



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ
Tuta absoluta ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΣΕ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ
Β. ΠΙΕΡΙΑΣ



ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής

ΝΑΒΡΟΖΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	9
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	13
ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	19
Ο ΥΠΟΝΟΜΕΥΤΗΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ - <i>Tuta absoluta</i>	23
ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ	23
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	26
ΒΙΟΛΟΓΙΑ	26
ΞΕΝΙΣΤΕΣ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	29
ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ - ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ	29
ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΦΥΛΛΑ	30
ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΣΤΕΛΕΧΗ.....	31
ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ	32
ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΧΘΡΟΥΣ.....	33
ΕΓΚΑΙΡΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΑΠΟ <i>TUTA ABSOLUTA</i>	35
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ <i>TUTA ABSOLUTA</i>	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	38
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	38

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	39
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	40
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	40
ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ <i>TUTA ABSOLUTA</i>	41
ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	50
ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ	52
ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ	52
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΤΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ	53
ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΖΕΥΓΑΡΩΜΑΤΟΣ - ΣΥΓΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	67
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	67
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	69
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΞΕΝΟΓΛΩΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η επιστήμη της γεωπονίας οδήγησε σε αύξηση των αποδόσεων του φυτικού κεφαλαίου, ικανοποιώντας τις διατροφικές ανάγκες μεγάλου μέρους του πληθυσμού της γης, με αποτέλεσμα την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την ασφάλεια των παραγόμενων προϊόντων, του περιβάλλοντος και των καταναλωτών. Τα τελευταία χρόνια υπήρξε στροφή της Ελληνικής γεωργίας προς μία ποιοτική κατεύθυνση με στόχο την αειφορία, εφαρμόζοντας συστήματα διασφάλισης ποιότητας που αφορούν την πρωτογενή παραγωγή. Μία από τις καλλιέργειες με τη μεγάλη διάδοση στην Ελλάδα είναι η καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου.

Η αειφόρος γεωργία προϋποθέτει δραστηριότητες που διασφαλίζουν την ικανότητα του γεωργού να παράγει προϊόντα για πολλά χρόνια χωρίς να προκαλεί ζημιά στην οικολογία του χώρου. Θα πρέπει, δηλαδή, να μπορεί να συνδυάζει τη μακρόχρονη προστασία της ποιότητας του εδάφους μαζί με τους κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες απαραίτητους για τη επιβίωσή του. Πέρα από τον καθορισμό γενικών πρακτικών σε μια ευρύτερη περιοχή όπως την Ε.Ε., οι διαφορές σε κάθε περιοχή και χώρα είναι πολύ μεγάλες. Αυτό έχει οδηγήσει πολλές χώρες στον καταρτισμό δικού τους κώδικα σωστής γεωργικής πρακτικής, που να περιλαμβάνει και την περιβαλλοντική πτυχή της δραστηριότητας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον Καθηγητή μου Ναβροζίδη Εμμανουήλ για την ανάθεση του θέματος και για την πολύτιμη βοήθειά του στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου Αργυρόπουλο Ιωάννη και Μουρατίδου Αργυρώ για την αμέριστη στήριξή τους στη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε ψυχολογικό.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύντροφο της ζωής μου Νεντίδου Ζηνοβία που στη διάρκεια της συγγραφής της μεταπτυχιακής εργασίας μου ετοιμάζει τον διάδοχο και είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο υπονομευτής της τομάτας *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) είναι ένας εισαγόμενος εχθρός της καλλιέργειας της τομάτας που επεκτείνεται ραγδαία σε όλη την Ελλάδα και όχι μόνο. Θεωρείται ιδιαίτερα καταστροφικό έντομο με ζημιές σχεδόν καθολικές εάν δεν εφαρμοστεί κατάλληλη μέθοδος αντιμετώπισης. Οι προνύμφες προσβάλουν τόσο τα φύλλα τρώγοντας το παρέγχυμα μεταξύ των δύο επιδερμίδων όσο και τους καρπούς καθιστώντας τους μη εμπορεύσιμους. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση δεν είναι πάντα αποτελεσματικά λόγω μη κατάλληλου χρόνου επέμβασης, ανθεκτικότητας και κακής χρήσης των χρησιμοποιούμενων φαρμάκων. Σε δύο θερμοκήπια στην Πιερία (Αιγίνιο και Κίτρος) εφαρμόστηκε για δύο χρόνια μέθοδος της σύγχυσης του φύλου με 80-100 εξατμιστήρες φερομόνης ISONET T ανά στρέμμα της εταιρείας ANTHESIS ΕΠΕ. Ακόμη εφαρμόστηκαν στα ίδια θερμοκήπια πειραματικά τεμάχια με επιπλέον επεμβάσεις με βιολογικά εντομοκτόνα σκευάσματα: spinosad, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* και *nucleopolyhedrovirus* (Hear NPV). Παράλληλα έγιναν εξαπολύσεις του ωφέλιμου εντόμου *Trichogramma achaeae* και επεμβάσεις με χημικά σκευάσματα: indoxacarb, emamectin benzoate, chlorantraniliprole, abamectin και metaflumizone. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας σε παρακείμενο θερμοκήπιο στις οποίες δεν έγινε καμία επέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι προσβολές από *Tuta absoluta* στο θερμοκήπιο με τη σύγχυση του φύλου ήταν στατιστικώς σημαντικά μικρότερες από το μάρτυρα και οι προσβολές στα τεμάχια με τα χημικά εντομοκτόνα δεν είχαν σημαντικές διαφορές με τις προσβολές με τα τεμάχια των βιολογικών εντομοκτόνων. Οι δύο τελευταίες κατηγορίες είχαν μικρότερη προσβολή από αυτήν όπου εφαρμόστηκε μόνον η σύγχυση του φύλου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έντομο *Tuta Absoluta* (Εικόνα 1) είναι ένας πολύ σημαντικός και επιζήμιος εχθρός στην καλλιέργεια της τομάτας, προσβάλλοντας κυρίως τα φύλλα και τους καρπούς του φυτού.

Στην Ευρώπη καταγράφηκε στα τέλη του 2006 στην Ισπανία και έκτοτε εξαπλώθηκε σε όλες της χώρες της Μεσογείου. Στην Ελλάδα καταγράφηκε πρώτη φορά το 2009 και οι προσβολές γίνονται κάθε χρόνο και εντονότερες.

Ο κύριος τρόπος διασποράς του εντόμου πιστεύεται ότι έγινε μέσω προσβεβλημένων καρπών καθώς οι προνύμφες του εντόμου εξέρχονται από τους καρπούς και στη συνέχεια νυμφώνονται στα κουτιά μεταφοράς των καρπών. Συχνά οι πρώτες παγιδεύσεις ακμαίων συμβαίνουν σε φερομονικές παγίδες τοποθετημένες σε συσκευαστήρια τομάτας.



Εικόνα 2 (*T. absoluta*)

Ζημιές στα φυτά προκαλούνται μόνο από τις προνύμφες σε όλα τα υπέργεια μέρη.

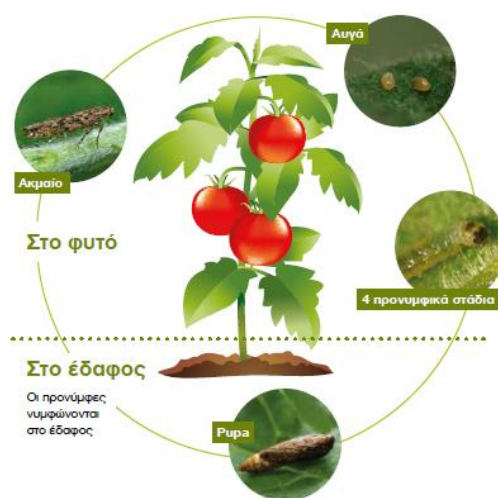
Στα φύλλα η ζημιά είναι έμμεση αφού μειώνουν το φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού και οι πληγές αποτελούν πηγές εισόδου για προσβολές μυκήτων.

Η άμεση οικονομική ζημιά οφείλεται σε προσβολές στους καρπούς όπου η προνύμφη εισέρχεται από τη βάση του κάλυκα και θρέφεται στο εσωτερικό. Οι παραγόμενοι καρποί δεν μπορούν να εμπορευτούν ενώ και η καταπολέμηση των προνυμφών είναι πολύ δύσκολη.

Σε καρπούς τομάτας η προσβολή είναι ορατή από τη δημιουργία ευδιάκριτων στοών καθώς και τα σφαιροειδή περιττώματα από την τροφική δραστηριότητα της προνύμφης. Προσβολές έχουν διαπιστωθεί σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού, ενώ προσβολές επίσης παρατηρούνται και στην επιφάνεια του καρπού. Οι προσβολές αποτελούνται αρχικά από μικρές σκουρόχρωμες οπές οι οποίες εξελίσσονται σε ακανόνιστες στοές.

Προληπτικά καλλιεργητικά μέτρα για τον περιορισμό του εντόμου, είναι η μαζική παγίδευση, τα εντομοστεγή δίχτυα(στα θερμοκήπια), οι παγίδες φωτός, η βιολογική αντιμετώπιση κυρίως με Βάκυλλο Θουριγίας, η χρήση υγιών σποριόφυτων και η χρήση φυτοφαρμάκων.

Τέλος, για την αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικότητας του εντόμου συνιστάται η όχι πάνω από δύο φορές εφαρμογή με το ίδιο σκεύασμα στην ίδια καλλιεργητική περίοδο. Επίσης, είναι σημαντική η έγκαιρη διάγνωση και η άμεση εφαρμογή των επεμβάσεων. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου δίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 3 (βιολογικός κύκλος)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η άγρια τομάτα μεταφέρθηκε μαζί με σπόρους καλαμποκιού, μάλλον ως ζιζάνιο, στην Κεντρική Αμερική και ιδιαίτερα στο Μεξικό. Εκεί ξεκίνησε η καλλιέργειά της από τους Ινδιάνους και τους Αζτέκους. Μάλιστα, η ονομασία τομάτα προέρχεται από τη γλώσσα της φυλής Ναουάτλ του Μεξικού, που χρησιμοποιούσαν τους καρπούς του φυτού στη διατροφή τους.

Παρότι η τομάτα εξημερώθηκε στο Μεξικό, το φυτό ήταν γνωστό και σε κάποιες περιοχές του Παλαιού Κόσμου. Η εγκατάσταση των αποικιών στην Αμερικανική ήπειρο και η δημιουργία δρόμων, βοήθησαν σημαντικά στη διάδοση της (Diez & Nuez, 2008). Γύρω στα μέσα του 19ου αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας άρχισε και στην Ελλάδα, ενώ η σημαντική επέκτασή της παρατηρείται τον 20^ο αιώνα.

Σύμφωνα με τον Αγγίδη (2006), η τομάτα χρησιμοποιείται ως βιομηχανική πρώτη ύλη μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο στα Δωδεκάνησα και τη Ν. Ελλάδα. Η μεγάλη επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας ξεκινάει μετά το 1960 και ιδιαίτερα μετά το 1975. Την περίοδο αυτή ξεκινάει σε ολόκληρη την Ελλάδα η δημιουργία σύγχρονων βιομηχανικών μονάδων μεταποίησης για παραγωγή τοματοπολτού, αποφλοιωμένης τομάτας, χυμού και άλλων προϊόντων (Αγγίδης, 2006).

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (Solanaceae) και το λατινικό της όνομα είναι *Solanum lycopersicum* L. Συχνά χρησιμοποιείται και η παλαιότερη ονομασία της *Lycopersicon esculentum* Mill. Σύμφωνα με τη μέχρι σήμερα κατάταξη, το είδος *Solanum lycopersicum* περιλαμβάνει δύο κύριες ποικιλίες, τη *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* και τη *Solanum*

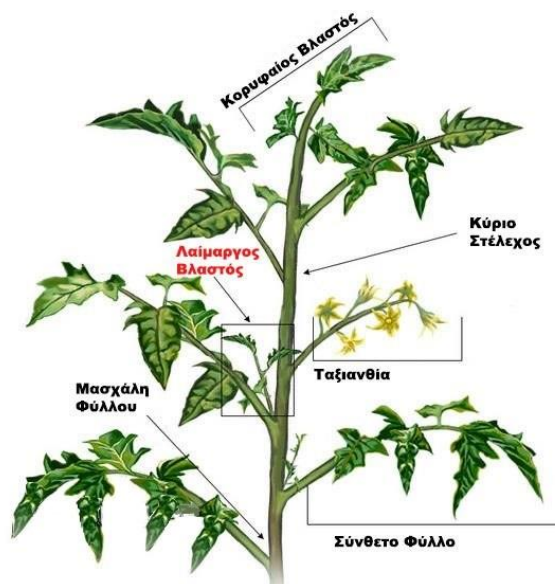
lycopersicum L. var. lycopersicum. Οι ποικιλίες αυτές δύνανται να είναι είτε ετήσιες, είτε πολυετείς. Όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες τομάτας καλλιεργούνται μόνο ως ετήσιες σε θερμοκήπια ή αγρούς. Οι ποικιλίες του θερμοκηπίου είναι συνεχούς ανάπτυξης, που χρήζουν κορυφολογήματος. Αντίθετα αυτές του αγρού είναι ασυνεχούς ανάπτυξης, πολύ κοντότερες σε σύγκριση με αυτές του θερμοκηπίου, ευκολότερες στην καλλιέργεια και με περισσότερο συγκεντρωμένη την ωρίμανση καρπών. Ανάλογα με τη χρήση τους διακρίνονται σε ποικιλίες νωπής κατανάλωσης και ποικιλίες για επεξεργασία. Οι ποικιλίες νωπής κατανάλωσης καλλιεργούνται τόσο στην ύπαιθρο, όσο και στο θερμοκήπιο, σε αντίθεση με αυτές που προορίζονται για επεξεργασία, οι οποίες καλλιεργούνται μόνο υπαίθρια (Diez and Nuez, 2008).

Τα φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα, αναπτύσσονται από 7 έως 9 και αναπτύσσονται πάνω στο στέλεχος (Εικόνα 3 & 3α). Με βάση την εκάστοτε ποικιλία τα φύλλα της τομάτας διαφοροποιούνται.



Εικόνα 4 (φύλλο τομάτας)

Ακόμα, η ανάπτυξη των φύλλων εξαρτάται και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις μεθόδους καλλιέργειας (Diez and Nuez, 2008).



Εικόνα 3 α (φυτό τομάτας)

Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες τύπου κόματος», με 4-12 άνθη, από τα οποία τελικά προκύπτουν μόνο 2-8 καρποί (Εικόνα 3α). Το άνθος της τομάτας είναι ερμαφρόδιτο, τέλειο, υπόγυνο και συνήθως έχει έξι σέπαλα και πέταλα. Η κατασκευή του άνθους εξασφαλίζει την αυτεπικονίαση, δεδομένου ότι οι ανθήρες σχηματίζουν ένα κοίλο κύλινδρο στο εσωτερικό του οποίου βρίσκεται ο στύλος με το στίγμα, στο οποίο υπό ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος πέφτουν εύκολα οι γυρεόκοκκοι με ένα ελαφρό τίναγμα του άνθους που προκαλείται ακόμη και από ασθενή άνεμο. Η τομάτα θεωρείται φωτοπεριοδικά ουδέτερο φυτό. Όμως η φωτοπερίοδος σε ορισμένες ποικιλίες τομάτας έχει μια «ποσοτική» επίδραση, δηλαδή η ανθοφορία επιτυγχάνεται σε μικρή φωτοπερίοδο, αλλά μόνο σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ο αριθμός των ανθέων που διαφοροποιούνται σε κάθε ταξιανθία εξαρτάται και από την αλληλεπίδραση θερμοκρασίας-φωτός. Η αύξηση του διαθέσιμου αζώτου ευνοεί την ανάπτυξη ανθέων σε συνθήκες υψηλής έντασης φωτός. Το

αντίθετο συμβαίνει σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτός. Τέλος, ο αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία μειώνεται με τη μείωση του διαθέσιμου νερού στο φυτό. Όμως και η πλήρης κάλυψη των αναγκών του φυτού σε νερό καθυστερεί τη διαφοροποίηση των ανθέων (Εικόνα 4) και μειώνει τον αριθμό τους ανά ταξιανθία (Ντόγρας, 2002).



Εικόνα 4 (ταξιανθία τομάτας)

Ο καρπός είναι ράγα με 2-25 καρπόφυλλα, στα οποία υπάρχει ζελατινώδης πλακούντας (Εικόνα 4). Εντός των ωθηκικών χώρων και βυθισμένοι στην πλακουντική βλεννα βρίσκονται οι σπόροι, περισσότερο ή λιγότερο πολυάριθμοι, ανάλογα με την ποικιλία που ανήκουν. Οι ώριμοι σπόροι έχουν σχήμα ωοειδές και είναι πλευρικά πεπλατυσμένοι. Το σχήμα του καρπού είναι στρογγυλό, επιμήκες ή αποσειδές και το βάρος στις επιτραπέζιες ποικιλίες κυμαίνεται περί των 150-300g (Εικόνα 5). Η σάρκα του καρπού σχηματίζεται από τα τοιχώματα της συνήθως δίχωρης ωθήκης, είναι αρκετά πλούσια σε χυμό και αποτελεί την πρώτη ύλη της κονσερβοβιομηχανίας. Ο χυμός έχει ένα ξηρό υπόλειμμα που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 8%. Η σύνθεση του χυμού διαμορφώνεται ως εξής: αναγωγικά ζάχαρα (55%), τέφρα (10%), αζωτούχες ουσίες (10%), κυτταρίνη (9%), ελεύθερα οξέα (9%), μη αζωτούχα εκχυλίσματα (7%). Η τομάτα αποτελεί διπλοειδές είδος με χρωμοσωμικό αριθμό $2n=24$. Έχει μελετηθεί εκτενώς, καθώς αποτελεί ένα κλασικό υλικό για γενετικά και βελτιωτικά πειράματα. Σύμφωνα με τον Tegchellar (1986) θεωρείται ως ευνοούμενη καλλιέργεια για γενετικές μελέτες, λόγω του υψηλού βαθμού αυτεπικονίασης, της ευκολίας χειρισμού των ανθέων, της παραγωγής μεγάλης

ποσότητας υβριδιόσπορου, του πλούτου της παραλλακτικότητας μέσα στο είδος, και ακόμη περισσότερο μέσα στο γένος *Lycopersicon*, και της ευκολίας χρησιμοποίησης της σε προγράμματα βελτίωσης. Ως αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι σήμερα διαθέσιμες εκατοντάδες ποικιλίες τομάτας.



Εικόνα 5 (καρπός τομάτας)

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια της τομάτας είναι το έδαφος, το νερό και το κλίμα. Τα παραπάνω, μαζί με τον προγραμματισμό και τη διαχείριση του παραγωγού καθορίζουν αποφασιστικά την επιτυχία ή την αποτυχία της καλλιέργειας. Δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό φυτό και με τις σωστές φροντίδες, μπορεί να παράγει πολλούς και εύρωστους καρπούς.

Απαιτήσεις σε έδαφος

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες εδαφών (οργανικά, ελαφρά, μέσης συστάσεως, ακόμη και βαριά), αρκεί αυτά να στραγγίζουν

ικανοποιητικά. Οι απαιτήσεις σε έδαφος αυξάνουν όταν επιθυμείται πρωιμότητα και υψηλή παραγωγή. Για μεγάλη απόδοση σε βιομηχανική τομάτα προτιμώνται τα πηλώδη, αργιλλοπηλώδη ή πιο βαριά εδάφη που έχουν μεγάλη υδατοϊκανότητα και συνήθως καλή γονιμότητα. Όσον αφορά την πρόιμη ωρίμανση επιτραπέζιας τομάτας, προτιμάται να καλλιεργείται σε ελαφρότερα εδάφη (πηλοαμμώδη, αμμοπηλώδη), τα οποία στραγγίζουν καλύτερα και θερμαίνονται νωρίτερα την άνοιξη, χρειάζονται όμως περισσότερη λίπανση, καθώς είναι λιγότερο γόνιμα, και συχνότερη άρδευση. Σε όλες τις περιπτώσεις, είναι επιθυμητή η υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, καθώς και σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Το ανεκτό pH είναι 5,5-7 με άριστο 6-6.5. Τέλος, πρέπει να αποφεύγονται τα αλατούχα εδάφη. (Diez and Nuez, 2008) .

Απαιτήσεις σε θερμοκρασία

Η τομάτα είναι ένα μέτρια θερμοαπαιτητικό λαχανικό. Αν και τα φυτά της τομάτας μπορούν να αντέξουν έκθεση για μικρό χρόνο σε θερμοκρασίες μέχρι 1 οC χωρίς να υποστούν ζημιές από ψύξη, η αύξησή τους αναστέλλεται πλήρως σε θερμοκρασίες κάτω από 9 οC. Γενικά η καρπώδωση στην τομάτα αρχίζει να εμφανίζει προβλήματα όταν η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας πέφτει για μεγάλα χρονικά διαστήματα κάτω από 16-17 C, ενώ κάτω από 13 οC τα προβλήματα γίνονται ιδιαίτερα σοβαρά, κυρίως λόγω της πολύ φτωχής παραγωγής γύρης (Diez and Nuez, 2008).

Η τομάτα καλλιεργείται κατά τη θερμή περίοδο του έτους, και απαιτεί χρονική περίοδο διάρκειας τουλάχιστον 3-4 μηνών από τη σπορά μέχρι την έναρξη της συγκομιδής. Κάτω των 12οC το φυτό παθαίνει ζημιές σε όλα τα

στάδια ανάπτυξής του. Το άριστο της βλαστικής ανάπτυξης παρατηρείται στους 20-25° C. Η βλαστική ανάπτυξη είναι ταχύτερη όταν παρατηρείται διαφορά θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας 4-5°C (θερμοπεριοδισμός). Η άριστη θερμοκρασία νύχτας ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία του φυτού. Η καρπόδεση, στις περισσότερες ποικιλίες, επιτελείται καλύτερα στους 16-22°C, ενώ δε γίνεται σε θερμοκρασίες άνω των 30-35°C και κάτω των 10-15°C λόγω σχηματισμού ατελών ανθέων ή μη γονιμοποίησης με συνέπεια την ανθόρροια. Παρουσιάζει ποσοτική, φωτοπεριοδική αντίδραση, δηλαδή ανθίζει σε οποιαδήποτε φωτοπερίοδο, αλλά όταν αυτή είναι κάτω των 12 ωρών, η άνθιση είναι πρόωμη. Απαιτεί υψηλές εντάσεις φωτός (50000lux) για το άριστο ανάπτυξης και καρπόδεσης.

Απαιτήσεις σε υγρασία

Η ιδανική σχετική υγρασία (Σ.Υ.) για τις καλλιέργειες τομάτας κυμαίνεται μεταξύ 65-80%. Όταν η σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη από 60% μπορεί να παρουσιαστεί ξήρανση του στίγματος σε σημαντικό ποσοστό ανθέων, με συνέπεια η γονιμοποίησή τους να καθίσταται προβληματική.

Αναφορικά με την άρδευση συνιστώνται τακτικά ποτίσματα. Το φυτό ανέχεται υψηλό ποσοστό αλάτων νερού (ως 3-5 mmhos/cm) ενώ στο έδαφος αυτά δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 3 mmhos/cm. Το πότισμα γίνεται συνήθως με στάγδην άρδευση. Μια καλλιέργεια που ποτίζεται με στάγδην άρδευση από τον Οκτώβριο και μετά, απαιτεί 600-700m³ νερού/στρέμμα. Για τη βιομηχανική τομάτα χρειάζονται 400-500m³ νερού/στρέμμα. (Diez and Nuez, 2008).

Λίπανση

Το θέμα της λίπανσης είναι πολύ σημαντικό για την κανονική ανάπτυξη των φυτών της τομάτας, την ποσοτική και ποιοτική παραγωγή τους.

Αναφορικά με τη λίπανση, το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων και καρπών οφείλονται περισσότερο στην επίδραση του αζώτου (N). Μεγάλες αποδόσεις καρπών επιτυγχάνονται με μέτριες δόσεις αζώτου τόσο σε θερμοκηπιακές όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες τομάτας. Η αύξηση της παραγωγής με τη χορήγησή του οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των συγκομιζόμενων καρπών και όχι στην αύξηση του βάρους των καρπών. Μεγάλες δόσεις αζώτου οδηγούν σε οψίμιση της ωρίμανσης, ιδιαίτερα σε υπαίθριες καλλιέργειες. Τα φυτά απορροφούν και αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο. Η ταχύτερη απορρόφηση της μιας ή της άλλης μορφής εξαρτάται κυρίως από το pH του υποστρώματος ανάπτυξης. Η χρησιμοποίηση αμμωνιακού αζώτου μειώνει την περιεκτικότητα σε κάλιο σε νεαρά σπορόφυτα και την περιεκτικότητα ώριμων φύλλων τομάτας σε ασβέστιο και μαγνήσιο και αυξάνει το ποσοστό των καρπών που παρουσιάζουν συμπτώματα ξηρής κορυφής. Στις ελληνικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες, τα λιπάσματα νιτρικής αμμωνίας, νιτρικού ασβεστίου και νιτρικού καλίου θεωρούνται τα καταλληλότερα.

Ο φωσφόρος (P) επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος. Αντίθετα, η ανεπάρκειά του μπορεί να περιορίσει τη βλάστηση και την καρποφορία φυτών τομάτας. Η αντίδραση των φυτών στη φωσφορική λίπανση εξαρτάται από τα εδαφικά αποθέματα φωσφόρου και από το pH του υποστρώματος ανάπτυξής τους. Μέγιστη παραγωγή τομάτας επιτυγχάνεται με σχετικά μέσα επίπεδα καλίου (K). Η χορήγηση καλίου μόνο για την επίτευξη μέγιστης παραγωγής έχει σαν αποτέλεσμα οι καρποί να είναι μέτριας ποιότητας. Η προσθήκη μεγαλύτερων ποσοτήτων του στοιχείου από εκείνες που χρειάζονται για μέγιστη παραγωγή έχει σαν αποτέλεσμα την απορρόφηση

από τα φυτά μεγάλων ποσοτήτων, με συνέπεια τη βελτίωση των παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και ολική οξύτητα του χυμού της τομάτας, είναι δυο βασικές παράμετροι που καθορίζουν τη γεύση της τομάτας. Το ασβέστιο (Ca) είναι υπεύθυνο για την αύξηση των μεριστωματικών ιστών. Σπάνια παρατηρείται αντίδραση των φυτών, επειδή τα περισσότερα ανόργανα εδάφη είναι πλούσια σ' αυτό. Αντίθετα, παρατηρούνται συχνές ανωμαλίες στους καρπούς από ανεπαρκή τροφοδοσία τους σε ασβέστιο.

Ανεπαρκής εφοδιασμός του εδάφους με μαγνήσιο (Mg) μπορεί να επιφέρει μείωση στην ανάπτυξη και την παραγωγή. Αντίθετα, χορήγησή του βελτιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

(Diez and Nuez, 2008).

Τροφοπενίες

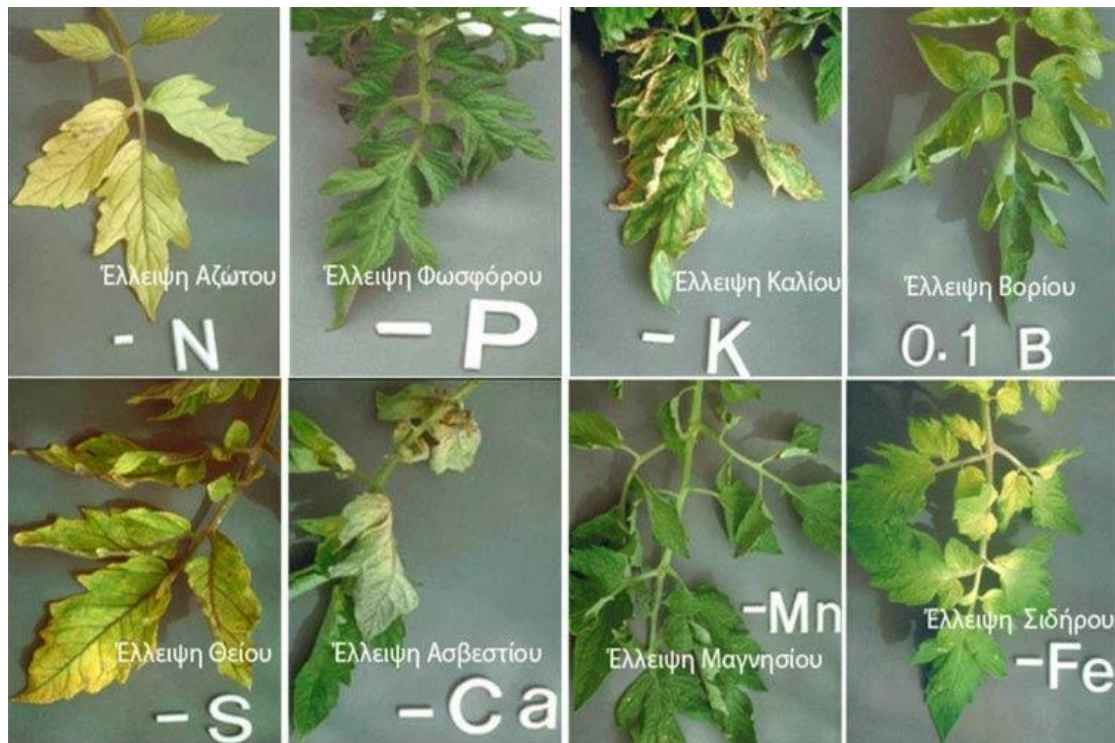
Τροφοπενία (Εικόνα 6) είναι η ανεπάρκεια ή η έλλειψη στο φυτό κάποιου ή κάποιων θρεπτικών στοιχείων απαραίτητων για την κανονική ανάπτυξη και παραγωγή του.

Στη χώρα μας οι τροφοπενίες κατά σειρά σπουδαιότητας είναι:

Τροφοπενία **μαγνησίου**

Τροφοπενία **σιδήρου**

Τροφοπενία **ασβεστίου**



Εικόνα 6 (τροφοπενίες τοματιάς)

Ενώ σπανιότερες είναι οι τροφοπενίες **Φωσφόρου Καλίου Αζώτου** και **Μαγγανίου**, ίσως γιατί τα θρεπτικά αυτά στοιχεία χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες κάθε καλλιεργητική περίοδο.

Αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων

Οι αλληλεπιδράσεις των θρεπτικών στοιχείων αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη θρέψη της τομάτας και προκαλούν σε πολλές περιπτώσεις τροφοπενίες στα φυτά. Μεγάλη περιεκτικότητα ασβεστίου ή μαγνησίου στο εδαφικό διάλυμα μειώνει την απορρόφηση του καλίου από το φυτό. Από την περίσσεια καλίου ή ασβεστίου μειώνεται κυρίως η απορρόφηση μαγνησίου (Diez and Nuez, 2008).

ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η τομάτα έχει πάρα πολλούς εχθρούς και ασθένειες όπως είναι οι μύκητες, τα έντομα, τα βακτήρια, οι νηματώδεις, τα ακάρεα και οι ιώσεις. Οι ζημιές που μπορεί να της προκαλέσουν, είναι τεράστιες, ακόμα και καταστροφικές. Στο φυτό της τομάτας προσβάλλονται όλα τα μέρη του, όπως οι ρίζες, ο λαιμός, το στέλεχος, τα φύλλα και οι καρποί, βάσει των οποίων θα ταξινομηθούν και παρακάτω οι προσβολές.

1.Μυκητολογικές ασθένειες

Τήξη σπορείων ή φυταρίων και σήψη λαιμού και ριζών νεαρών φυτών
(*Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* κ.ά.)

Περονόσπορος (*Phytophthora infestans*) Ωίδιο (Εικόνα 7) (*Leveillula taurica*,
Oidium spp.) Αλτερνάρια (*Alternaria alternata*)



Εικόνα 7 (προσβολή τοματας απο *Phytophthora infestans*)

2. Βακτηριολογικές ασθένειες

Βακτηριακό έλκος ή κορυνοβακτηρίωση (Εικόνα 8) (*Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*).



Εικόνα 8 (προσβολή καρπού από Βακτηριακό έλκος)

3. Εχθροί της τομάτας

Οι εντομολογικοί εχθροί της τομάτας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: έντομα του φυλλώματος και έντομα του εδάφους.

Οι εντομολογικοί εχθροί του φυλλώματος της τομάτας είναι: οι αφίδες (Εικόνα 9) και ο θρίπας του καπνού *Thrips tabaci*, (Εικόνα 10) ο αλευρώδης των θερμοκηπίων *Trialeurodes vaporariorum*, (Εικόνα 11)



Εικόνα 9 *Myzus persicae*

ο αλευρώδης του καπνού *flemisici tabaci*, η μαύρη αφίδα των κουκιών *Aphis fabae*, η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς *Myzus persicae*, η αφίδα του βαμβακιού *Aphis gossypii*, ο δορυφόρος της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata*, ο φυλλορύκτης της τομάτας *Tuta absoluta*, οι λιριόμυζες *Liriomyza bryoniae*, *L. trifoliae*, *L. huidobrensis* και η βρωμούσα *Nezarda viridula*.



Εικόνα 10 *Thrips tabaci*

Τα έντομα εδάφους που αποτελούν εχθρούς της τομάτας είναι: ο κρεμμυδοφάγος-πρασαγγούρας-κολοκυθοκόφτης *Gryllotalpa gryllotalpa*, οι αγροτίδες *Agrotis ipsilon*, *A. segetum*, το πράσινο σκουλήκι *Helicoverpa armigera* και το μηλόλονθη-ασπροσκούληκο *Melolontha melolontha*. (Diez and Nuez, 2008).



Εικόνα 11 (*Trialeurodes vaporariorum*)

Ο ΥΠΟΝΟΜΕΥΤΗΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ - *Tuta absoluta*

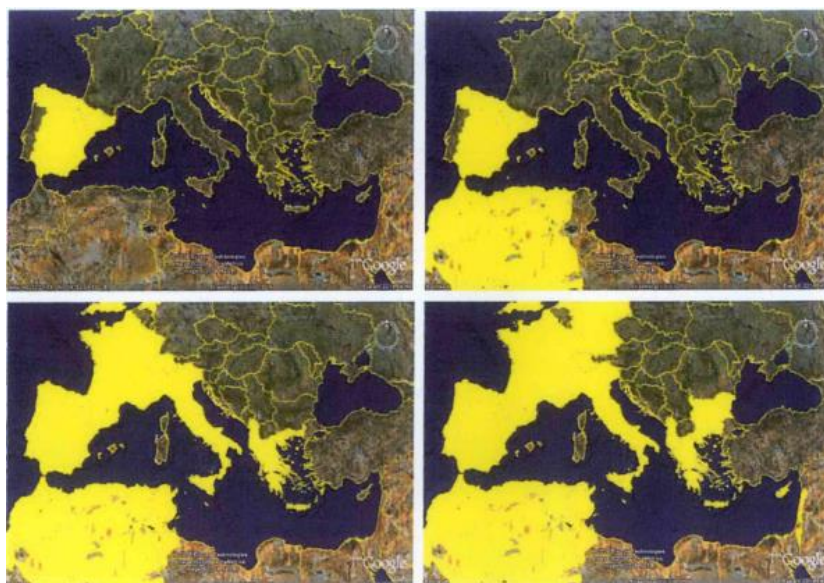
ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το έντομο *Tuta absoluta* προέρχεται από την Νότια Αμερική όπου και καταγράφηκε σε πολλές περιοχές της ηπείρου κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών . Οι προσβολές που για πρώτη φορά εντοπίστηκαν στην Ευρώπη, στην Καταλονία ήταν το 2007. Το 2008 είχαν αναφερθεί κρούσματα από την Ισπανία, το Μαρόκο και την Αλγερία. Το 2009 από τη Νότια Γαλλία και την Ιταλία. Πιο συγκεκριμένα, στη διάρκεια των δύο ετών του 2008 και 2009 έχει εντοπιστεί στην Ιταλία, την Γαλλία, στη Μάλτα, το Ηνωμένο Βασίλειο, στην Ελλάδα, την Ιρλανδία , την Πορτογαλία, το Μαρόκο, την Αλγερία , την Τυνησία, τη Λιβύη και την Αλβανία (www.tutaabsoluta.com). (Εικόνα 12)



Εικόνα 12 (εξάπλωση του υπονομευτή *Tuta absoluta* πριν το 2007)

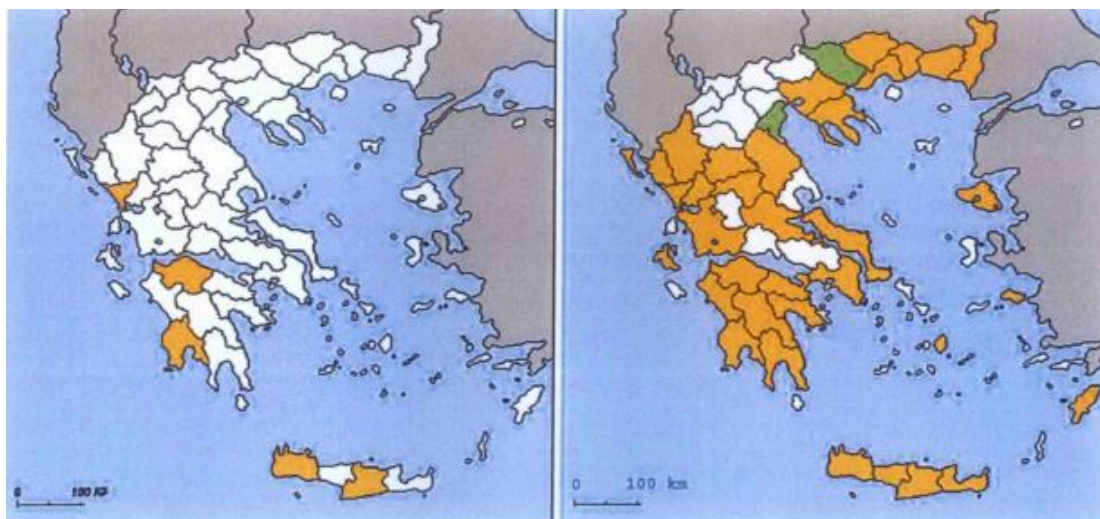
Το λεπιδόπτερο αυτό, που ήρθε πρόσφατα στην Ευρώπη, πρωτοεμφανίστηκε στην Ελλάδα την άνοιξη του 2009 και εξαπλώθηκε ταχύτατα (Εικόνα 13) σε ολόκληρη την χώρα (Χαραντώνης & Γιαννοπολίτης, 2009).



Εικόνα 13 (η εξάπλωση του υπονομευτή *Tuta absoluta* στην Ευρώπη από το 2007, πάνω αριστερά, έως το 2010 κάτω δεξιά)

Η κριτική από τον (Bawin et al, 2014) θεώρησε ότι επηρεάζονται οι ακόλουθες χώρες από *T. Absoluta*: Αλβανία, Αλγερία, Αργεντινή, Αυστρία, Μπαχρέιν, Βέλγιο, Βολιβία, Βραζιλία, Βουλγαρία, Νησιά Καϊμάν, Χιλή, Κολομβία, Κύπρος, Τσεχία, Δανία, Ισημερινός, Αίγυπτος, Εσθονία, Αιθιοπία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιράν, Ιράκ, Ιρλανδία, Ισραήλ, Ιταλία, Ιορδανία, Κοσσυφοπέδιο, Κουβέιτ, Λετονία, Λίβανος, Λιβύη, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Μαρόκο, Κάτω Χώρες, Παλαιστινιακή Αρχή (Δυτική Όχθη), Παναμάς, Παραγουάη, Περού, Πολωνία, Πορτογαλία (συμπεριλαμβανομένων οι Αζόρες), Κατάρ, Ρουμανία, Ρωσία, Σαουδική Αραβία, Σενεγάλη, Σλοβακία, Σλοβενία, Ισπανία (συμπεριλαμβανομένων των Καναρίων Νήσων), Σουδάν, Σουηδία, Ελβετία, Συρία, Τυνησία, Τουρκία, Ηνωμένο Βασίλειο (όλες οι περιοχές), Ουρουγουάη, Βενεζουέλα, και Δυτική

Σαχάρα. Το έντομο *Tuta absoluta* το 2010 σχεδόν κάλυψε όλη την Ελλάδα ενώ το 2009 υπήρξε μόνο σε 5 νομούς (Εικόνα 14)



Εικόνα 14 (το έντομο *Tuta absoluta* στην Ελλάδα το 2009 αριστερά και το 2010 δεξιά)

Η ταχεία διανομή του *T. Absoluta* σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως το υψηλό βιοτικό δυναμικό του, το μεγάλο εύρος των φυτών ξενιστών του (αύξηση της ανθεκτικότητάς του στις καλλιεργούμενες περιοχές και του χειμώνα), η διευκόλυνση ενδο-ηπειρωτικής διασποράς λόγω μεταφοράς ανθρώπων και τεχνητή επιλογή ανθεκτικών σε εντομοκτόνα πληθυσμών (Bawin et al, 2014). Επιπλέον, η απουσία συνεξελισσόμενων φυσικών εχθρών μπορεί να εξηγήσει γιατί η δυναμική του πληθυσμού των παρασίτων στις πρόσφατα εισβαλλόμενες περιοχές είναι ταχύτερη από ό, τι στη φυσική περιοχή, όπου οι φυσικοί εχθροί είναι πιο συχνές (Siqueira et al, 2000).

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Τα τέλεια έντομα έχουν χρώμα γκρι-καφέ, μήκος σώματος γύρω στα 6 mm και άνοιγμα πτερυγίων γύρω στα 10 mm (Εικόνα 15). Τα αρσενικά άτομα έχουν λίγο σκορύτερο χρώμα από ότι τα θηλυκά. Οι νέο-εκκολαφθείσες προνύμφες (κάμπιες) είναι μικρές γύρω στα 0,5mm κιτρινωπές. Καθώς ωριμάζουν οι προνύμφες γίνονται κιτρινοπράσινες και εμφανίζουν μια χαρακτηριστική μαύρη ζώνη πίσω από το κεφάλι. Οι πλήρως ανεπτυγμένες προνύμφες αποκτούν μήκος γύρω 9 mm και έχουν ένα ρόδινο χρώμα στην ράχη τους (Εικόνα 16).



Εικόνα 15 (τέλειο έντομο *Tuta absoluta*) Εικόνα 16 (προνύμφη και νύμφη *Tuta absoluta*)

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Το έντομο πολλαπλασιάζεται ταχύτατα, συμπληρώνοντας τον βιολογικό του κύκλο (Εικόνα 17) μέσα σε 24 - 38 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία, και μπορεί να έχει 10 - 12 γενεές το χρόνο. Τα θηλυκά ενήλικα έχουν διάρκεια ζωής 10-15 ημέρες ενώ τα αρσενικά 6-7 ημέρες. Η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία δραστηριοποιείται το έντομο είναι 9 C. Η διαχείμαση μπορεί να γίνει στην μορφή του αυγού, χρυσαλίδας ή τέλειου εντόμου αλλά στην Νότια Ευρώπη και στην Νότια Αφρική δεν φαίνεται το έντομο να διαχειμάζει. Τα τέλεια έντομα φαίνονται δραστήρια κατά την διάρκεια της νύχτας ενώ την

ημέρα κρύβονται ανάμεσα στα φύλλα. Κάθε θηλυκό γεννά μέχρι 30 αυγά πάνω στα υπέργεια μέρη των φυτών οι προνύμφες που εκκολάπτονται από τα αυγά ορύσσουν στοές στο εσωτερικό των φύλλων, βλαστών και καρπών και παραμένουν μέσα σε αυτές εκτός από μικρά διαστήματα μεταξύ εκδύσεων κατά τα όποια μπορεί να βρεθούν εκτός των στοών. Τα αυγά έχουν διάρκεια ζωής 7ημέρες. Οι ώριμες προνύμφες συνήθως εξέρχονται από τις στοές και μετατρέπονται σε χρυσαλλίδες είτε στο έδαφος είτε στην επιφάνεια του φύλλου και σπανιότερα μένουν μέσα στην στοά και χρυσαλλιδώνονται εκεί (Ροδιτάκης & Σκαρμούτσου 2010, Γιαννοπολίτης 2010).



Εικόνα 17 (βιολογικός κύκλος του *Tuta absoluta*)

ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Εκτός από την τομάτα (*Solanum lycopersicum*), το έντομο προσβάλλει πατάτα(*Solanum tuberosum*), μελιτζάνα(*Solanum melongena*), πιπεριά (*Capsium annuum*) (Εικόνα 18) και καπνό (*Nicotiana tabacum*).

Επιπλέον προσβάλλει και αρκετά ζιζάνια, όπως το *Solanum nigrum* (στίφνος), το *Nicotiana glauca* (γιατράκος) και το *Datura stramonium* (τάτουλας) (Ροδιτάκης 2014, Γιαννοπολίτης 2010).



Εικόνα 18 (προσβολή *Tuta absoluta* σε φύλλο πιπεριάς)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ - ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Οι προνύμφες μπορούν να προσβάλουν όλα τα υπέργεια μέρη των φυτών και σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης αυτών (από τα νεαρά σπορόφυτα μέχρι τα ώριμα φυτά). Η συνεχής ανάπτυξη του εντόμου στις θερμότερες περιοχές εξασφαλίζει την παρουσία προνυμφών σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και αυτό μπορεί να επιφέρει την πλήρη καταστροφή της καλλιέργειας (Ναβροζίδης και Ανδρεάδης 2012). Το έντομο ζημιώνει ιδιαίτερα την τομάτα τόσο την υπαίθρια, όσο και τη θερμοκηπιακή. Στην πατάτα οι ζημιές είναι λιγότερο σοβαρές, γιατί το έντομο αυτό (αντίθετα από ό,τι συμβαίνει με τη φθοριμαία) δεν προσβάλλει τους κονδύλους ούτε στον αγρό, ούτε στην αποθήκη.

Οι νεαρές προνύμφες μετά την εκκόλαψη, εισχωρούν στο εσωτερικό των φύλλων, των βλαστών και των καρπών και τρέφονται από τους εσωτερικούς ιστούς δημιουργώντας σε αυτούς στοές (Ροδιτάκης & Σκαρμούτσου 2010, Γιαννοπολίτης 2010).

ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΦΥΛΛΑ

Η διαπίστωση της προσβολής στα φύλλα είναι σχετικά δύσκολη στα πρώτα στάδια διότι μοιάζει αρκετά με της προσβολή από υπονομευτή των φύλλων της τομάτας *Lyriomyza spp.* και δύσκολα μπορεί να αξιολογηθεί. Σε προχωρημένο στάδιο η προσβολή μπορεί να διακριθεί πιο εύκολα, καθώς οι στοές είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που προκαλεί ο υπονομευτής *Lyriomyza spp.*, ενώ συχνά παρατηρούνται ακανόνιστου σχήματος θάλαμοι εντός του παρεγχύματος του φύλλου από την δραστηριότητα της προνύμφης. Τα σφαιροειδή αποχωρήματα είναι ορατά, κάτι που δεν παρατηρούνται από την προσβολή *Lyriomyza spp.* (Εικόνα 19)



Εικόνα 19 (φύλλο φασολιάς, αριστερά προσβολή απο *Tuta absoluta* και δεξιά προσβολή απο *Lyriomyza spp.*)

Οι προσβολές ξεκινούν να παρατηρούνται κυρίως στα κορυφαία φύλλα του φυτού. Η προνύμφη τρέφεται με το μεσόφυλλο αφήνοντας άθικτη την κάτω κ πάνω επιδερμίδα του ελάσματος του φύλλου (Εικόνα 20). Προσβολές παρατηρούνται σε νεαρούς βλαστούς και στις μασχάλες των φύλλων. Οι στοές είναι λιγότερο ευδιάκριτες, όμως τα σφαιροειδή αποχωρήματα βοηθούν στον εντοπισμό των προσβολών.

Σε προχωρημένο στάδιο οι στοές που προκαλεί είναι μεγαλύτερες, ενώ συχνά παρατηρούνται ακανόνιστου σχήματος θάλαμοι εντός του φύλλου από την δραστηριότητα της προνύμφης.

Τελικά οι προσβεβλημένες περιοχές ή και ολόκληρο το φύλλο νεκρώνεται. Τα μαύρα περιττώματα και η χαρακτηριστική προνύμφη στο εσωτερικό των στοών αποτελούν διαγνωστικά χαρακτηριστικά της προσβολής από το έντομο αυτό .



Εικόνα 20 (προσβολή κορυφαιού φύλλου τοματας)

ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΣΤΕΛΕΧΗ

Προσβολές παρατηρούνται σε νεαρούς βλαστούς και στις μασχάλες των φύλλων. Η είσοδος στους βλαστούς είναι συνήθως από το κορυφαίο τμήμα τους και εξαιτίας της στοάς, που δημιουργείται κατά μήκος, η κορυφή του βλαστού αρχικά μαραίνεται και μετά ξηραίνεται (Εικόνα 21).



Εικόνα 21 (προσβολή στελέχους από *Tuta absoluta*)

ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ

Η προσβολή συνήθως διαπιστώνεται κάτω από τον κάλυκα του καρπού και δεν είναι ορατή στα αρχικά στάδια, παρά μόνο αν ανασηκωθούν τα σέπαλα του κάλυκα (Εικόνα 22).

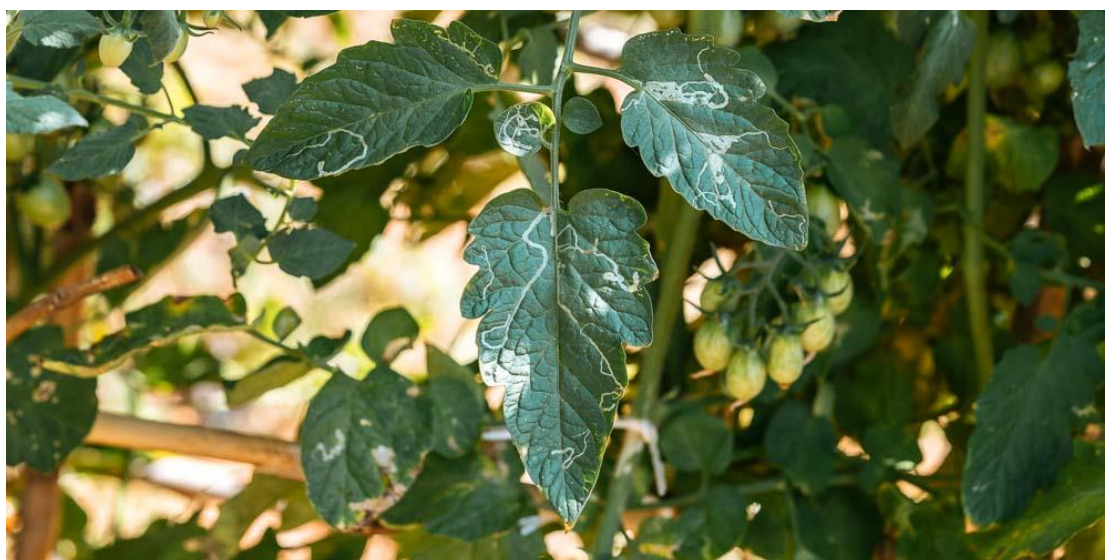


Εικόνα 22 (προσβολή καρπού)

Πιο ορατή είναι η προσβολή σε προχωρημένο στάδιο καθώς είναι ευδιάκριτες οι στοές και τα σφαιροειδή αποχωρήματα από την τροφική δραστηριότητα της προνύμφης. Προσβολές παρατηρούνται και στην επιφάνεια του καρπού.

ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΧΘΡΟΥΣ

Λυριόμυζα (*Lyriomyza spp*): Στα αρχικά στάδια, όταν η στοά είναι πολύ μικρή, δύσκολα κάποιος μπορεί να διακρίνει διαφορά, βάσει των συμπτωμάτων, μεταξύ των δυο εχθρών. Ωστόσο, με προσεχτικότερη παρατήρηση θα διαπιστωθεί ότι τα σφαιροειδή αποχωρήματα είναι διατεταγμένα στο κέντρο κατά μήκος της στοάς για τη Λυριόμυζα, (Εικόνα 23) ενώ για το *T. absoluta* τα αποχωρήματα τοποθετούνται στην άκρη της στοάς ή έξω από αυτήν. Σε πιο προχωρημένες προσβολές, το *T. absoluta* δημιουργεί θαλάμους, που εύκολα διακρίνονται από τις στοές της λυριόμυζας.



Εικόνα 23 (προσβολή από *Lyriomyza spp*)

Άλλοι υπονομευτές φύλλων: Προβολές που διαπιστώνονται σε φυτά που δεν είναι ξενιστές του *T. absoluta* (π.χ. σπανάκι) οφείλονται σε άλλα είδη υπονομευτών (π.χ. *Pegomyia sp.*), που δεν θα πρέπει να ανησυχούν τους παραγωγούς τομάτας. Οι προνόμφες των τελευταίων εντόμων διακρίνονται στο ότι δεν φέρουν το χαρακτηριστικό μαύρο στίγμα στον προθώρακα.

Φθοριμαία της πατάτας : Τα συμπτώματα που προκαλεί το *T. absoluta* στην τομάτα είναι τα ίδια με αυτά που προκαλεί το συγγενές ιθαγενές είδος με το κοινό όνομα φθοριμαία (*Phthorimaea operculella*) (Εικόνα 24). Η διαφοροποίηση των δυο ειδών στον αγρό μπορεί να γίνει με ασφάλεια από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της κάμπιας. Το χρώμα στο κεφάλι και στον προθώρακα είναι ομοιόμορφα σκούρο-καφέ για το φθοριμαία, σε αντίθεση με το *T. absoluta* που φέρει χαρακτηριστικό μαύρο στίγμα στον προθώρακα.



Εικόνα 24 (*Phthorimaea operculella*)

ΕΓΚΑΙΡΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΑΠΟ *TUTA ABSOLUTA*

Ο έγκαιρος εντοπισμός της προσβολής από το *T. absoluta* είναι απαραίτητος για να έχουμε την λιγότερη δυνατή προσβολή και μπορεί να λάβει χώρα με τη χρήση φερομονικών παγίδων και με σωστά σχεδιασμένο πλάνο παρακολούθησης της καλλιέργειας για νέες προσβολές. Αναλυτικότερα:

Α. Φερομονικές παγίδες: (Εικόνα 25)

Οι φερομόνες ελκύουν μόνο τα άρρενα και δεν θα αυξήσουν την προσβολή. Έτσι, η παρουσία αρρένων στις παγίδες προειδοποιεί, για πιθανή επικείμενη προσβολή και μπορεί να παρατηρηθεί πριν από οποιαδήποτε εμφάνιση συμπτωμάτων προσβολής στην καλλιέργεια. Επομένως, τα θήλεα και άρρενα έντομα, που τελικά επισκέπτονται την καλλιέργεια, προσελκύονται από τις πτητικές ελκυστικές ουσίες (τις καϊρομόνες), που παράγονται αποκλειστικά από τα φυτά της τομάτας.



Εικόνα 25 (φερομονική παγίδα)

B. Πλάνο παρακολούθησης (monitoring) της καλλιέργειας για νέες προσβολές: Ο παραγωγός πρέπει να αναγνωρίζει την προσβολή από το εν λόγω έντομο στα αρχικά της στάδια, κάτι που είναι σχετικά δύσκολο, όπως προαναφέρθηκε, και απαιτεί εκπαίδευση και εμπειρία. Για το σχέδιο παρακολούθησης και τη συχνότητα των ελέγχων για νέες προσβολές πρέπει να συμβουλευθεί τον τοπικό γεωπόνο ή τεχνολόγο γεωπονίας, που παρακολουθεί την καλλιέργεια. Σημαντικό κρίνεται η απόκτηση εμπειρίας για την εκτίμηση των επιπέδων ωθοεσίας (πόσα ωά έχουν τοποθετήσει πάνω στο φύλλο), που δίνει μια εκτίμηση της κατάστασης πριν την έναρξη της προσβολής.

Η παρακολούθηση του εντόμου στην περιοχή της καλλιέργειας γίνεται με τη χρήση ειδικών παγίδων που διατίθενται στην αγορά. Συνιστώνται οι παγίδες φερομόνης είτε τύπου Δέλτα (κολλητικές), είτε τύπου νερού . Σε αυτές τις παγίδες τοποθετείται κάψουλα με την ειδική φερομόνη για το *T. absoluta*. Οι παγίδες αυτές προσελκύουν και συλλαμβάνουν τα άρρενα τέλεια άτομα και έτσι με τακτικό έλεγχο των συλλήψεων έχει κανείς μια καλή εικόνα των πτήσεων και της πυκνότητας του εντόμου στην περιοχή. Ανάλογα με τις συλλήψεις προγραμματίζεται η έναρξη της καταπολέμησης καθώς και η συνέχισή της. Παράλληλα με την παρακολούθηση του πληθυσμού μέσω των παγίδων, πρέπει να γίνεται και στενή παρακολούθηση της καλλιέργειας για πιθανή εμφάνιση των πρώτων προσβολών, που συνήθως ξεκινάει από τα φύλλα και μάλιστα τα κατώτερα, πιο ώριμα φύλλα, των φυτών. Με τη διαπίστωση των πρώτων κηλίδων προσβολής, η έναρξη της καταπολέμησης πρέπει να είναι άμεση. Τα πρώτα προσβεβλημένα φύλλα ή καρποί που θα εντοπισθούν πρέπει να συλλέγονται και να καταστρέφονται, γιατί αποτελούν εστίες πολλαπλασιασμού του εντόμου στον αγρό για το άμεσο μέλλον.

ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ *TUTA ABSOLUTA*

Ο χημικός έλεγχος ήταν η κύρια μέθοδος ελέγχου που χρησιμοποιείται κατά *T. absoluta* και οι καλλιεργητές συνήθως επιλέγουν το εντομοκτόνο σε μια ποικιλία επιλογών που έχουν επίσημα καταχωρηθεί και προτείνεται. Η κύρια μέθοδος για *T. absoluta* είναι ο ψεκασμός με εντομοκτόνα που είναι επιβλαβή τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον (Picanco et al., 1998). Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα του χημικού ελέγχου είναι περιορισμένη λόγω της φύσης της βλάβης του εντόμου καθώς και της ικανότητάς του να αναπτύσσει ταχέως ανθεκτικά σε εντομοκτόνα στελέχη (Abbes et al, 2014). *T. absoluta* είναι ένα δύσκολο να ελεγχθεί το παράσιτο επειδή είναι δυνητικά πολύ επιβλαβές και έχει την ικανότητα να αναπτύξει αντοχή σε πολλά εντομοκτόνα (Siqueira et al., 2000). Η αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων από μόνη της μπορεί μερικές φορές να επηρεαστεί λόγω της συμπεριφοράς των προνυμφών στη διατροφή των ναρκών ή της ανεπαρκούς τεχνολογίας ψεκασμού. Συνήθως, απαιτούνται αρκετοί ψεκασμοί ανά καλλιεργητική περίοδο και σημειώνεται μείωση της αποτελεσματικότητας των προϊόντων που χρησιμοποιούνται κατά *T. absoluta* από τη δεκαετία του 1980 σε καλλιέργειες ντομάτας. Έχει αναφερθεί αντοχή σε ορισμένα δραστικά συστατικά σε αρκετές χώρες, για παράδειγμα στην αμπαμεκτίνη και την περμεθρίνη στη Βραζιλία. Πρόσφατα, ένας πληθυσμός από τη Νότια Αμερική του υπονομευτή της τομάτας βρέθηκε να είναι ανθεκτικός στο spinosad, ένα εντομοκτόνο νέας γενιάς. Παρομοίως, έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά και τα εντομοκτόνα πυρεθροειδούς στη Χιλή (Salazar & Araya 2001).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Ο όρος ολοκληρωμένη διαχείριση των καλλιεργειών περιγράφει μια πολιτική που στόχος της είναι η αποτελεσματική και κερδοφόρα παραγωγή με τρόπο τέτοιο, ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμη και περιβαλλοντικά υπεύθυνα. Η πολιτική αυτή ενσωματώνει τις ωφέλιμες φυσικές διεργασίες σε σύγχρονες γεωργικές πρακτικές σε συνδυασμό με τη χρήση προχωρημένης τεχνολογίας, στοχεύοντας στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών κινδύνων. Για το λόγο αυτό πολλοί ερευνητές θεωρούν την ολοκληρωμένη γεωργία ως ένα τύπο ορθής γεωργικής πρακτικής. Τα οφέλη από την ολοκληρωμένη διαχείριση είναι (Τσελές κ.ά., 2011):

- Η παραγωγή υψηλής ποιότητας γεωργικών προϊόντων.
- Η μεγιστοποίηση του οικονομικού οφέλους για τον παραγωγό.
- Η ορθολογική χρήση των εισροών που δέχεται η καλλιέργεια.
- Η μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Η μείωση της επιβάρυνσης της ανθρώπινης υγείας, του παραγωγού και του καταναλωτή του προϊόντος.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση δεν πρέπει να συγχέεται με τη βιολογική γεωργία. Η βασική αρχή της βιολογικής γεωργίας είναι η μη χρησιμοποίηση συνθετικών χημικών ουσιών στην καλλιέργεια, κάτι που δεν ισχύει για την ολοκληρωμένη διαχείριση.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα προβλήματα που προέκυψαν από την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής οδήγησαν τους κατοίκους των αναπτυγμένων χωρών να τους απασχολούν πλέον ζητήματα όπως η ασφάλεια των τροφίμων ενώ παραμένει η επιθυμία τους να προμηθεύονται άφθονα και φτηνά τρόφιμα. Στο πλαίσιο αυτό αρχίζει η ανάπτυξη διαφόρων συστημάτων γεωργικής παραγωγής όπως τα Ολοκληρωμένα Συστήματα Τροφής και Γεωργίας (Integrated Food and Farming Systems-IFFS), Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αγροκτημάτων (Integrated Farm Management-IFM) και Ολοκληρωμένη Διαχείριση Καλλιεργειών (Integrated Crop Management-ICM). Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών (Integrated Pest Management-IPM) είναι ένας όρος που επίσης έχει χρησιμοποιηθεί, αλλά προφανώς αναφέρεται σε ένα μέρος, ή ένα πλαίσιο τεχνικών του συστήματος αυτού παραγωγής.

Η Ολοκληρωμένη Γεωργία περιλαμβάνει μία σειρά αρχών και διαδικασιών που πρέπει να εφαρμόζονται, λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες συνθήκες του αγροκτήματος και του περιβάλλοντός του. Συνολικά, έχει θεωρηθεί ότι η Ολοκληρωμένη Γεωργία δεν διαφοροποιείται από τη βιολογική όσον αφορά στις διαδικασίες και στις καλλιεργητικές τεχνικές, αλλά στα μέσα που χρησιμοποιεί. Αντιπροσωπεύει δηλαδή ένα πλαίσιο τεχνικών παραγωγής που είναι έντασης τεχνολογίας και το οποίο αποπειράται να δώσει ομοιοβαρή έμφαση στο περιβάλλον και τα γεωργικά εισοδήματα.

Όχι άδικα, ορισμένοι ερευνητές έχουν θεωρήσει την ολοκληρωμένη γεωργία έναν τύπο Ορθής Γεωργικής Πρακτικής εφόσον ο βαθμός ολοκλήρωσης των αρχών της αειφορίας που τη διέπει είναι μάλλον ασθενής, όπως φαίνεται και από τον προαναφερθέντα ορισμό της. Ο ορισμός αυτός δείχνει και το νοηματικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται τα Ο.Γ.Σ., που δεν φαίνεται να είναι ολιστικό, είναι όμως σαφώς συστημικό. Δεν πρέπει βέβαια να αμελείται ότι, όπως και για τη Βιολογική γεωργία, υπάρχει μεγάλη ποικιλία προτύπων ή εκφράσεων της Ολοκληρωμένης γεωργίας παγκόσμια. Δεδομένης πάντως

της ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης στις αρχές, η Ολοκληρωμένη γεωργία έχει τη δυνατότητα να απέχει αρκετά από τη συμβατική γεωργία που συνήθως ασκείται.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση (Ο.Δ.) είναι ο τρόπος διαχείρισης της καλλιέργειας που στοχεύει στην παραγωγή υψηλής ποιότητας γεωργικών προϊόντων χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες μεθόδους και εισροές έτσι ώστε να υπάρχει οικονομικό όφελος για τον παραγωγό και μειωμένη επιβάρυνση στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση (Ο.Δ.) δεν είναι Βιολογική Γεωργία. Η βιολογική γεωργία έχει ως βασική της αρχή να μην χρησιμοποιεί συνθετικές ουσίες στην καλλιέργεια. Αυτό βέβαια δεν ισχύει για την Ο.Δ. Υπεραπλουστευμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η Ολοκληρωμένη διαχείριση είναι μια μορφή ελεγχόμενης συμβατικής γεωργίας. Οι παραγωγοί μαζικά τα 2-3 τελευταία χρόνια στρέφονται στην Ελλάδα σε καλλιέργεια προϊόντων ολοκληρωμένη διαχείρισης. Αυτό γίνεται για δύο λόγους : αυξάνεται η πιθανότητα να βρουν πιο εύκολη πρόσβαση τα προϊόντα τους στις ευρωπαϊκές αλλά και ελληνικές αγορές, αλλά κυρίως, για την «επιδότηση» που λαμβάνουν, με την επιστροφή του ποιοτικού παρακρατήματος.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Τα χημικά φάρμακα ήταν η κύρια μέθοδος ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε κατά του *T. absoluta*. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα του χημικού ελέγχου των προσβολών ήταν χαμηλή λόγω της ενδοφυτικής συνήθειας των προνυμφών της, οι οποίες προστατεύονται από την εφυμενίδα και την επιδερμίδα των

φύλλων (Cocco et al., 2014) και η ανθεκτικότητα των παρασίτων σε έναν αριθμό εφαρμοσμένων εντομοκτόνων (Siqueira et al., 2000). Προκειμένου να μειωθεί η υπερβολική χρήση εντομοκτόνων σε χωράφια τομάτας, έχουν αναπτυχθεί περιβαλλοντικά ορθές στρατηγικές ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων μέτρων ελέγχου (π.χ. εναλλαγή καλλιεργειών, επιλεκτική αφαίρεση και καταστροφή μολυσμένου φυτικού υλικού), η χρήση φυσικών εχθρών (παρασιτοειδή, αρπακτικά, εντομοπαθογόνα και νηματώδης) και ανθεκτικές ποικιλίες τομάτας. Πρόσθετες εναλλακτικές μέθοδοι ελέγχου, με βάση τη χρήση των φερομονών του φύλου του εντόμου, έχουν επίσης αναπτυχθεί για τον έλεγχο του *T. absoluta*.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ *TUTA ABSOLUTA*

Η *T. Absoluta* είναι ένα πολύ δύσκολο να καταπολεμηθεί το παράσιτο λόγω της αντοχής του σε φυτοφάρμακα, τη διατροφική συνήθεια και την υψηλή ικανότητα αναπαραγωγής, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε γονιδιακή μετάλλαξη. Η χρήση χημικών φυτοφαρμάκων κάποτε χρησιμοποιήθηκε ως μοναδική μέθοδος ελέγχου, αλλά μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Το παράσιτο αναφέρθηκε ότι ανέπτυξε αντίσταση στο δεκάδες φυτοφάρμακα. *T. Absoluta* ελέγχονται καλά από ένα συνδυασμό πρακτικών που δεν είναι πλήρως αποτελεσματικές όταν χρησιμοποιούνται μόνοι τους. Διάφορες στρατηγικές ελέγχου θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για τον έλεγχο των φύλλων. Για τον αποτελεσματικό έλεγχο του επιβλαβούς οργανισμού είναι ζωτικής σημασίας ο συνδυασμός όλων των διαθέσιμων μέτρων ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων φυσικών μεθόδων, πολιτιστικών μεθόδων, βιολογικών παραγόντων ελέγχου και της σωστής χρήσης εγκεκριμένων φυτοφαρμάκων.

ΚΑΛΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Καλές γεωργικές πρακτικές για τον έλεγχο της *Tuta absoluta* περιλαμβάνονται η εναλλαγή καλλιεργειών με καλλιέργειες εκτός των σολανοειδών (κατά προτίμηση καλλιέργειες Σταυρανθών), άροτρο, επαρκής άρδευση και λίπανση, απομάκρυνση μολυσμένων φυτών και πλήρης απομάκρυνση των υπολειμμάτων και των φρούτων μετά τη συγκομιδή. Ενδείκνυται επίσης η απομάκρυνση άγριων φυτών ξενιστών κοντά στην περιοχή καλλιέργειας, καθώς αυτά μπορούν να φιλοξενήσουν όλα τα στάδια του παρασίτου, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να μολύνουν εκ νέου την καλλιέργεια. Μέσω καλών γεωργικών πρακτικών. Για παράδειγμα, ανά πάσα στιγμή ανιχνεύεται ο κύκλος ανάπτυξης ή οι μίσχοι φρούτων έχουν υποστεί βλάβη από προνόμφες *T. Absoluta*, θα υπάρξει μια γενική αναθεώρηση ολόκληρης της πλοκής, η διαδικασία απόσυρσης και η καταστροφή με ασφάλεια για να αποφευχθεί το παράσιτο να ολοκληρώσει τον κύκλο του και να συνεχίσει να εξαπλώνεται. Υπάρχουν ορισμένα μέτρα γεωργικού ελέγχου που βοηθούν στην εξάλειψη αυτού του παρασίτου.

Η αμειψισπορά, η αφαίρεση των καλλιεργειών και η επιλεκτική αφαίρεση και καταστροφή μολυσμένου φυτικού υλικού είναι σημαντικές πρακτικές γεωργικού ελέγχου που θα βοηθήσουν στην εξάλειψη αυτού του παρασίτου σε θερμοκήπια. Τα άγρια φυτά ξενιστές θα πρέπει επίσης να αφαιρεθούν για να αποφευχθεί η περαιτέρω συσσώρευση δυνητικού πληθυσμού (Bawin et al, 2014).

ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Σύμφωνα με (Medeiros et al, 2009) *T. absoluta* και άλλα ιπτάμενα παράσιτα όπως, οι θρίπες και οι αλευρώδης μπορούν να αποκλειστούν φυσικά από τις ντομάτες που καλλιεργούνται μέσα στα θερμοκήπια χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον έλεγχο των αεραγωγών στην οροφή και τις πλευρές των θερμοκηπίων και η πειθαρχημένη χρήση θυρών διπλής εισόδου μπορεί να μειώσει τη μετανάστευση παρασίτων στο θερμοκήπιο. Οι ανεμιστήρες (Εικόνα 26) που βλέπουν προς τα έξω μέσα στη βεράντα διπλής εισόδου μπορούν να τινάξουν τυχόν παράσιτα που φέρουν έντομα, τα οποία διαφορετικά θα μπορούσαν να «απορροφηθούν» στην καλλιέργεια με θερμικά ρεύματα όταν ανοίγει η εξωτερική πόρτα.



Εικόνα 26 (ανεμιστήρες θερμοκηπίων)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΘΥΡΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Τα θερμοκήπια πρέπει να είναι εφοδιασμένα με δίχτυα αποκλεισμού εντόμων (Εικόνα 27) σε ολόκληρη και όλες οι πόρτες ικανές να σφραγίζονται σφικτά. Για να αποφευχθεί η είσοδος του παρασίτου, πρέπει να χρησιμοποιούνται δίχτυα με ελάχιστη πυκνότητα 9 x 6 σπειρώματα / cm² (Medeiros et al, 2009). Οποιαδήποτε ανοίγματα ή κενά στη δομή πρέπει να αποφεύγονται. Η μετακίνηση του ανθρώπου από τα μολυσμένα θερμοκήπια δεν έχουν μολυνθεί και οι καλλιεργητές πρέπει να διασφαλίζουν ότι δεν υπάρχουν ζωντανά σκώροι ενηλίκων στο πρόσωπό τους πριν εισέλθουν σε θερμοκήπια (Medeiros et al, 2009). Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι ένα χρήσιμο μέτρο για τον αποκλεισμό *T. Absoluta* ενήλικες. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο έλεγχος του θερμοκηπίου θα μειώσει επίσης τον φυσικό αποικισμό από τα παρασιτοειδή και τα αρπακτικά, έτσι μπορεί να παρεμποδιστεί ο βιολογικός έλεγχος που βασίζεται στη διατήρηση ωφέλιμων εντόμων. Τα δίχτυα μειώνουν επίσης τον αερισμό του θερμοκηπίου, οπότε πρέπει να εφαρμοστούν μέτρα για την ενθάρρυνση της κίνησης του αέρα (Medeiros et al, 2009).



Εικόνα 27 (εντομοστεγές δίχτυ θερμοκηπίου)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η ανάπτυξη αντοχής στα συνθετικά εντομοκτόνα είναι μια από τις κινητήριες δυνάμεις για αλλαγές στη διαχείριση των εντόμων (Mahmoud and Loutfy, 2012). Πολλές ερευνητικές μελέτες δείχνουν ότι η ενσωμάτωση χημικών, φυσικών και βιολογικών μέτρων ελέγχου γίνεται δημοφιλής ως ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών (IPM), συστατικά, σε όλο τον κόσμο (Retta and Berhe 2015). Από αυτή την άποψη, ο βιολογικός έλεγχος κατέχει κεντρική θέση στα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών (IPM). Αυτό συμβαίνει επειδή οι παράγοντες βιολογικού ελέγχου για τα παράσιτα και τα ζιζάνια έχουν τεράστια και μοναδικά πλεονεκτήματα. Η μέθοδος βιολογικού ελέγχου είναι δυνητικά πολύ ωφέλιμη τακτική για την ανάπτυξη (Luna et al, 2012), έχει χρησιμοποιηθεί ενάντια σε έντομα καλλιεργειών που ανήκουν στις οικογένειες Homoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera και Lepidoptera, μεταξύ άλλων, σύμφωνα με (Desneux et al 2010, Zappalà et al, 2004) *T. Absoluta*. Αυτή η στρατηγική προσφέρει μια πιο βιώσιμη και λιγότερο δαπανηρή εναλλακτική λύση έναντι της χημικής χρήσης.

ΑΡΠΑΚΤΙΚΑ

Οι φυσικοί εχθροί για *T. Absoluta* έχουν αναφερθεί από τον τόπο καταγωγής τους (Νότια Αμερική). Αυτοί οι εχθροί του *T. Absoluta* διατίθενται στο εμπόριο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο του. Ένα έγγραφο από επισήμανε μια λίστα με εμπορικά διαθέσιμα αρπακτικά που ήταν χρήσιμα. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν αρπακτικά ωφέλιμα όπως *Macrolophus pygmaeus* (Εικόνα 28) (εμπορικά διαθέσιμο ως *Macrolophus*



Εικόνα 28 (*Macrolophus pygmaeus*)

caliginosus) και *Nesidiocoris tenuis* έχουν αναγνωριστεί ως οι πιο υποσχόμενοι φυσικοί εχθροί του *T. Absoluta* στην Ευρώπη, καθώς είναι μεγάλοι καταναλωτές αυγών του παρασίτου. Στις περιοχές παραγωγής της Μεσογείου, αυτά τα δύο είδη αποικίζουν φυσικά τις καλλιέργειες τομάτας που δεν ψεκάζονται με εντομοκτόνα ευρέως φάσματος και απελευθερώνονται για βιολογικό έλεγχο σε καλλιέργειες τομάτας θερμοκηπίου. Άλλοι αναγνωρισμένοι θηρευτές του *T. absoluta* είναι η *Dicyphus maroccanus*, (Εικόνα 29)



Εικόνα 29 (*Dicyphus maroccanus*)

Nabispseudoferus ibericus και τα δύο είδη *Amblyseius swirskii* και *Amblyseius cucumeris* (αυτά τα δύο ακάρεα σε μελιτζάνα). Ένα άλλο έγινε από στην περιοχή της Μεσογείου χρησιμοποιώντας *Nesidiocoris tenuis* (Εικόνα 30) έδειξε εξαιρετικά ελπιδοφόρα αποτελέσματα και αποτελεσματικότητα της χρήσης αρπακτικών όταν συνδυάζεται με άλλες μεθόδους ελέγχου *T. Absoluta* .



Εικόνα 30 (*Nesidiocoris tenuis*)

ΠΑΡΑΣΙΤΟΕΙΔΗ

Αυτοί είναι ένας από τους φυσικούς εχθρούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της αύξησης του πληθυσμού *T. absoluta* τόσο σε θερμοκήπια όσο και σε χωράφια τομάτας. Είναι οι πιο διαδεδομένοι φυσικοί εχθροί του *T. Absoluta* στη Νότια Αμερική, όπου προήλθε το παράσιτο. Στην Ευρώπη, τα παρασιτοειδή έχουν παρασιτιστεί *T. absoluta* προνόμφες στην περιοχή της Μεσογείου . Τουλάχιστον δύο είδη *Necremnus* έχουν εντοπιστεί στην Ισπανία και την Ιταλία *Stenomesus spp* (Εικόνα 31) .



Εικόνα 31 (*Necremnus tutae*)

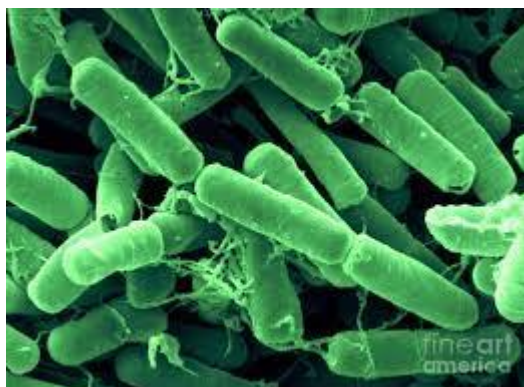
Και άλλα απροσδιόριστα είδη (κυρίως Braconidae) εμφανίζονται αυθόρμητα σε μολυσμένες τομάτες στην Ισπανία, υποδεικνύοντας ότι τα εγγενή παρασιτοειδή προσαρμόζονται στον νέο ξενιστή. Όσον αφορά τα παρασιτοειδή του *T. absoluta* αυγά, *Trichogramma acheae* (Εικόνα 32) έχει αναγνωριστεί ως δυνητικός παράγοντας βιολογικού ελέγχου του παρασίτου και αυτή τη στιγμή κυκλοφορεί σε εμπορικά θερμοκήπια ντομάτας (Al-jboory IJ et al, 2012).



Εικόνα 32 (*Trichogramma acheae*)

ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΑ

Η έρευνα των (Mahmoud and Loutfy, 2012) αποκάλυψε κακή τεκμηρίωση σχετικά με την αποτελεσματικότητα του ελέγχου των εντομοπαθογόνων *T. Absoluta* με την εξαίρεση του *Bacillus thuringiensis* (Εικόνα 33) var. κουροτάκι., ένα εντομοπαθογόνο βακτήριο έχει χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο των παρασίτων των φυτών τομάτας και έχει αναφερθεί από πολλούς συγγραφείς ως πολύ αποτελεσματικό βιο-εντομοκτόνο (Youssef and Hassan 2013). Έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για τον έλεγχο των παρασίτων σε καλλιέργειες όπου εφαρμόζονται προγράμματα IPM που βασίζονται σε βιολογικό έλεγχο.



Εικόνα 33 (*Bacillus thuringiensis*)

Βιο-εντομοκτόνα όπως *Bacillus thuringiensis* δεν εγείρετε περιβαλλοντική ανησυχία καθώς είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Επιπλέον, τα εντομοπαθογόνα νηματώδη *Steinernema carpocapsae*, Ετερορραμπιδίτιδα βακτηριοφόρα έχουν αποδειχθεί ότι είναι ικανά να μολύνουν τα στάδια των προνομφών *T. Absoluta* και ως εκ τούτου να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο του (Mahmoud and Loutfy, 2012).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο χημικός έλεγχος με τη χρήση συνθετικών εντομοκτόνων είναι η κύρια μέθοδος για τη διαχείριση του παρασίτου, αλλά έχει σοβαρά μειονεκτήματα, όπως μειωμένα κέρδη από υψηλό κόστος εντομοκτόνου, καταστροφή φυσικών εχθρικών πληθυσμών, συσσώρευση καταλοίπων εντομοκτόνων σε φρούτα τομάτας και στο περιβάλλον και ουσιαστικά η ταχεία ανάπτυξη αντοχής στα εντομοκτόνα. Εξάλλου, η αποτελεσματικότητα του χημικού ελέγχου των προσβολών από ανθρακωρύχους ντομάτας ήταν χαμηλή εξαιτίας της εντοφυτικής συνήθειας των προνυμφών της, οι οποίες προστατεύονται στη μεσοφύλλη των φύλλων ή στους εσωτερικούς καρπούς (Cocco *et al*, 2014) και ανθεκτικότητα σε παράσιτα αριθμός εφαρμοσμένων εντομοκτόνων (Silva *et al*, 2014). Προκειμένου να μειωθεί η υπερβολική χρήση εντομοκτόνων σε χωράφια τομάτας, έχουν αναπτυχθεί περιβαλλοντικά ορθές στρατηγικές ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των πολιτιστικών μέτρων ελέγχου (π.χ. εναλλαγή καλλιεργειών).

ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

Ο κατάλογος των φυτοφαρμάκων είναι διαθέσιμος στην αγορά για έλεγχο *Tuta absoluta* αλλά τα περισσότερα από αυτά τα φυτοφάρμακα έχουν δείξει ανεπάρκεια πεδίου καθώς το παράσιτο έχει αντοχή σε δεκάδες εφαρμοσμένα φυτοφάρμακα . Ο χημικός έλεγχος είναι δύσκολος επειδή οι προνύμφες τρέφονται μέσα σε φύλλα, φρούτα και μίσχους. Επιπλέον, παράσιτα όπως *T. Absoluta*, με υψηλή αναπαραγωγική ικανότητα και πολύ μικρές γενιές, έχουν αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης αντοχής (Konus ,2014). Είναι επομένως ζωτικής σημασίας να αποφύγετε συστηματικές εφαρμογές και να εφαρμόζετε θεραπείες μόνο σύμφωνα με την πυκνότητα του πληθυσμού των παρασίτων

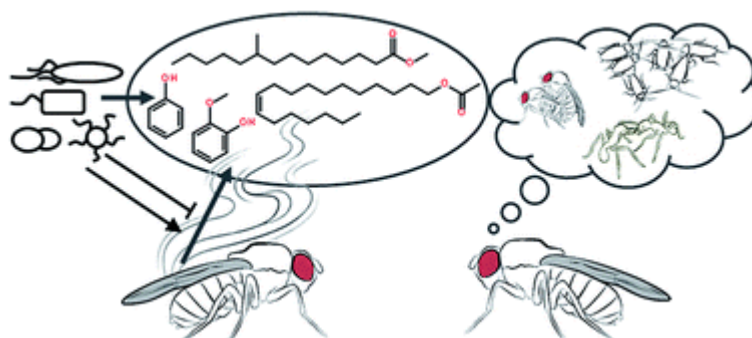
και τις βλάβες των καλλιεργειών σύμφωνα με τις συστάσεις των συμβούλων. Είναι επίσης σημαντικό να εναλλάσσεται η χρήση δραστικών ουσιών με διαφορετικούς τρόπους δράσης (χημική ομάδα). Αναφέρθηκε επίσης αντοχή σε deltamethrin, αμπαμεκτίνη, μεθαμιδοφως. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Βραζιλία το 2014 από τον Campos MR, αποκάλυψε *Tuta absoluta* αντίσταση στο spinosad. Η έρευνα στη Νοτιοανατολική Σικελία (Ιταλία) από (Bassi et al, 2016) επιβεβαίωσε την πρώτη περίπτωση ανθεκτικού στο διαμίδιο *Tuta absoluta*. Τα παρασιτοκτόνα διαμέτρου περιλαμβάνουν χλωρανττανιλιπρόλη, φλουβενδιαμίδη. Το Cartar χρησιμοποιήθηκε κάποτε ως καταγεγραμμένο παράσιτο για τον έλεγχο των φυλλωμάτων, αλλά σύμφωνα με (Siqueira, 2000) το φυτοφάρμακο έδειξε αποτυχία ελέγχου έναντι των φυλλωμάτων.

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο του παρασίτου, είναι σημαντικό να συνδυάσετε όλα τα διαθέσιμα μέτρα ελέγχου και να μην βασίζεστε μόνο σε ψεκασμούς εντομοκτόνων. Είναι πολύ σημαντικό να δοθεί προσοχή στις παρενέργειες των φυτοφαρμάκων στους φυσικούς εχθρούς, ειδικά στα αρπακτικά σφάλματα. Καθώς αυτά τα άτομα έχουν συχνά μια αργή διαδικασία εγκατάστασης. Το εντομοκτόνο πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά, ειδικά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Πυρεθρίνη, καρβαρυλ και δ-μεθρίνη στις χώρες της Νότιας Αμερικής. Άλλα περιλαμβάνουν σπιννοσίνη, ινδοξακάρβη, αμπαμεκτίνη, βενζοϊκή αμαμεκτίνη και κυρομαζίνη. Έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα στην αμπαμεκτίνη, τον καρπάτ, τη μεθαμιδόφο και την περμεθρίνη από τη Βραζιλία (Siqueira HAA,2000). Αντίσταση στην αμπαμεκτίνη, δ-μεθρίνη και μεθαμιδοφώς ανιχνεύθηκε επίσης στην Αργεντινή και στη Χιλή έχει αναφερθεί αντίσταση στα οργανοφωσφορικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα. *T. Absoluta* διαπίστωσε ότι η αντίσταση επικρατεί για τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται συνήθως σε ανοιχτά χωράφια, και ότι οι καιρικές συνθήκες και η χωρική εξάρτηση παίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της αντίστασης σε ορισμένα εντομοκτόνα (Balzan and Moonen , 2012).

ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ

Οι φερομόνες του φύλου είναι χημικά σήματα που απελευθερώνονται από έναν οργανισμό για να προσελκύσουν ένα άτομο του ίδιου είδους του αντίθετου φύλου για ζευγάρωμα (Εικόνα 34). Μεταξύ των 120.000 πιο γνωστών ειδών εντόμων, το κυρίαρχο σύστημα για την εύρεση ενός συντρόφου είναι μια πτήση προς τα πάνω από το αρσενικό προς μια ελκυστική φερομόνη φύλου που απελευθερώνεται από το θηλυκό.



Εικόνα 34 (φερομονες εντόμων)

Η πλειονότητα των γυναικείων φερομονών του φύλου που αναγνωρίζονται στα Λεπιδόπτερα αποτελείται από ένα μείγμα δύο ή περισσότερων ενώσεων, οι οποίες όχι μόνο προκαλούν ανδρική έλξη μεγάλης εμβέλειας, αλλά επίσης προκαλούν συμπεριφορά ερωτοτροπίας. Για παράδειγμα, η θηλυκή φερομόνη του *T. absoluta* αποτελείται από δύο συστατικά. Το κύριο συστατικό, το οποίο αντιπροσωπεύει περίπου το 90% του πτητικού υλικού που βρίσκεται στον σεξουαλικό αδένα των θηλυκών που καλούν, είναι (3E, 8Z, 11Z) -3,8,11-τετραδεκατριεν-1-υλ οξικό ή TDTA. Το δευτερεύον συστατικό (10%) ταυτοποιήθηκε ως (3E, 8Z) -3,8- τετραδεκαδιεν-1-υλ οξικό ή TDDA .

Οι σεξουαλικές φερομόνες έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την παρακολούθηση, πρόβλεψη ή έλεγχο των πληθυσμών των εντόμων. Οι πιο διαδεδομένες και επιτυχημένες εφαρμογές φερομονών του σεξ αφορούν τη χρήση τους στην ανίχνευση και την παρακολούθηση του πληθυσμού (Witzgall et al., 2010). Χρησιμοποιούνται επίσης για τον έλεγχο πληθυσμών εντόμων, που επιτυγχάνεται με δύο κύριες τεχνικές: μαζική εκμηδένιση και διαταραχή ζευγαρώματος (Witzgall et al., 2010). Οι στρατηγικές διαχείρισης της σεξουαλικής φερομόνης βασίζονται στη σεξουαλική αναπαραγωγή του στοχευμένου εντομοπαράσιτου. Μια μελέτη των Cararros Megido et al. (2012) επιβεβαίωσε πρόσφατα ότι τα θηλυκά *T. absoluta* ήταν επίσης σε θέση να αναπαραχθούν χωρίς ζευγάρωμα (δηλαδή παρθενογενετικά).

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΤΗ ΦΕΡΟΜΟΝΗΣ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΙΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Οι συλλήψεις σε παγίδες με δολώματα με συνθετικά δέλτα φερομόνης δείχνουν με ακρίβεια εάν υπάρχει ένα συγκεκριμένο είδος εντόμου και όταν ξεκινά η εποχιακή περίοδος πτήσης του (Witzgall et al., 2010). Η ανίχνευση της παρουσίας ή της απουσίας είναι το μόνο που απαιτείται για την έγκαιρη προειδοποίηση της εμφάνισης, για την προειδοποίηση για άφιξη ή αναχώρηση ενός παρασίτου μέσα σε μια καλλιέργεια, και για έρευνα και εργασία καραντίνας (Howse, 1998). Μετά την ανίχνευση παρασίτων, οι συνθετικές φερομόνες του φύλου χρησιμοποιούνται κυρίως για την

παρακολούθηση των επιπέδων του πληθυσμού και την ενεργοποίηση εφαρμογών χημικών ή άλλων μεθόδων ελέγχου (Salas, 2004). Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος παρακολούθησης είναι η ελκυστική πηγή, ο σχεδιασμός της παγίδας και ο τόπος τοποθέτησής τους (Εικόνα 35) (Howse, 1998).



Εικόνα 35 (φερομονική παγίδα)

Η ΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΠΗΓΗ

Αν και η φερομόνη του θηλυκού *T. absoluta* αναγνωρίστηκε το 1995, παρθένα θηλυκά είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί για να συλλάβουν περισσότερα από 100 αρσενικά ανά παγίδα την ημέρα Uchôa-Fernandes et al. (1994). Επίσης χρησιμοποίησε παρθένα θηλυκά για να συγκρίνει διαφορετικά σχέδια παγίδων, ύψη και μετατόπιση σε χωράφια ντομάτας για τη σύλληψη αρσενικών *T. absoluta*. Καταγράφηκε μια υψηλή εξειδίκευση και ευαισθησία παγίδων με θηλυκά και φαινόταν να είναι πιο οικονομικά και βολικά από τις ελαφρές παγίδες. Επιπλέον, πειράματα έδειξαν ότι το μείγμα των δύο συστατικών φερομόνης ήταν πιο αποτελεσματικό στην πρόκληση της θέσης

του θηλυκού μακράς εμβέλειας και της συμπεριφοράς μικρής εμβέλειας σε αρσενικά από ότι μόνο το TDTA (Svatoš et al. , 1996). Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί σε εργαστηριακά πειράματα ότι τα αρσενικά *T. absoluta* ήταν πολύ λιγότερο ευαίσθητα στην απουσία του δευτερεύοντος συστατικού από τα περισσότερα άλλα λεπιδόπτερα, τα οποία είναι χαρακτηριστικά εξαιρετικά ευαίσθητα σε μικρές ποιοτικές ή ακόμη και ποσοτικές αλλαγές στη σύνθεση των μιγμάτων φερομόνης (Svatoš et al., 1996). Τα πειράματα επιβεβαιώνουν αυτά τα εργαστηριακά αποτελέσματα, αν και τα αρσενικά *T. absoluta* δεν ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητα στην παρουσία του TDDA στις παγίδες φερομόνης. Τέλος, φαίνεται ότι οι παγίδες παρακολούθησης φερομονών θα μπορούσαν να φορτωθούν με μόλις 100 μg του συνθετικού κύριου συστατικού φερομόνης (TDTA), επιτρέποντας σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής χωρίς μείωση της αποτελεσματικότητας της παγίδας (Michereff et al., 2000. Στην πραγματικότητα, προτείνονται διαφορετικές φορτώσεις φερομόνης για την παρακολούθηση των πληθυσμών *T. absoluta* : 0,5 mg σε θερμοκήπια για 4-6 εβδομάδες μακροζωίας, 0,8 mg σε ανοιχτά χωράφια για 4-6 εβδομάδες μακροζωίας και 3,0 mg σε ανοιχτά χωράφια σε θερμά κλίματα της ερήμου για παρατεταμένο καύσωνα. Η Russell IPM Ltd. (Ηνωμένο Βασίλειο) παρέχει ένα νέο σκεύασμα παγίδας στο οποίο 0,8 mg και των δύο συστατικών φερομόνης φορτώνονται σε ένα δέλεαρ φερομόνης. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, αυτή η νέα σύνθεση έδειξε καλύτερα αποτελέσματα και αυτή η φόρτωση προσφέρει τα πρόσθετα οφέλη μιας σταθερής απελευθέρωσης φερομόνης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε θερμότερα κλίματα και υψηλότερη παγίδευση πάνω από το τυπικό δέσιμο 0,5 mg (Russell IPM).

ΠΑΓΙΔΕΣ

Η ποικιλία σχεδίων παγίδων που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση παρασίτων εντόμων είναι εκτεταμένη (Howse, 1998). Οι πιο συνηθισμένοι τύποι παγίδων περιλαμβάνουν μια κολλώδη επιφάνεια για τη συγκράτηση του ελκυστικού εντόμου. Για την παρακολούθηση του *T. absoluta*, οι παγίδες φερομόνης συνδέονται κυρίως με παγίδες Delta (Hassan, 2012, Russell IPM, 2012). Διάφορες εταιρείες όπως η ISCA Technologies (Ηνωμένες Πολιτείες), η Russell IPM Ltd. (Ηνωμένο Βασίλειο), η Koppert Biological Systems (Ολλανδία) και η PRI Pherobank (Ολλανδία) κατασκευάζουν αυτές τις παγίδες (USDA APHIS, 2011). Οι παγίδες Delta (Εικόνα 36) αποτελούνται από ένα σώμα τριγωνικού σχήματος (κατασκευασμένο από χαρτί ή πλαστικό) ανοιχτό στα άκρα, ένα αφαιρούμενο κολλώδες ένθετο τοποθετημένο μέσα στο πάτωμα του τριγώνου, και ένα δέσιμο φερομονών που αιωρείται πάνω από το κολλώδες ένθετο.



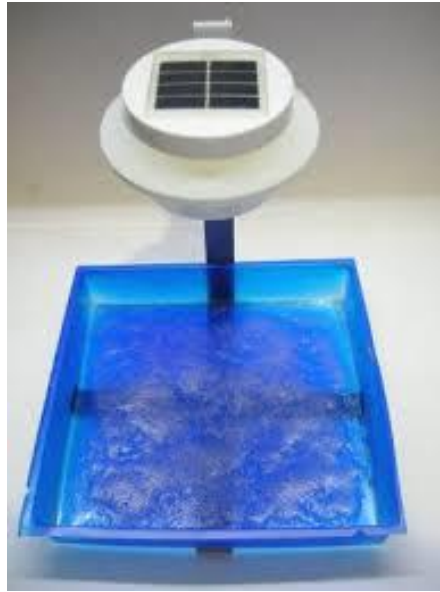
Εικόνα 36 (δελτοειδής φερομονική παγίδα)

Σε βαριές προσβολές, τα κολλώδη ένθετα μπορούν να κορεστούν με παγιδευμένα αρσενικά, χάνοντας την αποτελεσματικότητά τους στη σύλληψη και διατήρηση επιπλέον εντόμων (USDA APHIS, 2011). Το χρώμα της παγίδας φαίνεται επίσης να επηρεάζει την αποτελεσματικότητά του, με τα σκούρα χρώματα (μαύρο, κόκκινο, πράσινο και μπλε) να δίνουν υψηλότερα ποσοστά αρσενικών από τα ανοιχτότερα χρώματα (κίτρινο και λευκό) (Uchôa-Fernandes et al., 1994). Η χρήση εντελώς ανοιχτών παγίδων θα μπορούσε επίσης να αυξήσει τον αριθμό των αλιευμάτων (Ferrara et al., 2001).

Παγίδες νερού. Οι παγίδες νερού αποτελούνται από ένα πλαστικό δοχείο που συγκρατεί το νερό και ένα δέλεαρ φερομονών (Σχήμα 3) (USDA APHIS, 2011). Το δέλεαρ στερεώνεται πάνω από το νερό με ένα σύρμα συνδεδεμένο και στα δύο άκρα του δοχείου. Μια μικρή ποσότητα φυτικού ελαίου ή σαπουνιού θα πρέπει να προστεθεί στο νερό για να μειώσει την επιφανειακή τάση (και κατά συνέπεια να μειώσει την ικανότητα του εντόμου να διαφύγει από την παγίδα) και να περιορίσει την εξάτμιση του νερού (κατά συνέπεια μείωση της συχνότητας επαναπλήρωσης νερού) (USDA APHIS, 2011; Chermiti et al., 2012). Αυτός ο τύπος παγίδας μπορεί να συλλάβει μεγάλο αριθμό ενηλίκων αρσενικών χωρίς να κορεστεί με έντομα (USDA APHIS, 2011). Οι Chermiti et al. (2012) συνέκρινε την αποτελεσματικότητα τριών εμπορικών συσκευών φερομόνης που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μαζική παγίδευση του *T. absoluta* σε καλλιέργειες ντομάτας ανοιχτού χώρου: Pherodis® που παράγεται από το Koppert Biological System (κάψουλα γεμάτη με 0,5 mg TDTA), TUA-500® που παράγεται από την Russell IPM (κάψουλα φορτωμένη με 0,5 mg TDTA) και TUA-Optima®, που κατασκευάζεται επίσης από την Russell IPM (κάψουλα φορτωμένη με 0,8 mg TDTA). Επιτεύχθηκε αποτελεσματική μείωση του ανδρικού πληθυσμού με πυκνότητα παγίδων 32 παγίδων/ha-1 (ή 1 παγίδα /312 m-2) και συσχετίστηκε με μειώσεις στο ρυθμό προσβολής των φύλλων και στον αριθμό των προνυμφών που βρέθηκαν στα φύλλα. Ο διανεμητής TUA-Optima® (0,8 mg TDTA) ήταν πιο ελκυστικός από τους τυπικούς εκπομπούς (0,5 mg TDTA), αλλά και τα τρία δοκιμασμένα βύσματα φερομόνης που υπέστησαν

σε υψηλές θερμοκρασίες και το νερό έπρεπε να τροφοδοτείται συνεχώς. Εν κατακλείδι, οι Chermiti et al. (2012) πρότεινε τη χρήση διανομέων TUA-Optima® για προσβολές υψηλού επιπέδου (περισσότεροι από 30 άτομα ανά παγίδα την εβδομάδα) και οι δύο άλλοι τύποι βυσμάτων για προσβολές χαμηλού επιπέδου (κάτω των 30 ανδρών ανά παγίδα την εβδομάδα). Από την άλλη πλευρά, οι Cocco et al. (2012) συνέκρινε την αποτελεσματικότητα της μαζικής παγίδευσης χρησιμοποιώντας παγίδες νερού φωτός και φερομόνης σε θερμοκήπια εξοπλισμένα με δίχτυα προστασίας από έντομα και δεν βρήκε καμία μείωση της βλάβης των φύλλων ακόμη και με υψηλή πυκνότητα παγίδας (έως 1 παγίδα/ 350 m² για φως παγίδες και 1 παγίδα /100 m² για παγίδες νερού φερομόνης). Μερικές πιθανές υποθέσεις που εξηγούν τις διαφορές μεταξύ των δύο πειραμάτων θα μπορούσαν να είναι η μεγαλύτερη δραστηριότητα των παραγόντων βιοελέγχου σε ανοιχτά χωράφια από ό, τι σε θερμοκήπια με υψηλή περιεκτικότητα ή διαφορές στον αρχικό πληθυσμό παρασίτων.

Πρόσφατα, η Russell IPM Ltd (Ηνωμένο Βασίλειο) σχεδίασε νέες παγίδες που βασίζονται σε συνδυασμό παγίδας νερού, φερομόνης φύλου και συγκεκριμένης συχνότητας φωτός που είναι ιδιαίτερα ελκυστική για τους ενήλικες *T. absoluta* (Εικόνα 37) (Hassan, 2012, Russell IPM, 2012). Αυτές οι παγίδες προσελκύουν αρσενικά με το δέλεαρ φερομόνης, αλλά και θηλυκά με τη συγκεκριμένη συχνότητα φωτός, παγιδεύοντας και τα δύο φύλα σε ένα ταψί (Hassan, 2012; Russell IPM, 2012). Αυτές οι νέες παγίδες θεωρούνται, από τον κατασκευαστή, ότι είναι 200-300% πιο αποτελεσματικές από τις τυπικές παγίδες φερομόνης (Hassan, 2012 Russell IPM, 2012).



Εικόνα 37 (ηλιακή παγίδα νερού)

Κολλώδη ρολά. Τα κολλώδη ρολά είναι ρολά με την *T. absoluta* φερομόνη ενσωματωμένη στην κόλλα, με την φερομόνη να απελευθερώνεται σταδιακά από το συγκολλητικό στρώμα (Hassan, 2012; Russell IPM, 2012). Παρέχονται δύο τύποι κολλωδών κυλίνδρων: διαυγές και κίτρινο κολλώδες φιλμ. Η διαυγής μεμβράνη χρησιμοποιείται σε θερμοκήπια που περιέχουν ευεργετικά έντομα ως παράγοντες βιοελέγχου (Russell IPM, 2012). Κίτρινα κολλώδη ρολά χρησιμοποιούνται για να πιάσουν το *T. absoluta* και, επιπλέον, τους αλευρώδεις και τις αφίδες. Συνιστάται να μην χρησιμοποιείτε τα κίτρινα κολλώδη ρολά σε θερμοκήπια με ευεργετικά έντομα, επειδή το κίτρινο χρώμα, το οποίο προσελκύει διαφορετικά είδη παρασίτων, θα μπορούσε επίσης να προσελκύσει και να κολλήσει ωφέλιμα έντομα (Hassan 2012). Συνιστάται να εφαρμόζετε τους κολλώδεις κυλίνδρους ύψους 1,5 m και 60-70 cm (Εικόνα 38) μακριά από τον κορμό του φυτού (Hassan, 2012). σε θερμοκήπια.



Εικόνα 38 (κολλώδες ρολό)

ΘΕΣΗ ΠΑΓΙΔΑΣ

Τρία σημαντικά στοιχεία που σχετίζονται με την τοποθέτηση της παγίδας είναι το ύψος της παγίδας, η θέση σε σχέση με τη βλάστηση και η πυκνότητα των παγίδων (Howse, 1998).

Ύψος και θέση παγίδας σε σχέση με τη βλάστηση. Το ύψος της παγίδας στη σοδειά επηρεάζει τη σύλληψη των αρσενικών και σχετίζεται με το ύψος της βλάστησης (Uchôa-Fernandes et al., 1994). Το ύψος της παγίδας πρέπει να προσαρμοστεί σύμφωνα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, γνωρίζοντας ότι ένα υψηλότερο ποσοστό εντόμων βρίσκεται στα ανώτερα μέρη του ξενιστή, αλλά ποτέ δεν υπερβαίνει το 1 m ύψος. Uchôa-Fernandes et al. , 1994). Οι παγίδες τοποθετημένες σε ύψος έως 60 εκατοστά κατέλαβαν σημαντικά περισσότερα αρσενικά από τις παγίδες σε υψηλότερα ύψη, ανεξάρτητα από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (πριν από τη φύτευση, φυτά ύψους 20 cm ή ανθισμένα φυτά). Ως εκ τούτου, προτάθηκε να αναπτυχθούν παγίδες παρακολούθησης σε ένα χωράφι σε ύψος 20 cm πριν από τη φύτευση και στη συνέχεια να τις μετακινήσετε σε ύψος έως 60 cm καθώς μεγαλώνουν τα φυτά.

Πυκνότητα παγίδων. Για την παρακολούθηση των πληθυσμών *T. absoluta* σε θερμοκήπια, έχουν προταθεί διαφορετικές πυκνότητες παγίδων και

διαφορετικές πηγές δεν συμφωνούν πάντα. Συνιστάται συνήθως να χρησιμοποιείτε 1 παγίδα /ha-1 σε θερμοκήπια μικρότερα από 2.500 m² και 2-4 παγίδες / ha-1 σε θερμοκήπια πλάτους 2.500 m². Η Russell IPM ενημέρωσε ότι πρέπει να αναπτυχθούν συνολικά 4-5 παγίδες / ha-1, με μία παγίδα κοντά στην είσοδο και 1-2 παγίδες στο θερμότερο μέρος του θερμοκηπίου (Al-Zaidi, 2009).

Σε καλλιέργειες ανοιχτού χωραφιού, η Russell IPM (εταιρεία) πρότεινε πυκνότητα παγίδων 2-3 παγίδων / ha-1, προκειμένου να προσδιοριστεί η κατεύθυνση της προσβολής, μπορούν να προστεθούν δύο ακόμη παγίδες και στις τέσσερις άκρες του πεδίου (Al-Zaidi, 2009). Στα θερμοκήπια πολλαπλασιασμού των φυτών, προτάθηκε η χρήση 10-20 παγίδων /ha-1, το οποίο φαίνεται να είναι ένα μικτό σύστημα παρακολούθησης και μαζικής παγίδευσης. Τέλος, συνιστάται η μέτρηση των παγίδων κάθε εβδομάδα για να παρακολουθείτε την εξέλιξη του πληθυσμού των εντόμων και να αλλάζετε τις παγίδες κάθε 4-6 εβδομάδες (Εικόνα 39) (Laore, 2010).



Εικόνα 39 (θέση παγίδας)

ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ

Έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι για την αξιολόγηση του επιπέδου προσβολής του φύλλου ντομάτας σε μια καλλιέργεια, όπως η μέτρηση αυγών, προνυμφών, στοών φύλλων ή ενήλικων αρσενικών (με τη βοήθεια παγίδων φερομόνης). Παρόλο που η μέτρηση των προνυμφών ή των στοών των φύλλων παρέχει μια αξιόπιστη εκτίμηση του επιπέδου προσβολής, φαίνεται καλύτερα, για προληπτικούς σκοπούς, να επικεντρωθούμε σε μετρήσεις ωαρίων και ενήλικων για να προβλέψουμε το επίπεδο προσβολής (Benvenega et al., 2007).

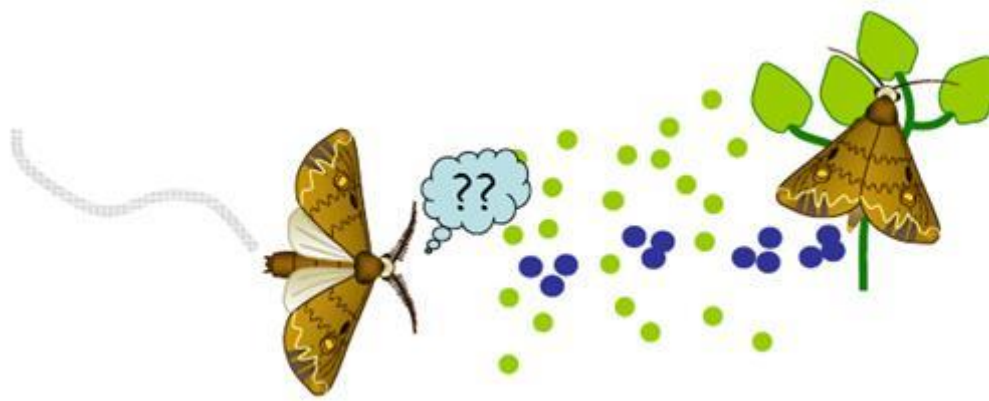
Πράγματι, τα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών (IPM) βασίζονται κυρίως σε περιβαλλοντικά ορθές στρατηγικές όπως η χρήση αρπακτικών, παρασιτοειδών ή *Bacillus thuringiensis* για τον έλεγχο των αυγών και των προνυμφών του *T. absoluta* (Desneux et al., 2010). Εάν η αξιολόγηση του επιπέδου προσβολής βασίζεται σε πληθυσμούς ενήλικων και ωαρίων, το πρόγραμμα διαχείρισης παρασίτων μπορεί να ρυθμιστεί πριν από την ωοτοκία ή πριν από την εμφάνιση των πρώτων προνυμφών, αντίστοιχα (Benvenega et al., 2007). Ωστόσο, η μέτρηση των αυγών είναι χρονοβόρα και δύσκολο να εκτελεστεί λόγω του μικρού μεγέθους του αυγού (μήκους 0,35 mm και πλάτους 0,22 mm) και του αριθμού των φύλλων που πρέπει να εξεταστούν (τα τρία τελευταία διογκωμένα φύλλα του φυτού τομάτας). Δεδομένου ότι ο ενήλικος αρσενικός πληθυσμός που παγιδεύεται σε παγίδες φερομόνης θα πρέπει επίσης να αντικατοπτρίζει οποιαδήποτε αύξηση του πληθυσμού των προνυμφών, φαίνεται ευκολότερο να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος για την αξιολόγηση του επιπέδου προσβολής. Με βάση το γεγονός ότι ο αριθμός των αρσενικών που παγιδεύτηκαν σε παγίδες φερομόνης συσχετίζεται γραμμικά και αρνητικά με την παραγωγή ντομάτας στη σοδειά, δημιουργήθηκε ένας πίνακας με ενδεικτικές τιμές κινδύνου (Montserrat-Delgado, 2008).

ΜΑΖΙΚΟΣ ΑΦΑΝΙΣΜΟΣ

Ο μαζικός αφανισμός, που πραγματοποιείται είτε με μαζική παγίδευση είτε με τεχνικές δολοφονίας και θανάτωσης, βασίζεται στην προσέλκυση ενός ή και των δύο φύλων σε ένα δέλεαρ σε συνδυασμό με μια παγίδα μεγάλης χωρητικότητας ή έναν εμποτισμένο με εντομοκτόνο στόχο (Witzgall et al., 2010). Η μαζική παγίδευση συνίσταται στη χρήση ενός θέλγητρου (ημιχημικών ή μιας πηγής φωτός) σε συνδυασμό με μια φυσική συσκευή για «παγίδευση» εντόμων, όπως μια κολλητική επιφάνεια ή μία παγίδα νερού. Το σύστημα επικοινωνιών εύρεσης συζύγου του *T. absoluta* καθοδηγείται από μια φερομόνη φύλου που παράγεται από γυναίκες, οπότε μόνο τα αρσενικά παγιδεύονται, γεγονός που μειώνει την αποτελεσματικότητά τους (Witzgall et al., 2010). Δεδομένου ότι τα αρσενικοί φυλλορόκτες ντομάτας είναι πολυγονικά και ζευγαρώνουν κατά μέσο όρο 6,5 φορές (Silva, 2014), ένα πολύ υψηλό ποσοστό αρσενικών πρέπει να αφαιρεθεί πριν αρχίσει να επηρεάζεται ο αριθμός των ωαρίων που έχουν υπερθεθεί σε πληθυσμό (Witzgall et al., 2010). Επιπλέον, οι Cararros-Megido et al. (2012) έχουν δείξει ότι τα θηλυκά είναι σε θέση να γεννήσουν αυγά χωρίς αρσενική γονιμοποίηση, γεγονός που θα μπορούσε να αυξήσει τη δυσκολία να επηρεάσει την πυκνότητα του πληθυσμού των εντόμων.

ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΖΕΥΓΑΡΩΜΑΤΟΣ - ΣΥΓΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ

Η τεχνική διαταραχής ζευγαρώματος στοχεύει στη δημιουργία σεξουαλικής σύγχυσης στα αρσενικά, κορεσμού της ατμόσφαιρας με μια συνθετική φερομόνη του θηλυκού, προκειμένου να αποφευχθεί το ζευγάρωμα (Εικόνα 40) των εντόμων και, κατά συνέπεια, να μειωθεί ο πληθυσμός τους (Cocco et al., 2014). Μελέτες σχετικά με την εφαρμογή της τεχνικής διακοπής του ζευγαρώματος κατά του *T. absoluta* σε ανοιχτά χωράφια και προστατευμένες καλλιέργειες τομάτας έδειξαν μικτά αποτελέσματα (Michereff et al., 2000. Vacas et al., 2011. Cocco et al., 2013). Οι Michereff et al. (2000) εξέτασε τη χρήση της διακοπής του ζευγαρώματος για το *T. absoluta* σε μικρές παρτίδες φρέσκων ντοματών της αγοράς στη Βραζιλία, βρίσκοντας υψηλά επίπεδα διακοπής στον αρσενικό μεταβολισμό (60-90%) σε οικόπεδα που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με 35 έως 50 g/ha-1 φερομόνη φύλου.

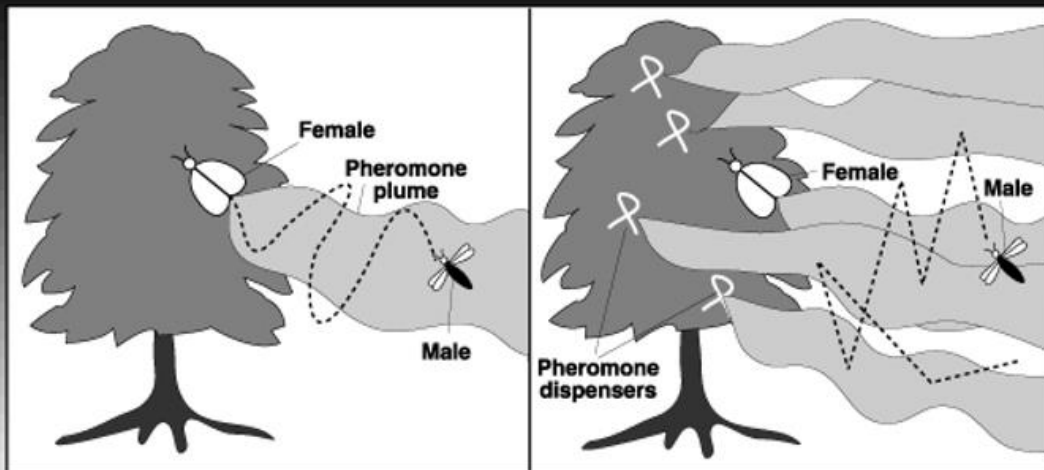


Εικόνα 40 (φερομόνες -σύγχυση του φύλου)

Ωστόσο, η αντιμετώπιση με φερομόνη δεν μείωσε σημαντικά τη βλάβη στα φύλλα και τους καρπούς, πιθανώς λόγω της σύνθεσης και της δόσης της συνθετικής φερομόνης, της μεγάλης πυκνότητας πληθυσμού παρασίτων ή της

μετανάστευσης ζευγαρωμένων θηλυκών στην περιοχή θεραπείας. Vacas et al. (2011) ανέφεραν ικανοποιητικό έλεγχο του *T. absoluta* με σύγχυση ζευγαρώματος σε θερμοκήπια υψηλής περιεκτικότητας με δόση 30 g /ha-1 (διανεμητές φορτωμένοι με 60 mg φερομόνης φύλου που εφαρμόστηκαν σε πυκνότητα 500 διανομέων / ha-1). Αντίθετα, οι διανεμητές με την ίδια φόρτιση και πυκνότητα ήταν αναποτελεσματικοί στη μείωση των ζημιών στις καλλιέργειες σε θερμοκήπια χαμηλής περιεκτικότητας (Vacas et al., 2011). Αυτό υποδηλώνει τη σημασία του βαθμού συγκράτησης στην επιτυχία της θεραπείας με φερομόνες στο *T. absoluta* , καθώς αποτρέπει τη μετανάστευση του παρασίτου έξω από τα θερμοκήπια (Vacas et al., 2011). Οι Cocco et al. (2013) επιβεβαίωσε αυτήν την υπόθεση δείχνοντας διαταραχή της σεξουαλικής επικοινωνίας του *T. absoluta* απόλυτα και μειώσεις ζημιών σε φύλλα και καρπούς σε θερμοκήπια υψηλής περιεκτικότητας με δόση 60 g / ha-1 (διανεμητές φορτωμένοι με 60 mg φερομόνης φύλου σε πυκνότητα 1.000 διανομέων /ha-1), αλλά όχι σε χαμηλή περιεκτικότητα θερμοκήπια. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το *T. absoluta* μπορεί να ελεγχθεί μέσω σύγχυσης του φύλου εάν οι εφαρμογές πραγματοποιούνται σε θερμοκήπια με καλή απομόνωση που εμποδίζει την είσοδο νέων εντόμων (Εικόνα 41). Παρόλο που φαίνεται να αποδεικνύεται η αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου, η τελική βιωσιμότητα αυτής της τεχνικής ελέγχου θα εξαρτηθεί από την τελική τιμή της φερομόνης (Vacas et al., 2011).

Mating Disruption



A

Normal mate location, where the female releases pheromone and the male flies towards the source.

B

In mating disruption, pheromone is released from dispensers that act as false sources, or pheromone is released at such a high rate that the male is disoriented or unable to detect the plume of the calling female.

Εικόνα 41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΣΩΓΗ

Η ντομάτα είναι μια από τις πιο σημαντικές βρώσιμες και θρεπτικές καλλιέργειες λαχανικών που καλλιεργείται τόσο σε θερμοκήπια όσο και σε ανοιχτούς αγρούς. Η μέση απόδοση ντομάτας έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια λόγω πολλών παραγόντων όπως τα παράσιτα και οι ασθένειες. Το πιο σημαντικό παράσιτο που έχει οικονομική σημασία για την παραγωγή ντομάτας είναι το νέο καταστροφικό παράσιτο, ανθρακωρύχος της τομάτας - *Tuta absoluta* (Meyrick).

Τα γεωργικά παράσιτα αποτελούν κύριες απειλές για την παραγωγή λαχανικών, φρούτων, δημητριακών και λουλουδιών σε πολλές χώρες.

Το *T. Absoluta* είναι ένα από τα παράσιτα τομάτας και είναι καταστροφικό παγκοσμίως. Θα έχει ως αποτέλεσμα 80 έως 100% ζημιά στις καλλιέργειες εάν δεν ελέγχεται.

Η εντατική χημική επεξεργασία οδηγεί στην ανάπτυξη αντοχής, παρεμποδίζοντας τον οικολογικό και βιολογικό κόσμο.

Επομένως, θα πρέπει να εξεταστούν εναλλακτικές μέθοδοι. Είναι επομένως απαραίτητη μια αλλαγή από τις τρέχουσες στρατηγικές διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών.

Είναι ζωτικής σημασίας να συνδυαστούν όλα τα μέτρα ελέγχου, δηλαδή, βιολογική, χρήση βοτάνων, και χημική προσέγγιση για τον αποτελεσματικό έλεγχο του επιβλαβούς οργανισμού.

Διάφορες δραστικές ουσίες είναι αποτελεσματικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με βιολογικούς παράγοντες ελέγχου.

Τα γεωργικά παράσιτα αποτελούν κύριες απειλές για την παραγωγή λαχανικών, φρούτων, δημητριακών και λουλουδιών σε πολλές χώρες.

Το *T. Absoluta* είναι ένα από τα κύρια παράσιτα τομάτας και είναι καταστροφικό παγκοσμίως. Θα έχει ως αποτέλεσμα 80 έως 100% ζημιά στις καλλιέργειες εάν δεν ελέγχεται.

Η εντατική χημική επεξεργασία οδηγεί στην ανάπτυξη αντοχής, παρεμποδίζοντας τον οικολογικό και βιολογικό κόσμο. Επομένως, θα πρέπει να εξεταστούν εναλλακτικές μέθοδοι.

Είναι επομένως απαραίτητη μια αλλαγή από τις τρέχουσες στρατηγικές διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών.

Είναι ζωτικής σημασίας να συνδυαστούν όλα τα μέτρα ελέγχου, δηλαδή, βιολογική, βιοτεχνολογική, χρήση βοτάνων, χημικών και τέλος σωστή προσέγγιση για τον αποτελεσματικό έλεγχο του επιβλαβούς οργανισμού.

Διάφορες δραστικές ουσίες είναι αποτελεσματικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με βιολογικούς παράγοντες ελέγχου.

Μια στρατηγική IPM που υιοθετεί μια ολιστική προσέγγιση σε επίπεδο αγροοικοσυστήματος, αντί για ταυτόχρονες αποσπασματικές εφαρμογές φυτοφαρμάκων, είναι πιθανό να ενισχύσει τον έλεγχο των *T. Absoluta* και άλλα παράσιτα, όπως τα διάφορα είδη Noctuidae, τα οποία προκαλούν επίσης σημαντική απώλεια απόδοσης εντός αυτών των αγροοικοσυστημάτων.

Οι πιο μορφωμένοι αγρότες είναι σε θέση να αποκτήσουν νέες δεξιότητες και γνώσεις από άλλες πηγές για να συμπληρώσουν τις υπάρχουσες πρακτικές και να τις εφαρμόσουν στην κατάσταση της γεωργίας.

Η επιλογή διαχείρισης σε συνδυασμό με την ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών (IPM) είναι ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια προστασία των καλλιεργειών, τη βιώσιμη γεωργία και τη βελτίωση της δημόσιας υγείας. Με βάση τα ανωτέρω σχεδιάστηκαν τα πειράματά μας.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Χρησιμοποιήθηκαν δυο θερμοκήπια σε δύο περιοχές της Β. Ελλάδος του Νομού Πιερίας : Αιγίνιο (Εικόνα 42) και Κίτρος.

Το θερμοκήπιο στο Αιγίνιο είχε έκταση 1,5 στρ ο σκελετός του θερμοκηπίου ήταν ξυλινός και η κάλυψη από πλαστικό.



Εικόνα 42 (θερμοκηπιο στο Αιγίνιο)

Η φύτευα έγινε στις 16/3/19 και η τοποθέτηση των φερομονών (**isonet**) (Εικόνα 43 και 44) πραγματοποιήθηκε στις 10/3/19.



Εικόνα 43 (τοποθέτηση εξατμηστών φερομόνης)



Εικόνα 44 (εξατμηστήρας isonet)

Οι ποικιλίες τομάτας ήταν **BELLADONNA** (Εικόνα 45) και **PRIMADONNA** (Εικόνα 47) της εταιρείας **HAZERA**.

Ο αριθμός φυτών στο θερμοκήπιο ήταν 3200 φυτά.



Εικόνα 45 (φυτά τομάτας ποικιλίας BELADONNA)

Το θερμοκήπιο στο Κίτρος (Εικόνα 46) είχε έκταση 1,2 στρ. και ο σκελετός του θερμοκηπίου ήταν σιδερένιος και η κάλυψη από πλαστικό.

Οι ποικιλίες τομάτας ήταν **ΝΗΣΟΣ** και **PRIMADONA**.



Εικόνα 46 (θερμοκήπιο στο Κίτρος Πιερίας)



Εικόνα 47 (φυτά τομάτας PRIMADONNA)

Στα θερμοκήπια τοποθετήθηκαν φερομόνες παρακολούθησης (Εικόνα 48) του εντόμου *T. absoluta* οι οποίες παρακολουθούνταν ανά δύο ημέρες και οι επεμβάσεις άρχισαν όταν οι συλλήψεις έφθασαν τον μέγιστο αριθμό. Δηλαδή όταν δυο συνεχόμενα διήμερα ο αριθμός των συλλήψεων ήταν μικρότερος ή ίσος με τον προηγούμενο.



Εικόνα 48 (φερομονική παγίδα παρακολούθησης του εντόμου)

Και στα δύο θερμοκήπια έγιναν δύο φορές εξαπολύσεις του ωφέλιμου εντόμου *Trichogramma achaeae*. (Εικόνα 49 και 50)



Εικόνα 49 (*Tricholine* από την εταιρεία Anthesis)



Εικόνα 50 (*Trichogramma Achaea*)

Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας σε παρακείμενο θερμοκήπιο στα οποία δεν έγινε καμία επέμβαση.

Ο διαχωρισμός των θερμοκηπίων έγινε ως εξής:



Εικόνα 51 (διαχωρισμός των θερμοκηπίων - κάτοψη των θερμοκηπίων)

Χρησιμοποιήθηκαν χημικά και βιολογικά σκευάσματα.

- indoxacarb
- emamectin benzoate
- chlorantraniliprole
- abamectin
- Metaflumizone

- Spinosad
- *Bacillus thuringiensis*

- *Beauveria bassiana*
- Nucleopolyhedrovirus (HearNPV)

το πρόγραμμα που ακολουθήθηκε ήταν:

Στα θερμοκήπια τοποθετήθηκαν φερομόνες παρακολούθησης του εντόμου *T. absoluta* όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι οποίες παρακολουθούνταν ανά δύο ημέρες και οι επεμβάσεις άρχισαν όταν οι συλλήψεις έφθασαν τον μέγιστο αριθμό. Δηλαδή όταν δυο συνεχόμενα διήμερα ο αριθμός των συλλήψεων ήταν μικρότερος ή ίσος με τον προηγούμενο.

Επίσης συνεχίζονταν η παρακολούθηση των συλλήψεων των φερομονικών παγίδων καθόλη την διάρκεια της παραγωγής ώστε να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν.

οι επεμβάσεις με τα εντομοκτόνα έγιναν στις ημερομηνίες που δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χημικά και Βιολογικά εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στα θερμοκήπια τομάτας στις περιοχές Αιγινίου και Κίτρους

Χημικά εντομοκτόνα	Ημερομηνίες εφαρμογής	Βιολογικά εντομοκτόνα	Ημερομηνίες εφαρμογής
indoxacarb	25-4-19	Spinosad	25-4-19
emamectin benzoate	20-5-19	<i>Bacillus thuringiensis</i>	20-5-19
chlorantraniliprole	15-6-19	<i>Beauveria bassiana</i>	15-6-19
abamectin	10-7-19	Nucleopolyhedrovirus	10-7-19
Metaflumizone	5-8-19	Spinosad	5-8-19

Οι εξαπολύσεις του ωφέλιμου εντόμου *Trichogramma achaea* έγινε η πρώτη στις 30-5-19 και η δεύτερη εξαπόλυση στις 1-7-19.

Για να προσδιοριστούν οι ζημιές στο φύλλωμα και στους καρπούς ελήφθησαν τυχαία τρεις φορές από 100 φύλλα και 100 καρποί. Ανάλογα με τις προσβολές τους κατατάχθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες:

Μεγάλη προσβολή (60-100%), Μέτρια προσβολή (30-60%),

Μικρή προσβολή (1-30 %), Μηδενική προσβολή (0%).

Οι μέσοι όροι των προσβολών συγκρίθηκαν με το PLSD test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα των προσβολών στο φύλλωμα και στους καρπούς της βιοτεχνολογικής, Βιολογικής και Χημικής στο θερμοκήπιο της περιοχής του Αιγινίου προέκυψε ο Πίνακας 2.

Πίνακας 2. Μεγάλη, μέτρια και μικρή προσβολή στο φύλλωμα και στους καρπούς της βιοτεχνολογικής, βιολογικής και χημικής στο θερμοκήπιο της περιοχής του Αιγινίου

Φυτικά όργανα	Μέγεθος προσβολής	Βιοτεχνολογική	Βιολογική	Χημική	Μάρτυρας
Φύλλωμα	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	45b	32c	0d	84a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	27c	12a	13a	16b
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	17c	20c	5b	0a
	Μηδενική προσβολή (0%)	11b	36c	82d	0a
Καρποί	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	31d	18c	0b	65a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	8b	4c	11b	22a
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	39b	36b	10a	9a
	Μηδενική προσβολή (0%)	20b	42c	85d	4a

Οι αριθμοί στην ίδια σειρά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το PLSD test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 ο συνδυασμός των χημικών προϊόντων που χρησιμοποιήσαμε στην χημική μέθοδο έδωσε την καλύτερη προστασία εναντίον του λεπιδόπτερου *T. Absoluta* στο φύλλωμα των φυτών τομάτας με μηδενική προσβολή στην μεγάλη προσβολή. Ακολούθησε η

βιολογική με 32 % προσβολή, ενώ η βιοτεχνολογική μέθοδος (φερομόνες) 45% προσβολή του φυλλώματος της τομάτας. Μηδενική προσβολή (φύλλα χωρίς καμία προνυμφική στοά) δεν υπήρχαν καθόλου στον μάρτυρα ενώ στην χημική αντιμετώπιση υπήρχε το 85 % άθικτο χωρίς καμία στοά. Στην βιολογική μέθοδο είχαμε 20% άθικτα (απρόσβλητα) φύλλα ενώ στην βιοτεχνολογική μέθοδο είχαμε πάνω από τα διπλάσια της βιολογικής άθικτα (42%).

Στους καρπούς δεν υπήρχε καθόλου προσβολή στην κατηγορία «μεγάλη προσβολή» όταν εφαρμόστηκε στα φυτά τομάτας χημική αντιμετώπιση. Ενώ στην ίδια κατηγορία η βιολογική είχε 18 % προσβολή και η βιοτεχνολογική 31 % και διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Το πλέον σημαντικό σε αυτήν την έρευνα είναι η κατηγορία της μηδενικής προσβολής επειδή στην αγορά νωπής τομάτας δεν είναι ανεκτή από τους καταναλωτές καμία στοά της προνύμφης του εντόμου 9 (δεν θα αγόραζαν μία σκουληκισμένη τομάτα). Η χημική αντιμετώπιση προστάτευσε τις τομάτες σε ποσοστό 85%, η βιολογική κατά 42% ενώ η βιοτεχνολογική μόνο κατά 20%. Όλες οι κατηγορίες διέφεραν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά.

Από τα αποτελέσματα των προσβολών στο φύλλωμα και στους καρπούς της βιοτεχνολογικής, Βιολογικής και Χημικής στο θερμοκήπιο της περιοχής του Κίτρου προέκυψε ο Πίνακας 3.

Πίνακας 3. Μεγάλη, μέτρια και μικρή προσβολή στο φύλλωμα και στους καρπούς της βιοτεχνολογικής, βιολογικής και χημικής στο θερμοκήπιο της περιοχής του Κίτρους

Φυτικά όργανα	Μέγεθος προσβολής	Βιοτεχνολογική	Βιολογική	Χημική	Μάρτυρας
Φύλλωμα	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	55b	28c	0d	86a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	23c	18a	17a	14a
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	14c	28d	5b	0a
	Μηδενική προσβολή (0%)	9b	26c	78d	0a
Καρποί	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	29d	22c	0b	75a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	12b	6c	8c	18a
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	47c	34c	8b	7a
	Μηδενική προσβολή (0%)	14d	38c	79b	0a

Οι αριθμοί στην ίδια σειρά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το *PLSD test* σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του Πίνακα 3 ο συνδυασμός των χημικών προϊόντων που χρησιμοποιήσαμε στην χημική μέθοδο έδωσε την καλύτερη προστασία εναντίον του λεπιδόπτερου *T. Absoluta* στο φύλλωμα των φυτών τομάτας με μηδενική προσβολή στην μεγάλη προσβολή. Ακολούθησε η βιολογική με 28 % προσβολή, ενώ η βιοτεχνολογική μέθοδος (φερομόνες) 55% προσβολή του φυλλώματος της τομάτας. Μηδενική προσβολή (φύλλα χωρίς καμία προνομφική στοά) δεν υπήρχαν καθόλου στον μάρτυρα (Εικόνα 52)



Εικόνα 52 (θερμοκήπιο του μάρτυρα στις 25-8-19)

ενώ στην χημική αντιμετώπιση υπήρχε το 78% άθικτο χωρίς καμία στοά. Στην βιοτεχνολογική μέθοδο είχαμε μόνο 9% άθικτα (απρόσβλητα) φύλλα ενώ βιολογική στην μέθοδο είχαμε τριπλάσια περίπου της βιοτεχνολογικής άθικτα φύλλα (26%).

Στους καρπούς δεν υπήρχε καθόλου προσβολή στην κατηγορία «μεγάλη προσβολή» (Εικόνα 53) όταν εφαρμόστηκε στα φυτά τομάτας χημική αντιμετώπιση. Ενώ στην ίδια κατηγορία η βιολογική είχε 22 % προσβολή και η βιοτεχνολογική 29% και διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Το πλέον σημαντικό σε αυτήν την έρευνα είναι η κατηγορία της «μηδενικής προσβολής» επειδή στην αγορά νωπής τομάτας δεν είναι ανεκτή από τους καταναλωτές καμία στοά της προνύμφης του εντόμου. Σε αυτήν την πλέον σημαντική κατηγορία η χημική αντιμετώπιση προστάτευσε τις τομάτες σε



Εικόνα 53 (καρπός προσβεβλημένος στον μάρτυρα)

ποσοστό 79%, η βιολογική κατά 38% ενώ η βιοτεχνολογική μόνο κατά 14%.

Όλες οι κατηγορίες διέφεραν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά.

Ολοκληρώνοντας τα αποτελέσματα θα ήταν κατατοπιστικό να παρουσιάσουμε το μέσο όρο των αποτελεσμάτων των μεθόδων που εφαρμόσαμε σε ένα Πίνακα 4 ώστε να γίνει δράση τους στο *Tuta absoluta* περισσότερο κατανοητή.

Πίνακας 4. Μεγάλη, μέτρια και μικρή προσβολή στο φύλλωμα και στους καρπούς της βιοτεχνολογικής, βιολογικής και χημικής σε θερμοκήπια της περιοχής του Αιγινίου και του Κίτρους

Φυτικά όργανα	Μέγεθος προσβολής	Βιοτεχνολογική	Βιολογική	Χημική	Μάρτυρας
Φύλλωμα	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	50b	30c	0d	85a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	25c	15a	15a	15a
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	15c	24d	5b	0a
	Μηδενική προσβολή (0%)	10b	31c	84d	0a
Καρποί	Μεγάλη προσβολή (60-100%)	30d	20c	0b	70a
	Μέτρια προσβολή (30-60%)	10b	5c	9c	20a
	Μικρή προσβολή (1-30 %)	43c	35c	9b	8a
	Μηδενική προσβολή (0%)	17d	40c	82b	2a

Οι αριθμοί στην ίδια σειρά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το PLSD test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Από την συνολική εικόνα και των δύο θερμοκηπίων συμπερασματικά προκύπτουν τα παρακάτω:

- Η *Tuta absoluta* είναι ένα ιδιαίτερος καταστρεπτικό έντομο στο φύλλωμα όσο και στους καρπούς τομάτας.
- Χωρίς αντιμετώπιση δεν υπάρχει φύλλο που να μην είναι προσβεβλημένο.
- Η χημική αντιμετώπιση μας έδωσε 82 % απρόσβλητους άθικτους καρπούς
- Η βιολογική προστάτευσε μόνο το 40% των καρπών

- Η βιοτεχνολογική αντιμετώπιση (φερομόνες) έδωσε μόνο 17% προστασία (17 % άθικτους καρπούς)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγίδης, Α. Δ. (2006). Τομάτα Υπαίθρια. Αθήνα: Εκδόσεις Γαρταγάνης, 264 σελ.

Γιαννοπολίτης, Κ. Ν. 2010. Η αντιμετώπιση του φυλλορύκτη της τομάτας (*Tuta absoluta*). Γεωργία-Κτηνοτροφία (3), σσ. 24-28.

Ναβροζίδης, Ε. Ι., & Ανδρεάδης, Σ. Σ. 2012. Ειδική Γεωργική Εντομολογία. Θεσσαλονίκη: CopyPublish City. 412, 523 σελ.

Ντόγρας, Κ., 2002. Γενική Λαχανοκομία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ροδιτάκης, Ε., & Σκαρμούτσου, Χ. 2010. Ευαισθησία του υπονομευτή της τομάτας *Tuta absoluta* σε πειραματικά εντομοκτόνα. Ηράκλειο: ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ.

Ροδιτάκης, Μ. 2014. Ανθεκτικότητα σε Εντομοκτόνα-Ακαρεοκτόνα. Γεωργία-Κτηνοτροφία(4), σ. 16.

Τσελές, Κ., Ευθυμιάδου, Α., Γκούλτα, Μ., 2011. Ολοκληρωμένη διαχείριση-το μέλλον της γεωργίας. Πρόγραμμα Γ.Γ.Ν.Γ.: Επιστημονική υποστήριξη νέων αγροτών. ΤΕΙ Πειραιά.

Χαραντώνης, Δ., & Γιαννοπολίτης, Κ. Ν. 2009. Ο φυλλορύκτης της τομάτας (*Tuta absoluta*). Γεωργία-Κτηνοτροφία(5), σσ. 31-34.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbes K and Chermiti B. 2011. Comparison of two Marks of Sex Pheromone Dispensers Commercialized in Tunisia for their Efficiency to Monitor and to Control by Mass-Trapping *Tuta absoluta* under Greenhouses. *Tunisian Journal of Plant Protection*, Vol. 6, No. 2

Abdel-Raheem A, Ismail A, Abdel-Rahman S, Abdel-Rhman E, Naglaa F 2015. Efficacy of Three Entomopathogenic Fungi on Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* in Tomato crop in Egypt. *Swift J. Agric. Res.* 1(2) (2015) 015-021.

Al-Jboory, Ahmad Katbeh- Bader and Al-Zaidi Shakir 2012. First Observation and Identification of Some Natural Enemies Collected from Heavily Infested Tomato by *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *World Applied Sciences Journal* 17 (5): 589-592, 2012 ISSN 1818-4952 © IDOSI Publications.

Al-Zaidi, S. (2009) Recommendations for the detection and monitoring of *Tuta absoluta*. Available from. World Wide Web: http://www.russellipmagriculture.com/uploads/files/recommendation_detection_monitoring.pdf.

Assaf LH, Hassan FR, Ismael HR, Saeed S a. Population Density of Tomato leaf miner *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) under plastic houses conditions (b). *IOSR J Agric Vet Sci.* 2013;5(4):7-10.

Al-jboory IJ, Katbeh-bader A, Shakir A, Ipm R, Avenue T, Park DI. 2012. First Observation and Identification of Some Natural Enemies Collected from Heavily Infested Tomato by *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) in Jordan. 2012;11(6):787-790.

Baetani, R., I. Olteani, R. Addante and F. Porcelli, 2015. Tuta Absoluta (Meyrick, 1917, (Lepidoptera:Gelechiidae) Adult Feeding on Tomato Leaves.Notes on the Behaviour and the Morphology of the Parts Related. Bulletin USAMV Series Agriculture,72(1) (2015) 1-8.

Balzan M V. and Moonen AC. 2012. Management strategies for the control of Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivations of processing tomato in Tuscany (Italy). EPPO Bull. 2012;42(2):217-225.

Bale JS, van Lenteren JC, Bigler F. 2008. Biological control and sustainable food production. Philos Trans Biol Sci. 2008;363(1492):761- 776.

Bassi A, Roditakis E, Flier WG. 2016. Alternation of the insecticidal modes of action as a key ipm practice for sustainable control. IOBC/WPRS Bulletin 2016 Vol.119 pp.13-20

Bawin T., De Backer L., Dujeu D., Legrand P., Francis F., Medico R-C and Verheggen F. 2014. Infestation level influences oviposition site selection in the tomato leafminer Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). Insects. 2014;5(4): 877-884.

Benvenga SR, Fernandes OA, Gravena S. 2007. Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps. Horticult Bras 25:164-169

Caparros Megido R., E. Haubruge & F. J. Verheggen. 2012. First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) *Journal of Pest Science* **volume 85**, pages 409-412

Cherif A, Mansour R, Grissa-lebdi K. 2013. Biological aspects of tomato leafminer Tuta absoluta (Lepidoptera : Gelechiidae) in conditions of Northeastern Tunisia: possible implications for pest management. Environ Exp Biol. 2013;11: 179-184.

Crespo LB, Silva GA, Picanc MC, Bacci L. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm , *Tuta absoluta* Jander F Rosado a and Raul Narciso C Guedes a . 2011;(December 2010):913-920.

Cocco A, Serra G, Lentini A, Delrio G. 2014. Spatial distribution and sequential sampling plans for *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) in greenhouse tomato crops.; <https://doi.org/10.1002/ps.3931>.

Consoli L, Parra P, Hassan A. 1998. Side effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 122 (1998) 43-47

Deanery G, Faculty HE, Sciences B. Characterization and Bioassay of Different Commercial Products of *B. thuringiensis* Against Four Larval Stages and Adults of an Insect *Tuta absoluta* in Laboratory Prepared by Raed Maged Mushtaha Supervisor Dr. Tarek El Bashiti.

Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K. A. G., Burgio G., Arpaia S., Narváez-Vasquez C. A, González-Cabrera J., Catalán R. C, Tabone E., Frandon J., Pizzol J, Poncet Chr, Cabello T. & Urbaneja A 2004. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. J Pest Sci (2004). 2010;83(3):197-215.

Díez, M.J. and Nuez, F. (2008) Tomato. In: Prohens, J. and Nuez, F., Eds., Vegetables II, Springer, New York, 249-323.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-387-74110-9.pdf>

El-aassar MR, Soliman MHA, Elaal AAA. Efficiency of sex pheromone traps and some bio and chemical insecticides against tomato borer larvae, *Tuta absoluta* (Meyrick) and estimate the damages of leaves and fruit tomato plant. Ann Agric Sci. 2015;60(1):153-156.

Gebremariam G. Tuta Absoluta : A Global Looming Challenge in Tomato Production , Review Paper. 2015;5(14):57-63.

Gonza J, Urbaneja A. 2011. The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. 2011:883-891.

Gonçalves-Gervásio, RDCR, & Vendramim, JD 2007. Bioactivity of the aqueous extract of neem seeds on *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three forms of application. Science and Agrotechnology 31 (1) (2007) 28-34.

Guedes RNC, Picanco MC. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. EPPO Bull 42 (2012) 211-216.

Ghoneim K. 2014. Parasitic Insects and Mites as Potential Biocontrol Agents for a Devastative Pest of Tomato , *Tuta absoluta* Meyrick (lepidoptera: gelechiidae) in the world : A Review. 2014;19(April): 36-68.

Harizanova V, Stoeva A, Mohamedova M. 2009. Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera : Gelechiidae) – first record in Bulgaria. 2009; 1:95-98.

Haddi, K., Berger, M., Bielza, P., Cifuentes, D., Field, L. M., Gorman, K., Rapisarda, C., Williamson, M. S, and Bass, C. 2012. Identification of mutations associated with pyrethroid resistance in the voltage-gated sodium channel of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta*). Insect Biochemistry and Molecular Biology, 42(7) (2012) 506-513.

Hassan, N. 2012. Insect pheromone based food moth combat systems used in food industry. International Pest Control; Burnham Vol. 54, Iss. 1,: 34-35.

Howse P. E, I. D. R. Stevens O. T. Jones. 1998. Mating disruption. In: Insect Pheromones and their Use in Pest Management Ed. Springer-Science and Buisness Media B.V. pp 314-344

Konus M. 2014. Analysing resistance of different *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) strains to abamectin insecticide. Turkish J Biochem. 2014;39(3):291-297.

Laore, 2010. Tignola o falena del pomodoro, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Povolny (1994): Riconoscimento e lotta. Cagliari, Italia: Laore, agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura, http://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20100420134239.pdf.

Larrain, S. P. Assessment of total mortality and parasitism by *Dineulophus phthorim* pp (De Santis) (Hym, Eulophidae) in larvae of the tomato moth *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick). Agricultura Tecnica, 46(2) (1986) 227-228.

Luna MG, 2012. Sánchez NE, Pereyra PC, et al. Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: Evaluation of indigenous insects as natural enemies. EPPO Bull. 2012;42(2):260-267.

Mahmoud F. M. and Loutfy N. 2012. Uses and Environmental Pollution of Biocides, 1st Edition, ImprintCRC Press, Pages26. eBook ISBN9 780429105951

Markovi, D. 2013. Crop diversification affects biological pest control Intercropping influence pest control. Scientific Discussion, 14 (2013) 449–459.

Medeiros P., Figueroa-O'Farrill J. and Méndez-Escobar E. 2009. Superpotentials for superconformal Chern–Simons theories from representation theory. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Volume 42, Number 48.

Megido, R. C., Haubruge, E., and Verheggen, F. J. 2013. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 17(3), (2013) 475–482.

Michereff F., Vilela F, Attygalle B, Meinwald J, Svatoš A, Jham N. 2000. Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. J. Chem. Ecol. 26 (2000) 875-881.

Monserrat Delgado, A 2008. The sampling systems in horticulture. Phytoma Spain (Spain) ISSN : 1131-8988.

Ngowi, A.V.F., Mbise, T.J., Ijani, A.S.M., London, L. & Ajayi, O.C, 2007. Pesticides use by smallholder farmers in vegetable production in northern Tanzania. Crop Protection 26 (2007) 1617-1624

Picanco, M.C., G.L.D. Leite, R.N.C. Guedes and E.A. Silva, 1998. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. Crop Protection, 17 (1998) 447-452.

Pires, L. M., Marques, E. J., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, Â. A. C., Alves, L. C., and Alves, E. S. B. 2009. Ultrastructure of *Tuta absoluta* parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. Micron, 40(2) (2009) 255-261.

Pires, L. M., Marques, E. J., Oliveira, J. Vde., and Alves, S. B. 2010. Selection of isolates of entomopathogenic fungi for controlling *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and their compatibility with insecticides used in tomato crop. Neotropical Entomology, 39(6) (2010) 977-984.

Refki E, Sadok BM, Ali BB, Faouzi A, Jean VF, Rudy CM. Effectiveness of pheromone traps against *Tuta absoluta*. 2016;4(6):841-844.

Retta AN and Berhe DH. 2015. Tomato leaf miner - *Tuta absoluta* (Meyrick), a devastating pest of tomatoes in the highlands of Northern Ethiopia: A call for attention and action. Res J Agric Environ Manag. 4(6) (2015) 264-269.

Salas, J 2004. Capture of *Tuta absoluta* in traps baited with its sex pheromone. Revista Colombiana de Entomología, 20 (2004) 75-78.

Salazar ER & Araya JE. 2001. Respuesta de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), a insecticidas en Arica [Response of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick), to insecticides in Arica]. *Agricultura Tecnica*, 61 (2001) 429-435.

Siqueira ÂA, Guedes RNC, Picanc MC. 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). *Agric. For Entomol.* 2:147-153

Silva WM, Silva JE, Siqueira HAA. 2014. Spinosyn resistance in the tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). *J Pest Sci* 88:405-412

Svatoš A., Attygalle A. B., Jham G. N., Frighetto, R. T. S., Vilela E. F., Šaman D. & Meinwald J. 1996. Sex pheromone of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) *Journal of Chemical Ecology* **volume 22**, pages 787-800.

Toševski I, Jović J, Mitrović M, Cvrković T. 2011. A New Pest of Tomato in Serbia. 2011;26(3):197-204.

Vargas, H., 1970. Observations on the biology and natural enemies of the tomato moth, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lep.Gelechiidae). *Depto. Agricultura, Universidad del Norte-Arica* 1 (1970) 75-110.

Vacas S., Alfaro C., Primo J., Navarro-Llopis V. 2011 Studies on the development of a mating disruption system to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae). *Pest Management Science*, Volume67, Issue11, Pages 1473-1480.

Vasicek, A. L. 1983. Natural enemies of *Scrobipalpula absoluta* Meyr. (Lep.-Gelechidae). *Revista de la Facultad de Agronoma, Universidad Nacional de la Plata*, 59(1/2) (1983) 1 99-200.

Youssef NA and Hassan GM. 2013. Bioinsecticide activity of *Bacillus thuringiensis* isolates on tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) and their molecular identification. 2013;12(23):3699-3709.

Witzgall P., Kirsch P. & Cork A. 2010. Sex Pheromones and Their Impact on Pest Management. *Journal of Chemical Ecology* volume 36, pages 80-100.

Zappalà L., Biondi A., Alma A., Al-Jboory I-J, Arnò J., Bayram A., Chailleux A., El-Arnaouty A., Gerling D., Guenaoui Y., Shaltiel-Harpaz L., Siscaro G., Stavrinides M., Tavella L., Vercher Aznar R., Urbaneja A., & Desneux N. 2013 Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *J Pest Sci* (2004). 2013;86(4):635-647.