

Η ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΟΥ ΚΗΛΙΔΩΤΟΥ ΜΑΡΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Λάμπρος Χρ. Παπαγιάννης

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΛΕΥΚΩΣΙΑ



ΚΥΠΡΟΣ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2012

**Η ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΟΥ ΚΗΛΙΔΩΤΟΥ ΜΑΡΑΣΜΟΥ
ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ**

Λάμπρος Χρ. Παπαγιάννης

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ISSN 1986-1370

Υπεύθυνος Έκδοσης

Δρ Μ.Κ. Κυριάκου

Επιμέλεια Έκδοσης

Ξένια Ευριπίδου

Για τις πληροφορίες, που περιέχονται στην παρούσα έκδοση, την αποκλειστική ευθύνη φέρουν οι συγγραφείς. Τυχόν χρησιμοποίηση εμπορικών ονομάτων δεν σημαίνει ότι το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών υποστηρίζει συγκεκριμένα προϊόντα ούτε αποτελεί διάκριση κατά οποιωνδήποτε προϊόντων.

Η ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΟΥ ΚΗΛΙΔΩΤΟΥ ΜΑΡΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ασθένεια του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας αποτελεί μια σημαντική ιολογική ασθένεια για πολλά φυτικά είδη σε παγκόσμιο επίπεδο. Προκαλείται από τον ιό *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) (Γένος: *Tospovirus*, Οικογένεια: *Bunyaviridae*), που στη φύση μεταδίδεται αποκλειστικά με επτά είδη θριπών κατά έμμονο τρόπο. Η πρόσληψη του ιού είναι δυνατή μόνο από τα προνυμφικά στάδια των εντόμων, ενώ η μετάδοσή του γίνεται τόσο από τις προνύμφες όσο και από τα ενήλικα. Ο ιός έχει εξαιρετικά μεγάλο εύρος φυτικών ξενιστών και μπορεί να μολύνει 1100 είδη μονοκοτυλήδων και δικοτυλήδων φυτών από 85 βοτανικές οικογένειες. Στην Κύπρο, ο ιός προσβάλλει κυρίως τις τομάτες, τις πιπεριές, τα μαρούλια και αρκετά καλλωπιστικά είδη προκαλώντας σημαντικές οικονομικές απώλειες. Επιπλέον, ο ιός ανιχνεύτηκε σε ζιζάνια που ενδέχεται να έχουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του μολύσματος σε περιόδους, όπου δεν καλλιεργούνται φυτά. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση στην εμφάνιση και τη διασπορά αρκετών ιών του γένους *Tospovirus* στην Ευρώπη και τη μεσογειακή λεκάνη, οι οποίοι κατατάσσονται στα παθογόνα καραντίνας. Το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών (ΙΓΕ) μέσα από τη συμμετοχή του σε ευρωπαϊκά προγράμματα μελετά την πιθανή παρουσία των ιών που μεταδίδονται με τους θρίπες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι προς το παρόν ο TSWV είναι ο μοναδικός ιός του γένους που εντοπίζεται στην Κύπρο. Η αντιμετώπιση του ιού στηρίζεται στη χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, στη λήψη μέτρων υγιεινής, στην αντιμετώπιση των φορέων και στην υιοθέτηση προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φυτά, όπως και πολλοί άλλοι οργανισμοί, προσβάλλονται από διάφορες ασθένειες που προκαλούνται από φυτοπαθογόνους παράγοντες, όπως ιούς, μύκητες, βακτήρια, ιοειδή και φυτοπλάσματα. Οι φυτι-

κοί ιοί είναι μόρια νουκλεϊνικού οξέως που αποτελούνται από DNA ή RNA και παρουσιάζουν μια μοναδική ικανότητα να εισβάλλουν, να αναπαράγονται και να χρησιμοποιούν τις απαραίτητες χημικές ενώσεις, τα κατάλληλα ενζυμικά συστήματα και τα αναγκαία οργανίδια των φυτικών κυττάρων για τη διαιώνισή τους. Προκαλούν σημαντικές φυσιολογικές και μορφολογικές αλλοιώσεις στα φυτά και οδηγούν στη μείωση ή στην υποβάθμιση της γεωργικής παραγωγής. Επί του παρόντος δεν υπάρχουν αντι-ιϊκές ουσίες με ικανότητα να θεραπεύουν ιολογικές προσβολές σε φυτά, με αποτέλεσμα η αντιμετώπισή τους να περιορίζεται στην εφαρμογή μέτρων πρόληψης της μόλυνσης. Συνεπώς, η γνώση της βιο-οικολογίας των ιών, των φυτικών τους ξενιστών καθώς και των τρόπων μετάδοσης και εξάπλωσης τους στη φύση, αποτελεί σημείο κλειδί για την επιτυχή καταπολέμησή τους.

Η ασθένεια του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας αποτελεί χωρίς αμφιβολία μια από τις σημαντικότερες και πιο επιζήμιες εντομομεταδιδόμενες ιολογικές ασθένειες των λαχανοκομικών και των ανθοκομικών καλλιιεργειών τόσο στην Κύπρο, όσο και διεθνώς. Τα τελευταία 40 χρόνια έχει διαδοθεί σχεδόν σε όλες τις γεωγραφικές ζώνες και σχετίζεται με την πρόκληση σοβαρών οικονομικών απωλειών σε σολανώδη, ψυχανθή, φυλλώδη λαχανικά, φυτά μεγάλης καλλιέργειας και καλλωπιστικά είδη. Σε πρόσφατη μελέτη, διακεκριμένοι ερευνητές κατέταξαν την ασθένεια ως τη δεύτερη σημαντικότερη ιολογική ασθένεια στην ιστορία της σύγχρονης φυτοπαθολογίας (Scholthof *et al.*, 2011).

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΗΛΙΔΩΤΟΥ ΜΑΡΑΣΜΟΥ

Η ασθένεια περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1915 στην πολιτεία της Βικτώρια στη νοτιοανατολική Αυστραλία, όταν σε καλλιέργειες τομάτας εμφανίστηκαν συμπτώματα καστανωπών μεταχρωματισμών στα φύλλα και χαρακτηριστικές δακτυλιωτές κηλίδες στους καρπούς. Τα προσβεβλημένα φυτά παρουσίασαν μαρασμό, νεκρώσεις στο υπέργειο τμήμα, νανισμό, ενώ οι παραγόμενοι καρποί ήταν ακατάλληλοι για εμπορία (Brittlebank, 1919). Μέχρι το 1920, η ασθένεια διαδόθηκε σχεδόν σε ολόκληρη την Αυστραλία προκαλώντας σημαντικές απώλειες στην παραγωγή τομάτας (Best, 1968). Τα συμπτώματα είχαν αποδοθεί

σε μια άγνωστης φύσης ασθένεια και συσχετίστηκαν με την παρουσία εντόμων της οικογένειας των θριπών. Κατά τη διερεύνηση του προβλήματος από τους επιστήμονες της εποχής, η ασθένεια αποδόθηκε σε ιό που ονομάστηκε *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), ευρύτερα γνωστός ως ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας, που μεταδίδεται με ορισμένα είδη θριπών (Samuel *et al.*, 1930). Μέσα στα επόμενα χρόνια, ο ιός διαδόθηκε σε αρκετές περιοχές του πλανήτη προσβάλλοντας πολλά φυτικά είδη από διάφορες βοτανικές οικογένειες. Η εφαρμογή των σύγχρονων τεχνικών της μοριακής βιολογίας στην επιστήμη της φυτοπαθολογίας οδήγησε στη μελέτη της μοριακής δομής του ιού και ο TSWV αποτέλεσε το πρώτο μέλος ενός νέου γένους φυτικών ιών με την ονομασία *Tospovirus* (=TOMato SPOtted wilt virus). Σήμερα, είναι γνωστοί περισσότεροι από είκοσι ιοί που ανήκουν στο γένος *Tospovirus* και μεταδίδονται με θρίπες. Οι ιοί αυτοί προσβάλλουν διάφορα λαχανοκομικά είδη (σολανώδη, κολοκυνθοειδή, ψυχανθή, σταυρανθή, φυλλώδη λαχανικά, κ.α), καλλωπιστικά φυτά, και ζιζάνια.

Γεωγραφική διάδοση του ιού του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας

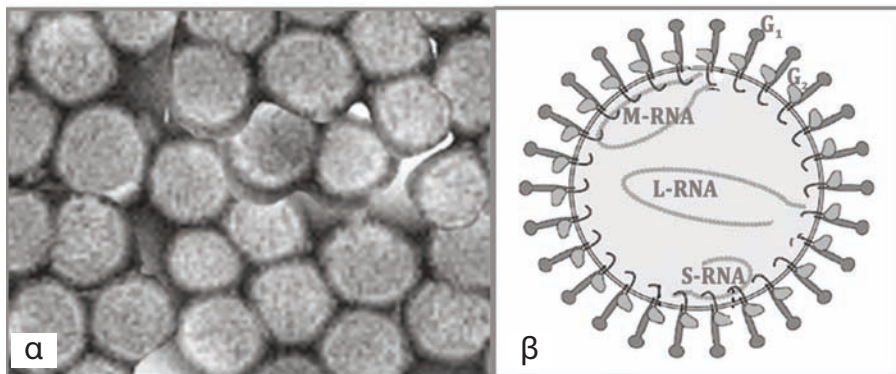
Η παγκοσμιοποίηση του διεθνούς εμπορίου και η ευκολία στη διακίνηση φυτικού υλικού αποτελούν χωρίς αμφιβολία το σημαντικότερο παράγοντα για τη διάδοση πολλών φυτικών ασθενειών. Πιστεύεται ότι η ευρεία διάδοση του TSWV κατά τις δεκαετίες 1970-1990 οφείλεται τόσο στη διακίνηση μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού καλλωπιστικών ειδών, όσο και στη διασπορά των θριπών-φορέων του ιού (Golbach and Peters, 1994). Σε αυτό έχουν συμβάλει η απουσία εντατικών φυτοϋγειονομικών ελέγχων στα σημεία εισόδου πολλών κρατών, το μικροσκοπικό μέγεθος των θριπών και η περιορισμένη διάθεση διαγνωστικών εργαλείων για την έγκαιρη ανίχνευση του ιού. Παράλληλα, οι κλιματολογικές μεταβολές που παρατηρούνται, σε συνδυασμό με την εντατικοποίηση της μονοκαλλιέργειας, έχουν ευνοήσει τη βιο-οικολογία των εντόμων που μεταδίδουν την ασθένεια (Gaum *et al.*, 1994). Τέλος, η εκτεταμένη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων οδήγησε στην άπυξη ανθεκτικότητας των θριπών σε πολλές ομάδες γεωργικών φαρμάκων, γεγονός που δυσχεραίνει τη χημική αντιμετώπιση των φορέων της ασθένειας (Jensen, 2000).

Σήμερα, η ασθένεια εντοπίζεται σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρώ-

πης (Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Ελβετία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Κύπρος, Λιθουανία, Λετονία, Ουγγαρία, Πολωνία, Ρουμανία), της Ασίας (Αζερμπαϊτζάν, Αρμενία, Αφγανιστάν, Γεωργία, Θαϊλάνδη, Ιαπωνία, Ιορδανία, Ινδία, Ισραήλ, Κίνα, Μαλαισία, Πακιστάν, Ρωσία, Σαουδική Αραβία), και της Αφρικής (Αίγυπτος, Ακτή Ελεφαντοστού, Αλγερία, Λιβύη, Μαδαγασκάρη, Μαρόκο, Νιγηρία, Σενεγάλη, Νότια Αφρική, Σουδάν, Τανζανία, Τυνησία, Ουγκάντα, Ζαΐρ, Ζιμπάμπουε). Επιπρόσθετα, έχει αναφερθεί στην Αμερική (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Καναδάς, Μεξικό, Βολιβία, Βραζιλία, Ουρουγουάη, Παραγουάη, Χιλή, Γουατεμάλα, Ονδούρες, Νικαράγουα, Κολομβία, Κούβα, Δομινικανή Δημοκρατία, Περού), και στην Ωκεανία (Αυστραλία, Νέα Γουινέα, Νέα Ζηλανδία), (πηγή: European Plant Protection Organization, EPPO).

Δομή και χαρακτηριστικά του TSWV

Η ασθένεια του κηλιδοτού μαρασμού προκαλείται από τον ιό *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), ο οποίος ανήκει στο γένος *Tospovirus* που κατατάσσεται στην οικογένεια *Bunyaviridae* (Elliott, 1990). Τα ισοσμάτια του TSWV παρουσιάζουν κάτω από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρασφαιρικό σχήμα με διάμετρο 80-110 nm (Εικόνα 1α), ενώ το περίβλημά τους αποτελείται από δύο λιποπρωτεΐνες (G1 και G2) (Mohamed *et al.*, 1973). Το γονιδίωμα του ιού απαρτίζεται από τρία μόρια ριβοζονουκλεϊνικού οξέως απλής έλικας που έχουν διαφορετικά μεγέθη (L- Large, M- Medium και S- Small RNA) (Law *et al.*, 1992) (Εικόνα 1β).



Εικόνα 1. α) Ισοσμάτια του TSWV κάτω από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο β) γραφική απεικόνιση της δομής των ισοσωμάτων TSWV.

Η οικογένεια *Bunyaviridae* περιλαμβάνει περισσότερους από 300 ιούς που ομαδοποιούνται σε 5 διακριτά γένη (*Hantavirus*, *Nairovirus*, *Orthobunyavirus*, *Phlebovirus* και *Tospovirus*) (Francki *et al.*, 1991). Αναφέρεται ότι μόνο οι ιοί που ανήκουν στο γένος *Tospovirus* σχετίζονται με την εμφάνιση ασθενειών σε φυτά, ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα γένη περιλαμβάνουν ιούς που προσβάλλουν θηλαστικά. Η υψηλή νουκλεοτιδική ομολογία του TSWV με τους ζωϊκούς ιούς των άλλων γενών της οικογένειας υποστηρίζει την υπόθεση ότι ο ιός προήλθε από ζωϊκό ιό, ο οποίος αρχικά αποτέλεσε παθογόνο των θριπών και στη συνέχεια, μέσα από μια εξελικτική διαδικασία εισήλθε στο φυτικό βασίλειο (Goldbach and Peters, 1994).

Φυτά ξενιστές και συμπτώματα του TSWV

Ο TSWV έχει το μεγαλύτερο εύρος φυτικών ξενιστών από κάθε άλλο φυτικό ιό. Αναφέρεται ότι προσβάλλει τουλάχιστον 1100 είδη φυτών που ανήκουν σε 85 βοτανικές οικογένειες (Parella *et al.*, 2003). Το εύρος ξενιστών του ιού περιλαμβάνει τόσο δικοτυλήδονα φυτά (1006 φυτικά είδη), όσο και μονοκοτυλήδονα (92 φυτικά είδη), καθώς και δύο είδη Πτεριδοφύτων. Σε αυτά περιλαμβάνονται πολλά καλλιεργούμενα, καλλωπιστικά, αυτοφυή και ζιζάνια (Πίνακας 1) (Cho *et al.*, 1986; Chatzivassiliou *et al.*, 2001; Parella *et al.*, 2003; Chatzivassiliou *et al.*, 2007).

Η εμφάνιση και η ένταση των συμπτωμάτων στα φυτά που προσβάλλει ο TSWV ποικίλλει ανάλογα με το είδος του ξενιστή, το στάδιο της μόλυνσης, το στέλεχος του ιού, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, καθώς και το ιικό φορτίο κατά την αρχική μόλυνση, δηλαδή τον αριθμό των ιοφόρων θριπών που τρέφονται στο φυτό (German *et al.*, 1992). Σε μη διασυστηματικούς ξενιστές, τα συμπτώματα περιορίζονται στην εμφάνιση τοπικών χλωρωτικών κηλίδων που μπορεί να εξελιχθούν σε νεκρωτικές. Αντίθετα, στους διασυστηματικούς ξενιστές τα συμπτώματα περιλαμβάνουν χλωρωτικούς δακτύλιους, κυκλικές κηλίδες με χαρακτηριστικό μπρούντζινο χρώμα, γραμμικούς μεταχρωματισμούς, ραβδώσεις και ποικιλοχλωρώσεις στα φύλλα ή/και στους καρπούς, καθώς και νανισμό, μαρασμό και νέκρωση των φυτών.

Στην τομάτα, που αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους ξενιστές, ο TSWV προκαλεί αρχικά μικρές καστανές κηλίδες στα φύλλα, που προοδευτικά συνενώνονται και σχηματίζουν νεκρώσεις (Εικόνα 2α). Στις

Πίνακας 1. Τα κυριότερα λαχανοκομικά και καλλωπιστικά είδη ανά οικογένεια που αποτελούν φυσικούς ξενιστές του TSWV

Οικογένεια	Αντιπροσωπευτικά είδη (κοινή ονομασία)
<i>Agavaceae</i>	11* Γιούκα, Δράκαινα
<i>Amaryllidaceae</i>	30 Αλστρομέρια, Αμαρυλλίδα, Ιπέαστρο
<i>Apiaceae</i> (= <i>Umbeliferae</i>)	15 Κόλιαντρος, Μαϊντανός, Σέλινο
<i>Apocynaceae</i>	7 Πικροδάφνη, Πλουμέρια
<i>Araceae</i>	27 Ανθούριο, Σπαθόφυλλο, Φιλόδεντρο
<i>Asclepiadaceae</i>	10 Στεφανωτή
<i>Asteraceae</i> (= <i>Compositae</i>)	247 Αγκινάρα, Αντίδι, Μαρούλι, Ηλιάνθος, Ζίνια, Κέρπερα, Χρυσάνθεμο, Ντάλια, Κενταύρια, Καλεντούλα, Ζωχός, Μαργαρίτα, Χαμομήλι
<i>Begoniaceae</i>	6 Μπιγκόνια
<i>Brassicaceae</i> (= <i>Cruciferae</i>)	33 Κουνουπίδι, Λάχανο (Κραμβί), Ραπανάκι
<i>Caryophyllaceae</i>	16 Γαρύφαλο, Στελλάρια
<i>Chenopodiaceae</i>	14 Σπανάκι, Τεύτλο, Λουβουδιά
<i>Convolvulaceae</i>	16 Ιπομέα, περιπλοκάδα
<i>Ericaceae</i>	1 Ροδόδεντρο
<i>Euphorbiaceae</i>	7 Ποϊνσέττια
<i>Fabaceae</i> (= <i>Leguminosae</i>)	60 Αραχίδα (Φυστίκι), Αρακάς, Μηδική, Φασόλι, Κουκκί, Λουβί
<i>Gentianaceae</i>	6 Λυσίανθος
<i>Geraniaceae</i>	15 Πελαργόνιο, Γεράνι
<i>Iridaceae</i>	7 Γλαδίολος, Ίριδα, Φρέζια
<i>Lamiaceae</i> (= <i>Labiatae</i>)	33 Βασιλικός, Μέντα, Μέλισσα, Σάλβια
<i>Liliaceae</i>	14 Κρεμμύδι, Σκόρδο
<i>Malvaceae</i>	15 Μολόχα, Ιβίσκος, Βαμβάκι
<i>Moraceae</i>	7 Καλλωπιστικός φίκος
<i>Oleaceae</i>	3 Γιασεμί, Λιγούστρο
<i>Orchidaceae</i>	4 Ορχιδέα (Φαλαινόψις, Ονσίδιο, Κυμβίδιο)
<i>Pittosporaceae</i>	1 Πιττόσπορο
<i>Plumbaginaceae</i>	6 Λιμόνιο
<i>Poaceae</i> (= <i>Graminae</i>)	11 Αγριάδα, Αγριοβρώμη, Λόλιο, Σετάρια
<i>Portulacaceae</i>	4 Γλυστρίδα
<i>Primulaceae</i>	14 Κυκλάμινο, Πριμούλα, Αναγαλλίδα
<i>Ranunculaceae</i>	21 Ανεμώνη, Δελφίνιο
<i>Rubiaceae</i>	9 Γαρδένια, Κολλητισίδα
<i>Solanaceae</i>	172 Τομάτα, Πιπεριά, Μελιτζάνα, Πατάτα, Καπνός, Πετούνια, Τάτουλας, Αγριοτομάτα
<i>Verbenaceae</i>	10 Λαντάνα, Βέρμπενα
<i>Violaceae</i>	5 Βιολέτα

*Ο αριθμός αντιστοιχεί στο σύνολο των φυτικών ειδών της οικογένειας που αποτελούν ξενιστές του TSWV.



Εικόνα 2. Συμπτώματα προσβολής του TSWV: α) εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων σε φύλλα, β) νανισμός φυτών γ) εμφάνιση κίτρινων ομόκεντρων κηλίδων σε καρπούς τομάτας.

κορυφές των φυτών εμφανίζονται ραβδώσεις, τα φύλλα καρουλιάζουν προς τα μέσα και τα ακραία μεριστώματα νεκρώνονται. Εάν η μόλυνση γίνει σε νεαρό στάδιο, τότε τα φυτά παρουσιάζουν έντονο νανισμό και ξηραίνονται σε μερικές εβδομάδες (Εικόνα 2β). Στην περίπτωση που η μόλυνση γίνει σε ανεπτυγμένα φυτά, τότε αυτά παρουσιάζουν ασύμμετρη ανάπτυξη, μειωμένη βλάστηση και παραμόρφωση των νεαρών φύλλων. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά είναι τα συμπτώματα που εμφανίζονται στους προσβεβλημένους καρπούς, τα οποία περιλαμβάνουν κιτρινωπές ομόκεντρες κηλίδες και παραμόρφωση, γεγονός που τους καθιστά μη εμπορεύσιμους (Εικόνα 2γ).

Στην πιπεριά ο ιός προκαλεί χλώρωση και μπρούντζινες κηλιδώσεις στα νεαρά φύλλα που προοδευτικά νεκρώνονται, νανισμό και μάρανση του φυτού (Εικόνα 3α). Στους καρπούς παρουσιάζονται χαρακτηριστικές κυκλικές κηλίδες με έντονη χρωματική εναλλαγή, επηρεάζοντας δυσμενώς την εμπορική τους αξία (Εικόνα 3β).



Εικόνα 3. α) Χλωρωτικοί δακτύλιοι σε φύλλα πιπεριάς με TSWV β) εμφάνιση κίτρινων ομόκεντρων κύκλων σε καρπούς πιπεριάς με TSWV.



Εικόνα 4. Συμπτώματο προσβολής του TSWV σε μαρούλι.

Στα προσβεβλημένα φυτά πατάτας το είδος και η ένταση των συμπτωμάτων εξαρτάται από την ποικιλία του φυτού. Συνήθως παρουσιάζονται χαρακτηριστικές καστανές κηλίδες στα φύλλα που προοδευτικά οδηγούν σε νεκρώσεις. Συχνά επηρεάζεται το μέγεθος, το σχήμα και η ποιότητα των κονδύλων, που μπορεί να παρουσιάσουν ανομοιόμορφες βυθίσεις ή δακτύλιους στην επιφάνειά τους και νεκρωτικές κηλίδες στο εσωτερικό τους. Είναι δυνατό να μην εκδηλωθούν συμπτώματα στους κονδύλους, που όμως έχουν σημαντικό ρόλο στην επιδημιολογία και τη διάδοση του ιού.

Στο μαρούλι, ο ιός προκαλεί καστανές νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα, συνήθως στη μια πλευρά του φυτού. Ακολούθως, τα φυτά εμφανίζουν περιθωριακή μάρανση, χλώρωση και καστανή κηλίδωση των εσωτερικών φύλλων (Εικόνα 4).

Στη μελιτζάνα, η προσβολή από τον ιό οδηγεί στην εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων στα φύλλα και μάρανση των φυτών, που τελικά ξηραίνονται (Εικόνα 5α).

Ιδιαίτερα σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις του TSWV στα καλλωπιστικά είδη. Στα χρυσάνθεμα, ο ιός προκαλεί χλωρωτικούς και νεκρωτικούς δακτύλιους στα φύλλα, νανισμό στα φυτά και νέκρωση των κορυφαίων βλαστών (Εικόνα 5β). Στα πελαργόνια, στις μπιγκόνιες, στις ντάλιες, τις ζίνιες, τα λίκια, τις ορχιδέες, τις πετούνιες και σε διάφορα άλλα είδη, εμφανίζονται ομόκεντρες χλωρωτικές κηλίδες στα φύλλα που είναι δυνατό να εξελιχθούν σε νεκρωτικές, υποβαθμίζοντας την



Εικόνα 5. α) Νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα μελιτζάνας λόγω προσβολής TSWV, β) χλωρωτικές κηλίδες σε φύλλα χρυσάνθεμου.

εμφάνιση και την εμπορική τους αξία.

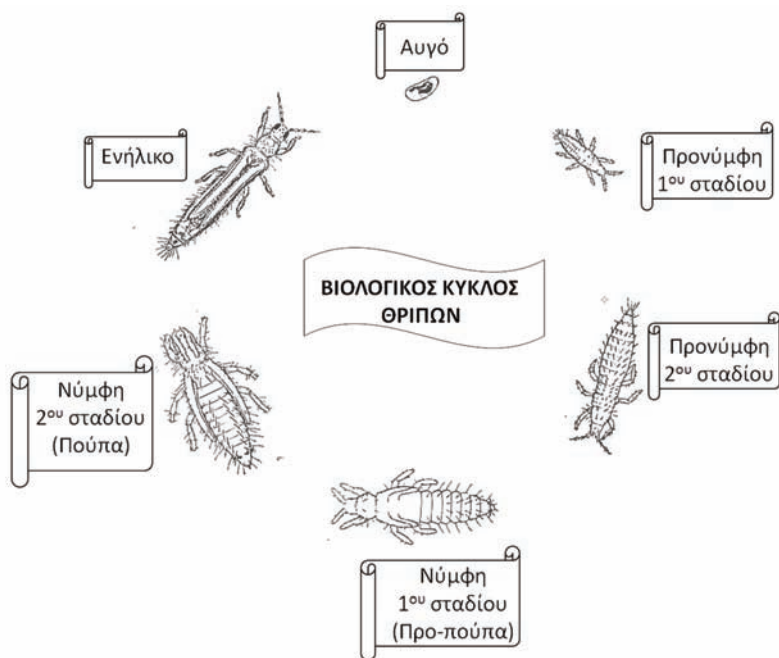
Τέλος, ο ιός προσβάλλει και αρκετά είδη ζιζανίων τα οποία μπορεί να εμφανίζουν συμπτώματα χλωρωτικών ή νεκρωτικών κηλίδων στα φύλλα, νανισμό, μάρανση και ξήρανση των φυτών, ωστόσο η προσβολή τους δεν συνδέεται πάντα με την πρόκληση ορατών μορφολογικών αλλοιώσεων. Ο ρόλος των αυτοφυών φυτών στη διακίνηση του ιού και στη διατήρηση της ασθένειας σε περιόδους αγρανάπαυσης ενδέχεται να είναι σημαντικός, αφού έχει βρεθεί ότι οι θρίπες-φορείς έχουν τη δυνατότητα να αναπαράγονται σε αρκετούς από αυτούς (Cho *et al.*, 1986; Bautista *et al.*, 1995; Chatzivassiliou *et al.*, 2007).

Οι θρίπες ως φορείς μετάδοσης της ασθένειας

Οι θρίπες είναι μικροσκοπικά έντομα που ανήκουν στην οικογένεια *Thripidae* της τάξης *Thysanoptera* (Εικόνα 6). Ο βιολογικός τους κύκλος περιλαμβάνει το στάδιο του αυγού, δύο προνυμφικά στάδια, δύο νυφι-



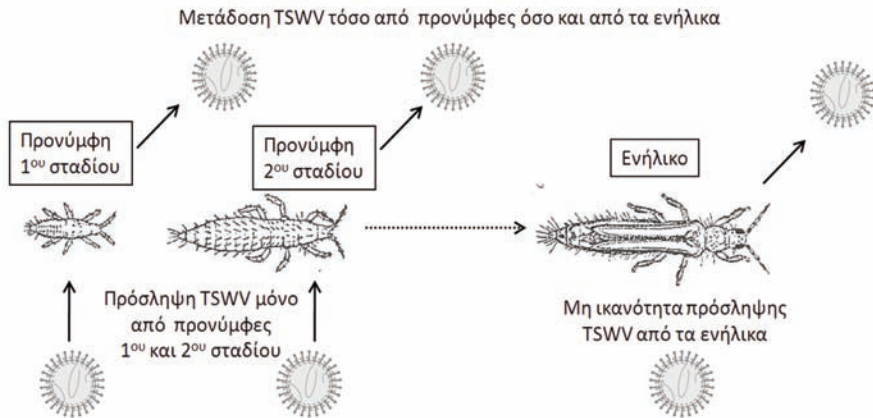
Εικόνα 6. Ο θρίπας *Frankliniella occidentalis* (φωτογραφία Ν. Σεραφείδης).



Εικόνα 7. Ο βιολογικός κύκλος του θρίπα *Frankliniella occidentalis*.

κά στάδια (prepupae και pupae) και το ενήλικο. Η διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου από το αυγό μέχρι την ενηλικίωση κυμαίνεται μεταξύ 10-22 ημέρες και επηρεάζεται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν, με βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 26-29 °C. Τα ενήλικα θηλυκά έχουν μέγεθος 1-2 mm και διάρκεια ζωής γύρω στις 45 ημέρες, εναποθέτοντας συνολικά 150–300 αυγά (Mound, 2005). Τα δύο προνυμφικά στάδια καθώς και το ενήλικο τρέφονται σε φύλλα και άνθη ποικίλων φυτών, ενώ τα δύο νυμφικά στάδια είναι διατροφικά ανενεργά (Εικόνα 7). Προκαλούν άμεσες ζημιές στα φυτά λόγω της τροφικής τους δραστηριότητας, αλλά και έμμεσες εξαιτίας της μετάδοσης φυτικών ιών (Mound, 2007).

Τουλάχιστον επτά είδη θριπών σχετίζονται με τη μετάδοση του TSWV στη φύση (Ullman *et al.*, 1993; Wijkamp *et al.*, 1995). Πρόκειται για τα είδη *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *F. intonsa*, *F. bispinosa*, *F. fusca*, *Thrips setosus*, και *T. tabaci* που μεταδίδουν τον ιό κατά έμμονο τρόπο. Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν, ο ιός προσλαμβάνεται μόνο από τα ανήλικα (προνυμφικά) στάδια των θριπών, ενώ μεταδίδεται



Εικόνα 8. Σχηματική απεικόνιση των χαρακτηριστικών πρόσληψης και μετάδοσης του TSWV από προνύμφες και ενήλικα άτομα των θριπών-φορέων.

τόσο από τα ανήλικα όσο και από τα ενήλικα άτομα. Για την πρόσληψη του ιού από τους φορείς, πρέπει απαραίτητα η προνύμφη πρώτου ή δεύτερου σταδίου των θριπών να τραφεί για χρονικό διάστημα 5-10 λεπτών σε μολυσμένο φυτό (Van de Wetering *et al.* 1996; Chatzivassiliou *et al.*, 1999). Αμέσως μετά την πρόσληψη, τα ισωμάτια αναπαράγονται στο σώμα των θριπών, μετακινούνται προς το μέσο έντερο και καταλήγουν στους σιελογόνους αδένες, καθιστώντας το έντομο μολυσματικό (Εικόνα 8). Η χρονική περίοδος, που απαιτείται ώστε να πολλαπλασιαστεί ο ιός στο σώμα του εντόμου και να φτάσει στους σιελογόνους αδένες για να μπορεί να μολύνει νέους ξενιστές, καλείται λανθάνουσα περίοδος και υπολογίζεται ότι διαρκεί περίπου 3–15 ημέρες (μέσος όρος 9 ημέρες), ανάλογα με το είδος του θρίπα (Wijkamp and Peters, 1993). Από εκεί και πέρα ο ιός παραμένει και πολλαπλασιάζεται διαρκώς στο έντομο για το υπόλοιπο διάστημα της ζωής του (Ullman *et al.* 1993). Για να μολύνει ένα ενήλικο ιοφόρο άτομο κάποιο φυτοξενιστή, πρέπει να διατραφεί για τουλάχιστο 5–15 λεπτά σε υγιές φυτό. Έχει αποδειχτεί ότι η αύξηση του χρόνου διατροφικής δραστηριότητας από τις προνύμφες σε μολυσμένα φυτά οδηγεί σε πρόσληψη μεγαλύτερου ιικού φορτίου με συνέπεια τη σημαντική αύξηση της ικανότητας μετάδοσης των ενηλίκων (Wijkamp *et al.*, 1993; Chatzivassiliou *et al.*, 2002). Ο ιός δεν μεταδίδεται

δεται στα αυγά και στους απογόνους των ιοφόρων θηλυκών (Wijkamp *et al.*, 1996). Η μεγάλη εξειδίκευση, που παρατηρείται στην πρόσληψη και μετάδοση του TSWV από μόνο επτά είδη θριπών (από το σύνολο των 5000 ειδών που έχουν ταυτοποιηθεί διεθνώς), οφείλεται στην ύπαρξη ειδικών πρωτεϊνικών υποδοχέων στο σώμα αυτών των ειδών που αλληλεπιδρούν και αναγνωρίζουν τα ισοσμάτια μέσα από πολύπλοκες βιοχημικές διεργασίες (Wijkamp, 1995; Mumford *et al.*, 1996). Ο ιός δεν μεταδίδεται με το σπόρο μολυσμένων φυτών, ενώ η μηχανική μετάδοση είναι δυνατή μόνο υπό εργαστηριακές συνθήκες.

Μέθοδοι διάγνωσης του TSWV και άλλων ιών του γένους *Tospovirus*

Σε αρκετές περιπτώσεις, η προσβολή συγκεκριμένων φυτικών ειδών από τον TSWV οδηγεί στην εκδήλωση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων. Ωστόσο, η εφαρμογή εξειδικευμένων εργαστηριακών τεχνικών κρίνεται απαραίτητη για την ακριβή και έγκυρη ταυτοποίηση της ασθένειας, καθώς και τη διάκριση του TSWV από άλλους συναφείς ιούς.

Τεχνητή μετάδοση σε φυτά-δείκτες: Περιλαμβάνει την εργαστηριακή μετάδοση του ιού σε συγκεκριμένα φυτικά είδη και την παρατήρηση της πιθανής εκδήλωσης συμπτωμάτων. Τα πιο συνήθη φυτά που χρησιμοποιούνται ως δείκτες διάγνωσης του TSWV είναι η πετούνια, που εκδηλώνει τοπικές νεκρωτικές κηλίδες 4 ημέρες μετά την τεχνητή μόλυνση, η αγγουριά, στην οποία εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες 7 ημέρες μετά τη μόλυνση και αρκετά είδη καπνού (*Nicotiana tabacum* ποικ. Samsun, *N. clevelandii* και *N. glutinosa*), στα οποία προκαλούνται τοπικές αλλά και διασυστηματικές νεκρωτικές κηλίδες.

Ηλεκτρονική μικροσκοπία: Αναφέρεται στην παρατήρηση της χαρακτηριστικής σφαιρικής δομής των ισοσωματίων του TSWV. Σημαντικό μειονέκτημα για τη χρήση της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας ως διαγνωστικό εργαλείο ρουτίνας αποτελεί το υψηλό κόστος του εξοπλισμού και η δυσκολία προετοιμασίας των δειγμάτων.

Ορολογικές δοκιμές: Η ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA αποτελεί σήμερα την πιο διαδεδομένη και απλή μέθοδο για την εργαστηριακή διάγνωση

του TSWV. Στηρίζεται στην ανοσολογική αντίδραση ιών και αντισωμάτων. Σε κάποιες περιπτώσεις η τεχνική παρουσιάζει αδυναμία στη διάκριση του TSWV από άλλους συναφείς ιούς που ανήκουν στο ίδιο γένος.

Μοριακές δοκιμές: Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη της μοριακής βιολογίας οδήγησε στην υιοθέτηση νέων διαγνωστικών εργαλείων. Η εφαρμογή της συμβατικής και πραγματικού χρόνου αντίστροφης μεταγραφής (Reverse Transcription, RT) και αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης (Polymerase chain reaction, PCR) έδωσε τη δυνατότητα για πιο ευαίσθητη και αξιόπιστη ανίχνευση, χαρακτηρισμό, αλλά και διάκριση του TSWV από άλλους συγγενείς ιούς του γένους *Tospovirus*.

Αναδυόμενοι κίνδυνοι από νέους ιούς του γένους *Tospovirus*

Μέχρι τη δεκαετία του 1990, οι ερευνητές πίστευαν ότι ο TSWV είναι ο μοναδικός ιός του γένους *Tospovirus* που μεταδίδεται με τους θρίπες. Τα τελευταία χρόνια, η υιοθέτηση καινοτόμων μοριακών τεχνικών στη φυτοπαθολογία οδήγησε στην ταυτοποίηση νέων ιών που παρουσιάζουν υψηλή ομοιότητα με τον TSWV. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 22 ιοί μέλη του γένους, οι οποίοι μεταδίδονται με διάφορα είδη θριπών και σχετίζονται με την εμφάνιση σημαντικών ασθενειών στα φυτά (Pappu *et al.*, 2009). Οι περισσότεροι από αυτούς κατατάσσονται στα φυτοπαθογόνα καραντίνας από τις αρμόδιες αρχές φυτοϋγείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα κράτη-μέλη έχουν την υποχρέωση να διερευνούν και να αναφέρουν την παρουσία τους. Οι σημαντικότεροι από αυτούς, οι κύριοι φυτικοί τους ξενιστές και η γεωγραφική τους διάδοση απεικονίζονται στον Πίνακα 2.

Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ TSWV ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Κατά την τελευταία δεκαετία, ο Κλάδος Φυτοπροστασίας του ΙΓΕ συμμετέχει σε διάφορα εθνικά, διακρατικά και ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα φυτοπροστατευτικού χαρακτήρα. Στόχος των προγραμμάτων είναι η διερεύνηση της παρουσίας υφιστάμενων και νέων ιολογικών ασθενειών στις φυτικές καλλιέργειες της Κύπρου, καθώς και η μελέτη των βιολογικών και των μοριακών τους χαρακτηριστικών, με στόχο την υιοθέτηση αποτελεσματικών στρατηγικών για την αντιμετώ-

Πίνακας 2. Οι κυριότεροι ιοί του γένους *Tospovirus*, η γεωγραφική τους διάδοση και οι ξενιστές που προσβάλλουν

Ιοί του γένους <i>Tospovirus</i>	Γεωγραφική διάδοση	Φυτά ξενιστές
<i>Calla lily chlorotic spot virus</i> (CCSV)	Ταϊβάν	καλλωπιστικά είδη
<i>Capsicum chlorosis virus</i> (CaCV)	Αυστραλία, Ασία	πιπεριά, τομάτα, αραχίδα
<i>Chrysanthemum stem necrosis virus</i> (CNSV)	Βραζιλία	χρυσάνθεμο
<i>Groundnut ringspot virus</i> (GRSV)	N. Αμερική, N. Αφρική	αραχίδα, τομάτα
<i>Groundnut yellow spot virus</i> (GYSV)	Ινδία, Θαϊλάνδη	αραχίδα
<i>Groundnut chlorotic fan-spot virus</i> (GCFV)	Ταϊβάν	αραχίδα
<i>Groundnut bud necrosis virus</i> (GBNV)	Ινδία	αραχίδα, όσπρια, ζιζάνια
<i>Impatiens necrotic spot virus</i> (INSV)	Ευρώπη, Ασία, Αμερική	καλλωπιστικά, αραχίδα,
<i>Iris yellow spot virus</i> (IYSV)	Ευρώπη, Ισραήλ, ΗΠΑ	πιπεριά, πατάτα, ζιζάνια
<i>Melon yellow spot virus</i> (MYSV)	Ανατολική Ασία	ίριδα, πράσο, κρεμμύδι
<i>Tomato chlorotic spot virus</i> (TCSV)	Νότια Αμερική	πεπόνι
<i>Tomato spotted wild virus</i> (TSWV)	Παγκόσμια	τομάτα, πιπεριά
<i>Tomato fruit yellow ring virus</i> (TFYRV)	Ιράν	λαχανοκομικά, καλλωπιστικά, ζιζάνια
<i>Watermelon silver mottle virus</i> (WSMoV)	Ιαπωνία, Ταϊβάν	τομάτα
<i>Watermelon bud necrosis virus</i> (WBNV)	Ινδία	κολοκυνθοειδή, τομάτα
<i>Zucchini lethal chlorosis virus</i> (ZLCV)	Βραζιλία	καρπούζι
		κολοκύθι

πισή τους. Σε αυτό το πλαίσιο, διερευνήθηκε η εμφάνιση του TSWV και άλλων ιών που μεταδίδονται με θρίπες σε καλλιέργειες σολανωδών, κολοκυνθοειδών, φυλλωδών λαχανικών, καλλωπιστικών, αλλά και αυτοφυών φυτών. Τα αποτελέσματα των επισκοπήσεων έδειξαν ότι ο TSWV αποτελεί το μοναδικό ιό του γένους *Tospovirus*, που εντοπίζεται στην Κύπρο. Ο ιός είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στις καλλιέργειες τομάτας, πιπεριάς και μαρουλιού (Παπαγιάννης κ.α., 2005; Parayiannis *et al.*, 2008). Ο TSWV διαγνώστηκε σε περιορισμένο αριθμό δειγμάτων αγκινάρας, κρεμμυδιού και πατάτας. Επιπλέον, ο ιός ταυτοποιήθηκε σε ορισμένα ανθοκομικά είδη που παρουσίαζαν συμπτώματα νεκρώσεων, νανισμού και μειωμένης ανάπτυξης, όπως πελαργόνια, ζίνιες, λιλια, λυσιάνθοι, χρυσάνθεμα, και ορχιδέες. Τέλος, ο TSWV ανιχνεύτηκε και σε ζιζάνια που φύονταν μέσα ή περιφερειακά των μολυσμένων φυτειών τομάτας, πιπεριάς και μαρουλιού (Παπαγιάννης κ.α. 2006; Parayiannis *et al.*, 2008). Αντίθετα, ο ιός δεν ανιχνεύτηκε σε κολοκυνθοειδή και ψυχανθή (Parayiannis *et al.*, 2005). Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της παρουσίας ιών που μεταδίδονται με θρίπες, οι οποίοι εντάσσονται μάλιστα στα παθογόνα καραντίνας της ΕΕ, επιβεβαίωσαν την απουσία άλλων ιών του γένους *Tospovirus*.

Η αντιμετώπιση του TSWV

Η παγκόσμια γεωγραφική διάδοση της ασθένειας που προκαλεί ο TSWV, το μεγάλο εύρος φυτικών ξενιστών, η βιοοικολογία ιών και θριπών και οι μεγάλες οικονομικές απώλειες που προκαλούνται στην παραγωγή κηπευτικών και καλλωπιστικών, οδήγησε τους ερευνητές στην αναζήτηση στρατηγικών για την αντιμετώπιση των *Tospo*-ιών και των θριπών-φορέων. Η καταπολέμηση της ασθένειας είναι μια ιδιαίτερα δύσκολη και πολυσύνθετη υπόθεση που απαιτεί το συνδυασμό ποικίλων μεθόδων, πρακτικών και τρόπων ελέγχου τόσο του ιού, όσο και των εντόμων-φορέων. Ο συνδυασμός φυτοϋγειονομικών, καλλιεργητικών, χημικών και βιολογικών μέτρων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης αποτελεί σήμερα το αποτελεσματικότερο μέτρο για την καταπολέμηση της ασθένειας.

1. Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού: Η φύτευση υγιών φυταρίων αποτελεί το κλειδί για την επιτυχή πρόληψη και αντιμετώπιση

όλων των ασθενειών. Η προμήθεια των σποροφύτων πρέπει να γίνεται από πιστοποιημένες φυτωριακές μονάδες, οι οποίες να έχουν καλά απομονωμένες τις εγκαταστάσεις τους. Η παραγωγή των φυτών πρέπει να γίνεται σε κλειστούς χώρους ή ειδικά διαμορφωμένα θερμοκήπια. Συστήνεται επίσης η αποφυγή της παραγωγής κηπευτικών και καλλωπιστικών στον ίδιο χώρο.

2. Μείωση των εστιών μόλυνσης: Η έγκαιρη απομάκρυνση των ασθενών ή υπόπτων προσβεβλημένων φυτών συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του ρυθμού εξάπλωσης της ασθένειας σε μια καλλιέργεια. Τα μολυσμένα φυτά θα πρέπει πρώτα να καλύπτονται με πλαστική σακούλα, να εκριζώνονται, να απομακρύνονται από την καλλιέργεια και να καταστρέφονται. Η πρακτική αυτή μειώνει τη δυνατότητα μετανάστευσης των ιοφόρων θριπών σε γειτονικά υγιή φυτά. Το κλάδεμα των συμπτωματικών τμημάτων των φυτών δεν έχει οποιοδήποτε αποτέλεσμα, αφού ο ιός προσβάλλει διασυστηματικά τα φυτά, τα οποία αποτελούν πηγή για νέες μολύνσεις.

Η καταστροφή των φυτών, που φύονται σε ένα αγρό στις περιόδους που δεν υπάρχει καλλιέργεια (φυτά εθελοντές), είναι ιδιαίτερα σημαντική για την καταστολή των πρωτογενών πηγών του μολύσματος των ιολογικών ασθενειών. Τα φυτά εθελοντές αποτελούν ένα άριστο ξενιστή για τη διατήρηση του TSWV και τη διαβίωση των θριπών.

Σε περιοχές όπου ενδημεί η ασθένεια, το ρόλο των αρχικών πηγών του ιού μολύσματος αναλαμβάνουν αρκετά είδη ζιζανίων. Αυτά τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να φιλοξενούν τόσο τον ιό, όσο και τους θρίπες-φορείς. Η καταστροφή των αυτοφυών φυτών θα πρέπει να εφαρμόζεται με μέτρο και να επικεντρώνεται στα αγροτεμάχια που προορίζονται για φύτευση, αφού ως γνωστόν τα ζιζάνια εκτός από τους φορείς, φιλοξενούν και ωφέλιμα έντομα τα οποία τρέφονται με εχθρούς γεωργικής σημασίας.

3. Χημική καταπολέμηση θριπών: Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την καταπολέμηση των θριπών που μεταδίδουν τον TSWV έχει συμβάλει σημαντικά στην καταστολή της ασθένειας σε αρκετές γεωγραφικές περιοχές (Pappu *et al.*, 2000). Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στην ορθολογική εφαρμογή και εναλλαγή των εντομοκτό-

νων αφού τα τελευταία χρόνια αυξάνονται οι αναφορές για ανάπτυξη ανθεκτικότητας από τους θρίπες (Jensen, 2000).

4. Βιολογική αντιμετώπιση θριπών: Η εξαπόλυση ωφέλιμων αρπακτικών εντόμων μέσα σε θερμοκήπια μπορεί να συμβάλει στη μείωση των πληθυσμών του θρίπα. Ανάμεσα στους σημαντικότερους φυσικούς εχθρούς των θριπών συγκαταλέγονται διάφορα είδη των γενών *Macrolophus* sp., *Orius* sp., *Amblyseius* sp., κ.α. Παράλληλα, ευρεία εφαρμογή στην αντιμετώπιση των φορέων του TSWV βρίσκει η χρήση εντομοπαθογόνων μυκήτων και νηματωδών (Cloyd, 2009).

5. Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών: Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική πρόοδος στην εξεύρεση ανθεκτικών ποικιλιών στην ασθένεια του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας. Πρόσφατα έχουν τεθεί στο εμπόριο αρκετές τέτοιες ποικιλίες τομάτας, πιπεριάς και φιστικιάς με καλά εμπορικά χαρακτηριστικά. Ένα πιθανό μειονέκτημα των ποικιλιών αυτών είναι η έλλειψη αντοχής σε εδαφογενείς παθογόνους μύκητες και βακτήρια, η μειωμένη απόδοση, καθώς και η απώλεια ανθεκτικότητας με την εμφάνιση νέων στελεχών του ιού.

6. Υιοθέτηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων παραγωγής: Η υιοθέτηση ολοκληρωμένων στρατηγικών διαχείρισης και παραγωγής σε λαχανοκομικά είδη έχει δώσει αποτελεσματικά μέτρα για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών τόσο σε υπαίθριες όσο και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Cho *et al.*, 1989). Τα προγράμματα αυτά δίνουν τη δυνατότητα εφαρμογής όλων των προαναφερόμενων μεθόδων ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή λύση για την προστασία της παραγωγής, των καταναλωτών και του περιβάλλοντος. Οι στρατηγικές αυτές συνήθως περιλαμβάνουν μέτρα πριν, κατά, και μετά την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας:

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας:

- Απολύμανση εδάφους (ηλιοαπολύμανση) και καθαρισμός εσωτερικών χώρων των θερμοκηπίων με στόχο την καταπολέμηση των σταδίων του θρίπα που διαχειμάζουν στο έδαφος.
- Καταστροφή των φυτών (ζιζανίων και φυτών της προηγούμε-

νης καλλιεργητικής περιόδου), αφού ενδέχεται να αποτελούν ξενιστές του ιού και των εντόμων.

- Αποφυγή εγκατάστασης κηπευτικών καλλιεργειών κοντά σε τοποθεσίες καλλιέργειας καλλωπιστικών ειδών, ή σε περιοχές όπου ενδημεί η ασθένεια.

Κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας

- Μεταφύτευση υγιών φυταρίων, απαλλαγμένων από θρίπες.
- Παρακολούθηση της εμφάνισης θριπών με τη χρήση ειδικών μπλέ χρωματικών παγίδων και έγκαιρη επέμβαση για την καταπολέμησή τους.
- Έγκαιρη καταστροφή των ζιζανίων εντός και γύρω από τη νέα καλλιέργεια.
- Απομάκρυνση και καταστροφή όσων φυτών παρουσιάζουν συμπτώματα.
- Χρήση ωφέλιμων οργανισμών στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.
- Η συνεργασία και η συνεννόηση με γεωπόνους καθώς και με άλλους παραγωγούς σε μια περιοχή, είναι πιθανό να προλάβει την εξάπλωση της ασθένειας.

Μετά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου

- Λήψη σχολαστικών μέτρων υγιεινής.
- Καταστροφή των φυτών και απομάκρυνση των φυτικών υπολειμμάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bautista, R.C., Mau, R.F.L., Cho, J.J., and Custer, D.M. 1995. Potential of tomato spotted wilt Tospovirus plant nests in Hawaii as virus reservoirs for transmission by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera, Thripidae). *Phytopathology*, **85**, 953–958.
- Best, R.J. 1968. Tomato spotted wilt virus. *Advances of Virus Research*, **13**, 65-146.
- Brittlebank, C.C. 1919. Tomato diseases. *Journal of the Department of Agriculture Victoria*, **17**, 231-235.
- Chatzivassiliou, E.K., Nagata, T., Peters, D., and Katis, N.I. 1999. The transmission of tomato spotted wilt tospovirus (TSWV) by *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) populations originating from leek. *Plant Pathology*, **48**, 700-706.
- Chatzivassiliou, E.K., Boubourakas, I., Drossos, E., Eleftherohorinos, I., Jenser, G., Peters, D., and Katis, N.I. 2001. Weeds in greenhouses and tobacco fields are differentially infected by *Tomato spotted wilt virus* and infested by its vector species. *Plant Disease*, **85**, 40-46.
- Chatzivassiliou, E.K., Peters, D., and Katis, N.I., 2002. The efficiency by which *Thrips tabaci* populations transmit *Tomato spotted wilt virus* depends on their host preference and reproductive strategy. *Phytopathology*, **92**, 603–609.
- Chatzivassiliou, E.K., Peters, D., and Lolas, P. 2007. Occurrence of *Tomato spotted wilt virus* in *Stevia rebaudiana* and *Solanum tuberosum* in Northern Greece. *Plant Disease*, **91**, 1205.
- Cho, J.J., Mau, R.F.L., Gonsalves, D., and Mitchell, W.C. 1986. Reservoir weed hosts of *Tomato spotted wilt virus*. *Plant Disease*, **70**, 1014-1017.
- Cho, J.J., Mau, R.F.L., German, T.L., Hartmann, R.W., Yudin, L.S., Gonsalves, D., and Provvidenti, R. 1989. A multidisciplinary approach to management of *Tomato spotted wilt virus* in Hawaii. *Plant Disease*, **73**, 375-383.
- Cloyd, R.A. 2009. Western Flowers Thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergante) Management of ornamental crops grown in greenhouses: Have we reached an impasse? *Pest Technology*, **3**, 1-9.

- Elliott, R.M. 1990. Molecular biology of the *Bunyaviridae*. *Journal of General Virology*, **71**, 501-522.
- Francki, R.I.B., Fauquet, C.M., Knudson, D.L., and Brown, F. 1991. Classification and nomenclature of viruses. Fifth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Archives of Virology*, **2**, 1-450.
- Gaum W.C., Giliomee, J.H., and Pringle, K.L. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. *Bulletin of Entomological Research*, **84**, 219-224.
- German, T.L., Ullman, D.E., and Moyer, J.W. 1992. Tospoviruses: Diagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. *Annual Review of Phytopathology*, **30**, 315-348.
- Goldbach, R. and Peters, D. 1994. Possible causes of the emergence of *Tospovirus* diseases. *Seminars in Virology* **5**, 113-120.
- Jensen, S.E. 2000. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integrated Pest Management Reviews*, **5**, 131-146.
- Law, M.D., Speck, J., and Moyer, J.W. 1992. The MRNA of Impatiens necrotic spot *tospovirus* (*Bunyaviridae*) has an ambisense genomic organization. *Virology*, **188**, 732-741.
- Mohamed, N.A., Randles, J.W. and Francki, R.I.B. 1973. Protein composition of *Tomato spotted wilt virus*. *Virology*, **56**, 12-21.
- Mound, L.A. 2005. Thysanoptera: Diversity and interactions. *Annual Review of Entomology*, **50**, 247-269.
- Mound, L.A., 2007. Plants, thrips, Tospoviruses - the enigmatic triad. *Journal of Insect Science*, **7**, 28-52.
- Mumford, R.A., Barker, I., and Wood, K.R., 1996. The biology of the tospoviruses. *Annals of Applied Biology*, **128**, 159-183.
- Papayiannis, L.C., Ioannou, N., Boubourakas, I.N., Dovas, C., Katis, N.I. and Falk, B.W. 2005. Incidence of viruses infecting cucurbits in Cyprus. *Journal of Phytopathology*, **153**, 530-535.
- Papayiannis, L.C., Savvides, A., Chatziafksentis, Kapari-Isaia, T., Dovas, C.,

- and Katis, N.I., 2008. Incidence of viruses infecting tomato crops in Cyprus. *Phytopathologia Mediterranea*, **47**, 159.
- Παπαγιάννης, Λ.Χ., Ιωάννου, Ν., Καπαρή, Θ., Richter, J., Δόβας, Χ. και Κατής, Ν.Ι. 2005. Συχνότητα εμφάνισης ιολογικών ασθενειών σε καλλιέργειες τομάτας της Κύπρου. 22^ο Επιστημονικό Συνέδριο, Ελληνική Εταιρεία της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Πάτρα, 19-21 Οκτωβρίου, Περιλήψεις σελ. 293.
- Παπαγιάννης Λ.Χ., Α. Σαββίδης, Κ. Χατζηαυξέντης, Θ. Καπαρή, Χ. Δόβας και Ν.Ι. Κατής. Παρουσία ιολογικών ασθενειών σε καλλιέργειες τομάτας της Κύπρου. 13^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό συνέδριο, Αθήνα 16-19 Οκτωβρίου 2006, Περιλήψεις σελ. 148.
- Pappu, H.R., Csinos, A.S., McPherson, R.M., Jones, D.C., and Stephenson, M.G. 2000. Effect of acibenzolar-S-methyl and imidacloprid on suppression of tomato spotted wilt tospovirus in flue-cured tobacco. *Crop Protection*, **19**, 349-354.
- Pappu, H.R., Jones, R.A.C., and Jain, R.K. 2009. Global status of *Tospovirus* epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead. *Virus Research*, **141**, 219–236.
- Parella, G., Gognalons, P., Gebre-Sellasié, K., Vovlas, C., and Marchoux, G. 2003. An update of the hosts of *Tomato spotted wilt virus*. *Journal of Plant Pathology*, **85**, 227-264.
- Samuel, G., Bald, J.G., and Pittman, H.A. 1930. Investigations on “spotted wilt” of tomatoes. Australia. *Council of Scientific Industrial Research Bulletin*, **44**, 1-64.
- Scholthof, B.G., Adkins, S., Czosnek, H., Palukaitis, P., Jacquot, E., Hohn, T., Hohn, B., Saunders, K., Candresse, T., Ahlquist, P., Hemenway, C., and Foster, G.D. 2011. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, **12**, 938-954.
- Van de Wetering, F., Goldbach, R., and Peters, D. 1996. Tomato spotted wilt tospovirus ingestion by first instar larvae of *Frankliniella occidentalis* is a prerequisite for transmission. *Phytopathology*, **86**, 900-905.
- Ullman, D.E., German, T.L., Sherwood, J. L., Westcot, D.M., and Cantone, F.A. 1993. *Tospovirus* replication in insect vector cells: Immunocyto-

chemical evidence that the nonstructural protein encoded by the S RNA of tomato spotted wilt tospovirus is present in thrips vector cells. *Phytopathology*, **83**, 456-463.

Wijkamp, I. and Peters, D. 1993. Determination of the median latent period of two tospoviruses in *Frankliniella occidentalis*, using a novel leaf disk assay. *Phytopathology*, **83**, 986-991.

Wijkamp, I., Alarza, N, Goldbach R, and Peters, D. 1995. Distinct levels of specificity in thrips transmission of tospoviruses. *Phytopathology*, **85**, 1079-1074.

Wijkamp, I., Goldbach, R., and Peters, D., 1996. Virus vector interactions of *Tomato spotted wild virus* in *Frankliniella occidentalis* is neither accompanied by pathological effects nor by transoviral transmission. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **81**, 285-292.