

Μη χημικοί τρόποι αντιμετώπισης της μετασυλλεκτικής σήψης καρπών εσπεριδοειδών από Πενικίλλια

Δρ Βασίλειος Ζιώγας, Ερευνητής Βαθμίδας Δ'
Δρ Ματθαίος Μαθιουδάκης, Ερευνητής Βαθμίδας Δ'
Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου
Δρ Κωσταντίνος Παπουτσίης, UCD School of Agriculture and Food Science, Ireland
Δρ Joaquín H. Hasperue, Centro de Investigacion y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), Argentina

Τα εσπεριδοειδή είναι μια από τις πιο σημαντικότερες καλλιέργειες στον κόσμο με την παγκόσμια παραγωγή τους να ανέρχεται άνω των 140 εκατομμυρίων τόνων (στοιχεία FAO). Μετά τη συγκομιδή τους αποθηκεύονται και διακινούνται μέσω συσκευαστηρίων προκειμένου να διατηρηθεί η ζωή στο ράφι, η ποιότητα καθώς και να μειωθούν οι μετασυλλεκτικές απώλειες λόγω παθογόνων προσβολών. Τα πενικίλλια *Penicillium digitatum* Sacc. (πράσινη μούχλα) και *P. italicum* Wehmer (μπλέ μούχλα) είναι παθογόνα που προκαλούν μεγάλη οικονομική ζημία στην εμπορία των εσπεριδοειδών καθώς προκαλούν μετασυλλεκτικές απώλειες (μέχρι 30 και 80%, αντίστοιχα). Τόσο το *P. digitatum* όσο και το *P. italicum* είναι παθογόνα που εισέρχονται στον καρπό μέσω πληγών και παράγουν μεγάλη ποσότητα αερομεταδιδόμενων κονιδίων του μύκητα.



Προσβολή καρπού από τον μύκητα *P. digitatum* (αριστερά) και *P. italicum* (δεξιά). Πηγή: Gerald Holmes, California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

Στα εσπεριδοειδή ο έλεγχος της σήψης των καρπών από πενικίλλια επιτυγχάνεται κυρίως με τη μετασυλλεκτική εφαρμογή χημικών μυκητοκτόνων, όπως το imazalil, thiabendazole, pyrimethanil και fludioxonil. Ωστόσο, υπάρχουν πρόσφατες αναφορές που καταδεικνύουν ότι η εκτεταμένη χρήση μετασυλλεκτικά των χημικών μυκητοκτόνων προκαλεί την ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών των μυκήτων με άμεσο αποτέλεσμα τη μειωμένη αποτελεσματικότητά τους. Επιπρόσθετα, στις μέρες μας οι καταναλωτές ανησυχούν όλο και περισσότερο για τη χρήση μυκητοκτόνων στην επιφάνεια των καρπών καθώς η χρήση τους έχει συσχετιστεί με διάφορα θέματα υγείας και περιβαλλοντικής ρύπανσης. Επιπλέον, οι εταιρείες εξαγωγών εσπεριδοειδών υιοθετούν αυστηρά πρωτόκολλα ελέγχου όσον αφορά την υπολειμματικότητα των φυτοφαρμάκων, η οποία ευθυγραμμίζεται με την απαίτηση του καταναλωτικού κοινού για ασφαλέστερα γεωργικά προϊόντα. Επιπλέον, ο προσδιορισμός των «ασφαλών» επιπέδων μόνο για μια χημική φυτοπροστατευτική ένωση υποτιμά τον πραγματικό κίνδυνο που ελλοχεύει για την υγεία του καταναλωτή η χρόνια κατανάλωση διαφορετικών χημικών ενώσεων.

Συνεπώς, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η εύρεση εναλλακτικών μεθόδων ελέγχου της μετασυλλεκτικής σήψης από πενικίλλια στα εσπεριδοειδή, ως αυτόνομες διαδικασίες ή σε συνδυασμό με άλλα μέσα. Τα τελευταία χρόνια διεξήχθησαν αρκετές μελέτες που διερευνούν την επίδραση μη χημικών μεθόδων, όπως οι ιονίζουσες και μη ιονίζουσες ακτινοβολίες, τα φυτικά εκχυλίσματα, διάφοροι παράγοντες βιολογικού ελέγχου, η χρήση ζεστού νερού και η χρήση χημικών αλάτων, ως αποτελεσματικοί μέθοδοι ελέγχου των πενικιλλίων στα εσπεριδοειδή.

Το παθογόνο *P. digitatum* και *P. italicum*, που προκαλούν μετασυλλεκτική σήψη στους καρπούς των εσπεριδοειδών, είναι μύκητες που ταξινομούνται στη σειρά Eurotiales και την οικογένεια Trichocomaceae. Οι δύο τύποι πενικιλλίων χαρακτηρίζονται ως παθογόνα πληγών. Η ικανότητα τους να μολύνουν τους καρπούς πραγματοποιείται μόνο μέσω του τραυματισμού της επιδερμίδας του καρπού. Ο τραυματισμός είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί

είτε κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, την απρόσεκτη διαχείριση των καρπών εντός του χώρου του συσκευαστηρίου ή από αδέξιους χειρισμούς κατά τη μεταφορά τους στις αλυσίδες εμπορίας ή ακόμη και λόγω τραυματισμού του καρπού 2-3 ημέρες πριν τη συγκομιδή από αβιοτικούς παράγοντες, όπως το ψύχος ή ο άνεμος.

Τα σπόρια των μυκήτων, τα οποία παράγονται μαζικά στην επιφάνεια των καρπών που βρίσκονται στο στάδιο της αποσύνθεσης (έδαφος του οπωρώνα, συσκευαστήριο ή χώρος αποθήκευσης) διασκορπίζονται στον αέρα και μπορούν εύκολα να προκαλέσουν περαιτέρω μολύνσεις σε γύρω καρπούς πριν ή μετά τη συγκομιδή.

Η ένταση (ικυρότητα) της προκαλούμενης σήψης των καρπών από πενικίλλια εξαρτάται: 1) από την ποσότητα των παθογόνων σπορίων που εισέρχονται από τις πληγές της επιδερμίδας, 2) το στάδιο ωρίμασης των καρπών (οι ώριμοι καρποί είναι πιο ευαίσθητοι) και 3) τις ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας (20-25 °C) για την εξέλιξη του παθογόνου. Επισημαίνεται ότι ακόμη και μη ορατές πληγές στην επιδερμίδα του καρπού είναι δυνατό να αποτελέσουν σημείο εισόδου του παθογόνου. Επίσης, τονίζεται ότι αν και για τους δύο παθογόνους οργανισμούς (*P. digitatum* και *P. italicum*) η βέλτιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση και την ανάπτυξη τους είναι οι 25 °C, ο μύκητας *P. digitatum* ευνοείται περισσότερο σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, καθώς προάγεται η βλάστηση των κονιδίων και η ανάπτυξη της μυκηλιακής υφής του, ενώ το παθογόνο *P. italicum* χρήζει προσοχής κατά την αποθήκευση καρπών σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυχρούς θαλάμους). Στις προσβεβλημένες περιοχές του καρπού των εσπεριδοειδών εμφανίζεται ένα μαλακό, υδαρές και αποχρωματισμένο σημείο λόγω της δράσης υδρολυτικών ενζύμων (π.χ. πολυγαλακτορουνάση, γλυκοσιδάση), τα οποία προκαλούν τη διάλυση των ιστών της επιδερμίδας, διευκολύνοντας την εγκατάσταση του μύκητα και την τελική σήψη του καρπού. Η επιφάνεια των προσβεβλημένων καρπών καλύπτεται πλήρως με σπόρια μυκήτων, ακολουθούμενη από συρρίκνωση των καρπών. Η σήψη από το παθογόνο *P. digitatum* μετατρέπει τον καρπό σε μια παραμορφωμένη μουμιοποιημένη μάζα, ενώ στην περίπτωση της προσβολής από *P. italicum* ο μουμιοποιημένος καρπός αποκτά κολλώδη μορφή. Η διαδικασία εξέλιξης της ασθένειας εξαρτάται και από τη σχετική υγρασία του χώρου.



Προσβεβλημένοι καρποί στον αγρό από πενικίλλια.

Πηγή: Gerald Holmes, California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

Μη χημικοί μέθοδοι αντιμετώπισης της σήψης καρπών από πενικίλλια

Χρήση φυτικών εκκυλισμάτων

Η μπτέρα φύση αποτελούσε πάντα για τον άνθρωπο πολύτιμη πηγή αναζήτησης χρήσιμων ενώσεων για τη διατήρηση της μετασυστατικής ζωής των τροφών του. Πρόσφατες μελέτες επισημαίνουν τη χρήση φυτικών εκκυλισμάτων ως πιθανή και ταυτόχρονα εναλλακτική μέθοδο για την αποτελεσματική διαχείριση παθογόνων οργανισμών που εκδηλώνουν τη δράση τους μετά τη συγκομιδή των εσπεριδοειδών. Αρκετά εργαστήρια εστι-

άζουν την έρευνά τους στον έλεγχο της αποτελεσματικής χρήσης φυτικών εκκυλισμάτων, ως συστατικά καινοτόμων αντιμυκητιακών ενώσεων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των μετασυστατικών ασθενειών στα εσπεριδοειδή. Τα φυτικά εκκυλισματα που προέρχονται κυρίως από αρωματικά φυτά έχουν δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην πρόληψη και αντιμετώπιση μυκητολογικών προσβολών στα εσπεριδοειδή σε εργαστηριακό επίπεδο (*in vitro* και *in vivo*). Η πιθανή εφαρμογή φυτικών εκκυλισμάτων ως αυτούσιων μυκητοκτόνων ή ο συνδυασμός τους με άλλα προληπτικά μέτρα αποτελεί θετικό βήμα στην αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια, λόγω της καλά τεκμηριωμένης αντιμυκητιακής δράσης, της χαμηλής φυτοτοξικότητας, του ειδικευμένου τρόπου δράσης, της βιοαποικοδόμησης των σκευασμάτων και της περιορισμένης περιβαλλοντικής τοξικότητας που χαρακτηρίζει τα δεδομένα σκευάσματα. Οι τελευταίες αυτές ιδιότητες καθιστούν τα φυτικά εκκυλισματα πολύτιμα εργαλεία στο οπλοστάσιο της αειφόρου γεωργίας, επειδή αξιοποιεί φυσικούς πόρους που χαρακτηρίζονται από μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Πειραματικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η ικανότητα φυτικών εκκυλισμάτων, από διαφορετικά φυτά, στον έλεγχο της σήψης των εσπεριδοειδών από πενικίλλια, οφείλεται κυρίως στην περιεκτικότητά τους σε δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως φλαβονοειδή, κινόνες, ταννίνες, τερπένια, αλκαλοειδή, σαπωνίνες, στερόλες, εξανάλη, ιαμονικές ενώσεις, αλλικίνη, γλυκοσινολικές ενώσεις κ.ά. Η απουσία οποιασδήποτε αναφοράς φυτοτοξικότητας σε καρπούς εσπεριδοειδών ενισχύει τη δυνατότητα των εκκυλισμάτων από φλοιούς ροδιού να χρησιμοποιηθούν ως ένας αποτελεσματικός και φιλικός για το περιβάλλον παράγοντας ελέγχου της μετασυστατικής σήψης στα εσπεριδοειδή.

Χρήση αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια είναι φυσικές πτητικές ενώσεις διαλυτές σε οργανικούς διαλύτες που παράγονται σε διάφορα φυτικά όργανα. Χαρακτηρίζονται για τις αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές, αντι-ιικές, εντομοκτόνες, αντιοξειδωτικές και φαρμακευτικές ιδιότητές τους. Πρόσφατες εργαστηριακές μελέτες απέδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια διαθέτουν δύο μοναδικά χαρακτηριστικά: i) είναι φυσικά προϊόντα, ασφαλή για τους καταναλωτές και τα οικοσύστημα και ii) οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν μετασυστατικές απώλειες διαθέτουν μικρή πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας έπειτα από τη χρήση τους λόγω των πολλών και διαφορετικών πτητικών ενώσεων που τα αποτελούν και λόγω του γεγονότος ότι η κάθε ένωση διαθέτει διαφορετικό τρόπο δράσης. Η πτητική φύση των αιθέριων ελαίων και η υψηλή ικανότητα βιο-αποικοδόμησης τα καθιστά αποτελεσματικούς και χρήσιμους αναστολείς της μετασυστατικής σήψης των καρπών των εσπεριδοειδών, με ταυτόχρονα χαμηλά επίπεδα ανίχνευσης υπολειμμάτων. Η επιτυχής χρήση των αιθέριων ελαίων ως αποτελεσματικών μυκητοκτόνων έχει αναφερθεί σε πολλά είδη εσπεριδοειδών, όπως τα μανταρίνια σατσούμα, τα πορτοκάλια και τα λεμόνια.

Διάφορες μελέτες που σχετίζονται με τη χρήση αιθέριων ελαίων στη μετασυστατική αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια, επισημαίνουν ότι η δόση των αιθέριων ελαίων που εφαρμόζεται επί του καρπού των εσπεριδοειδών δε θα πρέπει να είναι υψηλή καθώς υπάρχει ο κίνδυνος φυτοτοξικότητας με ταυτόχρονο υψηλό κόστος εφαρμογής.

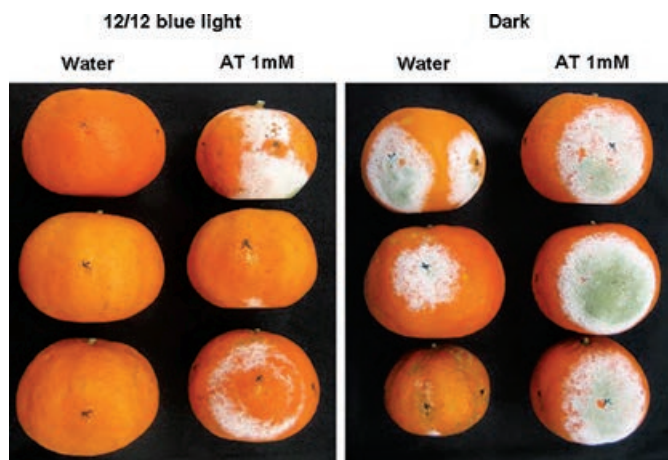
Πολλές μελέτες προτείνουν μια εναλλακτική προσέγγιση

στην εφαρμογή των αιθέριων ελαίων μέσω της χρήσης κεριού ή άλλων ενώσεων, όπως η χιτοζάνη που θα μπορούσαν να ελαχιστοποιήσουν την πτητικότητα τους και να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και τη διάρκεια δράσης των αιθέριων ελαίων στην επιφάνεια των εσπεριδοειδών.

Επίσης, στην αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια στα εσπεριδοειδή δοκιμάστηκε και η τεχνολογία των νανο-σωματιδίων. Συγκεκριμένα, ατμοί αιθέριων ελαίων απελευθερώθηκαν μέσα σε σακούλες πολυαιθυλενίου που διέθεταν νανο-σωματίδια αργίλου και ήταν σε θέση να ελέγξουν τη μετασυσπαστική σήψη από πενικίλλια σε καρπούς εσπεριδοειδών. Για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των αιθέριων ελαίων εντός του κεριού σε βιομηχανική κλίμακα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως η διαλυτότητα του μείγματος ουσιών, η διαπερατότητα των αερίων, η χημική συμβατότητα μεταξύ των αιθέριων ελαίων και των κεριών.

Χρήση μη ιονίζουσας και ιονίζουσας ακτινοβολίας

Αρκετά εργαστήρια εστιάζουν την έρευνά τους στη δυνατότητα εφαρμογής μη ιονίζουσας ακτινοβολίας (UV-C, UV-B, μπλε φως) και ιονίζουσας ακτινοβολίας (ακτίνες γ) ως αποτελεσματική μέθοδο αντιμετώπισης της σήψης από πενικίλλια στα εσπεριδοειδή. Τα επιστημονικά δεδομένα αναφέρουν ότι η αποτελεσματικότητα της χρήσης ακτινοβολίας για την αντιμετώπιση της μετασυσπαστικής σήψης από πενικίλλια επηρεάζεται κυρίως από τον τύπο ακτινοβολίας που εφαρμόζεται επί του καρπού καθώς και από την ικανότητα διείσδυσης της ακτινοβολίας εντός του καρπού.



Προσβεβλημένοι καρποί στον αγρό από πενικίλλια. Πηγή: Gerald Holmes, California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

Η ακτινοβολία UV είναι μια μη ιονίζουσα ακτινοβολία που κατηγοριοποιείται σε UV-C (100-280 nm), UV-B (280-315 nm) και UV-A (315-400 nm). Οι ακτινοβολίες UV-C όσο και UV-B έχουν μελετηθεί εκτενώς ως προς την ικανότητα πρόληψης της σήψης από πενικίλλια των καρπών των εσπεριδοειδών. Η αποτελεσματικότητα χρήσης της υπεριώδους ακτινοβολίας έναντι της μετασυσπαστικής σήψης από πενικίλλια επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους, όπως ο τύπος της ακτινοβολίας UV, η ένταση, η περίοδος συγκομιδής του καρπού, το στάδιο ωρίμασης του καρπού, το βάθος εισχώρησης της ακτινοβολίας εντός της φλούδας του καρπού και η θερμοκρασία αποθήκευσης κατά τις πρώτες 24 ώρες μετά την εφαρμογή της υπεριώδους ακτινοβολία επί των καρπού. Αν και η ακτινοβολία UV-C εμποδίζει τη μετασυσπαστική σήψη των καρπών εσπεριδοειδών από πενικίλλια, οι υψηλές

εντάσεις της δεδομένης ακτινοβολίας ενδέχεται να προκαλέσουν ζημιά στο flavedo (έγχρωμο τμήμα του φλοιού του καρπού) των εσπεριδοειδών. Αντιθέτως, ερευνητικά αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η ακτινοβολία UV-B ασκεί λιγότερη αρνητική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιδερμίδας των καρπών εσπεριδοειδών, συγκρινόμενη με την ακτινοβολία UV-C. Η ακτινοβολία UV-B έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί αποτελεσματικό παράγοντα περιορισμού της σήψης από πενικίλλια σε λεμόνια και μανταρίνια σατσούμα.

Το μπλε φως (400-500 nm) αποτελεί μέρος του ορατού φάσματος και ρυθμίζει αρκετές μεταβολικές διεργασίες στους φυτικούς ιστούς. Πλήθος ερευνητικών μελετών αναφέρει ότι το μπλε φως θα μπορούσε να εφαρμοστεί για τον έλεγχο τόσο του *P. digitatum* όσο και του *P. italicum* σε καρπούς εσπεριδοειδών. Ωστόσο, οι μηχανισμοί που σχετίζονται με τον τρόπο δράσης του μπλε φωτός στον έλεγχο της μετασυσπαστικής σήψης των εσπεριδοειδών δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως.

Η ιονίζουσα ακτινοβολία γ έχει αποδειχθεί ως μια πιθανή μέθοδος που δύναται να εφαρμοστεί για την επέκταση της ζωής στο ράφι αρκετών φρούτων και λαχανικών. Η εφαρμογή χαμηλής δόσης ακτινοβολίας γ επιβραδύνει την ωρίμαση των καρπών αναστέλλοντας την παραγωγή αιθυλενίου και τον ρυθμό αναπνοής, ρυθμίζοντας παράλληλα την ενεργό δράση ενζύμων του αντιοξειδωτικού μηχανισμού. Πρέπει να τονιστεί ότι προτού η μέθοδος αυτή εφαρμοστεί εμπορικά, θα πρέπει να καμφθεί η δυσπιστία των καταναλωτών όσον αφορά τα ακτινοβολημένα τρόφιμα και να μελετηθεί επαρκώς η ασφάλειά τους ως τρόφιμα ευρείας κατανάλωσης.

Χρήση θερμού ύδατος

Η χρήση θερμού ύδατος χρησιμοποιείται εκτενώς σε διάφορα φρούτα και λαχανικά για την αντιμετώπιση μετασυσπαστικών απωλειών που προκαλούνται από διαφορετικά παθογόνα, με σκοπό την παράταση της ζωής στο ράφι ή της αποθήκευσης. Η εφαρμογή ζεστού νερού επί του καρπού αποτελεί μια μορφή φυσικής καταπόνησης, η οποία επάγει φυσικοχημικές μεταβολές στον καρπό. Στους καρπούς εσπεριδοειδών η μεταχείριση με ζεστό νερό δύναται να εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια της μετασυσπαστικής του μεταχείρισης, είτε με εμβάπτιση του καρπού σε δοχεία είτε με ψεκασμό του καρπού ενώ κινείται στη γραμμή μεταφοράς εντός του συσκευαστηρίου. Ο χρόνος εφαρμογής της θερμικής καταπόνησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού.

Στα εσπεριδοειδή εξετάστηκαν διαφορετικές θερμοκρασίες νερού με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης θερμοκρασίας για την αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια. Πειραματικά δεδομένα εστιάζουν στη μελέτη διαφορετικών θερμικών καταπονήσεων ύδατος μετασυσπαστικά, σε εργαστηριακή και βιομηχανική κλίμακα, ως προς την αντιμετώπιση των σήψεων από πενικίλλια και την επίδραση που ασκεί η θερμική μεταχείριση στην ποιότητα διαφόρων ποικιλιών εσπεριδοειδών (μανταρίνια και πορτοκάλια). Βρέθηκε ότι οι βέλτιστες θερμοκρασίες καταπόνησης με θερμό νερό ήταν διαφορετικές για κάθε ποικιλία εσπεριδοειδούς, με τη θερμοκρασία ζεστού νερού των 53 °C και 45 °C με 3 λεπτά εφαρμογής να είναι οι πιο αποτελεσματικές για την αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια. Η χρήση της θερμικής καταπόνησης ύδατος για την αντιμετώπιση της μετασυσπαστικής σήψης των καρπών εσπεριδοειδών δεν επηρέασε αρνητικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, όπως τη συγκέντρωση ολικών διαλυτών

στερεών συστατικών, την περιεκτικότητα σε χυμό, την τιτλοδοτούμενη οξύτητα και τη γεύση του καρπού. Μελέτες αναφέρουν ότι υψηλότερες θερμοκρασίες νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον αποτελεσματικό έλεγχο της σήψης από πενικίλλια, όταν οι καρποί ψεκάζονται με ζεστό νερό, μια τεχνική η οποία δύναται να εφαρμοστεί σε βιομηχανική κλίμακα από τα συσκευαστήρια. Σύγχρονες αναλυτικές τεχνικές, όπως οι -ομικές τεχνολογίες, η γονιδιωματική, η πρωτεομική και η μεταβολική ανάλυση θα διευκολύνουν πτυχές των μοριακών μηχανισμών και βιοχημικών μονοπατιών που σχετίζονται με την επαγόμενη ανοχή των καρπών εσπεριδοειδών στα συγκεκριμένα παθογόνα.

Χρήση χημικών αλάτων

Αρκετά οργανικά και ανόργανα άλατα με χαμηλή τοξικότητα (π.χ. όξινο ανθρακικό νάτριο, ανθρακικό νάτριο, σορβικό κάλιο, διττανθρακικό αμμώνιο, πολυσουλφίδιο του ασβεστίου, αιθυλοπαραβένιο νατρίου και υδροθειούχο νάτριο) δοκιμάστηκαν για τον έλεγχο της μετασυλλεκτικής σήψης των εσπεριδοειδών που προκαλείται από τα πενικίλλια *P. italicum* ή *P. digitatum*. Η αντιμυκητιακή δράση αυτών των χημικών ενώσεων θα μπορούσε να ενισχυθεί εφόσον συνδυαστεί με άλλες μεταχειρίσεις, όπως η θέρμανση του καρπού, τις χαμηλές δόσεις μυκητοκτόνων και επικάλυψη με κερί. Είναι γνωστό ότι τα άλατα σορβικού οξέος, χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα τροφίμων λόγω της ικανότητάς τους να περιορίζουν την ανάπτυξη μυκήτων, κυρίως εντός της περιοχής pH 3-6,5.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η συνδυαστική χρήση αλάτων σορβικού οξέος με μυκητοκτόνα, όπως το imazalil, το thiobendazole, το pyrimethanil και το fludioxonil, χαρακτηρίζεται από συμβατότητα αλλά και από επαυξημένη αντιμυκητιακή δραστηριότητα απέναντι σε παθογόνα που προκαλούν σήψεις σε καρπούς εσπεριδοειδών. Ομάδες ερευνητών μελέτησαν την αποτελεσματικότητα χρήσης του διττανθρακικού νατρίου, του ανθρακικού νατρίου, του πυριτικού νατρίου, του όξινου ανθρακικού καλίου, του ανθρακικού καλίου, του σορβικού καλίου, του κλωριούχου ασβεστίου και του ηλικικού ασβεστίου, ως προς τη δυνατότητα ελέγχου της μετασυλλεκτικής σήψης από πενικίλλια σε καρπούς μανταρινιών κλημεντίνης και σε πορτοκάλια, σε διαφορετικές χρονικές περιόδους εφαρμογής (πριν από τη συγκομιδή, μετά τη συγκομιδή, πριν και μετά τη συγκομιδή). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρόνος εφαρμογής αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη στρατηγική επιτυχούς αντιμετώπισης της σήψης των καρπών και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Αξίζει να τονιστεί ότι τα άλατα όταν εφαρμόζονται στον αγρό προ-συλλεκτικά διαθέτουν περισσότερο χρόνο για να εκδηλώσουν τη δράση τους και ταυτόχρονα επιμηκώνεται ο χρόνος αλληλεπίδρασής τους με το παθογόνο που έχει ήδη εγκατασταθεί επί του καρπού, γεγονός που προάγει παράλληλα την επαγωγή ενδογενών μηχανισμών άμυνας από τον ίδιο τον ιστό του καρπού στην επίθεση από τον παθογόνο μύκητα.

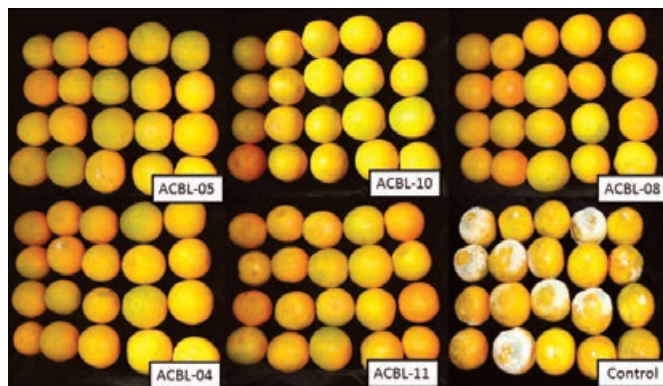
Χρήση παραγόντων βιολογικού ελέγχου

Ως βιολογικός έλεγχος χαρακτηρίζεται η διαχείριση μιας παθολογικής κατάστασης με τη χρήση βιολογικών παραγόντων σε έναν καρπό ξενιστή, ο οποίος εμποδίζει επιτυχώς την ανάπτυξη του παθογόνου επί του καρπού. Διάφορες φυλές ζυμομυκήτων και βακτηρίων χρησιμοποιούνται ως παράγοντες βιολογικού ελέγχου για την αντιμετώπιση τόσο του *P. digitatum* όσο και του *P. italicum* στα εσπεριδοειδή. Μέχρι σήμερα, λίγοι

παράγοντες βιολογικού ελέγχου (Pantovital και Biosave) είναι εμπορικά διαθέσιμοι για τον έλεγχο της μετασυλλεκτικής σήψης των καρπών εσπεριδοειδών από πενικίλλια.

Η αποτελεσματικότητα των παραγόντων βιολογικού ελέγχου για τον περιορισμό της σήψης που προκαλείται από τα πενικίλλια επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως το είδος του βιολογικού ελέγχου (π.χ. μύκητες, ζύμες ή βακτήρια), το στέλεχος που χρησιμοποιείται για τη αντιμετώπιση του παθογόνου, το pH των μέσων (επιφάνεια ξενιστή) όπου αποικούν ο παθογόνος παράγοντας και ο παράγοντας βιολογικού ελέγχου, καθώς και το χρονικό σημείο που εφαρμόζεται ο παράγοντας βιολογικού ελέγχου επί του φρούτου ξενιστή (προ ή μετά την προσβολή από το παθογόνο).

Η αποτελεσματικότητα των παραγόντων βιολογικού ελέγχου κατά των παθογόνων *P. digitatum* όσο και του *P. italicum* στα εσπεριδοειδή δύναται να ενισχυθεί με την συνδυαστική εφαρμογή τους με διαφορετικές μεταχειρίσεις, όπως το θερμό νερό, τα φυτικά εκχυλίσματα ή άλατα, όπως το διττανθρακικό νάτριο.



Ενεργητική επίδραση εκχυλισμάτων ζυμομυκήτων στην αντιμετώπιση της σήψης από πενικίλλια σε πορτοκάλια.

Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518301223>

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Καθώς η γνώση που σχετίζεται με τις υφιστάμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ξενιστή-παθογόνου συνεχώς αυξάνεται και αποκαλύπτεται ο μηχανισμός δράσης διαφόρων εναλλακτικών μεθόδων στην αντιμετώπιση παθογόνων οργανισμών, θα εφαρμοστούν νέες αποτελεσματικότερες μέθοδοι μετασυλλεκτικής διαχείρισης των εσπεριδοειδών. Η έρευνα θα πρέπει να παρέχει τα απαιτούμενα εργαλεία και γνώση για τη βελτιστοποίηση των τεχνικών εφαρμογής σε εμπορική κλίμακα των καινοτόμων τεχνικών που αντιμετωπίζουν, με φιλικό τρόπο για τον καταναλωτή και το περιβάλλον, στα εσπεριδοειδή τις μετασυλλεκτικές σήψεις από πενικίλλια. Στο πλαίσιο της αειφόρου γεωργίας και της βέλτιστης εφαρμογής ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης παθογόνων θα πρέπει να μελετηθούν στρατηγικές που λαμβάνουν υπόψη παράγοντες, όπως το είδος και την ποικιλία του κάθε εσπεριδοειδούς, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις απαιτήσεις της αγοράς, την ποιότητα και εν κατακλείδι την ασφάλεια του παραγόμενου τελικού προϊόντος.

Πληροφορίες: Εργαστήριο Εσπεριδοειδών, Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, Αγροκήπιο, 73 100 Χανιά, τηλ.: 28210 83432, e-mail: ziozas@nagref-cha.gr