

Ιοί και συναφή παθογόνα των εσπεριδοειδών στην Κύπρο και αναδυόμενες ασθένειες υψηλού κινδύνου για την εσπεριδοκαλλιέργεια

Θ. Καπαρή-Ησαΐα και Λ. Χ. Παπαγιάννης

Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος



Δεκέμβριος 2017, Λευκωσία

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΙΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΗ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΥΨΗΛΟΥ
ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

Θ. Καπαρή-Ησαΐα και Α.Χ. Παπαγιάννης

ISSN 1986-1370

Υπεύθυνοι Έκδοσης

Δρ Μ.Κ. Κυριάκου

Δρ Γ. Χατζηπαύλου

Άγγελος Κυρατζής

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.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
Τα εσπεριδοειδή στην Κύπρο	7
Ιοί, ιοειδή και προκαρυωτικά παθογόνα που προκαλούν ασθένειες στα εσπεριδοειδή	7
1. ΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ	9
1.1. Ο ιός της τριστέζας των εσπεριδοειδών	9
1.1.1. Ο ιός της τριστέζας των εσπεριδοειδών στην Κύπρο	12
1.1.2. Σχέδιο αντιμετώπισης του ιού της τριστέζας των εσπεριδοειδών στην Κύπρο	12
1.2. Ψώρωση των εσπεριδοειδών	14
1.3. Ποικιλόχρωση των εσπεριδοειδών	15
1.4. Πέτρωμα ή Λιθίαση των εσπεριδοειδών	15
2. ΙΟΕΙΔΗ ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	16
3. ΣΠΕΙΡΟΠΛΑΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	18
4. ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ	19
4.1. Ασθένεια Huanglongbing ή Πρασίνισμα των Εσπεριδοειδών (Citrus Greening)	19
4.2. Ποικιλοχρωματική γλώρωση των εσπεριδοειδών που προκαλείται από το βακτήριο <i>Xylella fastidiosa</i>	20
4.3. Βακτηριακό έλκος των εσπεριδοειδών (<i>Xanthomonas axonopodis</i> p.v. <i>citri</i>)	21
4.4. Ιός της λέπρωσης των εσπεριδοειδών (<i>Citrus leprosis virus</i> , CiLV)	22
4.5. Βακτηριακό έλκος των εσπεριδοειδών (<i>Xanthomonas axonopodis</i> p.v. <i>citri</i>)	23
4.6. Ασθένεια της ξήρανσης των εσπεριδοειδών (Citrus blight disease)	23
5. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	24
5.1. Γενικά μέτρα αντιμετώπισης ασθενειών	24
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	25

Περίληψη

Τα εσπεριδοειδή αποτελούν μια σημαντική παραδοσιακή καλλιέργεια για την κυπριακή γεωργία. Όπως όλα τα φυτικά είδη, προσβάλλονται από ποικίλους εχθρούς (έντομα, ακάρεα, νηματώδεις) και ασθένειες (μύκητες, ιούς, ιοειδή και προκαρυωτικά παθογόνα όπως τα βακτήρια και τα φυτοπλάσματα) που στις πλείστες περιπτώσεις επηρεάζουν δυσμενώς την παραγωγή και υποβαθμίζουν σημαντικά το εισόδημα των παραγωγών.

Ο Κλάδος Φυτοπροστασίας του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών (ΙΓΕ) συμμετέχει εδώ και αρκετά χρόνια σε διάφορες ερευνητικές δραστηριότητες για τη μελέτη και επίλυση προβλημάτων που προκαλούνται από φυτοπαθογόνα των εσπεριδοειδών. Μέσα από τα ερευνητικά του προγράμματα έχει διερευνηθεί η παρουσία, η ανίχνευση, ο χαρακτηρισμός, οι τρόποι μετάδοσης και η αντιμετώπιση των ιών, ιοειδών, καθώς και άλλων συναφούς αιτιολογίας παθογόνων που εντοπίζονται στην Κύπρο και σχετίζονται με την εκδήλωση ασθeneιών στα εσπεριδοειδή. Προς το παρόν δεν υπάρχουν χημικές ουσίες με ικανότητα να θεραπεύουν ιολογικές προσβολές, ιοειδή ή προκαρυωτικά παθογόνα στα φυτά, με αποτέλεσμα η αντιμετώπισή τους να περιορίζεται στην εφαρμογή μέτρων πρόληψης της μόλυνσης. Η γνώση της βιο-οικολογίας, των φυτικών τους ξενιστών, καθώς και των μηχανισμών που συμβάλλουν στην εξάπλωσή τους στη φύση είναι σημαντική και απαραίτητη για την επιτυχή αντιμετώπισή τους. Σκοπός του Ενημερωτικού Δελτίου είναι η ανασκόπηση των κυριότερων ιολογικών και συναφούς αιτιολογίας ασθeneιών των εσπεριδοειδών που αναφέρθηκαν στην Κύπρο, καθώς και η ενημέρωση για άλλες σημαντικές ασθeneίες που εντοπίζονται σε άλλες χώρες και θεωρούνται υψηλού κινδύνου για την εσπεριδοκαλλιέργεια τόσο της Κύπρου όσο και άλλων ευρωπαϊκών κρατών.

Εισαγωγή

Τα εσπεριδοειδή στην Κύπρο

Τα εσπεριδοειδή αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές αρδευόμενες δενδρώδεις καλλιέργειες στην Κύπρο, καθώς καταλαμβάνουν έκταση 2.700 περίπου εκταρίων με μέση ετήσια παραγωγή γύρω στους 106.000 τόνους και συνολική αξία που ξεπερνά τα 33 εκατομμύρια ευρώ. Παρά την πτωτική τάση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, τα εσπεριδοειδή εξακολουθούν να θεωρούνται ένα από τα κυριότερα εξαγωγίμα γεωργικά προϊόντα, αφού κατά το 2014 η συνολική ποσότητα εξαγωγών ξεπέρασε τους 37.000 τόνους, με έσοδα που φτάνουν τα 20 εκατομμύρια ευρώ (Γεωργικές Στατιστικές 2014/Π/44). Σημειώνεται ότι ο κύριος όγκος εξαγωγών γίνεται προς διάφορες χώρες της Ευρώπης και τη Ρωσία. Η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορία της Κύπρου, αφού άρχισε από τα μεσαιωνικά χρόνια με λεμονιές, νεραντζιές, πορτοκαλιές, κίτρα, γλυκολεμονιές και κουμανταντάδες. Κατά τον 19^ο αιώνα προστέθηκαν στην παραγωγή της μεγαλονήσου η γιαφίτικη πορτοκαλιά και η μανταρινιά, ενώ περί τις αρχές του 20^{ου} αιώνα εισήχθησαν νέες ποικιλίες όπως τα γκρέιπφρουτ, τα βαλέντσια, τα ομφαλοφόρα και τα κοκκινόσαρκα πορτοκάλια (Καπαρή-Ησαΐα, 2005).

Κατά τα παλαιότερα χρόνια ο πολλαπλασιασμός των εσπεριδοειδών γινόταν με τη φύτευση σπόρων ή το ρίζωμα μοσχευμάτων, γεγονός που περιόριζε τη γεωγραφική διάδοση ασθνεσιών. Ωστόσο η χρήση του σπόρου εγκαταλείφθηκε εξαιτίας της δημιουργίας μεγάλης γενετικής ποικιλομορφίας μεταξύ των ποικιλιών. Η ταυτοποίηση και η εξάπλωση της μυκητολογικής ασθένειας της φυτόφθορας (γνωστής και ως κομμώσης) που προκαλείται από τους φυτοπαθογόνους μύκητες *Phytophthora citriphora* και *P. parasitica* περί το 1824, οδήγησε στην καθιέρωση της χρήσης του υποκειμένου της κιτρομηλιάς ή νεραντζιάς (*Citrus aurantium* L.), λόγω της ανθεκτικότητας που παρουσιάζει. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η εμφάνιση και η ευρεία διάδοση της ιολογικής ασθένειας της τριστέζας των εσπεριδοειδών (*Citrus tristeza virus*, CTV) επηρέασε αρνητικά σχεδόν όλα τα εσπεριδοειδή που ήταν εμβολιασμένα σε κιτρομηλιά και οδήγησε στην ανάγκη χρήσης άλλων υποκειμένων πιο ανθεκτικών στον ιό (Bar-Joseph *et al.*, 1989). Πολλά, όμως, από τα νέα υποκείμενα παρουσίασαν ευαισθησία σε άλλες ασθένειες, καθώς και προβλήματα προσαρμοστικότητας σε διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες (Lee *et al.*, 1994).

Ιοί, ιοειδή και προκαρυωτικά παθογόνα που προκαλούν ασθένειες στα εσπεριδοειδή

Τα εσπεριδοειδή προσβάλλονται από διάφορες ασθένειες που προκαλούνται από φυτοπαθογόνους παράγοντες όπως ιούς, ιοειδή, μύκητες, βακτήρια και φυτοπλάσματα. Μέχρι στιγμής περισσότερες από 100 διαφορετικές ασθένειες έχουν αναφερθεί να προσβάλλουν τα εσπεριδοειδή διεθνώς. Προκαλούνται από τουλάχιστον 60 είδη μυκήτων, 20 είδη προκαρυωτικών παθογόνων (βακτήρια και φυτοπλάσματα), 12 ιούς και 7 ιοειδή, ενώ παράλληλα υπάρχουν και αρκετές ασθένειες αγνώστου αιτιολογίας (Timmer *et al.*, 2002).

Οι **ιοί** είναι μόρια νουκλεϊνικού οξέως που αποτελούνται από RNA ή DNA 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. Μεταδίδονται με διάφορους τρόπους και μηχανισμούς που συμπεριλαμβάνουν τη μεσολάβηση φορέων, τη χρήση μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού καθώς και μηχανικά μέσα.

Τα **ιοειδή** είναι τα μικρότερα και τα πιο απλά παθογόνα των φυτών που γνωρίζουμε σήμερα. Αποτελούνται από κυκλικό ριβοζονουκλεϊνικό οξύ (RNA) απλής αλυσίδας και, παρά το υπερ-μικροσκοπικό τους μέγεθος, είναι ικανά να αναπαράγονται σε ευπαθείς ξενιστές και σε κάποιες περιπτώσεις να προκαλούν σημαντικές ασθένειες. Μεταδίδονται πολύ εύκολα από φυτό σε φυτό με μηχανικό τρόπο, δηλαδή με την επαφή μολυσμένου χυμού μέσω εργαλείων, χεριών, καθώς και με το μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό.

Τα **προκαρυωτικά παθογόνα** αναφέρονται σε μονοκύτταρους μικροοργανισμούς που είναι ικανοί να προκαλούν ασθένειες και διακρίνονται σε βακτήρια, φυτοπλάσματα και σπειροπλάσματα. Τα **βακτήρια** έχουν πολύ απλή κυτταρική δομή που περιβάλλεται από κυτταρική μεμβράνη, σχήμα που ποικίλλει (σφαιρικό, ραβδοειδές ή νηματοειδές) και είναι ορατά μόνο κάτω από οπτικό μικροσκόπιο. Πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση και διασπείρονται με το μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και ιστούς προσβεβλημένων οργάνων, το έδαφος, το νερό, τον άνεμο, ορισμένα αρθρόποδα, ζώα, καθώς και με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αρκετά είδη βακτηρίων μπορούν να καλλιεργηθούν σε τεχνητά υποστρώματα. Τα **φυτοπλάσματα** είναι μικροοργανισμοί που δεν διαθέτουν κυτταρική μεμβράνη, έχουν συνήθως σφαιρικό σχήμα, αποικίζουν τα αγγεία του ηθμού των φυτών και μεταδίδονται με τον εμβολιασμό μολυσμένου υλικού και διάφορα είδη τζιτζικιών (τέττιγες). Δεν μπορούν να καλλιεργηθούν σε τεχνητά υποστρώματα. Τέλος, τα **σπειροπλάσματα** έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τα φυτοπλάσματα και διαφέρουν στο ότι έχουν σπειροειδή μορφή και δυνατότητα αυτόνομης κίνησης. Μπορούν να ανακτηθούν από τους μολυσμένους ξενιστές και να καλλιεργηθούν σε τεχνητά υποστρώματα (Agris, 2005).

Επί του παρόντος δεν υπάρχουν χημικές ουσίες με ικανότητα να θεραπεύουν ιολογικές προσβολές, ιοειδή ή προκαρυωτικά παθογόνα σε φυτά, με αποτέλεσμα η αντιμετώπισή τους να περιορίζεται στην εφαρμογή μέτρων πρόληψης της μόλυνσης. Η γνώση της βιο-οικολογίας των φυτοπαθόνων αυτών ομάδων, των φυτικών τους ξενιστών καθώς και των τρόπων μετάδοσης και εξάπλωσής τους στη φύση αποτελεί σημείο-κλειδί για την επιτυχή αντιμετώπισή τους.

Ο Κλάδος Φυτοπροστασίας του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών (ΙΓΕ) από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 συμμετείχε σε διάφορα εθνικά, διακρατικά και ευρωπαϊκά προγράμματα, καθώς και άλλες ερευνητικές δραστηριότητες για την επίλυση προβλημάτων που προκαλούνταν από φυτοπαθογόνα των εσπεριδοειδών. Σκοπός του παρόντος Ενημερωτικού Δελτίου είναι η ανασκόπηση των κυριότερων ιολογικών και συναφών ασθενειών των εσπεριδοειδών που αναφέρθηκαν στην Κύπρο, καθώς και η ενημέρωση για άλλες σημαντικές ασθένειες υψηλού κινδύνου για τα εσπεριδοειδή της Κύπρου.

1. Ιολογικές ασθένειες των εσπεριδοειδών στην Κύπρο

1.1 Ο ιός της τριστέζας των εσπεριδοειδών (*Citrus tristezza virus*)

Ο ιός της τριστέζας των εσπεριδοειδών (CTV) προσβάλλει όλα τα είδη εσπεριδοειδών και μερικά είδη του γένους *Passiflora*. Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη Λατινική Αμερική στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και θεωρείται μια από τις πιο καταστροφικές ιολογικές ασθένειες των εσπεριδοειδών σε όλο τον κόσμο. Ανήκει στο γένος *Closterovirus* της οικογένειας *Closteroviridae* και είναι ο μεγαλύτερος σε μέγεθος φυτικός ιός. Έχει χαρακτηριστικά εύκαμπτα νηματοειδή ισοσώματα με μήκος 2.000 nm και διάμετρο 10-12 nm και το γονιδίωμα του αποτελείται από ένα μονόκλωνο μόριο ριβοζονουκλεϊνικού οξέως (RNA) με 20.000 περίπου νουκλεοτίδια (Bar-Joseph *et al.*, 1989). Εκτιμάται ότι ο ιός υπήρξε από την αρχαιότητα σε εσπεριδοειδή που καλλιεργούνταν στην Κίνα και την Ιαπωνία. Επειδή τότε ο πολλαπλασιασμός των δέντρων γινόταν αποκλειστικά με τον σπόρο, η ασθένεια δεν μεταδιδόταν. Κατά τον 19^ο αιώνα, η διάδοση της μυκητολογικής ασθένειας της κομμίωσης οδήγησε στην ευρεία χρήση της ανθεκτικής στον μύκητα κιτρομηλιάς (*C. aurantium*) ως υποκειμένου. Ωστόσο, η κιτρομηλιά ως υποκείμενο παρουσίασε σημαντική ευπάθεια στον ιό της τριστέζας (Rocha-Reña *et al.*, 1998). Η πρώτη σοβαρή επιδημία παρουσιάστηκε το 1930 στην Αργεντινή, όπου και καταστράφηκαν πολλές νέες φυτείες πορτοκαλιών που ήταν εμβολιασμένες σε κιτρομηλιά. Το 1937 η ασθένεια εμφανίστηκε και στη Βραζιλία, χώρα που έχει την πρώτη θέση σε παραγωγή εσπεριδοειδών παγκοσμίως και κατέστρεψε εκατομμύρια δέντρα που ήταν εμβολιασμένα σε κιτρομηλιές (Bar-Joseph *et al.*, 1989). Η ραγδαία ανάπτυξη του εμπορίου και η εύκολη μετακίνηση πολλαπλασιαστικού υλικού σε συνδυασμό με την εντατικοποίηση της καλλιέργειας είχε ως αποτέλεσμα τη μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση του ιού της τριστέζας ανά την υφήλιο.

Ο ιός μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό (εμβόλια) και με διάφορα είδη αφίδων. Η μετάδοση του ιού με τις αφίδες γίνεται κατά ημι-έμμονο τρόπο. Η αφίδα, αφού τραφεί σε ένα δένδρο που είναι μολυσμένο με τριστέζα, φέρει τον ιό και μπορεί να τον μεταδώσει για 24-48 ώρες. Ο ιός δεν πολλαπλασιάζεται μέσα στο έντομο και έτσι η αφίδα με την πάροδο του χρόνου χάνει την ικανότητα να μεταδίδει τον ιό (Rocha-Reña *et al.*, 1995). Η ικανότητα μετάδοσης του ιού εξαρτάται άμεσα από το είδος της αφίδας-φορέα. Στην Κύπρο και τη μεσογειακή λεκάνη, η μετάδοση της τριστέζας στη φύση γίνεται κυρίως από την αφίδα *Aphis gossypii*, η οποία όμως δεν θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματικός φορέας (Gottwald *et al.*, 1995). Άλλα είδη αφίδων που θεωρούνται φορείς του ιού της τριστέζας αλλά δεν την μεταδίδουν αποτελεσματικά είναι: *Aphis spiraeicola*, *Toxoptera aurantii*, *Myzus persicae*, *Dactynotus jaceae* και *Aphis craccivora* (Rocha-Reña *et al.*, 1995). Ο πιο αποτελεσματικός φορέας του ιού είναι η καστανή αφίδα των εσπεριδοειδών *Toxoptera citricida*, που μεταδίδει κυρίως σοβαρά στελέχη του ιού. Εκτιμάται ότι η βιολογία, ο αναπαραγωγικός ρυθμός και ο τρόπος διασποράς και διατροφής του εντόμου στα εσπεριδοειδή ξενιστές του συμβάλλουν στην ιδιαίτερα αυξημένη αποτελεσματικότητα της αφίδας ως φορέα του CTV (Gottwald, T.R. 2010). Παρά την ευρεία γεωγραφική διάδοση του σημαντικού αυτού εντόμου, προς το παρόν δεν εντοπίζεται στην περιοχή της Μεσογείου και την Κύπρο. Ωστόσο, ο εντοπισμός της

T. citricida στη νήσο Μαδέιρα της Πορτογαλίας, καθώς και η πρόσφατη αναφορά για παρουσία του εντόμου σε περιοχές της Ισπανίας, καθιστούν πολύ επικίνδυνη τη διάδοση του εντόμου σε άλλες χώρες της Μεσογείου όπως η Κύπρος (Kyriakou *et al.*, 2009).

Η εκδήλωση και η σοβαρότητα των συμπτωμάτων της ασθένειας εξαρτώνται από το είδος του δένδρου, από τον συνδυασμό εμβολίου-υποκειμένου και από το στέλεχος (φυλή) του ιού. Εκτιμάται ότι υπάρχουν αρκετά στελέχη (ή αλλιώς φυλές) του ιού που προήλθαν από μεταλλάξεις και ανασυνδυασμούς του ιικού RNA εντός των ξενιστών του, και που ευθύνονται για την πρόκληση ποικίλων συμπτωμάτων με διαφορετική ένταση (Moreno and Guerri, 1997). Τέλος, η εμφάνιση συμπτωμάτων επηρεάζεται από την ποσότητα του αρχικού μολύσματος, τον τρόπο μόλυνσης, την ηλικία και την κατάσταση του δένδρου κατά τη μόλυνση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Bar Joseph *et al.*, 1989).

Ο ιός προκαλεί τρεις κύριους τύπους συμπτωμάτων ή συνδρόμων στα προσβεβλημένα δένδρα:

- i. **Ταχεία ή βαθμιαία παρακμή - αποπληξία** (Quick or chronic decline) σε ορισμένα είδη εσπεριδοειδών όπως η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*) και η μανταρινιά (*Citrus reticulata*) που είναι εμβολιασμένα σε κιτρομηλιά (*Citrus aurantium*). Η ταχεία παρακμή μπορεί να οδηγήσει ένα δένδρο σε πλήρη ξήρανση και αποπληξία σε μερικούς μόλις μήνες, ενώ βαθμιαία σε αρκετά χρόνια (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Συμπτώματα αποπληξίας/ξήρανσης και ταχείας παρακμής εξαιτίας προσβολής από σοβαρά στελέχη του ιού CTV

- ii. **Βοθρίωση του ξύλου** (stem pitting) σε δένδρα γκρέιπφρουτ (*Citrus paradisi*), πόμελο, πορτοκαλιάς κ.ά. που συνδέεται με σοβαρή παρακμή του δένδρου (Εικόνα 2). Θεωρείται ιδιαίτερα σοβαρός τύπος συμπτώματος και στη φύση μεταδίδεται πολύ αποτελεσματικά με την αφίδα *T. citricida*.
- iii. **Ίκτερος των σποροφύτων** (seedlings yellows) σε δενδρύλλια κιτρομηλιάς, λεμονιάς (*Citrus limon*) και γκρέιπφρουτ στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 2. Συμπτώματα βοθρίωσης στελέχους σε πορτοκαλιά προσβεβλημένη με CTV

Τα προσβεβλημένα δένδρα παρουσιάζουν διάφορα συμπτώματα που σε μερικές περιπτώσεις είναι ήπια και δεν μειώνουν την παραγωγική ικανότητα του δένδρου, ενώ σε άλλες περιπτώσεις είναι πολύ σοβαρά. Ένα από τα σοβαρότερα συμπτώματα που προκαλεί η τριστέζα είναι η αποπληξία που εκδηλώνεται με απότομο μαρασμό και νέκρωση της κόμης σε νεαρά δένδρα εμβολιασμένα σε κιτρομηλιά. Σε δένδρα μεγαλύτερης ηλικίας παρατηρείται βαθμιαία ξήρανση, περιορισμένη και καχεκτική βλάστηση, χλωρωτικό φύλλωμα, φυλλόπτωση, νανισμός, εύθραστοι κλαδίσκοι, αποξήρανση κλαδίσκων και μεγαλύτερων κλάδων, μικροκαρπία, παρακμή, νέκρωση της βίβλου στο υποκείμενο, βοθρίωση του ξύλου και τελικά συνολική αποξήρανση του δένδρου (Καπαρή-Ησαΐα κ.ά., 2005). Η νέκρωση της βίβλου που εμφανίζεται κάτω από το σημείο εμβολιασμού, παρεμποδίζει ή δυσχεραίνει τη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από την κόμη του δένδρου προς τις ρίζες. Ως αποτέλεσμα, το ριζικό σύστημα του προσβεβλημένου δένδρου καταστρέφεται και παράλληλα αρχίζει η παρακμή του δένδρου. Σε αρκετά δένδρα προσβεβλημένα με τριστέζα εμφανίζεται και το σύμπτωμα της πολυμικροκαρπίας, δηλαδή παραγωγής μεγάλου αριθμού μικρών καρπών κακής ποιότητας από τον ίδιο κλαδίσκο (Εικόνα 3) (Καπαρή-Ησαΐα κ.ά., 2005).



Εικόνα 3. Εμφάνιση πολυμικροκαρπίας σε δέντρο με προσβολή από CTV

Τα συμπτώματα δυνατόν να εκδηλωθούν μετά από παρέλευση αρκετών χρόνων ειδικά σε περιπτώσεις προσβολής από ήπιο στέλεχος/φυλή του ιού, οπότε η παραγωγική ζωή του δένδρου είναι αρκετά μεγάλη και κυμαίνεται από 15 μέχρι 20 χρόνια. Σε πολλές περιπτώσεις τα προσβεβλημένα δένδρα είναι ασυμπτωματικοί φορείς του ιού και αποτελούν εστίες μόλυνσης που μπορούν να μολύνουν άλλα πιο ευπαθή δένδρα (Bar-Joseph *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 1994). Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μόλυνση από ήπια στελέχη του ιού, σε ανεκτικότητα της ποικιλίας, στο στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το δένδρο ή στις συνθήκες του περιβάλλοντος.

1.1.1 Ο ιός της τριστεύζας των εσπεριδοειδών στην Κύπρο

Στην Κύπρο ο ιός της τριστεύζας εισήχθη με μολυσμένα εμβόλια από τη Νότιο Αφρική το 1929 και ανιχνεύτηκε το 1966 σε 27 δένδρα στο φυτώριο Αμμοχώστου (Papasolomontos and Economides, 1968). Τα δένδρα αυτά καταστράφηκαν και για δύο δεκαετίες επικράτησε η εντύπωση ότι η τριστεύζα είχε εξαλειφθεί (Kyriakou and Polycargou, 1989). Μετά, όμως, από επισκόπηση που έγινε το 1986 από το ΙΓΕ στο πλαίσιο ενός προγράμματος για την παραγωγή υγιούς-ελεγμένου πολλαπλασιαστικού υλικού των εσπεριδοειδών (απαλλαγμένου από συγκεκριμένους ιούς και συναφή παθογόνα), ο CTV εντοπίστηκε σε τέσσερις φυτείες στην επαρχία Αμμοχώστου και Λάρνακας (Kyriakou *et al.*, 1993; Kyriakou *et al.*, 1996; Kyriakou *et al.*, 2002).

1.1.2 Σχέδιο αντιμετώπισης του ιού της τριστεύζας των εσπεριδοειδών στην Κύπρο

Από το 1992 τέθηκε σε εφαρμογή το Εθνικό Σχέδιο αντιμετώπισης του ιού της τριστεύζας με τρεις κύριους στόχους:

- i. τη συστηματική επισκόπηση των εσπεριδοειδών του τόπου για επισήμανση των προσβεβλημένων δένδρων,
- ii. την καταστροφή των προσβεβλημένων δένδρων και φυτειών ώστε να παρεμποδιστεί η εξάπλωση της ασθένειας, και
- iii. τη χρήση υγιούς και πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού για την εγκατάσταση νέων φυτειών και για τον επανεμβολιασμό παλαιότερων φυτειών (Kyriakou *et al.*, 2002; Καπαρή-Ησαία κ.ά., 2005).

Το Σχέδιο εκπονήθηκε από το ΙΓΕ και το Τμήμα Γεωργίας στα πρότυπα παρόμοιων Σχεδίων που εφαρμόζονται και σε άλλες χώρες παραγωγής εσπεριδοειδών, όπως η Ισπανία, το Ισραήλ, οι ΗΠΑ, η Νότιος Αφρική κ.ά. Το ειδικό Σχέδιο αντιμετώπισης του ιού CTV είχε διάρκεια δεκαπέντε χρόνων (1992-2006) και συνολικό προϋπολογισμό 300.000 λιρών Κύπρου που αφορούσαν κυρίως έξοδα αποζημιώσεων για τις εκριζώσεις, πρόσληψη ειδικού προσωπικού, εργαστηριακό εξοπλισμό και αναλώσιμα (απόφαση Υπουργικού Συμβουλίου 34.936 και ημερ. 31/1/91).

Η επισκόπηση των εσπεριδοειδών άρχισε από την επαρχία Αμμοχώστου όπου είχε εντοπιστεί για πρώτη φορά ο ιός της τριστεύζας και αρκετές φυτείες παρουσίαζαν συμπτώματα αποπληξίας. Ακολούθησε επισκόπηση σε περιοχές της Λευκωσίας και σε φυτείες από άλλες περιοχές της Κύπρου που εκτιμήθηκαν ως πηγές προέλευσης του μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού. Παράλληλα, η επισκόπηση γινόταν σε όλες τις φυτείες μιας

περιοχής ώστε να καλύψει ευρέως τη γεωγραφική περιοχή. Στο πλαίσιο της επισκόπησης γινόταν χαρτογράφηση των φυτειών και συλλογή πληροφοριών που περιλάμβαναν την τοποθεσία, την έκταση, τις ποικιλίες και τον αριθμό δένδρων κάθε ποικιλίας, την ηλικία των δένδρων, το υποκείμενο, την προέλευση των εμβολίων, την ύπαρξη συμπτωμάτων και τη γενική κατάσταση της φυτείας. Κάθε δένδρο λάμβανε ειδικό κωδικό αριθμό (ώστε να υπάρχει ιχνηλασιμότητα) και αποτελούσε ένα δείγμα. Ακολουθούσε τυχαία συλλογή φυτικού ιστού από μίσχο και φύλλα που λαμβάνονταν από τις τέσσερις πλευρές του κάθε δέντρου και κάλυπτε τουλάχιστον το 20% των δένδρων της φυτείας (Kyriakou *et al.*, 2005).

Όλα τα δείγματα μεταφέρονταν με φορητά ψυγεία στο Εργαστήριο Ιολογίας Φυτών του ΓΓΕ για να ελεγχθούν με ορολογικές τεχνικές. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως η ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA που τροποποιήθηκε και βελτιστοποιήθηκε σε συνεργασία με το ερευνητικό κέντρο Volcani του Ισραήλ ώστε να χρησιμοποιεί τεμάχια κλαδίσκων για την ανίχνευση του ιού (Bar-Joseph and Hadjinicolis, 1994). Ωστόσο, η τεχνική παρουσιάζει αδυναμία ανίχνευσης του ιού σε περιόδους με πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή θερμοκρασία λόγω της μείωσης στη συγκέντρωση των ισοωματιών (Parayiannis *et al.*, 2002). Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν και οι μοριακές τεχνικές (RT-PCR) για την ανίχνευση του ιού που είναι πιο ακριβείς και πιο ευαίσθητες από τις ορολογικές, αλλά λόγω του υψηλού κόστους δεν μπορούν να εφαρμοστούν για έλεγχο μεγάλου αριθμού δειγμάτων (Parayiannis *et al.*, 2007).

Μέχρι σήμερα έχουν ελεγχθεί 75.000 δένδρα σε όλη την ελεύθερη Κύπρο από τα οποία τα 4.250 βρέθηκαν προσβεβλημένα με τον CTV. Τα δένδρα αυτά προέρχονται από 850 φυτείες με συνολικό αριθμό δένδρων 630.000 που αποτελούν περίπου το 60% των εσπεριδοειδών της Κύπρου. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα των επισκοπήσεων δείχνουν ότι η μέση προσβολή που καταγράφεται είναι της τάξης του 4,2%. Καταγράφηκε σημαντική διακύμανση στη συχνότητα εμφάνισης της προσβολής μεταξύ των διαφόρων επαρχιών (Αμμόχωστος: 18,4%, Λάρνακα: 9%, Λεμεσός: 7,7%, Λευκωσία: 3,9%, και Πάφος: 2,3%), γεγονός που οδήγησε στη θέσπιση ειδικής νομοθεσίας για τη διακίνηση του πολλαπλασιαστικού υλικού των εσπεριδοειδών. Τα περισσότερα προσβεβλημένα δένδρα ή/και φυτείες έχουν εκριζωθεί. Εξαίρεση αποτελεί η επαρχία Αμμοχώστου, όπου λόγω του υψηλού ποσοστού προσβολής (18,4 % των δένδρων και 72,4% των φυτειών), η εκρίζωση των δένδρων ή/και φυτειών θεωρήθηκε ανέφικτη. Παράλληλα, έγινε επιλογή, φυτοπαθολογικός έλεγχος και εξυγίανση διαφόρων ποικιλιών που τοποθετήθηκαν σε εντομοστεγή δικτυοκήπια που διατηρεί το ΓΓΕ στους πειραματικούς του σταθμούς και πιστοποιήθηκαν ως το επίσημο προβασικό υλικό των εσπεριδοειδών της Κύπρου.

Στο πλαίσιο της αντιμετώπισης του CTV στην Κύπρο έχουν μελετηθεί τα βιολογικά και τα μοριακά χαρακτηριστικά του ιού. Έγινε χαρακτηρισμός 68 κυπριακών απομονώσεων του ιού, οι οποίες προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές της νήσου, προκαλώντας από ήπια συμπτώματα διαφάνειας νευρώσεων του φύλλου μέχρι σοβαρά συμπτώματα νανισμού, έντονης βοθρίωσης στελέχους και διόγκωσης νευρώσεων σε Μεξικανική λιμεττία. Η φυλογενετική ανάλυση του γονιδίου της καψιδιακής πρωτεΐνης και η σύγκριση με δημοσιευμένα στελέχη έδειξε ότι οι κυπριακές απομονώσεις κατατάσσονται σε έξι φυλογενετικές ομάδες, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο ήπια όσο και σοβαρά στελέχη ή απομονώσεις του ιού από περιοχές της Αφρικής, της Αμερικής, της Ευρώπης και της Ασίας.

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν την πολλαπλή εισαγωγή απομονώσεων από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Παρά το γεγονός ότι η παρουσία ήπιων στελεχών υπερτερεί έναντι των σοβαρών, ο εντοπισμός απομονώσεων που σχετίζονται με ταχεία ξήρανση και παρακμή κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός (Parayiannis *et al.*, 2007).

1.2 Ψώρωση των εσπεριδοειδών

Η ασθένεια προκαλείται από τον ιό της ψώρωσης (*Citrus psorosis virus*, CPsV) που ανήκει στο γένος *Ophiovirus*. Στα αρχικά στάδια της προσβολής προκαλεί απολέπιση του φλοιού του κορμού, των κλάδων και βραχιόνων του δένδρου που συχνά συνοδεύεται από εκροή κόμμεως. Ακολουθεί αποφλοίωση, σταδιακή παρακμή και τελικά ξήρανση του δένδρου (Εικόνα 4). Στα φύλλα, σε κάποιες περιπτώσεις εμφανίζονται χλωρώσεις σε σχήμα φύλλου δρυός. Ιδιαίτερα ευπαθή είδη θεωρούνται οι πορτοκαλιές, τα γκρέιπφρουτ και τα μανταρινοειδή. Τα συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως από το 5^ο-20^ο έτος της ηλικίας του δένδρου. Ο ιός της ψώρωσης μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό.

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφονται δύο τύποι ψώρωσης: Η **ψώρωση Α** (PsA) που είναι ο πιο συχνά απαντώμενος τύπος του ιού και χαρακτηρίζεται από την πρόκληση ελαφριάς απολέπισης του κορμού και των κύριων βραχιόνων με μεταχρωματισμό του εσωτερικού του ξύλου, και η **Ψώρωση Β** (PsB) που θεωρείται πιο επιθετικός τύπος, αφού προκαλεί πιο έντονα συμπτώματα αποφλοίωσης, τόσο στον κορμό και τους βραχιόνες όσο και σε λεπτότερους κλάδους, έκκριση κόμμεως και σε κάποιες περιπτώσεις χλωρωτικές κηλίδες και στίγματα σε φύλλα και καρπούς (Achachi *et al.*, 2014).



Εικόνα 4. Απολέπιση φλοιού εσπεριδοειδών ως αποτέλεσμα της μόλυνσης με τον ιό της ψώρωσης

Στην Κύπρο η πρώτη διερεύνηση των συμπτωμάτων αποφλοιώσης έγινε περί τα μέσα της δεκαετίας του 1990 σε παλαιά δέντρα (περίπου 40 ετών) πορτοκαλιάς (Valencia και Jaffa), γκρέιπφρουτ (Marsh seedless) και κλημεντίνης. Η διάγνωση έγινε αρχικά με εμβολιασμό σε φυτά δείκτες Madam Vinous και Dweet tangor και την παρατήρηση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων και μετέπειτα με τη χρήση ορολογικών δοκιμών. Πιστεύεται ότι ο ιός εισήλθε στη μεγαλόνησο πριν το 1960 με τη μεταφορά μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού (Kyriakou, 2002).

1.3 Ποικιλόχρωση των εσπεριδοειδών

Προκαλείται από τον ιό της ποικιλόχρωσης των εσπεριδοειδών (*Citrus variegation virus*, CVV) που κατατάσσεται στην υποομάδα 2 του γένους *Ilarvirus* των φυτικών ιών. Ο ιός προκαλεί παραμόρφωση, ποικιλόχρωση και ενίοτε παραμορφώσεις στα φύλλα και τους καρπούς. Έχουν καταγραφεί δύο στελέχη του ιού με βάση τη συμπτωματολογία των ασθενών δέντρων: Το στέλεχος της μολυσματικής ποικιλόχρωσης (infectious variegation) που ευθύνεται για την πρόκληση συμπτωμάτων χλωρωτικής ποικιλόχρωσης στα φύλλα και το στέλεχος του ζαρώματος των φύλλων (crinkly leaf) που προκαλεί παραμορφώσεις και συρρίκνωση στα φύλλα. Δεν έχει καταγραφεί συγκεκριμένος φορέας του ιού και εκτιμάται ότι η διάδοσή του γίνεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό. Μελέτη που διεξήχθη στην Κύπρο στα τέλη της δεκαετίας του 1990 με τη χρήση βιοδοκιμών σε λεμονιά Eureka και πετούνιες, έδειξε ότι δύο απομονώσεις από μαντόρες αντέδρασαν θετικά με την εκδήλωση συμπτωμάτων ποικιλοχλώρασης των φύλλων, παραμόρφωσης και νανισμού στον φυτοδείκτη της λεμονιάς, και ποικιλοχλώρασης στα φύλλα της πετούνιας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα δεν επιβεβαιώθηκαν με τη χρήση εργαστηριακών δοκιμών και πιστεύεται ότι η διάδοσή του στην Κύπρο είναι περιορισμένη (Kyriakou, 2002).

1.4 Πέτρωμα ή Λιθίαση των εσπεριδοειδών

Το παθογόνο αίτιο της ασθένειας αυτής που μεταδίδεται με εμβόλια δεν είναι γνωστό, θεωρείται όμως ιός (*Citrus impietratura*). Η ασθένεια προκαλεί σμίκρυνση και σκλήρυνση του καρπού και θύλακες κόμμεως στους καρπούς (Εικόνα 5) και είναι διαδεδομένη σε παλαιές φυτείες βοτρυοκάρπου, Βαλέντσια, Γιαφίτικα, Περγαμόντ κ.ά. (Kyriakou, 1998).



Εικόνα 5. Μικροκαρπία με θύλακες κόμμεως σε πορτοκάλι με *impietratura*

2. Ιοειδή των εσπεριδοειδών

Τα ιοειδή είναι μικροσκοπικά μόρια RNA με μονή αλυσίδα και μέγεθος που κυμαίνεται περί τα 246-401 νουκλεοτίδια. Παρουσιάζουν υψηλό βαθμό δευτεροταγούς δομής, γεγονός που καθιστά το μόριό τους πολύ σταθερό με αποτέλεσμα να ευνοείται η εύκολη μετάδοση με μηχανικά μέσα. Πολλαπλασιάζονται αυτόνομα και η αναπαραγωγή τους βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη συμμετοχή του γενετικού υλικού των φυτών ξενιστών. Αυτό οδηγεί στην πρόκληση παρόμοιων συμπτωμάτων με εκείνα των φυτικών ιών που εκδηλώνονται με μορφολογικές, φυσιολογικές και βιοχημικές μεταβολές στους ιστούς των φυτών. Η ένταση και τα συμπτώματα προσβολής από τα ιοειδή εξαρτώνται από το είδος και την ευπάθεια του ξενιστή. Συνήθως περιλαμβάνουν την εμφάνιση μεταχρωματισμών, ποικιλοχλωρώσεων, νεκρώσεων, παραμορφώσεων οργάνων του φυτού, νανισμού, ικτέρων κ.λπ. Υπάρχουν, ωστόσο, και περιπτώσεις κατά τις οποίες η προσβολή από τα ιοειδή δεν οδηγεί στην εκδήλωση συμπτωμάτων και το φυτό ξενιστής παρουσιάζει λανθάνουσα μόλυνση. Η μετάδοση των ιοειδών γίνεται κυρίως με μηχανικά μέσα (επαφή μολυσμένου χυμού, εργαλεία κλαδεύματος και εμβολιασμού), καθώς και με τον εμβολιασμό προσβεβλημένου πολλαπλασιαστικού υλικού. Η ανίχνευση των ιοειδών γίνεται με βιοδοκιμές σε φυτοδείκτες, ενώ τα τελευταία χρόνια ευρεία εφαρμογή βρίσκουν οι μοριακές εργαστηριακές δοκιμές.

Στην Κύπρο μέχρι στιγμής έχουν ταυτοποιηθεί πέντε διαφορετικά ιοειδή που προσβάλλουν τα εσπεριδοειδή:

- Ιοειδές της εξωκόρτιδας των εσπεριδοειδών (*Citrus exocortis viroid*, CEVd)
- Ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου (γνωστό και ως ιοειδές της καχεξίας ή ξυλοπόρωσης ή 2) (*Hop stunt viroid*, HSVd)
- Ιοειδές του κυρτού φύλλου των εσπεριδοειδών (γνωστό και ως ιοειδές 1, *Citrus bent leaf viroid*, CBLVd)
- Ιοειδές του νανισμού των εσπεριδοειδών (γνωστό και ως ιοειδές 3, *Citrus dwarfing viroid*, CDVd)
- Ιοειδές της ρηγάτωσης του φλοιού των εσπεριδοειδών (γνωστό και ως ιοειδές 4, *Citrus bark cracking*, CBCVd)

Τα αποτελέσματα πρόσφατης μελέτης που έγινε από το ΙΓΕ έδειξε ότι το ιοειδές της εξωκόρτιδας είναι το πιο διαδεδομένο ιοειδές στα εσπεριδοειδή της Κύπρου με ποσοστό προσβολής που φτάνει το 80% (σε σύνολο 1.200 δειγμάτων). Προκαλεί συμπτώματα αποφλοιώσης του κεντρικού βλαστού κάτω από το σημείο εμβολιασμού σε ευπαθή υποκείμενα όπως η Γλυκολεμονιά, τα Citranges, Rangpur κ.ά. Ακολουθεί το ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου (καχεξία) σε ποσοστό 60% που προκαλεί ξήρανση κλαδίσκων, βαθμιαία παρακμή του δένδρου και εμφάνιση κόμματος στον φλοιό πάνω από το σημείο εμβολιασμού, και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στα μανταρινοειδή (Κλημεντίνες, Nova, Αρακαπά, Μαντόρες, Minneola, Orlando κ.ά) (Εικόνα 6). Τέλος, στην Κύπρο εντοπίζονται

τα ιοειδή CBLVd, CDVd και CBCVd (Κυριακού, 1992; Παπαγιάννης Λ.Χ., 2015). Παρά το υψηλό ποσοστό διάδοσης των ιοειδών στην Κύπρο, λόγω της ευρείας χρήσης της κίτρομηλιάς ως υποκειμένου, συνήθως δεν παρουσιάζονται συμπτώματα στα μολυσμένα δέντρα (Κυριακού, 2005).



Εικόνα 6. Αποφλοιώση κεντρικού βλαστού μολυσμένου με εξωκόρτιδα (αριστερα) και βοθρίωση σε κορμό δέντρου με καχεξία (δεξιά)

3. Σπειρόπλασμα των εσπεριδοειδών

Το είδος *Spiroplasma citri* ανήκει στα προκαρυωτικά παθογόνα και παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τα φυτοπλάσματα. Αρχικά ήταν γνωστό ως οργανισμός που μοιάζει με μυκόπλασμα (mycoplasma-like organism, MLO), ωστόσο σε πρόσφατη ταξινόμηση με βάση τα φαινοτυπικά και γενετικά του χαρακτηριστικά κατατάχθηκε στο γένος *Spiroplasma* των Προκαρυωτικών (Mollucutes). Προκαλεί την ασθένεια της μεταδοτικής μικροφυλλίας των εσπεριδοειδών και είναι ευρύτερα γνωστό ως stubborn. Προσβάλλει τα ηθμώδη αγγεία προκαλώντας διάφορα συμπτώματα στα δέντρα που εμφανίζονται συνήθως 3-5 χρόνια μετά τη μόλυνση. Τα φύλλα των προσβεβλημένων δέντρων είναι μικρότερα, εμφανίζουν καρούλιασμα προς τα πάνω και σε κάποιες περιπτώσεις παρουσιάζουν ποικιλοχλώρωση (Εικόνα 7). Κάτω από υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλές υγρασίες τα συμπτώματα εντείνονται και τα φύλλα παραμορφώνονται, ενώ το άκρο τους παίρνει καρδιόμορφο σχήμα. Οι καρποί παραμορφώνονται και σε εγκάρσια τομή έχουν χαρακτηριστικά παχύτερο φλοιό προς τον ποδίσκο και λεπτότερο στη βάση του φρούτου, και συχνά αποκόπτονται πρόωρα (Liu *et al.*, 1983). Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται νανισμός στα μολυσμένα δέντρα. Στη φύση η ασθένεια μεταδίδεται με τζιτζικάκια και ειδικότερα με τα είδη *Circulifer tenellus*, *Neoliturus haematoceps*, *Scaphytopius nitridus* και *S. acutus* (Fos *et al.*, 1986). Το παθογόνο πολλαπλασιάζεται και κυκλοφορεί στα έντομα, γεγονός που τα καθιστά μολυσματικά καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους. Το *S. citri* μεταδίδεται, επίσης, και με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό.



Εικόνα 7. Συμπτώματα μικροφυλλίας, καρούλιασματος και χλώρωσης σε δέντρο μολυσμένο με το *Spiroplasma citri*

4. Αναδυόμενες ασθένειες των εσπεριδοειδών που δεν απαντώνται στην Κύπρο

4.1 Ασθένεια Huanglongbing ή Πρασίνισμα των Εσπεριδοειδών (Citrus Greening)

Το πρασίνισμα ή χλώρωση των Εσπεριδοειδών ή ασθένεια του Κίτρινου Δράκου των εσπεριδοειδών (Greening ή Huanglongbing) θεωρείται μια από τις σοβαρότερες ασθένειες των εσπεριδοειδών στην Ασία, την Αμερική, την Αφρική και την Ωκεανία. Είναι διαδεδομένη σε πολλές χώρες παραγωγής εσπεριδοειδών όπως η Βραζιλία, η Αργεντινή, η Κίνα, η Ινδία, η Ταϊλάνδη, η Ινδονησία, η Νότιος Αφρική, ενώ πρόσφατα εντοπίστηκε και στις νότιες πολιτείες των ΗΠΑ. Πιστεύεται ότι υπήρχε στην ανατολική Ασία από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα και απέκτησε ιδιαίτερη σημασία όταν εισήλθε στη Λατινική Αμερική προκαλώντας τεράστιες ζημιές (Βονέ, 2006). Παρότι προς το παρόν δεν εντοπίζεται στην Ευρώπη, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των φυτοϋγειονομικών Αρχών της ΕΕ, καθώς η είσοδος του παθογόνου αναμένεται να προκαλέσει τεράστια προβλήματα στην εσπεριδοκαλλιέργεια των κρατών μελών.

Τρία είδη βακτηρίων που ανήκουν στο γένος *Candidatus Liberibacter* βρέθηκαν να σχετίζονται με την ασθένεια: Τα είδη *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Ca. L. africanus* και *Ca. L. americanus*. Τα είδη του βακτηρίου παρουσιάζουν διαφορετικές ιδιότητες: Το είδος *Ca. L. asiaticus* αποτελεί τον πιο μολυσματικό τύπο του βακτηρίου και είναι ανθεκτικό σε θερμοκρασίες μέχρι 35 °C. Το *Ca. L. africanus* αποτελεί ηπιότερο τύπο και δεν αντέχει σε θερμοκρασίες άνω των 32 °C, ενώ το *Ca. L. americanus* που απαντάται στη Βραζιλία έχει υψηλή ομοιότητα με το *Ca. L. africanus* (Garnier *et al.*, 2000).

Η ασθένεια μπορεί να προκαλέσει απώλεια 30-100% της παραγωγής σε 7-10 χρόνια και έχει καταστρέψει εκατομμύρια δένδρα στις χώρες που ενδημεί. Η ασθένεια καταστρέφει την παραγωγή, την εμφάνιση και την οικονομική αξία των δένδρων. Τα προσβεβλημένα δένδρα παράγουν παραμορφωμένα, σκληρά και πικρά φρούτα και καταστρέφονται μετά από μερικά χρόνια. Τα σπέρματα παρουσιάζονται κακοσχηματισμένα με καστανό χρώμα. Τα φύλλα παρουσιάζουν χλώρωση και παραμορφώσεις. Τα δένδρα παρουσιάζουν καχεξία, νανισμό, αποφύλλωση και ξήρανση κλαδίσκων (Εικόνα 8). Τα συμπτώματα μπορεί να παρουσιάζονται



Εικόνα 8. Εμφάνιση χλώρωσης σε φύλλωμα και καρπό εξαιτίας προσβολής από την ασθένεια *Huanglongbing*

σε όλο το δένδρο ή τμήμα του. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να υπάρξει λανθάνουσα, ασυμπτωματική προσβολή (Βονέ, 2006) . Μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και με δύο είδη ψύλλων: την Ασιατική ψύλλα των εσπεριδοειδών *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) που είναι φορέας των *Ca. L. asiaticus* και *Ca. L. africanus* και την Αφρικανική ψύλλα των εσπεριδοειδών *Trioza erytrae* (Homoptera: Triozidae) (Bove, 2006).

4.2 Ποικιλοχρωματική χλώρωση των εσπεριδοειδών που προκαλείται από το βακτήριο *Xylella fastidiosa*

Ο φυτοπαθογόνος οργανισμός *Xylella fastidiosa* είναι ένα από τα πιο επικίνδυνα βακτήρια που προσβάλλουν τα φυτά σε παγκόσμιο επίπεδο. Μέχρι σήμερα έχουν ταυτοποιηθεί τέσσερα υποείδη του είδους *X. fastidiosa* που σχετίζονται με σημαντικές ασθένειες, όπως η ασθένεια του Pierce στο αμπέλι, η ποικιλοχρωματική χλώρωση των εσπεριδοειδών, η αδροβακτηρίωση



Εικόνα 9. Συμπτώματα ποικιλοχρωματικής χλώρωσης σε φύλλα και καρπό και τα έντομα που τη μεταδίδουν

των πυρηνοκάρπων και πρόσφατα η ξήρανση των ελαιοδέντρων. Συγκεκριμένα, έχουν καταγραφεί τα υποείδη *X. fastidiosa* subsp. *Fastidiosa*, *X. f.* Subsp. *Sandyi*, *X. f.* Subsp. *Multiplex* και *X. f.* Subsp. *Pauca*. Το τελευταίο υποείδος (*X. f.* Subsp. *Pauca*), εκτός από τις σημαντικές καταστροφές στην ελαιοκαλλιέργεια της Ιταλίας, σχετίζεται με την ασθένεια της ποικιλοχρωματικής χλώρωσης στα εσπεριδοειδή. Όσον αφορά στα εσπεριδοειδή, τα συμπτώματα της ασθένειας αναφέρθηκαν αρχικά στη Βραζιλία και το είδος *X. fastidiosa* προσδιορίστηκε ως το παθογόνο αίτιο (Lee *et al.*, 1993). Επηρεάζει σημαντικά τις πορτοκαλιές (Βαλέντσια, Νατάλ, Πέρα), ενώ παράλληλα προσβάλλει τα υποκείμενα *C. limonia*, *C. reshni* και *C. volkameriana*. Εκτιμάται ότι τα μανταρινοειδή είναι πιο ανθεκτικά. Στα εσπεριδοειδή προκαλεί χλώρωση στα φύλλα, μεσονεύριες χλωρωτικές κηλίδες που εξελίσσονται σε σκουρόχρωμες, καθώς και μικροκαρπία. Έχει αναφερθεί ότι τα συμπτώματα που προκαλεί ομοιάζουν με εκείνα που προκαλούνται από έλλειψη ψευδαργύρου (Εικόνα 9). Μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό, καθώς και με έντομα που ανήκουν στις οικογένειες εντόμων *Cicadellidae* και *Cercopidae* (τζιτζικάκια) που τρέφονται στα ξυλώδη αγγεία των φυτών. Τα διάφορα υποείδη του βακτηρίου προσβάλλουν και αρκετούς άλλους ξενιστές μεταξύ των οποίων καλλιεργούμενα, καλλωπιστικά και αυτοφυή είδη (Janse and Obradovic, 2010).

Σημειώνεται ότι ο οργανισμός *X. fastidiosa* ορίζεται στην ΕΕ ως επιβλαβής οργανισμός καραντίνας βάσει της Οδηγίας 2000/29/EK του Συμβουλίου περί μέτρων κατά της εισαγωγής στην Κοινότητα οργανισμών επιβλαβών για τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα και κατά της εξάπλωσής τους στο εσωτερικό της Κοινότητας.

4.3 Βακτηριακό έλκος των εσπεριδοειδών (*Xanthomonas axonopodis* p.v. *citri*)

Το βακτηριακό έλκος των εσπεριδοειδών προκαλείται από το βακτήριο *Xanthomonas axonopodis* p.v. *citri* και προσβάλλει όλα τα είδη εσπεριδοειδών. Ιδιαίτερα ευπαθή θεωρούνται τα γκρέιπφρουτ και οι λιμεττίες ή λάιμ, ενώ ως μέτριας ευπάθειας ξενιστές θεωρούνται οι πορτοκαλιές, οι λεμονιές και οι κιτρομηλιές. Η ασθένεια αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1915 στις ΗΠΑ και πιστεύεται ότι προέρχεται από την Ασία. Σήμερα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ασία και τη Νότια Αμερική, ενώ πρόσφατα έχει εξαλειφθεί από την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και τη Νότια Αφρική. Το βακτήριο προκαλεί χαρακτηριστικά συμπτώματα στα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς των εσπεριδοειδών, που αρχικά παρουσιάζουν μικρές κιτρινωπές κηλίδες που περιβάλλονται από άλω, ανυψώνονται, αποκτούν καστανό χρωματισμό και τελικά εξελίσσονται σε νεκρωτικές (Εικόνα 10). Στους καρπούς



Εικόνα 10. Καστανόχρωμες κηλίδες και έλκη που προκαλούνται από το βακτήριο *Xanthomonas axonopodis citri*

συχνά οι κηλίδες ομοιάζουν με προσβολή από την κόκκινη ψώρα (*Aonidiella aurantii*). Εισέρχεται στους ξενιστές του από πληγές, ενώ στη διάδοσή του συμβάλλει και η προσβολή από το έντομο του φυλλοκνίστη (*Phyllocnistis citrella*), που ορύσσει στοές και δημιουργεί εισόδους για το παθογόνο. Το βακτήριο μπορεί να επιβιώσει σε λανθάνουσα μορφή σε μολυσμένους βλαστούς και ιστούς του φλοιώματος. Η μετάδοσή του μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα και μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό (Graham *et al.*, 2004).

4.4 Ιός της λέπρωσης των εσπεριδοειδών (*Citrus leprosis virus, CiLV*)

Πρόκειται για μια πολύ σοβαρή ιολογική ασθένεια που προκαλείται από τον ιό της λέπρωσης των εσπεριδοειδών (*Citrus leprosis virus, CiLV*) του γένους *Rhabdovirus* και εντοπίζεται στη Νότια και Λατινική Αμερική. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στη Βραζιλία και θεωρείται ως η πιο σημαντική ιολογική ασθένεια των εσπεριδοειδών της χώρας. Προκαλεί σοβαρότατα συμπτώματα στην πορτοκαλιά που αναφέρονται σε καστανόχρωμες ελλειπτικές έως στρογγυλές κηλίδες στα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς, που περιβάλλονται από χλωρωτική άλω. Περιστασιακά ενδέχεται να παρατηρηθεί και έκκριση κόμμεως από τις κηλίδες (Εικόνα 11). Στα προσβεβλημένα δέντρα παρατηρείται έντονη καρπόπτωση με το 50% περίπου των καρπών να πέφτει. Συχνά οι κηλίδες που προκαλούνται από τη λέπρωση



Εικόνα 11. Προσβολή κλάδου, φύλλου και καρπού εσπεριδοειδών από τον ιό της λέπρωσης

των εσπεριδοειδών συγχέονται με εκείνες που προκαλούνται από το βακτήριο καραντίνας *X. a. pv. citri*. Ο ιός μεταδίδεται με το πολλαπλασιαστικό υλικό, ενώ στη φύση μεταδίδεται με τα ακάρεα-φορείς *Brevipalpus californicus*, *B. phoenicis*, και *B. obovatus* (Acari: Tenuipalpidae), τα οποία υπάρχουν σχεδόν σε όλες τις γεωγραφικές ζώνες του πλανήτη, συμπεριλαμβανομένων της Κύπρου, της Ελλάδας και άλλων χωρών της μεσογειακής λεκάνης (Rodrigues *et al.*, 2003; EPPO 2017). Ως εκ τούτου, η τυχόν εισαγωγή του ιού στην περιοχή μας αναμένεται να έχει ταχύτατη διάδοση και να προκαλέσει σημαντικότερα προβλήματα στην εσπεριδοκαλλιέργεια.

4.5 Ασθένεια του ξαφνικού θανάτου των εσπεριδοειδών (*Citrus sudden death virus*)

Η ασθένεια του ξαφνικού θανάτου των εσπεριδοειδών αναφέρθηκε το 1999 στη Βραζιλία όπου προκάλεσε ταχεία παρακμή βλαστών εσπεριδοειδών που ήταν εμβολιασμένα σε Rangpur lime ή *C. volkameriana*. Αρχικά εκτιμήθηκε ότι η ασθένεια οφειλόταν σε κάποιο στέλεχος του ιού της τριστέζας, καθώς πολλά από τα συμπτωματικά δέντρα ήταν ταυτόχρονα προσβεβλημένα με τον ιό, ενώ ο τρόπος και ρυθμός εξάπλωσης της ασθένειας ήταν παρόμοιος με εκείνο του CTV. Κατόπιν, με τη χρήση μοριακών τεχνικών, σε αρκετά συμπτωματικά δέντρα ταυτοποιήθηκε ο ιός *Citrus sudden death-associated virus* (CSDV), που ανήκει στο γένος *Marafivirus* της οικογένειας *Tymoviridae* και εκτιμάται από κάποιους ερευνητές ότι είναι πιθανό να σχετίζεται με την πρόκληση των συμπτωμάτων (Maccheroni *et al.*, 2005). Στη Βραζιλία καταστράφηκαν τουλάχιστον ένα εκατομμύριο δένδρα εμβολιασμένα στο υποκείμενο Rangpur lime. Αντίθετα, υποκείμενα όπως μανταρινιά Κλεοπάτρα και τρίφυλλη πορτοκαλιά ήταν ανθεκτικά στην ασθένεια. Τα ασθενή δέντρα παρουσιάζουν ωχροπράσινη εμφάνιση με βαθμιαία αποφύλλωση και απουσία νέων βλαστών. Σε κάποιες περιπτώσεις προκαλείται καταστροφή του ριζικού συστήματος και παρουσιάζονται συμπτώματα αποπληξίας που σχετίζονται με εκφυλισμό του φλοιώματος του υποκειμένου κοντά στο σημείο εμβολιασμού. Τα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται ένα με δύο έτη μετά τη μόλυνση (Roman *et al.*, 2004).

4.6 Ασθένεια της ξήρανσης των εσπεριδοειδών (*Citrus blight disease*)

Η ασθένεια αυτή υπάρχει στη Βόρεια, Κεντρική και Νότια Αμερική, την Αυστραλία και τη Νότια Αφρική και θεωρείται αγνώστου αιτιολογίας. Η ασθένεια προσβάλλει κυρίως τα γκρέιπφρουτ και τις πορτοκαλιές, ενώ όσα δένδρα είναι εμβολιασμένα σε *C. macrophylla* και *C. volkameriana* έχουν υψηλή ευπάθεια. Αντιθέτως, τα υποκείμενα της κιτρομηλιάς και της πορτοκαλιάς θεωρούνται ανθεκτικά. Τα συμπτώματα αφορούν παρακμή, μαρασμό και ξήρανση των φύλλων και των βλαστών, και εμφανίζονται στα δέντρα μετά το 4^ο-6^ο έτος. Συχνά τα συμπτώματα προσομοιάζουν σε εκείνα που προκαλεί η τριστέζα και το πρασίνισμα (greening). Η ασθένεια μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό (Brlansky *et al.*, 1984).

5. Αντιμετώπιση ιολογικών και συναφών ασθενειών των εσπεριδοειδών

Οι ασθένειες που οφείλονται σε ιούς, ιοειδή, βακτήρια, φυτοπλάσματα και σπειροπλάσματα δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με χημικά ή άλλα μέσα, σε αντίθεση με άλλα παθογόνα που οφείλονται σε μύκητες ή εντομολογικής φύσης εχθρούς. Ο αποτελεσματικότερος τρόπος για την αντιμετώπιση των προκαρρωτικών, ιολογικών και συναφούς αιτιολογίας ασθενειών είναι η λήψη προληπτικών μέτρων και η αποφυγή της μόλυνσης. Αυτό προϋποθέτει τη χρήση υγιούς και ελεγμένου πολλαπλασιαστικού υλικού (δενδρυλλίων, εμβολίων, υποκειμένων, μοσχευμάτων, σπόρων, κ.λπ.). Εξάλλου, η διάδοση και η χρησιμοποίηση φυτικού υλικού απαλλαγμένου από φυτοπαθογόνα αποτελεί τη θεμελιώδη πρακτική και τη βάση για την αντιμετώπιση όλων των φυτικών ασθενειών. Σε αρκετές περιπτώσεις η προστασία των φυτικών καλλιεργειών από κάποια φυτοπαθογόνα διασφαλίζεται μέσα από αυστηρές ευρωπαϊκές ή εθνικές νομοθεσίες ή άλλα φυτοϋγειονομικά μέτρα. Σκοπός είναι αφενός η διασφάλιση της αποφυγής εισόδου των παθογόνων καραντίνας σε αμόλυντες περιοχές, και αφετέρου η εξάλειψή τους από τις περιοχές όπου υπάρχουν.

5.1 Γενικά μέτρα αντιμετώπισης ασθενειών

- i. Χρήση υγιούς και πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού εσπεριδοειδών για την εγκατάσταση νέων φυτειών και τον επανεμβολιασμό παλαιότερων
- ii. Αποφυγή επανεμβολιασμού προσβεβλημένων δένδρων
- iii. Αποφυγή χρήσης εμβολίων από δένδρα που δεν είναι ελεγμένα και μπορεί να είναι ασυμπτωματικοί φορείς ιώσεων
- iv. Αποφυγή διακίνησης εμβολίων από τη μια φυτεία στην άλλη
- v. Εκριζώσεις προσβεβλημένων δένδρων ή και φυτειών
- vi. Καταπολέμηση των φυσικών φορέων
- vii. Αποφυγή εισαγωγής μολυσμένων εμβολίων από άλλες χώρες
- viii. Λήψη μέτρων απολύμανσης για αποφυγή μετάδοσης με μηχανικά μέσα

Βιβλιογραφία

- Γεωργικές Στατιστικές 2014 σειρά II, Έκδοση 44. Κυπριακή Δημοκρατία ISSN: 0379-0924.
- Καπαρή-Ησαΐα, Θ. 2005. Εξυγίανση ποικιλιών και κλώνων εσπεριδοειδών στην Κύπρο. Εκδόσεις ΚΩΝΟΣ, Λευκωσία, ISBN 9963-1-6005-0, 203 σελίδες.
- Καπαρή-Ησαΐα, Θ., Κυριακού, Α., Ιωάννου, Ν., Γαβριήλ, Ι., Σάββας, Γ. και Παπαγιάννης Α. 2005. Ο ιός της τριστεζας των εσπεριδοειδών στην Κύπρο, 1992-2004. Εκδόσεις Ι.Γ. Κασουλίδη & Υιός ΑΤΔ, Λευκωσία, ISBN 9963-1-6004-2, 46 σελίδες.
- Παπαγιάννης, Α.Χ. 2015. Ιοειδή: Τα μικροσκοπικά αλλά δυναμικά παθογόνα των φυτών. Ενημερωτικό Δελτίο 6, Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, 28 σελίδες.
- Achachi, A., Ait-Barka, E. and Ibriz, M. 2014. Recent advances in *Citrus psorosis virus*. *Virus Diseases* **25**, 261-276.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology 5th Edition. St. Louis, MO: Academic Press. ISBN 9780323139694.
- Bar-Joseph, M. and Hadjinicolis, A. 1994. Sensitive detection of citrus tristeza virus by dipping and incubation of stem segments in ELISA wells. *Hassadeh* **74**, 76.
- Bar-Joseph, M., Marcus, R.M. and Lee, R.F. 1989. The continuous challenge of *Citrus tristeza virus* control. *Annual Review of Phytopathology* **27**, 291-316.
- Brlansky, R.H., Timmer, L.W., Lee, R.F. and Graham, J.H. 1984. Relationship of xylem plugging to reduced water uptake and symptom development in citrus trees with blight and blightlike declines. *Phytopathology* **74**, 1325-1328.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* **88**, 7-37.
- EPPO 2017. EPPO Global Database (available online) <https://gd.eppo.int>
- Fos, A., Bové, J.M., Lallemand, J., Saillard, C., Vignault, J.C., Ali, Y., Brun, P. and Vogel, R. 1986. The leafhopper *Neoliticus haematoceps* is a vector of *Spiroplasma citri* in the mediterranean area. *Annals of Institute Pasteur Microbiology* **137**, 97-107.
- Garnier, M., Jagoueix-Eveillard, S., Cronje, P.R., Le Roux, H.F., Bové, J.M. 2000. Genomic characterization of a *Liberibacter* present in an ornamental Rutaceous tree, *Calodendrum capense*, in the Western Cape province of South Africa. Proposal of a *Candidatus Liberibacter africanus* subsp. *capensis*'. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **50**, 2119-2125.
- Gottwald, T.R. 2010. Concepts in the Epidemiology of *Citrus tristeza virus*. In: Karasev, A.V. and Hilf, M. *Citrus tristeza virus- Complex and Tristeza Diseases*. APS Press. USA ISBN 978-0-89054-378-8 p. 133-149.

Gottwald, T.R., Garnsey, S.M. and Borbon, J. 1998. Increase and patterns of spread of *Citrus tristeza virus* infections in Costa Rica and the Dominican Republic in the presence of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*. *Phytopathology* **88**, 621-636.

Graham, J.H., Gottwald, T.R., Cubero, J., Achor, D.S. 2004. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*: factors affecting successful eradication of citrus canker. *Molecular Plant Pathology* **5**, 1-15.

Janse, J.D. and Obradovic, A. 2010. *Xylella fastidiosa* – its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology* **92**, 35-48.

Kyriakou, A.P. 1992. Incidence in Cyprus of *Citrus exocortis viroid* and its mechanical transmission. *Plant Pathology* **41**, 20-24.

Kyriakou, A.P. 1998. Virological problems and establishment of a certification programme of citrus in Cyprus. In: Martelli G.P., D’Onghia A.M. (eds). Proceedings of the Mediterranean network on certification of citrus. 1995-1997. Bari: CIHEAM, 1998. p. 51-55. (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 21).

Kyriakou A.P. 2002. Citrus infectious Variegation Virus (CVV) and Citrus Psorosis Virus (CPsV) in Cyprus. In: D’Onghia A.M., Djelouah K., Roistacher C.N. (eds). Proceedings of the Mediterranean research network on certification of citrus (MNCC): 1998-2001. Bari: CIHEAM, 2002. p. 93-95 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 43).

Kyriakou, A., Ioannou, N., Gavriel, J., Bar-Joseph, M., Papayiannis, C., Kapari-Isaia T. and Savva, G. 1996. Management of *Citrus tristeza virus* in Cyprus. *Proceedings 13th International Organisation of Citrus Virologists Conference*, 16-23 November, 1995. Fuzhou, China, pp 172-178.

Kyriakou, A., Ioannou, M., Hadjinicolis, A., Hoffman, R., Antoniou, E., Papayiannis, L.C., Kapari, T. and Ioannou, N. 2005. Citrus Exocortis and Cachexia Viroids affect growth, yield and fruit quality of Lapithou lemon on sour orange rootstock in Cyprus. *Proceedings 16th International Organisation of Citrus Virologists Conference*, 3-6 November, 2004. Texas, USA, pp 257-263.

Kyriakou A., Kapari T., Gavriel I., Papayiannis L. and Ioannou N. 2009. Citrus tristeza virus (CTV) in Cyprus, 1992-2004. In: D’Onghia A.M., Djelouah K., Roistacher C.N. (eds). Citrus tristeza virus and *Toxoptera citricida*: a serious threat to the Mediterranean citrus industry. Bari: CIHEAM, 2009. p.79-84 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 65).

Kyriakou A., Kapari-Isaia T., and Ioannou N. 2002. The virus disease situation of Citrus in Cyprus- A brief review. *Proceedings 15th International Organisation of Citrus Virologists Conference*, 11-16 November, 2001, Paphos, Cyprus, pp 427-431.

Kyriakou, A. and Polycarpou, D. 1989. Detection of *Citrus tristeza virus* in Cyprus by indexing. *FAO Plant Protection Bulletin* **37**, 131-132.

Kyriakou, A., Polycarpou D., Efstathiou A., and Hadjinicoli, A., 1993. *Citrus tristeza virus* in Cyprus. *Proceedings 12th International Organisation of Citrus Virologists Conference*, 23-27 November, 1992. New Delhi, India, pp 69-72.

Lee R.F., Baker P.S., Rocha-Peña M. 1994. The *Citrus tristeza virus* (CTV). An introduction to current priorities, with special reference to the worsening situation in Central America and the Caribbean. International Institute of Biological Control, Centre for Agriculture and BioScience (CAB) International, and Food and Agriculture Organization (FAO), United Kingdom. ISBN: 9780851988481, 197p.

Lee, R.F., Beretta, M.J.G., Hartung, J.H., Hooker, M.E. and Derrick, K.S. 1993. Citrus variegated chlorosis: confirmation of *Xylella fastidiosa* as the causal agent. *Summa Phytopathologica* **19**, 123-125.

Liu, H.Y., Gumpf, D.J. Oldfield, G.N. and Calavan, E.C. 1983. The relationship of *Spiroplasma citri* and *Circulifer tenellus*. *Phytopathology* **73**, 585-590.

Maccheroni, W., Alegria, M.C., Greggio, C.C., Piazza, J.P., Kamla, R.F., Zacharias, P.R.A., Bar-Joseph, M., Kitajima, E.W., Assumpção, L.C., Camarotte, G., Cardozo, J., Casagrande, E.C., Ferrari, F., Franco, S.F., Giachetto, P.F., Girasol, A., Jordão Júnior, H., Silva, V.H.A., Souza L.C.A., Aguilar-Vildoso, C.I., Zanca, A.S., Arruda, P., Kitajima, J.P., Reinach, F.C., Ferro, J.A. and Da Silva, A.C.R. 2005. Identification and genomic characterization of a new virus (Tymoviridae: Family) associated with Citrus Sudden Death disease. *Journal of Virology* **79**, 3028-3037.

Moreno, P. and Guerri, J., 1997. Variability of *Citrus tristeza closterovirus* (CTV): Methods for differentiating isolates. In: Monette, P., ed. *Filamentous Viruses of Woody Plants*. Trivandrum, India: Research Signpost, 97-107.

Papasolomontos, A. and Economides, C.V. 1968. The presence of tristeza virus in certain species of citrus in Cyprus. *FAO Plant Protection Bulletin* **16**, 8-9.

Papayiannis, L.C. 2014. Diagnostic real-time RT-PCR for the simultaneous detection of *Citrus exocortis viroid* and *Hop stunt viroid*. *Journal of Virological Methods* **196**, 93-99.

Papayiannis L., Polycarpou, D., Savva, G., Iosephidou, E., Kyriakou A. and Katis, N., 2002. The Effect of Temperature on the Detection of *Citrus tristeza virus* by DAS-ELISA. *Proceedings 15th International Organisation of Citrus Virologists Conference*, 11-16 November, 2001, Paphos, Cyprus, pp 438-439.

Papayiannis L.C., Santos C., Kyriakou A., Kapari T. and Nolasco G. 2007. Molecular characterization of *Citrus tristeza virus* isolates from Cyprus on the basis of the coat protein gene. *Journal of Plant Pathology* **89**, 281-285

Rocha-Peña, M.A., Niblett, C.N., Lee, R.F., Lastra, R., Ochoa-Corona, F.M., Garnsey, S.M. and Yokomi R.K. 1995. *Citrus tristeza virus* and its aphid vector *Toxoptera citricida*. *Plant Disease* **79**, 437-444.

Rocha-Peña M.A., Ochoa-Corona F.M., Martinez-Soriano J.P., Roistacher C.N. and Lee R.F. (1998). *Citrus tristeza virus*: Events that occur before, during and after disease epidemics. *Subtropical Plant Science* **50**, 26-36

Rodrigues, J.C.V., Kitajima, E.W., Childers, C.C. and Chagas, C.M. 2003. *Citrus leprosis virus* vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus in Brazil. *Experimental and Applied Acarology* **30**, 161-179.

Roman, M.P., Cambra, M., Juarez, J., Moreno, P., Vila, N.D., Tanaka, F.A.O., Alves, E., Kitajima, E.W., Yamamoto, P.T., Bassanezi, R.B., Teixeira, D.C., Jesus Junior, W.C., Ayres, A.J., Fernandes, N.G., Giroto, L.F.R. and Bové, J.M. 2004. Sudden death of citrus in Brazil: A graft-transmissible bud union disease. *Plant Disease* **88**, 453-67.

Timmer, L.W., Garnsey, S.M. and Graham, J.H., 2000. Compendium of Citrus Diseases. 2nd Edition APS Press, St. Paul, MN. ISBN: 0890542481, 92p.



Γ.Τ.Π. 242/2017 – 150

ISSN 1986-1370

Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

Εκτύπωση: Τυπογραφείο Κυπριακής Δημοκρατίας