



Βοτρώτης



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση του βοτρώτη στην ακτινιδιά εγχειρίδιο εφαρμογής

Μ. Α. Χατζηδημόπουλος

ΕΡΓΟ ΑΓΡΟΕΤΑΚ ΜΕ ΚΥΠΕ 7748/Β62

Νοέμβριος 2015



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ "ΔΗΜΗΤΡΑ"



ΑγροΕΤΑΚ
Ερευνητικά και Τεχνολογικά Αναπτυξιακά
Έργα Καινοτομίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το έργο εντάσσεται στη πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» με MIS 453350 στο πλαίσιο του ΕΠ «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού», ΕΣΠΑ 2007-2014. Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς Πόρους και συντονίζεται από τον ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Ακρόδρυων.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στην Αν. Ερευνήτρια Δρ. Παυλίνα Δρογούδη για τις υποδείξεις και την πολύτιμη βοήθειά της στην εκτέλεση των πειραμάτων. Επίσης στην κ. Αναστασία Νικολάου του Τμήματος Ακρόδρυων και γενικότερα στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων για όλη τη βοήθεια που μου έχει προσφέρει το διάστημα που υλοποιείται το έργο ΕΤΑΚ.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
"ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ"

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ο ΒΟΤΡΥΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ	1
----------------------------------	----------

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ	3
------------------------	----------

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	3
---------------------------------	----------

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΠΑΘΟΓΟΝΟΥ - ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ	3
---	----------

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	4
--------------	---

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ ΣΤΟ ΘΑΛΑΜΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	7
---	----------

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	10
--------------	----

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ	11
-------------------------------	-----------

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ	11
--------------------------------------	-----------

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	12
--------------	----

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ	13
---	-----------

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	14
--------------	----

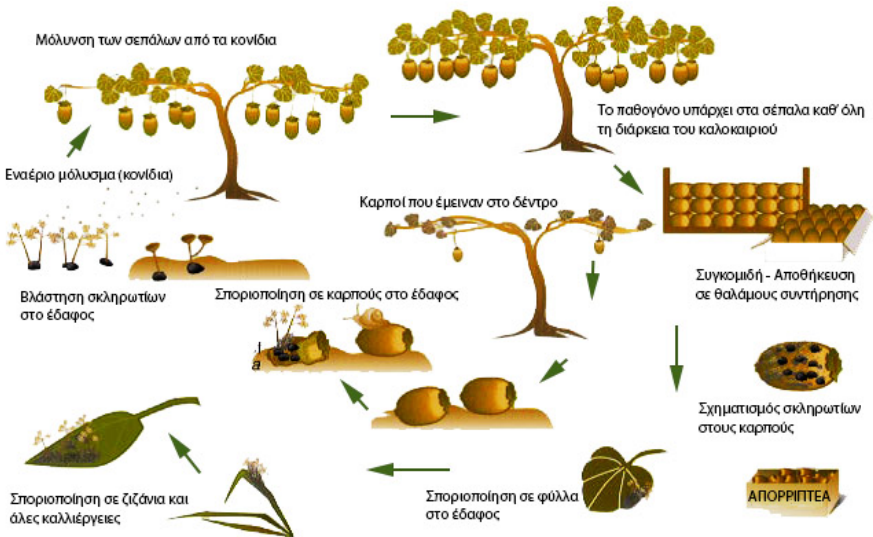
ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΒΟΤΡΥΤΗ	14
---	-----------

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	16
---------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	17
---------------------	-----------

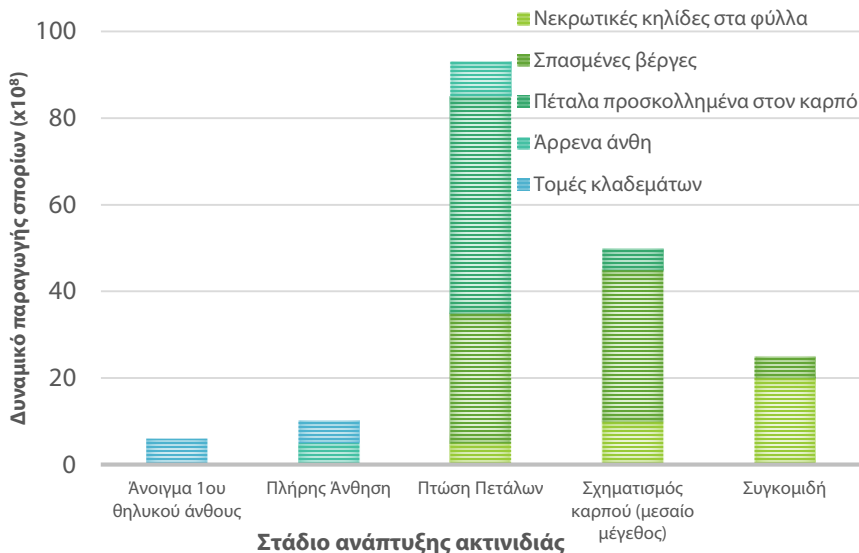
Ο ΒΟΤΡΥΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ

Αρχικά το ακτινίδιο παρουσιαζόταν ως καλλιέργεια, που δεν προσβάλλεται από ασθένειες. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο ο βοτρυτής δημιουργεί ολοένα και περισσότερα προβλήματα, καθώς αυξήθηκαν τόσο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, όσο και η διάρκεια συντήρησης του προϊόντος. Σε ακραίες περιπτώσεις στην Καλιφόρνια (Η.Π.Α) και στη Νέα Ζηλανδία (κύριες περιοχές παραγωγής ακτινιδίων) έχουν παρατηρηθεί απώλειες της τάξης του 20-30%, ενώ συνήθως αυτές δεν υπερβαίνουν το 5-10%. Ο *B. cinerea* συνήθως προκαλεί λανθάνουσες μολύνσεις, που δεν φαίνονται στον αγρό, αλλά στο χώρο συντήρησης (0 °C) ύστερα από 3-4 εβδομάδες. Σε αυτές τις συνθήκες το παθογόνο διεισδύει στον καρπό από τα προσβεβλημένα σέπαλα με ρυθμό 0.2 mm/ημέρα. Επίσης, πολύ συνηθισμένη είναι η προσβολή των καρπών από πληγές που προκαλούνται κατά τη συγκομιδή και τις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις.



Εικόνα 1. Κύκλος της τεφράς σήψης στην ακτινιδιά [προσαρμογή από Michailides and Elmer (2000)]

Η τεφρά σήψη είναι μία μετασυλλεκτική ασθένεια και όπως όλες οι μετασυλλεκτικές ασθένειες διακρίνεται από ένα προσυλλεκτικό κύκλο (**Εικόνα 1**). Στον ακτινιδεώνα οι προσβολές από τον *B. cinerea* είναι ορατές στα πέταλα των ανθών νωρίς την καλλιεργητική περίοδο αν και μπορεί να ανιχνευθεί σε όλες τις επιφάνειες των φυτών (Manning et al., 2010). Το χειμώνα το παθογόνο επιβιώνει σε υπολείμματα της καλλιέργειας (καρπούς που έμειναν από τη συγκομιδή) και σε γηρασμένα φύλλα ζιζανίων (πλατύφυλλα και αγρωστώδη). Από τα διαχειμάζοντα σκληρώτια και τις μυκηλιακές υφές παράγεται ένας μεγάλος αριθμός спорίων τα οποία μολύνουν ευπαθείς ιστούς (πέταλα και ανθήρες) κατά την άνοιξη παρουσία ελεύθερης υγρασίας. Από αυτούς τους ιστούς θεωρείται ότι προέρχεται το μόλυσμα για την μετέπειτα προσβολή των σεπάλων και της ανθοδόχης. Τα σέπαλα είναι υποδεκτικά στο παθογόνο καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Τα μολύσματα που εντοπίζονται στα σέπαλα στον αγρό, προέρχονται κυρίως από τα άρρενα άνθη και από τις σπασμένες/εγκαταλελειμμένες βέργες που μένουν στο δέντρο (Michailides & Elmer, 2000). Οι βασικές πηγές μολυσμάτων του *B. cinerea* και η συνεισφορά της καθεμιάς στο δυναμικό της παραγωγής спорίων φαίνεται στο **Διάγραμμα 1**.



Διάγραμμα 1. Πηγές μολυσμάτων του *B. cinerea* κατά τα στάδια ανάπτυξης της ακτινιδιάς [προσαρμογή από Elmer et al. (1993)]

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΓΡΟΥ

Τα πειράματα πεδίου διεξήχθησαν σε ακτινιδεώνα της Επισκοπής Νάουσας (40°41'34" N, 22°07'32" E) ιδιοκτησίας του κ. Πασχάλη Αποστόλου κατά το διάστημα Απρίλιος-Νοέμβριος 2015. Διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα βοτρυδιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης και ακετυλοσαλικυλικού οξέος σε δύο διαφορετικές ποικιλίες ακτινιδιάς (ποικ. Τσεχελίδη και Hayward).

Καλλιεργητικές φροντίδες

Από τον παραγωγό εφαρμόστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης της καλλιέργειας. Κάθε δέντρο (ηλικίας 8 ετών) ήταν διαμορφωμένο σε 24 βέργες (12 εκατέρωθεν) σε πασσάλους στήριξης και σύρματα. Για την επαρκή θρέψη των φυτών εφαρμόστηκε βασική λίπανση στα τέλη Μαρτίου με σύνθετο λίπασμα τύπου 12-12-17 σε ποσότητα 1.2 kg ανά πρέμνο. Μία φορά κάθε μήνα γίνονταν κλαδέματα στο ύψος του τελευταίου καρπού και καθαρισμός των ζιζανίων με καταστροφέα για την καλύτερη πρόσβαση στον αγρό και την απομάκρυνση της πλεονάζουσας υγρασίας στην κόμη των δέντρων. Συνολικά έγιναν δύο αραιώματα, ένα πριν την άνθηση στο στάδιο της διόγκωσης των ανθοφόρων οφθαλμών και ένα αμέσως μετά την καρπώδεση αφήνοντας 1-2 καρπούς ανά θέση. Η άρδευση γίνονταν κάθε 2-3 ημέρες με ποσότητα 42 m³ νερού ανά στρέμμα (57 δέντρα/στρ.). Για την υδρολίπανση χρησιμοποιούνταν λιπάσματα του τύπου 15.5-0-0 + 26 CaO (νιτρικό ασβέστιο), 0-52-34 (φωσφορικό μονοκάλιο) ή 13-0-45 (νιτρικό κάλιο).

Επεμβάσεις – Καταγραφή πληθυσμού του παθογόνου - Υπολείμματα

Επειδή τα τελευταία χρόνια υπάρχουν πιέσεις από μερίδα των καταναλωτών για πιθανές επιπτώσεις στο περιβάλλον, η χρήση των μυκητοκτόνων πλέον αποτιμάται μέσα από τις αρχές της ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Συμβαδίζοντας με τις απαιτήσεις τις αγορές που δεν θέλει να γίνονται εφαρμογές με μυκητοκτόνα κοντά στη συγκομιδή έγινε μόνο μία εφαρμογή

μυκητοκτόνων κατά το στάδιο του ανοίγματος τουλάχιστον του 50% των ανθέων, 5 μήνες πριν από τη συγκομιδή. Τα μυκητοκτόνα που εφαρμόστηκαν ήταν τα εξής: fenhexamid (Teldor 50 WG, Bayer CropScience) στη δόση 1 g L⁻¹, boscalid+pyraclostrobin (Signum 26,7/6,7 WG, BASF SE) στη δόση 1.3 g L⁻¹, fludioxonil+cyprodinil (Switch 25/37,5 WG, Syngenta Crop Protection AG) στη δόση 0.8 g L⁻¹ και iprodione (Rovral Aquaflo 50 SC, BASF Agro BV) στη δόση 1 mL L⁻¹. Οι επεμβάσεις με ακετυλοσαλικυλικό οξύ (acetylsalicylic acid, ASA, Bayer Bitterfeld GmbH, Germany) έγιναν τέσσερις φορές αρχής γενομένης από την 1η Αυγούστου με μεσοδιαστήματα 20 ημερών (ημερομηνίες εφαρμογών: 1/8, 20/8, 10/9, 30/9) σε συγκεντρώσεις 1mM και 2mM (5.5 και 11 δισκία ασπιρίνης 500mg ανά 15L νερού).

Ο πληθυσμός του παθογόνου καταγραφόταν με παγίδες (μία οπτικοακουστική περιγραφή της λειτουργίας των παγίδων παρέχεται στο σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=uWbSKa4UjYw> του Ι. Γ. Β. & Φ. Π., Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δέντρων Νάουσας) ενώ για την καταγραφή των συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας καθώς και βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός κλωβός του Ι. Γ. Β. & Φ. Π., Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δέντρων Νάουσας καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (**Διάγραμμα 2**). Κατά τη συγκομιδή έγινε ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών. Προσδιορίστηκαν τα Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ), η ογκομετρούμενη οξύτητα (ΟΟ), η αντίσταση της σάρκας στην πίεση, οι συνολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών

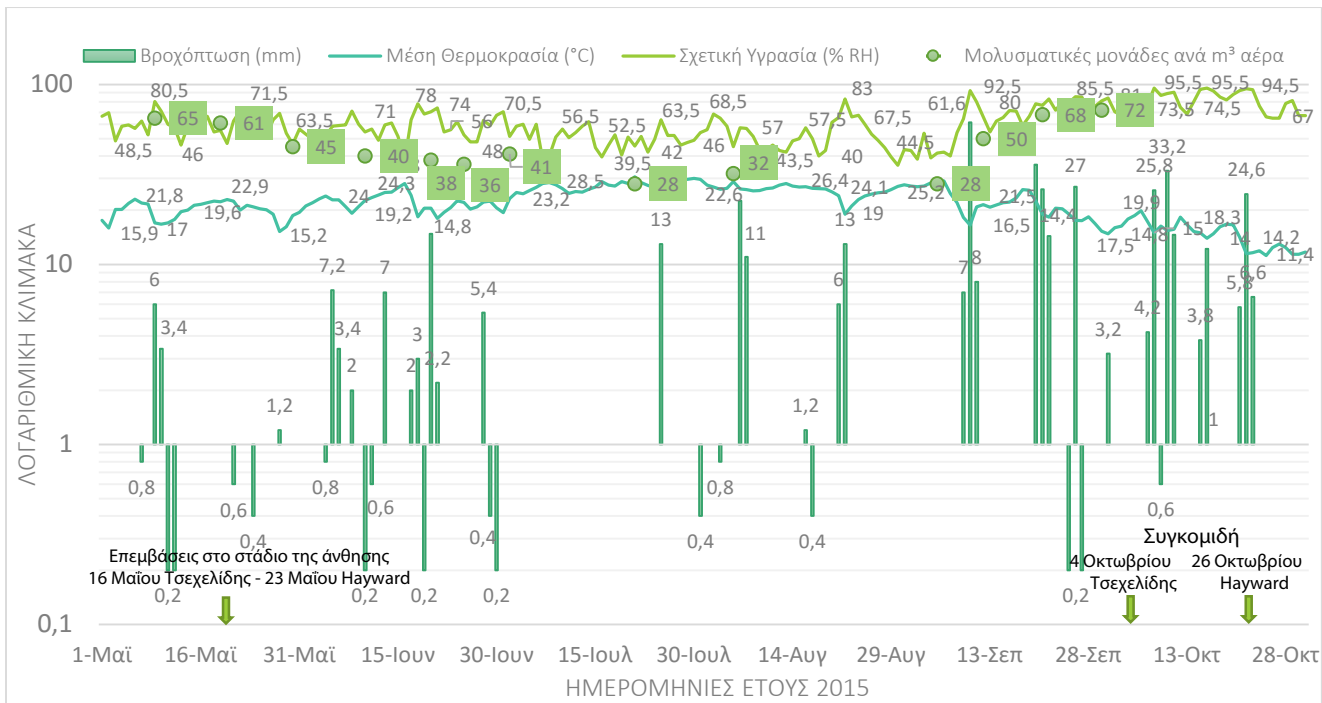
Αποτελέσματα

Η διερεύνηση της επιδημιολογίας του παθογόνου (προσβολές στα φύλλα των δέντρων δέντρα σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες) έδειξε ότι συχνότερα προσβάλλονται τα φύλλα κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου (**Εικόνα 2**). Το καλοκαίρι ο πληθυσμός παρέμενε σε χαμηλά επίπεδα εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και του καλού αερισμού που γίνονταν εξαιτίας των κλαδεμάτων. Εστίες μόλυνσης ήταν οι διάφοροι τραυματισμένοι ιστοί (τραυματισμένα φύλλα και σπασμένες βέργες από καλλιεργητικές φροντίδες), ζιζάνια και αρσενικές ταξιανθίες που παρέμεναν πάνω στα δέντρα.

Πέντε εβδομάδες μετά τη συγκομιδή του Τσεχελίδη (6 Νοεμβρίου) εμφανίστηκαν οι προσβολές από βοτρυτή στους καρπούς στο χώρο συντήρησης (0 °C). Οι αφέκαστοι καρποί εμφάνισαν βοτρυτή σε συχνότητα 68% ενώ όλα τα προγράμματα επεμβάσεων ήταν αποτελεσματικά (**Εικόνα 3**). Πιο αποτελεσματικά ήταν τα μυκητοκτόνα boscalid+pyraclostrobin (8% προσβολή), fludioxonil +cyprodinil (11%) και fenhexamid (12%) και οι επεμβάσεις με ASA (14%), ενώ λιγότερο αποτελεσματικό ήταν το iprodione (21%). Η ανάλυση των καρπών κατά τη συγκομιδή από το διαπιστευμένο Εργαστήριο Χημικών Αναλύσεων Analysis ΔΕΛΚΟΦ Α.Ε (Κοπανός, Νάουσα, ΤΚ 590 35) έδειξε ότι ουδέποτε ανιχνεύτηκαν υπολείμματα των μυκητοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν.



Εικόνα 2. Προσβολή φύλλων ακτινιδιάς από βοτρυτή λίγο πριν τη συγκομιδή



Διάγραμμα 2. Διακύμανση του εναέριου πληθυσμού του *Botrytis cinerea* σε ακτινιδεώνα σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες. Ο πληθυσμός του παθογόνου ήταν αυξημένος κατά την περίοδο της άνθησης την άνοιξη όπου υπήρχαν αρκετές βροχοπτώσεις και θερμοκρασίες κάτω από τους 20 °C. Κατά τους θερινούς μήνες ο πληθυσμός κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για να υπερδιπλασιαστεί το φθινόπωρο μετά τις 15 Σεπτεμβρίου. Ο πληθυσμός ήταν στη μέγιστη τιμή του στο διάστημα κοντά στη συγκομιδή όπου επικρατούσε υπερβολική μέση σχετική υγρασία >90%, εκτεταμένη σε διάρκεια και ένταση βροχόπτωση και θερμοκρασίες 14-20 °C



Εικόνα 3. Προσβολή καρπών ακτινιδιάς ποικ. Τσεχελίδη μετά από 5 εβδομάδες συντήρησης στους 0 °C

Για την ποικιλία Hayward έγινε μια πρώιμη εκτίμηση της προσβολής (δες παρακάτω) καθώς δεν έχει παρέλθει ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής του προϊόντος στον θάλαμο συντήρησης. Τα μυκητοκτόνα γενικά δεν μετέβαλαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών όταν εφαρμόστηκαν πέντε μήνες πριν τη συγκομιδή. Οι τιμές τους ήταν σε παρόμοια επίπεδα με εκείνα που καταγράφονται στους μάρτυρες των Πινάκων 1 & 2. Μία σημαντική αύξηση όλων των ποιοτικών χαρακτηριστικών καταγράφηκε στις εφαρμογές με ASA και για τις 2 ποικιλίες (**Πίνακες 1 και 2**).

Πρόβλεψη προσβολών στο θάλαμο συντήρησης

Σε καρπούς που συλλέχθηκαν 3-4 εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή και προέρχονταν από τις επεμβάσεις με τα μυκητοκτόνα και το ASA αποκόπτονταν τα σέπαλα και η ανθοδόχη και τοποθετούνταν σε εκλεκτικό υπόστρωμα για να διαπιστωθεί η παρουσία του *B. cinerea* (**Εικόνα 4**) σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Michailides and Elmer (2000). Η αλλαγή χρώματος του εκλεκτικού υποστρώματος από λευκό σε καφέ σκούρο ήταν ένδειξη της ανάπτυξης του βοτρυτή (**Εικόνα 5**) ενώ οποιαδήποτε άλλη αλλαγή χρώματος υποδήλωνε την ανάπτυξη άλλων μικροοργανισμών (π.χ. σκούρο πράσινο-κλαδοσπόριο) και η ανάπτυξη σταματούσε επιτόπου κάτω από τον ιστό εξαιτίας της δράσης των μυκητοκτόνων που υπάρχουν στο υπόστρωμα.

Πίνακας 1. Βάρος και ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών της ποικιλίας Τσεχελίδη όπου έχει εφαρμοστεί το ακετυλοσαλικυλικό οξύ

Επεμβάσεις	Μέσο βάρος καρπού (g) ¹	Αντίσταση σάρκας στην πίεση (kg/cm ²)	Διαλυτά Στερεά Συστατικά (% Brix)	Ογκομετρούμενη Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/ 100 mL χυμού)	Δείκτης ωριμότητας (ΔΣΣ/ΟΟ)	Ολικές φαινόλες (mg γαλλικού οξέος/100 g νωπού βάρους)	Ασκορβικό οξύ (mg/100 g νωπού βάρους)	
							DPPH	FRAP
ASA 1M	168.73±5.50a ²	5.88±0.21a	6.87±0.03a	1.91±0.01b	3.59±0.01a	88,9±11,9a	257,2±12,0b	97,2±4,6a
ASA 2M	168.60±6.05a	6.53±0.16b	6.87±0.09a	1.90±0.02b	3.63±0.02a	82,8±3,4a	250,7±16,6b	91,6±7,6ab
Μάρτυρας	153.03±6.32a	5.52±0.17a	6.50±0.21a	1.81±0.03a	3.58±0.05a	77.9±7.7a	200,8±3,3a	85,0±7,6a

Οι τιμές εκφράζονται σε μέσους όρους±τυπικό σφάλμα. Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα στις στήλες διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμή Duncan (Duncan's multiple range test, P≤0.05)

Πίνακας 2. Βάρος και ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών της ποικιλίας Hayward όπου έχει εφαρμοστεί το ακετυλοσαλικυλικό οξύ

Επεμβάσεις	Μέσο βάρος καρπού (g) ¹	Αντίσταση σάρκας στην πίεση (kg/cm ²)	Διαλυτά Στερεά Συστατικά (% Brix)	Ογκομετρούμενη Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/ 100 mL χυμού)	Δείκτης ωριμότητας (ΔΣΣ/ΟΟ)	Ολικές φαινόλες (mg γαλλικού οξέος/100 g νωπού βάρους)	Ασκορβικό οξύ (mg/100 g νωπού βάρους)	
							DPPH	FRAP
ASA 1M	144.05±3.06a	7.83±0.23a	6.77±0.07a	1.61±0.06a	4.32±0.17ab	81,2±3,0a	227,6±5,7b	77,9±2,7a
ASA 2M	145.11±5.07a	8.28±0.25b	7.80±0.06b	1.66±0.01a	4.69±0.07b	80,2±5,9a	237,2±11,5b	90,8±3,5b
Μάρτυρας	134.43±6.44a	7.63±0.20a	6.83±0.07a	1.64±0.02a	4.13±0.02a	72.5±2.2a	189,0±3,8a	70,3±3,4a

Οι τιμές εκφράζονται σε μέσους όρους±τυπικό σφάλμα. Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα στις στήλες διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμή Duncan (Duncan's multiple range test, P≤0.05)



Εικόνα 4. Τοποθέτηση σεπάλων και ανθοδόχης του καρπού στο εκλεκτικό θρεπτικό υπόστρωμα



Εικόνα 5. Η ανάπτυξη του *B. cinerea* προκαλεί μεταχρωματισμό στο εκλεκτικό υπόστρωμα εξαιτίας της οξείδωσης του ταννικού οξέος

Αποτελέσματα

Μια σημαντική παρουσία του βοτρώτη καταγράφηκε στα σέπαλα και στην ανθοδόχη των καρπών μεταξύ των μεταχειρίσεων. Τα μεγαλύτερα ποσοστά της παρουσίας του παθογόνου διαπιστώθηκαν στους μάρτυρες και των δύο ποικιλιών (**Πίνακας 3**). Σε καρπούς της ποικιλίας Τσεχελίδη το παθογόνο καταγράφηκε σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 54.2 έως 83.5%. Στις επεμβάσεις με iprodione και ASA 1mM η συχνότητα εμφάνισης του παθογόνου δεν διέφερε από εκείνη του μάρτυρα. Στους καρπούς που προέρχονταν από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις καταγράφηκαν σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά προσβολής. Τα χαμηλότερα ποσοστά καταγράφηκαν σε καρπούς όπου είχαν γίνει επεμβάσεις με τα μίγματα boscalid+pyraclostrobin και fludioxonil+cyprodinil.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα από τις δοκιμές για τη συχνότητα εμφάνισης του βοτρώτη στους καρπούς προ- και μετασυλλεκτικά στους θαλάμους συντήρησης

Επεμβάσεις	Πιθανότητα εκδήλωσης προσβολής καρπών (%)			
	Τσεχελίδης		Hayward	
	Αποικίες (%)	Κίνδυνος προσβολής	Αποικίες (%)	Κίνδυνος προσβολής
Fenhexamid	66.3ab ¹	Υψηλός (>6%)	59.4b	Υψηλός (>6%)
Boscalid+pyraclostrobin	58.8a	Υψηλός (>6%)	35.1a	Μεσαίος (2-6%)
Fludioxonil+cyprodinil	54.2a	Υψηλός (>6%)	52.5b	Υψηλός (>6%)
Iprodione	71.1bc	Υψηλός (>6%)	65.7bc	Υψηλός (>6%)
Ακετυλοσαλικυλικό οξύ 1mM	74.9bc	Υψηλός (>6%)	61.2b	Υψηλός (>6%)
Ακετυλοσαλικυλικό οξύ 2mM	68.3b	Υψηλός (>6%)	58.3b	Υψηλός (>6%)
Μάρτυρας	83.5c	Υψηλός (>6%)	76.1c	Υψηλός (>6%)

¹Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα στις στήλες διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 0.05 σύμφωνα με την δοκιμή Duncan

Με βάση τα δεδομένα του **Πίνακα 3** αναμένεται ένα υψηλό ποσοστό προσβολής στους θαλάμους συντήρησης σε όλες τις περιπτώσεις. Σε καρπούς της ποικιλίας Hayward το παθογόνο καταγράφηκε σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 35.1 έως 76.1%. Στους καρπούς όπου είχαν δεχτεί κάποια επέμβαση είτε με μυκητοκτόνα είτε με ακετυλοσαλικυλικό οξύ καταγράφηκε μικρότερος αριθμός απομονώσεων του *B. cinerea* σε σχέση με το μάρτυρα εκτός από το iprodione (**Πίνακας 3**). Όπως και στην περίπτωση της ποικιλίας Τσεχελίδη έτσι και στη Hayward οι καρποί αυτοί είχαν εμφάνισαν ένα μεγάλο ποσοστό αποικιών του παθογόνου σε επίπεδα παρόμοια με εκείνα του μάρτυρα. Γενικά στην ποικιλία Hayward καταγράφηκαν μικρότερα ποσοστά αποικιών του μύκητα ωστόσο σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις και πάλι ο κίνδυνος εμφάνισης του βοτρυτή στους θαλάμους συντήρησης βρέθηκε υψηλός. Εξαιρέση αποτέλεσαν οι καρποί Hayward όπου ψεκάστηκαν με boscalid+pyraclostrobin και εμφάνισαν μεσαίο κίνδυνο ανάπτυξης βοτρυτή (**Πίνακας 3**).

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ

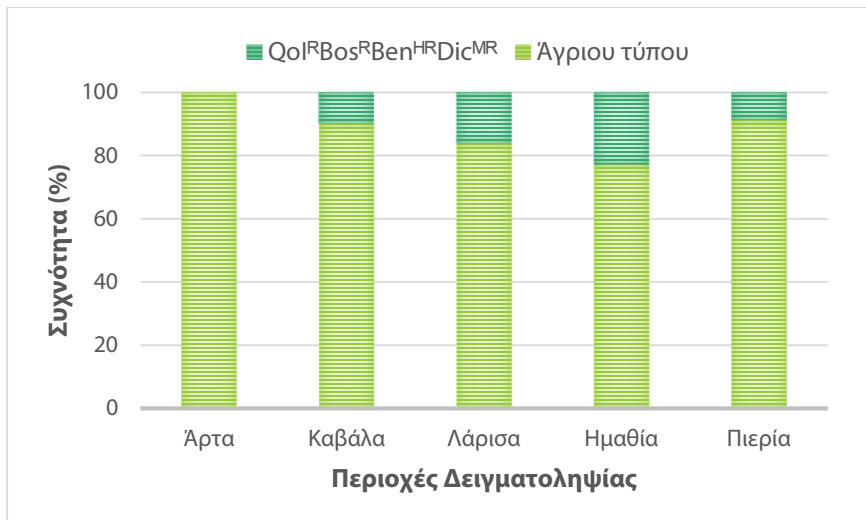
Το παθογόνο απομονώθηκε από καρπούς ακτινιδίων διαφόρων θέσεων δειγματοληψίας, τα οποία έφεραν τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της τεφράς σήψης στο σημείο της πρόσφυσης με τον κάλυκα. Κάθε προσβεβλημένος καρπός μεταφέρονταν από τους χώρους συντήρησης σε κατάλληλο χώρο του Ι.Γ.Β & Φ.Π. Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, μέσα σε αεροστεγή σακούλα πολυαιθυλενίου. Η απομόνωση γίνονταν με ελαφρά επαφή ενός αποστειρωμένου με φωτιά βακτηριολογικού κρίκου πάνω στις καρποφορίες του παθογόνου και εναπόθεση των σπορίων σε αποστειρωμένο θρεπτικό υλικό PDA (potato dextrose agar) μέσα σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες. Από κάθε δείγμα προσβεβλημένου καρπού γινόταν μία απομόνωση.

Τα δείγματα ελήφθησαν από γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές και ο αριθμός των δειγμάτων από κάθε περιοχή ήταν ευθέως ανάλογος της καλλιεργούμενης έκτασης των ακτινιδίων. Ήτοι: από την περιοχή της Άρτας ελήφθησαν 51 δείγματα, από την περιοχή της Καβάλας 64, από την περιοχή της

Λάρισας (Πυργετός) 88, από την περιοχή της Ημαθίας (Επισκοπή) 142 και από την περιοχή της Πιερίας (Κατερίνη) 164. Με τη μέθοδο της σημειακής εναπόθεσης σπορίων (Chatzidimopoulos et al., 2013) λαμβάνονταν μία μάζα σπορίων από καλλιέργειες 8 ημερών με τη βοήθεια βακτηριολογικού κρίκου και εναποτίθεντο σε προκαθορισμένα σημεία στην περιφέρεια τριβλίου με θρεπτικό υλικό, εμπλουτισμένο με τις δόσεις εκείνες των μυκητοκτόνων όπου διαχωρίζονται τα ευαίσθητα και τα ανθεκτικά στελέχη του παθογόνου. Οι δόσεις αυτές ήταν: 1 mg L⁻¹ fenhexamid 1 mg L⁻¹, 10 1 mg L⁻¹ pyraclostrobin, 10 1 mg L⁻¹ boscalid, 1 1 mg L⁻¹ cyprodinil, 0.1 1 mg L⁻¹ fludioxonil, 3 1 mg L⁻¹ iprodione και 100 1 mg L⁻¹ carbendazim.

Αποτελέσματα

Με εξαίρεση την περιοχή της Άρτας, ανθεκτικοί φαινότυποι του *B. cinerea* ανιχνεύθηκαν σε όλες τις κύριες περιοχές παραγωγής ακτινιδίων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε όλες τις περιοχές δειγματοληψίας εντοπίστηκε μόνο ένας ανθεκτικός φαινότυπος του παθογόνου. Ο φαινότυπος αυτός εμφάνισε ανθεκτικότητα σε τέσσερις διαφορετικές ομάδες μυκητοκτόνων και πιο συγκεκριμένα στις ομάδες των QoIs, SDHIs, βενζιμιδαζολικών και δικαρβοξιμιδικών μυκητοκτόνων (**Διάγραμμα 3**). Καμία απομόνωση δεν βρέθηκε ανθεκτική σε μυκητοκτόνα των ομάδων των υδροξυανιλιδίων, των ανιλινοπυριμιδινών και των φαινυλοπυρρολών. Από ακτινίδια των περιοχών της Καβάλας και της Κατερίνης ο ανθεκτικός σε τέσσερις ομάδες μυκητοκτόνος φαινότυπος εμφανίστηκε σε σχετικά χαμηλά ποσοστά (9.8 και 8.6 % αντίστοιχα). Ο ίδιος ανθεκτικός φαινότυπος εντοπίστηκε στην περιοχή του Πυργετού Λάρισας και της Επισκοπής Πέλλας σε υψηλότερη συχνότητα (15.8 και 22.7 % του συνολικού δείγματος). Σε όλες βέβαια τις περιπτώσεις κυρίαρχος ήταν ο φαινότυπος 'άγριου τύπου', ευαίσθητος σε όλες τις ομάδες μυκητοκτόνων. Στην περιοχή της Άρτας εξάλλου ήταν και ο μοναδικός που βρέθηκε σε προσβεβλημένα αποθηκευμένα ακτινίδια.



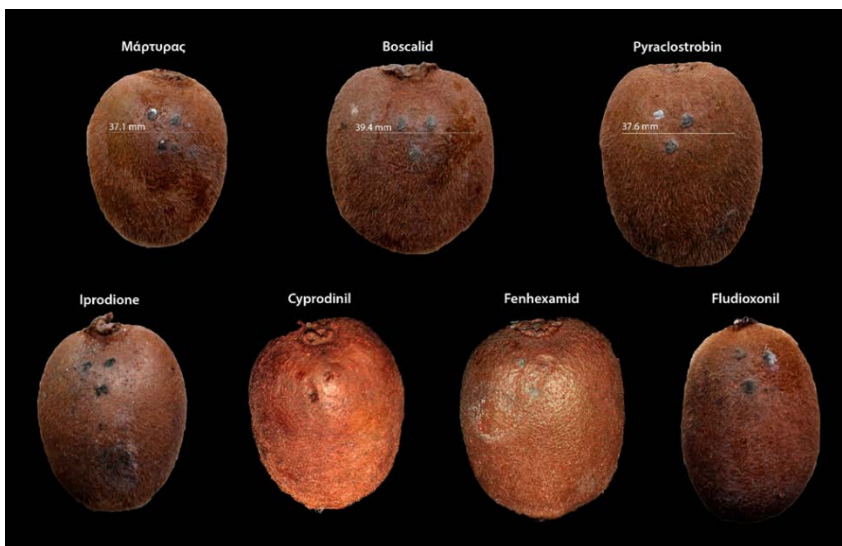
Διάγραμμα 3. Ποσοστιαία κατανομή φαινοτύπων *B. cinerea* σε πέντε διαφορετικές θέσεις δειγματοληψίας. Η ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα fenhexamid (Hvd), pyraclostrobin (Qol), boscalid (Bos), cyprodinil (Ani), fludioxonil (Phen), carbendazim (Ben) και iprodione (Dic) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της σημειακής εναπόθεσης σπορίων σε θρεπτικά υποστρώματα εμπλουτισμένα με μυκητοκτόνα στη συγκέντρωση διαχωρισμού για κάθε περίπτωση. R: ανθεκτικό, MR: μέτριας ανθεκτικότητας, HR: υψηλής ανθεκτικότητας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ

Σε κάθε καρπό ακτινιδίου (ποικ. Hayward), που είχε εμβαπτιστεί στις συνιστώμενες δόσεις μυκητοκτόνων που είχαν εφαρμοστεί στον αγρό, έγιναν τρεις πληγές υπό τη μορφή κορυφών ισοπλεύρου τριγώνου και μολύνθηκαν με ανθεκτικό στέλεχος του παθογόνου που εμφάνιζε ανθεκτικότητα στις ομάδες των QoIs και SDHIs (Signum), βενζιμιδαζολικών (Carbendazim) και δικαρβοξιμιδικών (Rovral) μυκητοκτόνων. Η αποτελεσματικότητα των μυκητοκτόνων αξιολογήθηκε με μέτρηση της διαμέτρου ανάπτυξης της κηλίδας προσβολής του παθογόνου μετά από 6 μέρες επώασης σε θάλαμο ανάπτυξης (Sanyo MLR-350HT) με φωτοπερίοδο 10:14 και θερμοκρασία 18 °C.

Αποτελέσματα

Στους καρπούς του μάρτυρα έπειτα από 6 μέρες επώασης παρατηρήθηκε κανονική ανάπτυξη της κηλίδας προσβολής στο μάρτυρα διαμέτρου 37.1mm. Το ανθεκτικό στέλεχος ES-16 σχημάτισε κηλίδα προσβολής στους καρπούς που είχαν δεχθεί επέμβαση με τα μυκητοκτόνα pyraclostrobin και boscalid όμοια με εκείνη του μάρτυρα (**Εικόνα 6**). Αν και το στέλεχος ήταν ανθεκτικό στο iprodione εντούτοις το μυκητοκτόνο αυτό περιόρισε την κηλίδα προσβολής στους καρπούς. Τα μυκητοκτόνα fenhexamid (Teldor), cyprodinil και fludioxonil (Switch) ήταν πολύ αποτελεσματικά καθώς το στέλεχος ήταν ευαίσθητο σε αυτά τα μυκητοκτόνα (**Εικόνα 6**).

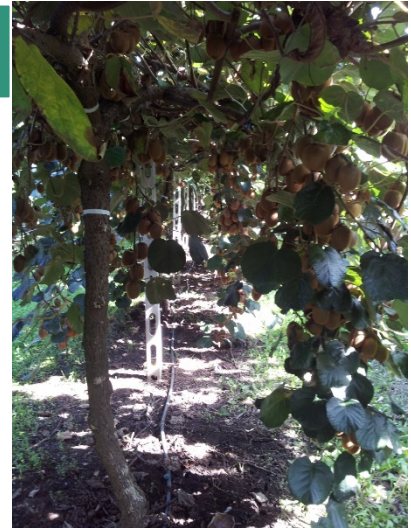
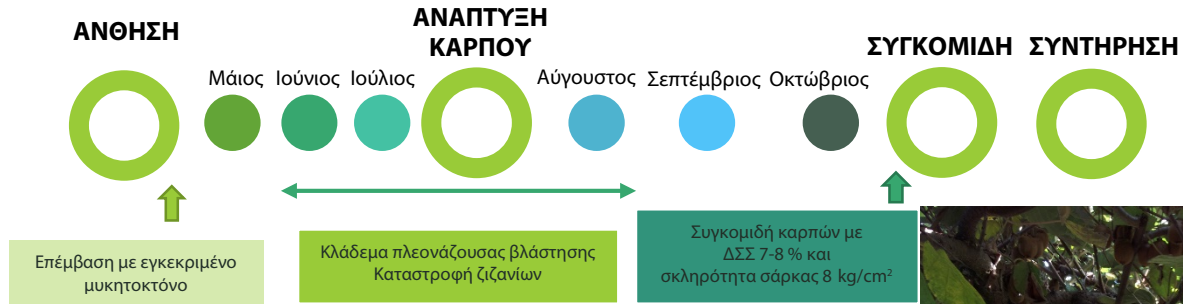


Εικόνα 6 Ανάπτυξη κηλίδας προσβολής του *B. cinerea* σε καρπούς ακτινιδιού εμβαπτισμένους σε μυκητοκτόνα, που μολύνθηκαν με την πολλαπλής ανθεκτικότητας απομόνωση ES-16

ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΒΟΤΡΥΤΗ

Το παρακάτω γράφημα αποτελεί την επιτομή της παρούσας έρευνας και στο πλαίσιο της διάχυσης των αποτελεσμάτων ενδείκνυται για εφαρμογή στην πράξη από τους παραγωγούς.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΒΟΤΡΥΤΗ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι ένας ψεκασμός στην άνθηση με τα μυκητοκτόνα iprodione ή fenhexamid (τα μοναδικά εγκεκριμένα κατά της ασθένειας στην ακτινιδιά) μπορεί να μειώσει τις προσβολές από βοτρώτη κατά τη συντήρηση στα ψυγεία. Τα μίγματα boscalid+pyraclostrobin και fludioxonil+cyprodinil αν και έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα κατά της ασθένειας δεν συνιστώνται για εφαρμογές διότι δεν είναι εγκεκριμένα για χρήση στην ακτινιδιά. Από τα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν δύο πολύ σημαντικά συμπεράσματα: α) Το στάδιο της άνθησης είναι πολύ σημαντικό για την είσοδο του παθογόνου καθώς φαίνεται ότι με την καλή και έγκαιρη κάλυψη του άνθους με τα μυκητοκτόνα αποτράπηκε η είσοδος και κατά συνέπεια περιορίστηκε η εκδήλωση της ασθένειας, β) τα μυκητοκτόνα έχουν πολύ μεγάλη υπολειμματική δράση στην ακτινιδιά καθώς φαίνεται ότι παραμένουν στα δέντρα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στελέχη του *B. cinerea* με πολλαπλή ανθεκτικότητα σε αρκετές ομάδες μυκητοκτόνων βρέθηκαν σε αποθηκευμένα ακτινιδία διαφορετικών περιοχών της χώρας. Τα στελέχη αυτά είναι πιθανό να προέρχονται από γειτονικά κτήματα με άλλες καλλιέργειες π.χ. πυρηνόκαρπα όπου γίνονται επεμβάσεις με Signum ή με άλλα μυκητοκτόνα για τη μονιλια. Χρειάζεται πάντως προσοχή στις επεμβάσεις ώστε ο ανθεκτικός πληθυσμός να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα. Αξίζει να αναφερθεί πως το μυκητοκτόνο iprodione αν και χρησιμοποιείται για 5 δεκαετίες στην πράξη έχει διατηρήσει τη δράση του παρά την εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών του μύκητα.

Οι 4 εφαρμογές με ακετυλοσαλικυλικό οξύ μπορούν να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των ακτινιδίων στους θαλάμους συντήρησης, ενώ παράλληλα αυξάνουν και όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Όμως οι εφαρμογές αυξάνουν το κόστος της καλλιέργειας (ψεκαστικά) και σίγουρα δεν ενδείκνυται μία προσπάθεια ενσωμάτωσης των αποτελεσμάτων στην πράξη. Ίσως μία εφαρμογή με το ανάλογο του σαλικυλικού οξέος μυκητοκτόνο acibenzolar, κοντά στη συγκομιδή, να είναι αποτελεσματική κατά του βοτρώτη. Αυτή όμως η περίπτωση χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Πάντως οι βιοενεργοποιητές σίγουρα έχουν θέση στα προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης (IPM) εφόσον,

όπως διαφάνηκε και από τις επεμβάσεις με το ακετυλοσαλικυλικό οξύ, δεν προκαλούν προβλήματα φυτοτοξικότητας.

Πιο σημαντική ίσως και από την εφαρμογή των μυκητοκτόνων είναι η μείωση του μολύσματος του μύκητα στον αγρό με πρακτικές που αποσκοπούν στη μείωση της περίσσειας υγρασίας στην κόμη των δέντρων. Τέτοιες πρακτικές αφορούν στο κλάδεμα των δέντρων και στον καθαρισμό των ζιζανίων μία φορά κάθε μήνα μέχρι τον Αύγουστο. Γίνεται εύκολα δε αντιληπτό ότι σε αγρούς όπου εφαρμόζονται λιγότερες μεταχειρίσεις θα πρέπει να αναμένεται και μεγαλύτερη προσβολή από το παθογόνο. Η συγκομιδή των ακτινιδίων με ποσοστό διαλυτών στερεών 7-8% είναι μια πρακτική που εφαρμόζεται εδώ και χρόνια στη Νέα Ζηλανδία για τον περιορισμό του βοτρύτη. Με αυτές τις πρακτικές η βιομηχανία ακτινιδίων της νέας Ζηλανδίας έχει μετατρέψει το πρόβλημα του βοτρύτη σε δευτερεύουσας σημασίας χωρίς να εφαρμόζεται κάποια δραστική ουσία στον αγρό.

Πρέπει να επισημανθεί ότι αν και ενθαρρυντικά τα αποτελέσματα αυτά προέρχονται από τον πειραματισμό μιας μόνο καλλιεργητικής περιόδου και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα σε βάθος χρόνου. Ωστόσο, οι γενικότεροι κανόνες ορθής γεωργικής πρακτικής πρέπει να εφαρμόζονται συνολικά από όλους τους αγρότες για την παραγωγή ενός ανταγωνιστικού προϊόντος σύμφωνα με τις επιταγές της αγοράς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chatzidimopoulos M, Papaevaggelou D, Pappas AC, 2013. Detection and characterization of fungicide resistant phenotypes of *Botrytis cinerea* in lettuce crops in Greece. *European Journal of Plant Pathology* **137**, 363-76.
- Elmer PaG, Boyd-Wilson K, Cook D, Gaunt RE, Frampton C, Pyke N. Sources of *Botrytis cinerea* inoculum in kiwifruit orchards and the relationship between total inoculum potential, external fruit contamination, and stem end rot of kiwifruit. In: Abstacts, ed. *Proceedings of the 6th International Congress of Plant Pathology*, 1993. Montreal, Canada, 110.
- Manning MA, Pak HA, Beresford RM, 2010. Non-fungicidal control of *Botrytis* storage rot in New Zealand kiwifruit through pre- and postharvest crop

management. In: Prusky D, Gullino ML, eds. *Post-harvest pathology*. New York: Springer Netherlands.

Michailides TJ, Elmer PaG, 2000. Botrytis gray mold of kiwifruit caused by *Botrytis cinerea* in the United States and New Zealand. *Plant Disease* **84**, 208-23.

Το έργο εντάσσεται στην πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» με MIS 453350 στο πλαίσιο του ΕΠ «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού», ΕΣΠΑ 2007-2014. Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς Πόρους και συντονίζεται από τον ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Ακρόδρυων/Υπεύθυνη παρακολούθησης: Δρ. Παυλίνα Δρογούδη.