

**Ο ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΟΥ ΠΕΠΙΝΟ (*Pepino mosaic virus*, PepMV):
ΜΙΑ ΝΕΑ ΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ**

Δ.Χρ. Παπαγιάννης

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΛΕΥΚΩΣΙΑ



ΚΥΠΡΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

Υπεύθυνοι Έκδοσης

Δρ. Μ. Κυριάκου

Δρ. Δ. Φασούλα

Γ. Αδαμίδης

Τεχνική 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 οποιονδήποτε προϊόντων.

**Ο ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΟΥ ΠΕΠΙΝΟ (*Pepino mosaic virus*, PepMV):
ΜΙΑ ΝΕΑ ΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ**

Α.Χρ. Παπαγιάννης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ιός του μωσαϊκού του πεπίνο (*Pepino mosaic virus*, PepMV) (Γένος: *Potexvirus*, Οικογένεια: *Flexiviridae*), είναι ένας σχετικά νέος ιός που αναδείχθηκε σε σημαντικό αγρονομικό πρόβλημα για τις καλλιέργειες τομάτας σε πολλές περιοχές της υψηλίου κατά την τελευταία δεκαετία. Για πρώτη φορά ο ιός αναφέρθηκε στη Λατινική Αμερική κατά τη δεκαετία του 1970 να προσβάλλει φυτά πεπίνο (*Solanum muricatum* Aite), τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των Σολανωδών. Για μεγάλο χρονικό διάστημα ο ιός παρέμεινε στην αφάνεια μέχρι τις αρχές του 2000, όταν πρωτοεμφανίστηκε σε τομάτες στην Ευρώπη. Έκτοτε, ο ιός έχει διαδοθεί σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Ασίας, της Αφρικής και της Αμερικής, προκαλώντας σημαντικές οικονομικές απώλειες που σχετίζονται με την υποβάθμιση της εμπορικής και ποιοτικής αξίας των καρπών της τομάτας. Ο ιός μεταδίδεται μηχανικά με επαφή των μολυσμένων φυτών με υγιή, καθώς και με το σπόρο τομάτας. Στην Κύπρο, ο ιός εντοπίστηκε για πρώτη φορά το 2009, σε υπό κάλυψη καλλιέργειες τομάτας της επαρχίας Λεμεσού που παρουσίαζαν συμπτώματα ποικιλοχλώρωσης και μεταχρωματισμού στους καρπούς, καθώς και μωσαϊκού στα φύλλα. Η ραγδαία διάδοση της ασθένειας σε συνδυασμό με τις μεγάλες οικονομικές απώλειες, οδήγησαν την επιστημονική κοινότητα της Ευρώπης στην εκπόνηση ενός μεγάλου ερευνητικού προγράμματος κατά την τριετία 2007-2010. Από τα αποτελέσματα του προγράμματος αποδείχθηκε η ικανότητα του ιού να μεταδίδεται με το σπόρο τομάτας, αξιολογήθηκαν νέα διαγνωστικά πρωτόκολλα και πραγματοποιήθηκε μια λεπτομερής ανάλυση επικινδυνότητας της ασθένειας για ολόκληρη την περιοχή της Ευρώπης.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η πρώτη αναφορά για την ύπαρξη του ιού του μωσαϊκού του πεπίνο (*Pepino mosaic virus*, PepMV), καταγράφηκε το 1974 στις παράκτιες περιοχές του Περού σε φυτά του είδους *Solanum muricatum* Aite (Jones *et al.*, 1980). Το συγκεκριμένο είδος είναι ευρύτερα γνωστό με την κοινή ονομασία πεπίνο και ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών, αποτελώντας ένα δημοφιλές εδώδιμο γεωργικό προϊόν για τις χώρες της Λατινικής Αμερικής. Αρκετά φυτά παρουσίασαν συμπτώματα ήπιου μωσαϊκού και κιτρινωπών μεταχρωματισμών σε νεαρά φύλλα, γεγονός που προκάλεσε το ενδιαφέρον των φυτοπαθολόγων της Αμερικής. Χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, κατάφεραν να εντοπίσουν στους ιστούς των φυτών εύκαμπτα, νηματοειδή ισοσώματα με μήκος 500 nm, η μορφή των οποίων προσομοιάζε με τα αντίστοιχα του διαδεδομένου ιού X της πατάτας (*Potato virus X*, PVX). Με τη χρήση ορολογικών δοκιμών διαπιστώθηκε ότι τα αντισώματα έναντι του PVX δεν αντιδρούσαν σε απομονώσεις από το προσβεβλημένο πεπίνο, γεγονός που υποδήλωνε την παρουσία ενός ξεχωριστού ιού. Ο νέος ιός ονομάστηκε μωσαϊκό του πεπίνο (*Pepino mosaic virus*, PepMV) και κατατάχθηκε στο γένος *Potexvirus* της οικογένειας *Flexiviridae*, ως συγγενής του PVX. (Jones *et al.*, 1980). Οι σχετικά περιορισμένες δυνατότητες μελέτης των ιών κατά την εποχή εκείνη,

σε συνδυασμό με τις ελάχιστες οικονομικές απώλειες στην καλλιέργεια του πεπίνο, ανάγκασαν τους ερευνητές να μείνουν στην απλή καταγραφή ενός νέου ιού.

Από τη δεκαετία του 1970, οπότε και έγινε η πρώτη αναφορά της ασθένειας, ο ιός δεν εντοπίστηκε σε άλλες περιοχές πέραν της Νότιας Αμερικής ούτε και σε κανένα άλλο φυτικό είδος. Περίπου 30 χρόνια μετά, σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Ολλανδία, εμφανίστηκαν περίεργα συμπτώματα ποικιλοχλωρώσεων, κίτρινου μωσαϊκού και μεταχρωματισμών στους καρπούς, καθώς και μωσαϊκού, κηλιδώσεων και καρουλιάσματος στα φύλλα των φυτών. Η παρουσία των συμπτωμάτων ήταν καθολική και παρέπεμπε στην προσβολή των φυτών από κάποιο ιό. Οι επιστήμονες με τη βοήθεια σύγχρονων διαγνωστικών εργαλείων, κατάφεραν να απομονώσουν από τα συμπτωματικά φυτά τον για δεκαετίες ξεχασμένο ιό PepMV (Van der Vlugt *et al.*, 2000; Mumford and Metcalfe, 2001). Μέσα σε 5 χρόνια ο ιός διαδόθηκε σχεδόν σε ολόκληρη την Ευρώπη (Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ιταλία, Ιρλανδία, Ισπανία, Λιθουανία, Πολωνία, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σουηδία), Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς, Γουατεμάλα, Χιλή, Εκουαδόρ), Αφρική (Μαρόκο) και Ασία (Κίνα). Δεν υπάρχει καμία πληροφόρηση για την πιθανή παρουσία του ιού σε χώρες της Μέσης Ανατολής (PEPEIRA Pest Risk Analysis for

Pepino mosaic virus). Η ένταση των συμπτωμάτων, η έκταση της ζημιάς λόγω της σημαντικότητας υποβάθμισης της ποιότητας των καρπών και η ταχύτητα με την οποία μεταδίδεται ο ιός από φυτεία σε φυτεία και από χώρα σε χώρα ευαισθητοποίησε την επιστημονική κοινότητα διεθνώς, ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε αυστηρές οδηγίες για περιορισμό της εξάπλωσης της μολυσματικής αυτής ασθένειας (Directive 2004/64/EC).

Εύρος ξενιστών και συμπτωματολογία ασθενών φυτών

Ο ιός του μωσαϊκού του πεπίνο παρουσιάζει ένα σχετικά στενό εύρος ξενιστών που περιορίζεται κυρίως σε καλλιεργούμενα είδη Σολανωδών, τα οποία μολύνονται διασυστηματικά. Εκτός από την καλλιεργούμενη τομάτα, ο ιός προσβάλλει αρκετά είδη άγριας τομάτας (*Lycopersicon peruvianum*, *L. parviflorum*, *L. chilense*, *L. chmielewskii* και *L. pimpinellifolium*), χωρίς ωστόσο να προκαλεί ορατά συμπτώματα (Van der Vlugt and Stijger, 2008). Η αρχική απομόνωση που είχε εντοπιστεί στο Περού αναφέρθηκε να προσβάλλει και αρκετές ποικιλίες πατάτας (*Solanum tuberosum*), η πλειοψηφία των οποίων παρουσιάζει λανθάνοντα έως πολύ ήπια συμπτώματα, με εξαίρεση δύο ποικιλίες που καλλιεργούνται στη Λ. Αμερική και στις οποίες η μόλυνση από τον ιό προκάλεσε σοβαρά νεκρωτικά συμπτώματα (Jones *et al.*, 1980). Πρόσφατες μελέτες αναφέρουν ότι ο

ιός μπορεί να μεταδοθεί υπό εργαστηριακές συνθήκες σε μελιτζάνα (*Solanum melongena*), πιπεριά (*Capsicum annuum*) και καπνό (*Nicotiana tabacum*) (Verhoeven *et al.*, 2003; Pospiensky *et al.*, 2008). Εκτός από τα είδη *Lycopersicon* spp. και *Solanum* spp., ο ιός εντοπίστηκε να προσβάλλει και αρκετά αυτοφυή φυτά, τα περισσότερα από τα οποία δεν παρουσιάζουν ορατά συμπτώματα. Μέχρι στιγμής, επισκοπήσεις που έγιναν σε ζιζάνια που φύονται εντός και δίπλα από προσβεβλημένες φυτείες κατέγραψαν ως φυσικούς ξενιστές του ιού τα εξής είδη: *Amaranthus* sp., *Malva parviflora*, *Nicotiana glauca*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *S. tenerrimus*, *Bassia scoparia*, *Calystegia sepium*, *Chenopodium murale*, *Convolvulus althaeoides*, *C. arvensis*, *Conyza albida*, *Coronopus* sp., *Diplotaxis erucoides*, *Echium creticum*, *E. humile*, *Heliotropium europaeum*, *Moricandia arvensis*, *Onopordum* sp., *Piptatherum multiflorum*, *Plantago afra*, *Rumex* sp., *Sisymbrium irio*, και *Taraxacum vulgare*. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, τα είδη *Capsicum annuum*, *Cucumis sativus*, *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *Petunia hybrida*, *Phaseolus vulgaris*, *Physalis floridana*, *Nicotiana rustica*, *Polygonum monspeliensis* και *Senecio vulgaris* δεν προσβάλλονται από τον ιό (Jorda *et al.*, 2001; Cordoba *et al.*, 2004).

Γενικά η συμπτωματολογία των προσβεβλημένων φυτών και ειδικά της τομάτας



Εικόνα 1. Συμπτώματα του ιού PepMV σε φύλλα τομάτας.

παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Τόσο η εμφάνιση όσο και η ένταση τους εξαρτώνται από το στέλεχος (φυλή) του ιού, την ποικιλία, την ηλικία, καθώς και τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επικρατούν και ειδικότερα της θερμοκρασίας (Spence *et al.*, 2006; Hanssen *et al.*, 2008). Έχει παρατηρηθεί ότι τα συμπτώματα είναι εντονότερα κατά την ψυχρή περίοδο του έτους όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και μικρή φωτοπερίοδος. Με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά την άνοιξη, η εμφάνιση των συμπτωμάτων μειώνεται σταδιακά και συνήθως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παύει, αφού η συγκέντρωση των ισοματιών ελαχιστοποιείται (Van der Vlugt, 2009). Τα συνήθη συμπτώματα που σχετίζονται με την ασθένεια αφορούν την εμφάνιση κιτρινοπράσινου μωσαϊκού, κίτρινων κηλίδων και ήπιου καρουλιάσματος στα φύλλα (Εικόνα 1). Στους καρπούς της τομάτας παρατηρείται πορτοκαλοκίτρινος μεταχρωματισμός, ποικιλοχλώρωση, ανομοιόμορφη ωρίμανση, σχίσμο της επιδερμίδας και παραμόρφωση (Εικόνα 2). Συγκεκριμένα

στελέχη του ιού συσχετίστηκαν με την πρόκληση νεκρώσεων σε βλαστούς και φύλλα. Τέλος, συνθήκες στέρησης νερού και θρεπτικών συστατικών ευνοούν την ανάπτυξη πιο έντονων συμπτωμάτων (Van der Vlugt and Stijger, 2008).

Μοριακά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του ιού PepMV

Ο ιός PepMV αποτελείται από θετικής κατεύθυνσης και απλής έλικας ριβοζονουκλεϊνικό οξύ (RNA) το οποίο απαρτίζεται από 6400 περίπου νουκλεοτίδια. Στο γονιδίωμα του περιλαμβάνονται πέντε ανοικτά πλαίσια ανάγνωσης, τα οποία κωδικοποιούν την παραγωγή πέντε πρωτεϊνών που σχετίζονται με το πρωτεϊνικό περίβλημα, την αναπαραγωγή, τη διακυτταρική μετακίνηση εντός του φυτού, καθώς και με άλλες απαραίτητες λειτουργικές ιδιότητες του ιού (Aguilar *et al.*, 2002; Cotillon *et al.*, 2002). Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα σταθερό ιό, ο οποίος διατηρεί τη μολυσματική του ικανότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα που φτάνει τους 3-6 μήνες



Εικόνα 2. Συμπτώματα του ιού PepMV σε καρπούς τομάτας.

σε θερμοκρασίες 20-25 °C. Είναι ανθεκτικός σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι και τους 60 °C), ενώ παρουσιάζει μια εξαιρετική ικανότητα να προάγει τη μόλυνση υγιών φυτών ακόμη και σε αραιώσεις της τάξης του 1/10000.

Μετάδοση του ιού

Η μεγάλη σταθερότητα που παρουσιάζει ο ιός PepMV, το υψηλό σημείο θερμικής αδρανοποίησης του και η χαμηλή οριακή συγκέντρωση των ισοσωματίων που απαιτούνται για την προσβολή των φυτών, αποτελούν τις κυριότερες αιτίες για την ικανότητα του ιού να μεταδίδεται με μηχανικό τρόπο. Ο συγκεκριμένος τρόπος μετάδοσης αναφέρεται στην ικανότητα των ισοσωματίων να εισχωρούν ενεργητικά στα φυτικά κύτταρα μέσα από μικρές πληγές που διακόπτουν το ανθεκτικό κυτταρικό τοίχωμα των φυτών. Ο πιο κοινός τρόπος μηχανικής μετάδοσης του ιού στον αγρό ή στο θερμοκήπιο αφορά στην επαφή των φυτών και τις καλλιεργητικές

φροντίδες, όπως μεταφύτευση, εμβολιασμός, δέσιμο των φυτών, κλάδεμα, άγγιγμα φυτών. Η μετάδοση του ιού μπορεί να γίνει με τα χέρια, ενδύματα, υποδήματα, κλαδευτήρια, μαχαιρίδια, υποστυλώματα, τόσο από τους ίδιους τους καλλιεργητές κατά την εκτέλεση των διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών, όσο και από επισκέπτες που είχαν μεταβεί σε προσβεβλημένη φυτεία προτού επισκεφτούν τα υγιή φυτά. Επιστημονικές αναφορές έχουν καταδείξει ότι ο ιός μπορεί να μεταδοθεί μηχανικά με μικρά ζώα, πουλιά, βομβίνους επικονιαστές, καθώς και με το μύκητα *Olpidium virulentus* (Wright and Mumford, 1999; Lacasa *et al.*, 2003; Alfaro-Fernández *et al.*, 2010). Επιπλέον, ο ιός διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα σε εξοπλισμό θερμοκηπίων, αρδευτικά συστήματα και νερό άρδευσης σε υδροπονικά συστήματα, σε υπολείμματα φύλλων, καρπών, βλαστών και ριζικού συστήματος μολυσμένων φυτών (Schwarz *et al.*, 2010). Πρόσφατες μελέτες

απέδειξαν ότι ο ιός μπορεί να μεταφερθεί σε μια αμόλυντη γεωγραφική περιοχή με τη χρήση μολυσμένου σπόρου. Ο ιός έχει τη δυνατότητα να επιβιώνει στην επιφάνεια σπόρου τομάτας που προήλθε από μολυσμένο καρπό και να μολύνει το εκπυτσόμενο βλαστίδιο μέσα από μικροσκοπικές εκδορές, αόρατες με γυμνό μάτι, που δημιουργούνται με την τριβή σπόρου και νέου βλαστού (Córdoba-Sellés *et al.*, 2007; Ling, 2008; Hanssen *et al.*, 2009).

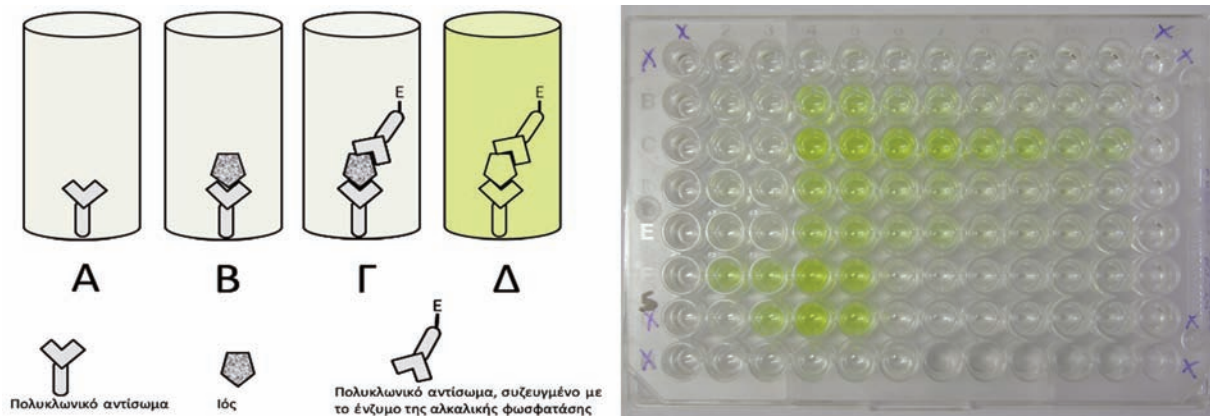
Απομονώσεις και στελέχη (φυλές) του ιού

Η ραγδαία ανάπτυξη των βιοτεχνολογικών επιστημών και ειδικότερα της μοριακής βιολογίας, έδωσε τη δυνατότητα περαιτέρω μελέτης των μοριακών χαρακτηριστικών του ιού. Ο προσδιορισμός της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας απομονώσεων του ιού από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές της υψηλίου, σε συνδυασμό με τα συμπτώματα και το εύρος των ξενιστών που προσβάλλει, κατέδειξε την παρουσία διαφόρων στελεχών, δηλαδή φυλών του ιού. Σήμερα είναι γνωστή η ύπαρξη τεσσάρων διαφορετικών στελεχών του παθογόνου: Το στέλεχος που απομονώθηκε από το είδος *Lycopersicon peruvianum* και θεωρείται παρόμοιο με εκείνο που πρωτοαναφέρθηκε στο Περού (Peruvian strain ή LP), το ευρωπαϊκό στέλεχος (EU strain) που ήταν υπεύθυνο για τις μεγάλες καταστροφές στις τομάτες της Ευρώπης κατά το 2000, το αμερικανικό στέλεχος (US-1 γνωστό και ως

CH-1) που καταγράφηκε το 2005, και το στέλεχος της Χιλής-2 (CH-2) που εντοπίστηκε το 2007. Το ποσοστό ομολογίας και ομοιότητας των νουκλεοτιδίων μεταξύ των τεσσάρων αυτών στελεχών είναι γύρω στο 96% μεταξύ EU και LP, 82% μεταξύ EU και US-1, και 78-80% μεταξύ EU και CH-2. Επιστημονικές μελέτες σε μοριακό επίπεδο κατέδειξαν ότι στην Ευρώπη υπάρχουν τα τρία (EU, US-1, και CH-2) από τα τέσσερα καταγραφέντα στελέχη του ιού τα οποία μπορεί να εντοπίζονται σε μικτές μολύνσεις προσβεβλημένων τοματών και ευθύνονται για την πρόκληση πιο έντονων συμπτωμάτων (Van der Vlugt, 2009; Hansen and Thomma, 2010). Τα τέσσερα αυτά στελέχη δεν μπορούν να διαχωριστούν με βάση τη συμπτωματολογία των ασθενών φυτών.

Διάγνωση και ταυτοποίηση

Η διάγνωση του ιού στηρίζεται κυρίως στο συνδυασμό βιοδοκιμών σε ειδικούς φυτοδείκτες, ορολογικών και μοριακών τεχνικών. Η χρήση φυτών δεικτών αποτελεί μια από τις παλαιότερες διαγνωστικές τεχνικές των φυτικών ιών και στηρίζεται στην τεχνητή μόλυνση συγκεκριμένων φυτών και στην παρατήρηση της πιθανής ανάπτυξης συμπτωμάτων. Όσον αφορά τον ιό PepMV, ο καταλληλότερος ίσως φυτοδείκτης είναι το είδος *Nicotiana glutinosa*, στο οποίο 2-3 εβδομάδες μετά την εργαστηριακή μόλυνση



Εικόνα 3. Διαδικασία και στάδια ανίχνευσης του PepMV με ELISA.

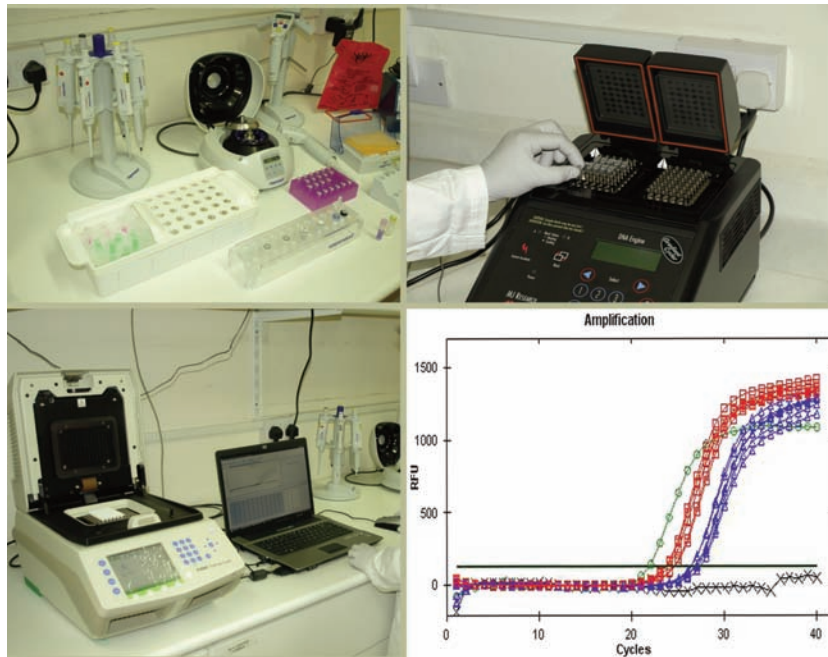
A) Επίστρωση με αντίσωμα, B) Επώση δείγματος, Γ) Σύνδεση συζευγμένου αντισώματος με ιό, Δ) Εμφάνιση κίτρινου χρώματος που υποδηλώνει την ύπαρξη θετικού δείγματος.

παρουσιάζονται συμπτώματα νεκρωτικών κηλιδώσεων και διασυστηματικού μωσαϊκού. Το σημαντικότερο μειονέκτημα των βιοδοκιμών είναι το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εμφάνιση των συμπτωμάτων, και η ανάγκη για προστατευόμενη καλλιέργεια των φυτών σε ειδικό θερμοκηπιακό χώρο, καθώς είναι δυνατό να υπάρξει ταυτόχρονη μόλυνση με άλλους ιούς και η εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων. Παρ' όλα αυτά, είναι η μοναδική τεχνική που μπορεί να αποδείξει τη βιωσιμότητα και τη μολυσματική ικανότητα των φυτικών ιών.

Η πιο γνωστή και διαδεδομένη ορολογική τεχνική για τη διάγνωση των ιών που προσβάλλουν τα φυτά, είναι η ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA (Ενζυμική ανοσοπροσοφορική μέθοδος προσδιορισμού /Enzyme linked immunosorbent assay). Η τεχνική αναπτύχθηκε περί τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και

στηρίζεται στην ανίχνευση της σύνδεσης εξειδικευμένων αντισωμάτων σε ένα συγκεκριμένο αντιγόνο στόχο (π.χ. ένα ιό) (Clark and Adams, 1977). Η ανίχνευση της σύνδεσης αντισώματος και αντιγόνου (ιού) αποδεικνύει την ύπαρξη του ιού στο υπό έλεγχο δείγμα (π.χ. φυτικό ιστό) (Εικόνα 3). Η ορολογική δοκιμή ELISA εξακολουθεί να παραμένει η πλέον διαδεδομένη μέθοδος διάγνωσης φυτοϊών καθώς και άλλων φυτοπαθογόνων. Είναι μια ευαίσθητη, σχετικά ταχεία και απλή τεχνική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το μαζικό έλεγχο πολλών δειγμάτων, να διεξαχθεί από μη εξειδικευμένο προσωπικό και να δώσει αποτελέσματα μέσα σε μία με δύο ημέρες. Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά εμπορικά διαγνωστικά τεστ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση του ιού PepMV.

Η αλματώδης πρόοδος των βιοτεχνολογι-



Εικόνα 4. Διαδικασία μοριακής ταυτοποίησης του ιού PerMV στα εργαστήρια Φυτοπαθολογίας του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών.

κών επιστημών, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες, οδήγησαν τα τελευταία χρόνια την επιστήμη της φυτοπροστασίας σε νέες κατευθύνσεις. Καινοτόμες τεχνολογίες που βασίζονται στην ανάλυση και στη μελέτη των νουκλεϊνικών οξέων (RNA και DNA) αναλαμβάνουν σήμερα την ταχεία και αξιόπιστη διάγνωση φυτικών ασθενειών. Η τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης, σε συνδυασμό με την αντίστροφη μεταγραφή των RNA στόχων είναι μια πρόσφατη επαναστατική ανακάλυψη στη Μοριακή Βιολογία, που άνοιξε νέους δρόμους στην ανίχνευση ασθενειών που προσβάλλουν τον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά. Πρόκειται για μια εργαστηριακή τεχνική η οποία παρέχει τη δυνατότητα πολλαπλασιασμού ενός μορίου DNA σε

πολλά πανομοιότυπα αντίγραφα, ώστε να καταστεί δυνατή η ανίχνευση του (Mullis *et al.*, 1986). Η τεχνική αυτή, παρόλο που αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της Μοριακής Βιολογίας, χρησιμοποιείται πια και από την επιστήμη της φυτοϊολογίας για τη διάγνωση αρκετών ιολογικών ασθενειών, μεταξύ των οποίων και του ιού PerMV, με ταχύτητα, ευαισθησία και αξιοπιστία (Εικόνα 4). Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα για τον προσδιορισμό των στελεχών του ιού, τη μελέτη του νουκλεϊνικού οξέως και τη φυλογενετική ανάλυση των απομονώσεων του ιού. Μέχρι στιγμής έχουν δημοσιευτεί αρκετά μοριακά εργαλεία για τη διάγνωση και το χαρακτηρισμό του ιού.

Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥ ΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Τον Ιανουάριο του 2009, εντοπίστηκαν σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας στην περιοχή Πύργου και Παρεκκλησιάς της επαρχίας Λεμεσού, καρποί με ανομοιόμορφη ωρίμανση, ποικιλοχλωρόση, πορτοκαλόχρωμο μωσαϊκό και κηλιδώσεις, συμπτώματα παρόμοια με αυτά που προκαλεί ο ιός του μωσαϊκού του πεπίνου. Σε συνεννόηση και συνεργασία με Λειτουργούς του Τμήματος Γεωργίας, πραγματοποιήθηκε στην περιοχή εκτεταμένη συλλογή δειγμάτων από καρπούς, φύλλα και βλαστούς τομάτας. Τα δείγματα ελέγχθηκαν στα εργαστήρια Φυτοπαθολογίας του ΙΓΕ για την παρουσία του ιού PepMV, καθώς και άλλων ιολογικών ασθενειών με τη χρήση της ανοσοενζυμικής δοκιμής ELISA και των μοριακών δοκιμών της συμβατικής (conventional) και πραγματικού χρόνου (real-time) αντίστροφης μεταγραφής (Reverse Transcription, RT) και αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης (Polymerase chain reaction, PCR). Όλα τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την παρουσία του ιού PepMV. Ακολούθησαν εκτεταμένες βιοδοκιμές τόσο σε ειδικούς φυτοδείκτες, όσο και σε διάφορες ποικιλίες και εμπορικά υβρίδια τομάτας, στα οποία διαπιστώθηκε η μεγάλη ευκολία μετάδοσης του ιού από φυτό σε φυτό.

Στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος του ΙΓΕ διερευνάται η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας σε τομάτες και άλλους

ξενιστές σε διάφορες περιοχές της Κύπρου. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη διάδοση του ιού σε φυτείες της επαρχίας Λεμεσού και Λάρνακας, ενώ σε εξέλιξη βρίσκεται η μελέτη της παρουσίας της ασθένειας στις υπόλοιπες επαρχίες (Πίνακας 1). Αναφέρεται ότι σε επισκοπήσεις που πραγματοποιήθηκαν, ο ιός εντοπίστηκε σε αρκετά ζιζάνια και αυτοφυή είδη τα οποία δεν παρουσίαζαν οποιαδήποτε ορατά συμπτώματα (Πίνακας 2). Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε βιολογικός και μοριακός χαρακτηρισμός δύο απομονώσεων του ιού που είχαν συλλεγεί από προσβεβλημένες τομάτες στην Παρεκκλησιά (Λεμεσός) και την Οδού (Λάρνακα). Για το σκοπό αυτό, μελετήθηκε πειραματικά το εύρος ξενιστών του ιού σε αρκετά καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ιός έχει τη δυνατότητα να μολύνει όλες τις εμπορικές ποικιλίες τομάτας, τη μελιτζάνα, τον καπνό, καθώς και αρκετά ζιζάνια (*Malva parviflora*, *Sonchus oleraceus*, *Solanum nigrum*, *Convolvulus arvensis*, *Chrysanthemum segetum* and *Calendula arvensis*) που συχνά εντοπίζονται στις καλλιέργειες τομάτας της Κύπρου (Πίνακας 3). Η παρουσία του ιού στους εναλλακτικούς αυτούς ξενιστές ενδέχεται να παίζει ένα σημαντικότατο ρόλο στη διατήρηση και διαίωνιση της ασθένειας σε περιόδους κατά τις οποίες δεν καλλιεργούνται τομάτες. Οι προσπάθειες για τεχνητή μετάδοση του ιού σε κολοκυνθοειδή, φασολιά, πιπεριά και πατάτα ήταν ανε-

Πίνακας 1. Αποτελέσματα επισκόπησης για την παρουσία του ιού PepMV σε περιοχές καλλιέργειας τομάτας στην Κύπρο

Περιοχή	Επαρχία	Αρ. δειγμάτων που ελέγχθηκαν		Αρ. θετικών δειγμάτων	
		Θερμοκήπιο	Αγρός	Θερμοκήπιο	Αγρός
Παρεκκλησιά	Λεμεσός	415	115	182	58
Πύργος		326	25	139	12
Ζακάκι		54	0	15	0
Οδού	Λάρνακα	0	218	0	112
Μελίνη		0	64	0	16
Κίτι		52	0	0	0
Ζύγι		127	0	21	0
Μαρώνι		0	26	0	9
Καλαβασός		82	0	0	0
Κοκκινوترμιθιά	Λευκωσία	0	41	0	0
Ακάκι		0	18	0	0
Φαρμακάς		0	94	0	0
Δευτερά		0	41	0	0
Λέμπα	Πάφος	72	0	0	0
Μαντριά		79	0	0	0
Κισσόνεργα		55	0	0	0
Χλώρακας		61	0	0	0
Σωτήρα	Αμμόχωστος	92	55	21	0
Παραλίμνι		46	51	6	0
Δερύνεια		26	0	0	0
Σύνολο		1487	748	384	207

πιτυχείς.

Για τη μελέτη των Κυπριακών απομονώσεων σε μοριακό επίπεδο, έγινε προσδιορισμός της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας και σύγκριση με αντίστοιχες απομονώσεις και στελέχη που έχουν αναφερθεί σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές του πλανήτη. Η φυλογενετική ανάλυση κατέδειξε ότι οι κυπριακές απομονώσεις παρουσιάζουν υψηλή ομολογία με το στέλεχος CH-2, ένα ευρέως διαδεδομένο στέλεχος τόσο σε Ευρώπη, όσο και σε Αμερική και Ασία.

Η συμμετοχή του ΙΓΕ στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα PEPEIRA

Η ταχεία εξάπλωση του ιού PepMV στις ευρωπαϊκές χώρες κατά την τελευταία δεκαετία οδήγησε τους επιστήμονες 17 ευρωπαϊκών χωρών και 22 ερευνητικών φορέων, μεταξύ των οποίων και το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών Κύπρου, στην υποβολή για χρηματοδότηση από το 6^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο ενός μεγάλου ερευνητικού προγράμματος για τη μελέτη της ασθένειας. Το Φεβρουάριο του 2007 τέθηκε σε εφαρμογή το τριετές πρό-

Πίνακας 2. Ζιζάνια που εντοπίστηκαν να είναι φυσικοί ξενιστές του ιού PepMV σε περιοχές καλλιέργειας τομάτας που ήταν μολυσμένες

Οικογένεια	Είδος	Προσβεβλημένα από σύνολο δειγμάτων που ελέγχθηκαν	Εμφάνιση προσβολής Θερμοκήπιο/ Υπαίθρια
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2/41	0/2
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	3/18	0/3
	<i>Amaranthus graecizans</i> L.	5/51	1/4
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	0/21	-
	<i>Chenopodium murale</i> L.	2/30	0/2
Compositae	<i>Calendula arvensis</i> L.	6/58	0/6
	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	0/12	-
	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	1/19	0/1
	<i>Matricaria recutita</i> L.	0/12	-
	<i>Onopordum cyprium</i> Eig.	2/21	0/2
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	6/28	2/4
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2/31	0/2
	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	1/19	0/1
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	4/27	3/1
	<i>Convolvulus humilis</i> Jacq.	1/11	1/0
Cruciferae	<i>Hirschfeldia incana</i> L.	0/5	-
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0/9	-
	<i>Sinapis alba</i> L.	0/15	-
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	0/22	-
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> L.	0/8	-
	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	0/14	-
	<i>Mercurialis annua</i> L.	0/12	-
Geraniaceae	<i>Erodium ciconium</i> (L.) L' Hérit.	0/11	-
	<i>Erodium cicutarium</i> L.	0/6	-
Malvaceae	<i>Malva cretica</i> Cav.	0/16	-
	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	1/29	0/1
	<i>Malva nicaeensis</i> All.	5/92	0/5
	<i>Malva parviflora</i> L.	7/71	2/5
	<i>Malva sylvestris</i> L.	2/54	0/2
Plantaginaceae	<i>Plantago lagopus</i> L.	1/18	1/0
	<i>Plantago major</i> L.	1/16	1/0
Solanaceae	<i>Datura innoxia</i> Mill.	2/25	0/1
	<i>Datura stramonium</i> L.	0/31	-
	<i>Solanum nigrum</i> L.	9/55	3/6
	<i>Solanum villosum</i> Mill.	0/12	-
Umbelliferae	<i>Scandix pecten veneris</i> L.	0/5	-
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.	0/39	-
Σύνολο		63/964	14/48

Πίνακας 3. Εύρος ξενιστών και συμπτωματολογία ασθενών φυτών μετά από διεξαγωγή τεχνητών μολύνσεων σε καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά της Κύπρου

	Προέλευση απομόνωσης PepMV			
	Παρεκκλησιά		Οδού	
	Συμπτώματα	Ανίχνευση (RT-PCR)	Συμπτώματα	Ανίχνευση (RT-PCR)
Καλλιεργούμενα είδη				
<i>Lycopersicon esculentum</i>	H.M.	+	H.M.	+
<i>Phaseolus vulgaris</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Capsicum annuum</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Solanum tuberosum</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Solanum melongena</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Cucumis sativum</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Citrullus lanatus</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Cucumis melo</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Cucurbita pepo</i>	-	Δ.Α.	-	Δ.Α.
<i>Nicotiana tabacum</i>	H.M	+	H.M	+
Ζιζάνια				
<i>Malva parviflora L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Solanum nigrum L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Sonchus oleraceus L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Convolvulus arvensis L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Chrysanthemum segetum L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+
<i>Calendula arvensis L.</i>	X.Σ.	+	X.Σ.	+

+ =θετικό, - =αρνητικό, Δ.Α.=Δεν ανιχνεύτηκε, H.M.=ήπιο μωσαϊκό, X.Σ.=χωρίς συμπτώματα.

γραμμα *Pepino mosaic virus* (PepMV): epidemiology, economic impact and pest risk analysis με το ακρωνύμιο PEPEIRA. Το πρόγραμμα αποσκοπούσε στη μελέτη της επιδημιολογίας, την ανάλυση των οικονομικών επιπτώσεων και της επικινδυνότητας του ιού του μωσαϊκού του Πεπίνο (PepMV) στις χώρες της Ευρώπης. Μέσα από 4 βασικές ενότητες διερευνήθηκε μεταξύ άλλων η ικανότητα μετάδοσης του ιού με το σπόρο τομάτας, δημιουργήθηκε ένα ενιαίο διαγνωστικό πρωτόκολλο το οποίο θα προωθηθεί για

ενσωμάτωση στις κοινοτικές οδηγίες φυτοϋγείας, μελετήθηκε η παρουσία τόσο του ιού όσο και των στελεχών του στην Ευρωπαϊκή επικράτεια, και εκπονήθηκε μια λεπτομερής ανάλυση της επικινδυνότητας (Pest Risk Assessment, PRA) του ιού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ιός είναι ευρέως διαδεδομένος στις χώρες της Ευρώπης με τα στελέχη EU, CH-2, και US-1 να εντοπίζονται σε απλές ή μικτές μολύνσεις στις κύριες περιοχές τοματοκαλλιέργειας της κοινότητας. Για τη μελέτη της ικανότητας του ιού να επιβιώ-

νει και να μεταδίδεται με το σπόρο της τομάτας, αναλύθηκαν 120 000 σπόροι από προσβεβλημένους καρπούς τομάτας και αποδείχτηκε η ικανότητα σπορομετάδοσης σε ένα ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό της τάξης του 0.026%, πλην όμως ικανού για την εκδήλωση νέας επιδημίας σε μια περιοχή. Η επιτυχής και αξιόπιστη διάγνωση του ιού προϋποθέτει τη συνδυασμένη εφαρμογή βιοδοκιμών και ορολογικών ή μοριακών δοκιμών.

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΙΟΥ

Χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού

Όπως είναι γνωστό, η χρήση πολλαπλασιαστικού υλικού απαλλαγμένου από φυτοασθένειες αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την επιτυχή εγκατάσταση μιας γεωργικής καλλιέργειας. Η χρήση καθαρού σπόρου και φυταρίων τομάτας αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέτρο για τον περιορισμό της εξάπλωσης του ιού PepMV.

Μέτρα απολύμανσης και υγιεινής

Η απολύμανση των εργαλείων εμβολιασμού, μαχαιριδίων, κλαδευτικών εργαλείων σε διάλυμα ορθοφωσφορικού νατρίου με πυκνότητα 30% ή σε 10% χλωρίνη για τουλάχιστον 20-30 λεπτά απενεργοποιεί τον ιό.

Ο ιός επιβιώνει για μεγάλο χρονικό διάστημα, διατηρώντας τη μολυσματικότητα του σε πολλές επιφάνειες. Η χρησιμοποίηση

γαντιών μιας χρήσης και η αποφυγή επαφής των φυτών με γυμνά χέρια είναι επιτακτική για την ελαχιστοποίηση της διάδοσης του ιού. Επιπλέον, η λήψη μέτρων υγιεινής, όπως χρήση καθαρών ενδυμάτων, τα οποία να πλένονται σε θερμοκρασίες πέραν των 80 °C με απορρυπαντικά, η απολύμανση υποδημάτων κατά την είσοδο στις φυτείες, η αποφυγή άσκοπων μετακινήσεων στους αγρούς, το τακτικό πλύσιμο των χεριών και η αφαίρεση κοσμημάτων ή ρολογιών, συμβάλλει στον περιορισμό του κινδύνου μετάδοσης της ασθένειας. Δεν πρέπει να επιτρέπεται η είσοδος στα θερμοκήπια μικρών ζώων, όπως τρωκτικά, γάτες και σκύλοι. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγεται η κατανάλωση φαγητού, καθώς και η διακίνηση και η συγκέντρωση καρπών τομάτας από γειτονικές καλλιέργειες εντός της φυτείας. Μελέτες έδειξαν ότι ο ιός επιβιώνει στα κιβώτια μεταφοράς, σε σάκους και δοχεία συλλογής και ως εκ τούτου θα πρέπει αυτά να απολυμαίνονται προτού εισαχθούν εντός της φυτείας. Ο ιός επιβιώνει επίσης σε υδατικό διάλυμα, αδρανή υλικά, πλαστικά θερμοκηπίων και αρδευτικά λάστιχα υδροπονικών συστημάτων. Σε περίπτωση που εντοπιστεί προσβολή, θα πρέπει να γίνει λεπτομερής απολύμανση.

Καταπολέμηση εναλλακτικών ξενιστών του ιού

Αρκετά είδη ζιζανίων αποτελούν εναλλακτικούς ξενιστές τόσο του ιού PepMV όσο και άλλων φυτοπαθογόνων. Η καταστροφή τόσο

των ζιζανίων όσο και των φυτών τομάτας που έχουν φυτρώσει τυχαία, μειώνει σημαντικά τη διάδοση γενικά των ιολογικών ασθενειών. Τα υπολείμματα από το κλάδεμα της καλλιέργειας και τα ασθενή φυτά θα πρέπει να απομακρύνονται από τους χώρους καλλιέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aguilar, J.M., Hernantez-Gallardo, M.D., Cenis, J.L., Lacasa, A., and Aranda, M.A. 2002. Complete sequence of the *Pepino mosaic virus* RNA genome. *Archives of Virology* 147:2009-2015.
- Alfaro-Fernández, A., Sánchez-Navarro, J.A., Cebrián, M.C., Córdoba-Sellés, M.C., Pallás, V., Jordá, C., Lázaro-Pérez, A., Martínez-Culebras, P. and Lacasa, A. 2001. First report of *Pepino mosaic virus* on natural hosts. *Plant Disease* 85:1292.
- Alfaro-Fernández, A., Córdoba-Sellés, M.C., Herrera-Vásquez, J.A., Cebrián, M.C. and Jordá, C. 2010. Transmission of *Pepino mosaic virus* by the fungal vector *Oplidium virulentus*. *Journal of Phytopathology* 158:217-226.
- Clark, M.F., and Adams, A.N. 1977. Characteristics of microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology* 34:475-483.
- Córdoba, M.C., Martínez-Priego, L., and Jordá, C. 2004. New natural hosts of *Pepino mosaic virus* in Spain. *Plant Disease* 88:906.
- Córdoba-Sellés, M.C., García-Rández, A., Alfaro-Fernández, A., and Jordá, C. 2007. Seed transmission of *Pepino mosaic virus* and efficacy of tomato seed disinfection treatments. *Plant Disease* 91:1250-1254.
- Cotillon, A.C., Girard, M., and Ducouret, S. 2002. Complete sequence of genomic RNA of a French isolate of *Pepino mosaic virus*. *Archives of Virology* 147:2231-2238.
- Hanssen, I.M, Paeleman, A., Wittemans, L., Goen, K., Lievens, B., Bragard, C., Vanachter, A.C.R.C., and Thomma, B.P.H.J. 2008. Genetic characterization of *Pepino mosaic virus* isolates in Belgian greenhouses reveals genetic recombination. *European Journal of Plant Pathology* 121:131-146.
- Hanssen, I.M., Mumford, R., Blystad, D-R., Cortez, I., Hasiów-Jaroszewska, B., Hristova, D., Pagán, I., Pereira, A.M., Petter, J., Pospieszny, H., Ravnikar, M., Stijger, I., Tomassoli, L., Varveri, C., Van der Vlugt, R., and Nielse, S.L. 2009. Seed transmission of *Pepino mosaic virus* in tomato. *European Journal of Plant Pathology* 126:145-152.
- Hanssen, I.M., and Thomma, B.P.H.J. 2010. *Pepino mosaic virus*: a successful

- pathogen that rapidly evolved from emerging to endemic in tomato crops. *Molecular Plant Pathology* 11:179-189.
- Jones, R.A.C., Koenig, R., and Lesemann, D.E. 1980. *Pepino mosaic virus*, a new *Potexvirus* from pepino (*Solanum muricatum*). *Annals of Applied Biology* 94:61-68.
- Jordá, C., Lázaro-Pérez, A., Martínez-Culebras, P., and Lacasa, A. 2001b. First report of *Pepino mosaic virus* on natural hosts. *Plant Disease* 85:1292.
- Jordá, C. 2009b. Simultaneous detection and identification of *Pepino mosaic virus* (PepMV) isolates by multiplex one-step RT-PCR. *European Journal of Plant Pathology* 125:143-158.
- Lacasa, A., Guerrero, M.M., Hita, I., Martínez, M.A., Jordá, C., Bielza, P., Contreras, J., Alcázar, A., and Cano, A. 2003. Implicaciones de los abejorros (*Bombus* spp.) en la dispersión del virus del mosaico del pepino dulce (*Pepino mosaic virus*) en cultivos de tomate. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 29:393-403.
- Ling, K. 2008. *Pepino Mosaic Virus* on Tomato Seed: Virus Location and Mechanical Transmission. *Plant Disease* 92:1701-1705.
- Ling, K-S., Wintermantel, W.M., and Bledsoe, M. 2008. Genetic composition of *Pepino mosaic virus* population in North American Greenhouse tomatoes. *Plant Disease* 92:1683-1688.
- Mullis, K., and Faloona, F. A. 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase chain reaction. *Methods of Enzymatology* 155:335-350.
- Mumford, R. A., and Metcalfe, E. J. 2001. The partial sequencing of the genomic RNA of a UK isolate of *Pepino mosaic virus* and the comparison of the coat protein sequence with other isolates from Europe and Peru. *Archives of Virology* 146:2455-2460.
- Pospieszny, H., Hásiow, B., and Borodynko, N. 2008. Characterization of two distinct Polish isolates of *Pepino mosaic virus*. *European Journal of Pathology* 122:43-445.
- Schwarz, D., Beuch, U., Badte, M., Fakhro, A., Bütner, C., and Obermeier, C. 2010. Spread and interaction of *Pepino mosaic virus* (PepMV) and *Phytium aphanidermatum* in a closed nutrient solution recirculation system: effects on tomato growth and yield. *Plant Pathology* 59:443-452.
- Spence, N.J., Basham, J., Mumford, R.A., Hayman, G., Edmondson, R., and Jones, D.R. 2006. Effect of *Pepino mosaic virus* on the yield and quality of glasshouse-grown tomatoes in the

- UK. *Plant Pathology* 55:595-606.
- Van der Vlugt, R.A.A., Stijger, C.C., Verhoeven, J.T.J., and Lesermann, D.E. 2000. First report of *Pepino mosaic virus* in tomato. *Plant Disease* 84:103.
- Van der Vlugt, R.A.A. 2009. *Pepino mosaic virus*. *Hellenic Plant Protection Journal* 2:47-56.
- Verhoeven, J.T.J., Van der Vlugt, R.A.A., and Roenhorst, J.W. 2003. High similarity between tomato isolates of *Pepino mosaic virus* suggest a common origin. *European Journal of Plant Pathology* 109:419-425.
- Wright, D., and Mumford, R. 1999. *Pepino mosaic potexvirus* (PepMV). First records in tomato in United Kingdom. Central Science Laboratory, York, UK. *Plant Disease Notice*, 89.



Γ.Τ.Π. 333/2010-400

Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών, Λευκωσία

Εκτύπωση: Ζαβαλλής Λτδ, Λευκωσία