβύνους, όσο και από τις ταξιανθίες οι οποίες είχαν καλυφθεί με τούλι και οι καρποί τους σχηματίστηκαν κανονικά με φυσική επικονίαση. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (βάρος, όγκος, διάμετρος, ύψος, Brix και pH) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καρπών που αυτογονιμοποιήθηκαν με τους καρπούς που δέχθηκαν τη γονιμοποίηση από τους βομβύνους.

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι τα πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων που τροποποιούν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας επηρεάζουν την είσοδο των επιζήμιων εντόμων στα θερμοκήπια και δεν επηρεάζουν τη δραστηριότητα των ωφέλιμων εντόμων (π.χ. βομβύνων) καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

3. Βιβλιογραφία

Antignus Y. (2000). Manipulation of wavelength-dependent behavior of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insects-borne viruses. *Virus Research* 71:213-220.

Antignus Y., Lapidot M., Hadar D., Messika Y., and Cohen S. (2002). Bionets screens protect vegetable crops from insects pests and virus diseases. *Meteor Nets*, 21 Hayetzira St., Petah-Tikva 49130. Israel. (www.meteor.co.il)

Βατσανίδου Α. (2002). Επίδραση πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο υπεριώδες φως, πάνω στη δραστηριότητα εντόμων σε καλλιέργεια τομάτας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. ΒΟΛΟΣ

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.

Coombe P.E. (1982). Visual behavior of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. *Physiological Entomology.* 7:243-251

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: Thripidae). *Journal Economic Entomology* 92, 557-562.

Costa H.S., Robb K.L. and Wilen C.A. (2002). Fields trials measuring the effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *Journal Economic Entomology* 95, 113-120.

Γεωργόπουλος Σ.Γ. (1984). Βασικές γνώσεις φυτοπαθολογίας. Σημειώσεις μαθήματος φυτοπαθολογίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. ΑΘΗΝΑ.

Γραφιαδέλλης Μ.Ι. (1987). Σύγχρονα θερμοκήπια. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Dyer A. and Chittka L. (2004). Bumblebee search time without ultraviolet light. *Journal of Experimental Biology* 207:1683-1688.

Ελευθεροχωρινός Η.Γ. (2001). Η φυτοπροστασία στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής. Πρακτικά 3^{ης} Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας. Η φυτοπροστασία στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής. ΛΑΡΙΣΑ.

Λυκουρέσης Δ., Περδίκης Δ., Γλιάτης Α. και Παρασκευόπουλος Α. (2001). Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων ακαρέων και νηματωδών της τομάτας. Πρακτικά 3^{ης} Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας. Η φυτοπροστασία στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής. ΛΑΡΙΣΑ

Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν. (1990). Θερμοκήπια. Περιβάλλον- Υλικά- Κατασκευή- Εξοπλισμός. Εκδόσεις Σταμούλη. Πειραιάς.

Μαλέτσικα Π. (2004). Επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά υδροπονικά παραγόμενης τομάτας σε πλαστικό θερμοκήπιο. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. ΒΟΛΟΣ

Matteson N. and Terry L.I. (1992). Response to color by male and female *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 63, 187-201

Matteson N., Terry I., Ascoli C.A. and Gilbert C. (1992). Spectral. efficiency of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Journal. Insect Physiology* 38, 453-459.

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

Monci F., Garcia-Andres S., Sanchez F., Moriones E., Espi E., and Salmeron A. (2002). Tomato TYLCV disease control with UV-blocking plastic cover in commercial plastichouses of Southern Spain. Article presented at “XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition” Toronto Canada 11-17 August 2002

Morris L. (2004). UV-blocking greenhouse polythene covers for insect pest control on organic crops. Published by organic center Wales, Institute of royal sciences, University of Wales Aberystwyth, Ceredigion.

Mound, L.A. (1962). Studies on the olfaction and color sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Al.eyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 5, 99-104.

- Ολύμπιος Χ.Μ. (1994).** Στοιχεία γενικής λαχανοκομίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. ΑΘΗΝΑ.
- Pichaud F., Briscoe A. and Desplan C. (1999).** Evolution of color vision. Current opinion in Neurology 9: 622-627. Elsevier Science Ltd.
- Παναγόπουλος Χ.Γ., (2000).** Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Σταμούλης. ΑΘΗΝΑ.
- Παπακωνσταντίνου Η. (2003).** Επίδραση πλαστικών φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, απορροφητικών στο υπεριώδες φως, στη δραστηριότητα εντόμων σε καλλιέργεια τομάτας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. ΒΟΛΟΣ
- Πελεκάσης Κ.Ε.Δ. (1994).** Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας. Α' Τόμος Μορφολογία-Συστηματική. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. ΑΘΗΝΑ.
- Smith R.F. and H.T. Reynolds (1966).** Principles, definitions and scope of intergrated pest control. Proc. FAO Symp. Intregrated Pest Control, Rome, 1695, 1: 11-17, Rome, FAO.
- Stark W.S. and Tan K.E.W.P. (1982).** Ultraviolet light: Photosensitivity and other effects on the visual system. Photochemistry Photobiology **36**, 371-380.
- Τζανακάκης Μ.Ε. (1980).** Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. 2^ο Μέρος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- Τσιτσιπής Ι. (2004).** Μέθοδοι αντιμετώπισης εντόμων και νηματωδών-Ολοκληρωμένη καταπολέμηση. Σημειώσεις Διατμηματικού Προγράμματος Σπουδών. Σχολή Γεωπονικών Σπουδών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ΒΟΛΟΣ
- 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: Al.eyrodidae). Entomologia Experimentalis et Applicata **18**, 412-422.
- Vernon R.S. and Gillespie D.R. (1990).** Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. Environmental Entomology **19**, 1229-1241.
- Weatherhead E. C. and Stevermer A. (2001).** Ultraviolet radiation. Encyclopedia of Global Environmental Change, John Wiley & Sons

Χρυσογόου Α.Π. (2001). Αντιμετώπιση των κυριότερων εχθρών του καπνού στα πλαίσια της ολοκληρωμένης παραγωγής. Πρακτικά 3^{ης} Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας. Η φυτοπροστασία στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής.
ΛΑΡΙΣΑ